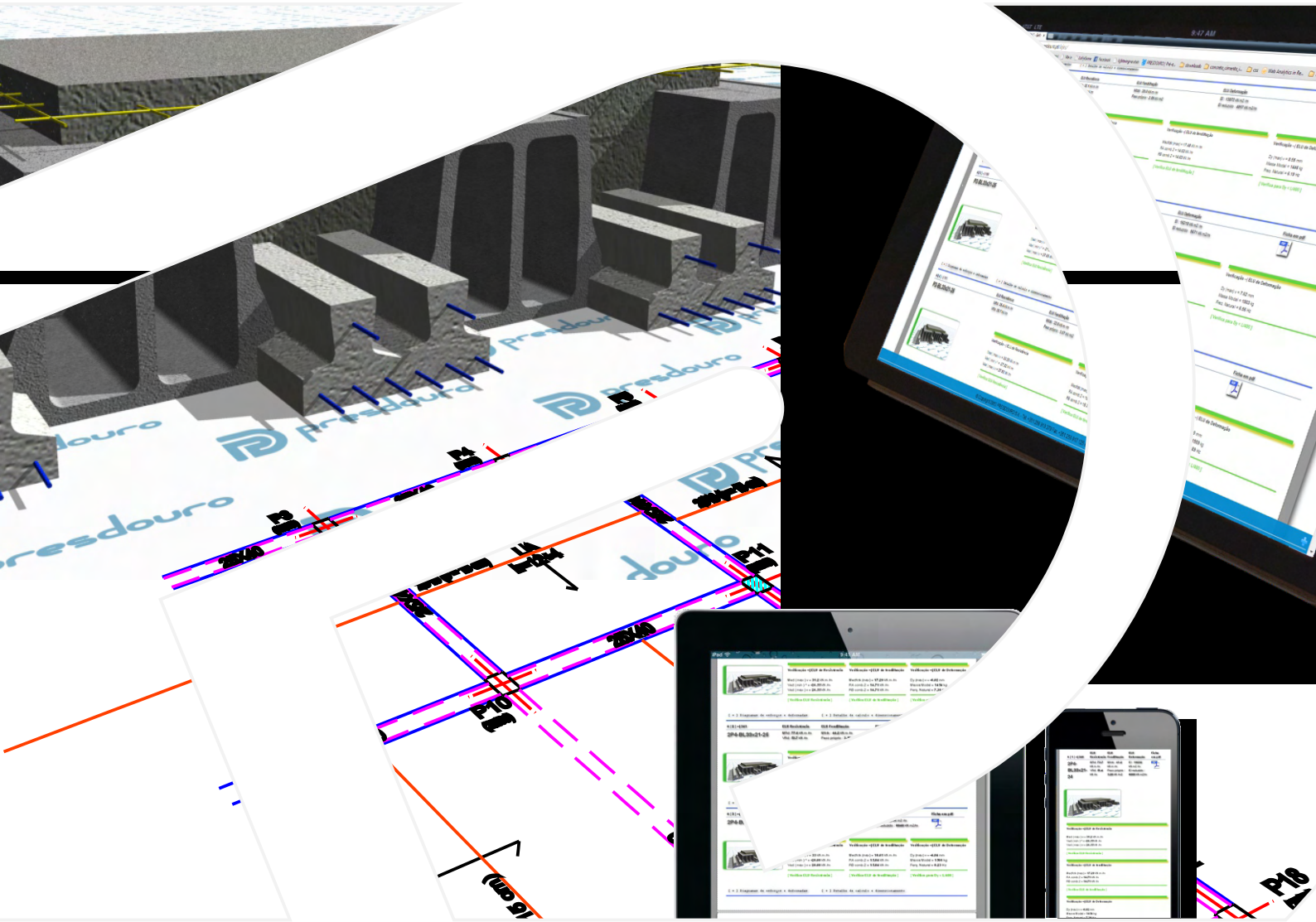
PRESDOURO
Pré-esforçados
Beira-Douro, SA

PAVIMENTOS ALIGEIRADOS DE VIGOTAS PREFABRICADAS DE BETÃO PRÉ-ESFORÇADO



DOCUMENTO TÉCNICO PRESDOURO 2015-2016 | DT PD2016

DEZEMBRO DE 2015 – REV. OUTUBRO 2016

PRESDOURO
Pré-esforçados
Beira-Douro, SA

Pavimentos aligeirados de vigotas prefabricadas de betão pré-esforçado

DOCUMENTO TÉCNICO PRESDOURO 2015-2016 | **DT PD2016**

Dezembro de 2015 – Rev. Outubro 2016

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

ÍNDICE

Pavimentos aligeirados de vigotas prefabricadas de betão pré-esforçado 3

ÍNDICE 5

1. INTRODUÇÃO 7

1.1. Presdouro 7

1.2 Pilares da Qualidade 7

1.3 Normalização Europeia aplicável ao sector da prefabricação 9

1.4. Simbologia 10

1.4.1. Letras latinas maiúsculas 10

1.4.1 Letras latinas minúsculas 12

1.4.3 Letras gregas 13

1.5 Bases de cálculo 15

1.5.1 Regulamentação 15

1.5.2 Estados Limites 15

1.5.3 Modelo de cálculo 16

1.5.4 Perdas de Pré-Esforço 19

2. VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA 23

2.1 Estados Limites Últimos 23

2.1.1 Estado Limite Último de Flexão 23

2.1.2 Estado Limite Último de Esforço Transverso 27

2.2. Estados Limites de Utilização 28

2.2.1 Estado Limite de Fendilhação 28

2.2.2 Estado Limite de Deformação 35

3. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS 40

3.1. Vigotas 40

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

3.2. Blocos de cofragem 44
3.3. Betão complementar 46
3.4. Armadura de distribuição 46
3.5. Tabelas de Dimensionamento 46
3.5.1 Performance acústica 47
3.5.2 Isolamento Térmico 48
3.5.3 Resistência ao fogo 49
4. CONDIÇÕES GERAIS DE EXECUÇÃO DOS PAVIMENTOS 51
5. DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS E CONDIÇÕES ESPECIAIS DE EXECUÇÃO DOS PAVIMENTOS 53
6. CÁLCULO DOS PAVIMENTOS 57
6.1. Introdução 57
6.2. Dados para cálculo 57
6.3. Exemplo de cálculo 58
6.3.1 Segurança em relação aos estados limites últimos: 58
6.3.2 Segurança em relação aos estados limites de utilização: 59
6.3.3 Ferramenta cálculo automático 60
7.0. TABELAS DE CÁLCULO 64
7.1. Elementos de Cálculo dos pavimentos 64

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

1. INTRODUÇÃO

1.1. Presdouro

A **Presdouro S.A.** é uma empresa que tem como objetivo a conceção, desenvolvimento e fabricação de produtos de betão que cumpram a regulamentação e normalização aplicável e satisfaçam as especificações definidas pelo Cliente.

A **Presdouro – Pré Esforçados Beira Douro, SA**, foi constituída em 8 de Junho de 1979, com o capital social de 60.000 EUR. A sua atividade principal consistia na produção de blocos de cimento, nomeadamente de blocos curvos maciços, blocos retos maciços e blocos vazados. O mercado alvo era o regional, onde a empresa operava com uma estrutura organizacional simples e com um espírito ainda familiar.

Em Janeiro de 1999 a **Presdouro S.A.** inicia o projeto de certificação da empresa, segundo a norma NP EN ISO 9002: 1995, tentando aliar a qualidade e inovação à satisfação dos seus clientes. Este projeto ficaria concluído em Março de 2001 com a atribuição do certificado nº 01/CEP.1406 pela APCER. Em 2009 foi definido plano de revisão ao SGQ tomando o referencial NP EN ISO 9001:2008. Foi solicitada aquando da realização da auditoria de renovação, a transição para o novo referencial, tendo sido obtida a certificação pela Certif.

No início de 2011 a **Presdouro S.A.** obteve o Certificado de Controlo de Produção em Fábrica para as suas vigotas de betão pré-esforçado.

A Administração da **Presdouro S.A.** definiu como estratégia de mercado a seguir, no sector específico dos pavimentos aligeirados de vigotas prefabricadas de betão pré-esforçado:

- Ser uma empresa de capacidade técnica reconhecida pelo mercado;
- Cumprir o estipulado pela NP EN ISO 9001:2008 e pela Legislação/Regulamentação aplicável a cada produto produzido;
- Cumprir as obrigações assumidas perante Clientes, Colaboradores e Acionistas;
- Garantir a Melhoria Contínua dos seus processos.

1.2 Pilares da Qualidade

No sector da prefabricação de produtos técnicos com elevada complexidade como são os pavimentos aligeirados pré-esforçados, em que a qualidade e o rigor dos processos de fabrico são determinantes para o resultado do produto final, os vetores sobre os quais assentam as políticas de qualidade da empresa são:

Capacidade Técnica

1. Competência dos seus colaboradores;

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

2. Recursos de produção que garantam um adequado padrão de uniformidade;
3. Meios de medição e ensaio de conformidade adequados;
4. Atribuições, responsabilidades e níveis de autoridade definidas;

Envolvimento

1. Participação ativa dos colaboradores na definição e aplicação das regras de bem-fazer;
2. Participação na prescrição de ações para a garantia da melhoria contínua;

Cumprimento das regras do SGQ

1. Procedimentos e instruções seguidos no dia-a-dia;
2. O regime de autocontrolo adotado como forma de trabalho;
3. Equipamentos adequados ao desempenho das funções;

Valorização

1. Formação profissional para evolução na empresa, nomeadamente em qualidade e H&S;
2. Ouvir, analisar e aplicar as sugestões válidas para a melhoria da organização;

Rentabilidade

1. Eliminação das causas que provocam ou podem provocar problemas;
2. Definir áreas de melhoria;
3. Manutenção do adequado grau de funcionalidade dos equipamentos;

Tentamos enquanto organização incutir no espirito dos nossos colaboradores uma cultura de sabermos fazer, de sermos capazes de fazer bem e á primeira, de termos de fazer sempre melhor, de que apenas a satisfação dos nossos clientes com a qualidade dos nossos produtos e serviços, permitem o nosso sucesso.

Imagens do fabrico de elementos pré-esforçados PRESDOURO

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

1.3 Normalização Europeia aplicável ao sector da prefabricação

As exigências cada vez maiores, a nível de normalização, implicam uma melhoria contínua nos processos de avaliação e verificação da regularidade do desempenho dos produtos pré-fabricados e pré-esforçados em betão, bem como a adaptação à evolução dos processos construtivos do setor da construção. Internamente, através do sistema de controlo de produção em fábrica, são definidos, mantidos e monitorizados os critérios para obtenção de um produto acabado de acordo com os requisitos aplicáveis.

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

1.4. Simbologia

1.4.1. Letras latinas maiúsculas

A - Área

A_{fc} - Área do banzo da laje de betão complementar

A_s - Área da secção transversal da armadura ordinária

A_{sd} - Área da secção transversal da armadura de distribuição

A_{sn} - Área da secção transversal da armadura ordinária da nervura

A_{sp} - Área da secção transversal da armadura de pré-esforço

A_v - Área da secção transversal da vigota

A_{wc} - Área da alma da laje de betão complementar

A_{wcv} - Área da alma da laje de betão complementar paralela à alma da vigota

E - Módulo de elasticidade longitudinal

E_c - Módulo de elasticidade longitudinal do betão

E_{cl} - Módulo de elasticidade longitudinal do betão da laje de betão complementar

E_{cv} - Módulo de elasticidade longitudinal do betão da vigota

E_h - Módulo de elasticidade longitudinal do material de homogeneização da secção

E_s - Módulo de elasticidade longitudinal da armadura ordinária

E_{sd} - Módulo de elasticidade longitudinal da armadura de distribuição

E_{sp} - Módulo de elasticidade longitudinal da armadura de pré-esforço

EI - Rigidez de flexão

EI_o - Rigidez de flexão do pavimento correspondente à largura de influência da vigota

$(EI)_{fc}$ - Rigidez de flexão do banzo da laje de betão complementar relativamente à linha neutra

$(EI)_s$ - Rigidez de flexão da armadura ordinária relativamente à linha neutra

$(EI)_{sd}$ - Rigidez de flexão da armadura de distribuição relativamente à linha neutra

$(EI)_{sp}$ - Rigidez de flexão da armadura de pré-esforço relativamente à linha neutra

$(EI)_v$ - Rigidez de flexão da vigota relativamente à linha neutra

$(EI)_{wc}$ - Rigidez de flexão da alma da laje de betão complementar relativamente à linha neutra

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

$(EI)_{wcv}$- Rigidez de flexão da alma da laje de betão complementar paralela à alma da vigota relativamente à linha neutra

F_c - Resultante das tensões de compressão no betão

$F_{c,f}$ - Resultante das tensões de compressão no banzo da laje de betão complementar

$F_{c,w}$ - Resultante das tensões de compressão na alma da laje de betão complementar

F_s - Resultante das tensões de tração na armadura ordinária

F_{sp} - Resultante das tensões de tração na armadura de pré-esforço

$F_{t,v}$ - Resultante das tensões de tração na vigota

$I_{G,v}$ - Momento de inércia principal central da vigota

I_{fc} - Momento de inércia do banzo da laje de betão complementar relativamente à linha neutra

I_s - Momento de inércia da armadura ordinária relativamente à linha neutra

I_{sd} - Momento de inércia da armadura de distribuição relativamente à linha neutra

I_{sp} - Momento de inércia da armadura de pré-esforço relativamente à linha neutra

I_v - Momento de inércia da vigota relativamente à linha neutra

I_{wc} - Momento de inércia da alma da laje de betão complementar relativamente à linha neutra

I_{wcv} - Momento de inércia da alma da laje de betão complementar paralela à alma da vigota relativamente à linha neutra

L_i - Largura de influência da vigota

L_b - Largura transversal do bloco de cofragem

L_p - Comprimento da pista de betonagem da vigota

M - Momento fletor

M_{comb} -Valor de cálculo do momento fletor atuante resultante da combinação rara, frequente, ou quase permanente de ações

M_O - Momento de descompressão (Momento que anula as tensões de compressão na secção)

M_{Rd} - Valor de cálculo do momento fletor resistente

M^o_{Rd} - Momento fletor resistente correspondente à largura de influência da vigota

$M_{Rd,c}$ - Momento fletor resistente devido à contribuição do betão

$M_{Rd,s}$ - Momento fletor resistente devido à contribuição da armadura ordinária

$M_{Rd,sp}$- Momento fletor resistente devido à contribuição da armadura de pré-esforço

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

M_{fctk} - Momento de fendilhação

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

N - Esforço axial

N_b - Número de blocos de aligeiramento por metro quadrado de pavimento

N_v - Número de vigotas por metro quadrado de pavimento

P_f - Tensão final na armadura de pré-esforço

P'_o - Tensão na armadura de pré-esforço na origem

$P_{o,t}$ - Tensão na armadura de pré-esforço na idade t

V_c - Volume de betão por metro quadrado de pavimento

V_{cd} - Termo corretor da teoria de Mörsch

V_{Ed} - Valor de cálculo do esforço transverso atuante

V_{Rd} - Valor de cálculo do esforço transverso resistente

1.4.1 Letras latinas minúsculas

B_{fc} - Largura do banzo da laje de betão complementar (igual a Li)

b_{fv} - Largura do banzo da vigota

b_w - Largura da alma

b_{wc} - Largura da alma da laje de betão complementar

b_{wv} - Largura da alma da vigota

d - Altura útil da secção transversal, distância

d_c - Braço da força de compressão no betão relativamente à linha neutra

$d_{c,f}$ - Braço da resultante das tensões de compressão no banzo da laje de betão complementar relativamente à linha neutra

$d_{c,w}$ - Braço da resultante das tensões de compressão na alma da laje de betão complementar relativamente à linha neutra

d_s - Braço da força de tração na armadura ordinária relativamente à linha neutra

d_{sp} - Braço da força de tração na armadura de pré-esforço relativamente à linha neutra

$d_{t,v}$ - Braço da resultante das tensões de tração na vigota pré-esforçada relativamente à linha neutra

d_{wv} - Distância interna entre faces das almas da vigota em π invertido

f_{cd} - Valor de cálculo da tensão de rotura do betão à compressão

f_{ck} - Valor característico da tensão de rotura do betão à compressão

f_{cm} - Valor médio da tensão de rotura do betão à compressão

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

f_{ctk} - Valor característico da tensão de rotura do betão à tração

$f_{p\,0.1k}$ - Tensão limite convencional a 0.1% da armadura de pré-esforço

f_{yd} - Tensão de cedência da armadura

$f_{yd\,,\,As}$ - Tensão de cedência da armadura ordinária

$f_{yd\,,Asd}$ - Tensão de cedência da armadura de distribuição

h - Altura total do pavimento

h_{fc} - Altura do banzo da laje de betão complementar

h_s - Posição da armadura ordinária relativamente à base do pavimento

h_{sp} - Posição da armadura de pré-esforço relativamente à base do pavimento

h_v - Altura da vigota

h_{wc} - Altura da alma da laje de betão complementar localizada acima da vigota

h_{wv} - Altura da alma da vigota

t - Idade do betão

t_o - Idade do betão em que é transmitido o pré-esforço à vigota

y_G - Posição do centro geométrico da secção transversal da vigota relativamente à base do pavimento

1.4.3 Letras gregas

α - Coeficiente de homogeneização aço-betão

ε_c - Extensão no betão

$\varepsilon_{cs}\,(t\,,to\,)$ - Extensão devido à retração livre do betão entre as idades t e to

$\varepsilon_{M\,,b}$ - Extensão no betão ao nível da base do pavimento devido à atuação de um momento externo

$\varepsilon_{M\,,s}$ - Extensão ao nível da armadura ordinária devido à atuação de um momento externo

$\varepsilon_{M\,,t}$ - Extensão no betão ao nível do topo do pavimento devido à atuação de um momento externo

$\varepsilon_{M\,,G}$ - Extensão ao nível do centro geométrico da vigota devido à atuação de um momento externo

ε_s - Extensão na armadura ordinária

ε_{spy} - Extensão admissível na armadura de pré-esforço

$\phi_c\,(\,t\,,\,t_o\,)$ - Coeficiente de fluência na idade t correspondente à aplicação do pré-esforço na idade t_o

σ_c - Tensão normal no betão

$\sigma_{c\,,\,Po}$ - Tensão no betão devido ao pré-esforço, calculada ao nível da armadura de pré-esforço

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

$\sigma_{M,b}$ - Tensão no betão ao nível da base do pavimento devido à atuação de um momento externo

$\sigma_{M,s}$ - Tensão ao nível da armadura ordinária devido à atuação de um momento externo

$\sigma_{M,t}$ - Tensão no betão ao nível do topo do pavimento devido à atuação de um momento externo

$\sigma_{M,G}$ - Tensão ao nível do centro geométrico da vigota devido à atuação de um momento externo

σ_P - Tensão inicial na armadura de pré-esforço para efeitos de cálculo das perdas diferidas por relaxação

σ_{Po} - Tensão na armadura de pré-esforço devido ao pré-esforço inicial

τ_1 - Tensão resistente ao corte e fase não fendilhada

τ_2 - Tensão resistente ao corte em flexão

$\Delta\varepsilon_{sp}$ - Extensão máxima admissível na armadura de pré-esforço

Δl_e - Comprimento de escorregamento e reentrada da armadura de pré-esforço no dispositivo de amarração

ΔP_o - Perdas de tensão instantâneas e diferidas na armadura de pré-esforço

$\Delta P_{o,d}$ - Perdas de tensão instantânea devido à deformação elástica do betão

$\Delta P_{o,dif}$ - Perdas de tensão diferidas

$\Delta P_{o,e}$ -Perdas de tensão instantânea devido ao escorregamento e reentrada da armadura de pré-esforço no dispositivo de amarração

$\Delta P_{o,inst}$ - Perdas de tensão instantâneas

$\Delta P_{o,r}(t, to)$ - Perda de tensão na armadura de pré-esforço devido à relaxação, entre as idades to e t

δ_{comb} - Valor de cálculo do deslocamento máximo do pavimento resultante da combinação rara, frequente, ou quase permanente de ações

δ_{adm} - Valor de cálculo do deslocamento máximo admissível

$\delta_{0,max}$ - Valor de cálculo do deslocamento instantâneo máximo do pavimento resultante da combinação rara, frequente, ou quase permanente de ações

$\delta_{\infty,max}$ - Valor de cálculo do deslocamento máximo do pavimento a longo prazo resultante da combinação rara, frequente, ou quase permanente de ações

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

1.5 Bases de cálculo

1.5.1 Regulamentação

As propriedades mecânicas dos pavimentos aligeirados pré-fabricados de vigotas pré-esforçadas, apresentadas neste documento, foram determinadas de acordo com as especificações regulamentares em vigor, nomeadamente as que constam do Eurocódigo 1 e do Eurocódigo 2.

Dada a especificidade do elemento estrutural em análise, foram adotadas as recomendações da regulamentação em vigor com as devidas adaptações.

1.5.2 Estados Limites

A verificação aos Estados Limites Últimos inclui a análise da Resistência à Flexão e ao Esforço Transverso. Admite-se um comportamento dúctil do pavimento aligeirado de vigotas pré-esforçadas, com rotura pelas armaduras sem existir esmagamento localizado do betão em compressão. Adotou-se o diagrama retangular de tensões para o betão em compressão e despreza-se a contribuição do betão sujeito a tensões normais de tração.

A condição de segurança em relação aos estados **limites últimos de resistência** exprime-se verificando que os valores de cálculo do momento fletor resistente e do esforço transverso resistente, designados por M_{Rd} e V_{Rd}, são iguais ou superiores aos correspondentes esforços atuantes, relativos às combinações de ações especificadas em acordo com o Eurocódigo 1.

A verificação aos **Estados Limites de Utilização** inclui a análise do Estado Limite de Fendilhação e do Estado Limite de Deformação. A verificação do Estado Limite de Fendilhação é realizada através da determinação do momento fletor que conduz ao aparecimento de tensões normais de tração no betão.

A condição de segurança em relação ao **Estado Limite de Fendilhação** exprime-se verificando que o valor do momento resistente designado por M_{fctk}, correspondente à formação de fendas, é igual ou superior ao momento atuante devido às combinações de ações definidas de acordo com as ações correspondentes no Eurocódigo 1. Estas combinações de ações poderão ser,

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

conforme as condições do meio ambiente, combinações frequentes, em ambiente pouco ou moderadamente agressivo, e combinações raras, em ambiente muito agressivo.

A condição de segurança em relação ao **Estado Limite de Deformação** exprime-se verificando que o valor da flecha admissível é igual ou superior ao valor da flecha devida à combinação frequente de ações. No cálculo da flecha instantânea deverão ser utilizados os valores do fator de rigidez, fornecidos nas Tabelas de Cálculo. A flecha a longo prazo, em que são tidos em conta os efeitos da fluência dos betões, poderá ser determinada multiplicando o valor da flecha Instantânea por um fator dado pela expressão:

$$1 + \frac{M_{Sg}}{M_{Sg} + \Sigma\, \Psi 1\, \mathrm{M_{Sq}}} x\varphi \quad (1)$$

em que M_{Sg} e $M_{Sg} + \Sigma\ \Psi_1\ M_{Sq}$ são, respetivamente, os valores dos momentos fletores atuantes devido às ações permanentes e à combinação frequente de ações e φ é o coeficiente de fluência, a que se pode em geral atribuir o valor 2.

1.5.3 Modelo de cálculo

As propriedades mecânicas dos pavimentos aligeirados com vigotas pré-esforçadas foram determinadas utilizando um processo de cálculo automático.

A formulação desenvolvida para a determinação das propriedades mecânicas aplicável aos tradicionais pavimentos aligeirados de vigotas pré-esforçadas, utilizando uma vigota disposta em T invertido. Com as devidas adaptações, esta mesma formulação é válida para a situação de utilização de duas ou três vigotas pré-esforçadas dispostas em paralelo.

Devido à complexidade de formas da vigota e dos blocos de aligeiramento, e à existência de pormenores geométricos especificados nos critérios de compatibilidade torna-se necessário definir um modelo geométrico que seja regular devido à necessidade do cálculo de distâncias, áreas, momentos estáticos, momentos de inércia, etc. O modelo geométrico adotado é conservativo, Figura 1, Figura 2 e Figura 3.

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

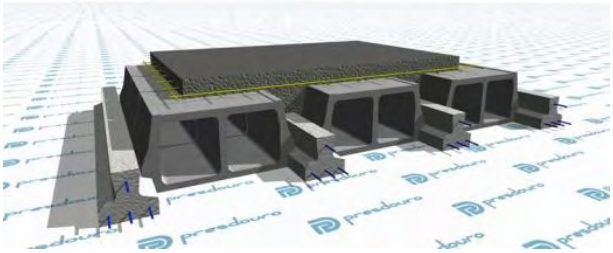


Figura 1 - Representação esquemática de um pavimento simples

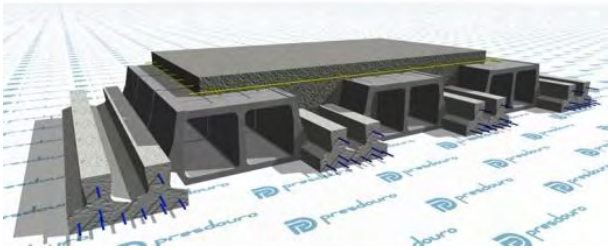


Figura 2 - Representação esquemática de um pavimento duplo

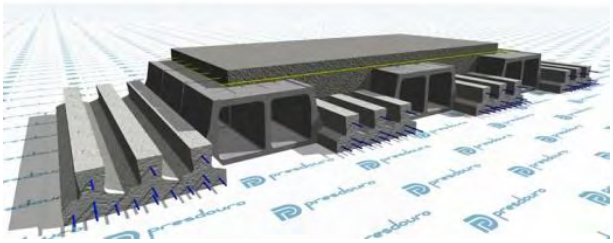


Figura 3 - Representação esquemática de um pavimento triplo

Adota-se uma vigota com uma geometria simplificada em T invertido, como representado na Figura 4, Figura 5 e Figura 6 respetivamente. Admitem-se no máximo três níveis distintos de armadura de pré-esforço. A geometria da laje é igualmente simplificada, adotando-se a representada na Figura 7.

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

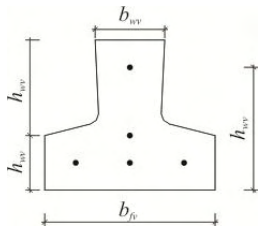


Figura 4 - Definição da geometria da vigota em T invertido

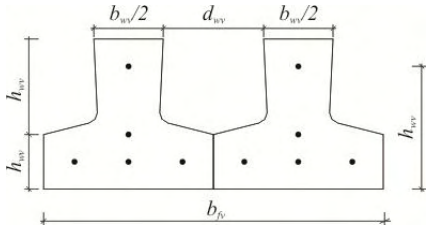


Figura 5 - Definição da geometria da vigota em TT invertido

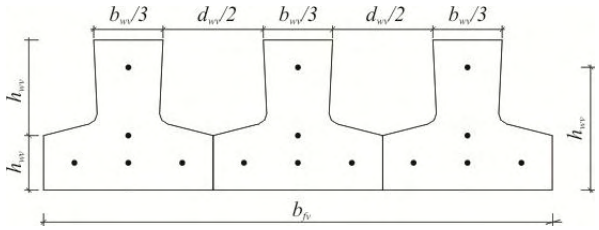


Figura 6 - Definição da geometria da vigota em TTT invertido

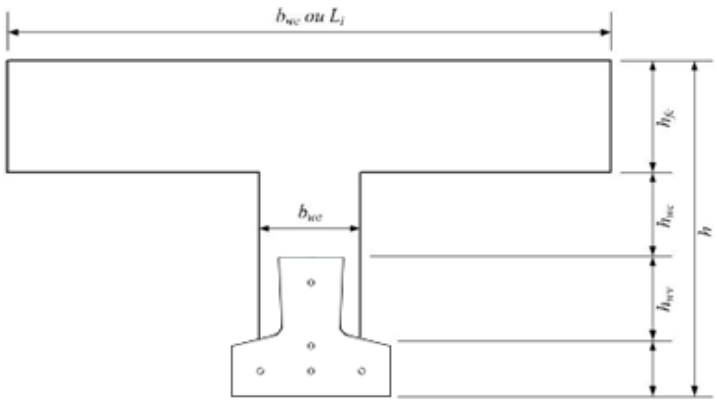
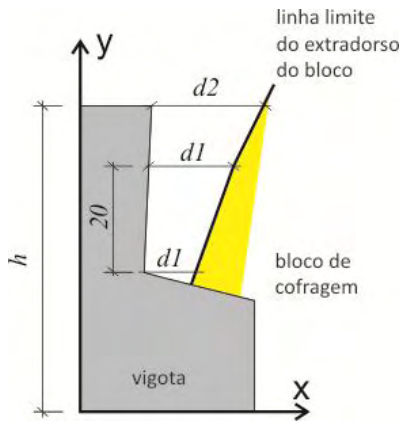


Figura 7 - Definição da geometria da laje de betão complementar no caso de vigota em T invertido

O posicionamento do bloco de cofragem na vigota pré-esforçada conduz à existência de um afastamento entre este mesmo bloco e a vigota, considerando-se para efeitos de cálculo um valor médio de 5.0 mm.

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

Monolitismo de pavimentos compostos



d_1 Distância da linha limite à vigota, numa altura de 20 mm na zona inferior da alma da vigota

d_1 ≥15 mm

d_2 Distância da linha limite à vigota, no topo da vigota

d_2 ≥ 25 mm (90 mm < h ≤ 100 mm)

d_2 ≥ 30 mm (100 mm < h ≤ 130 mm)

d_2 ≥ 35 mm (h > 130 mm)

Figura 8 – Critérios de compatibilidade [mm]. Especificação LNEC E435:2012

Na lâmina de betão de enchimento, sujeita predominantemente a tensões normais de compressão, deverá existir uma armadura de distribuição disposta nas duas direções. Para efeitos de cálculo, considera-se que o posicionamento desta armadura de distribuição se encontra na linha média da referida laje, o que é admissível uma vez que a lâmina de betão de enchimento deverá ter uma espessura entre 30 mm e 60 mm acima da abobadilha.

1.5.4 Perdas de Pré-Esforço

O valor do pré-esforço atuando na vigota à idade t , $P_{o,t}$, é obtido a partir do pré-esforço na origem após subtração das perdas totais instantâneas e diferidas, podendo escrever-se que:

$$P_{o,t} = P_{o'} - P_o \quad (2)$$

sendo $P_{o'}$ o pré-esforço na origem e Po as perdas totais instantâneas e diferidas. Designa-se por pré-esforço inicial, P_o, o pré-esforço obtido subtraindo ao pré-esforço na origem apenas as perdas totais instantâneas.

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

As perdas totais de tensão na armadura de pré-esforço, P_o são dadas pela soma das perdas totais instantâneas $P_{o\,,inst}$ e perdas totais diferidas $P_{o\,,\,dif}$.

$$P_0 = \Delta P_{0,inst} + \Delta P_{0,dif} \quad (3)$$

As perdas instantâneas totais, $P_{o,\ inst}$ são dadas pela soma das perdas instantâneas devido ao escorregamento e reentrada da armadura de pré-esforço no dispositivo de amarração $P_{o,\ e}$ e deformação elástica do betão $P_{o,\,d}$.

$$P_{o,inst} = \Delta P_{o,e} + \Delta P_{o,d} \quad (4)$$

As perdas instantâneas, devido ao escorregamento e reentrada da armadura de pré-esforço no dispositivo de amarração, $\Delta P_{o,\ e}$, são obtidas admitindo que a pista de betonagem possui um comprimento de 110 *m* e que o comprimento de reentrada é de 5 *mm*. A redução de tensão na armadura de pré-esforço, devido ao escorregamento e reentrada dos cabos/fios no dispositivo de amarração, é dada por:

$$\Delta P_{o,e} = E_{sp} \frac{\Delta l_e}{L_{\ p}} \quad (5)$$

sendo E_{sp} o módulo de elasticidade longitudinal da armadura de pré-esforço, l_e o comprimento de escorregamento e reentrada da armadura de pré-esforço no dispositivo de amarração e L_p o comprimento da pista de betonagem das vigotas.

As perdas instantâneas, devido à deformação elástica do betão, $P_{o,\,d}$, ocorrem no momento em que a armadura de pré-esforço é libertada e transmite os esforços de compressão à vigota, são dadas por:

$$\Delta P_{o,d} = \frac{E_{sp}}{E_c}\sigma_c \quad (6)$$

sendo E_{sp} o módulo de elasticidade longitudinal da armadura de pré-esforço, E_c o módulo de elasticidade longitudinal do betão da vigota na idade em que é transmitido o pré-esforço e σ_c a

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

tensão normal de compressão no betão da vigota, calculada ao nível da armadura de pré-esforço, devido à atuação do pré-esforço.

O módulo de elasticidade longitudinal do betão, E_c, é obtido através de:

$$E_c = 9.5\sqrt[3]{f_{cm}} \quad (7)$$

sendo f_{cm} o valor médio da tensão de rotura do betão à compressão e que é obtido a partir do valor característico da tensão de rotura do betão à compressão $\left(f_{cm} = f_{ck} + 8\right)$.

Admitindo que o pré-esforço é transmitido à vigota quando o betão atinge os 7 dias de idade, o valor médio da tensão de rotura do betão à compressão deve ser multiplicado por um coeficiente de endurecimento que, no presente caso, assume o valor de 0.65.

As perdas diferidas na armadura de pré-esforço, $\Delta P_{o,dif}$, são obtidas considerando a influência da retração e fluência do betão e relaxação das armaduras de pré-esforço, podendo ser obtidas por:

$$\Delta P_{o,dif} = \frac{\varepsilon_{cs}(t,t_0)E_{sp} + \alpha\varphi_c(t,t_0)\sigma_{c,Po} + \Delta P_{o,r}(t,t_0)}{1 - \propto \frac{\sigma_{c,Po}}{\sigma_{Po}}\left[1 + \frac{\varphi_c(t,t_0)}{2}\right]} \quad (8)$$

sendo t_o a idade do betão quando o pré-esforço é transmitido à vigota, t a idade em que se pretende determinar as perdas diferidas, $\varepsilon_{cs}(t,t_0)$ a extensão devida à retração livre do betão entre as idades t e t_o , E_{sp} o módulo de elasticidade longitudinal da armadura de pré-esforço, α o coeficiente de homogeneização aço betão, $\varphi_c(t,t_0)$ o coeficiente de fluência na idade t correspondente à aplicação do pré-esforço na idade t_0 , $\sigma_{c,Po}$, a tensão no betão devido ao pré-esforço (calculada ao nível da armadura de pré-esforço), σ_{Po} a tensão na armadura de pré-esforço devido ao pré-esforço inicial e $\Delta P_{o,r}(t,t_0)$ a perda de tensão na armadura de pré-esforço devido à relaxação, entre as idades t_0 e t .

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

A perda diferida devido à relaxação da armadura de pré-esforço, $\Delta P_{o,r}(t, t_0)$ é calculada para uma tensão inicial σ_{Po} dada por:

$$\sigma_P = \sigma_{Po} - 0.3\Delta P_{o,dif} \quad (8)$$

sendo σ_{Po} a tensão na armadura de pré-esforço devido ao pré-esforço inicial e $\Delta P_{o,dif}$ as perdas diferidas totais, incluindo a relaxação. A dependência do cálculo das perdas diferidas, devido à relaxação, relativamente às perdas diferidas totais torna a resolução do problema iterativa.

Para o cálculo da extensão de retração $\varepsilon_{cs}(t, t_0)$ e coeficiente de fluência $\varphi_c(t, t_0)$ adotam-se as especificações do Eurocódigo 2. Considera-se que o ambiente possui uma humidade relativa média com aproximadamente 70%. Para o cálculo das perdas diferidas de tensão por relaxação das armaduras, considera-se o disposto no Eurocódigo 2, admitindo um aço de baixa relaxação e considerando que a relaxação é estimada de modo simplificado com uma variação linear que se anula para uma tensão inicial igual a 0.5 da tensão de rotura.

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

2. VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA

2.1 Estados Limites Últimos

2.1.1 Estado Limite Último de Flexão

A verificação ao Estado Limite Último de Flexão é realizada de acordo com as especificações dos Eurocódigo 1 e Eurocódigo 2. O valor de cálculo do momento fletor atuante M_{Ed} deve ser igual ou inferior ao valor de cálculo do momento fletor resistente M_{Rd} .

$$M_{Ed} \leq M_{Rd} \quad (10)$$

Para a determinação do valor de cálculo do momento fletor resistente, adota-se o diagrama retangular de tensões no betão sujeito a compressão, despreza-se a contribuição do betão sujeito a trações e considera-se que as armaduras se encontram plastificadas, o que corresponde a admitir uma rotura dúctil, Figura 9. Para garantir que o elemento estrutural apresentará uma rotura dúctil, deverá verificar-se que a extensão na armadura ordinária e na armadura de pré-esforço é superior à extensão admissível.

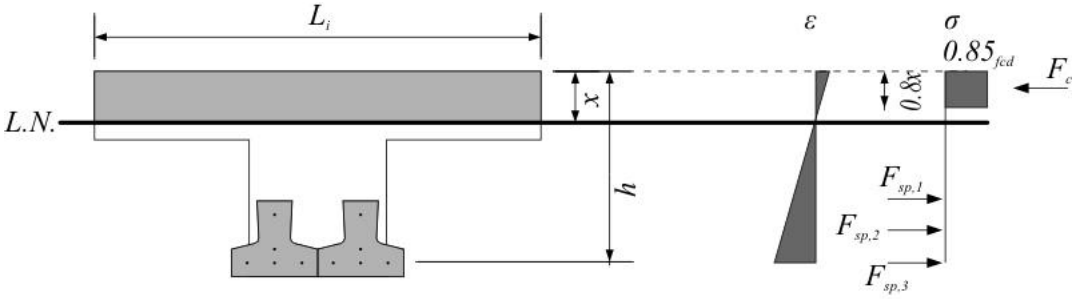


Figura 9 – Diagrama de extensões e tensões para linha neutra localizada dentro da lâmina de betão complementar.

A equação de equilíbrio de forças na secção transversal, sendo nulo o esforço axial, obriga a que:

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

$$F_c = \sum_{i=1}^{3} F_{sp,i} \quad (11)$$

sendo F_c a resistência plástica do betão em compressão, e $\sum_{i=1}^{3} F_{sp,i}$ o somatório da resistência plástica das armaduras de pré-esforço localizada aos diferentes níveis (superior, intermédio ou inferior).

A resultante das tensões no betão F_c , adotando o diagrama retangular de tensões, é dada por:

$$f_{cd} = (0.85 f_{cd})(0.8x)\, L_i \quad (12)$$

sendo f_{cd} o valor de cálculo da tensão de rotura do betão à compressão, x a posição da linha neutra relativamente ao topo do pavimento e L_i a largura de influência da vigota.

A resistência plástica da armadura de pré-esforço $F_{sp\,,i}$, localizada ao nível i, é dada por:

$$F_{sp\,,i} = \frac{f_{p\,0.1k\,,i}}{1.15}\ A_{sp\,,i} \quad (13)$$

sendo $f_{p\,0.1k\,,i}$ a tensão limite convencional a 0.1% e $A_{sp\,,i}$ a área da secção transversal da armadura de pré-esforço.

Substituindo as equações (11), (12) e (13) na equação (10) obtém-se a posição da linha neutra:

$$x = \frac{F_{sp\,,i} + \sum_{i=1}^{3} \frac{f_{p\,0.1k\,,i}}{1.15}\ A_{sp\,,i}}{0.68\, f_{cd} L_i} \quad (14)$$

Sendo a secção transversal do modelo de cálculo em forma de T, a linha neutra localiza-se na quase generalidade dos casos dentro da laje de betão complementar. Para espessuras correntes da laje de betão complementar, a variar habitualmente entre os 30 *mm* e 50 *mm*, constata-se que a análise da situação da linha neutra na alma da secção transversal é desnecessária para a verificação dos Estados Limites Últimos de Flexão. Caso esta se localize na alma da laje de compressão, pode ser utilizado na mesma o diagrama retangular equivalente de tensões mas a

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

resultante das forças de compressão deve ser decomposta em duas parcelas, uma para o banzo e outra para a alma da laje de compressão.

Após o cálculo da posição da linha neutra, para os Estados Limites Últimos de Flexão, procede-se ao cálculo da resultante das tensões de compressão na laje de betão, por esta ser dependente da posição da linha neutra, braços das forças de compressão e tração em relação à linha neutra e respetivas contribuições para o momento resistente.

Os braços da forças de compressão no betão d_c, e de tração na armadura de pré-esforço $d_{sp,\ i}$ são dados por:

$$d_c = x - \frac{0.8\,x}{2} \quad (15)$$

$$d_{sp,i} = h - x - h_{sp,i} \quad (16)$$

sendo x a posição da linha neutra relativamente ao topo do pavimento, h a altura total do pavimento, $h_{sp,i}$ a posição da armadura de pré-esforço (superior, intermédia ou inferior) relativamente à base do pavimento.

O momento fletor resistente M_{Rd}^{o}, resultante da soma das contribuições do betão, armadura ordinária e armaduras de pré-esforço, relativamente à linha neutra é dado por:

$$M_{Rd}^{o} = M_{Rd,c} + M_{Rd,s} + \sum_{i=1}^{3} M_{Rd,\ sp,i} \quad (17)$$

$$M_{Rd,c} = F_c d_c \quad (18)$$

$$M_{Rd,sp,i} = F_{sp,i} d_{sp,i} \quad (19)$$

A extensão admissível na armadura de pré-esforço ε_{spy}, localizada ao nível i, é dada por:

$$\varepsilon_{spy,i} = \frac{f_{p0.1k,i}}{E_{sp,i}} \quad (20)$$

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

Sendo $f_{p0.1k,i}$ a tensão limite convencional a 0.1% e sp,i E o módulo de elasticidade longitudinal da armadura de pré-esforço localizada ao nível *i*.

A extensão no betão ε_c é dada por:

$$\varepsilon_c = \frac{\Delta\varepsilon_{sp}}{(h-x-h_{sp,3})} \quad (21)$$

sendo $\Delta\varepsilon_{sp}$ a extensão máxima admissível na armadura de pré-esforço (10‰), h a altura total do pavimento, x a posição da linha neutra relativamente ao topo do pavimento e $h_{sp,3}$ a posição da armadura de pré-esforço localizada ao nível inferior relativamente à base do pavimento (nível 3).

A extensão na armadura ordinária ε_s é dada por:

$$\varepsilon_s = \left(\frac{h-x-h_s}{x}\right)\varepsilon_c \quad (22)$$

sendo h a altura total do pavimento, x a posição da linha neutra relativamente ao topo do pavimento, h_s a posição da armadura ordinária relativamente à base do pavimento e ε_c a extensão no betão.

A extensão total na armadura de pré-esforço $\boldsymbol{\varepsilon_{sp,\,i}}$, localizada ao nível *i*, é dada por:

$$\varepsilon_{sp,i} = \frac{P_{f,i}}{E_{sp,i}} + \Delta\varepsilon_{sp,i} \quad (23)$$

sendo $P_{f,i}$ a tensão de pré-esforço final, $E_{sp,i}$ o módulo de elasticidade longitudinal e $\Delta\varepsilon_{sp,i}$ a extensão máxima admissível $(10\ ‰)$ da armadura de pré-esforço localizada ao nível *i*.

O valor de cálculo do momento fletor resistente, por metro linear, é obtido a partir da equação (17), dividindo o momento fletor resistente pela respetiva largura de influência da vigota.

$$M_{Rd} = \frac{M_{Rd}^{o}}{L_i} \quad (24)$$

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

2.1.2 Estado Limite Último de Esforço Transverso

A verificação ao Estado Limite Último de Esforço Transverso é realizada de acordo com as especificações dos Eurocódigo 1 e Eurocódigo 2. O valor de cálculo do esforço transverso atuante V_{Ed} deve ser igual ou inferior ao valor de cálculo do esforço transverso resistente V_{Rd}.

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

No caso de elementos sujeitos a flexão composta com compressão ou pré-esforço e sem armadura específica de esforço transverso, o valor de cálculo do esforço transverso resistente é dado apenas pelo termo corretor da teoria de Mörsch V_{cd}, podendo ser multiplicado pelo fator:

$$1 + \frac{M_o}{M_{Ed}} \quad (25)$$

sendo M_{Ed} o valor de cálculo do momento flector actuante e M_o o momento que anularia as tensões de compressão na secção (momento de descompressão). Este termo não deve ser tomado superior a 2.

Sendo prática corrente a utilização do modelo de viga simplesmente apoiada para dimensionamento dos pavimentos aligeirados de vigotas pré-esforçadas, verifica-se que o esforço transverso máximo ocorre nos apoios e nessa mesma secção o momento fletor é nulo. Neste caso, o termo da expressão (25) tende para infinito, ou seja:

o valor de cálculo do esforço transverso resistente é então dado pela equação (26) e limitado pela equação (27).

$$V_{Rd} = \left[1 + \frac{M_o}{M_{Ed}}\right][0.6\tau_1(1.6 - d)b_w d] = 2[0.6\tau_1(1.6 - d)b_w d] \quad (26)$$

$$V_{Rd} \leq \tau_2 b_w d \quad (27)$$

sendo τ_1 e τ_2 tensões resistentes definidas no Eurocódigo 2, d a altura útil da secção transversal e

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

b_w a largura da alma. Considera-se como altura útil a distância desde o topo do pavimento até ao centro geométrico da armadura de pré-esforço inferior (nível 3).

2.2. Estados Limites de Utilização

2.2.1 Estado Limite de Fendilhação

Para a verificação do Estado Limite de Fendilhação, num pavimento aligeirado de vigotas pré-esforçadas, é necessária a determinação do valor característico do momento de fendilhação.

Segundo o Eurocódigo 1 considera-se satisfeita a verificação do Estado Limite de Fendilhação se o valor de cálculo do momento fletor atuante M_{comb} , resultante da combinação rara, frequente, ou quase permanente de ações, for igual ou inferior ao valor característico do momento fletor que dá inicio ao aparecimento de fendilhação no betão M_{fctk}, ou seja:

$$M_{comb} \leq M_{fctk} \quad (28)$$

Não sendo conhecida *à priori* a localização da linha neutra, a determinação do valor característico do momento de fendilhação terá de ser realizada para duas situações distintas:

a) linha neutra localizada dentro da laje de betão complementar (no banzo);

b) linha neutra localizada fora da laje de betão complementar (na alma).

A formulação apresentada para determinação do valor característico do momento de fendilhação é baseada no princípio da sobreposição de efeitos.

Estando a vigota pré-esforçada sujeita a tensões de compressão devido à ação do pré-esforço, colocando-a em geral num estado de flexão composta com compressão, são determinadas as tensões devidas a essa mesma flexão composta. De seguida determinam-se as tensões normais, provocadas pela atuação de um momento externo, devido às ações atuantes no pavimento aligeirado, que provocariam a anulação das tensões normais devidas ao pré-esforço na vigota e lhe introduziriam tensões normais de tração até estas atingirem o valor característico da resistência do betão da vigota à tração.

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

Despreza-se a contribuição do betão nas zonas tracionadas, com exceção do betão da vigota por estar sujeito a pré-esforço. Não é tida em consideração a contribuição da armadura ordinária, caso exista, por estar envolvida em betão que se encontra tracionado.

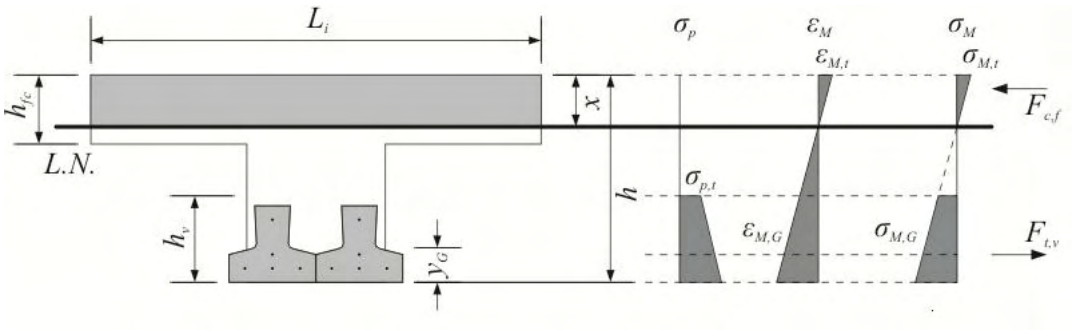


Figura 10 – Diagrama de extensões e tensões para linha neutra localizada dentro da laje de betão complementar

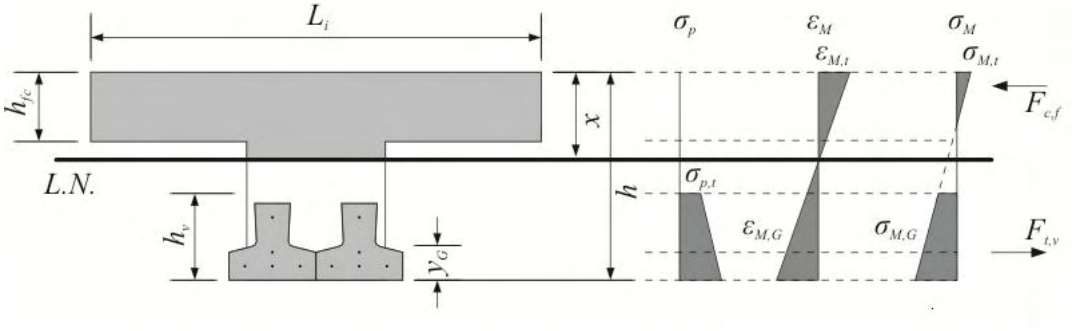


Figura 11 – Diagrama de extensões e tensões para linha neutra localizada fora da laje de betão complementar

A equação de compatibilidade de deformações, quer a linha neutra se localize dentro ou fora da laje de betão complementar, é dada por:

$$\frac{\varepsilon_{M,t}}{x} = \frac{\varepsilon_{M,G}}{(h - x - y_G)} = \frac{\varepsilon_{M,B}}{(h - x)} = \frac{\varepsilon_S}{(h - x)} \qquad (29)$$

sendo: $\varepsilon_{M,t}$ a extensão ao nível do topo do pavimento devido à atuação de um momento externo; $\varepsilon_{M,G}$ a extensão ao nível do centro geométrico da vigota devido à atuação de um momento

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

externo; $\varepsilon_{M,b}$ a extensão ao nível da base do pavimento devido à atuação de um momento externo; $\varepsilon_{M,S}$ a extensão ao nível da armadura ordinária devido à atuação de um momento externo; h a altura total do pavimento; x a posição da linha neutra relativamente ao topo do pavimento; y_G a posição do centro geométrico da vigota (secção homogeneizada) relativamente à base do pavimento.

As tensões correspondentes a cada extensão são dadas por:

$$\sigma_{M,t} = E_{cl}\varepsilon_{M,t} \quad (30)$$

$$\sigma_{M,b} = E_{cv}\varepsilon_{M,b} \quad (31)$$

$$\sigma_{M,G} = E_{cv}\varepsilon_{M,G} \quad (32)$$

sendo: $\sigma_{M,t}$ a tensão ao nível do topo do pavimento devido à atuação de um momento externo; $\sigma_{M,b}$ a tensão ao nível da base do pavimento devido à atuação de um momento externo; $\sigma_{M,G}$ a tensão ao nível do centro geométrico da vigota (secção homogeneizada) devido à atuação de elasticidade longitudinal do betão da laje de betão complementar; E_{cv} o módulo de elasticidade longitudinal do betão da vigota.

Substituindo as equações (30), (31) e (32) na equação (29) obtém-se:

$$\frac{\sigma_{M,t}}{E_{cl}x} = \frac{\sigma_{M,G}}{E_{cv}(h-x-y_G)} = \frac{\sigma_{M,b}}{E_{cv}(h-x)} \quad (33)$$

Da equação de compatibilidade (33) obtém-se:

$$\sigma_{M,G} = \left(\frac{E_{cv}}{E_{cl}}\right)\left(\frac{h-x-y_G}{x}\right)\sigma_{M,t} \quad (34)$$

$$\sigma_{M,b} = \left(\frac{h-x}{h-x-y_G}\right)\sigma_{M,G} \quad (35)$$

$$\sigma_{M,t} = \left(\frac{E_{cl}}{E_{cv}}\right)\left(\frac{x}{h-x-y_G}\right)\sigma_{M,G} \quad (36)$$

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

No caso da linha neutra se localizar dentro da laje de betão complementar, o equilíbrio de forças na secção transversal é dado por:

$$F_{c,f} = F_{t,v} \quad (37)$$

sendo $F_{c,f}$ a resultante das tensões no betão da laje de betão complementar (banzo) e $F_{t,v}$ a resultante das tensões de tração na vigota.

Desenvolvendo a equação de equilíbrio (37), recorrendo à Figura 10, obtém-se:

$$\sigma_{M,t}\frac{x}{2}L_i = \sigma_{M,G}A_v \quad (38)$$

sendo A_v a área da secção transversal homogeneizada da vigota.

Substituindo a equação (34) na equação (38), e com posterior desenvolvimento, obtém-se a seguinte equação de equilíbrio:

$$\left(\frac{L_i}{2}\right)x^2 + \left[A_v\left(\frac{E_{cv}}{E_{cl}}\right)\right]x + \left[A_v(y_G - h)\left(\frac{E_{cv}}{E_{cl}}\right)\right] = 0 \quad (39)$$

A linha neutra pode ser obtida resolvendo a equação quadrática (39), recorrendo à fórmula resolvente. Serão obtidas duas soluções, sendo apenas uma delas válida para o efeito e facilmente identificável porque se encontra dentro do domínio de análise.

No caso da linha neutra se localizar fora da laje de betão complementar, o equilíbrio de forças na secção transversal é dado por:

$$F_{c,f} + F_{c,w} = F_{t,v} \quad (40)$$

sendo $F_{c,f}$ e $F_{c,w}$ as resultantes das tensões de compressão no banzo e alma da laje de betão complementar, respetivamente, e $F_{t,v}$ a resultante das tensões de tração na vigota.

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

Desenvolvendo a equação de equilíbrio (40), recorrendo à Figura 11, obtém-se:

$$\left[\frac{\sigma_{M,t}+\sigma_{M,t}\left(\frac{x-h_{fc}}{x}\right)}{2}\right]h_{fc}L_i+\left[\sigma_{M,t}\left(\frac{x-h_{fc}}{x}\right)\right]\frac{(x-h_{fc})}{2}b_{wc}=\sigma_{M.G}A_v \quad (41)$$

Substituindo a equação (34) na equação (41), e com posterior desenvolvimento, obtém-se a seguinte equação de equilíbrio:

$$\left(\frac{b_{wc}}{2}\right)x^2+\left[A_v\left(\frac{E_{cv}}{E_{cl}}\right)+h_{fc}(L_i-b_{wc})\right]x+\cdots$$

$$\left[A_v(y_G-h)+\left(\frac{E_{cv}}{E_{cl}}\right)+\frac{h_{fc}^2}{S}(b_{wc}-L_i)\right]=0 \quad (42)$$

A linha neutra pode ser obtida resolvendo a equação quadrática (42), recorrendo à fórmula resolvente. Serão obtidas duas soluções, sendo apenas uma delas válida para o efeito e facilmente identificável porque se encontra dentro do domínio de análise.

Conhecida a posição da linha neutra procede-se ao cálculo das forças na armadura de pré-esforço e respetivo esforço axial, momento fletor e tensões normais provocadas por estas mesmas forças na secção de betão da vigota pré-esforçada.

A força de tração para cada varão/cabo de pré-esforço F_{sp} é obtida através de:

$$F_{sp,i}=P_{f,i}A_{sp,i} \quad (43)$$

sendo $P_{f,i}$ a tensão de pré-esforço final na armadura de pré-esforço localizada ao nível i e Asp , i a área da secção transversal da armadura de pré-esforço localizada ao nível i.

O esforço axial na vigota *N*, devido à atuação do pré-esforço, é dado pela soma de todas as forças atuantes de pré-esforço:

$$N=\sum_{i=1}^{3}F_{sp,i} \quad (44)$$

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

Os braços das forças de pré-esforço d_{sp}, relativamente ao centro geométrico da secção homogeneizada em betão da vigota, são dados por:

$$d_{sp,i} = h_{sp,i} - y_G \quad (45)$$

sendo $h_{sp,i}$ a posição da armadura de pré-esforço localizada ao nível i relativamente à base do pavimento e y_G a posição do centro geométrico da secção homogeneizada da vigota em betão relativamente à base do pavimento.

O momento flector na vigota *M*, devido à atuação do pré-esforço, é dado pela soma dos momentos provocados por todas as forças de pré-esforço:

$$M = \sum_{i=1}^{3} F_{sp}\, d_{sp,i} \quad (46)$$

As tensões normais $\sigma_{p,t}$ e $\sigma_{p,b}$ no topo e na base da secção transversal da vigota respetivamente, são dadas por:

$$\sigma_{p,t} = -\frac{N}{A_v} - \frac{M}{I_v}(h_v - y_G) \quad (47)$$

$$\sigma_{p,b} = -\frac{N}{A_v} - \frac{M}{I_v} y_G \quad (48)$$

Para ocorrer fendilhação do betão tem que se verificar a seguinte condição limite:

$$\sigma_{p,b} + \sigma_{M,b} = f_{ctk} \quad (49)$$

Substituindo a equação (39) na equação (54) obtém-se

$$\sigma_{M,b} = \left(f_{ctk} - \sigma_{p,b}\right)\left(\frac{h - x - y_G}{h - x}\right) \quad (50)$$

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

Para determinar o momento externo que conduz ao início de fendilhação, correspondente à largura de influência da vigota, resta calcular as forças de compressão e tração na secção transversal.

No caso da linha neutra se localizar dentro da laje de betão complementar, o momento fletor na secção é dado por:

$$M = F_{c,f} d_{c,f} + F_{t,v} d_{t,v} \quad (51)$$

$$F_{c,f} = \sigma_{M,t} \frac{x}{2} L_i \quad (52)$$

$$F_{t,v} = \sigma_{M,G} A_v \quad (53)$$

$$d_{c,f} = \frac{2}{3} x \quad (54)$$

$$d_{t,v} = h - x - y_G \quad (55)$$

sendo: $F_{c,f}$ a resultante das tensões no banzo da laje de betão complementar; $F_{t,v}$ a resultante das tensões de tração na vigota; $d_{c,f}$ o braço da resultante das tensões de compressão no banzo da laje de betão complementar; e $d_{t,v}$ o braço da resultante das tensões de tração na vigota pré-esforçada. Os braços são definidos relativamente à linha neutra.

No caso da linha neutra se localizar fora da laje de betão complementar, o momento fletor na secção é dado por:

$$M = F_{c,f} d_{c,f} + F_{c,w} d_{c,w} + F_{t,v} d_{t,v} \quad (56)$$

$$F_{c,f} = \left[\frac{\sigma_{M,t} + \sigma_{M,t} \left(\frac{x - h_{fc}}{x} \right)}{2} \right] h_{fc} L_i \quad (57)$$

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

$$F_{c,w} = \left[\sigma_{M,t}\left(\frac{x - h_{fc}}{x}\right)\right]\frac{(x - h_{fc})}{2} b_{wc} \quad (58)$$

$$d_{cf} = x - \frac{h_{fc}(3x - 2h_{fc})}{3(2x - h_{fc})} \quad (59)$$

$$d_{cw} = \frac{2}{3}(x - h_{fc}) \quad (60)$$

$$d_{t,v} = h - x - y_G \quad (61)$$

sendo: $F_{c,f}$ a resultante das tensões no banzo da laje de betão complementar $F_{c,w}$ a resultante das tensões na alma da laje de betão complementar $F_{t,v}$ a resultante das tensões de tração na vigota; $d_{c,f}$ o braço da resultante das tensões de compressão no banzo vigota; $d_{c,f}$ o braço da resultante das tensões de compressão no banzo da laje de betão complementar; $d_{c,w}$ o braço da resultante das tensões de compressão na alma da laje de betão complementar; e o braço da resultante das tensões de tração na vigota pré-esforçada. Os braços são definidos relativamente à linha neutra.

O valor característico do momento de fendilhação, por metro linear, é então calculado a partir da equação (56) ou (61) consoante a localização da linha neutra, sendo dado por:

$$M_{fctk} = \frac{M}{L_i} \quad (68)$$

2.2.2 Estado Limite de Deformação

Considera-se satisfeita a verificação do Estado Limite de Deformação se o valor de cálculo do deslocamento máximo do pavimento δ_{comb}, resultante das combinações rara, frequente ou quase permanente de ações, for inferior ou igual ao valor de cálculo do deslocamento máximo admissível δ_{adm}, ou seja:

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

$$\delta_{comb} \leq \delta_{adm} \quad (69)$$

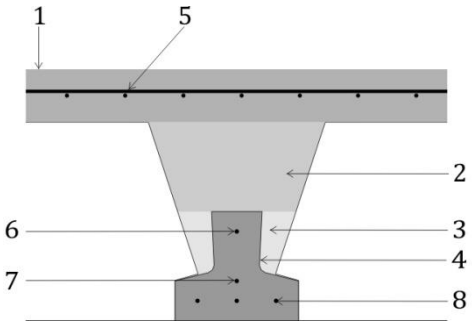
A verificação do Estado Limite de Deformação num pavimento aligeirado de vigotas pré-esforçadas implica a determinação da sua rigidez de flexão. O processo de cálculo desta rigidez obriga à determinação da linha neutra correspondente em fase não fendilhada, ou seja, admite-se um comportamento perfeitamente elástico dos materiais.

A secção transversal do pavimento é constituída, em geral, por dois tipos diferentes de betão (vigota e laje de betão complementar) e por dois tipos de armadura (armadura de pré-esforço e armadura de distribuição). Esta heterogeneidade obriga à homogeneização de todos os materiais constituintes da secção transversal utilizando um deles como referência, designado "material de homogeneização".

Para a determinação da linha neutra é necessário proceder ao cálculo do momento estático da parte da secção transversal sujeita a compressão e a tração. Este processo pode ser realizado de forma analítica direta, definindo a equação de equilíbrio de momentos estáticos, resolvendo-a e determinando a sua solução. Em alternativa, pode-se adotar um processo iterativo, atribuindo valores consecutivos à posição da linha neutra, substituindo este valor na equação de equilíbrio de momentos estáticos e verificando quando esta se anula.

A determinação da equação de equilíbrio de momentos estáticos é efetuada considerando oito zonas distintas da secção transversal:

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt



1 - laje de betão complementar;

2 - alma da laje de betão complementar;

3 - alma da laje de betão complementar lateral à alma da vigota;

4 - vigota;

5 - armadura de distribuição;

6 - armadura de pré-esforço superior;

7 - armadura de pré-esforço intermédia;

8 - armadura de pré-esforço inferior.

Figura 12 – Zonas da secção transversal do pavimento

A equação de equilíbrio de momentos estáticos, relativamente à linha neutra localizada à distância *x* do topo do pavimento, é dada por:

$$\sum_{i=1}^{8}\left[\left(\frac{E_i}{E_h}\right)A_i d_i\right]=0 \qquad (70)$$

sendo: E_i o módulo de elasticidade longitudinal do material da zona i; E_h o módulo de elasticidade longitudinal do material de homogeneização; A_i a área da secção transversal da zona *i*; e d_i o braço do centro geométrico da zona i até à linha neutra.

Desenvolvendo a equação (70) obtém-se:

$$\left(\frac{E_{cl}}{E_h}\right)\left[A_{fc}d_{fc}+A_{wc}d_{wc}+A_{wcv}d_{wcv}\right]+\left(\frac{E_{cv}}{E_h}\right)A_v d_v+\cdots$$

$$\ldots+\left(\frac{E_{sd}}{E_h}\right)A_{sd}d_{sd}+\cdots \qquad (71)$$

$$\ldots+\left(\frac{E_{sp,1}}{E_h}\right)A_{sp,1}d_{sp,1}+\left(\frac{E_{sp,1}}{E_h}\right)A_{sp,2}d_{sp,2}+\left(\frac{E_{sp,3}}{E_h}\right)A_{sp,3}d_{sp,3}=0$$

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

Substituindo a área e braço de cada zona da secção transversal na equação (71) obtém-se:

$$(b_{fc}h_{fc})\left[x-\frac{h_{fc}}{2}\right]+(b_{wc}h_{wc})\left[x-\left(h_{fc}+\frac{h_{wc}}{2}\right)\right]+\cdots$$

$$\ldots+[(b_{wc}-b_{wv})h_{wv}]\left[x-\left(h_{fc}+h_{wc}+\frac{h_{wv}}{2}\right)\right]+\ \ldots$$

$$\ldots+A_v[x-(h-y_G)]+A_{sd}\left[x-\frac{h_{fc}}{2}\right]+\cdots \qquad (72)$$

$$\ldots+A_{sp,1}[x-(h-h_{sp,1})]+A_{sp,2}[x-(h-h_{sp,2})]+A_{sp,3}[x-(h-h_{sp,3})]=0$$

Utilizando um processo iterativo, pode-se determinar a posição da linha neutra, até o cálculo do momento estático correspondente a essa dada equação (72), ser nulo.

A rigidez de flexão *EI* do pavimento é, então, dada pela soma da rigidez de cada zona da secção transversal, ou seja:

$$EI_{0=}(EI)_{fc}+(EI)_{wc}+(EI)_{wcv}+(EI)_{wcv}+(EI)_v+\cdots$$

$$\ldots+(EI)_{sd}+(EI)_{sp,1}+(EI)_{sp,2}+(EI)_{sp,3} \qquad (73)$$

A rigidez de flexão da laje de betão complementar, em relação à linha neutra, é dada por:

$$(EI)_{fc}=E_{cl}\,I_{fc} \qquad (74)$$

$$I_{fc}=\frac{b_{fc}{h_{fc}}^3}{12}+(b_{fc}h_{fc})\left[x-\frac{h_{fc}}{2}\right]^2 \qquad (75)$$

A rigidez de flexão da alma da laje de betão complementar, em relação à linha neutra, é dada por:

$$(EI)_{wc}=E_{cl}\,I_{wc} \qquad (76)$$

$$I_{wc}=\frac{b_{wc}{h_{wc}}^3}{12}+(b_{wc}h_{wc})\left[x-\left(h_{fc}+\frac{h_{wc}}{2}\right)\right]^2 \qquad (77)$$

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

A rigidez de flexão da alma da laje de betão complementar lateral à alma da vigota, em relação à linha neutra, é dada por:

$$(EI)_{wcv} = E_{cl}\, I_{wcv} \quad (78)$$

$$I_{wcv} = \frac{(b_{wc} - b_{wv}){h_{wv}}^3}{12} + [(b_{wc} - b_{wv})h_{wv}]\left[x - \left(h_{fc} + h_{wc} + \frac{h_{wv}}{2}\right)\right]^2 \quad (79)$$

A rigidez de flexão da vigota, em relação à linha neutra, é dada por:

$$(EI)_v = E_{cv}\, I_v \quad (80)$$

$$I_v = I_{G,v} + A_v[x - (h - y_G)]^2 \quad (81)$$

A rigidez de flexão da armadura de distribuição, em relação à linha neutra, é dada por:

$$(EI)_{sd} = E_{sd}\, I_{sd} \quad (82)$$

$$I_{sd} = A_s\left[x - \frac{h_{fc}}{2}\right]^2 \quad (83)$$

A rigidez de flexão da armadura de pré-esforço localizada ao nível i, em relação à linha neutra, é dada por:

$$(EI)_{sp,i} = E_{sp,i}\, I_{sp,i} \quad (84)$$

$$I_{sp,i} = A_{sp,i}\left[x - \left(h - h_{sp,i}\right)\right]^2 \quad (85)$$

A rigidez de flexão do pavimento, por metro linear, é determinada dividindo a rigidez de flexão obtida pela equação (73) pela largura de influência da vigota, sendo dada por:

$$EI = \frac{EI_o}{L_i} \quad (86)$$

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

3. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Os pavimentos aligeirados de vigotas pré-esforçadas são constituídos por vigotas de betão pré-esforçado e blocos de cofragem, com colocação em obra de uma camada de betão armado, usualmente designada por betão complementar. Este betão complementar tem funções resistentes e de solidarização do conjunto vigota e bloco de cofragem.

O funcionamento estrutural deste tipo de pavimento é semelhante ao de uma laje de betão armado, armada numa direção, desde que a aderência entre betão complementar, vigota e bloco de cofragem seja garantida.

Os pavimentos aligeirados de vigotas prefabricadas de betão pré-esforçado e blocos de cofragem recebendo em obra uma camada de betão armado complementar, destinam-se a ser utilizados como sistemas estruturais de pavimento (edifícios de habitação ou com ocupação e utilização semelhantes) e cobertura (não sujeitos a carga de fadiga).

Excluem-se da aplicação utilizações diferentes das anteriormente referidas, pavimentos com vãos superiores a oito metros, bem como a atuação de determinadas ações, tais como ações concentradas, ações dinâmicas e ações de choque e vibração deve ser cuidadosamente avaliada, não sendo aconselhável a utilização deste tipo de solução estrutural em tais situações.

A utilização desta solução estrutural em vãos comuns na ordem dos seis a oito metros, deve ser evitada ou então cuidadosamente avaliada de forma a demonstrar a viabilidade da solução.

3.1. Vigotas

As vigotas prefabricadas, constituintes dos pavimentos PRESDOURO são objeto de marcação CE, de acordo com a norma NP EN 15037-1.

As vigotas pré-esforçadas por pré-tensionamento do aço caracterizam-se por superfícies laterais inclinadas relativamente á parte superior com um ressalto mínimo de 4 mm e um ângulo de pelo menos 6%. A superfície superior é rugosa e os fios de aço da armadura são aderentes.

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

O betão, de comportamento especificado, de massa volúmica normal e consistência terra húmida, é conforme com a NP EN 206-1 e apresenta a seguinte designação: **C30/37**; **XC1**(**Pt**); **Cl 0,20**; **D14**.

Os fios de aço com as designações Y 1860 C 4,0 I e Y 1860 C 5,0 I, certificados pela Associação para a Certificação de Produtos (CERTIF), satisfazem às características mecânicas estabelecidas na Especificação LNEC E 452-2011 – "Fios de aço para pré-esforço. Características e ensaios", a que correspondem os valores apresentados no quadro seguinte:

d (mm)	A (mm2)	R_m (MPa)	F_m (kN)	$F_{m,máx.}$ (kN)	$F_{p0,1}$ (kN)	A_{gt} (%)	E (GPa)
4.0	12.6	1860	23.4	26.9	20.8	3,5	205 ± 10
5.0	19.6		36.35	42.0	32.5		

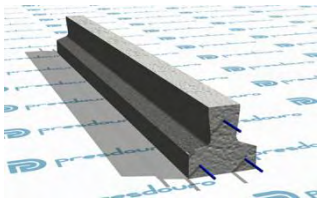
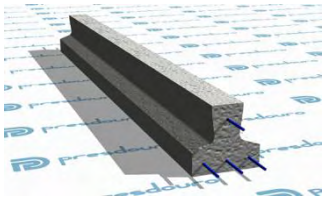
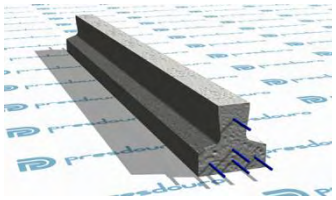
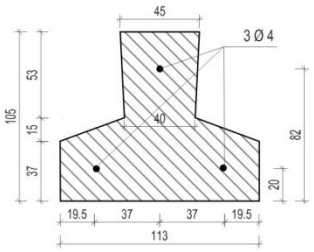
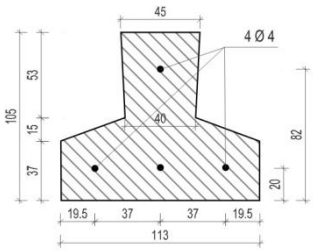
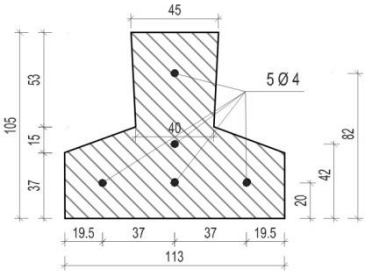
d	diâmetro (valor nominal) da tensão de rotura à tração;
A	área da secção transversal (valor nominal);
R_m	tensão de rotura à tração (valor nominal);
F_m	força de rotura à tração (valor característico mínimo referente ao quantilho de 95%);
$F_{m\,máx}$	força de rotura à tração máxima (valor nominal);
$F_{p0,1}$	força limite convencional a 0,1% (valor característico mínimo referente ao quantilho de 95%) de rotura à tração;
A_{gt}	extensão total na força máxima (valor mínimo)
E	módulo de elasticidade;

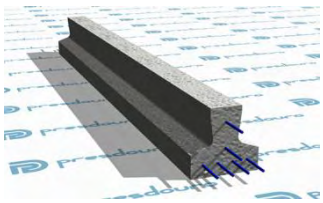
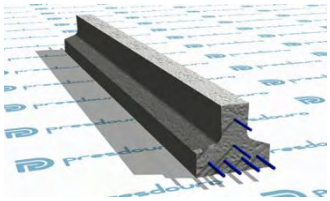
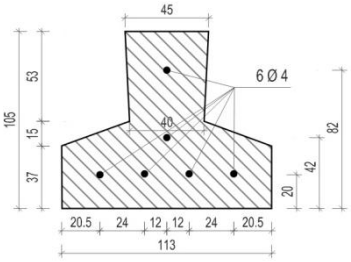
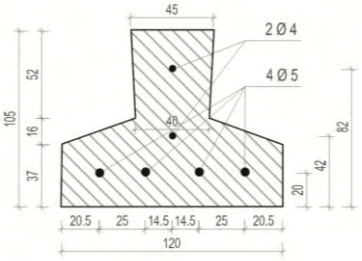
A relaxação dos fios de aço, às 1000 horas, não deverá exceder 2,5%. O valor da força de pré-esforço na origem é de 15.60 *kN*, a que corresponde uma tensão de pré-esforço inicial de 1250 *MPa*.

No quadro seguinte são representados em corte transversal os diferentes tipos de vigotas com indicação dos valores relativos às suas dimensões, à posição dos fios de aço, as massas nominais e elementos de cálculo.

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

CARACTERÍSTICAS DAS VIGOTAS

P1	P2	P3
		
GEOMETRIA TRANSVERSAL	GEOMETRIA TRANSVERSAL	GEOMETRIA TRANSVERSAL
		

P4	P5
	
GEOMETRIA TRANSVERSAL	GEOMETRIA TRANSVERSAL
	

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

ELEMENTOS DE CÁLCULO PRESDOURO

VIGOTA	MASSA kg/m	F_{ckj} (1) MPa	ESFORÇOS			
			ESTADOS LIMITES			
			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
			M_{Rd} kN.m	V_{Rd} kN	M_o kN.m	EI $kN.m^2$
P1	18.6	20	1.83	2.89	0.78	207
P2	18.6	20	2.03	2.89	1.15	208
P3	18.7	20	1.97	2.89	1.30	208
P4	18.8	26	2.09	2.89	1.61	209
P5	19.9	37	2.28	2.89	2.13	216

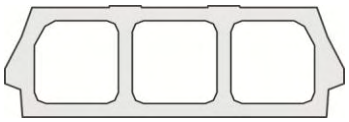
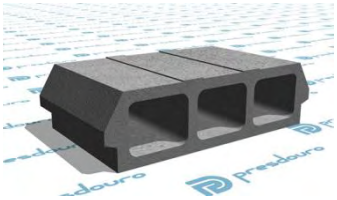
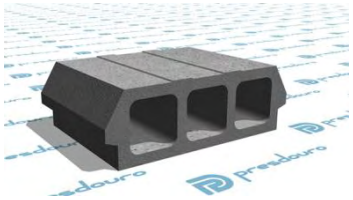
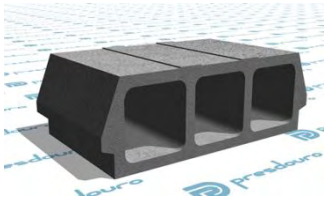
(1)f_{ckj} - valor característico da tensão de rotura à compressão do betão das vigotas quando da transmissão do pré-esforço às vigotas, a verificar em ensaios sobre provetes cúbicos com 15 cm de aresta.

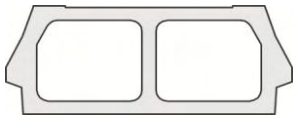
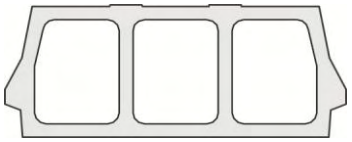
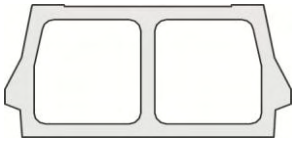
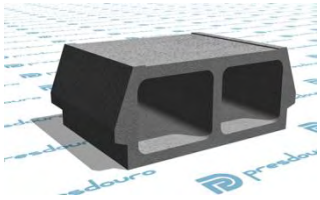
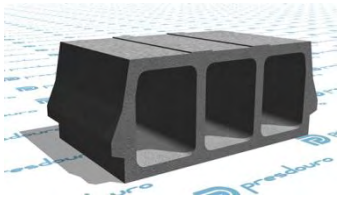
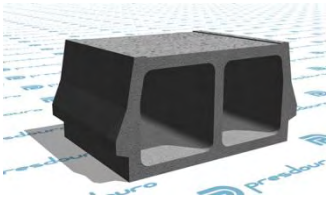
Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

3.2. Blocos de cofragem

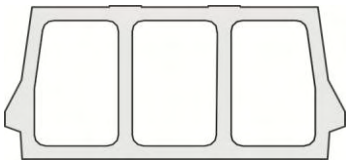
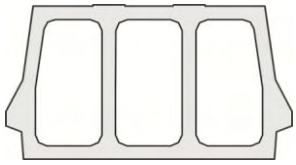
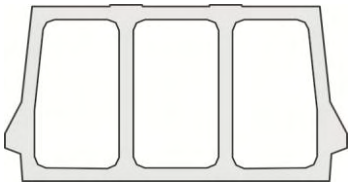
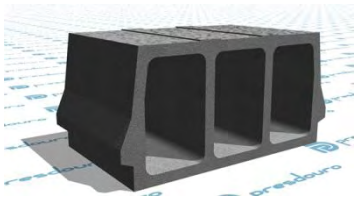
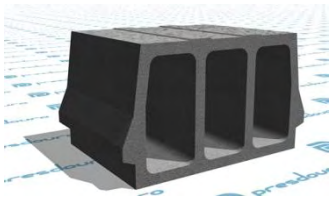
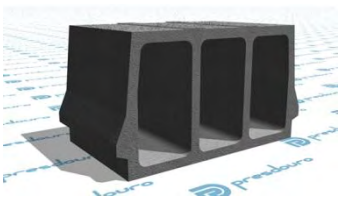
Os blocos de cofragem utilizados são de betão de agregados de argila expandida e são objeto de marcação CE, de acordo com a norma NP EN 15037-2. Todos os blocos são furados e têm formas de extradorso poligonais e ressaltos laterais para apoio nos banzos das vigotas.

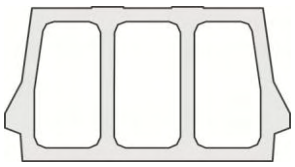
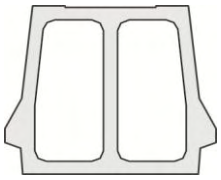
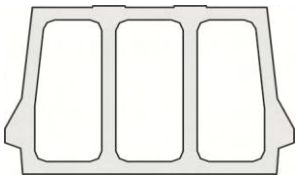
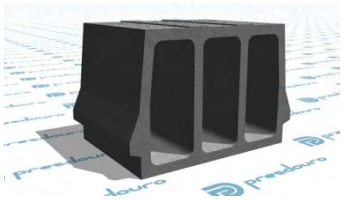
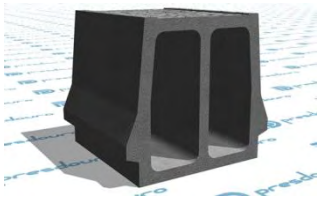
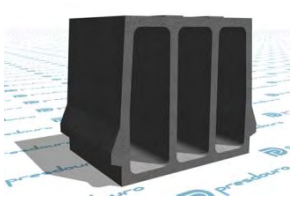
A geometria e as massas nominais dos blocos são apresentadas quadro seguinte.

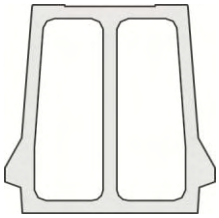
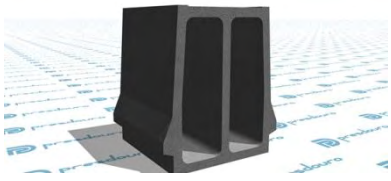
BL 40X12X25	BL 33X12X25	BL 40X15X25
		
massa = 6,5 kg	massa=5,0 kg	massa = 6,5 kg
440(400)x120x250 mm	370(330)x120x250 mm	440(400)x150x250 mm
		

BL 33X15X25	BL 40X18X25	BL 33X18X25
		
massa = 5,0 kg	massa = 7,5 kg	massa = 5,5 kg
370(330)x150x250 mm	440(400)x180x250 mm	370(330)x180x250 mm
		

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

BL 40X21X25	BL 33X21X25	BL 40X24X25
		
massa = 8,5 kg	massa = 6,5 kg	massa = 8,0 kg
440(400)x210x250 mm	370(330)x210x250 mm	440(400)x240x250 mm
		

BL 33X24X25	BL 23X24X25	BL 33X30X25
		
massa = 7,5 kg	massa = 5,5 kg	massa = 8,5 kg
370(330)x240x250 mm	270(230)x240x250 mm	370(330)x300x250 mm
		

BL 23X30X25

massa = 7,5 kg
370(330)x240x250 mm


Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

3.3. Betão complementar

O betão complementar é aplicado no topo do pavimento, formando uma camada contínua de espessura variável, variando entre 30 mm e 70 mm, e incorpora uma armadura de distribuição. Este betão, de comportamento especificado, de massa volúmica normal, é conforme com a NP EN 206-1 e apresenta a seguinte designação: **C25/30**; **XC1(Pt)**; **Cl 0,40**.

A consistência do betão fresco e a dimensão dos agregados deve ser tal que permita o preenchimento total do espaço entre vigota, blocos de cofragem e armadura ordinária de distribuição e da nervura.

3.4. Armadura de distribuição

Os pavimentos devem comportar sempre uma armadura de distribuição constituída por varões dispostos nas duas direções e integrada na camada contínua do betão complementar.
As secções mínimas desta armadura de distribuição, na direção perpendicular à das vigotas e para o caso de emprego de varões de aço A235, A400 ou A500, são as que se indicam nos quadros de Armadura de Distribuição das Tabelas de cálculo deverão ser satisfeitas por varões com espaçamento máximo de 250 mm.

Quanto aos varões a dispor na direção das vigotas, formando malha ortogonal com os varões da direção normal, poderão ter secções inferiores às destes últimos, por metro de largura de pavimento, mas o seu espaçamento não deve exceder 350 mm. São fornecidos os valores da secção de armadura a colocar na camada de betão complementar na direção normal às vigotas, em função da classe do aço utilizado, e para cada tipo de pavimento. Ver Tabelas de Cálculo.
As referidas secções deverão ser satisfeitas mediante a colocação de, no mínimo, quatro varões por metro de largura de pavimento.

3.5. Tabelas de Dimensionamento

Apresentam-se, neste ponto, tabelas de dimensionamento de pavimentos aligeirados de vigotas pré-esforçadas, para diversas combinações de vigota, bloco de cofragem e espessura da

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

laje de betão complementar, bem como as quantidades m^2 de pavimento de vigotas (ml), de blocos de cofragem (un) e de betão (l) para cada tipo de pavimento.

A designação adotada para os pavimentos permite identificar e descrever todos os seus elementos constituintes, incluindo o tipo e número de vigotas, bloco de cofragem, espessura do betão complementar de enchimento e espessura total do pavimento.

Exemplos:

*A designação **P1/P4-BL40X12-15/17** corresponde a um conjunto de pavimentos que utilizam blocos de cofragem **BL40X12**, com uma vigota **P1**, **P2**, **P3** ou **P4,** com espessuras totais de pavimentos entre **150** mm e **170** mm.*

*A designação **2P1/2P4-BL40X12-15/17** engloba um conjunto de pavimentos que utilizam blocos de cofragem **BL40x12,** com duas vigotas **P1**, **P2, P3** ou **P4** dispostas em paralelo**,** com espessuras totais de pavimentos entre **150** mm e **170** mm.*

- 2P2-BL40x12-15 – 2 vigotas P2, Bloco de cofragem BL40x12, espessura total de 150 mm;

- 2P3-BL40x12-16 – 2 vigotas P3, Bloco de cofragem BL40x12, espessura total de 160 mm;

- 2P4-BL40x12-17 – 2 vigotas P4, Bloco de cofragem BL40x12, espessura total de 170 mm;

*A designação **3P5-BL33x30-33/35** corresponde a um conjunto de pavimentos que utilizam blocos de cofragem **BL33x30**, com **três vigotas P5** (3P5) dispostas **em paralelo**, com espessuras totais de pavimentos entre **330 mm e 350 mm**.*

3.5.1 Performance acústica

Nos quadros PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO, apresentam-se igualmente valores relativos á performance acústica e resistência a incêndios de cada tipo de pavimento, abaixo algumas considerações técnicas.

Isolamento sonoro a sons aéreos

O valor de **isolamento sonoro a sons aéreos (R_w)** dos pavimentos acabados, incluindo os revestimentos de piso e de teto, rigidamente ligados à laje, depende da sua massa o que permite

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

que os valores do R_w possam, de um modo aproximado, ser estimados através da lei da massa embora esta lei se aplique a elementos homogéneos, de acordo com o Anexo L da NP EN 15037-1. Como uma alternativa aos resultados de ensaio, o isolamento ao ruido aéreo poderá ser avaliado a partir da massa por unidade de área, como se segue (dB):

$$R_w = 40\log(M_R) - 56 + \frac{3}{8}\left(\frac{M_R}{h_t}\right)$$

Onde:

M_R - é a massa do pavimento, em kg/m2

h_t – é a espessura do pavimento, em cm (sem ter em conta o revestimento de acabamento ou da laje flutuante).

Isolamento acústico ao ruido de impacto

Como alternativa aos resultados de ensaio, o **isolamento acústico ao ruido de impacto** ($L_{n,w}$) poderá ser estimado a partir da massa por unidade de área com se seguem (dB) para pavimentos com blocos de cofragem alveolados em betão:

$$L_{n,w} = 170 - 35\log(M_{ep}),$$

Onde:

$M_{ep} = M_R - M_r$ com M_r=80 (h/H)

h = é a espessura do bloco de cofragem alveolado em cm

H = é a espessura total do pavimento, em cm.

3.5.2 Isolamento Térmico

As propriedades de isolamento térmico de um produto devem ser expressas em termos de um dos seguintes conjuntos de valores:

a) a condutividade térmica do material, juntamente com a geometria do produto;
b) a resistência térmica do produto inteiro.

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

3.5.3 Resistência ao fogo

De acordo com ANEXO K da NP EN 15037-1 o **Grau de resistência ao fogo** de pavimentos compostos para habitações com vigotas comuns, não considera qualquer tipo de revestimento na face inferior do pavimento. São valores deduzidos de resultados de ensaios realizados sobre pavimentos com blocos de cofragem alveolados em betão, acabados sob cargas para edifícios habitacionais.

As partes constituintes dos pavimentos com vigotas e blocos de cofragem deverão ser tais que a resistência ao fogo do pavimento acabado esteja em conformidade com o tempo exigido pela regulamentação em matéria de incendio, tendo em conta a aplicação prevista do pavimento. As partes constituintes dos pavimentos não deverão estar na origem do fogo nem deverão contribuir para a sua propagação – classe de reação ao fogo A1 (não-combustível).

Os pavimentos compostos para habitação, com vigotas comuns, apresentam as seguintes classes de resistência mínima:

REI 30 – pavimentos com um revestimento na face inferior com uma espessura mínima de 15mm de argamassa de cimento e areia ou de cimento, cal e areia.

REI 60 – pavimentos com um revestimento na face inferior com uma espessura mínima de 15mm de argamassa de cimento e agregados leves (vermiculite, perlite e fibras minerais).

A classe de resistência ao fogo do pavimento depende da solução adotada para o revestimento do teto.

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

4. CONDIÇÕES GERAIS DE EXECUÇÃO DOS PAVIMENTOS

Nos casos correntes, a execução dos pavimentos deve satisfazer à norma NP ENV 13670-1 – "Execução de estruturas em betão. Parte 1: Regras gerais", em conformidade com o Decreto-Lei n.º 301/2007, de 23 de agosto, e realizar-se de acordo com:

- Nivelamento dos apoios para o assentamento das vigotas.
- Montagem de escoramento provisório, para apoio intermédio das vigotas. Deve notar-se que este escoramento tem de ser criteriosamente disposto de modo a evitar esforços de flexão capazes de provocar fendilhação das vigotas não só na sua face inferior, nas zonas entre os apoios, como também na face superior, sobre os apoios.
- Montagem das cofragens junto dos apoios dos pavimentos, para moldagem de zonas maciças nas condições recomendadas em 5 alínea c), e ao longo das nervuras transversais que, no referido parágrafo, são preconizadas.
- Colocação das vigotas, dispostas paralelamente entre si, e acerto do seu afastamento por meio de cércea.
- Colocação dos blocos de cofragem entre vigotas, apoiados nos banzos destas, com eliminação das filas de blocos correspondentes às faixas maciças do pavimento.
- Disposição, nas condições recomendadas em 6.3, da armadura de distribuição, na camada de betão complementar, das armaduras das nervuras transversais e das armaduras nos apoios, quando previstas.
- Instalação de passadiços para trânsito de pessoal e de transporte do betão, a fim de evitar a circulação sobre os blocos de cofragem.
- Rega abundante das vigotas e dos blocos de cofragem, precedendo a betonagem, com vista a evitar a dessecação e melhorar a aderência do betão complementar.
- Lançamento, espalhamento, regularização e compactação do betão complementar, tendo o cuidado de assegurar a sua perfeita aderência às faces expostas das vigotas e a manutenção da espessura prevista da camada de betão acima dos blocos de cofragem. Deve notar-se que, por motivo da relativa e natural fragilidade da estrutura, quando em execução, estará restringido o uso de meios potentes de compactação, o que exige especial cuidado na condução da betonagem.

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

- Manutenção da humidade do betão em obra, durante os primeiros dias do endurecimento, por exemplo, por meio de rega ou de recobrimento, conservado humedecido, da superfície betonada. A extensão e duração destes cuidados dependerão das condições de temperatura e humidade ambientais.

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

5. DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS E CONDIÇÕES ESPECIAIS DE EXECUÇÃO DOS PAVIMENTOS

Definem-se seguidamente as principais disposições construtivas a adotar na execução dos vários tipos de pavimentos, nos casos abrangidos pelo campo de aplicação.

a) **Armadura de distribuição**

Nos pavimentos com vão igual ou superior a quatro metros deverão ser dispostas, além da armadura de distribuição, nervuras transversais contínuas de betão armado espaçadas cerca de 2 metros. A largura destas nervuras deverá ser, no mínimo, de 100 mm. A armadura deverá ser constituída, no mínimo, por dois varões colocados imediatamente acima das vigotas. A área da sua secção deverá ser obtida multiplicando metade da área da armadura de distribuição do pavimento, indicada nas Tabelas de Cálculo, pela distância entre nervuras transversais ou, no caso de existir apenas uma nervura, pela distância entre esta e o apoio.

b) **Ações provenientes de paredes divisórias**

Estes pavimentos poderão ser considerados com condições estruturais que permitam ter em conta as ações resultantes de paredes divisórias desde que essas ações sejam consideradas atuando nas suas condições reais, o que implica, na zona das divisórias, um reforço da armadura de distribuição, referida anteriormente. Porém, no caso de as paredes divisórias se encontrarem na direção das vigotas dos pavimentos, deverá o reforço da armadura de distribuição ser complementado com a colocação de vigotas suplementares dispostas a par das previstas para o pavimento.

c) **Apoio das vigotas e solidarização**

As vigotas deverão ter, em geral, a entrega mínima de 100 mm, nos apoios, a menos que razões especiais imponham menor entrega e sem prejuízo da segurança que, neste caso, deverá ser convenientemente comprovada.

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

Os extremos das vigotas, nos apoios dos pavimentos, devem ser solidarizados através de cintas ou de vigas betonadas em conjunto com a camada de betão complementar dos pavimentos.

Os painéis dos pavimentos devem ser limitados lateralmente, segundo a direção longitudinal das vigotas, por cintas ou por vigas também betonadas em conjunto com a camada de betão complementar dos pavimentos.

As cintas devem ter uma largura igual à largura da parede que encimam e uma altura não inferior a 0,20 m, devendo este valor mínimo da altura ser aumentado no caso de paredes muito espessas, com largura superior a 0,50 m. As cintas devem ser armadas longitudinalmente com, pelo menos, 4 varões de 12 mm de diâmetro quando se utilize aço A235, ou 4 varões de 10 mm de diâmetro quando se utilizem aços A400 ou A500, e transversalmente com estribos de 6 mm de diâmetro espaçados no máximo de 0,20 m. Nas regiões do País de maior sismicidade, recomenda-se a redução deste espaçamento máximo dos estribos para 0,10 a 0,15 m, nas zonas das cintas próximas dos montantes, num comprimento de 0,75 a 1,00 m.

Quando se trate de pavimentos com apoios de encastramento ou continuidade, devem prever-se faixas maciças de betão armado para resistência aos momentos negativos. A betonagem destas faixas faz-se nos intervalos entre vigotas deixados livres pela não colocação de fiadas de blocos de cofragem, convindo que, nos sucessivos intervalos, o número de blocos seja alternado para evitar que a ligação da faixa maciça à zona aligeirada do pavimento se faça em alinhamento reto, mais propício ao aparecimento de fendas ao longo dessa ligação.

A largura das faixas maciças assim como a armadura a utilizar para a resistência aos momentos negativos atuantes deverão ser convenientemente dimensionadas.

Quando se trate de pavimentos dimensionados considerando a existência de apoios simples é recomendável que nos apoios exista uma armadura capaz de absorver os esforços de tração na face superior dos pavimentos resultantes da restrição da rotação dos apoios, que sempre se verificam em condições normais de serviço. A referida armadura deverá ser constituída por varões dispostos na direção das vigotas, com comprimento mínimo, a partir da face de apoio, igual a 1/10 de vão livre do pavimento, de secção, por metro de largura, não inferior à da armadura de distribuição recomendada e cujos varões integrados na camada de betão complementar deverão ser convenientemente amarrados nas cintas ou nas vigas em que as vigotas se apoiam.

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

d) **Aberturas**

A execução de aberturas com a interrupção de vigotas é possível desde que se adotem disposições construtivas especiais como, por exemplo, nervuras transversais devidamente dimensionadas onde as vigotas interrompidas possam ser devidamente apoiadas.

A adoção destas disposições deve ser convenientemente justificada. A execução de aberturas conseguidas pela eliminação de um ou mais blocos de cofragem entre duas vigotas contíguas não necessita, em geral, de verificação de segurança complementar, a menos que essas aberturas possam condicionar a capacidade resistente do pavimento.

e) **Ações provenientes de cargas suspensas**

Não possuindo os blocos de cofragem resistência suficiente para suportar eventuais ações resultantes de equipamentos ou de instalações a suspender dos tetos, esta suspensão tem de ser assegurada por peças apropriadas, incluídas no pavimento durante a sua execução.

Para tal, poderão ser usadas pequenas lajetas de betão armado apoiadas em duas vigotas contíguas e substituindo blocos de cofragem, às quais se encontram ligados ganchos de suspensão dos equipamentos a fixar na parte inferior dos pavimentos.

"Check list" de verificação rápida para a execução adequada de lajes de vigotas pré-esforçadas:

1. Apoios, nivelamento dos apoios;
2. Tarugos, com largura superior a 10 cm e pelo menos dois varões colocados sobre as vigotas, o espaçamento entre tarugos não deve ultrapassar os 2 m;
3. Entregas, dispor de entregas suficientes para as vigotas, no mínimo 10 cm, e solidarizadas através de cintas ou de vigas betonadas em conjunto com a camada de betão complementar dos pavimentos;
4. Maciçamento na zona dos apoios, com betão, para resistir aos momentos negativos, de acordo com dimensionamento;
5. Paredes divisórias com peso próprio relativamente elevado, devem ser colocadas duas vigotas encostadas com o intuito de conferir maior resistência sob estas zonas;
6. Armaduras de distribuição, utilizar as seções preconizadas no documento;
7. Cargas suspensas, a sua introdução de tem de ser assegurada por peças apropriadas, incluídas no pavimento durante a execução;
8. Aberturas, com interrupção das vigotas é possível desde que se assegurem disposições especiais, tais como, nervuras transversais onde as vigotas interrompidas possam apoiar;

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

9. Humedecer as vigotas e blocos de cofragem antes da betonagem para não absorverem água de amassadura.

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

6. CÁLCULO DOS PAVIMENTOS

6.1. Introdução

O cálculo dos pavimentos tem por objetivo a determinação dos seguintes valores:

- Pré-esforço instalado nos fios das vigotas ao fim de determinados intervalos de tempo após a sua moldagem;
- Quantidades unitárias dos elementos constituintes dos pavimentos (vigotas, abobadilhas, betão complementar e armadura distribuição);
- Características mecânicas dos pavimentos a utilizar na verificação da segurança em relação aos diferentes estados limites.

Os Valores referidos do pré-esforço são obtidos deduzindo ao valor do pré-esforço na origem os valores das perdas instantâneas e diferidas.

Os valores relativos às quantidades por unidade de superfície de pavimento das vigotas, dos blocos de cofragem e do betão complementar são obtidos a partir das características geométricas das vigotas e dos blocos de cofragem.

Os valores relativos ao peso próprio dos pavimentos foram determinados a partir das referidas quantidades, adotando-se para o betão e para o aço os valores dos pesos volúmicos preconizados no Eurocódigo 1, respetivamente 24 kN/m^3 e 77 kN/m^3, e para os blocos de cofragem os valores dos pesos unitários nominais obtidos por pesagens.

Os valores dos esforços de cálculo, que correspondem ao momento fletor e ao esforço transverso resistentes condicionados pela rotura (M_{Rd} e V_{Rd}, respetivamente), e momento fletor resistente condicionado pela formação de fendas (M_{fctk}), foram determinados de harmonia com as disposições regulamentares. No entanto, no que se refere ao V_{Rd} e ao M_{fctk} foram adotados critérios específicos anteriormente referidos tendo em conta o facto de estes pavimentos serem executados a partir de elementos prefabricados.

6.2. Dados para cálculo

O cálculo dos valores referidos atrás teve por base as características indicadas em 3.1 e 3.2 para as vigotas e para os blocos de cofragem respetivamente.

Relativamente aos restantes materiais empregados nos pavimentos consideraram-se as seguintes características mecânicas:

- Betão da vigotas e betão complementar classes C35/45 e C25/30 respetivamente;

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

- Aço dos fios de pré-esforço tensão de rotura (R_m) 1770 *MPa*;

6.3. Exemplo de cálculo

Como exemplo de verificação da segurança dos pavimentos, resumem-se seguidamente os procedimentos de cálculo baseados nos valores fornecidos e regulamentação aplicável, nomeadamente Eurocódigo 1 e Eurocódigo 2.

Pavimento a verificar: **P3-BL40x18-23**

Vão livre: **5.00** m | Vão teórico: **5.20** m

Dados:

Peso próprio Pavimento: 2.72 kN/m2

Revestimentos de piso e de teto: 1.20 kN/m2

Ação permanente (incluindo peso próprio): $G = 2.72 + 1.20 = 3.92\ kN/m^2$

Ação variável (sobrecarga de utilização): $Q = 2.00\ kN/m^2$

6.3.1 Segurança em relação aos estados limites últimos:

Combinação de ações:

$$1.5(G + Q) = 1.5(3.92 + 2) = 8.88\ kN/m^2$$

Momento fletor atuante:

$$M_{Ed} = \frac{8.88 \times 5.20^2}{8} = 30.014\ kN.m/m$$

Esforço transverso atuante

$$V_{Ed} = \frac{8.88 \times 5.20}{2} = 23.088\ kN/m$$

Comparando M_{Ed} e V_{Ed} obtidos com os valores do quadro M_{Rd} e V_{Rd} do quadro da pagina 79 das Tabelas de Cálculo, verifica-se **não estar satisfeita** a segurança deste pavimento em relação a ambos estados limites de resistência:

$$M_{Ed} < M_{Rd} = 30.014 < 32.6$$

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

$$V_{Ed} < V_{Rd} = 23.088 > 21.7 \text{ xxxxxx}$$

6.3.2 Segurança em relação aos estados limites de utilização:

Estado limite de fendilhação

Ambiente pouco ou moderadamente agressivo, considerando-se a seguinte combinação de ações:

$$G + \psi_1 Q = 3.92 + 0.3 \times 2 = 4.52\ kN/m^2$$

ψ_1 é dado no Eurocódigo 1. Correspondendo o momento fletor atuante M_{Ed} seguinte:

$$M_{Ed} = \frac{4.52 \times 5.20^2}{8} = 15.2776\ kN.m/m$$

comparando com M_{fctk} do quadro da página 79 das Tabelas de Cálculo verifica-se estar satisfeita a segurança deste pavimento em relação ao estado limite de fendilhação

$$M_{Ed} < M_{fctk} = 15.227\ < 18.5$$

Estado limite de deformação

Admitindo que estado limite de deformação se define por flecha 1/400 do vão com máximo de 15 mm

Fator de rigidez:

$$EI = 11912\ kN.m^2/m$$

Flecha instantânea:

$$f = \frac{5 \times 4.52 \times 5.20^4}{384 \times 19270} \times 1000 = 3.61\ mm$$

Fator:

$$1 + \frac{G}{G + \psi_1 Q} \times \varphi = 1 + \frac{3.92}{3.92 + 0.3 \times 2} \times 2 = 2.73$$

Flecha a longo prazo:

$$f = 2.76 \times 4.58 = 12.36\ mm$$

Valor máximo admissível para a flecha:

$$f_{max} = \frac{5200}{400} = 13\ mm$$

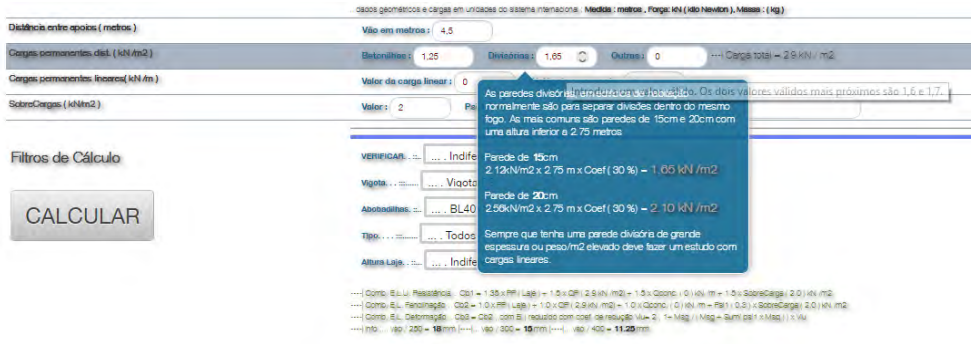
Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

O pavimento escolhido não satisfaz os critérios de segurança definidos, por pequena margem (esforço transverso atuante), processo seria testar o cálculo com outro pavimento, até satisfazer os critérios de segurança.

6.3.3 Ferramenta cálculo automático

O software de cálculo possibilita a escolha de um pavimento, no sentido literal da expressão. Ou seja em vez de um processo de tentativa e erro condiciona-se o cálculo escolhendo os pavimentos que **verificam**, que **não verificam** ou que são **indiferentes** aos **FILTROS DE CÁLCULO:** E. LIMITES ÚLTIMOS, FENDILHAÇÃO e DEFORMAÇÃO**.** A pesquiza do tipo de pavimento pode ainda ser filtrada: pelo número de **Vigotas** (simples, duplas ou triplas), pelo **Tipo de Vigota** (P1, P2, P3, P4, P5), pelo **Tipo de abobadilha,** pela **Espessura do Pavimento Menor ou Igual** (a determinado valor), pela **Espessura do Pavimento Maior ou Igual** (a determinado valor):

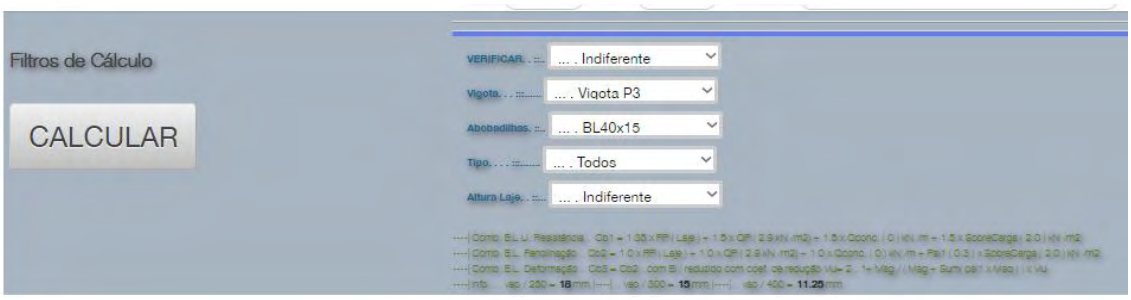
Página inicial do software: http://www.presdouro.pt/lajes/



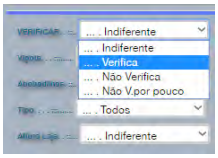
Introdução de dados iniciais, menus com informação contextualizada

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

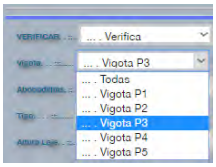
O utilizador escolhe os parâmetros e características do pavimento que pretende, o software faz automaticamente a verificação do cálculo, apresentando uma lista com resultados:



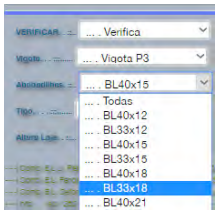
Escolher os filtros e clicar em CALCULAR



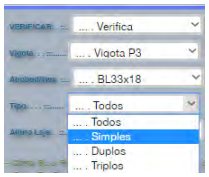
Condicionar parâmetros de cálculo



Escolher tipo de vigota



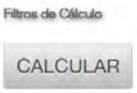
Escolher tipo de abobadilha



Escolher tipo de pavimento

Escolher altura do pavimento

O Pavimento escolhido no exemplo foi:



Vigota tipo

P3|Todos (Simples, Duplo e Triplo)

Abobadilha: **BL 40x18**

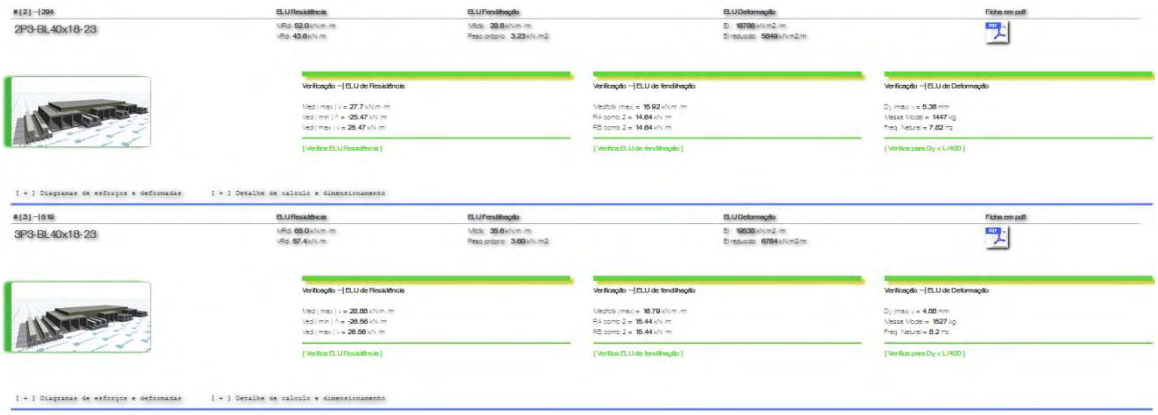
Espessura total: **230 mm**

Verificação dos pavimentos

P3-BL40x18-24 | 2**P3-BL40x18-24**| 3**P3-BL40x18-24**

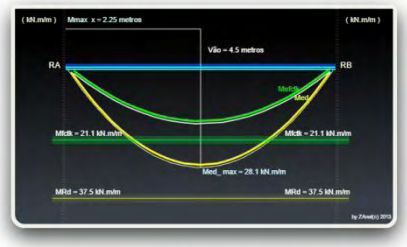
Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

O pavimento P3-BL40x18-23 não verifica (por pouco) EL U Resistência – MRd=30.014 < 32.6; VRd=23.088 > 21.7

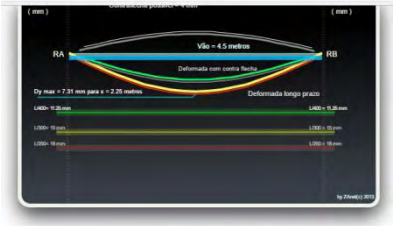


Os pavimentos 2P3-BL40x18-23 e 3P3-BL40x18-23 verificam todos requisitos a verificar.

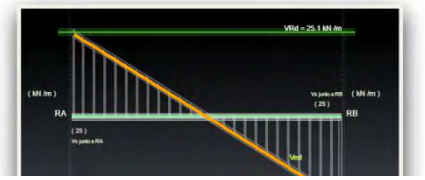
Clicando em *[+] Diagramas de esforços e deformadas* é possível aceder aos diagramas respetivos:

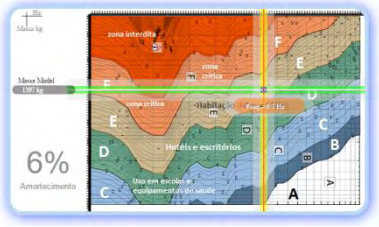


Diagramas de Momentos Mx



Deformadas a curto e longo prazo





Clicando em *[+] Detalhes de cálculo* e dimensionamento de esforços e deformadas é possível aceder a toda a informação em formato texto relativa ao cálculo e dimensionamento do pavimento, e copiar (control + C) para um editor de texto:

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

Dados para a laje : 2P3-BL40x18-23 e para o vão de 4.35 m

Dados gerais :

[- - -] Vão da laje : 4.35 metros
[- - -] Carga permanente : 1.25 kN/m2
[- - -] Divisórias : 1.65 kN/m2
[- - -] Outras cargas : 0 kN/m2
[- - -] Permanente linear : 0 kN/m , Distância do apoio :0 metros
[- - -] Sobrecarga : 2 kN/m2 , Psi 1 : valor 0.3

Dados mecânicos :
pavimento Presdouro ...2P3-BL40x18-23

MRd: 52.0 kN.m /m , VRd: 43.6 kN /m
Mfctk : 28.8 kN.m /m , Peso próprio : 3.23 kN /m2
EI : 16786 kN.m2 /m, EI reduzido : 5849 kN.m2/m

----| Comb. E.L.U. Resistência ...
. . .Cb1 = 1.35 x PP (Laje) + 1.5 x QP (2.9 kN /m2) + 1.5 x Qconc. (0) kN /m + 1.5 x SobreCarga (2.0) kN /m2

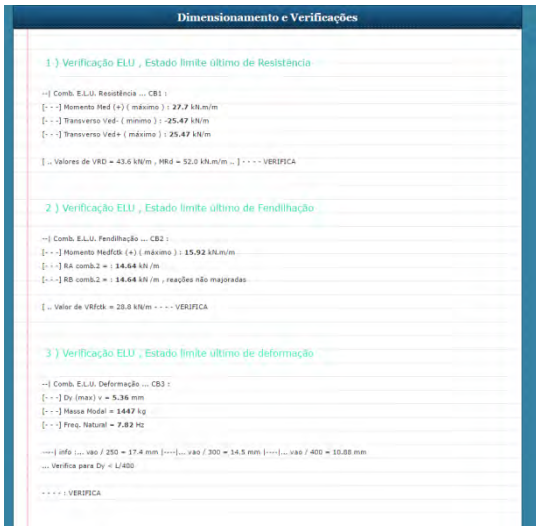
----| Comb. E.L. Fendilhação ...
. . .Cb2 = 1.0 x PP (Laje) + 1.0 x QP (2.9 kN /m2) + 1.0 x Qconc. (0) kN /m + Psi1 (0.3) x SobreCarga (2.0) kN /m2

Para o cálculo do valor do EI reduzido usou-se a Combinação:
----| Comb. E.L. Deformação ...
. . .Cb3 = Cb2 ,,com EI (reduzido com coef. de redução Viu= 2 , 1+ Msg / (Msg + Sum(psi1 x Msq)) x Viu

----| info :... vao / 250 = 17.4 mm |----|... vao / 300 = 14.5 mm |----|... vao / 400 = 10.88 mm

observações : As combinações apresentadas estão de acordo com o EC1, e EC2 bem como o RSA e REBAP

(pode usar o selector do rato e fazer copiar com o botão direito) e usar um processador de texto para editar.



Dimensionamento e Verificações

1) Verificação ELU , Estado limite último de Resistência

--| Comb. E.L.U. Resistência ... CB1 :
[- - -] Momento Med (+) (máximo) : 27.7 kN.m/m
[- - -] Transverso Ved- (mínimo) : -25.47 kN/m
[- - -] Transverso Ved+ (máximo) : 25.47 kN/m

[.. Valores de VRD = 43.6 kN/m , MRd = 52.0 kN.m/m ..] - - - - VERIFICA

2) Verificação ELU , Estado limite último de Fendilhação

--| Comb. E.L.U. Fendilhação ... CB2 :
[- - -] Momento Medfctk (+) (máximo) : 15.92 kN.m/m
[- - -] RA comb.2 = : 14.64 kN /m
[- - -] RB comb.2 = : 14.64 kN /m , reações não majoradas

[.. Valor de VRfctk = 28.8 kN/m - - - - VERIFICA

3) Verificação ELU , Estado limite último de deformação

--| Comb. E.L.U. Deformação ... CB3 :
[- - -] Dy (max) v = 5.36 mm
[- - -] Massa Modal = 1447 kg
[- - -] Freq. Natural = 7.82 Hz

----| info :... vao / 250 = 17.4 mm |----|... vao / 300 = 14.5 mm |----|... vao / 400 = 10.88 mm
... Verifica para Dy < L/400

- - - - : VERIFICA

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

7.0. TABELAS DE CÁLCULO

7.1. Elementos de Cálculo dos pavimentos

Notas e enquadramento normativo dos valores de cálculo dos pavimentos constantes das tabelas seguintes:

([1]) **M_{Rd}** *kNm/m e* **V_{Rd}** *kN/m*

Valores determinados de acordo com:
NP EN 1991 Eurocódigo 1: Acções em estruturas
NP EN 1992 Eurocódigo 1: Projecto de estruturas de betão

([2]) **R_w** ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO, *dB*

Valores determinados de acordo com ANEXO L da NP EN 15037-1, considerando uma massa adicional ao pavimento de 60 kg/m2 (betonilhas e argamassas) correspondente a um acréscimo na espessura total (H) do pavimento de 5 cm. Como alternativa aos resultados de ensaio, o isolamento acústico ao ruído aéreo poderá ser avaliado a partir da massa por unidade de área (em dB): $R_w = 40\log(M_R) - 56 + \frac{3}{8}\left(\frac{M_R}{h_t}\right)$, onde M_R é a massa do pavimento, em Kg/m2; h_t é a espessura do pavimento, em cm (sem ter em conta o revestimento de acabamento ou da laje flutuante).

([3]) **$L_{n,w}$** ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO, *dB*

Como alternativa aos resultados de ensaio, o isolamento acústico ao ruído de impacto poderá ser avaliado a partir da massa por unidade de área (em dB): $\mathrm{L_{n,w}} = 170 - 35\log(\mathrm{M_{ep}})$, onde $\mathrm{M_R}$ é a massa do pavimento, em Kg/m2; $\mathrm{M_{ep}}$ é a massa equivalente do pavimento, em Kg/m2; $\mathrm{M_{ep}} = \mathrm{M_R} - \mathrm{M_r}$ com $\mathrm{M_r} = 80(\frac{\mathrm{h}}{\mathrm{H}})$ para os blocos de cofragem em betão; h é a espessura do bloco de cofragem alveolado, em cm; H é a espessura total do pavimento, em cm;

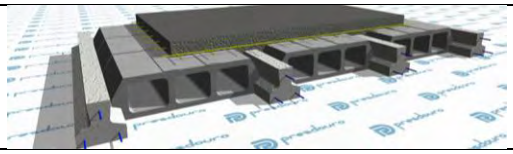
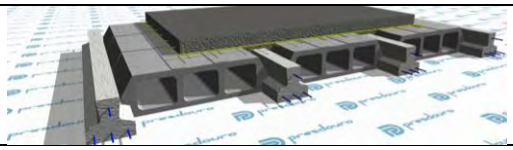
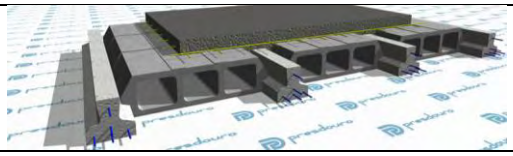
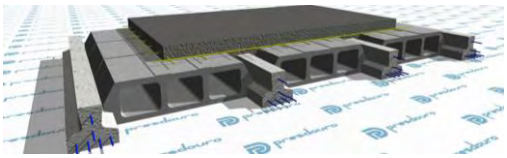
(4) GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO

Graus de resistência ao fogo de pavimentos compostos para habitações com vigotas comuns, de acordo com ANEXO K da NP EN 15037-1, não considerando qualquer tipo de revestimento na face inferior do pavimento.

(5) CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO

Norma europeia de classificação EN 13501-1, realização de ensaios segundo normas EN ISO 1182 e EN ISO 1716.

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P1 - BL40X12-15/17								
	150	30	P1	1.80	11.0	13.4	5.8	3356
	160	40	P1	2.04	12.1	14.4	6.4	4099
	170	50	P1	2.28	13.1	15.5	7.1	4904
P2 - BL40X12-15/17								
	150	30	P2	1.80	15.2	13.4	8.2	3383
	160	40	P2	2.04	16.6	14.4	9.1	4132
	170	50	P2	2.28	18.0	15.5	10.1	4943
P3 - BL40X12-15/17								
	150	30	P3	1.81	18.5	13.4	9.2	3398
	160	40	P3	2.05	20.3	14.4	10.3	4151
	170	50	P3	2.29	22.1	15.5	11.3	4966
P4 - BL40X12-15/17								
	150	30	P4	1.81	22.6	13.4	11.2	3424
	160	40	P4	2.05	24.7	14.4	12.5	4183
	170	50	P4	2.29	26.8	15.5	13.8	5005

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

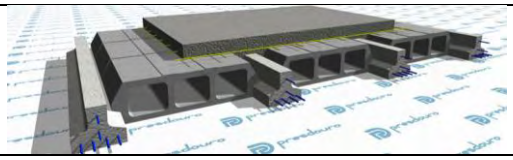
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
150	1,95	7,81	38,9
160			48,9
170			58,9

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	104	61	49
P2	138	81	65
P3	173	102	81
P4	207	122	98

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
150	P1, P2, P3, P4	40	87	30	A1
160	P1, P2, P3, P4	42	85	30	A1
170	P1, P2, P3, P4	43	84	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P5 - BL40X12-15/17								
	150	30	P5	1.85	30.7	14.6	14.7	3603
	160	40	P5	2.09	33.6	15.7	16.3	4408
	170	50	P5	2.33	36.4	16.8	18.0	5276

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

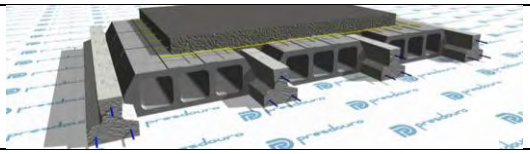
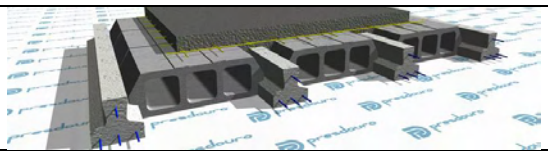
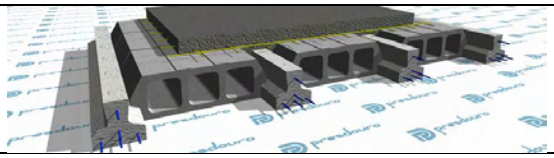
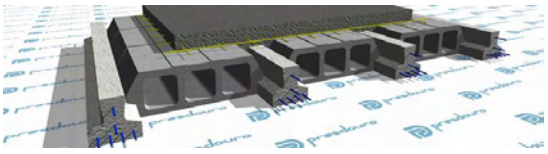
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M^2		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
150	1,92	7,69	39.8
160			49.8
170			59.8

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	281	165	132

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
150	P5	40	87	30	A1
160	P5	42	85	30	A1
170	P5	44	84	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P1 - BL33X12-15/17								
	150	30	P1	1.83	12.7	15.5	6.6	3696
	160	40	P1	2.07	13.9	16.7	7.3	4524
	170	50	P1	2.31	15.1	17.9	8.1	5420
P2 - BL33X12-15/17								
	150	30	P2	1.84	17.5	15.5	9.3	3725
	160	40	P2	2.08	19.1	16.7	10.4	4560
	170	50	P2	2.32	20.8	17.9	11.5	5462
P3 – BL33X12-15/17								
	150	30	P3	1.85	21.3	15.5	10.5	3740
	160	40	P3	2.09	23.3	16.7	11.7	4580
	170	50	P3	2.33	25.3	17.9	12.9	5487
P4 – BL33X12-15/17								
	150	30	P4	1.85	25.8	15.5	12.7	3769
	160	40	P4	2.09	28.2	16.7	14.2	4615
	170	50	P4	2.33	30.7	17.9	15.7	5529

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

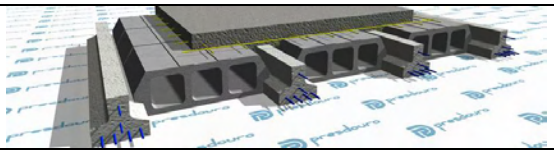
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
150	2.26	9.05	40.2
160			50.2
170			60.2

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	120	71	56
P2	160	94	75
P3	200	118	94
P4	240	141	113

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
150	P1, P2, P3, P4	40	87	30	A1
160	P1, P2, P3, P4	42	85	30	A1
170	P1, P2, P3, P4	43, 44, 44, 44	84	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P5 - BL33X12-15/17								
	150	30	P5	1.89	34.6	16.8	16.6	3953
	160	40	P5	2.13	38.2	18.1	18.5	4847
	170	50	P5	2.37	41.5	19.4	20.4	5811

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

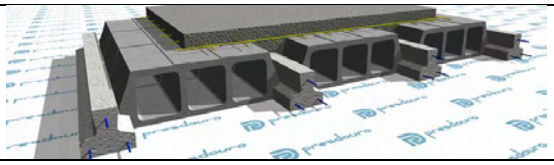
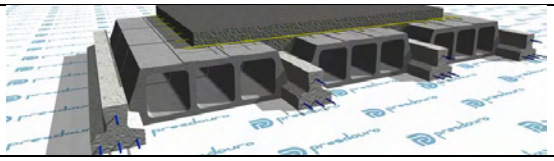
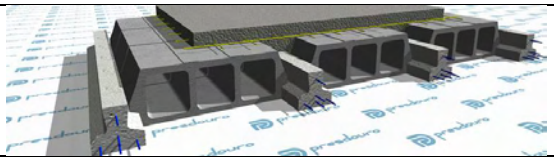
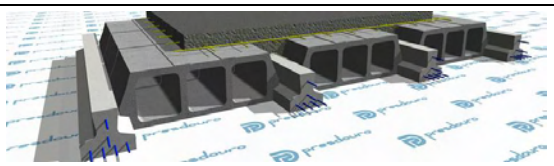
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
150	2.22	8.89	41,2
160			51,2
170			61,2

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	325	191	153

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
150	P5	44	86	30	A1
160	P5	42	85	30	A1
170	P5	41	83	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P1 – BL40X15-18/20								
	180	30	P1	1.97	14.2	16.5	7.9	5603
	190	40	P1	2.21	15.2	17.5	8.6	6703
	200	50	P1	2.45	16.3	18.6	9.3	7852
P2 – BL40X15-18/20								
	180	30	P2	1.97	19.4	16.5	11.2	5644
	190	40	P2	2.21	20.8	17.5	12.2	6752
	200	50	P2	2.45	22.2	18.6	13.2	7909
P3 – BL40X15-18/20								
	180	30	P3	1.98	23.8	16.5	12.6	5669
	190	40	P3	2.22	25.6	17.5	13.7	6783
	200	50	P3	2.46	27.3	18.6	14.8	7947
P4 – BL40X15-18/20								
	180	30	P4	1.98	28.9	16.5	15.3	5710
	190	40	P4	2.22	31.0	17.5	15.6	6832
	200	50	P4	2.46	33.1	18.6	18.0	8003

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

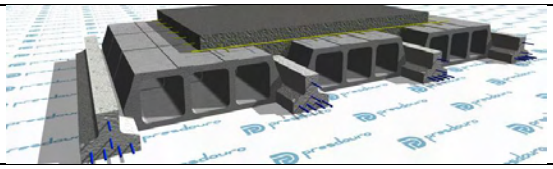
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
180	1,95	7.81	45.8
190			55.8
200			65.8

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	104	61	49
P2	138	81	65
P3	173	102	81
P4	207	122	98

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
180	P1, P2, P3, P4	41	86	30	A1
190	P1, P2, P3, P4	43	84	30	A1
200	P1, P2, P3, P4	44	83	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P5 - BL40X15-18/20								
	180	30	P5	2.02	39.3	17.9	19.9	6000
	190	40	P5	2.26	42.1	19.1	21.7	7186
	200	50	P5	2.50	45.0	20.2	23.4	8423

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

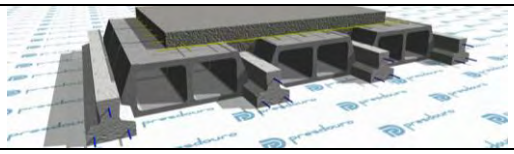
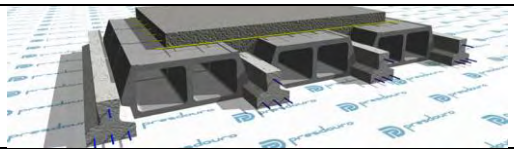
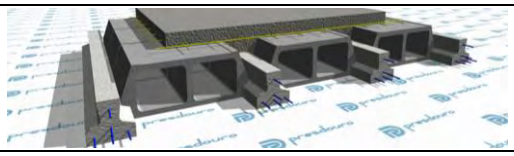
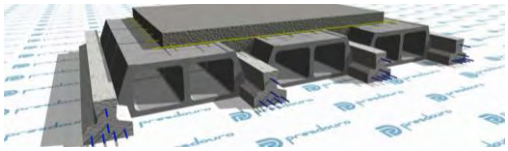
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
180	1.92	7.69	47.0
190			57.0
200			67.0

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	281	165	132

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
180	P5	42	86	30	A1
190	P5	43	84	30	A1
200	P5	45	83	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P1 – BL33X15-18/20								
	180	30	P1	2.03	16.3	19.1	9.0	6165
	190	40	P1	2.27	17.5	20.3	9.8	7387
	200	50	P1	2.51	18.8	21.5	10.6	8668
P2 – BL33X15-18/20								
	180	30	P2	2.04	22.4	19.1	12.7	6209
	190	40	P2	2.28	24.0	20.3	13.9	7441
	200	50	P2	2.52	25.6	21.5	15.0	8730
P3 – BL33X15-18/20								
	180	30	P3	2.04	27.4	19.1	14.3	6235
	190	40	P3	2.28	29.4	20.3	15.6	7474
	200	50	P3	2.52	31.4	21.5	16.9	8769
P4 – BL33X15-18/20								
	180	30	P4	2.05	33.1	19.1	17.4	6280
	190	40	P4	2.29	35.6	20.3	19.0	7527
	200	50	P4	2.53	38.0	21.5	20.5	8831

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

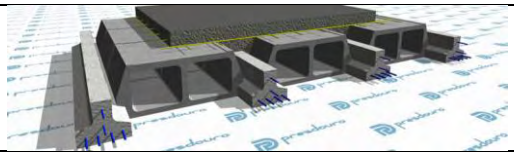
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
180	2.26	9.05	48.4
190			58.4
200			68.4

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	120	71	56
P2	160	94	75
P3	200	118	94
P4	240	141	113

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
180	P1, P2, P3, P4	42	85	30	A1
190	P1, P2, P3, P4	43	84	30	A1
200	P1, P2, P3, P4	45	83	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P5 – BL33X15-18/20								
	180	30	P5	2.09	44.8	20.7	22.6	6580
	190	40	P5	2.33	48.1	22.0	24.7	7894
	200	50	P5	2.57	51.4	23.3	26.7	9267

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

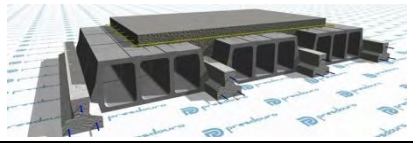
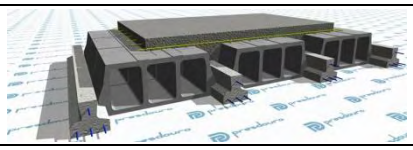
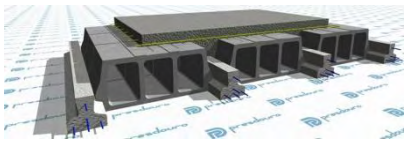
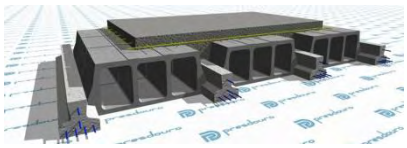
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
180	2.22	8.89	49.5
190			59.5
200			69.5

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	325	191	153

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
180	P5	42	85	30	A1
190	P5	44	84	30	A1
200	P5	45	83	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P1 – BL40X18-21/23								
	210	30	P1	2.23	17.3	19.6	10.1	8631
	220	40	P1	2.47	18.4	20.6	10.9	10190
	230	50	P1	2.71	19.4	21.7	11.6	11781
P2 – BL40X18-21/23								
	210	30	P2	2.23	23.7	19.6	14.3	8688
	220	40	P2	2.47	25.1	20.6	15.4	10257
	230	50	P2	2.71	26.5	21.7	16.4	11858
P3 – BL40X18-21/23								
	210	30	P3	2.24	29.1	19.6	16.1	8726
	220	40	P3	2.48	30.8	20.6	17.3	10303
	230	50	P3	2.72	32.6	21.7	18.5	11912
P4 – BL40X18-21/23								
	210	30	P4	2.24	35.2	19.6	19.6	8783
	220	40	P4	2.48	37.3	20.6	21.0	10370
	230	50	P4	2.72	39.4	21.7	22.4	11989

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

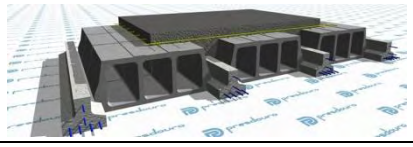
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
210	1.95	7.81	53.4
220			63.4
230			73.4

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	104	61	49
P2	138	81	65
P3	173	102	81
P4	207	122	98

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
210	P1, P2, P3, P4	43	84	30	A1
220	P1, P2, P3, P4	44	83	30	A1
230	P1, P2, P3, P4	46	82	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P5 – BL40X18-21/23								
	210	30	P5	2.29	47.9	21.3	25.5	9215
	220	40	P5	2.53	50.7	22.4	27.4	10887
	230	50	P5	2.77	53.5	23.5	29.2	12592

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

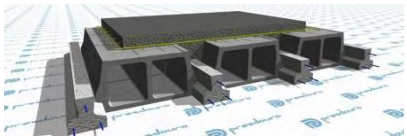
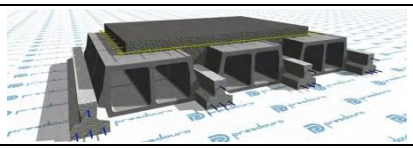
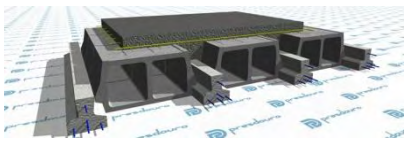
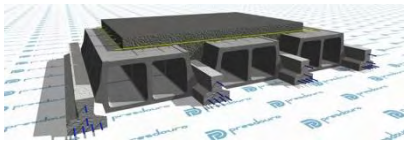
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
210	1.92	7,69	54.8
220			64.8
230			74.8

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	281	165	132

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
210	P5	43	84	30	A1
220	P5	45	83	30	A1
230	P5	46	82	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P1 – BL33X18-21/23								
	210	30	P1	2.29	20.0	22.7	11.5	9492
	220	40	P1	2.53	21.2	23.9	12.4	11215
	230	50	P1	2.77	22.4	25.1	13.2	12983
P2 – BL33X18-21/23								
	210	30	P2	2.29	27.3	22.7	16.3	9554
	220	40	P2	2.53	28.9	23.9	17.6	11288
	230	50	P2	2.77	30.5	25.1	18.7	13067
P3 – BL33X18-21/23								
	210	30	P3	2.30	33.4	22.7	18.4	9595
	220	40	P3	2.54	35.5	23.9	19.8	11337
	230	50	P3	2.78	37.5	25.1	21.1	13125
P4 – BL33X18-21/23								
	210	30	P4	2.30	40.5	22.7	22.3	9657
	220	40	P4	2.54	42.9	23.9	24.0	11410
	230	50	P4	2.78	45.3	25.1	25.6	13208

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

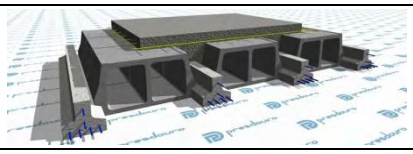
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M^2		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
210	2.26	9.05	57.2
220			67.2
230			77.2

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	120	71	56
P2	160	94	75
P3	200	118	94
P4	240	141	113

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
210	P1, P2, P3, P4	43	84	30	A1
220	P1, P2, P3, P4	45	83	30	A1
230	P1, P2, P3, P4	46	82	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P5 – BL33X18-21/23								
	210	30	P5	2.35	54.8	24.6	29.0	10105
	220	40	P5	2.59	58.0	25.9	31.2	11947
	230	50	P5	2.83	61.3	27.2	33.3	13835

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

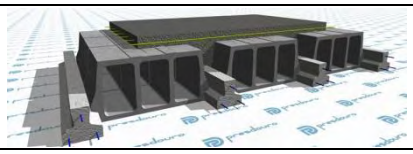
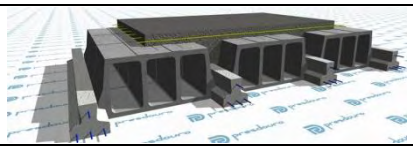
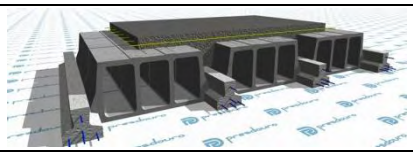
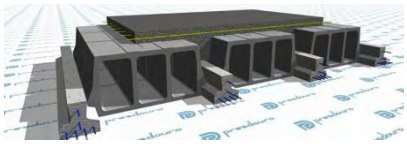
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
210	2.22	8.89	58.6
220			68.6
230			78.6

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	325	191	153

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
210	P5	44	84	30	A1
220	P5	45	82	30	A1
230	P5	46	81	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P1 – BL40X21-24/26								
	240	30	P1	2.48	20.5	22.7	12.4	12543
	250	40	P1	2.72	21.5	23.7	13.2	14665
	260	50	P1	2.96	22.6	24.7	13.9	16797
P2 – BL40X21-24/26								
	240	30	P2	2.48	27.9	22.7	17.6	12619
	250	40	P2	2.72	29.3	23.7	18.7	14753
	260	50	P2	2.96	30.7	24.7	19.7	16897
P3 – BL40X21-24/26								
	240	30	P3	2.49	34.3	22.7	19.8	12672
	250	40	P3	2.73	36.1	23.7	21.0	14817
	260	50	P3	2.97	37.8	24.7	22.2	16970
P4 – BL40X21-24/26								
	240	30	P4	2.49	41.5	22.7	24.0	12748
	250	40	P4	2.73	43.6	23.7	25.5	14904
	260	50	P4	2.97	45.7	24.7	27.0	17069

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

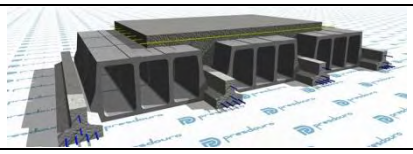
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M^2		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
240	1.95	7.81	61.0
250			71.0
260			81.0

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	104	61	49
P2	138	81	65
P3	173	102	81
P4	207	122	98

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
240	P1, P2, P3, P4	44	83	30	A1
250	P1, P2, P3, P4	46	82	30	A1
260	P1, P2, P3, P4	47	81	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P5 – BL40X21-24/26								
	240	30	P5	2.55	56.5	24.7	31.2	13356
	250	40	P5	2.79	59.2	25.8	33.2	15619
	260	50	P5	3.03	62.0	26.9	35.1	17893

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

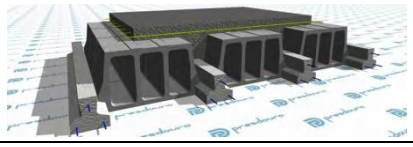
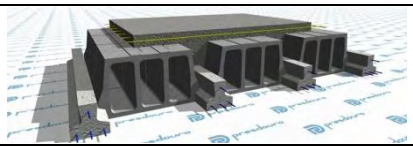
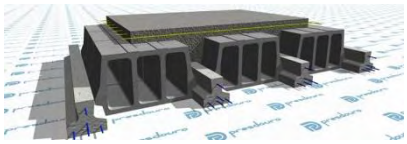
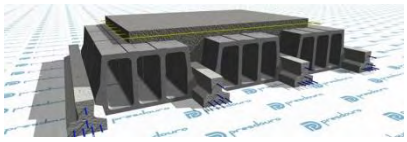
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
240	1.92	7.69	62.7
250			72.7
260			82.7

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	281	165	132

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
240	P5	45	83	30	A1
250	P5	46	81	30	A1
260	P5	47	80	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P1 – BL33X21-24/26								
	240	30	P1	2.59	23.6	26.3	14.2	13789
	250	40	P1	2.83	24.9	27.5	15.1	16123
	260	50	P1	3.07	26.1	28.7	16.0	18484
P2 – BL33X21-24/26								
	240	30	P2	2.59	32.1	26.3	20.0	13872
	250	40	P2	2.83	33.8	27.5	21.4	16219
	260	50	P2	3.07	35.4	28.7	22.6	18592
P3 – BL33X21-24/26								
	240	30	P3	2.60	39.5	26.3	22.6	13929
	250	40	P3	2.84	41.6	27.5	24.1	16287
	260	50	P3	3.08	43.6	28.7	25.4	18671
P4 – BL33X21-24/26								
	240	30	P4	2.60	47.8	26.3	27.4	14011
	250	40	P4	2.84	50.2	27.5	29.2	16382
	260	50	P4	3.08	52.6	28.7	30.9	18780

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

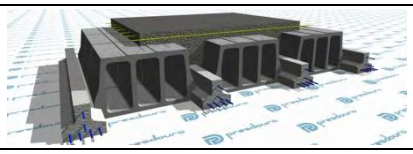
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
240	2.26	9.05	65.9
250			75.9
260			85.9

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	120	71	56
P2	160	94	75
P3	200	118	94
P4	240	141	113

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
240	P1, P2, P3, P4	45	82	30	A1
250	P1, P2, P3, P4	46	81	30	A1
260	P1, P2, P3, P4	47	80	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P5 – BL33X21-24/26								
	240	30	P5	2.66	64.7	28.5	35.5	14650
	250	40	P5	2.90	67.9	29.8	37.9	17129
	260	50	P5	3.14	71.1	31.1	40.0	19638

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

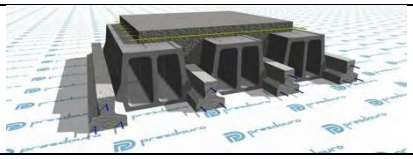
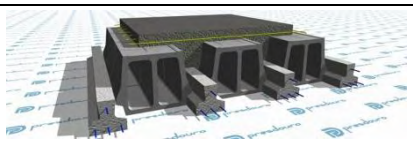
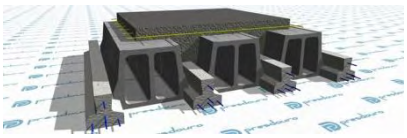
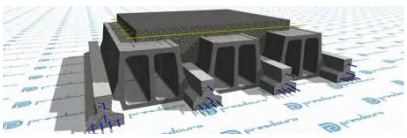
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
240	2.22	8.89	67.7
250			77.7
260			87.7

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	325	191	153

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
240	P5	45	82	30	A1
250	P5	47	81	30	A1
260	P5	48	80	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P1 – BL23X21-24/26								
	240	30	P1	2.96	30.3	34.0	17.8	16265
	250	40	P1	3.2	31.9	35.5	19.0	18970
	260	50	P1	3.44	33.5	37.0	20.1	21746
P2 – BL23X21-24/26								
	240	30	P2	2.97	41.2	34.0	25.2	16361
	250	40	P2	3.21	43.3	35.5	26.9	19082
	260	50	P2	3.45	45.4	37.0	28.5	21873
P3 – BL23X21-24/26								
	240	30	P3	2.98	50.6	34.0	28.3	16426
	250	40	P3	3.22	53.1	35.5	30.3	19159
	260	50	P3	3.46	55.8	37.0	32.1	21962
P4 – BL23X21-24/26								
	240	30	P4	2.98	61.0	34.0	34.4	16522
	250	40	P4	3.22	64.0	35.5	36.8	19270
	260	50	P4	3.46	67.1	37.0	39.0	22088

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

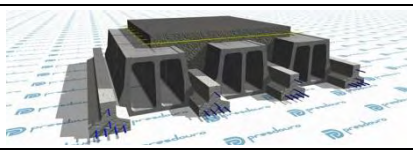
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
240	2.92	11.70	76.6
250			86.6
260			96.6

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	155	91	73
P2	207	122	97
P3	259	152	122
P4	311	182	146

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
240	P1, P2, P3, P4	47	81	30	A1
250	P1, P2, P3, P4	48	80	30	A1
260	P1, P2, P3, P4	49	79	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P5 – BL23X21-24/26								
	240	30	P5	3.04	80.7	36.7	44.4	17198
	250	40	P5	3.28	85.7	38.3	47.4	20055
	260	50	P5	3.52	89.8	40.0	50.3	22987

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

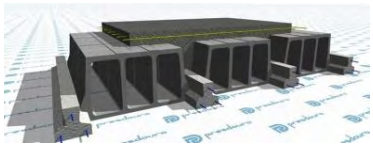
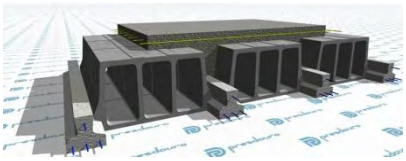
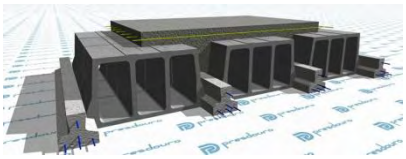
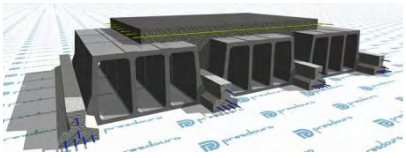
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
240	2.86	11.43	78.4
250			88.4
260			98.4

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	417	245	196

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
240	P5	47	80	30	A1
250	P5	48	79	30	A1
260	P5	49	78	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P1 – BL40X24-27/30								
	270	30	P1	2.62	23.7	25.8	14.8	17443
	280	40	P1	2.86	24.7	26.8	15.6	20236
	290	50	P1	3.10	25.8	27.8	16.3	23010
	300	60	P1	3.34	26.8	28.9	17.1	25821
P2 – BL40X24-27/30								
	270	30	P2	2.63	32.1	25.8	20.9	17540
	280	40	P2	2.87	33.5	26.8	22.0	20347
	290	50	P2	3.11	34.9	27.8	23.1	23136
	300	60	P2	3.35	36.3	28.9	24.2	25960
P3 – BL40X24-27/30								
	270	30	P3	2.63	39.6	25.8	23.5	17610
	280	40	P3	2.87	41.3	26.8	24.8	20430
	290	50	P3	3.11	43.1	27.8	26.0	23230
	300	60	P3	3.35	44.8	28.9	27.2	26066
P4 – BL40X24-27/30								
	270	30	P4	2.64	47.8	25.8	28.6	17706
	280	40	P4	2.88	49.9	26.8	30.1	20540
	290	50	P4	3.12	52.0	27.8	31.6	23355
	300	60	P4	3.36	54.1	28.9	33.0	26204

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

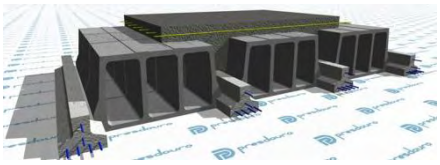
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M^2		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
270	1.95	7.81	68.5
280			78.5
290			88.5
300			98.5

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	104	61	49
P2	138	81	65
P3	173	102	81
P4	207	122	98

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
240	P1,P2,P3,P4	45	82	30	A1
250	P1,P2,P3,P4	46	81	30	A1
260	P1,P2,P3,P4	47, 48, 48, 48	80	30	A1
260	P1,P2,P3,P4	49	79	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P5 – BL40X24-27/30								
	270	30	P5	2.70	65.1	28.0	37.1	18527
	280	40	P5	2.94	67.7	29.2	39.2	21491
	290	50	P5	3.18	70.6	30.3	41.1	24438
	300	60	P5	3.42	73.4	31.4	42.9	27424

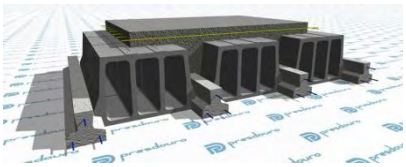
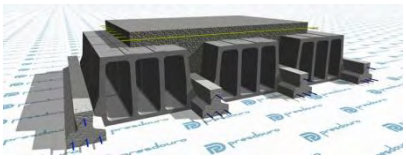
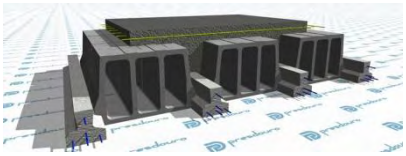
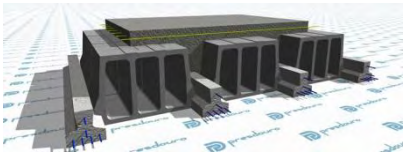
ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²			VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*		A235	A400	A500
270	1.92	7.69	70.5	P5	281	165	132
280			80.5				
290			90.5				
300			100.5				

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
240	P5	45	82	30	A1
250	P5	47	81	30	A1
260	P5	48	80	30	A1
260	P5	49	79	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P1 – BL33X24-27/30								
	270	30	P1	2.89	27.3	29.9	16.9	19180
	280	40	P1	3.13	28.5	31.1	17.8	22235
	290	50	P1	3.37	29.8	32.2	18.7	25296
	300	60	P1	3.61	31.0	33.4	19.6	28412
P2 – BL33X24-27/30								
	270	30	P2	2.89	37.0	29.9	23.9	19286
	280	40	P2	3.13	38.6	31.1	25.2	22357
	290	50	P2	3.37	40.3	32.2	26.5	25433
	300	60	P2	3.61	41.9	33.4	27.7	28563
P3 – BL33X24-27/30								
	270	30	P3	2.90	45.6	29.9	26.9	19362
	280	40	P3	3.14	47.6	31.1	28.4	22446
	290	50	P3	3.38	49.7	32.2	29.8	25535
	300	60	P3	3.62	51.7	33.4	31.2	28678
P4 – BL33X24-27/30								
	270	30	P4	2.90	55.1	29.9	32.6	19467
	280	40	P4	3.14	57.5	31.1	34.5	25567
	290	50	P4	3.38	59.9	32.2	36.2	25671
	300	60	P4	3.62	62.3	33.4	37.9	28828

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

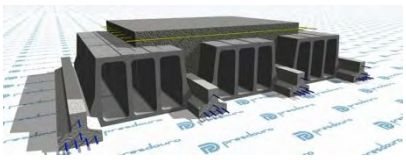
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
270	2.26	9.05	74.6
280			84.6
290			94.6
300			104.6

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	120	71	56
P2	160	94	75
P3	200	118	94
P4	240	141	113

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
270	P1,P2,P3,P4	46, 46, 47, 47	81	30	A1
280	P1,P2,P3,P4	48	80	30	A1
290	P1,P2,P3,P4	49	79	30	A1
300	P1,P2,P3,P4	50	78	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P5 – BL33X24-27/30								
	270	30	P5	2.97	74.6	32.4	42.3	20333
	280	40	P5	3.21	77.8	33.7	44.7	23563
	290	50	P5	3.45	81.0	35.0	46.9	26802
	300	60	P5	3.69	84.3	36.3	49.1	30099

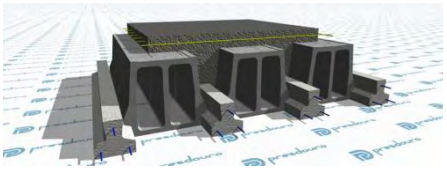
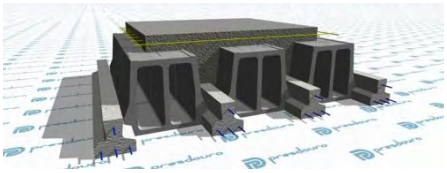
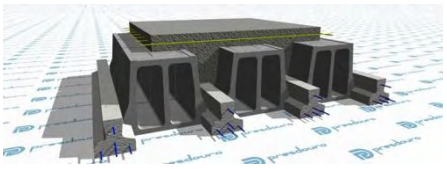
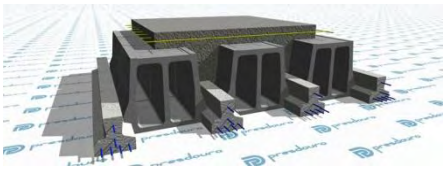
ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M^2			VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*		A235	A400	A500
270	2.22	8.89	76.8	P5	325	191	153
280			86.8				
290			96.8				
300			106.8				

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
270	P5	47	81	30	A1
280	P5	48	80	30	A1
290	P5	49	79	30	A1
300	P5	50	78	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
					ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P1 – BL23X24-27/30								
	270	30	P1	3.29	35.1	38.6	21.2	22668
	280	40	P1	3.53	36.7	40.1	22.5	26174
	290	50	P1	3.77	38.2	41.7	23.7	29743
	300	60	P1	4.01	39.8	43.2	24.8	33414
P2 – BL23X24-27/30								
	270	30	P2	3.30	47.5	38.6	30.0	22792
	280	40	P2	3.54	49.6	40.1	31.8	26315
	290	50	P2	3.78	51.7	41.7	33.5	29902
	300	60	P2	4.02	53.8	43.2	35.1	33590
P3 – BL23X24-27/30								
	270	30	P3	3.31	58.5	38.6	33.8	22880
	280	40	P3	3.55	61.0	40.1	35.8	26418
	290	50	P3	3.79	63.6	41.7	37.7	30019
	300	60	P3	4.03	66.2	43.2	39.6	33721
P4 – BL23X24-27/30								
	270	30	P4	3.31	70.5	38.6	41.0	23003
	280	40	P4	3.55	73.5	40.1	43.5	26558
	290	50	P4	3.79	76.6	41.7	45.8	30176
	300	60	P4	4.03	79.7	43.2	48.0	33895

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

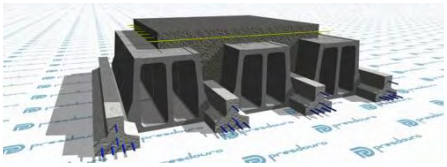
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
270	2.92	11.7	88.0
280			98.0
290			108.0
300			118.0

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	155	91	73
P2	207	122	97
P3	259	152	122
P4	311	182	146

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
270	P1,P2,P3,P4	48, 48, 49, 49	79	30	A1
280	P1,P2,P3,P4	49, 50, 50, 50	78	30	A1
290	P1,P2,P3,P4	50, 50, 51, 51	78, 78, 77, 77	30	A1
300	P1,P2,P3,P4	51, 51, 52, 52	77	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P5 – BL23X24-27/30								
	270	30	P5	3.38	93.8	41.7	52.8	23920
	280	40	P5	3.62	98.5	43.3	56.1	27606
	290	50	P5	3.86	102.6	45.0	59.0	31361
	300	60	P5	4.10	106.8	46.6	61.9	35223

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

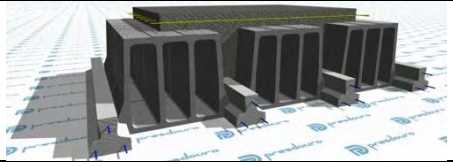
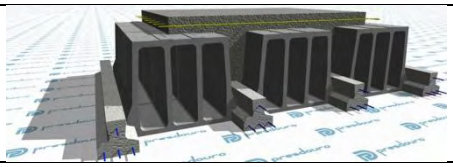
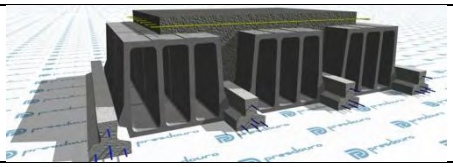
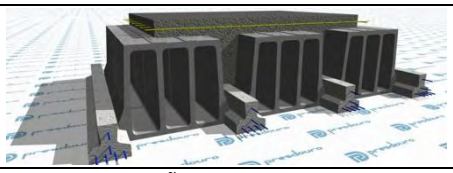
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
270	2.86	11.43	90.1
280			100.1
290			110.1
300			120.1

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	417	245	196

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
270	P5	49	79	30	A1
280	P5	50	78	30	A1
290	P5	51	77	30	A1
300	P5	52	76	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P1 – BL33X30-33/35								
	330	30	P1	3.39	34.7	37.0	22.4	33700
	340	40	P1	3.63	35.9	38.2	23.4	38541
	350	50	P1	3.87	37.1	39.4	24.3	43334
P2 – BL33X30-33/35								
	330	30	P2	3.39	46.8	37.0	31.6	33859
	340	40	P2	3.63	48.4	38.2	33.1	38720
	350	50	P2	3.87	50.0	39.4	34.4	43533
P3 – BL33X30-33/35								
	330	30	P3	3.40	57.9	37.0	35.6	33981
	340	40	P3	3.64	59.8	38.2	37.3	38860
	350	50	P3	3.88	61.9	39.4	38.8	43690
P4 – BL33X30-33/35								
	330	30	P4	3.40	69.8	37.0	43.2	34139
	340	40	P4	3.64	72.1	38.2	45.3	39038
	350	50	P4	3.88	74.5	39.4	47.1	43888

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

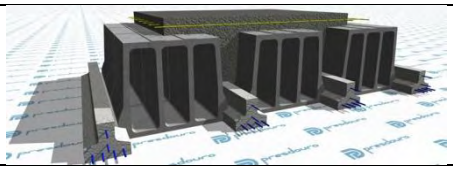
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M^2		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
330	2.26	9.05	92.1
340			102.1
350			112.1

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	120	71	56
P2	160	94	75
P3	200	118	94
P4	240	141	113

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
330	P1,P2,P3,P4	49	79	30	A1
340	P1,P2,P3,P4	50	78	30	A1
350	P1,P2,P3,P4	51	77	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P5 – BL33X30-33/35								
	330	30	P5	3.48	94.5	40.2	55.9	35594
	340	40	P5	3.72	97.5	41.5	58.6	40669
	350	50	P5	3.96	100.7	42.8	60.9	45703

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

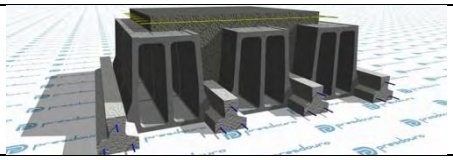
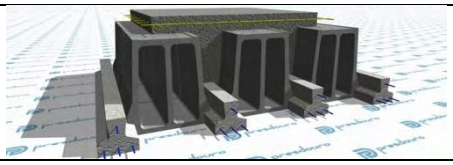
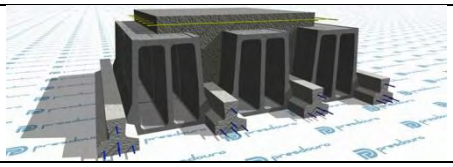
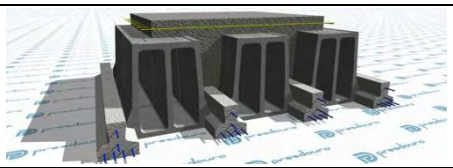
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
330	2.22	8.89	94.9
340			104.9
350			114.9

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	325	191	153

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
330	P5	49	79	30	A1
340	P5	50	78	30	A1
350	P5	51	77	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P1 – BL23x30-33/35								
	330	30	P1	3.94	44.6	47.8	28.2	39949
	340	40	P1	4.18	46.1	49.4	29.6	45421
	350	50	P1	4.42	47.7	50.9	30.8	50932
P2 – BL23x30-33/35								
	330	30	P2	3.95	60.1	47.8	39.9	12619
	340	40	P2	4.19	62.2	49.4	41.9	14753
	350	50	P2	4.43	64.3	50.9	43.6	16897
P3 – BL23x30-33/35								
	330	30	P3	3.96	74.3	47.8	45.0	12672
	340	40	P3	4.20	76.8	49.4	47.2	14817
	350	50	P3	4.44	79.4	50.9	49.2	16970
P4 – BL23x30-33/35								
	330	30	P4	3.97	89.4	47.8	54.5	12748
	340	40	P4	4.21	92.4	49.4	57.2	14904
	350	50	P4	4.45	95.5	50.9	59.7	17069

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

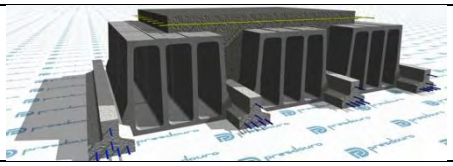
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
330	2.92	11.7	110.2
340			120.2
350			130.2

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	155	91	73
P2	207	122	97
P3	259	152	122
P4	311	182	146

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
330	P1, P2, P3, P4	51	77	30	A1
340	P1, P2, P3, P4	52	76	30	A1
350	P1, P2, P3, P4	53	75	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
P5 – BL23x30-33/35								
	330	30	P5	4.06	119.4	51.6	70.2	42071
	340	40	P5	4.30	124.0	53.3	73.6	47771
	350	50	P5	4.54	128.0	55.0	76.8	53521

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

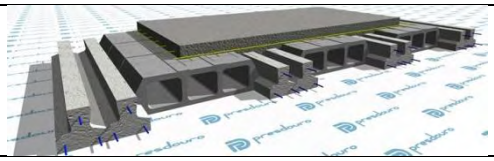
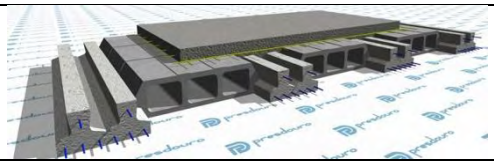
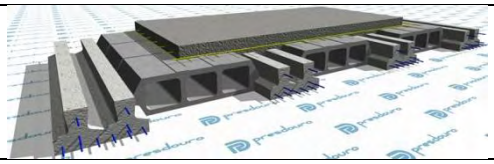
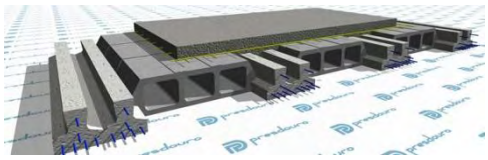
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
330	2.86	11.43	113.4
340			123.4
350			133.4

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	417	245	196

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
330	P5	52	77	30	A1
340	P5	52	76	30	A1
350	P5	53	75	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P1 – BL40x12-15/17								
	150	30	P1	2.13	17.6	27.0	8.9	4664
	160	40	P1	2.37	19.3	29.0	9.9	5752
	170	50	P1	2.61	21.0	31.1	11.0	6932
2P2 – BL40x12-15/17								
	150	30	P2	2.14	24.1	27.0	12.5	4698
	160	40	P2	2.38	26.4	29.0	14.0	5794
	170	50	P2	2.62	28.7	31.1	15.5	6982
2P3 – BL40x12-15/17								
	150	30	P3	2.15	29.0	27.0	14.1	4713
	160	40	P3	2.39	31.9	29.0	15.8	5815
	170	50	P3	2.63	34.8	31.1	17.5	7009
2P4 – BL40x12-15/17								
	150	30	P4	2.15	34.5	27.0	17.1	4746
	160	40	P4	2.39	38.3	29.0	19.2	5856
	170	50	P4	2.63	41.8	31.1	21.2	7058

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

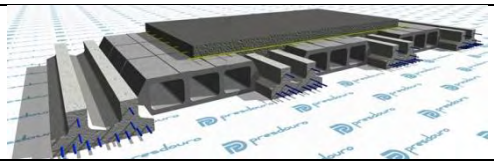
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M^2		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
150	3.19	6.39	46.7
160			56.7
170			66.7

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	170	100	80
P2	226	133	106
P3	283	166	133
P4	339	199	159

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
150	P1, P2, P3, P4	42, 42, 43, 43	85	30	A1
160	P1, P2, P3, P4	44	84, 83, 83, 83	30	A1
170	P1, P2, P3, P4	45	82	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P5 – BL40x12-15/17								
	150	30	P5	2.21	43.8	28.4	22.3	4945
	160	40	P5	2.45	49.7	30.6	24.9	6104
	170	50	P5	2.69	54.7	32.8	27.5	7359

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

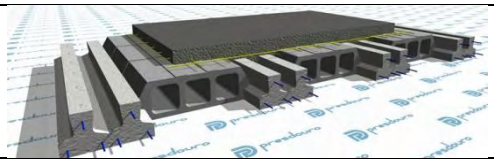
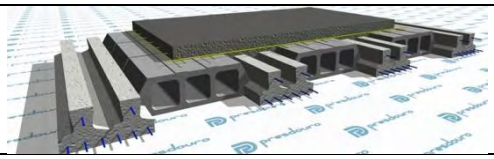
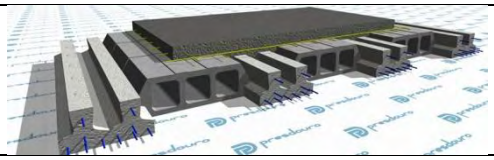
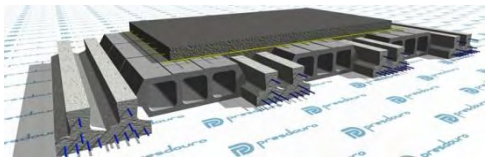
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
150	3.13	6.25	48.1
160			58.1
170			68.1

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	456	268	214

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
150	P5	43	84	30	A1
160	P5	44	83	30	A1
170	P5	46	82	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P1 – BL33x12-15/17								
	150	30	P1	2.20	19.6	30.4	9.8	5008
	160	40	P1	2.44	21.6	32.7	11.0	6179
	170	50	P1	2.68	23.5	35.0	12.1	7452
2P2 – BL33x12-15/17								
	150	30	P2	2.21	26.8	30.4	13.9	5044
	160	40	P2	2.45	29.4	32.7	15.5	6223
	170	50	P2	2.69	32.0	35.0	17.2	7505
2P3 – BL33x12-15/17								
	150	30	P3	2.22	32.0	30.4	15.6	5059
	160	40	P3	2.46	35.4	32.7	17.5	6244
	170	50	P3	2.70	38.7	35.0	19.3	7533
2P4 – BL33x12-15/17								
	150	30	P4	2.23	37.6	30.4	18.9	5095
	160	40	P4	2.47	42.1	32.7	21.2	6288
	170	50	P4	2.71	46.1	35.0	23.5	7584

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

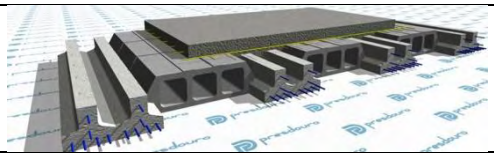
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
150	3.60	7.19	48.8
160			58.8
170			68.8

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	191	112	90
P2	255	150	120
P3	318	287	150
P4	382	224	180

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
150	P1, P2, P3, P4	43	84	30	A1
160	P1, P2, P3, P4	44	83	30	A1
170	P1, P2, P3, P4	46	82	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P5 – BL33x12-15/17								
	150	30	P5	2.29	46.8	31.9	24.5	5295
	160	40	P5	2.53	53.9	34.3	27.4	6537
	170	50	P5	2.77	59.7	36.8	30.4	7888

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

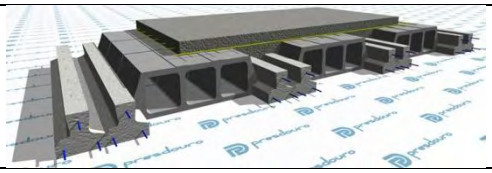
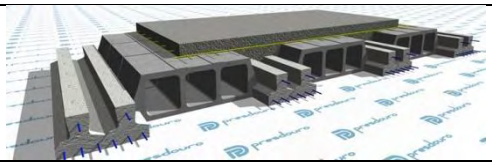
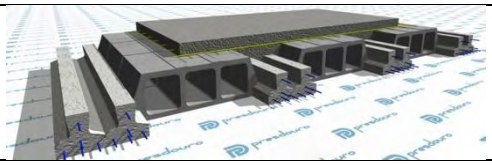
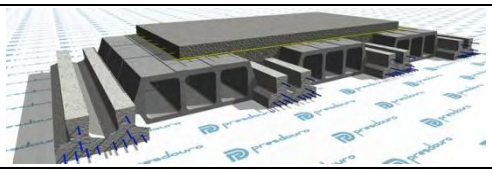
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
150	3.51	7,02	50.2
160			60.2
170			70.2

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	512	301	241

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
150	P5	43	84	30	A1
160	P5	45	83	30	A1
170	P5	46	82	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P1 – BL40x15-18/20								
	180	30	P1	2.40	22.7	33.2	12.1	7817
	190	40	P1	2.64	24.5	35.3	13.3	9418
	200	50	P1	2.88	23.2	37.3	14.4	11109
2P2 – BL40x15-18/20								
	180	30	P2	2.40	31.0	33.2	17.1	7868
	190	40	P2	2.64	33.3	35.3	18.8	9480
	200	50	P2	2.88	35.6	37.3	20.4	11181
2P3 – BL40x15-18/20								
	180	30	P3	2.41	37.7	33.2	19.3	7897
	190	40	P3	2.65	40.5	35.3	21.2	9516
	200	50	P3	2.89	43.4	37.3	23.0	11226
2P4 – BL40x15-18/20								
	180	30	P4	2.42	45.3	33.2	23.4	7948
	190	40	P4	2.66	48.8	35.3	25.7	9578
	200	50	P4	2.90	52.2	37.3	27.9	11298

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

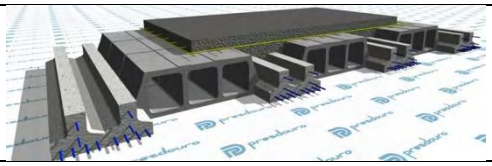
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
180	3.19	6.39	57.8
190			67.8
200			77.8

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	170	100	80 - AR30
P2	226	133	106 - AR30
P3	283	166	133 - AR30
P4	339	199	159 - AR30

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
180	P1, P2, P3, P4	44	83	30	A1
190	P1, P2, P3, P4	45	82	30	A1
200	P1, P2, P3, P4	47	81	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P5 – BL40x15-18/20								
	180	30	P5	2.49	57.7	35.0	30.3	8275
	190	40	P5	2.73	64.1	37.1	33.3	9972
	200	50	P5	2.97	69.2	39.3	36.1	11765

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

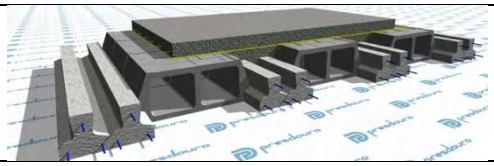
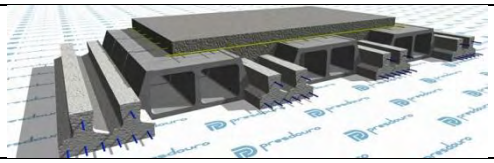
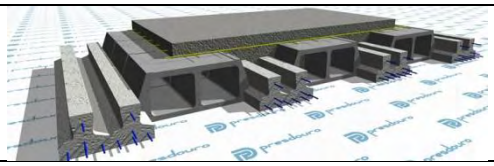
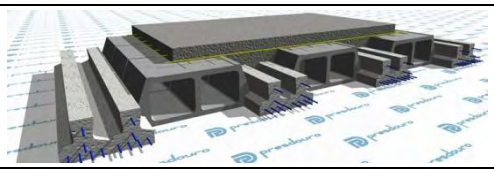
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
180	3.13	6.25	59.6
190			69.6
200			79.6

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	456	268	214

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
180	P5	45	83	30	A1
190	P5	46	82	30	A1
200	P5	47	81	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P1 – BL33x15-18/20								
	180	30	P1	2.50	25.4	37.4	13.4	8403
	190	40	P1	2.74	27.4	39.7	14.7	10117
	200	50	P1	2.98	29.3	42.0	16.0	11936
2P2 – BL33x15-18/20								
	180	30	P2	2.51	34.6	37.4	18.9	8485
	190	40	P2	2.75	37.2	39.7	20.8	10183
	200	50	P2	2.99	39.8	42.0	22.7	12013
2P3 – BL33x15-18/20								
	180	30	P3	2.52	42.0	37.4	21.3	8487
	190	40	P3	2.76	45.1	39.7	23.4	10220
	200	50	P3	3.00	48.4	42.0	25.5	12059
2P4 – BL33x15-18/20								
	180	30	P4	2.53	49.6	37.4	25.9	8542
	190	40	P4	2.77	54.2	39.7	28.5	1286
	200	50	P4	3.01	58.1	42.0	31.0	12135

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

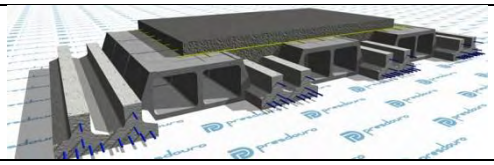
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
180	3.60	7.19	61.3
190			71.3
200			81.3

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	191	112	90
P2	255	150	120
P3	318	187	150
P4	382	224	180

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
180	P1, P2, P3, P4	45	83	30	A1
190	P1, P2, P3, P4	46	82	30	A1
200	P1, P2, P3, P4	47	81	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P5 – BL33x15-18/20								
	180	30	P5	2.60	62.5	39.2	33.5	8874
	190	40	P5	2.84	69.9	41.7	36.8	10684
	200	50	P5	3.08	75.8	44.2	40.0	12607

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

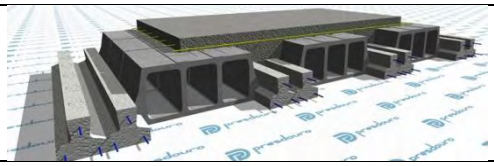
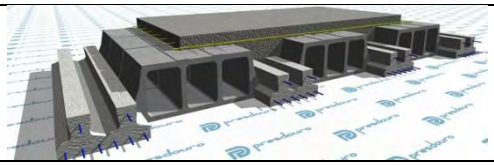
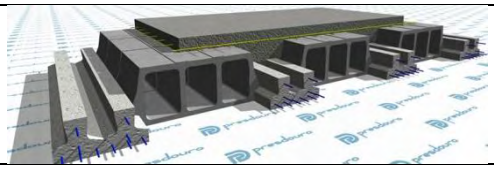
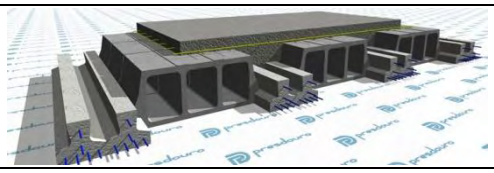
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
180	3.51	7.02	63.1
190			73.1
200			83.1

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	512	301	241

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
180	P5	45	82	30	A1
190	P5	46	81	30	A1
200	P5	48	80	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P1 – BL40x18-21/23								
	210	30	P1	2.74	27.9	39.4	15.6	12074
	220	40	P1	2.98	29.6	41.5	16.9	14305
	230	50	P1	3.22	31.3	43.6	18.1	16622
2P2 – BL40x18-21/23								
	210	30	P2	2.75	37.9	39.4	22.1	12147
	220	40	P2	2.99	40.2	41.5	23.9	14391
	230	50	P2	3.23	42.5	43.6	25.6	16720
2P3 – BL40x18-21/23								
	210	30	P3	2.75	46.4	39.4	24.8	12191
	220	40	P3	2.99	49.2	41.5	26.9	14446
	230	50	P3	3.23	52.0	43.6	28.8	16786
2P4 – BL40x18-21/23								
	210	30	P4	2.76	55.8	39.4	30.2	12264
	220	40	P4	3.00	59.1	41.5	32.6	14531
	230	50	P4	3.24	62.6	43.6	35.0	16884

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

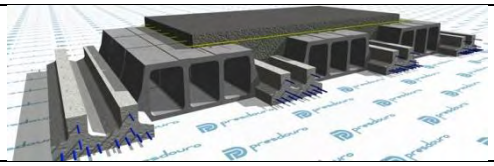
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
210	3.19	6.39	69.4
220			79.4
230			89.4

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	170	100	80
P2	226	133	106
P3	283	166	133
P4	339	199	159

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
210	P1, P2, P3, P4	46	82	30	A1
220	P1, P2, P3, P4	47	81	30	A1
230	P1, P2, P3, P4	48	80	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P5 – BL40x18-21/23								
	210	30	P5	2.84	71.9	41.5	39.0	12763
	220	40	P5	3.08	78.6	43.7	42.2	15116
	230	50	P5	3.32	83.5	45.9	45.2	17562

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

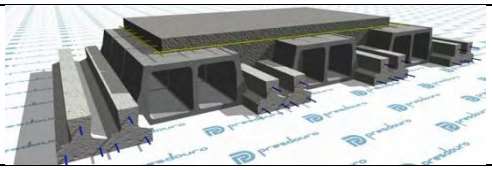
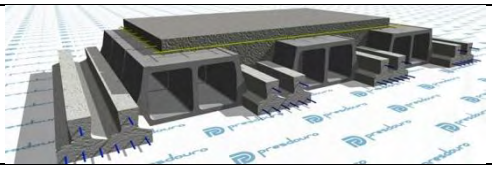
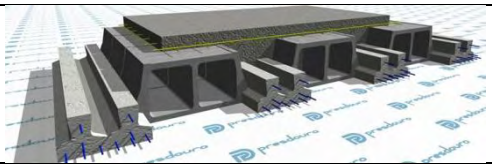
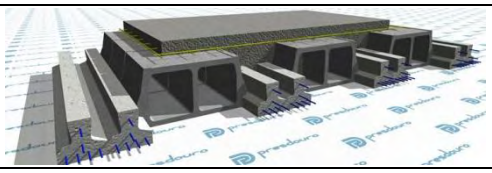
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
210	3.13	6.25	71.6
220			81.6
230			91.6

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	456	268	214

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
210	P5	46	81	30	A1
220	P5	48	80	30	A1
230	P5	49	79	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P1 – BL33x18-21/23								
	210	30	P1	2.85	31.3	44.4	17.3	12999
	220	40	P1	3.09	33.2	46.7	18.7	15374
	230	50	P1	3.33	35.1	49.1	20.1	17856
2P2 – BL33x18-21/23								
	210	30	P2	2.86	42.4	44.4	24.4	13077
	220	40	P2	3.10	45.0	46.7	26.5	15465
	230	50	P2	3.34	47.6	49.1	28.4	17961
2P3 – BL33x18-21/23								
	210	30	P3	2.87	51.7	44.4	27.5	13124
	220	40	P3	3.11	54.9	46.7	29.8	15523
	230	50	P3	3.35	58.1	49.1	32.0	18030
2P4 – BL33x18-21/23								
	210	30	P4	2.88	61.8	44.4	33.4	13201
	220	40	P4	3.12	65.9	46.7	36.2	15614
	230	50	P4	3.36	69.8	49.1	38.8	18134

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

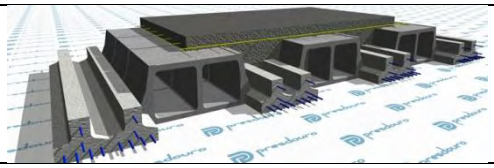
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M^2		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
210	3.60	7.19	74.4
220			84.4
230			94.4

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	191	112	90
P2	255	150	120
P3	318	187	150
P4	382	224	180

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
210	P1, P2, P3, P4	46, 46, 47, 47	81	30	A1
220	P1, P2, P3, P4	48	80	30	A1
230	P1, P2, P3, P4	49	79	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P5 – BL33x18-21/23								
	210	30	P5	2.96	78.4	46.6	43.1	13708
	220	40	P5	3.20	85.9	49.1	46.7	16206
	230	50	P5	3.44	92.1	51.5	50.1	18819

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

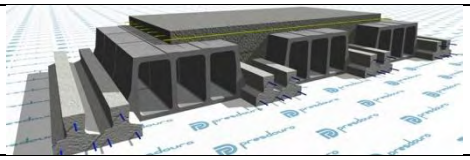
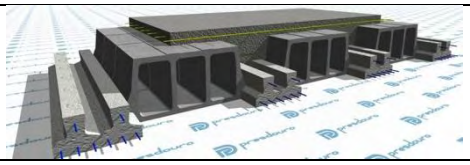
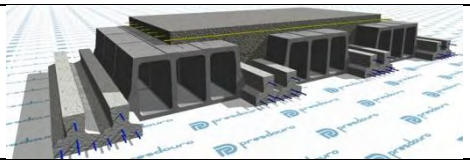
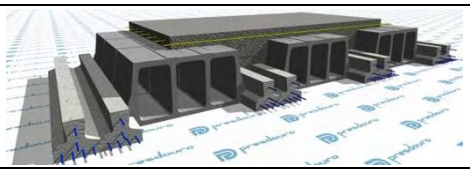
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
210	3.51	7,02	76.6
220			86.6
230			96.6

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	512	301	241

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
210	P5	47	81	30	A1
220	P5	48	80	30	A1
230	P5	49	79	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P1 – BL40x21-24/26								
	240	30	P1	3.07	33.1	45.6	19.2	17584
	250	40	P1	3.31	34.8	47.7	20.6	20565
	260	50	P1	3.55	36.5	49.8	21.8	23624
2P2 – BL40x21-24/26								
	240	30	P2	3.08	44.8	45.6	27.2	17682
	250	40	P2	3.32	47.1	47.7	29.1	20678
	260	50	P2	3.56	49.4	49.8	30.9	23753
2P3 – BL40x21-24/26								
	240	30	P3	3.09	55.0	45.6	30.6	17746
	250	40	P3	3.33	57.8	47.7	32.8	20755
	260	50	P3	3.57	60.7	49.8	34.8	23843
2P4 – BL40x21-24/26								
	240	30	P4	3.10	66.2	45.6	37.2	17843
	250	40	P4	3.34	69.5	47.7	39.8	20867
	260	50	P4	3.58	72.9	49.8	42.2	23970

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

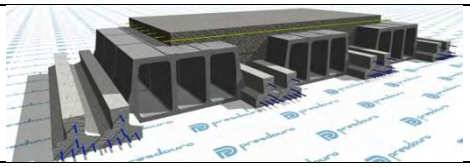
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
240	3.19	6.39	80.9
250			90.9
260			100.9

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	170	100	80
P2	226	133	106
P3	283	166	133
P4	399	199	159

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
240	P1, P2, P3, P4	47, 48, 48, 48	80	30	A1
250	P1, P2, P3, P4	49	79	30	A1
260	P1, P2, P3, P4	50	78	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P5 – BL40x21-24/26								
	240	30	P5	3.18	86.3	48.1	48.0	18561
	250	40	P5	3.42	93.0	50.2	51.4	21690
	260	50	P5	3.66	97.5	52.4	54.5	24908

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

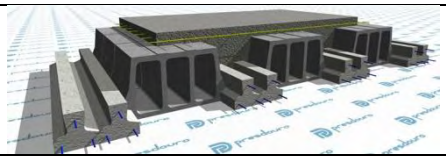
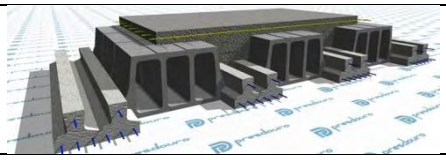
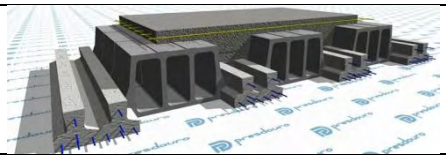
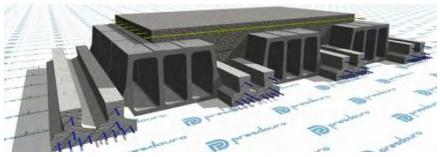
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
240	3.13	6.25	83.6
250			93.6
260			103.6

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	456	268	214

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
240	P5	48	80	30	A1
250	P5	49	79	30	A1
260	P5	50	78	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P1 – BL33x21-24/26								
	240	30	P1	3.23	37.1	51.4	21.3	18954
	250	40	P1	3.47	39.0	53.7	22.8	22114
	260	50	P1	3.71	40.9	56.1	24.3	25380
2P2 – BL33x21-24/26								
	240	30	P2	3.24	50.8	51.4	30.2	19059
	250	40	P2	3.48	52.8	53.7	32.3	22235
	260	50	P2	3.72	55.3	56.1	34.3	25517
2P3 – BL33x21-24/26								
	240	30	P3	3.25	61.5	51.4	34.0	19128
	250	40	P3	3.49	64.6	53.7	36.4	22316
	260	50	P3	3.73	67.8	56.1	38.7	25612
2P4 – BL33x21-24/26								
	240	30	P4	3.26	73.7	51.4	41.2	19232
	250	40	P4	3.50	77.6	53.7	44.2	22436
	260	50	P4	3.74	81.4	56.1	46.9	25748

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

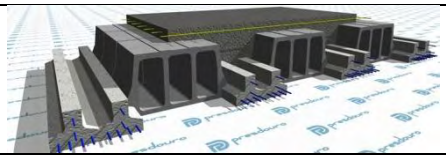
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
240	3.60	7.19	87.3
250			97.3
260			107.3

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	191	112	90
P2	255	150	120
P3	318	187	150
P4	382	224	180

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
240	P1, P2, P3, P4	48	80, 80, 80, 79	30	A1
250	P1, P2, P3, P4	49	79	30	A1
260	P1, P2, P3, P4	50	78	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P5 – BL33x21-24/26								
	240	30	P5	3.35	94.4	54.0	53.1	19973
	250	40	P5	3.59	102.1	56.4	56.9	23279
	260	50	P5	3.83	108.3	58.9	60.5	26702

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

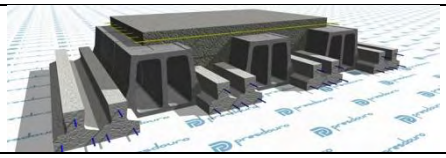
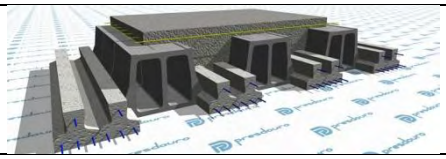
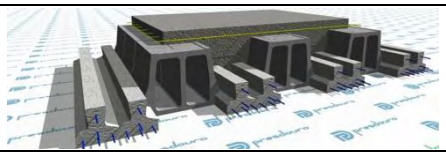
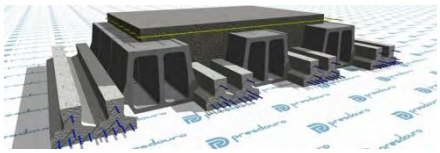
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
240	3.51	7,02	90.1
250			100.1
260			110.1

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	512	301	241

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
240	P5	49	79	30	A1
250	P5	50	78	30	A1
260	P5	51	77	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P1 – BL23x21-24/26								
	240	30	P1	3.65	44.9	62.7	25.3	21535
	250	40	P1	3.89	47.2	65.5	27.1	24981
	260	50	P1	4.13	49.6	68.4	28.9	28588
2P2 – BL23x21-24/26								
	240	30	P2	3.67	60.6	62.7	35.8	21654
	250	40	P2	3.91	63.6	65.5	38.4	25117
	260	50	P2	4.15	66.8	68.4	40.9	28741
2P3 – BL23x21-24/26								
	240	30	P3	3.68	73.6	62.7	40.3	21730
	250	40	P3	3.92	77.7	65.5	43.2	25207
	260	50	P3	4.16	81.6	68.4	46.0	28845
2P4 – BL23x21-24/26								
	240	30	P4	3.69	86.8	62.7	48.9	21848
	250	40	P4	3.93	92.9	65.5	52.5	25342
	260	50	P4	4.17	97.6	68.4	55.9	28996

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

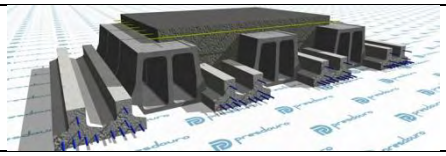
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M^2		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
240	4.39	8.77	100.0
250			110.0
260			120.0

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	233	137	109
P2	311	182	146
P3	388	228	182
P4	466	274	219

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
240	P1, P2, P3, P4	50	78	30	A1
250	P1, P2, P3, P4	51	77	30	A1
260	P1, P2, P3, P4	52	76	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P5 – BL23x21-24/26								
	240	30	P5	3.78	109.7	65.5	62.7	22602
	250	40	P5	4.02	118.5	68.4	67.2	26193
	260	50	P5	4.26	126.5	71.4	71.6	29954

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

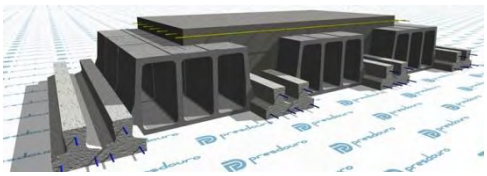
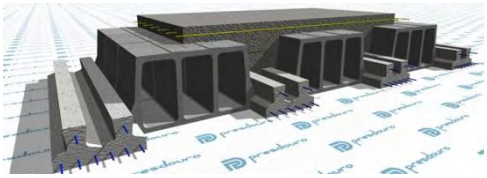
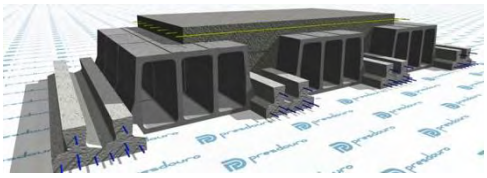
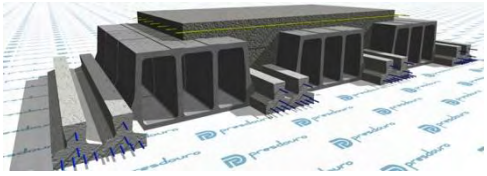
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
240	4.26	8.51	102.9
250			112.9
260			122.9

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	621	365	292

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
240	P5	51	78	30	A1
250	P5	52	77	30	A1
260	P5	52	76	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P1 – BL40X24-27/30								
	270	30	P1	3.32	38.2	51.9	22.9	24499
	280	40	P1	3.56	40.0	53.9	24.4	28350
	290	50	P1	3.80	41.7	56.0	25.7	32272
	300	60	P1	4.04	43.4	58.1	26.9	36302
2P2 – BL40X24-27/30								
	270	30	P2	3.33	51.7	51.9	32.5	24625
	280	40	P2	3.57	54.0	53.9	34.5	28494
	290	50	P2	3.81	56.3	56.0	36.3	32433
	300	60	P2	4.04	58.6	58.1	38.1	36481
2P3 – BL40X24-27/30								
	270	30	P3	3.33	63.7	51.9	36.6	24712
	280	40	P3	3.57	66.4	53.9	38.8	28597
	290	50	P3	3.81	69.3	56.0	40.9	32551
	300	60	P3	4.04	72.1	58.1	42.9	36614
2P4 – BL40X24-27/30								
	270	30	P4	3.34	76.6	51.9	44.4	24837
	280	40	P4	3.58	79.9	53.9	47.1	28740
	290	50	P4	3.80	83.3	56.0	49.6	32712
	300	60	P4	4.06	86.7	58.1	52.1	36792

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

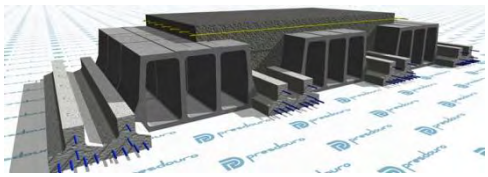
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
270	3.19	6.39	92.5
280			102.5
290			112.5
300			122.5

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	170	100	80
P2	226	133	106
P3	283	166	133
P4	339	199	159

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
270	P1,P2,P3,P4	49	79	30	A1
280	P1,P2,P3,P4	50	78	30	A1
290	P1,P2,P3,P4	51	77	30	A1
300	P1,P2,P3,P4	52	77	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P5 – BL40X24-27/30								
	270	30	P5	3.44	100.8	54.6	57.2	25828
	280	40	P5	3.68	106.9	56.8	60.8	29855
	290	50	P5	3.92	111.5	59.0	64.1	33963
	300	60	P5	4.16	116.0	61.2	67.2	38190

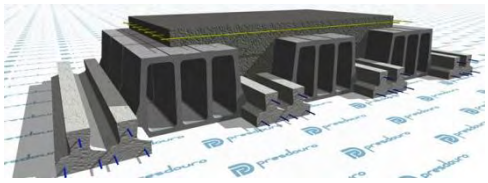
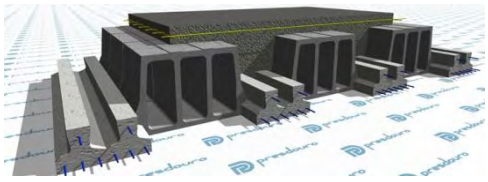
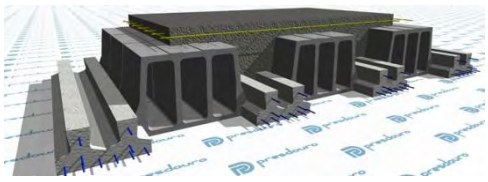
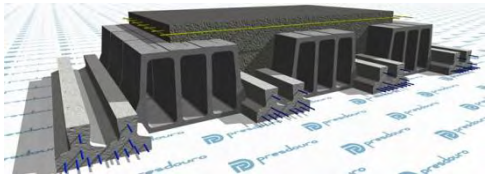
ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²			VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*		A235	A400	A500
270	3.13	6.25	95.6	P5	456	268	214
280			105.6				
290			115.6				
300			125.6				

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
270	P5	49	79	30	A1
280	P5	50	78	30	A1
290	P5	51	77	30	A1
300	P5	52	76	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P1 – BL33X24-27/30								
	270	30	P1	3.62	42.9	58.4	25.5	26449
	280	40	P1	3.86	44.8	60.7	27.1	30515
	290	50	P1	4.10	46.8	63.1	28.6	34685
	300	60	P1	4.34	48.7	65.4	30.0	38994
2P2 – BL33X24-27/30								
	270	30	P2	3.62	58.0	58.4	36.0	26585
	280	40	P2	3.86	60.5	60.7	38.3	30669
	290	50	P2	4.10	63.1	63.1	40.4	34858
	300	60	P2	4.34	65.7	65.4	42.4	39185
2P3 – BL33X24-27/30								
	270	30	P3	3.63	71.2	58.4	40.6	26678
	280	40	P3	3.87	74.3	60.7	43.1	30778
	290	50	P3	4.11	77.5	63.1	45.5	34983
	300	60	P3	4.34	80.8	65.4	47.8	39326
2P4 – BL33X24-27/30								
	270	30	P4	3.64	85.4	58.4	49.2	26813
	280	40	P4	3.88	89.3	60.7	52.3	30931
	290	50	P4	4.12	93.1	63.1	55.2	35155
	300	60	P4	4.34	97.0	65.4	58.0	39517

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

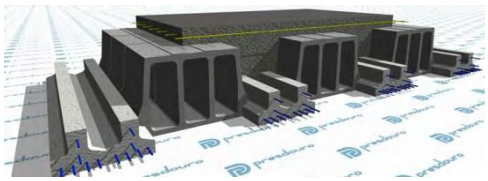
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
270	3.60	7.19	100.3
280			110.3
290			120.3
300			130.3

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	191	112	90
P2	255	150	120
P3	318	187	150
P4	382	224	180

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
270	P1,P2,P3,P4	50	78	30	A1
280	P1,P2,P3,P4	51	77	30	A1
290	P1,P2,P3,P4	52	76	30	A1
300	P1,P2,P3,P4	53	76	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P5 – BL33X24-27/30								
	270	30	P5	3.75	110.4	61.3	63.4	27839
	280	40	P5	3.99	118.6	63.8	67.3	32077
	290	50	P5	4.23	124.0	66.2	71.0	36432
	300	60	P5	4.47	129.1	68.7	74.6	40936

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

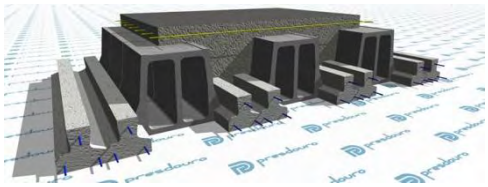
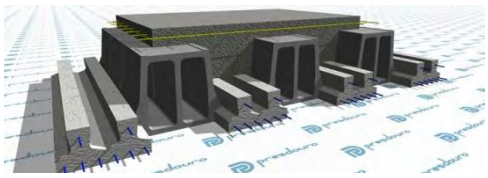
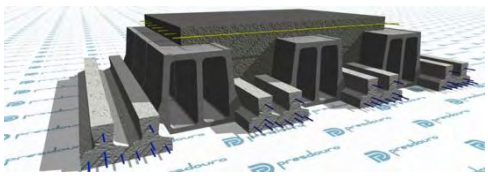
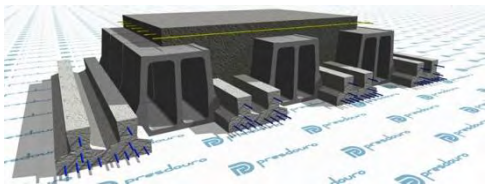
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
270	3.51	7.02	103.6
280			113.6
290			123.6
300			133.6

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	512	301	241

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
270	P5	50	78	30	A1
280	P5	51	77	30	A1
290	P5	52	76	30	A1
300	P5	52	76	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P1 – BL23X24-27/30								
	270	30	P1	4.08	52.0	71.2	30.3	30153
	280	40	P1	4.32	54.3	74.1	32.2	34556
	290	50	P1	4.56	56.6	76.9	34.0	39130
	300	60	P1	4.80	59.0	79.8	35.8	43900
2P2 – BL23X24-27/30								
	270	30	P2	4.09	70.1	71.2	42.9	30308
	280	40	P2	4.33	73.1	74.1	45.6	34731
	290	50	P2	4.57	76.3	76.9	48.2	39324
	300	60	P2	4.81	79.4	79.8	50.6	44114
2P3 – BL23X24-27/30								
	270	30	P3	4.10	85.6	71.2	48.3	30413
	280	40	P3	4.34	89.6	74.1	51.3	34852
	290	50	P3	4.58	93.4	76.9	54.2	39462
	300	60	P3	4.82	97.4	79.8	57.0	44269
2P4 – BL23X24-27/30								
	270	30	P4	4.11	101.8	71.2	58.5	30566
	280	40	P4	4.35	107.2	74.1	65.3	35025
	290	50	P4	4.59	111.9	76.9	65.8	39655
	300	60	P4	4.83	116.6	79.8	69.2	44481

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

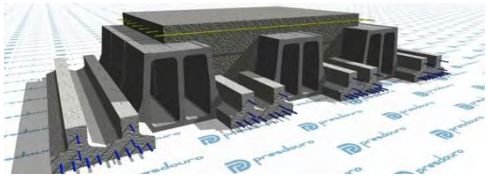
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
270	4.39	8.77	88.0
280			98.0
290			108.0
300			118.0

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	233	137	109
P2	311	182	146
P3	388	228	182
P4	466	274	219

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
270	P1, P2, P3, P4	52	77, 76, 76, 76	30	A1
280	P1, P2, P3, P4	53	76	30	A1
290	P1, P2, P3, P4	53, 54, 54, 54	75	30	A1
300	P1, P2, P3, P4	54	74	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P5 – BL23X24-27/30								
	270	30	P5	4.22	128.9	74.4	75.0	31611
	280	40	P5	4.46	138.0	77.4	79.8	36184
	290	50	P5	4.70	146.3	80.3	84.2	40940
	300	60	P5	4.94	153.6	83.3	88.6	45902

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

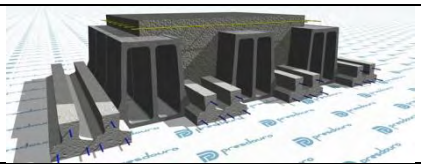
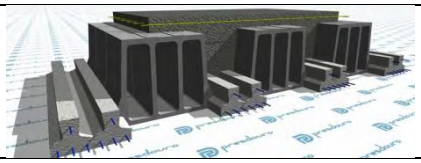
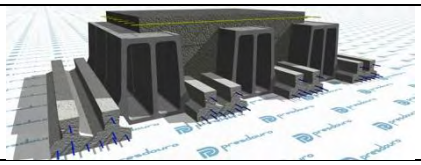
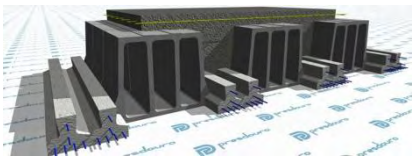
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
270	4.26	8.51	119.2
280			129.2
290			139.2
300			149.2

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	621	335	292

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
270	P5	52	76	30	A1
280	P5	53	75	30	A1
290	P5	54	75	30	A1
300	P5	55	74	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO	ESTADOS LIMITES			
					ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO		*kN/m²*	M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P1 – BL33X30-33/35								
	330	30	P1	4.30	54.6	72.4	34.0	46724
	340	40	P1	4.54	56.5	74.8	35.7	52971
	350	50	P1	4.78	58.4	77.1	37.3	59315
2P2 – BL33X30-33/35								
	330	30	P2	4.31	73.6	72.4	48.1	46932
	340	40	P2	4.55	76.0	74.8	50.5	53203
	350	50	P2	4.79	78.6	77.1	52.7	59571
2P3 – BL33X30-33/35								
	330	30	P3	4.32	90.7	72.4	54.2	47087
	340	40	P3	4.56	93.8	74.8	56.9	53378
	350	50	P3	4.80	96.9	77.1	59.4	59768
2P4 – BL33X30-33/35								
	330	30	P4	4.33	108.8	72.4	65.7	47294
	340	40	P4	4.57	112.7	74.8	69.0	53609
	350	50	P4	4.81	116.4	77.1	72.1	60022

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

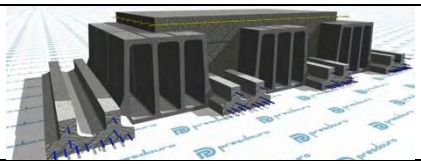
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M^2		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
330	3.60	7.19	126.3
340			136.3
350			146.3

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	191	112	90
P2	255	150	120
P3	318	187	150
P4	382	224	180

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
330	P1,P2,P3,P4	52, 53, 53, 53	76	30	A1
340	P1,P2,P3,P4	53	75	30	A1
350	P1,P2,P3,P4	54	74	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P5 – BL33X30-33/35								
	330	30	P5	4.46	143.2	76.0	84.4	49081
	340	40	P5	4.70	150.0	78.5	88.7	55553
	350	50	P5	4.94	155.4	81.0	92.6	62140

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

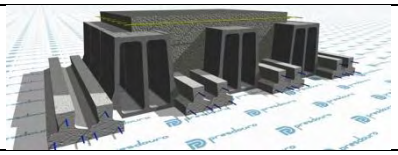
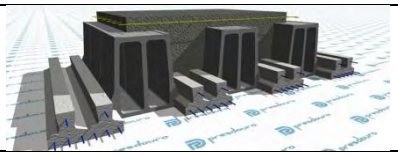
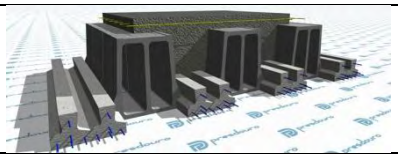
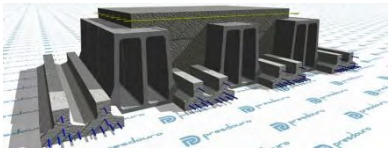
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
330	3.51	7.02	130.6
340			140.6
350			150.6

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	512	301	241

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
330	P5	53	75	30	A1
340	P5	54	75	30	A1
350	P5	55	74	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P1 – BL23x30-33/35								
	330	30	P1	4.92	66.2	88.3	40.6	53535
	340	40	P1	5.16	68.5	91.1	42.6	60235
	350	50	P1	5.40	70.8	94.0	44.6	67124
2P2 – BL23x30-33/35								
	330	30	P2	4.93	89.1	88.3	57.4	53774
	340	40	P2	5.17	92.1	91.1	60.3	60499
	350	50	P2	5.41	95.2	94.0	63.0	67413
2P3 – BL23x30-33/35								
	330	30	P3	4.94	109.3	88.3	64.7	53951
	340	40	P3	5.18	113.4	91.1	67.9	60698
	350	50	P3	5.42	117.1	94.0	71.0	67633
2P4 – BL23x30-33/35								
	330	30	P4	4.96	130.4	88.3	78.4	54189
	340	40	P4	5.20	135.8	91.1	82.4	60960
	350	50	P4	5.44	140.5	94.0	86.1	67920

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

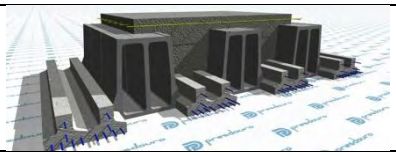
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
330	4.39	8.77	147.4
340			157.4
350			167.4

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	233	137	109
P2	311	182	146
P3	388	228	182
P4	466	274	219

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
330	P1, P2, P3, P4	55	74	30	A1
340	P1, P2, P3, P4	55	73	30	A1
350	P1, P2, P3, P4	56	73	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
2P5 – BL23x30-33/35								
	330	30	P5	5.09	168.0	62.2	100.3	56073
	340	40	P5	5.33	177.7	95.2	105.3	62985
	350	50	P5	5.57	185.3	98.2	110.1	70101

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

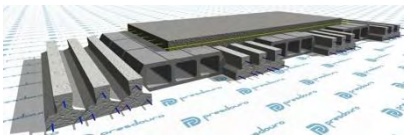
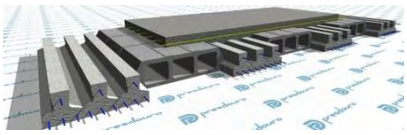
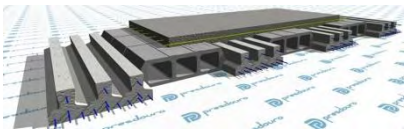
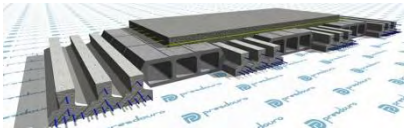
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
330	4.26	8.51	151.9
340			161.9
350			171.9

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	621	365	292

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
330	P5	55	73	30	A1
340	P5	56	73	30	A1
350	P5	57	72	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
					ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P1 – BL40X12-15/17								
	150	30	P1	2.36	22.0	36.0	10.8	5407
	160	40	P1	2.60	24.2	38.7	12.1	6676
	170	50	P1	2.84	26.3	41.5	13.5	8064
3P2 – BL40X12-15/17								
	150	30	P2	2.37	29.9	36.0	15.3	5444
	160	40	P2	2.61	32.9	38.7	17.2	6722
	170	50	P2	2.85	35.8	41.5	19.1	8119
3P3 – BL40X12-15/17								
	150	30	P3	2.38	35.1	36.0	17.3	5460
	160	40	P3	2.62	39.1	38.7	19.3	6744
	170	50	P3	2.86	42.9	41.5	21.5	8147
3P4 – BL40X12-15/17								
	150	30	P4	2.39	40.9	36.0	21.0	5497
	160	40	P4	2.63	46.2	38.7	23.5	6790
	170	50	P4	2.87	50.8	41.5	26.0	8202

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

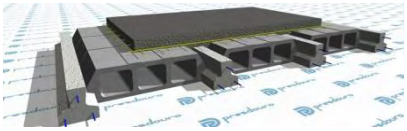
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
150	4.07	5.42	52.2
160			62.2
170			72.2

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	216	127	101
P2	288	169	135
P3	360	211	169
P4	432	254	203

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
150	P1, P2, P3, P4	44	84, 84, 83, 83	30	A1
130	P1, P2, P3, P4	45	82	30	A1
170	P1, P2, P3, P4	47	81	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P5 – BL40X12-15/17								
	150	30	P5	2.46	49.2	37.6	27.0	5694
	160	40	P5	2.70	58.1	40.5	30.3	7033
	170	50	P5	2.94	65.0	43.4	33.6	8495

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

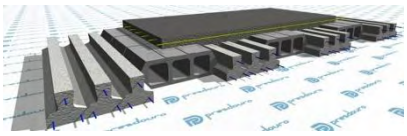
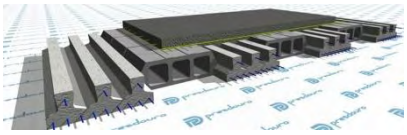
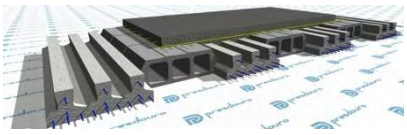
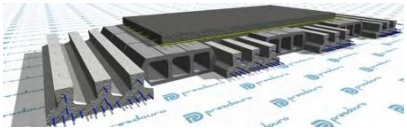
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
150	3.95	5.26	53.8
160			63.8
170			73.8

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	576	339	271

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
150	P5	44	83	30	A1
160	P5	46	82	30	A1
170	P5	47	81	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P1 – BL33X12-15/17								
	150	30	P1	2.45	24.0	39.7	11.8	5732
	160	40	P1	2.69	26.5	42.8	13.2	7073
	170	50	P1	2.93	28.9	45.9	14.6	8543
3P2 – BL33X12-15/17								
	150	30	P2	2.46	32.5	39.7	16.7	5771
	160	40	P2	2.70	35.9	42.8	18.7	7121
	170	50	P2	2.94	39.1	45.9	20.7	8600
3P3 – BL33X12-15/17								
	150	30	P3	2.47	37.6	39.7	18.7	5787
	160	40	P3	2.71	42.3	42.8	21.0	7143
	170	50	P3	2.95	46.5	45.9	23.3	8629
3P4 – BL33X12-15/17								
	150	30	P4	2.48	43.8	39.7	22.7	5826
	160	40	P4	2.72	49.6	42.8	25.5	7191
	170	50	P4	2.96	54.9	45.9	28.3	8686

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

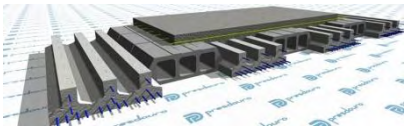
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
150	4.49	5.99	54.5
160			64.5
170			74.5

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	238	140	112
P2	318	187	149
P3	397	234	187
P4	477	280	224

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
150	P1, P2, P3, P4	44, 44, 45, 45	83	30	A1
160	P1, P2, P3, P4	46	82	30	A1
170	P1, P2, P3, P4	47	81	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P5 – BL33X12-15/17								
	150	30	P5	2.55	51.3	41.2	29.3	6021
	160	40	P5	2.79	61.0	44.3	32.8	7431
	170	50	P5	3.03	69.3	47.5	36.4	8976

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

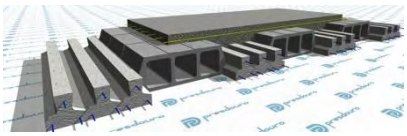
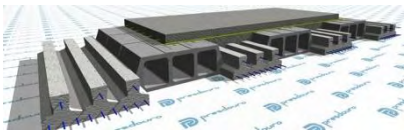
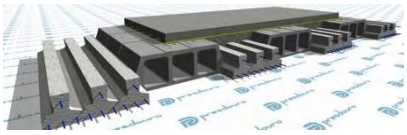
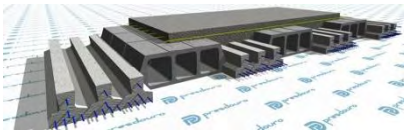
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
150	4.35	5.80	56.1
160			66.1
170			76.1

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	635	373	298

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
150	P5	45	83	30	A1
160	P5	46	81	30	A1
170	P5	47	80	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
					ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P1 – BL40x15-18/20								
	180	30	P1	2.70	28.5	43.7	14.8	9094
	190	40	P1	2.94	30.7	46.4	16.3	10950
	200	50	P1	3.18	32.9	49.2	17.8	12930
3P2 – BL40x15-18/20								
	180	30	P2	2.71	38.8	43.7	21.0	9152
	190	40	P2	2.95	41.7	46.4	23.1	11019
	200	50	P2	3.19	44.6	49.2	25.2	13011
3P3 – BL40x15-18/20								
	180	30	P3	2.72	46.5	43.7	23.6	9182
	190	40	P3	2.96	50.4	46.4	26.0	11058
	200	50	P3	3.20	54.0	49.2	28.3	13058
3P4 – BL40x15-18/20								
	180	30	P4	2.73	54.4	43.7	28.7	9240
	190	40	P4	2.97	59.8	46.4	31.6	11126
	200	50	P4	3.21	64.5	49.2	34.4	13138

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

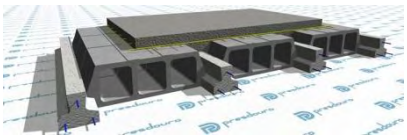
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M^2		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
180	4.07	5.42	66.2
190			76.2
200			86.2

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	216	127	101
P2	288	169	135
P3	360	211	169
P4	432	254	203

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
180	P1, P2, P3, P4	46	82	30	A1
190	P1, P2, P3, P4	47	81	30	A1
200	P1, P2, P3, P4	48	80	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P5 – BL40x15-18/20								
	180	30	P5	2.80	67.3	45.5	36.9	9568
	190	40	P5	3.04	75.8	48.3	40.6	11516
	200	50	P5	3.28	83.0	51.1	44.2	13596

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

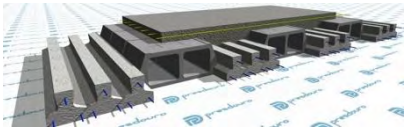
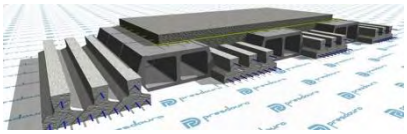
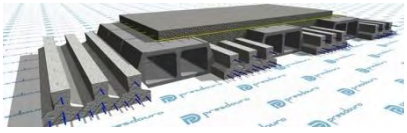
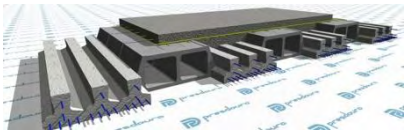
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
180	3.95	5.26	68.2
190			78.2
200			88.2

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	576	339	271

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
180	P5	46	81	30	A1
190	P5	47	80	30	A1
200	P5	49	79	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P1 – BL33x15-18/20								
	180	30	P1	2.82	31.3	48.3	16.1	9659
	190	40	P1	3.06	33.7	51.3	17.8	11609
	200	50	P1	3.30	36.2	54.3	19.4	13701
3P2 – BL33x15-18/20								
	180	30	P2	2.83	42.4	48.3	22.8	9720
	190	40	P2	3.07	45.6	51.3	25.1	11682
	200	50	P2	3.31	48.9	54.3	27.4	13786
3P3 – BL33x15-18/20								
	180	30	P3	2.84	50.2	48.3	25.7	9751
	190	40	P3	3.08	54.9	51.3	28.3	11722
	200	50	P3	3.32	59.0	54.3	30.9	13835
3P4 – BL33x15-18/20								
	180	30	P4	2.85	58.4	48.3	31.2	9812
	190	40	P4	3.09	64.6	51.3	34.3	11794
	200	50	P4	3.33	69.9	54.3	37.4	13919

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

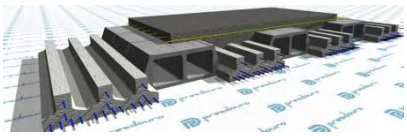
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
180	4.49	5.99	70.0
190			80.0
200			90.0

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	238	140	112
P2	318	187	149
P3	397	234	187
P4	477	280	224

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
180	P1, P2, P3, P4	46, 46, 46, 47	81	30	A1
190	P1, P2, P3, P4	48	80	30	A1
200	P1, P2, P3, P4	49	79	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P5 – BL33x15-18/20								
	180	30	P5	2.93	70.8	50.1	40.0	10139
	190	40	P5	3.17	80.9	53.2	44.1	12180
	200	50	P5	3.41	89.9	56.3	48.0	14371

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

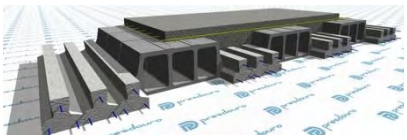
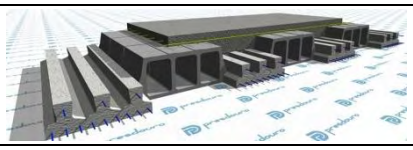
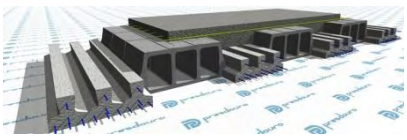
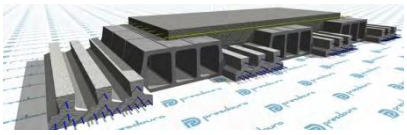
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
180	4.35	5.80	72.0
190			82.0
200			92.0

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	635	373	298

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
180	P5	47	81	30	A1
190	P5	48	80	30	A1
200	P5	49	79	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P1 – BL40x18-21/23								
	210	30	P1	3.10	35.1	51.9	19.2	14099
	220	40	P1	3.34	37.3	54.6	20.8	16662
	230	50	P1	3.58	39.5	57.4	22.3	19356
3P2 – BL40x18-21/23								
	210	30	P2	3.11	47.6	51.9	27.1	14182
	220	40	P2	3.35	50.5	54.6	29.4	16759
	230	50	P2	3.59	53.4	57.4	31.6	19467
3P3 – BL40x18-21/23								
	210	30	P3	3.12	57.8	51.9	30.5	14230
	220	40	P3	3.36	61.4	54.6	33.1	16818
	230	50	P3	3.60	65.0	57.4	35.6	19538
3P4 – BL40x18-21/23								
	210	30	P4	3.13	67.9	51.9	37.0	14312
	220	40	P4	3.37	73.6	54.6	40.2	16914
	230	50	P4	3.61	77.9	57.4	43.2	19648

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

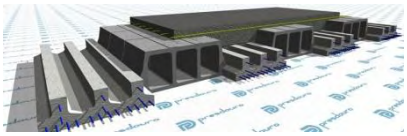
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M^2		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
210	4.07	5.42	80.5
220			90.5
230			100.5

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	216	127	101
P2	288	169	135
P3	360	211	169
P4	432	254	203

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
210	P1, P2, P3, P4	48	80	30	A1
220	P1, P2, P3, P4	49	79	30	A1
230	P1, P2, P3, P4	50	78	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P5 – BL40x18-21/23								
	210	30	P5	3.21	85.3	54.0	47.6	14818
	220	40	P5	3.45	93.8	56.8	51.6	17497
	230	50	P5	3.69	101.0	59.7	55.5	20316

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

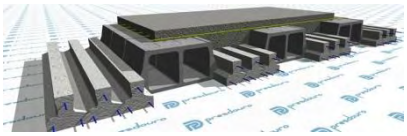
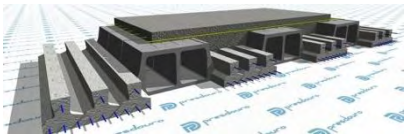
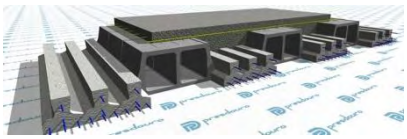
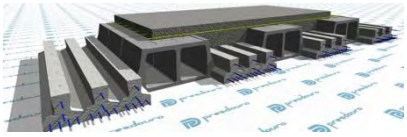
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
210	3.95	5.26	83.0
220			93.0
230			103.0

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	576	339	271

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
210	P5	48	80	30	A1
220	P5	49	79	30	A1
230	P5	50	78	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
					ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P1 – BL33x18-21/23								
	210	30	P1	3.23	38.6	57.3	20.8	15005
	220	40	P1	3.47	41.0	60.4	22.6	17687
	230	50	P1	3.71	43.4	63.4	24.3	20521
3P2 – BL33x18-21/23								
	210	30	P2	3.24	52.2	57.3	29.5	15092
	220	40	P2	3.48	55.3	60.4	32.0	17788
	230	50	P2	3.72	58.6	63.4	34.5	20638
3P3 – BL33x18-21/23								
	210	30	P3	3.25	62.8	57.3	33.2	15144
	220	40	P3	3.49	67.2	60.4	36.1	17851
	230	50	P3	3.73	71.2	63.4	38.8	20712
3P4 – BL33x18-21/23								
	210	30	P4	3.26	73.4	57.3	40.3	15230
	220	40	P4	3.50	79.7	60.4	43.8	17952
	230	50	P4	3.74	85.1	63.4	47.1	20828

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

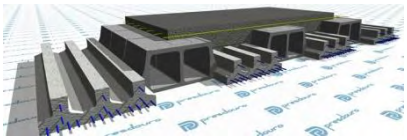
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M^2		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
210	4.49	5.99	85.9
220			95.9
230			105.9

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	238	140	112
P2	318	187	149
P3	397	234	187
P4	477	280	224

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
210	P1, P2, P3, P4	48, 48, 48, 49	80, 80, 80, 79	30	A1
220	P1, P2, P3, P4	49, 49, 49, 50	79	30	A1
230	P1, P2, P3, P4	51	78	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P5 – BL33x18-21/23								
	210	30	P5	3.35	91.4	59.5	51.7	15734
	220	40	P5	3.59	100.7	62.6	56.1	18530
	230	50	P5	3.83	108.8	65.7	60.3	21489

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

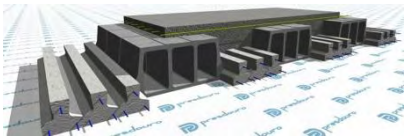
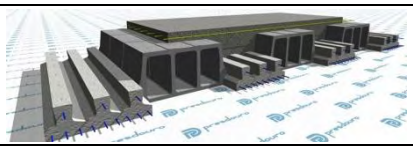
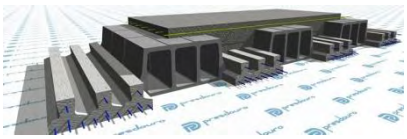
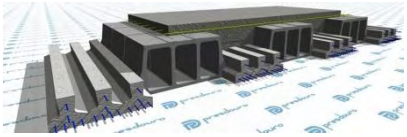
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
210	4.35	5.80	88.4
220			98.4
230			108.4

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	635	373	298

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
210	P5	49	79	30	A1
220	P5	50	78	30	A1
230	P5	51	77	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P1 – BL40x21-24/26								
	240	30	P1	3.49	41.7	60.1	23.7	20604
	250	40	P1	3.73	43.9	62.8	25.4	23999
	260	50	P1	3.97	46.1	65.6	27.0	27530
3P2 – BL40x21-24/26								
	240	30	P2	3.50	56.4	60.1	33.5	20716
	250	40	P2	3.74	59.2	62.8	36.0	24127
	260	50	P2	3.98	62.2	65.6	38.3	27675
3P3 – BL40x21-24/26								
	240	30	P3	3.51	68.8	60.1	37.7	20787
	250	40	P3	3.75	72.4	62.8	40.5	24212
	260	50	P3	3.99	76.0	65.6	43.1	27773
3P4 – BL40x21-24/26								
	240	30	P4	3.52	81.7	60.1	45.8	20898
	250	40	P4	3.76	86.8	62.8	49.1	24339
	260	50	P4	4.00	91.1	65.6	52.3	27917

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

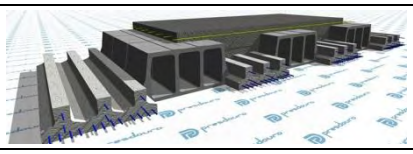
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M^2		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
240	4.07	5.42	94.9
250			104.9
260			114.9

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	216	127	101
P2	288	169	135
P3	360	211	169
P4	432	254	203

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
240	P1, P2, P3, P4	49, 49, 49 50	79, 79, 79, 78	30	A1
250	P1, P2, P3, P4	50, 50, 50, 51	78	30	A1
260	P1, P2, P3, P4	51	77	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P5 – BL40x21-24/26								
	240	30	P5	3.62	103.2	62.5	58.8	21633
	250	40	P5	3.86	111.8	65.3	63.0	25167
	260	50	P5	4.10	119.3	68.2	67.1	28848

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

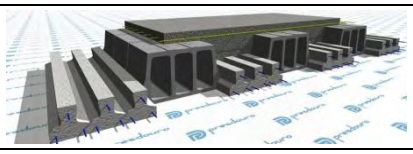
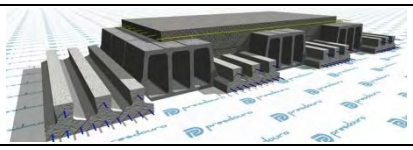
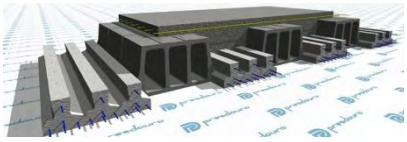
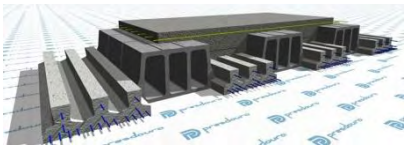
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
240	3.95	5.26	97.9
250			107.9
260			117.9

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	576	339	271

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
240	P5	50	78	30	A1
250	P5	51	77	30	A1
260	P5	52	76	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P1 – BL33x21-24/26								
	240	30	P1	3.67	45.9	66.4	25.8	21963
	250	40	P1	3.91	48.3	69.4	27.7	25503
	260	50	P1	4.15	50.7	72.4	29.5	29206
3P2 – BL33x21-24/26								
	240	30	P2	3.68	61.9	66.4	36.5	22081
	250	40	P2	3.92	65.1	69.4	39.2	25638
	260	50	P2	4.16	68.3	72.4	41.7	29359
3P3 – BL33x21-24/26								
	240	30	P3	3.69	75.2	66.4	41.1	22157
	250	40	P3	3.93	79.4	69.4	44.1	25727
	260	50	P3	4.17	83.4	72.4	47.0	29463
3P4 – BL33x21-24/26								
	240	30	P4	3.70	88.4	66.4	49.9	22274
	250	40	P4	3.94	94.9	69.4	53.6	25862
	260	50	P4	4.18	99.8	72.4	57.0	29614

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

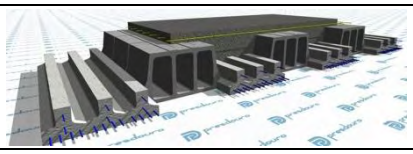
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
240	4.49	5.99	101.7
250			111.7
260			121.7

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	238	140	112
P2	318	187	149
P3	397	234	187
P4	477	280	224

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
240	P1, P2, P3, P4	50	78	30	A1
250	P1, P2, P3, P4	51	77	30	A1
260	P1, P2, P3, P4	52	76	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P5 – BL33x21-24/26								
	240	30	P5	3.80	111.3	68.8	63.9	23018
	250	40	P5	4.04	120.4	72.0	68.5	26693
	260	50	P5	4.28	128.6	75.1	73.0	30544

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

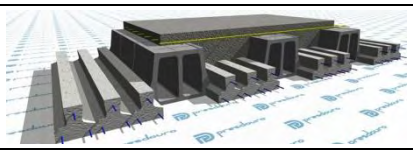
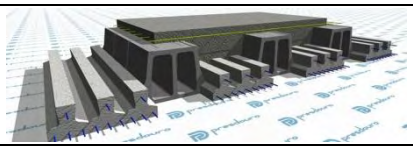
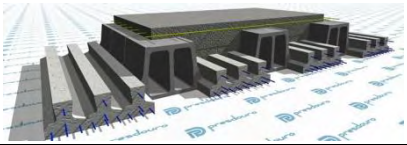
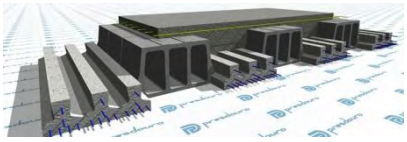
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
240	4.35	5.80	104.7
250			114.7
260			124.7

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	635	373	298

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
240	P5	51	77	30	A1
250	P5	52	77	30	A1
260	P5	53	76	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P1 – BL23x21-24/26								
	240	30	P1	4.08	53.5	78.1	29.7	24420
	250	40	P1	4.32	56.3	81.6	31.8	28184
	260	50	P1	4.56	59.2	85.2	33.9	32160
3P2 – BL23x21-24/26								
	240	30	P2	4.10	71.8	78.1	42.0	24552
	250	40	P2	4.34	75.7	81.6	45.0	28334
	260	50	P2	4.58	79.4	85.2	48.0	32328
3P3 – BL23x21-24/26								
	240	30	P3	4.11	86.3	78.1	47.2	24635
	250	40	P3	4.35	91.9	81.6	50.7	28431
	260	50	P3	4.59	96.7	85.2	54.1	32439
3P4 – BL23x21-24/26								
	240	30	P4	4.12	100.6	78.1	57.3	24765
	250	40	P4	4.36	108.0	81.6	61.5	28579
	260	50	P4	4.60	114.9	85.2	65.6	32606

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

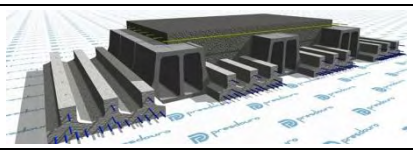
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M^2		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
240	5.28	7.04	114.4
250			124.4
260			134.4

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	280	165	132
P2	374	220	176
P3	467	275	220
P4	561	330	264

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
240	P1, P2, P3, P4	52	77, 76, 76, 76	30	A1
250	P1, P2, P3, P4	53	76	30	A1
260	P1, P2, P3, P4	54	75	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P5 – BL23x21-24/26								
	240	30	P5	4.22	125.6	80.5	73.0	25492
	250	40	P5	4.46	135.7	84.2	78.3	29388
	260	50	P5	4.70	145.0	87.8	83.5	33506

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

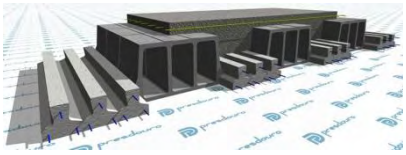
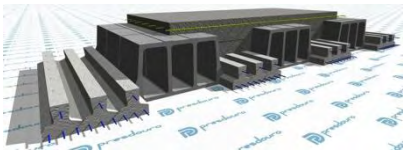
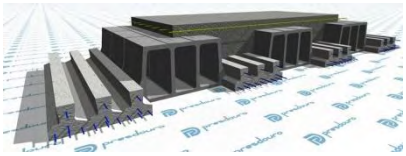
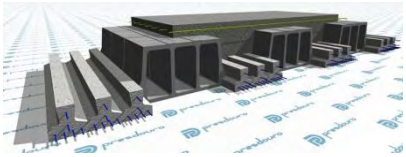
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
240	5.08	6.78	117.4
250			127.4
260			137.4

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	742	436	349

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
240	P5	52	76	30	A1
250	P5	53	75	30	A1
260	P5	54	75	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P1 – BL40X24-27/30								
	270	30	P1	3.81	48.3	68.3	28.4	28797
	280	40	P1	4.05	50.4	71.0	30.2	33148
	290	50	P1	4.29	52.6	73.8	31.8	37639
	300	60	P1	4.53	54.8	76.5	33.5	42298
3P2 – BL40X24-27/30								
	270	30	P2	3.82	65.2	68.3	40.1	28942
	280	40	P2	4.06	68.0	71.0	42.7	33312
	290	50	P2	4.30	70.9	73.8	45.1	37822
	300	60	P2	4.54	73.9	76.5	47.3	42501
3P3 – BL40X24-27/30								
	270	30	P3	3.83	79.8	68.3	45.2	29040
	280	40	P3	4.07	83.4	71.0	48.1	33427
	290	50	P3	4.31	87.0	73.8	50.8	37953
	300	60	P3	4.55	90.7	76.5	53.3	42649
3P4 – BL40X24-27/30								
	270	30	P4	3.84	95.2	68.3	54.8	29184
	280	40	P4	4.08	100.1	71.0	58.3	33589
	290	50	P4	4.32	104.3	73.8	61.6	38135
	300	60	P4	4.56	108.7	76.5	64.7	42850

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

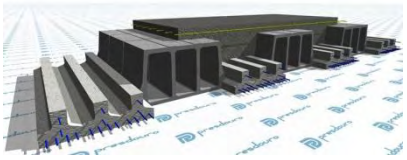
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
270	4.07	5.42	109.2
280			119.2
290			129.2
300			139.2

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	216	127	101
P2	288	169	135
P3	360	211	169
P4	432	254	203

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
240	P1,P2,P3,P4	51	77	30	A1
250	P1,P2,P3,P4	52	77, 77, 77, 76	30	A1
260	P1,P2,P3,P4	53	76	30	A1
260	P1,P2,P3,P4	53	75	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P5 – BL40X24-27/30								
	270	30	P5	3.95	121.1	71.0	70.3	30206
	280	40	P5	4.19	130.0	73.9	74.7	34720
	290	50	P5	4.43	137.8	76.7	78.9	39387
	300	60	P5	4.67	143.6	79.6	82.9	44235

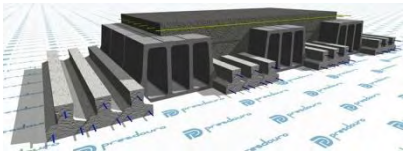
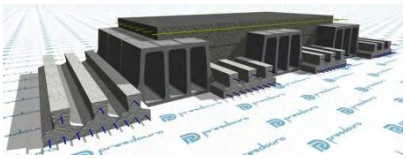
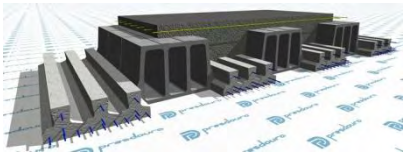
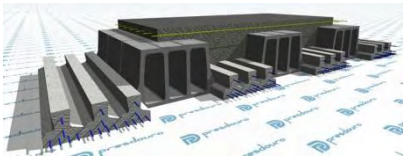
ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²			VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*		A235	A400	A500
270	3.95	5.26	112.7	P5	576	339	271
280			122.7				
290			132.7				
300			142.7				

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
240	P5	51	77	30	A1
250	P5	52	76	30	A1
260	P5	53	75	30	A1
260	P5	54	75	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P1 – BL33X24-27/30								
	270	30	P1	4.11	53.2	75.5	30.9	30749
	280	40	P1	4.35	55.5	78.5	32.9	35272
	290	50	P1	4.59	57.9	81.5	34.8	39968
	300	60	P1	4.83	60.4	84.5	36.6	44863
3P2 – BL33X24-27/30								
	270	30	P2	4.12	71.7	75.5	43.7	30904
	280	40	P2	4.36	74.8	78.5	46.6	35446
	290	50	P2	4.60	78.0	81.5	49.2	40162
	300	60	P2	4.84	81.2	84.5	51.7	45077
3P3 – BL33X24-27/30								
	270	30	P3	4.13	87.4	75.5	49.3	31008
	280	40	P3	4.37	91.6	78.5	52.4	35567
	290	50	P3	4.61	95.5	81.5	55.4	40300
	300	60	P3	4.85	99.6	84.5	58.3	45232
3P4 – BL33X24-27/30								
	270	30	P4	4.14	103.6	75.5	59.8	31161
	280	40	P4	4.38	109.5	78.5	63.6	35739
	290	50	P4	4.62	114.4	81.5	67.2	40492
	300	60	P4	4.86	119.6	84.5	70.7	45445

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

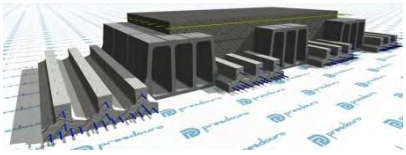
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M^2		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
270	4.49	5.99	117.5
280			127.5
290			137.5
300			147.5

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	238	140	112
P2	318	187	149
P3	397	234	187
P4	477	280	224

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
270	P1,P2,P3,P4	52	76	30	A1
280	P1,P2,P3,P4	53	67	30	A1
290	P1,P2,P3,P4	54	75	30	A1
300	P1,P2,P3,P4	54	74	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P5 – BL33X24-27/30								
	270	30	P5	4.25	130.9	78.2	76.4	32197
	280	40	P5	4.49	140.2	81.4	81.3	36878
	290	50	P5	4.73	148.8	84.5	85.9	41746
	300	60	P5	4.97	156.5	87.6	90.3	46824

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

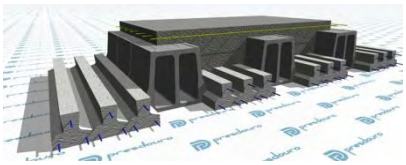
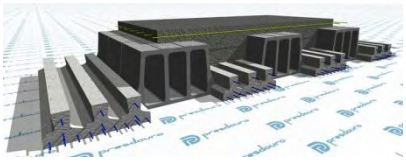
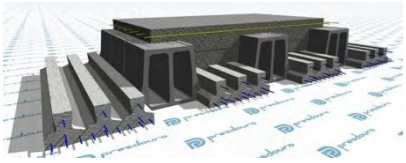
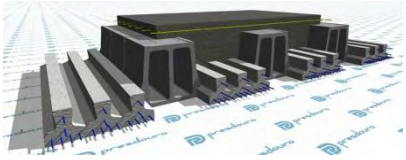
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
270	4.35	5.80	121.1
280			131.1
290			141.1
300			151.1

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	635	373	298

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
270	P5	52	76	30	A1
280	P5	53	75	30	A1
290	P5	54	74	30	A1
300	P5	55	74	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
					ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P1 – BL23X24-27/30								
	270	30	P1	4.57	62.1	88.7	35.6	34303
	280	40	P1	4.81	64.9	92.3	37.9	39088
	290	50	P1	5.05	67.7	95.8	40.1	44104
	300	60	P1	5.29	70.5	99.4	42.2	49371
3P2 – BL23X24-27/30								
	270	30	P2	4.58	83.3	88.7	50.4	34477
	280	40	P2	4.82	87.1	92.3	53.6	39281
	290	50	P2	5.06	90.9	95.8	56.7	44317
	300	60	P2	5.30	94.7	99.4	59.7	49606
3P3 – BL23X24-27/30								
	270	30	P3	4.59	101.0	88.7	56.7	34592
	280	40	P3	4.83	106.3	92.3	60.4	39413
	290	50	P3	5.07	111.0	95.8	63.8	44467
	300	60	P3	5.31	115.7	99.4	67.2	49773
3P4 – BL23X24-27/30								
	270	30	P4	4.61	118.3	88.7	68.8	34763
	280	40	P4	4.85	126.0	92.3	73.2	39605
	290	50	P4	5.09	132.5	95.8	77.4	44679
	300	60	P4	5.33	138.1	99.4	81.5	50007

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

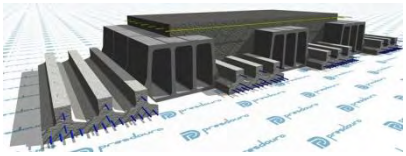
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
270	5.28	7.04	133.1
280			143.1
290			153.1
300			163.1

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	280	165	132
P2	374	220	176
P3	467	275	220
P4	561	330	264

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
270	P1,P2,P3,P4	54	75	30	A1
280	P1,P2,P3,P4	54, 54, 54, 55	74	30	A1
290	P1,P2,P3,P4	55	74, 74, 74, 73	30	A1
300	P1,P2,P3,P4	56	73	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P5 – BL23X24-27/30								
	270	30	P5	4.71	148.6	91.5	87.6	35774
	280	40	P5	4.95	158.6	95.2	93.1	40712
	290	50	P5	5.19	168.2	98.8	98.4	45893
	300	60	P5	5.43	177.2	102.5	103.6	51337

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

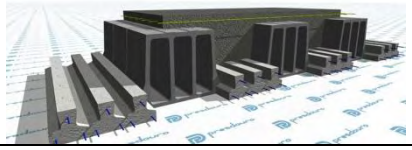
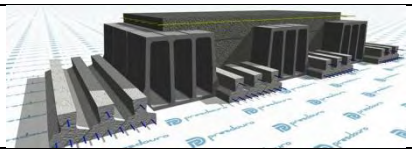
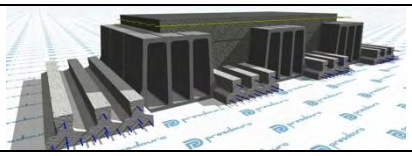
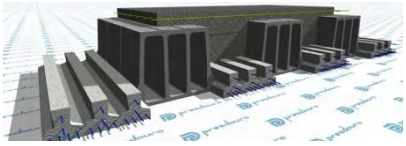
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
270	5.08	6.78	136.5
280			146.5
290			156.5
300			166.5

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	742	436	349

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
270	P5	54	75	30	A1
280	P5	55	74	30	A1
290	P5	56	73	30	A1
300	P5	56	73	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P1 – BL33X30-33/35								
	330	30	P1	4.92	67.7	93.6	41.4	54622
	340	40	P1	5.16	70.1	96.6	43.6	61487
	350	50	P1	5.40	72.5	99.6	45.5	68544
3P2 – BL33X30-33/35								
	330	30	P2	4.93	91.1	93.6	58.6	54861
	340	40	P2	5.17	94.2	96.6	61.6	61751
	350	50	P2	5.41	97.7	99.6	64.4	68834
3P3 – BL33X30-33/35								
	330	30	P3	4.94	111.8	93.6	66.0	55073
	340	40	P3	5.18	115.9	96.6	69.4	61949
	350	50	P3	5.42	119.8	99.6	72.6	69053
3P4 – BL33X30-33/35								
	330	30	P4	4.96	133.2	93.6	80.1	55275
	340	40	P4	5.20	138.8	96.6	84.2	62212
	350	50	P4	5.44	143.6	99.6	88.0	69341

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

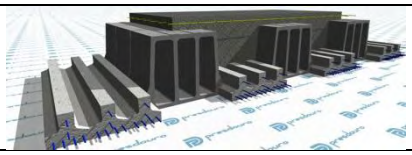
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
330	4.49	5.99	149.2
340			149.2
350			149.2

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	238	140	112
P2	318	187	149
P3	397	234	187
P4	477	280	224

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
330	P1,P2,P3,P4	55	74	30	A1
340	P1,P2,P3,P4	55	73	30	A1
350	P1,P2,P3,P4	56	73	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P5 – BL33X30-33/35								
	330	30	P5	5.09	170.8	97.0	102.2	57098
	340	40	P5	5.33	180.6	100.1	107.4	64168
	350	50	P5	5.57	188.9	103.3	112.3	71446

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

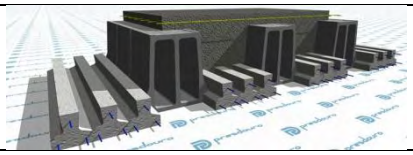
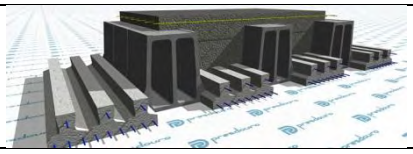
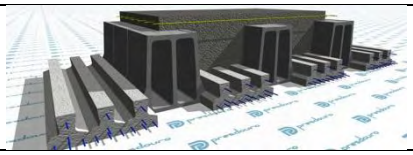
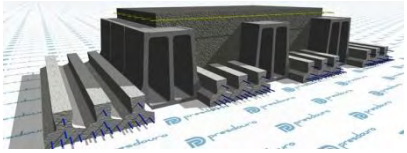
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
330	4.35	5.80	153.9
340			163.9
350			173.9

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	635	373	298

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
330	P5	55	73	30	A1
340	P5	56	73	30	A1
350	P5	57	72	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
				kN/m²	M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P1 – BL23x30-33/35								
	330	30	P1	5.53	79.2	110.0	47.9	61232
	340	40	P1	5.77	82.0	113.6	50.3	68443
	350	50	P1	6.01	84.8	117.1	52.6	75922
3P2 – BL23x30-33/35								
	330	30	P2	5.54	106.2	110.0	67.7	61501
	340	40	P2	5.78	110.0	113.6	71.1	68738
	350	50	P2	6.02	113.7	117.1	74.4	76243
3P3 – BL23x30-33/35								
	330	30	P3	5.55	129.7	110.0	76.3	61698
	340	40	P3	5.79	134.9	113.6	80.1	68957
	350	50	P3	6.03	139.7	117.1	83.8	76485
3P4 – BL23x30-33/35								
	330	30	P4	5.57	154.1	110.0	92.5	61965
	340	40	P4	5.81	160.8	113.6	97.2	69250
	350	50	P4	6.05	166.9	117.1	101.6	78804

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

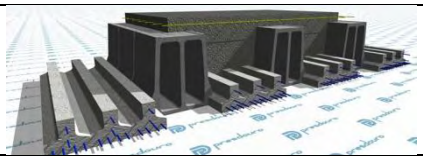
ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
330	5.28	7.04	170.2
340			180.2
350			190.2

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P1	280	165	132
P2	374	220	176
P3	467	275	220
P4	561	330	264

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
330	P1, P2, P3, P4	57	72	30	A1
340	P1, P2, P3, P4	57	72	30	A1
350	P1, P2, P3, P4	58	71	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA *mm*		VIGOTA	PESO PRÓPRIO *kN/m²*	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M_{Rd} *kNm/m*	V_{Rd} *kN/m*	M_{fctk} *kNm/m*	EI *kNm²/m*
3P5 – BL23x30-33/35								
	330	30	P5	5.70	194.8	113.5	117.5	63796
	340	40	P5	5.94	205.3	117.1	123.4	71198
	350	50	P5	6.18	215.3	120.8	129.0	78884

ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

ESPESSURA DA LAJE *mm*	QUANTIDADES POR M²		
	VIGOTAS *m*	BLOCOS *un*	BETÃO *l*
330	5.08	6.78	174.7
340			184.7
350			194.7

VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO *mm²/m*		
	A235	A400	A500
P5	742	436	349

PERFORMANCE ACÚSTICA E RESISTÊNCIA AO FOGO

ESPESSURA PAVIMENTO *mm*	VIGOTA	R_w ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO AÉREO (1) *dB*	$L_{n,w}$ ISOLAMENTO ACÚSTICO AO RUIDO DE IMPACTO (2) *dB*	GRAU DE RESISTÊNCIA AO FOGO (3) *Duração em minuto*	CLASSE DE REAÇÃO AO FOGO (4)
330	P5	57	72	30	A1
340	P5	58	71	30	A1
350	P5	58	71	30	A1

Albergaria, São João de Vêr, Apartado 141 – 4524-909 S. M. Feira | Tel. 256 910 370 | Fax. 256 917 125 | presdouro.pt | presdouro@presdouro.pt