



DOCUMENTO DE HOMOLOGAÇÃO

Homologação de novos materiais e processos de construção

FLAVIARTE – Indústria Flaviense de Artefactos de Cimento, Lda.
Sede e Fábrica:
Vila Nova de Veiga
5400-764 CHAVES
tel.: (+351) 27 630 18 40
fax: (+351) 27 630 18 49
e-e: geral@flaviarte.pt
www.flaviarte.pt

FLAVIARTE PAVIMENTOS ALIGEIRADOS DE VIGOTAS PREFABRICADAS DE BETÃO PRÉ-ESFORÇADO

PAVIMENTOS
FLOORS
PLANCHERS

DEZEMBRO DE 2007

O presente documento anula e substitui o DH 623, de Dezembro de 2000.
A situação de validade do DH pode ser verificada no portal do LNEC (www.lnec.pt).

DECISÃO DE HOMOLOGAÇÃO

O presente Documento de Homologação, elaborado no âmbito das atribuições do LNEC estabelecidas na alínea d) do nº 2 do artigo 3º do Decreto-Lei 304/2007, de 24 de Agosto, e dando cumprimento ao n.º 1.3 do artigo 1º do Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado, Decreto-Lei n.º 349-C/83, de 30 de Julho, define as características e estabelece as condições de execução e de utilização do sistema de construção dos pavimentos FLAVIARTE, constituídos por vigotas prefabricadas de betão pré-esforçado, blocos de cofragem e betão complementar moldado em obra, do qual é detentora a empresa FLAVIARTE – Indústria Flaviense de Artefactos de Cimento, Lda.

O uso do pavimento fica também condicionado pelas disposições aplicáveis da regulamentação e da documentação normativa em vigor.

O LNEC emite um parecer técnico favorável relativamente a este sistema de construção, sem prejuízo do cumprimento de quaisquer disposições legais que possam vigorar durante o período de validade deste Documento de Homologação.

Este Documento de Homologação é válido até 31 de Dezembro de 2010, podendo ser renovado mediante solicitação atempada ao LNEC.

O LNEC reserva-se o direito de proceder à suspensão ou ao cancelamento deste Documento de Homologação caso ocorram situações que o justifiquem, nomeadamente perante qualquer facto que ponha em dúvida a constância da qualidade dos pavimentos ou dos seus elementos constituintes.

Lisboa e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, em Dezembro de 2007.

O CONSELHO DIRECTIVO

Carlos Matias Ramos
Presidente

1 DESCRIÇÃO DOS PAVIMENTOS

1.1 Descrição geral

Os pavimentos FLAVIARTE são constituídos por vigotas de betão pré-esforçado e blocos de cofragem, recebendo em obra uma camada de betão armado (betão complementar) com função resistente e de solidarização do conjunto.

O seu funcionamento estrutural é comparável ao de uma laje com armadura resistente unidireccional, sendo indispensável, para que tal semelhança tenha validade, que se assegure e mantenha a necessária aderência entre o betão complementar e as vigotas.

1.2 Características dos elementos constituintes

1.2.1 Vigotas

As vigotas são prefabricadas, de betão pré-esforçado, com armadura constituída por fios de aço aderentes. No Anexo I são representados em corte transversal os diferentes tipos de vigotas com indicação dos valores relativos às suas dimensões e à posição dos fios de aço.

O betão é de cimento Portland de calcário EN197-1 – CEM II/A-L 42,5 R, com as características da classe C35/45.

Os fios de aço, certificados pela Associação para a Certificação de Produtos (CERTIF), satisfazem às características mecânicas estabelecidas na Especificação LNEC E 452-2006, a que correspondem os valores apresentados no Quadro I:

QUADRO I

Características dos fios de aço

d (mm)	A (mm ²)	R _m (MPa)	F _m (kN)	F _{p0,1} (kN)	A _{gt} (%)	E (GPa)
4,0	12,57	1770	22,3	19,6	3,5	205 ± 10
5,0	19,63		34,8	30,5		

em que:

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

A relaxação dos fios de aço, às 1000 horas, em ensaios realizados nas condições definidas na secção 10.5 da referida Especificação, não deverá exceder 2,5%.

1.2.2 Blocos de cofragem

Os blocos de cofragem utilizados são de betão de agregados de argila expandida e de betão de agregados correntes. 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 no Anexo II.

1.2.3 Betão complementar

O betão complementar é aplicado em camada contínua de espessura variável, mas nunca inferior a 30 mm, e incorpora uma armadura de distribuição.

Este betão é de cimento Portland EN 197-1, com a dosagem mínima de 300 kg de cimento por metro cúbico e as características da classe C20/25. A dimensão máxima dos agregados deve permitir o preenchimento fácil e completo dos espaços entre as vigotas e os blocos de cofragem.

Nos quadros de Elementos de Medição do Anexo IV são fornecidos os valores da secção da armadura de distribuição a incorporar na camada de betão complementar.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Tal como para outros pavimentos com a mesma constituição e o mesmo sistema estrutural, o campo de aplicação para os diversos tipos considerados dos pavimentos FLAVIARTE abrange apenas o seu emprego em edifícios de habitação ou com ocupação e utilização semelhantes.

Não se consideram abrangidas as situações em que seja previsível a actuação predominante de acções resultantes de cargas concentradas ou de cargas dinâmicas, de choque e vibração, por mais elevada que seja a capacidade resistente dos pavimentos. Por este motivo, a utilização dos pavimentos nestes últimos casos cai fora do âmbito desta homologação e carece de prévio estudo específico, eventualmente por verificação experimental.

A utilização dos pavimentos com vãos superiores a oito metros fica igualmente fora do âmbito da presente homologação, devendo ser objecto de estudo adequado em cada caso de aplicação.

3 FABRICO

3.1 Vigotas

As vigotas são fabricadas nas instalações localizadas em Vila Nova da Veiga, Chaves, por sistema mecanizado, sendo a sua moldagem feita, sem moldes fixos, sobre uma plataforma de betão, ao longo da qual se desloca um dispositivo mecânico de distribuição, moldagem lateral e compactação do betão por vibração.

A fim de evitar a aderência da base das vigotas à superfície da plataforma, esta é previamente humedecida com um produto líquido apropriado.

O pré-esforço é aplicado individualmente em cada fio utilizando macaco hidráulico accionado electricamente e no qual se pode medir o alongamento dos fios e controlar, por manómetro, a força a aplicar de harmonia com a tensão de pré-esforço na origem indicada no Anexo I.

Terminada a betonagem, as vigotas são conservadas no local de fabrico em condições ambientes naturais e rega frequente até à data em que o respectivo betão atinja o valor da resistência à compressão indicado no Anexo I.

Quando tais resistências são atingidas, o que normalmente se pode verificar entre 2 e 5 dias após a moldagem das vigotas, é feita a transmissão gradual e simultânea do pré-esforço dos fios às vigotas, por meio de sistema hidráulico.

Após esta operação, as vigotas são cortadas nos comprimentos desejados e retiradas do local de fabrico para depósito, com os cuidados de transporte necessários.

As instalações de fabrico são constituídas por 17 plataformas para moldagem simultânea de 8 linhas de vigotas por plataforma, a que correspondem cerca de 19 244 m de linhas de fabrico.

3.2 Blocos de cofragem

Os blocos de cofragem de betão de agregados de argila expandida e de betão de agregados correntes são fabricados pela própria empresa produtora dos pavimentos nas instalações localizadas em Coêdo – Vila Real e em Vila Nova de Veiga – Chaves, em máquinas vibradoras e compactadoras de instalação fixa, nas quais são incorporados os moldes dos blocos. Após a moldagem, os blocos de cofragem são colocados em estufas de cura até adquirirem a resistência necessária para o seu manuseamento, sendo de seguida transportados para o local de armazenamento.

4 IDENTIFICAÇÃO

As vigotas devem ser marcadas, de forma clara e indelével, com registo do nome da marca do pavimento, do tipo de vigota e da data do seu fabrico.

Quando tal não aconteça, cada fornecimento de vigotas deve ser acompanhado da informação acima indicada.

5 APRECIÇÃO DOS PAVIMENTOS

5.1 Características mecânicas

A determinação dos valores que representam as características mecânicas dos pavimentos foi efectuada através de cálculo automático em computador. O cálculo teve por base os valores das características mecânicas dos materiais constituintes dos pavimentos registados em 1.2 e o valor de pré-esforço na origem indicado no Anexo I.

Ao valor do pré-esforço na origem referido correspondem os valores de pré-esforço, ao fim de determinados intervalos de tempo, também indicados no Anexo I para as diferentes vigotas produzidas.

A determinação dos esforços resistentes de cálculo dos pavimentos teve em conta as disposições definidas na regulamentação em vigor aplicável, com as adaptações necessárias a este tipo de pavimentos.

Foram ainda determinados para os diferentes pavimentos os valores do factor de rigidez, EI , a utilizar na verificação do estado limite de deformação.

Nos quadros de Elementos de Cálculo do Anexo III são fornecidos os valores, respeitantes às características mecânicas, necessários para a verificação da segurança em relação aos diferentes estados limites.

5.2 Comportamento em caso de incêndio

Os materiais constituintes dos pavimentos – quer os dos seus componentes prefabricados quer o betão complementar – são da classe de reacção ao fogo MO (não-combustíveis).

No que se refere à resistência ao fogo estes pavimentos poderão ser classificados, no mínimo, nas seguintes classes:

- CF30 desde que apresentem um revestimento na face inferior com uma espessura mínima de 15 mm de argamassa de cimento e areia ou de cimento, cal e areia;
- CF60 desde que apresentem um revestimento na face inferior com uma espessura mínima de 15 mm de argamassa de cimento e agregados leves (vermiculite, perlite ou fibras minerais).

Estas classes de resistência ao fogo poderão ser adoptadas desde que nos apoios se garanta um momento resistente negativo não inferior a 15% do momento resistente último de cálculo fornecido nas tabelas.

No caso de edifícios de habitação as exigências a satisfazer são as que constam no Regulamento de Segurança contra Incêndio em Edifícios de Habitação. Os pavimentos poderão satisfazer às exigências deste regulamento mediante uma criteriosa escolha do revestimento de tecto.

5.3 Isolamento sonoro

O índice de isolamento sonoro a sons aéreos, R_w , dos pavimentos acabados, incluindo os revestimentos de piso e de tecto rigidamente ligados à laje, depende da sua massa, o que permite 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 homogêneos.

No caso destes pavimentos, a existência dos blocos de aligeiramento conduz a ligeiras reduções dos valores do R_w que serão tanto maiores quanto maior for o aligeiramento produzido, no pavimento, pelos blocos.

Nos casos em que o isolamento proporcionado pelo pavimento é superior a 35 dB e inferior a 45 dB deve também prever-se a contribuição da transmissão marginal, que se traduz, em termos médios, numa redução de 3 dB nos valores de R_w . Para valores de R_w superiores a 45 dB é aconselhável recorrer à verificação do comportamento em obra, pois as previsões podem revelar-se bastante falíveis.

Se não se considerarem as reduções anteriormente referidas, para um pavimento com uma massa de 260 kg/m² estima-se um valor de R_w próximo de 48 dB.

O índice de isolamento sonoro a sons de percussão, $L_{n,w'}$, para além de depender da constituição da laje é função do tipo de revestimento de piso a adoptar. É possível estimar-se esse índice recorrendo à aplicação do invariante $R_w + L_{n,w'}$, desde que se conheça a massa por unidade de superfície do pavimento, admitindo a aplicabilidade da “lei da massa” para a determinação de R_w .

No caso de lajes aligeiradas de vigotas, não revestidas, é recomendada a adopção do valor 120 para o invariante $R_w + L_{n,w'}$ referido [$L_{n,w'}$ em dB/(oit./3)], o que, conhecido o valor de R_w , permite a determinação de $L_{n,w'}$.

Analogamente ao referido para os sons aéreos, deve admitir-se a ocorrência de uma transmissão marginal dos sons de percussão, que se traduz em média num acréscimo dos valores do $L_{n,w'}$ inicialmente estimados, em cerca de 2 dB.

As exigências de isolamento sonoro a satisfazer são as que constam do Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios.

5.4 Isolamento térmico

Os parâmetros que caracterizam o isolamento térmico – resistência térmica, R , ou coeficiente de transmissão térmica, U – podem ser determinados recorrendo a métodos convencionais.

Estes parâmetros devem ser determinados nas situações em que os pavimentos têm de satisfazer exigências de isolamento térmico, como é o caso de lajes de esteira ou de cobertura e de pavimentos sobre espaços exteriores ou locais não aquecidos.

Estes pavimentos, por si sós, não garantem a satisfação das exigências aplicáveis, que constam do Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios, pelo que se torna necessário, naquelas situações, prever soluções de isolamento térmico complementar.

6 EXECUÇÃO DOS PAVIMENTOS

A execução dos pavimentos em obra deve basear-se em projecto específico a elaborar para cada obra.

Nos casos correntes, aquela execução e o respectivo projecto devem satisfazer às condições expressas no relatório do LNEC "Pavimentos aligeirados de vigotas prefabricadas de betão pré-esforçado – Condições a satisfazer no projecto e na execução", de Dezembro de 2007.

7 ANÁLISE EXPERIMENTAL

Os ensaios realizados no âmbito da presente homologação incidiram sobre os componentes prefabricados dos pavimentos – vigotas e blocos de cofragem – e sobre os materiais constituintes das vigotas.

Os ensaios de vigotas, efectuados de acordo com as Especificações LNEC E 437-1995, E 438-1995 e E 440-1995, constaram de:

- verificação das dimensões da secção das vigotas e do posicionamento da armadura;
- determinação do valor da tensão de pré-esforço nas armaduras das vigotas.

Os ensaios de blocos de cofragem consistiram na verificação das suas dimensões, massa e capacidade resistente e foram efectuados de acordo com as Especificações LNEC E 442-1995, E 443-1995 e E 444-1995.

Sobre o betão constituinte das vigotas foi realizado o seguinte ensaio:

- verificação da resistência à compressão.

Os resultados dos ensaios foram globalmente satisfatórios, permitindo comprovar que os componentes prefabricados dos pavimentos ensaiados possuem as características definidas em 1.2 e satisfazem às exigências constantes das Especificações LNEC E 435-1995 e E 436-1995, aplicáveis respectivamente a vigotas e a blocos de cofragem.

8 VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE

8.1 Constância da qualidade

A entidade produtora deve garantir condições de fabrico que assegurem a constância das características dos elementos constituintes dos pavimentos definidas no presente Documento de Homologação, devendo as instalações de fabrico dos produtos

ser dirigidas por técnico de engenharia, devidamente habilitado e responsável pela qualidade do material produzido.

Perante qualquer facto que faça pôr em dúvida a condição essencial da constância da qualidade do material produzido, o Laboratório Nacional de Engenharia Civil reserva-se o direito de exigir a realização de ensaios de verificação das características dos produtos prefabricados, por conta da empresa produtora dos pavimentos e em condições a definir.

8.2 Ensaios de recepção

A concessão da presente homologação não constitui garantia da constância da qualidade do material empregado nos pavimentos FLAVIARTE pelo que deverá a fiscalização decidir, quando necessário, as verificações e a realização de ensaios de recepção, os quais se justificam em especial no caso de fornecimento de grandeza significativa.

Os ensaios a efectuar, por amostragem, sobre vigotas constarão de:

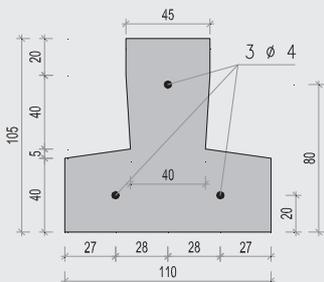
- verificação das dimensões das vigotas e do posicionamento dos fios, os quais devem satisfazer aos valores respectivos indicados no Anexo I dentro das tolerâncias indicadas na Especificação LNEC E 435-1995;
- verificação da tensão de pré-esforço instalada nos fios (num mínimo de duas vigotas), a qual deve satisfazer aos valores indicados no Anexo I;
- verificação das características mecânicas do aço empregado, as quais devem satisfazer aos valores característicos mínimos indicados em 1.2.1 (esta verificação pode ser substituída por certificado de fabrico do aço empregado).

Os ensaios a efectuar, por amostragem, sobre blocos de cofragem constarão de:

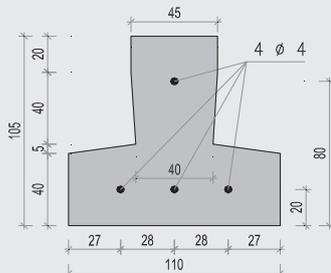
- verificação das dimensões e da massa dos blocos, as quais devem satisfazer aos valores indicados no Anexo II, dentro das tolerâncias indicadas na Especificação LNEC E 436-1995; a diferença entre as larguras efectivas dos blocos de um mesmo tipo, num mesmo fornecimento, não deve ultrapassar 10 mm;
- verificação da capacidade resistente dos blocos, a qual deve satisfazer à condição indicada na Especificação LNEC E 436-1995 (este ensaio pode, em geral, ser dispensado desde que o bloco satisfaça às condições de geometria e de massa exigidas).

GEOMETRIA TRANSVERSAL

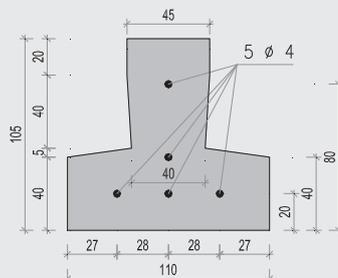
E2



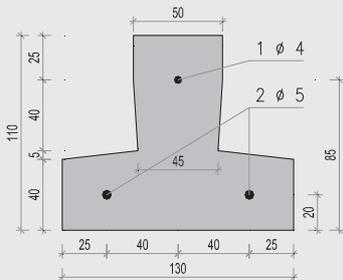
E3



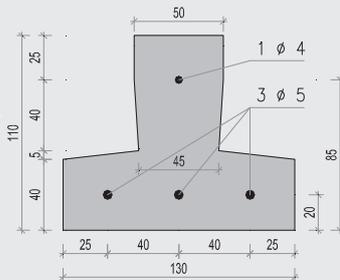
E4



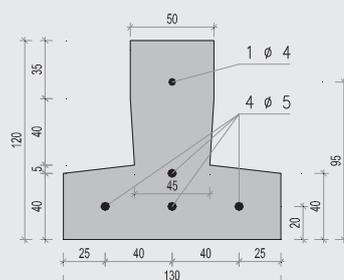
V2



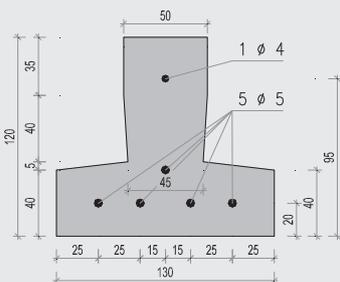
V3



V4



V5



ANEXO I.2 - CARACTERÍSTICAS DAS VIGOTAS

FLAVIARTE

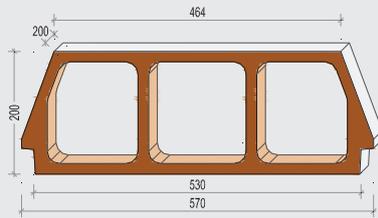
VIGOTA	MASSA <i>kg/m</i>	ARMADURAS							f_{ckj} <i>MPa</i> (2)
		NÍVEL	DIÂMETRO <i>mm</i>	PRÉ-ESFORÇO <i>MPa</i> (1)					
				na origem	28 dias	2 meses	1 ano	tempo infinito	
E2	18,2	Superior	1 Ø 4,0	1200	1020	990	940	890	20
		Inferior	2 Ø 4,0	1200	1020	990	930	890	
E3	18,2	Superior	1 Ø 4,0	1200	1020	990	930	890	20
		Inferior	3 Ø 4,0	1200	970	930	860	820	
E4	18,3	Superior	1 Ø 4,0	1200	990	950	890	850	20
		Médio	1 Ø 4,0	1200	950	910	840	800	
		Inferior	3 Ø 4,0	1200	940	900	820	780	
V2	21,8	Superior	1 Ø 4,0	1200	1040	1010	960	920	20
		Inferior	2 Ø 5,0	1200	990	960	890	850	
V3	21,9	Superior	1 Ø 4,0	1200	1040	1010	960	910	23
		Inferior	3 Ø 5,0	1200	930	890	810	760	
V4	23,2	Superior	1 Ø 4,0	1200	1020	990	930	890	27
		Médio	1 Ø 5,0	1200	920	880	800	760	
		Inferior	3 Ø 5,0	1200	890	840	760	710	
V5	23,3	Superior	1 Ø 4,0	1200	1020	990	940	890	34
		Médio	1 Ø 5,0	1200	880	840	750	700	
		Inferior	4 Ø 5,0	1200	830	780	690	640	

(1) Valores médios do pré-esforço nas armaduras das vigotas ao fim dos intervalos de tempo indicados. Estes intervalos são definidos a partir da data de moldagem e correspondem ao pré-esforço na origem acima indicado.

(2) 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 de 15 cm de aresta.

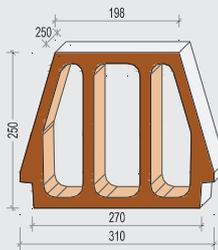
GEOMETRIA TRANSVERSAL

BL53x20x20



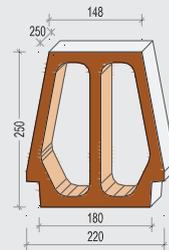
massa = 7,5 kg

BL27x25x25



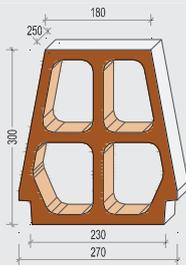
massa = 8,5 kg

BL18x25x25



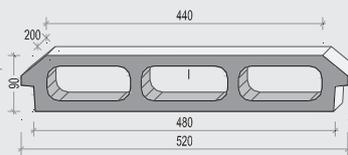
massa = 6,0 kg

BL23x30x25



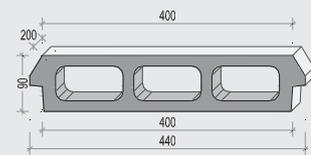
massa = 8,5 kg

BN48x09x20



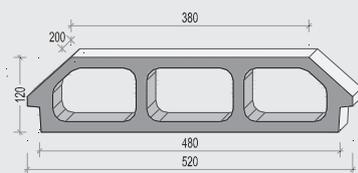
massa = 9,0 kg

BN40x09x20



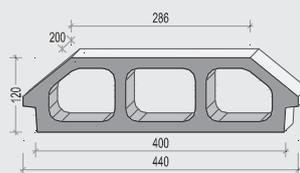
massa = 9,0 kg

BN48x12x20



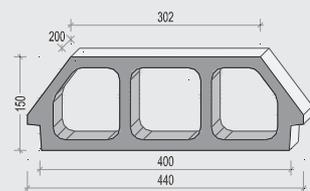
massa = 11,0 kg

BN40x12x20



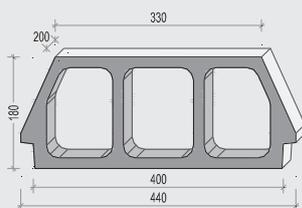
massa = 9,0 kg

BN40x15x20



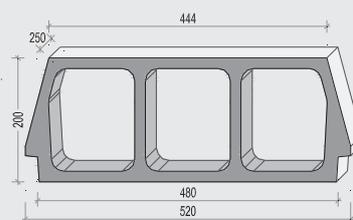
massa = 10,5 kg

BN40x18x20



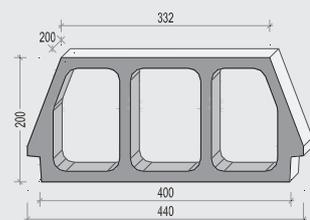
massa = 11,0 kg

BN48x20x25



massa = 19,5 kg

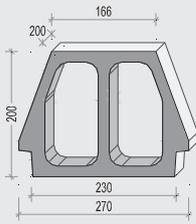
BN40x20x20



massa = 12,5 kg

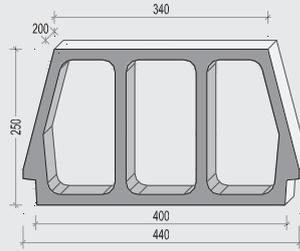
GEOMETRIA TRANSVERSAL

BN23x20x20



massa = 8,0 kg

BN40x25x20

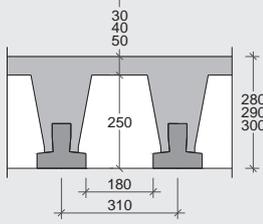
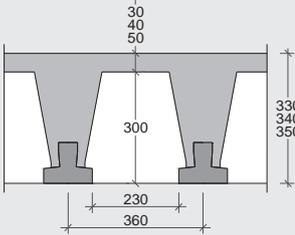
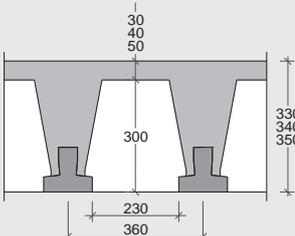
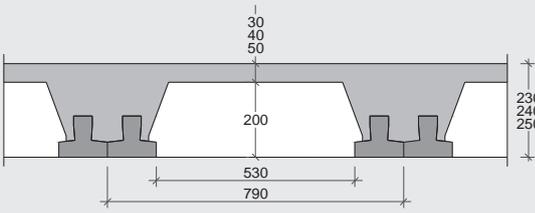
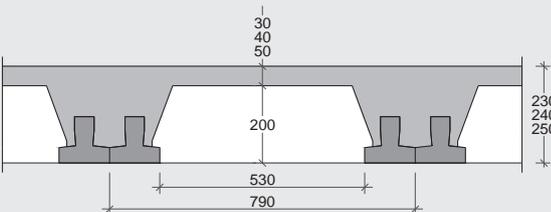


massa = 15,0 kg

FLAVIARTE

ANEXO III.1 - ELEMENTOS DE CÁLCULO

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA mm		VIGOTA	PESO PRÓPRIO kN/m ²	ESTADOS LIMITE			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
			M _{Rd} kNm/m	V _{Rd} kN/m	M _{ctk} kNm/m	EI kNm ² /m		
V2/V3-BL53x20-23/25 	230	30	V2	2,29	20,3	22,1	13,2	11045
	240	40	V2	2,53	21,3	23,1	14,1	12912
	250	50	V2	2,77	22,4	24,2	14,9	14799
	230	30	V3	2,29	28,3	22,1	18,2	11130
	240	40	V3	2,53	29,8	23,1	19,4	13011
	250	50	V3	2,77	31,3	24,2	20,6	14910
V4/V5-BL53x20-23/25 	230	30	V4	2,30	35,2	22,1	20,6	11191
	240	40	V4	2,54	37,0	23,1	22,0	13086
	250	50	V4	2,78	38,9	24,2	23,4	15001
	230	30	V5	2,30	43,0	22,1	24,2	11275
	240	40	V5	2,54	45,2	23,1	25,8	13184
	250	50	V5	2,78	47,5	24,2	27,4	15112
V2/V3-BL27x25-28/30 	280	30	V2	3,69	41,8	45,1	27,7	26603
	290	40	V2	3,93	43,5	46,9	29,3	30403
	300	50	V2	4,17	45,3	48,6	30,8	34289
	280	30	V3	3,70	58,1	45,1	38,2	26780
	290	40	V3	3,94	60,5	46,9	40,5	30603
	300	50	V3	4,18	62,9	48,6	42,5	34511
V4/V5-BL27x25-28/30 	280	30	V4	3,71	72,2	45,1	43,5	26921
	290	40	V4	3,95	75,2	46,9	46,1	30769
	300	50	V4	4,19	78,2	48,6	48,5	34704
	280	30	V5	3,72	87,6	45,1	50,9	27096
	290	40	V5	3,96	91,4	46,9	54,0	30967
	300	50	V5	4,20	95,0	48,6	56,8	34924
V2/V3-BL18x25-28/30 	280	30	V2	3,91	53,5	54,8	34,7	30680
	290	40	V2	4,15	55,8	56,9	36,9	35051
	300	50	V2	4,39	58,0	59,0	38,8	39533
	280	30	V3	3,92	74,2	54,8	47,9	30884
	290	40	V3	4,16	77,2	56,9	50,8	35281
	300	50	V3	4,40	80,3	59,0	53,6	39790

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA mm		VIGOTA	PESO PRÓPRIO kN/m ²	ESTADOS LIMITE			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M _{Rd} kNm/m	V _{Rd} kN/m	M _{Feck} kNm/m	EI kNm ² /m
V4/V5-BL18x25-28/30 	280	30	V4	3,93	91,6	57,0	54,4	31038
	290	40	V4	4,17	95,7	59,2	57,8	35465
	300	50	V4	4,41	99,6	61,4	61,0	40004
	280	30	V5	3,95	109,8	57,0	63,7	31240
	290	40	V5	4,19	115,7	59,2	67,7	35692
	300	50	V5	4,43	120,5	61,4	71,4	40258
	V2/V3-BL23x30-33/35 	330	30	V2	4,29	56,1	56,3	38,6
340		40	V2	4,53	58,0	58,1	40,5	50144
350		50	V2	4,77	60,0	59,9	42,3	55893
330		30	V3	4,30	77,8	56,3	53,2	44741
340		40	V3	4,54	80,4	58,1	55,8	50443
350		50	V3	4,78	83,1	59,9	58,3	56222
V4/V5-BL23x30-33/35 		330	30	V4	4,31	97,1	58,5	60,8
	340	40	V4	4,55	100,4	60,4	63,9	50720
	350	50	V4	4,79	103,7	62,3	66,8	56537
	330	30	V5	4,32	117,5	58,5	71,1	45247
	340	40	V5	4,56	121,9	60,4	74,8	51015
	350	50	V5	4,80	125,9	62,3	78,2	56862
	2V2/2V3-BL53x20-23/25 	230	30	V2	2,83	33,4	41,3	20,8
240		40	V2	3,07	35,2	43,3	22,4	18255
250		50	V2	3,31	36,9	45,2	23,8	21017
230		30	V3	2,84	46,5	41,3	28,7	15680
240		40	V3	3,08	48,9	43,3	30,8	18383
250		50	V3	3,32	51,4	45,2	32,8	21163
2V4/2V5-BL53x20-23/25 		230	30	V4	2,85	57,3	42,7	32,4
	240	40	V4	3,09	60,4	44,7	34,9	18472
	250	50	V4	3,33	63,5	46,7	37,2	21270
	230	30	V5	2,86	69,5	42,7	38,0	15860
	240	40	V5	3,10	73,3	44,7	40,9	18598
	250	50	V5	3,34	77,1	46,7	43,6	21414

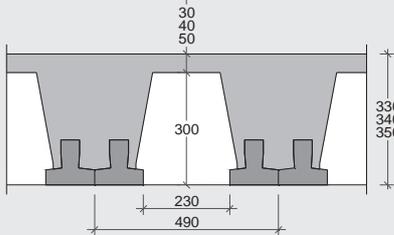
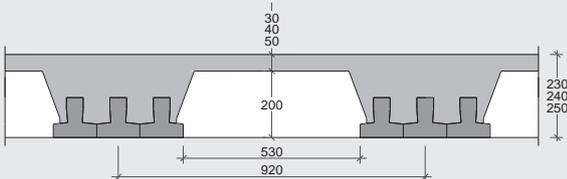
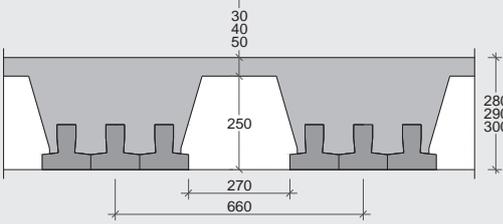
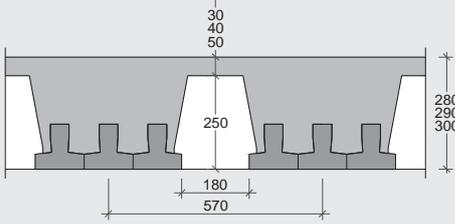
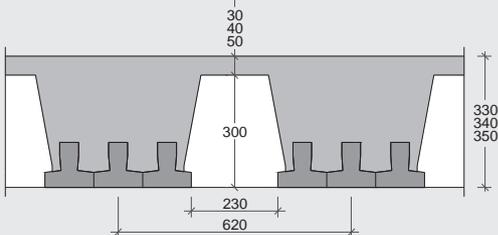
FLAVIARTE

ANEXO III.3 - ELEMENTOS DE CÁLCULO

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA mm		VIGOTA	PESO PRÓPRIO kN/m ²	ESTADOS LIMITE			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M _{Rd} kNm/m	V _{Rd} kN/m	M _{req} kNm/m	EI kNm ² /m
2V2/2V3-BL27x25-28/30 	280	30	V2	4,45	62,2	74,3	39,9	35272
	290	40	V2	4,69	64,8	77,2	42,3	40079
	300	50	V2	4,93	67,5	80,0	44,6	45078
	280	30	V3	4,47	86,0	74,3	55,0	35491
	290	40	V3	4,71	89,6	77,2	58,3	40325
	300	50	V3	4,95	93,2	80,0	61,5	45351
	280	30	V3	4,47	86,0	74,3	55,0	35491
2V4/2V5-BL27x25-28/30 	280	30	V4	4,48	105,5	76,2	62,3	35653
	290	40	V4	4,72	110,6	79,1	66,2	40514
	300	50	V4	4,96	115,2	82,1	69,9	45569
	280	30	V5	4,50	125,0	76,2	73,0	35870
	290	40	V5	4,74	132,9	79,1	77,5	40757
	300	50	V5	4,98	139,0	82,1	81,9	45838
	280	30	V5	4,50	125,0	76,2	73,0	35870
2V2/2V3-BL18x25-28/30 	280	30	V2	4,76	74,3	85,7	46,8	39254
	290	40	V2	5,00	77,5	88,9	49,7	44489
	300	50	V2	5,24	80,7	92,2	52,5	49957
	280	30	V3	4,78	102,0	85,7	64,6	39498
	290	40	V3	5,02	106,6	88,9	68,6	44760
	300	50	V3	5,26	111,0	92,2	72,4	50257
	280	30	V3	4,78	102,0	85,7	64,6	39498
2V4/2V5-BL18x25-28/30 	280	30	V4	4,80	123,2	87,2	73,1	39671
	290	40	V4	5,04	130,7	90,5	77,8	44962
	300	50	V4	5,28	136,6	93,9	82,2	50490
	280	30	V5	4,81	144,5	87,2	85,6	39911
	290	40	V5	5,05	153,7	90,5	91,0	45231
	300	50	V5	5,29	162,4	93,9	96,3	50787
	280	30	V5	4,81	144,5	87,2	85,6	39911
2V2/2V3-BL23x30-33/35 	330	30	V2	5,27	81,5	91,7	54,4	58804
	340	40	V2	5,51	84,3	94,7	57,1	65757
	350	50	V2	5,75	87,2	97,6	59,7	72936
	330	30	V3	5,29	112,4	91,7	75,0	59135
	340	40	V3	5,53	116,4	94,7	78,7	66122
	350	50	V3	5,77	120,2	97,6	82,3	73334
	330	30	V3	5,29	112,4	91,7	75,0	59135

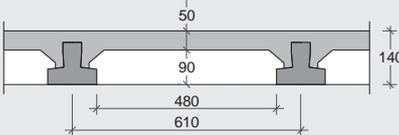
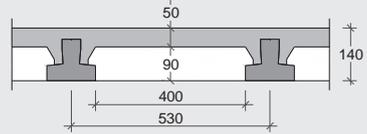
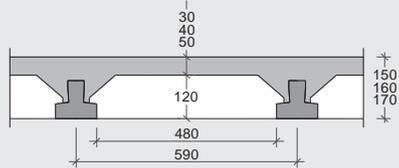
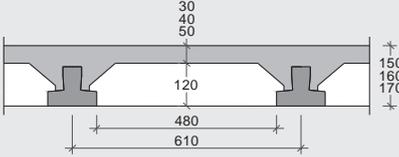
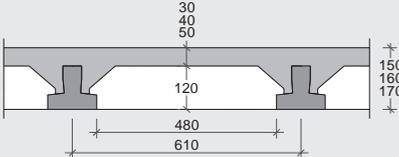
ANEXO III.4 - ELEMENTOS DE CÁLCULO

FLAVIARTE

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA mm		VIGOTA	PESO PRÓPRIO kN/m ²	ESTADOS LIMITE			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M _{Rd} kNm/m	V _{Rd} kN/m	M _{feck} kNm/m	EI kNm ² /m
2V4/2V5-BL23x30-33/35 	330	30	V4	5,30	138,5	93,3	85,4	59413
	340	40	V4	5,54	144,2	96,4	89,9	66438
	350	50	V4	5,78	149,3	99,4	94,1	73691
	330	30	V5	5,32	165,0	93,3	100,0	59741
	340	40	V5	5,56	173,3	96,4	105,2	66799
	350	50	V5	5,80	180,1	99,4	110,2	74086
3V4/3V5-BL53x20-23/25 	230	30	V4	3,25	72,1	54,8	40,3	18496
	240	40	V4	3,49	76,3	57,4	43,4	21631
	250	50	V4	3,73	80,3	60,0	46,5	24895
	230	30	V5	3,26	84,9	54,8	47,2	18619
	240	40	V5	3,50	91,8	57,4	50,9	21774
	250	50	V5	3,74	97,0	60,0	54,4	25058
3V4/3V5-BL27x25-28/30 	280	30	V4	4,95	123,6	92,6	73,2	40394
	290	40	V4	5,19	130,7	96,1	77,8	45687
	300	50	V4	5,43	136,6	99,7	82,2	51235
	280	30	V5	4,97	145,2	92,6	85,7	40635
	290	40	V5	5,21	154,1	96,1	91,0	45955
	300	50	V5	5,45	162,5	99,7	96,2	51530
3V4/3V5-BL18x25-28/30 	280	30	V4	5,27	139,0	103,6	83,0	44025
	290	40	V4	5,51	147,2	107,6	88,2	49647
	300	50	V4	5,75	155,0	111,6	93,2	55563
	280	30	V5	5,29	162,8	103,6	97,1	44287
	290	40	V5	5,53	172,7	107,6	103,2	49938
	300	50	V5	5,77	182,3	111,6	109,2	55883
3V4/3V5-BL23x30-33/35 	330	30	V4	5,88	161,3	113,6	99,2	67122
	340	40	V4	6,12	168,3	117,3	104,4	74660
	350	50	V4	6,36	174,6	120,9	109,3	82502
	330	30	V5	5,90	189,9	113,6	116,1	67485
	340	40	V5	6,14	199,7	117,3	122,1	75057
	350	50	V5	6,38	209,0	120,9	127,9	82934

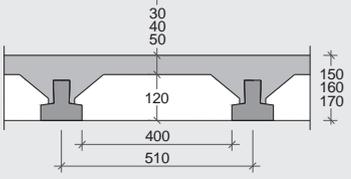
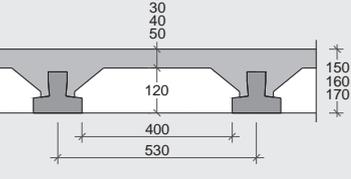
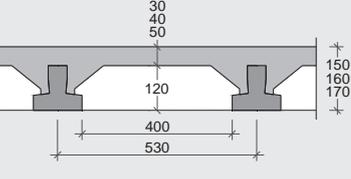
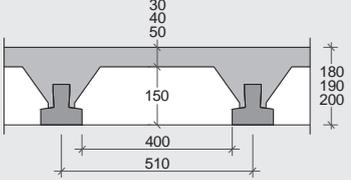
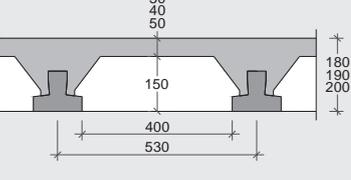
FLAVIARTE

ANEXO III.5 - ELEMENTOS DE CÁLCULO

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA mm		VIGOTA	PESO PRÓPRIO kN/m ²	ESTADOS LIMITE			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M _{Rd} kNm/m	V _{Rd} kN/m	M _{req} kNm/m	EI kNm ² /m
	140	50	V2	2,39	11,5	13,7	6,2	2924
	140	50	V3	2,40	16,3	13,7	8,6	2954
	140	50	V2	2,51	13,1	15,7	7,0	3205
	140	50	V3	2,52	18,5	15,7	9,7	3238
	150	30	E2	2,23	9,2	12,5	4,9	3198
	160	40	E2	2,47	10,1	13,4	5,4	3905
	170	50	E2	2,71	11,0	14,4	6,0	4684
	150	30	E3	2,23	12,8	12,5	6,9	3222
	160	40	E3	2,47	13,9	13,4	7,7	3934
	170	50	E3	2,71	15,1	14,4	8,5	4718
	150	30	E4	2,24	15,6	12,5	7,9	3236
	160	40	E4	2,48	17,1	13,4	8,7	3952
	170	50	E4	2,72	18,5	14,4	9,7	4739
	150	30	V2	2,28	12,6	14,8	7,0	3526
	160	40	V2	2,52	13,8	15,9	7,8	4313
	170	50	V2	2,76	14,9	17,1	8,6	5176
	150	30	V3	2,28	17,9	14,8	9,7	3560
	160	40	V3	2,52	19,5	15,9	10,8	4354
	170	50	V3	2,76	21,0	17,1	11,9	5224
		150	30	V4	2,29	21,7	14,8	10,9
160		40	V4	2,53	23,7	15,9	12,1	4377
170		50	V4	2,77	25,8	17,1	13,4	5252
150		30	V5	2,30	26,6	14,8	12,8	3613
160		40	V5	2,54	29,0	15,9	14,2	4418
170		50	V5	2,78	31,5	17,1	15,7	5300

ANEXO III.6 - ELEMENTOS DE CÁLCULO

FLAVIARTE

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA mm		VIGOTA	PESO PRÓPRIO kN/m ²	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M _{Rd} kNm/m	V _{Rd} kN/m	M _{ftk} kNm/m	EI kNm ² /m
E2/E4-BN40x12-15/17 	150	30	E2	2,28	10,6	14,4	5,5	3531
	160	40	E2	2,52	11,6	15,5	6,1	4316
	170	50	E2	2,76	12,6	16,6	6,8	5183
	150	30	E3	2,28	14,7	14,4	7,9	3557
	160	40	E3	2,52	16,0	15,5	8,7	4348
	170	50	E3	2,76	17,3	16,6	9,7	5220
	150	30	E4	2,29	17,9	14,4	8,9	3571
	160	40	E4	2,53	19,6	15,5	9,9	4366
	170	50	E4	2,77	21,3	16,6	11,0	5242
V2/V3-BN40x12-15/17 	150	30	V2	2,33	14,5	17,0	7,9	3870
	160	40	V2	2,57	15,8	18,3	8,8	4738
	170	50	V2	2,81	17,1	19,6	9,8	5691
	150	30	V3	2,34	20,4	17,0	11,0	3907
	160	40	V3	2,58	22,2	18,3	12,2	4782
	170	50	V3	2,82	24,1	19,6	13,5	5743
V4/V5-BN40x12-15/17 	150	30	V4	2,35	24,7	17,0	12,3	3928
	160	40	V4	2,59	27,0	18,3	13,7	4807
	170	50	V4	2,83	29,4	19,6	15,1	5773
	150	30	V5	2,36	30,1	17,0	14,4	3964
	160	40	V5	2,60	33,0	18,3	16,1	4851
	170	50	V5	2,84	35,8	19,6	17,7	5825
E2/E4-BN40x15-18/20 	180	30	E2	2,60	13,6	17,7	7,5	5910
	190	40	E2	2,84	14,6	18,9	8,2	7060
	200	50	E2	3,08	15,6	20,0	8,9	8282
	180	30	E3	2,60	18,7	17,7	10,7	5950
	190	40	E3	2,84	20,0	18,9	11,7	7107
	200	50	E3	3,08	21,4	20,0	12,6	8337
	180	30	E4	2,61	22,9	17,7	12,2	5975
	190	40	E4	2,85	24,6	18,9	13,3	7138
	200	50	E4	3,09	26,3	20,0	14,4	8373
V2/V3-BN40x15-18/20 	180	30	V2	2,67	18,4	21,0	10,8	6477
	190	40	V2	2,91	19,8	22,3	11,8	7749
	200	50	V2	3,15	21,1	23,6	12,8	9100
	180	30	V3	2,68	25,9	21,0	15,0	6533
	190	40	V3	2,92	27,7	22,3	16,3	7816
	200	50	V3	3,16	29,5	23,6	17,7	9176

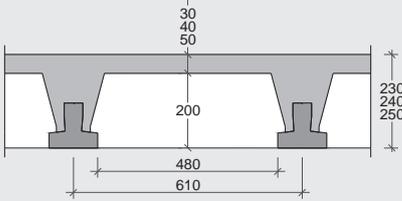
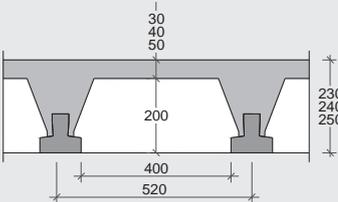
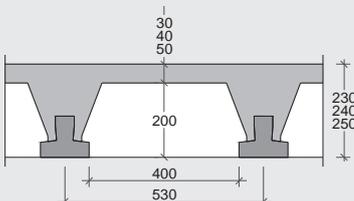
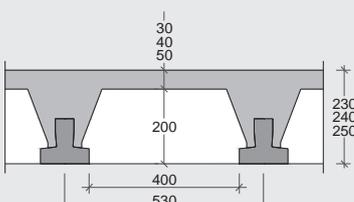
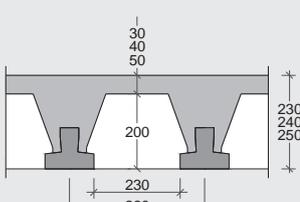
FLAVIARTE

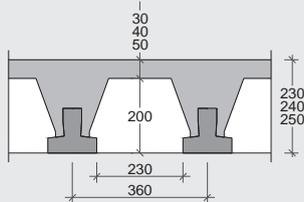
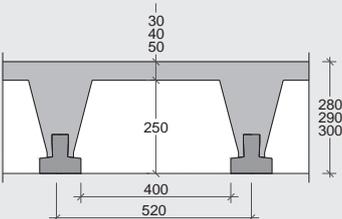
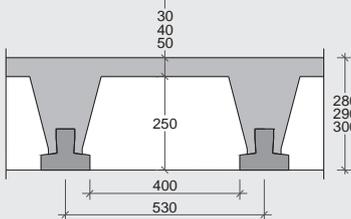
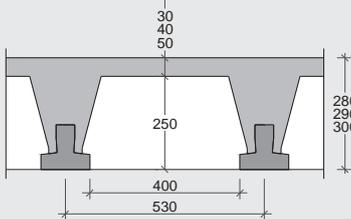
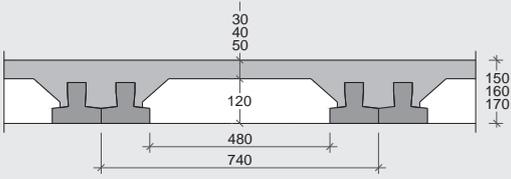
ANEXO III.7 - ELEMENTOS DE CÁLCULO

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA mm		VIGOTA	PESO PRÓPRIO kN/m ²	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M _{Rd} kNm/m	V _{Rd} kN/m	M _{ctk} kNm/m	EI kNm ² /m
V4/V5-BN40x15-18/20 	180	30	V4	2,68	31,7	21,0	16,8	6566
	190	40	V4	2,92	34,0	22,3	18,4	7856
	200	50	V4	3,16	36,4	23,6	19,9	9226
	180	30	V5	2,69	38,7	21,0	19,7	6621
	190	40	V5	2,93	41,5	22,3	21,5	7922
	200	50	V5	3,17	44,4	23,6	23,4	9302
V2/V3-BN40x18-21/23 	210	30	V2	2,88	22,4	24,9	13,9	9911
	220	40	V2	3,12	23,8	26,2	15,0	11681
	230	50	V2	3,36	25,1	27,5	16,0	13508
	210	30	V3	2,89	31,4	24,9	19,2	9990
	220	40	V3	3,13	33,2	26,2	20,7	11774
	230	50	V3	3,37	35,0	27,5	22,1	13614
V4/V5-BN40x18-21/23 	210	30	V4	2,90	38,7	24,9	21,7	10041
	220	40	V4	3,14	41,0	26,2	23,4	11837
	230	50	V4	3,38	43,4	27,5	25,0	13690
	210	30	V5	2,90	47,3	24,9	25,4	10119
	220	40	V5	3,14	50,0	26,2	27,4	11929
	230	50	V5	3,38	52,9	27,5	29,3	13795
E3/E4-BN48x20-23/25 	230	30	E3	2,90	22,0	8,7	13,9	10487
	240	40	E3	3,14	23,2	9,1	14,8	12249
	250	50	E3	3,38	24,3	9,5	15,6	14013
	230	30	E4	2,91	27,2	8,7	15,8	10532
	240	40	E4	3,15	28,6	9,1	16,8	12303
	250	50	E4	3,39	30,1	9,5	17,8	14076
V2/V3-BN48x20-23/25 	230	30	V2	2,99	21,9	23,9	14,2	11512
	240	40	V2	3,23	23,0	25,0	15,1	13481
	250	50	V2	3,47	24,2	26,2	16,0	15459
	230	30	V3	3,00	30,6	23,9	19,6	11601
	240	40	V3	3,24	32,2	25,0	20,9	13585
	250	50	V3	3,48	33,8	26,2	22,1	15577

ANEXO III.8 - ELEMENTOS DE CÁLCULO

FLAVIARTE

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA mm		VIGOTA	PESO PRÓPRIO kN/m ²	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M _{Rd} kNm/m	V _{Rd} kN/m	M _{ctk} kNm/m	EI kNm ² /m
V4/V5-BN48x20-23/25 	230	30	V4	3,00	37,9	23,9	22,1	11664
	240	40	V4	3,24	39,9	25,0	23,7	13663
	250	50	V4	3,48	42,0	26,2	25,1	15672
	230	30	V5	3,01	46,3	23,9	25,9	11751
	240	40	V5	3,25	48,8	25,0	27,8	13766
	250	50	V5	3,49	51,2	26,2	29,5	15789
	E3/E4-BN40x20-23/25 	230	30	E3	3,05	25,4	23,3	15,8
240		40	E3	3,29	26,7	24,4	16,9	13644
250		50	E3	3,53	28,1	25,5	17,9	15634
230		30	E4	3,05	31,3	23,3	18,0	11737
240		40	E4	3,29	33,0	24,4	19,2	13702
250		50	E4	3,53	34,6	25,5	20,4	15701
V2/V3-BN40x20-23/25 		230	30	V2	3,14	25,1	27,5	16,1
	240	40	V2	3,38	26,4	28,8	17,2	14909
	250	50	V2	3,62	27,8	30,1	18,2	17107
	230	30	V3	3,15	35,0	27,5	22,2	12852
	240	40	V3	3,39	36,9	28,8	23,7	15021
	250	50	V3	3,63	38,7	30,1	25,2	17234
	V4/V5-BN40x20-23/25 	230	30	V4	3,15	43,4	27,5	25,1
240		40	V4	3,39	45,7	28,8	26,9	15104
250		50	V4	3,63	48,0	30,1	28,6	17333
230		30	V5	3,16	53,0	27,5	29,4	13014
240		40	V5	3,40	55,7	28,8	31,5	15215
250		50	V5	3,64	58,6	30,1	33,5	17459
V2/V3-BN23x20-23/25 		230	30	V2	3,67	36,5	40,5	22,6
	240	40	V2	3,91	38,4	42,4	24,2	19047
	250	50	V2	4,15	40,4	44,3	25,8	21828
	230	30	V3	3,68	50,8	40,5	31,1	16498
	240	40	V3	3,92	53,4	42,4	33,4	19187
	250	50	V3	4,16	56,1	44,3	35,6	21987

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA mm		VIGOTA	PESO PRÓPRIO kN/m ²	ESTADOS LIMITE			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M _{Rd} kNm/m	V _{Rd} kN/m	M _{Edk} kNm/m	EI kNm ² /m
V4/V5-BN23x20-23/25 	230	30	V4	3,69	62,5	40,5	35,1	16578
	240	40	V4	3,93	65,8	42,4	37,8	19285
	250	50	V4	4,17	69,3	44,3	40,3	22102
	230	30	V5	3,70	75,4	40,5	41,1	16698
	240	40	V5	3,94	79,8	42,4	44,2	19423
	250	50	V5	4,18	83,9	44,3	47,2	22259
E3/E4-BN40x25-28/30 	280	30	E3	3,56	32,1	12,4	21,2	20011
	290	40	E3	3,80	33,4	12,9	22,3	23014
	300	50	E3	4,04	34,8	13,3	23,4	26005
	280	30	E4	3,56	39,7	12,4	24,1	20090
	290	40	E4	3,80	41,3	12,9	25,4	23106
	300	50	E4	4,04	43,0	13,3	26,6	26110
V2/V3-BN40x25-28/30 	280	30	V2	3,68	31,8	34,1	21,6	21893
	290	40	V2	3,92	33,1	35,4	22,8	25195
	300	50	V2	4,16	34,4	36,7	23,9	28500
	280	30	V3	3,68	44,2	34,1	29,7	22040
	290	40	V3	3,92	46,0	35,4	31,4	25362
	300	50	V3	4,16	47,9	36,7	32,9	28688
V4/V5-BN40x25-28/30 	280	30	V4	3,69	55,1	34,1	33,9	22161
	290	40	V4	3,93	57,4	35,4	35,8	25508
	300	50	V4	4,17	59,7	36,7	37,6	28857
	280	30	V5	3,70	67,2	34,1	39,7	22306
	290	40	V5	3,94	69,9	35,4	42,0	25674
	300	50	V5	4,18	72,7	36,7	44,1	29044
2V2/2V3-BN48x12-15/17 	150	30	V2	2,52	20,3	28,3	10,8	4875
	160	40	V2	2,76	22,2	30,4	12,1	5998
	170	50	V2	3,00	24,1	32,6	13,4	7227
	150	30	V3	2,53	28,3	28,3	14,9	4918
	160	40	V3	2,77	31,0	30,4	16,7	6051
	170	50	V3	3,01	33,6	32,6	18,5	7289

ANEXO III.10 - ELEMENTOS DE CÁLCULO

FLAVIARTE

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA mm		VIGOTA	PESO PRÓPRIO kN/m ²	ESTADOS LIMITE			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M _{Rd} kNm/m	V _{Rd} kN/m	M _{feck} kNm/m	EI kNm ² /m
	150	30	V4	2,54	33,6	28,3	16,7	4945
	160	40	V4	2,78	37,2	30,4	18,7	6081
	170	50	V4	3,02	40,6	32,6	20,7	7324
	150	30	V5	2,55	40,0	28,3	19,6	4987
	160	40	V5	2,79	44,4	30,4	21,9	6133
	170	50	V5	3,03	48,7	32,6	24,3	7386
	150	30	V2	2,60	22,6	31,7	11,9	5232
	160	40	V2	2,84	24,7	34,1	13,3	6430
	170	50	V2	3,08	26,8	36,6	14,8	7747
	150	30	V3	2,61	31,4	31,7	16,5	5278
	160	40	V3	2,85	34,3	34,1	18,4	6486
	170	50	V3	3,09	37,3	36,6	20,4	7813
	150	30	V4	2,62	36,7	31,7	18,4	5307
	160	40	V4	2,86	40,8	34,1	20,6	6518
	170	50	V4	3,10	44,7	36,6	22,8	7851
	150	30	V5	2,63	43,5	31,7	21,6	5352
	160	40	V5	2,87	48,5	34,1	24,2	6573
	170	50	V5	3,11	53,3	36,6	26,8	7916
	180	30	V2	3,01	29,0	39,0	16,3	8783
	190	40	V2	3,25	31,1	41,5	17,9	10534
	200	50	V2	3,49	33,3	43,9	19,5	12408
	180	30	V3	3,02	40,3	39,0	22,5	8853
	190	40	V3	3,26	43,2	41,5	24,7	10617
	200	50	V3	3,50	46,2	43,9	26,9	12505
	180	30	V4	3,03	48,4	39,0	25,2	8892
	190	40	V4	3,27	52,5	41,5	27,7	10665
	200	50	V4	3,51	56,2	43,9	30,2	12562
	180	30	V5	3,04	57,0	39,0	29,5	8962
	190	40	V5	3,28	62,7	41,5	32,4	10747
	200	50	V5	3,52	67,6	43,9	35,4	12658

FLAVIARTE

ANEXO III.11 - ELEMENTOS DE CÁLCULO

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA mm		VIGOTA	PESO PRÓPRIO kN/m ²	ESTADOS LIMITES			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M _{Rd} kNm/m	V _{Rd} kN/m	M _{efk} kNm/m	EI kNm ² /m
2V2/2V3-BN40x18-21/23 	210	30	V2	3,32	35,4	45,8	21,0	13515
	220	40	V2	3,56	37,5	48,3	22,8	15944
	230	50	V2	3,80	39,7	50,7	24,5	18491
	210	30	V3	3,33	49,2	45,8	29,0	13615
	220	40	V3	3,57	52,1	48,3	31,4	16061
	230	50	V3	3,81	55,0	50,7	33,8	18624
2V4/2V5-BN40x18-21/23 	210	30	V4	3,35	60,0	46,3	32,6	13674
	220	40	V4	3,59	63,8	48,8	35,4	16133
	230	50	V4	3,83	67,5	51,2	38,1	18712
	210	30	V5	3,36	70,9	46,3	38,2	13772
	220	40	V5	3,60	77,0	48,8	41,5	16248
	230	50	V5	3,84	81,7	51,2	44,6	18844
2E3/2E4-BN48x20-23/25 	230	30	E3	3,33	36,5	27,1	22,1	15015
	240	40	E3	3,57	38,5	28,4	23,7	17637
	250	50	E3	3,81	40,4	29,6	25,2	20314
	230	30	E4	3,34	44,9	27,1	25,2	15070
	240	40	E4	3,58	47,3	28,4	27,0	17703
	250	50	E4	3,82	49,8	29,6	28,7	20392
2V2/2V3-BN48x20-23/25 	230	30	V2	3,45	35,5	42,6	22,0	16097
	240	40	V2	3,69	37,4	44,6	23,7	18899
	250	50	V2	3,93	39,3	46,7	25,2	21777
	230	30	V3	3,46	49,5	42,6	30,4	16210
	240	40	V3	3,70	52,0	44,6	32,7	19031
	250	50	V3	3,94	54,7	46,7	34,8	21928
2V4/2V5-BN48x20-23/25 	230	30	V4	3,47	60,9	43,7	34,3	16283
	240	40	V4	3,71	64,2	45,8	37,0	19121
	250	50	V4	3,95	67,5	47,9	39,4	22037
	230	30	V5	3,48	73,4	43,7	40,2	16395
	240	40	V5	3,72	77,9	45,8	43,3	19252
	250	50	V5	3,96	81,9	47,9	46,2	22186

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA mm		VIGOTA	PESO PRÓPRIO kN/m ²	ESTADOS LIMITE			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M _{Rd} kNm/m	V _{Rd} kN/m	M _{Feck} kNm/m	EI kNm ² /m
2E3/2E4-BN40x20-23/25 	230	30	E3	3,50	41,0	43,8	24,6	16365
	240	40	E3	3,74	43,2	45,9	26,4	19136
	250	50	E3	3,98	45,4	47,9	28,1	22002
	230	30	E4	3,51	50,4	43,8	28,0	16424
	240	40	E4	3,75	53,1	45,9	30,0	19206
	250	50	E4	3,99	55,9	47,9	32,0	22084
2V2/2V3-BN40x20-23/25 	230	30	V2	3,62	39,7	49,4	24,3	17458
	240	40	V2	3,86	41,8	51,8	26,2	20396
	250	50	V2	4,10	43,9	54,1	27,9	23450
	230	30	V3	3,63	55,1	49,4	33,6	17581
	240	40	V3	3,87	58,0	51,8	36,1	20537
	250	50	V3	4,11	60,9	54,1	38,5	23610
2V4/2V5-BN40x20-23/25 	230	30	V4	3,65	67,6	51,1	37,8	17658
	240	40	V4	3,89	71,4	53,5	40,8	20632
	250	50	V4	4,13	75,1	55,9	43,6	23724
	230	30	V5	3,66	80,4	51,1	44,3	17779
	240	40	V5	3,90	86,3	53,5	47,8	20772
	250	50	V5	4,14	90,8	55,9	51,0	23883
2V2/2V3-BN23x20-23/25 	230	30	V2	4,18	52,7	66,6	31,4	21133
	240	40	V2	4,42	55,5	69,7	33,8	24476
	250	50	V2	4,66	58,4	72,9	36,1	28009
	230	30	V3	4,19	72,4	66,6	43,3	21279
	240	40	V3	4,43	76,5	69,7	46,6	24643
	250	50	V3	4,67	80,4	72,9	49,8	28198
2V4/2V5-BN23x20-23/25 	230	30	V4	4,21	86,6	68,3	48,7	21369
	240	40	V4	4,45	93,0	71,5	52,6	24750
	250	50	V4	4,69	98,4	74,8	56,3	28325
	230	30	V5	4,22	101,6	68,3	57,1	21514
	240	40	V5	4,46	109,5	71,5	61,6	24916
	250	50	V5	4,70	116,8	74,8	65,9	28512

FLAVIARTE

ANEXO III.13 - ELEMENTOS DE CÁLCULO

TIPO DE PAVIMENTO CORTE TRANSVERSAL	ESPESSURA mm		VIGOTA	PESO PRÓPRIO kN/m ²	ESTADOS LIMITE			
	TOTAL	ACIMA DO BLOCO			ÚLTIMOS		DE UTILIZAÇÃO	
					M _{Rd} kNm/m	V _{Rd} kN/m	M _{efk} kNm/m	EI kNm ² /m
2E3/2E4-BN40x25-28/30 	280	30	E3	4,13	52,1	37,8	33,1	28290
	290	40	E3	4,37	54,3	39,3	35,1	32490
	300	50	E3	4,61	56,5	40,7	36,9	36768
	280	30	E4	4,14	64,3	37,8	37,7	28389
	290	40	E4	4,38	66,9	39,3	39,9	32605
	300	50	E4	4,62	69,6	40,7	42,0	36899
	2V2/2V3-BN40x25-28/30 	280	30	V2	4,29	50,4	59,2	32,9
290		40	V2	4,53	52,5	61,4	34,9	34709
300		50	V2	4,77	54,6	63,7	36,7	39254
280		30	V3	4,30	69,9	59,2	45,3	30459
290		40	V3	4,54	72,7	61,4	48,1	34922
300		50	V3	4,78	75,7	63,7	50,7	39493
2V4/2V5-BN40x25-28/30 		280	30	V4	4,31	86,5	60,2	51,5
	290	40	V4	4,55	90,2	62,5	54,7	35092
	300	50	V4	4,79	93,9	64,8	57,7	39691
	280	30	V5	4,33	104,2	60,2	60,2	30788
	290	40	V5	4,57	109,3	62,5	64,0	35303
	300	50	V5	4,81	113,8	64,8	67,6	39927
	3V4/3V5-BN48x20-23/25 	230	30	V4	3,80	75,4	56,4	42,2
240		40	V4	4,04	80,3	59,1	45,6	22268
250		50	V4	4,28	84,5	61,8	48,8	25642
230		30	V5	3,81	88,4	56,4	49,4	19155
240		40	V5	4,05	95,8	59,1	53,4	22415
250		50	V5	4,29	102,0	61,8	57,1	25810

ANEXO IV.1 - ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

FLAVIARTE

TIPO	ESPESSURA DA LAJE <i>mm</i>	QUANTIDADES POR M ²			VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO <i>mm²/m</i>		
		VIGOTAS <i>m</i>	BLOCOS <i>un</i>	BETÃO <i>l</i>		A235	A400	A500
V2/V3-BL53x20-23/25	230	1,52	7,58	58,0	V2	105	62	49
	240			68,0	V3	145	85	68
	250			78,0				
V4/V5-BL53x20-23/25	230	1,52	7,58	57,2	V4	185	109	87
	240			67,2	V5	225	132	106
	250			77,2				
V2/V3-BL27x25-28/30	280	2,50	10,00	95,5	V2	174	102	82
	290			105,5	V3	240	141	113
	300			115,5				
V4/V5-BL27x25-28/30	280	2,50	10,00	94,2	V4	305	179	144
	290			104,2	V5	371	218	174
	300			114,2				
V2/V3-BL18x25-28/30	280	3,23	12,90	102,1	V2	224	132	105
	290			112,1	V3	309	182	145
	300			122,1				
V4/V5-BL18x25-28/30	280	3,23	12,90	100,4	V4	394	231	185
	290			110,4	V5	479	281	225
	300			120,4				
V2/V3-BL23x30-33/35	330	2,78	11,11	115,6	V2	193	113	91
	340			125,6	V3	266	156	125
	350			135,6				
V4/V5-BL23x30-33/35	330	2,78	11,11	114,2	V4	339	199	159
	340			124,2	V5	412	242	194
	350			134,2				
2V2/2V3-BL53x20-23/25	230	2,53	6,33	75,2	V2	176	103	83
	240			85,2	V3	243	143	114
	250			95,2				
2V4/2V5-BL53x20-23/25	230	2,53	6,33	73,9	V4	309	182	145
	240			83,9	V5	376	221	177
	250			93,9				

FLAVIARTE

ANEXO IV.2 - ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

TIPO	ESPESSURA DA LAJE <i>mm</i>	QUANTIDADES POR M ²			VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO <i>mm²/m</i>		
		VIGOTAS <i>m</i>	BLOCOS <i>un</i>	BETÃO <i>l</i>		A235	A400	A500
2V2/2V3-BL27x25-28/30	280	3,77	7,55	124,2	V2	262	154	123
	290			134,2	V3	362	212	170
	300			144,2				
2V4/2V5-BL27x25-28/30	280	3,77	7,55	122,3	V4	461	271	217
	290			132,3	V5	560	329	263
	300			142,3				
2V2/2V3-BL18x25-28/30	280	4,55	9,09	134,7	V2	316	186	148
	290			144,7	V3	436	256	205
	300			154,7				
2V4/2V5-BL18x25-28/30	280	4,55	9,09	132,4	V4	555	326	261
	290			142,4	V5	675	396	317
	300			152,4				
2V2/2V3-BL23x30-33/35	330	4,08	8,16	154,6	V2	284	167	133
	340			164,6	V3	391	230	184
	350			174,6				
2V4/2V5-BL23x30-33/35	330	4,08	8,16	152,6	V4	499	293	234
	340			162,6	V5	606	356	285
	350			172,6				
3V4/3V5-BL53x20-23/25	230	3,26	5,43	85,9	V4	398	234	187
	240			95,9	V5	484	284	228
	250			105,9				
3V4/3V5-BL27x25-28/30	280	4,55	6,06	139,3	V4	555	326	261
	290			149,3	V5	675	396	317
	300			159,3				
3V4/3V5-BL18x25-28/30	280	5,26	7,02	149,8	V4	643	378	302
	290			159,8	V5	781	459	367
	300			169,8				
3V4/3V5-BL23x30-33/35	330	4,84	6,45	174,8	V4	591	347	278
	340			184,8	V5	718	422	338
	350			194,8				

ANEXO IV.3 - ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

FLAVIARTE

TIPO	ESPESSURA DA LAJE <i>mm</i>	QUANTIDADES POR M ²			VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO <i>mm²/m</i>		
		VIGOTAS <i>m</i>	BLOCOS <i>un</i>	BETÃO <i>l</i>		A235	A400	A500
V2/V3-BN48x09-14	140	1,64	8,20	53,8	V2	114	67	54
					V3	157	92	74
V2/V3-BN40x09-14	140	1,89	9,43	53,1	V2	131	77	62
					V3	181	106	85
E2/E4-BN48x12-15/17	150	1,69	8,47	42,1	E2	86	50	40
	160			52,1	E3	114	67	54
	170			62,1	E4	143	84	67
V2/V3-BN48x12-15/17	150	1,64	8,20	43,3	V2	114	67	54
	160			53,3	V3	157	92	74
	170			63,3				
V4/V5-BN48x12-15/17	150	1,64	8,20	42,5	V4	200	118	94
	160			52,5	V5	243	143	114
	170			62,5				
E2/E4-BN40x12-15/17	150	1,96	9,80	44,8	E2	99	58	47
	160			54,8	E3	132	78	62
	170			64,8	E4	165	97	78
V2/V3-BN40x12-15/17	150	1,89	9,43	46,1	V2	131	77	62
	160			56,1	V3	181	106	85
	170			66,1				
V4/V5-BN40x12-15/17	150	1,89	9,43	45,2	V4	230	135	108
	160			55,2	V5	280	165	132
	170			65,2				
E2/E4-BN40x15-18/20	180	1,96	9,80	52,0	E2	99	58	47
	190			62,0	E3	132	78	62
	200			72,0	E4	165	97	78
V2/V3-BN40x15-18/20	180	1,89	9,43	54,2	V2	131	77	62
	190			64,2	V3	181	106	85
	200			74,2				
V4/V5-BN40x15-18/20	180	1,89	9,43	53,2	V4	230	135	108
	190			63,2	V5	280	165	132
	200			73,2				

FLAVIARTE

ANEXO IV.4 - ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

TIPO	ESPESSURA DA LAJE <i>mm</i>	QUANTIDADES POR M ²			VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO <i>mm²/m</i>		
		VIGOTAS <i>m</i>	BLOCOS <i>un</i>	BETÃO <i>l</i>		A235	A400	A500
V2/V3-BN40x18-21/23	210	1,89	9,43	59,9	V2	131	77	62
	220			69,9	V3	181	106	85
	230			79,9				
V4/V5-BN40x18-21/23	210	1,89	9,43	59,0	V4	230	135	108
	220			69,0	V5	280	165	132
	230			79,0				
E3/E4-BN48x20-23/25	230	1,69	6,78	53,3	E3	114	67	54
	240			63,3	E4	143	84	67
	250			73,3				
V2/V3-BN48x20-23/25	230	1,64	6,56	56,8	V2	114	67	54
	240			66,8	V3	157	92	74
	250			76,8				
V4/V5-BN48x20-23/25	230	1,64	6,56	55,9	V4	200	118	94
	240			65,9	V5	243	143	114
	250			75,9				
E3/E4-BN40x20-23/25	230	1,96	9,80	61,5	E3	132	78	62
	240			71,5	E4	165	97	78
	250			81,5				
V2/V3-BN40x20-23/25	230	1,89	9,43	65,1	V2	131	77	62
	240			75,1	V3	181	106	85
	250			85,1				
V4/V5-BN40x20-23/25	230	1,89	9,43	64,2	V4	230	135	108
	240			74,2	V5	280	165	132
	250			84,2				
V2/V3-BN23x20-23/25	230	2,78	13,89	80,9	V2	193	113	91
	240			90,9	V3	266	156	125
	250			100,9				
V4/V5-BN23x20-23/25	230	2,78	13,89	79,5	V4	339	199	159
	240			89,5	V5	412	242	194
	250			99,5				

ANEXO IV.5 - ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

FLAVIARTE

TIPO	ESPESSURA DA LAJE <i>mm</i>	QUANTIDADES POR M ²			VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO <i>mm²/m</i>		
		VIGOTAS <i>m</i>	BLOCOS <i>un</i>	BETÃO <i>l</i>		A235	A400	A500
E3/E4-BN40x25-28/30	280	1,96	9,80	72,1	E3	132	78	62
	290			82,1	E4	165	97	78
	300			92,1				
V2/V3-BN40x25-28/30	280	1,89	9,43	77,2	V2	131	77	62
	290			87,2	V3	181	106	85
	300			97,2				
V4/V5-BN40x25-28/30	280	1,89	9,43	76,3	V4	230	135	108
	290			86,3	V5	280	165	132
	300			96,3				
2V2/2V3-BN48x12-15/17	150	2,70	6,76	50,2	V2	188	110	88
	160			60,2	V3	259	152	122
	170			70,2				
2V4/2V5-BN48x12-15/17	150	2,70	6,76	48,8	V4	330	194	155
	160			58,8	V5	401	236	189
	170			68,8				
2V2/2V3-BN40x12-15/17	150	3,03	7,58	53,3	V2	211	124	99
	160			63,3	V3	290	171	136
	170			73,3				
2V4/2V5-BN40x12-15/17	150	3,03	7,58	51,8	V4	370	217	174
	160			61,8	V5	450	264	211
	170			71,8				
2V2/2V3-BN40x15-18/20	180	3,03	7,58	65,7	V2	211	124	99
	190			75,7	V3	290	171	136
	200			85,7				
2V4/2V5-BN40x15-18/20	180	3,03	7,58	64,2	V4	370	217	174
	190			74,2	V5	450	264	211
	200			84,2				
2V2/2V3-BN40x18-21/23	210	3,03	7,58	76,2	V2	211	124	99
	220			86,2	V3	290	171	136
	230			96,2				

FLAVIARTE

ANEXO IV.6 - ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

TIPO	ESPESSURA DA LAJE <i>mm</i>	QUANTIDADES POR M ²			VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO <i>mm²/m</i>		
		VIGOTAS <i>m</i>	BLOCOS <i>un</i>	BETÃO <i>l</i>		A235	A400	A500
2V4/2V5-BN40x18-21/23	210	3,03	7,58	74,7	V4	370	217	174
	220			84,7	V5	450	264	211
	230			94,7				
2E3/2E4-BN48x20-23/25	230	2,86	5,71	70,6	E3	193	113	90
	240			80,6	E4	241	141	113
	250			90,6				
2V2/2V3-BN48x20-23/25	230	2,70	5,41	75,3	V2	188	110	88
	240			85,3	V3	259	152	122
	250			95,3				
2V4/2V5-BN48x20-23/25	230	2,70	5,41	74,0	V4	330	194	155
	240			84,0	V5	401	236	189
	250			94,0				
2E3/2E4-BN40x20-23/25	230	3,23	8,06	79,5	E3	217	128	102
	240			89,5	E4	272	160	128
	250			99,5				
2V2/2V3-BN40x20-23/25	230	3,03	7,58	84,3	V2	211	124	99
	240			94,3	V3	290	171	136
	250			104,3				
2V4/2V5-BN40x20-23/25	230	3,03	7,58	82,8	V4	370	217	174
	240			92,8	V5	450	264	211
	250			102,8				
2V2/2V3-BN23x20-23/25	230	4,08	10,20	102,6	V2	284	167	133
	240			112,6	V3	391	230	184
	250			122,6				
2V4/2V5-BN23x20-23/25	230	4,08	10,20	100,5	V4	499	293	234
	240			110,5	V5	606	356	285
	250			120,5				
2E3/2E4-BN40x25-28/30	280	3,23	8,06	97,2	E3	217	128	102
	290			107,2	E4	272	160	128
	300			117,2				

ANEXO IV.7 - ELEMENTOS DE MEDIÇÃO

FLAVIARTE

TIPO	ESPESSURA DA LAJE <i>mm</i>	QUANTIDADES POR M ²			VIGOTA	ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO <i>mm²/m</i>		
		VIGOTAS <i>m</i>	BLOCOS <i>un</i>	BETÃO <i>l</i>		A235	A400	A500
2V2/2V3-BN40x25-28/30	280	3,03	7,58	103,9	V2	211	124	99
	290			113,9	V3	290	171	136
	300			123,9				
2V4/2V5-BN40x25-28/30	280	3,03	7,58	102,4	V4	370	217	174
	290			112,4	V5	450	264	211
	300			122,4				
3V4/3V5-BN48x20-23/25	230	3,45	4,60	86,7	V4	421	247	198
	240			96,7	V5	512	301	241
	250			106,7				

