

PERFIL COLABORANTE

Dimensionamento

O dimensionamento da laje mista, usando o perfil COLABORANTE, pode ser feito através da consulta, por parte do projectista, de tabelas de dimensionamento de uso directo, com entrada directa da sobrecarga admissível, e que estão disponíveis para consulta no documento de apoio ao projectista disponível nesta página Web.

As referidas tabelas incorporam o peso próprio da laje e os coeficientes de segurança em estado limites de deformação. A sua utilização deve ter em conta as seguintes considerações:

- As solicitações podem ser moderadamente dinâmicas (edifícios industriais, garagens para veículos, salas de aulas, etc.),
- As solicitações altamente dinâmicas devem ser estudadas particularmente,
- Para vão entre apoios além de 4m temos de ter atenções especiais, adoptando armaduras adicionais à medida de cada caso.

Características dos Materiais

Nota: Os materiais a utilizar na composição das lajes mistas devem ter características iguais ou superiores às seguintes:

CHAPA:

Chapa Galvanizada (Processo Sendzimir Modificado)

Aço Construção [EN 10147] S320GD+Z

Qualidade Técnica1320

Limite de Elasticidade (Re).....320 N/mm²

Resistência à Tracção (Rm).....390 N/mm²

Alongamento na rotura (A%)..... 17 %

Nota: para e < 0.7 mm 15%

Massa de revestimento de zinco..... +/- 275g/m²

Coefficiente parcial de segurança para estados limites últimos...1.10

BETÃO:

Resistência à compressão..... 30N/mm²

Densidade 24 kN/m³

Nota: *Considera-se este valor de densidade pois trata-se de betão ligeiramente armado.*

Coefficiente parcial de segurança em estados limites últimos.... 1.50

AÇO DAS ARMADURAS:

Limite de elasticidade (Re)..... 500 N/mm²

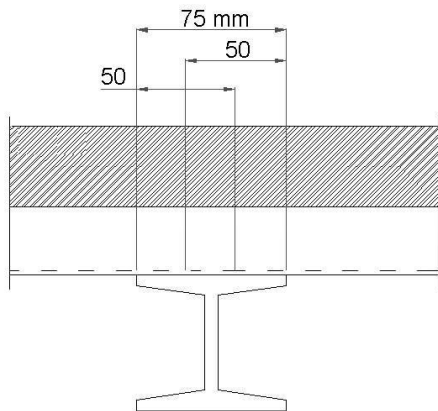
Coefficiente parcial de segurança para estados limites últimos....1.15

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

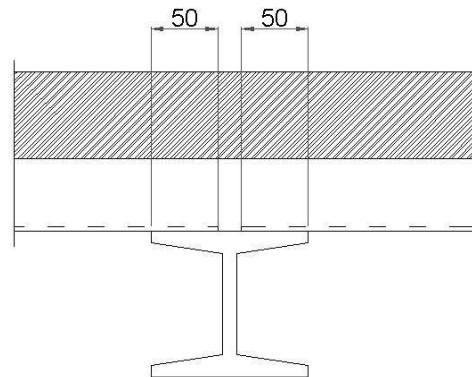
A laje mista executada recorrendo ao perfil PC65 da COLABORANTE deve apresentar uma espessura total igual ou superior a 120mm. Desta fora, cumprem-se todos os requisitos exigidos pelo regulamento europeu “EUROCODIGO 4” o qual regula este tipo de estrutura e na base do qual foram feitos os ensaios laboratoriais cumprindo escrupulosamente as directivas exigidas pelo regulamento europeu.

CONDIÇÕES DE APOIO

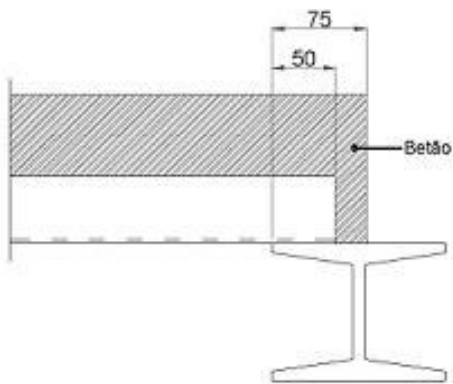
Apoio contínuo em estrutura de aço ou betão:



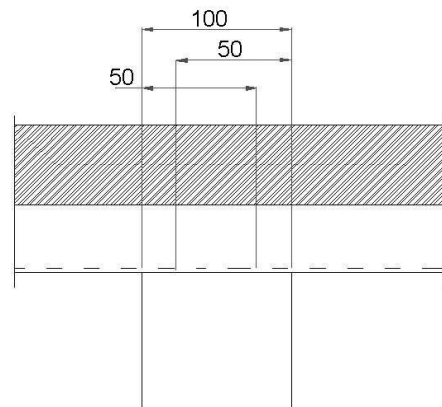
Apoio duplo em estrutura de aço ou betão:



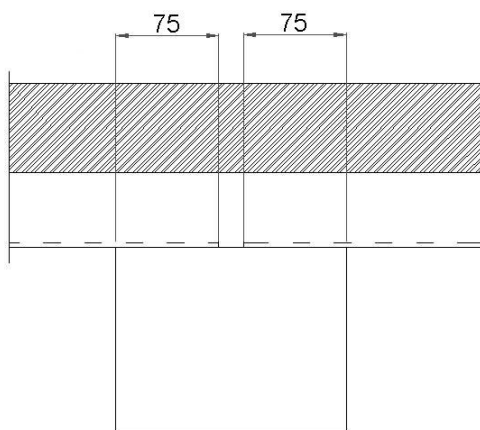
Apoio de extremidade em estrutura de aço ou betão:



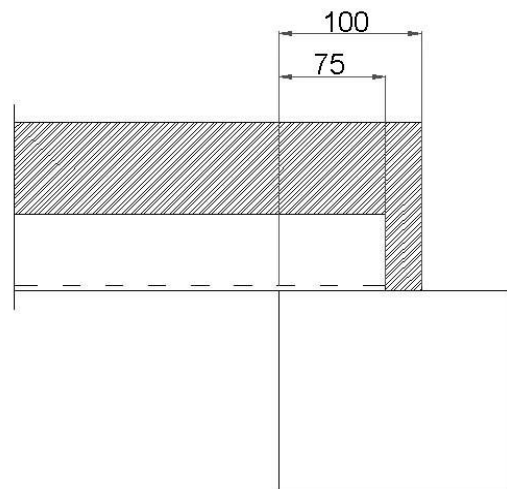
Apoio contínuo em estrutura de alvenaria:



Apoio duplo em estrutura de alvenaria:



Apoio de extremidade em estruturas de alvenaria:

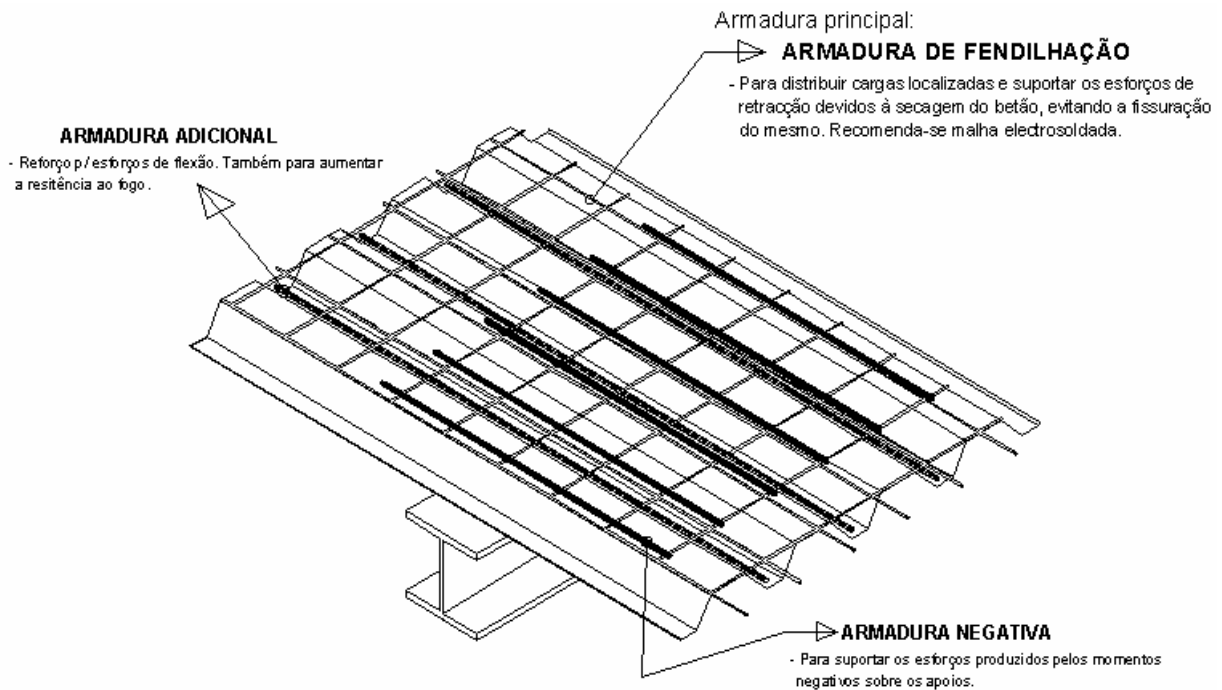


ARMADURAS

As armaduras são constituídas por varões de aço de construção [S 500 NR] com secções determinadas. Em função do tipo de reforço que se pretende, colocam-se as armaduras necessárias, para a função em causa, assim temos:

a) Armaduras de Distribuição

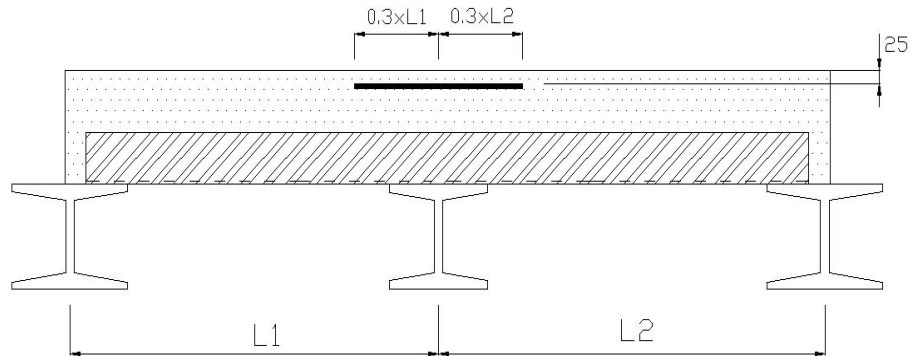
Esta armadura tem como função resistir aos esforços internos da retração durante e após a presa do betão, de modo a evitar a fissuração deste. Deve colocar-se a uma profundidade entre os 20mm a 30mm relativamente à face superior da lâmina de compressão do betão, consoante a espessura da laje. Nos casos em que lajes contínuas sejam dimensionadas como simplesmente apoiadas de acordo com 7.4.2.1 (4) do Eurocódigo 4 (Parte 1-1), a área da secção transversal da armadura de fendilhação não deve ser inferior a 0,2% da área da secção transversal do betão situado acima da chapa de aço, isto para o caso de a estrutura não for escorada, para o caso contrario apenas necessitamos de 0,4% da área da secção transversal de betão. Para tal podemos usar uma solução com malha eletrosoldada continua em toda a laje que permite uma melhor manuseamento e maior rapidez de execução.



b) Armaduras nos apoios

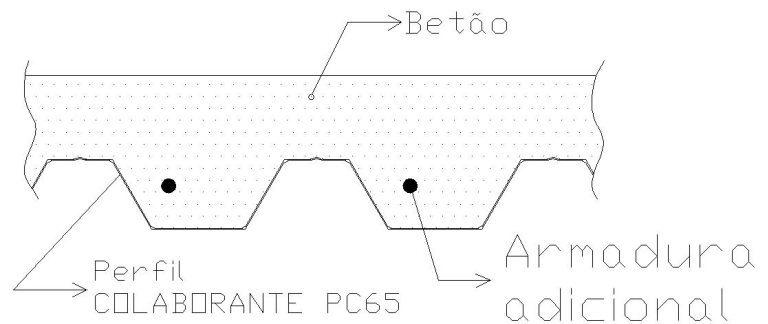
Para lajes contínuas com vários apoios, são necessárias armaduras capazes de resistir aos esforços que surgirão sobre os apoios intermédios, estes são da ordem de grandeza dos esforços de flexão que surgem a meio vão, ou seja, temos de calcular uma armadura negativa capaz de resistir ao momento flector negativo que surge sobre o apoio. O Eurocódigo 4 permite a redistribuição de 30% desse momento o que nos vai influenciar o momento positivo, no entanto não evita a colocação de armadura negativa. De uma forma empírica aconselha-se a colocar varões de $\varnothing 12/150$ com comprimento de $0,3 L$, sendo L - comprimento do maior vão, mais o comprimento de amarração.

NOTA: Do ponto de vista construtivo, é recomendável a colocação de armaduras negativas nos apoios de extremidade, para este caso coloca-se uma área de armadura capaz de suportar um momento-flector não inferior a $\frac{1}{4}$ do momento-flector máximo da vão correspondente.



c) Armaduras adicionais

Estas armaduras surgem quando temos casos não contemplados pelas tabelas de dimensionamento directo, ou seja, para um caso especial de laje mista executada com o Perfil PC65 com uma sobrecarga elevada ou um vão superior a 4 m sem apoio intermédio, no qual não tenhamos uma forma directa de dimensionar a laje,

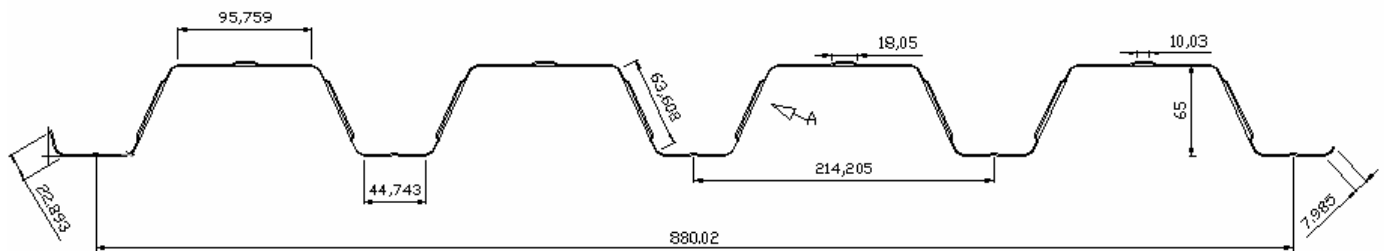


calcula-se uma armadura adicional de flexão capaz de suportar os esforços exigidos para o caso.

Esta armadura serve também para aumentar a resistência ao fogo, pois armadura não se encontra exposta directamente à temperatura, o que acontece com a chapa de aço.

PERFIL PC 65

Dimensões do Perfil



PESO PRÓPRIO DE CÁLCULO DA CHAPA

Chapa [mm]	Espessura de cálculo (s/revestimento) [mm]	Peso Próprio [kN/m ²]
e = 0.75	0.73	0.085
e = 0.80	0.76	0.090
e = 0.90	0.86	0.100
e = 1.0	0.96	0.110
e = 1.2	1.16	0.130
e = 1.25	1.21	0.135

e – espessura comercial da chapa.

TABELAS DE DIMENSIONAMENTO DIRECTO

Ensaios realizados no LABEST - F.E.U.P.



Espessura de chapa e = 0,8 mm

L [m]	H [cm]				
	12	14	16	18	20
1.4	20.2	22.8	25.3	27.6	29.8
1.6	16.3	19.7	21.8	23.8	25.7
1.8	13.0	16.2	19.1	20.8	22.4
2.0	10.7	13.3	15.9	18.4	19.8
2.2	8.8	11.0	13.2	15.4	17.6
2.4	7.4	9.3	11.1	13.0	14.8
2.6	6.3	7.9	9.5	11.0	12.6
2.8	5.4	6.8	8.1	9.5	10.8
3.0	4.7	5.9	7.0	8.2	9.4
3.2	4.1	5.1	6.1	7.1	8.1
3.4	3.5	4.4	5.3	6.2	7.1
3.6	2.8	3.9	4.8	5.4	6.2
3.8	2.1	3.4	4.1	4.8	5.4
4.0	-	2.7	3.6	4.2	4.8
4.2	-	-	3.1	3.7	4.2
4.4	-	-	2.5	3.2	3.7
4.6	-	-	-	2.8	3.2
4.8	-	-	-	2.3	2.8
5.0	-	-	-	-	2.4

L [m]	C20/25 H [cm]				
	12	14	16	18	20
1.4	12.4	15.0	17.7	20.4	23.1
1.6	10.4	12.7	14.9	17.1	19.4
1.8	8.9	10.8	12.7	14.6	16.5
2.0	8.3	9.3	11.0	12.6	14.3
2.2	7.9	8.2	9.6	11.0	12.5
2.4	7.5	7.8	8.4	9.7	11.0
2.6	7.3	7.4	7.6	8.6	9.7
2.8	6.8	7.1	7.2	7.7	8.6
3.0	5.9	6.8	6.9	7.0	7.7
3.2	5.2	6.5	6.6	6.7	6.9
3.4	4.5	5.7	6.4	6.4	6.4
3.6	3.8	5.1	6.1	6.2	6.2
3.8	3.2	4.5	5.4	5.9	5.9
4.0	2.6	4.0	4.8	5.6	5.7
4.2	2.2	3.6	4.3	5.0	5.5
4.4	-	3.2	3.8	4.5	5.1
4.6	-	2.7	3.4	4.0	4.6
4.8	-	2.3	3.1	3.6	4.1
5.0	-	-	2.8	3.2	3.7

L [m]	C30/37 H [cm]				
	12	14	16	18	20
1.4	15.6	19.0	22.3	25.7	29.1
1.6	13.2	16.0	18.9	21.7	24.6
1.8	11.3	13.8	16.2	18.7	21.1
2.0	10.5	12.0	14.1	16.2	18.3
2.2	9.9	10.5	12.4	14.3	16.1
2.4	9.2	9.9	11.0	12.6	14.3
2.6	7.9	9.4	9.8	11.3	12.7
2.8	6.8	8.5	9.3	10.1	11.4
3.0	5.9	7.4	8.9	9.2	10.3
3.2	5.2	6.5	7.8	8.8	9.3
3.4	4.6	5.7	6.8	8.0	8.8
3.6	4.0	5.1	6.1	7.1	8.1
3.8	3.6	4.5	5.4	6.3	7.2
4.0	3.2	4.0	4.8	5.6	6.4
4.2	2.9	3.6	4.3	5.0	5.7
4.4	2.5	3.2	3.8	4.5	5.1
4.6	-	2.9	3.4	4.0	4.6
4.8	-	2.6	3.1	3.6	4.1
5.0	-	-	2.8	3.2	3.7

Espessura de chapa e = 0,9 mm

L [m]	H [cm]				
	12	14	16	18	20
1.4	20.8	23.8	26.2	28.6	30.9
1.6	17.8	20.3	22.5	24.6	26.6
1.8	14.2	17.7	19.7	21.5	23.2
2.0	11.6	14.5	17.3	19.0	20.5
2.2	9.6	12.0	14.4	16.8	18.3
2.4	8.1	10.1	12.1	14.1	16.2
2.6	6.9	8.6	10.3	12.0	13.7
2.8	5.9	7.4	8.9	10.3	11.8
3.0	5.1	6.4	7.7	8.9	10.2
3.2	4.4	5.5	6.6	7.8	8.9
3.4	3.9	4.8	5.8	6.8	7.7
3.6	3.3	4.2	5.1	5.9	6.8
3.8	2.5	3.7	4.5	5.2	6.0
4.0	-	3.3	3.9	4.6	5.2
4.2	-	2.4	3.4	4.0	4.6
4.4	-	-	3.0	3.5	4.1
4.6	-	-	2.3	3.1	3.6
4.8	-	-	-	2.7	3.1
5.0	-	-	-	2.1	2.7

L [m]	C20/25 H [cm]				
	12	14	16	18	20
1.4	12.4	15.0	17.7	20.4	23.1
1.6	10.4	12.6	14.9	17.1	19.4
1.8	8.9	10.8	12.7	14.6	16.5
2.0	8.3	9.3	11.0	12.6	14.3
2.2	7.9	8.2	9.6	11.0	12.5
2.4	7.5	7.8	8.4	9.7	11.0
2.6	7.3	7.4	7.6	8.6	9.7
2.8	7.1	7.1	7.2	7.6	8.6
3.0	6.4	6.8	6.9	7.0	7.7
3.2	5.4	6.6	6.6	6.7	6.9
3.4	4.5	6.2	6.4	6.4	6.4
3.6	3.8	5.5	6.2	6.1	6.1
3.8	3.2	4.9	5.9	5.9	5.9
4.0	2.6	4.4	5.2	5.8	5.7
4.2	2.2	3.8	4.7	5.5	5.5
4.4	-	3.2	4.2	4.9	5.3
4.6	-	2.7	3.8	4.4	5.0
4.8	-	2.3	3.4	3.9	4.5
5.0	-	-	3.0	3.5	4.0

L [m]	C30/37 H [cm]				
	12	14	16	18	20
1.4	15.6	18.9	22.3	25.7	29.1
1.6	13.2	16.0	18.9	21.7	24.6
1.8	11.3	13.8	16.2	18.6	21.1
2.0	10.5	12.0	14.1	16.2	18.3
2.2	9.9	10.5	12.4	14.2	16.1
2.4	9.4	9.9	11.0	12.6	14.3
2.6	8.5	9.4	9.8	11.3	12.7
2.8	7.4	9.0	9.3	10.1	11.4
3.0	6.4	8.0	8.9	9.2	10.3
3.2	5.6	7.0	8.4	8.7	9.3
3.4	5.0	6.2	7.4	8.4	8.6
3.6	4.4	5.5	6.6	7.7	8.2
3.8	3.9	4.9	5.9	6.8	7.8
4.0	3.5	4.4	5.2	6.1	7.0
4.2	3.1	3.9	4.7	5.5	6.2
4.4	2.8	3.5	4.2	4.9	5.6
4.6	2.3	3.1	3.8	4.4	5.0
4.8	-	2.8	3.4	3.9	4.5
5.0	-	2.5	3.0	3.5	4.0

Setembro / 2006



Espessura de chapa e = 1,0 mm

L [m]	H [cm]				
	12	14	16	18	20
1.4	21.9	24.9	27.6	30.1	32.6
1.6	19.0	21.5	23.8	26.0	28.0
1.8	16.6	18.8	20.8	22.7	24.5
2.0	14.8	16.7	18.5	20.1	21.7
2.2	13.3	15.0	16.5	18.0	19.4
2.4	11.9	13.5	14.9	16.2	17.4
2.6	10.0	12.3	13.5	14.7	15.8
2.8	8.5	10.6	12.4	13.4	14.4
3.0	7.2	9.0	10.8	12.3	13.2
3.2	6.2	7.8	9.3	10.9	12.2
3.4	5.3	6.7	8.1	9.4	10.7
3.6	4.1	5.8	7.0	8.2	9.3
3.8	3.2	5.1	6.1	7.1	8.1
4.0	2.4	4.1	5.3	6.2	7.1
4.2	-	3.2	4.6	5.4	6.2
4.4	-	2.4	4.0	4.7	5.4
4.6	-	-	3.1	4.1	4.7
4.8	-	-	2.3	3.6	4.1
5.0	-	-	-	2.9	3.6

L [m]	C20/25 H [cm]				
	12	14	16	18	20
1.4	12.4	15.0	17.7	20.4	23.0
1.6	10.4	12.6	14.9	17.1	19.4
1.8	8.9	10.8	12.7	14.6	16.5
2.0	8.3	9.3	11.0	12.6	14.3
2.2	7.9	8.2	9.6	11.0	12.5
2.4	7.5	7.8	8.4	9.7	11.0
2.6	7.2	7.4	7.6	8.6	9.7
2.8	7.1	7.1	7.2	7.6	8.6
3.0	6.5	6.8	6.9	7.0	7.7
3.2	5.4	6.6	6.6	6.7	6.9
3.4	4.5	6.5	6.4	6.4	6.4
3.6	3.8	6.1	6.2	6.1	6.1
3.8	3.2	5.2	6.0	5.9	5.9
4.0	2.6	4.4	5.9	5.8	5.7
4.2	2.2	3.8	5.7	5.6	5.5
4.4	-	3.2	5.0	5.5	5.3
4.6	-	2.7	4.3	5.4	5.2
4.8	-	2.3	3.7	5.2	5.1
5.0	-	-	3.2	4.6	5.0

L [m]	C30/37 H [cm]				
	12	14	16	18	20
1.4	15.6	18.9	22.3	25.7	29.1
1.6	13.2	16.0	18.9	21.7	24.6
1.8	11.3	13.8	16.2	18.6	21.1
2.0	10.5	12.0	14.1	16.2	18.3
2.2	9.9	10.5	12.4	14.2	16.1
2.4	9.4	9.9	11.0	12.6	14.3
2.6	9.0	9.4	9.8	11.2	12.7
2.8	8.7	9.0	9.3	10.1	11.4
3.0	8.4	8.6	8.9	9.1	10.3
3.2	8.0	8.3	8.5	8.7	9.3
3.4	7.0	8.1	8.2	8.4	8.6
3.6	6.1	7.6	7.9	8.1	8.2
3.8	5.4	6.7	7.7	7.8	7.9
4.0	4.7	5.9	7.1	7.5	7.6
4.2	4.2	5.3	6.3	7.3	7.4
4.4	3.7	4.7	5.6	6.5	7.2
4.6	2.9	4.1	5.0	5.8	6.6
4.8	2.3	3.7	4.4	5.2	5.9
5.0	-	3.2	3.9	4.6	5.3

Espessura de chapa e = 1,2 mm

L [m]	H [cm]				
	12	14	16	18	20
1.4	23.2	26.3	29.2	31.9	34.5
1.6	20.0	22.7	25.2	27.5	29.7
1.8	17.6	19.9	22.1	24.1	26.0
2.0	15.6	17.7	19.6	21.3	23.0
2.2	14.0	15.9	17.5	19.1	20.6
2.4	12.7	14.3	15.8	17.2	18.5
2.6	11.6	13.0	14.4	15.7	16.8
2.8	10.1	11.9	13.2	14.3	15.4
3.0	8.7	10.9	12.1	13.1	14.1
3.2	7.5	9.4	11.2	12.1	13.0
3.4	6.2	8.1	9.8	11.2	12.0
3.6	4.8	7.1	8.5	9.9	11.1
3.8	3.7	6.2	7.4	8.7	9.9
4.0	2.8	5.2	6.5	7.6	8.7
4.2	2.1	4.1	5.7	6.7	7.7
4.4	-	3.1	5.1	5.9	6.8
4.6	-	2.3	4.2	5.2	5.9
4.8	-	-	3.3	4.6	5.2
5.0	-	-	2.6	4.0	4.8

L [m]	C20/25 H [cm]				
	12	14	16	18	20
1.4	12.3	15.0	17.7	20.4	23.0
1.6	10.4	12.6	14.9	17.1	19.4
1.8	8.9	10.8	12.7	14.6	16.5
2.0	8.3	9.3	11.0	12.6	14.3
2.2	7.9	8.2	9.6	11.0	12.4
2.4	7.5	7.7	8.4	9.7	10.9
2.6	7.2	7.4	7.5	8.6	9.7
2.8	7.0	7.0	7.2	7.6	8.6
3.0	6.5	6.8	6.9	7.0	7.7
3.2	5.4	6.6	6.6	6.6	6.9
3.4	4.5	6.5	6.3	6.4	6.4
3.6	3.8	6.1	6.2	6.1	6.1
3.8	3.1	5.2	6.0	5.9	5.9
4.0	2.6	4.4	5.9	5.7	5.7
4.2	2.2	3.7	5.7	5.6	5.5
4.4	-	3.2	4.9	5.5	5.3
4.6	-	2.7	4.3	5.4	5.2
4.8	-	2.3	3.7	5.4	5.1
5.0	-	-	3.1	4.7	5.0

L [m]	C30/37 H [cm]				
	12	14	16	18	20
1.4	15.5	18.9	22.3	25.7	29.1
1.6	13.1	16.0	18.8	21.7	24.6
1.8	11.3	13.7	16.2	18.6	21.1
2.0	10.4	11.9	14.1	16.2	18.3
2.2	9.9	10.5	12.4	14.2	16.1
2.4	9.4	9.9	10.9	12.6	14.2
2.6	9.0	9.4	9.8	11.2	12.7
2.8	8.7	9.0	9.3	10.1	11.4
3.0	8.4	8.6	8.9	9.1	10.3
3.2	8.3	8.3	8.5	8.7	9.3
3.4	7.7	8.0	8.2	8.4	8.5
3.6	6.6	7.8	7.9	8.0	8.2
3.8	5.7	7.7	7.7	7.8	7.9
4.0	4.9	7.2	7.5	7.5	7.6
4.2	4.2	6.4	7.3	7.3	7.4
4.4	3.7	5.7	6.8	7.1	7.1
4.6	3.2	5.1	6.1	7.0	6.9
4.8	2.7	4.5	5.5	6.4	6.8
5.0	2.4	4.0	4.9	5.7	6.5

Setembro / 2006

Observações:

- Os valores de m e k utilizados na elaboração destas tabelas (e = 0,8 mm) são os obtidos nos ensaios com chapa de espessura e = 1,0 mm.
- Para lajes contínuas, a contribuição da classe de betão é fundamental. Assim, foram elaboradas duas tabelas correspondentes a dois betões diferentes.

L - Distância entre apoios [m];
H - Espessura total da laje [cm];

Os valores presentes nas tabelas representam os valores característicos da totalidade das acções adicionais a aplicar, para além do peso próprio da laje (q_p) em kN/m².

Necessidade de escoramento:

- ↓ - Necessidade de um prumo de escoramento
- ⇓ - Necessidade de dois prumos de escoramento
- ⇓⇓ - Necessidade de três prumos de escoramento

Factores que limitam o dimensionamento:

- Esforço transversal vertical (V_{yk})
- Esforço de corte longitudinal (V_{l,y})
- Flecha em serviço (l/d)
- Momento negativo de continuidade no apoio central (M_{sk})

TABELAS DE SELECÇÃO DE ARMADURAS

1) Tabela de Armaduras de Distribuição (S 500)

H [cm]	12	14	16	18	20
A_s^{dist} [cm ² /m]	0.8	0.8	1.0	1.2	1.4

2) Tabela de Armaduras nos Apoios (Ø10, S 500)

	H [cm]	12	14	16	18	20
A_s^{fend} [cm ² /m]	e = 0.75	3.1	3.3	3.3	4.0	4.7
	e = 0.80	3.3	3.5	3.5	4.2	4.9
	e = 0.90	3.5	3.8	4.2	4.2	4.9
	e = 1.0	4.6	4.6	4.6	5.0	5.0
	e = 1.2	4.6	5.0	5.5	5.5	5.5
	e = 1.25	4.8	5.3	5.6	5.6	5.6

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DA LAJE MISTA COM CHAPA PC65

- Área de betão e peso próprio da laje mista com PC65

H [cm]	12	14	16	18	20
G [kN/m ²]	2.1	2.6	3.1	3.6	4.1
A_{ct} [cm ²]	550	750	950	1150	1350
Consumo de Betão [m ³ /m ²]	0.080	0.102	0.124	0.145	0.167

G – Peso próprio da laje mista.

A_{ct} – Área da lajeta de betão acima das nervuras.

H – Espessura total da laje.