

## **MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA**

### **ESTABILIDADE E CONTENÇÃO PERIFÉRICA**

Requerente:

Local da obra:

## **1 - MEMÓRIA DESCRITIVA**

Dadas as características desta obra, considerou-se o emprego do betão da classe B20 e aço A400 ER e A500 (malhasol) em toda a obra. Todos os materiais terão, pelo menos as características mínimas exigidas pelas disposições regulamentares aplicáveis que aqui se consideram transcritas.

Os betões a empregar na obra serão preparados e vibrados mecanicamente e terão dosagem mínima de 350 Kg de cimento por metro cúbico de betão. A sua resistência será determinada em cubos de 15 ou 20 cm de aresta para ensaio em Laboratório Oficial. Ao betão de todos os elementos enterrados e até 50 cm acima do solo, adicionar-se-á hidrófugo de massa. O cimento a empregar em toda a obra será do tipo Portland Normal, recente e acondicionado em obra com protecção da humidade e calor. A água e os inertes para betão, deverão satisfazer as condições impostas pelo Regulamento de Betões e Ligantes Hidráulicos.

A concepção da estrutura visou o emprego de técnicas tradicionais de execução usadas em obras similares. Deverá, porém, atender-se a condições particulares de faseamento na betonagem de alguns elementos, designadamente palas de betão.

As sobrecargas e acções são as previstas no R.S.A. (Regulamento de Segurança e Acções), e todos os cálculos foram elaborados de acordo com o R.E.B.A.P. (Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado) e R.B.L.H. (Regulamento de Betões e Ligantes Hidráulicos).

São consideradas como acções permanentes os pesos próprios dos elementos estruturais e não estruturais da construção, peso dos equipamentos fixos e impulsos de terras. Assim:

- <i>Peso específico do Betão armado</i>		<i>25,00 KN/m<sup>3</sup></i>
- <i>Revestimento nos pavimentos:</i>	<i>garagem</i>	<i>1,50 KN/m<sup>2</sup></i>
	<i>habitação</i>	<i>1,00 KN/m<sup>2</sup></i>
	<i>terraços</i>	<i>1,50 KN/m<sup>2</sup></i>
	<i>cobertura</i>	<i>1,00 KN/m<sup>2</sup></i>
- <i>Paredes divisórias de tijolo</i>		<i>1,40 KN/m<sup>2</sup></i>
- <i>Peso específico do terreno, para consideração impulsos</i>		<i>16,00 KN/m<sup>3</sup></i>

Os muros de suporte ligados à superestrutura são pouco deformáveis pelo que se admitiu o estado limite último de equilíbrio em repouso para a quantificação de acções.

São consideradas como acções variáveis:

- Sobrecarga nos pavimentos:	garagem	3,00 KN/m <sup>2</sup>
	habitação	2,00 KN/m <sup>2</sup>
	terraços e tectos	1,00 KN/m <sup>2</sup>
- Sobrecarga nas escadas e patamares		3,00 KN/m <sup>2</sup>
- Sobrecargas em varandas		5,00 KN/m <sup>2</sup>

No cálculo das lajes pré-esforçadas, foram utilizadas as tabelas do fabricante (documentos de homologação do L.N.E.C.), correspondente à marca adoptada, podendo no entanto em obra adoptar-se outras, salvaguardando sempre os valores de cálculo.

A análise estrutural foi efectuada em regime elástico linear e o dimensionamento realizado aos estados limites últimos e aos estados limites de utilização. Para os estados limites último, os esforços resistentes foram obtidos impondo critérios convencionais de ruptura. A concepção adoptada foi a de adoptar a estrutura com quantidade de armaduras que garantam a sua boa ductilidade e capacidade de redistribuição de esforços.

O dimensionamento das armaduras foi feito para os estados últimos de resistência de flexão, e esforço transversal, tendo-se utilizado critérios de quantidade mínimos e espaçamentos máximos de armaduras para controlo de fendilhação e verificação dos estados limites de utilização.

Todas as peças deverão ser executadas de acordo com os cálculos e peças desenhadas, que constituem o presente processo, seguindo-se sempre toda a legislação em vigor, bem como as boas normas de construção. Nenhum elemento de betão armado poderá ser betonado ou descobrado sem a prévia autorização do director técnico da obra, sob pena de declinar a sua responsabilidade.

Prevêem-se fundações directas constituídas por sapatas isoladas. Em todos os casos deverá ser prevista a realização de um betão de limpeza com uma espessura mínima de 10 cm. Não se dispondo do Relatório Geológico dos terrenos interessados na obra, admitiu-se, por observação visual, que o terreno sob acção do valor combinado solicitante de cálculo dos esforços actuantes apresenta, na superfície de contacto, uma *tensão resistente = 0,30 MPa*. Este valor, pelas circunstâncias em que foi presumido, não pode representar qualquer responsabilidade para o projecto e deverá, obrigatória e cuidadosamente, ser confirmado pelo Director Técnico da obra pelos meios que entender adequados. A ligar os pilares e em todas as fundações serão aplicados lintéis de fundação (LF) para travação, com a secção de 0.30m x 0.50m, com a armadura de 3  $\phi$  12 (banzo superior) e 3  $\phi$  12 (banzo inferior) e com estribos em  $\phi$  6 // 0.20m.

As sapatas das paredes serão formadas por maciços indeformáveis, tendo sido calculadas para uma carga de 200 KN por metro de sapata (cálculo por excesso).

$$\tau = \left( \frac{N}{S} \right) = (200 / 0.70 \text{ m}^2) = 286 \text{ kN/M}^2 = 0.29 \text{ MPa} < 0.30 \text{ MPa (tensão no solo)}.$$

Nas zonas onde a topografia do terreno o exige, prevêem-se lajes verticais com apoio ou não, ao nível dos pavimentos, destinados à contenção das terras.

Os presentes cálculos foram efectuados por meio de computador, encontrando-se a parte descritiva nas páginas seguintes.

### **DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS E CONDIÇÕES ESPECIAIS DE EXECUÇÃO**

#### **Lajes pré-esforçadas**

Os pavimentos pré-esforçados serão constituídos por vigotas pré-esforçadas e abobadilhas cerâmicas, betão de enchimento com armadura de distribuição.

Os pavimentos pré-esforçados devem possuir sempre, uma armadura de distribuição constituída por varões dispostos nas duas direcções e integrada na camada contínua de betão complementar (lajeta). Os afastamentos entre varões, no caso da direcção perpendicular às vigotas serão no máximo 25 cm e na direcção das vigotas não exceder os 35 cm.

Nos pavimentos com vão igual ou superior a 4,00 m deverão ser dispostas, além da armadura de distribuição, nervuras transversais contínuas de betão armado espaçadas cerca de 2,00 m. A largura dessas nervuras deverá ser, no mínimo, de 10 cm. A armadura deverá ser constituída, no mínimo por dois varões colocados imediatamente a acima das vigotas.

As vigotas, deverão ter, em geral, a entrega mínima de 10 cm, nos apoios. Os extremos das vigotas nos apoios dos pavimentos, devem ser solidarizados através de cintas ou vigas sendo estas betonadas em conjunto com a camada de betão complementar dos pavimentos. Os painéis dos pavimentos devem ser limitados lateralmente, segundo a direcção longitudinal das vigotas, por cintas ou por vigas também betonadas em conjunto com a camada de betão complementar dos pavimentos.

Quando os pavimentos tiverem 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 do pavimento se faça e alinhamento recto, mais propício de aparecimento de fissuras ao longo desta ligação.

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 tracção na face superior dos pavimentos resultantes da restrição da rotação aos apoios, que sempre se verificam em condições normais de serviço. A referida armadura deverá ser constituída por varões dispostos na direcção das vigotas, com comprimento mínimo, a partir da face do 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.

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

Não possuindo os blocos de cofragem resistência suficiente para suportar eventuais acções resultantes de equipamentos ou de instalações a suspender dos tectos, 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 fixar na parte inferior dos pavimentos.

**PORTO, Abril de 2007**

**O Técnico**

---

## 2 - MEMÓRIA JUSTIFICATIVA

- **CÁLCULO DA PAREDE DA CAVE - PS**

Peso específico do terreno, para consideração impulsos      16,00 KN/m<sup>3</sup>

Os muros de suporte ligados à superestrutura são pouco deformáveis pelo que se admitiu o estado limite último de equilíbrio em repouso para a quantificação de acções.

$\gamma = 16.00 \text{ KN/m}^3$ ;  $K_a = 0,33$ ;  $h = 2,55\text{m}$ ; espessura da parede  $d=20 \text{ cm}$

$p = 13.46 \text{ KN/m}^2$

$Msd = 1,5 \times P \times h^2 / 6$        $Msd = 21.88 \text{ KN.m}$

$\mu = \frac{Msd}{b \times d^2 \times fcd}$        $\mu = 0,05$

$w = \mu(1 + \mu)$        $w = 0,052$

Armadura principal

$A_s = w \times b \times d \times \frac{fcd}{f_{syd}}$        $A_s = 2.05 \text{ cm}^2$  (A400) realizável com  $\varnothing 10//0.20 \text{ m}$

Armadura de distribuição

$A_{sd}$  realizável com  $\varnothing 8//0.20 \text{ m}$

**LAJE LC - Laje de Cobertura**

<b>CARACT. GEOMÉTRICAS</b>	l= 5,30 m	h= 21 cm	d= 18 cm
<b>ACÇÕES PERMANENTES</b>	pp =2,32 kN/m <sup>2</sup> G=2,81 kN/m <sup>2</sup>	telhado=0,50 kN/m <sup>2</sup>	
<b>ACÇÕES VARIÁVEIS</b>	sc =0,30 kN/m <sup>2</sup>	Q=0,30 kN/m <sup>2</sup>	
<b>COMBINAÇÃO DE ACÇÕES</b>	Sd =4,66 kN/m <sup>2</sup>	Sd (f)=2,81 kN/m <sup>2</sup>	Sd (qp)=2,81 kN/m <sup>2</sup>
<b>ESFORÇOS ACTUANTES</b>	Msd= 16,36 kNm Msd (fctk)= 9,87 kNm	Vsd=12,35 kN Msd (zero)= 9,87 kNm	
<b>LAJE ADOPTADA</b>	Referência B4-48x18-21		
<b>ESFORÇOS RESISTENTES</b>	Mrd= 20,10 kNm	Vrd=21,10 kN	Mrd (fctk)= 12,30 kNm
<b>CÁLCULO DEFORMADA</b>	f(max)=13,25 mm	f(inst)=3,30 mm	f (1.prazo)=9,90 mm
<b>ARMADURA DISTRIBUIÇÃO</b>	Ad = 0,53 cm <sup>2</sup>	Malhasol AR 30	
<b>NERVURAS TRANSVERSAIS</b>	Número de tarugos = 2	distanciados 1,77 m	At=0,58 cm <sup>2</sup> c/ 2 Ø 8
<b>REACÇÃO DOS APOIOS</b>	R(G)=7,45 kN	R(Q)=0,80 kN	

**LAJE LT - Laje de Tecto**

<b>CARACT. GEOMÉTRICAS</b>	l= 5,00 m	h= 21 cm	d= 18 cm
<b>ACÇÕES PERMANENTES</b>	pp =2,32 kN/m <sup>2</sup> G=2,31 kN/m <sup>2</sup>	rev=0,00 kN/m <sup>2</sup>	telhado=0,00 kN/m <sup>2</sup>
<b>ACÇÕES VARIÁVEIS</b>	sc =1,00 kN/m <sup>2</sup>	Q=1,00 kN/m <sup>2</sup>	
<b>COMBINAÇÃO DE ACÇÕES</b>	Sd =4,96 kN/m <sup>2</sup>	Sd (f)=2,31 kN/m <sup>2</sup>	Sd (qp)=2,31 kN/m <sup>2</sup>
<b>ESFORÇOS ACTUANTES</b>	Msd= 15,50 kNm Msd (fctk)= 7,22 kNm	Vsd=12,40 kN Msd (zero)= 7,22 kNm	
<b>LAJE ADOPTADA</b>	Referência B4-48x18-21		
<b>ESFORÇOS RESISTENTES</b>	Mrd= 20,10 kNm	Vrd=21,10 kN	Mrd (fctk)= 12,30 kNm
<b>CÁLCULO DEFORMADA</b>	f(max)=12,50 mm	f(inst)=2,15 mm	f (1.prazo)=6,45 mm
<b>ARMADURA DISTRIBUIÇÃO</b>	Ad = 0,53 cm <sup>2</sup>	Malhasol AR 30	
<b>NERVURAS TRANSVERSAIS</b>	Número de tarugos = 2	distanciados 1,67 m	At=0,55 cm <sup>2</sup> c/ 2 Ø 6
<b>REACÇÃO DOS APOIOS</b>	R(G)=5,77 kN	R(Q)=2,50 kN	

**LAJE LP - Laje de Piso**

<b>CARACT. GEOMÉTRICAS</b>	l= 5,00 m	h= 24 cm	d= 21 cm
<b>ACÇÕES PERMANENTES</b>	pp =2,68 kN/m <sup>2</sup> G=4,67 kN/m <sup>2</sup>	rev=0,50 kN/m <sup>2</sup>	div=1,50 kN/m <sup>2</sup>
<b>ACÇÕES VARIÁVEIS</b>	sc =2,00 kN/m <sup>2</sup>	Q=2,00 kN/m <sup>2</sup>	
<b>COMBINAÇÃO DE ACÇÕES</b>	Sd =10,01 kN/m <sup>2</sup>	Sd (f)=5,27 kN/m <sup>2</sup>	Sd (qp)=5,07 kN/m <sup>2</sup>
<b>ESFORÇOS ACTUANTES</b>	Msd= 31,28 kNm Msd (fctk)= 15,84 kNm	Vsd=25,03 kN Msd (zero)= 15,84 kNm	
<b>LAJE ADOPTADA</b>	Referência B5-40x21-24		
<b>ESFORÇOS RESISTENTES</b>	Mrd= 34,20 kNm	Vrd=28,20 kN	Mrd (fctk)= 21,60 kNm
<b>CÁLCULO DEFORMADA</b>	f(max)=12,50 mm	f(inst)=3,07 mm	f (1.prazo)=8,52 mm
<b>ARMADURA DISTRIBUIÇÃO</b>	Ad = 0,76 cm <sup>2</sup>	Malhasol AR 30	
<b>NERVURAS TRANSVERSAIS</b>	Número de tarugos = 2	distanciados 1,67 m	At=0,79 cm <sup>2</sup> c/ 2 Ø 8
<b>REACÇÃO DOS APOIOS</b>	R(G)=11,68 kN	R(Q)=5,00 kN	

**LAJE LE**

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

<b>Vão de cálculo</b>	l= 4,10 m - Semi-encasturada		
<b>Dimensões da peça</b>	h= 12 cm	d= 10 cm	b= 100 cm
<b>ACÇÕES PERMANENTES</b>	pp =3,00 kN/m <sup>2</sup> G= 5,75 kN/m <sup>2</sup>	rev=0,50 kN/m <sup>2</sup>	deg=2,25 kN/m <sup>2</sup>
<b>ACÇÕES VARIÁVEIS</b>	sc =3,00 kN/m <sup>2</sup>	Q=3,00 kN/m <sup>2</sup>	
<b>COMBINAÇÃO DE ACÇÕES</b>	Sd =13,13 kN/m <sup>2</sup>		
<b>MOM. FLECTOR</b>	Msd=22,07 kNm	μ= 0,071 MPa	w= 0,076 %
<b>ARMADURA PRINCIPAL</b>	As= 2,34 cm <sup>2</sup> realizável com 6 Ø 10 pml		As(ef.)= 4,71 cm <sup>2</sup>
<b>ARMADURA DISTRIBUIÇÃO</b>	As= 0,94 cm <sup>2</sup> realizável com 6 Ø 6 pml		As(ef.)= 1,70 cm <sup>2</sup>
<b>ESF. TRANSVERSO</b>	Vsd=26,92 kN	Vcd=54,00 kN	Vwd=0,00 kN
<b>REACÇÃO DOS APOIOS</b>	R(G)=11,79 kN	R(Q)=6,15 kN	

**VIGA V1**

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

<b>Vão de cálculo</b>	l= 4,10 m - Meio encastramento		
<b>Dimensões da peça</b>	h= 30 cm	d= 27 cm	b= 20 cm
<b>ACÇÕES PERMANENTES</b>	pp =1,50 kN/m <sup>2</sup> par=0,00 kN/m <sup>2</sup>	Laje 1=7,45 kN/m <sup>2</sup>	Laje 2=0,00 kN/m <sup>2</sup>
<b>ACÇÕES VARIÁVEIS</b>	Laje 1 =0,80 kN/m <sup>2</sup>	Laje 2=0,00 kN/m <sup>2</sup>	G=8,95 kN/m <sup>2</sup> Q=0,80 kN/m <sup>2</sup>
<b>COMBINAÇÃO DE ACÇÕES</b>	Sd =14,62 kN/m <sup>2</sup>		
<b>MOM. FLECTOR POSITIVO</b>	Msd=20,48 kNm	μ= 0,131 MPa	w= 0,148 %
<b>MOM. FLECTOR NEGATIVO</b>	Msd=10,24 kNm	μ= 0,066 MPa	w= 0,070 %
<b>ARMADURA INFERIOR</b>	As= 2,46 cm <sup>2</sup> realizável com 3 Ø 12		As(ef.)= 3,39 cm <sup>2</sup>
<b>ARMADURA SUPERIOR</b>	As= 1,16 cm <sup>2</sup> realizável com 2 Ø 12		As(ef.)= 2,26 cm <sup>2</sup>
<b>ESF. TRANSVERSO (Ap.A=B)</b>	Vsd=29,97 kN	Vcd=32,40 kN	Vwd=24,10 kN
<b>ARMADURA TRANSVERSAL</b>	Estribos Ø 6 (2 ramos)	Afastamento s=20,00 cm	
<b>REACÇÃO DOS APOIOS</b>	R(A)=19,98 kN	R(B)=19,98 kN	

**VIGA V2**

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

Vão de cálculo	l= 4,10 m - Meio encastramento		
Dimensões da peça	h= 40 cm	d= 37 cm	b= 20 cm
ACÇÕES PERMANENTES	pp =2,00 kN/m <sup>2</sup>	Laje 1=5,77 kN/m <sup>2</sup>	Laje 2=0,00 kN/m <sup>2</sup>
	par=2,00 kN/m <sup>2</sup>		G=9,77 kN/m <sup>2</sup>
ACÇÕES VARIÁVEIS	Laje 1 =2,50 kN/m <sup>2</sup>	Laje 2=0,00 kN/m <sup>2</sup>	Q=2,50 kN/m <sup>2</sup>
COMBINAÇÃO DE ACÇÕES	Sd =18,41 kN/m <sup>2</sup>		
MOM. FLECTOR POSITIVO	Msd=25,79 kNm	μ= 0,088 MPa	w= 0,096 %
MOM. FLECTOR NEGATIVO	Msd=12,89 kNm	μ= 0,044 MPa	w= 0,046 %
ARMADURA INFERIOR	As= 2,18 cm <sup>2</sup> realizável com 3 Ø 12		As(ef.)= 3,39 cm <sup>2</sup>
ARMADURA SUPERIOR	As= 1,11 cm <sup>2</sup> realizável com 2 Ø 12		As(ef.)= 2,26 cm <sup>2</sup>
ESF. TRANSVERSO (Ap.A=B)	Vsd=37,74 kN	Vcd=44,40 kN	Vwd=33,03 kN
ARMADURA TRANSVERSAL	Estribos Ø 6 (2 ramos)	Afastamento s=20,00 cm	
REACÇÃO DOS APOIOS	R(A)=25,16 kN	R(B)=25,16 kN	

**VIGA V3**

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

Vão de cálculo	l= 5,30 m - Meio encastramento		
Dimensões da peça	h= 40 cm	d= 37 cm	b= 20 cm
ACÇÕES PERMANENTES	pp =2,00 kN/m <sup>2</sup>	Laje 1=5,77 kN/m <sup>2</sup>	Laje 2=0,00 kN/m <sup>2</sup>
	par=0,00 kN/m <sup>2</sup>		G=7,77 kN/m <sup>2</sup>
ACÇÕES VARIÁVEIS	Laje 1 =2,50 kN/m <sup>2</sup>	Laje 2=0,00 kN/m <sup>2</sup>	Q=2,50 kN/m <sup>2</sup>
COMBINAÇÃO DE ACÇÕES	Sd =15,40 kN/m <sup>2</sup>		
MOM. FLECTOR POSITIVO	Msd=36,05 kNm	μ= 0,123 MPa	w= 0,138 %
MOM. FLECTOR NEGATIVO	Msd=18,02 kNm	μ= 0,062 MPa	w= 0,066 %
ARMADURA INFERIOR	As= 3,14 cm <sup>2</sup> realizável com 4 Ø 12		As(ef.)= 4,52 cm <sup>2</sup>
ARMADURA SUPERIOR	As= 1,50 cm <sup>2</sup> realizável com 2 Ø 12		As(ef.)= 2,26 cm <sup>2</sup>
ESF. TRANSVERSO (Ap.A=B)	Vsd=40,81 kN	Vcd=44,40 kN	Vwd=33,03 kN
ARMADURA TRANSVERSAL	Estribos Ø 6 (2 ramos)	Afastamento s=20,00 cm	
REACÇÃO DOS APOIOS	R(A)=27,21 kN	R(B)=27,21 kN	

**VIGA V4**

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

Vão de cálculo	l= 4,10 m - Meio encastramento		
Dimensões da peça	h= 40 cm	d= 37 cm	b= 20 cm
ACÇÕES PERMANENTES	pp =2,00 kN/m <sup>2</sup>	Laje 1=11,68 kN/m <sup>2</sup>	Laje 2=0,00 kN/m <sup>2</sup>
	par=7,00 kN/m <sup>2</sup>		G=20,68 kN/m <sup>2</sup>
ACÇÕES VARIÁVEIS	Laje 1 =5,00 kN/m <sup>2</sup>	Laje 2=0,00 kN/m <sup>2</sup>	Q=5,00 kN/m <sup>2</sup>
COMBINAÇÃO DE ACÇÕES	Sd =38,52 kN/m <sup>2</sup>		
MOM. FLECTOR POSITIVO	Msd=53,96 kNm	μ= 0,184 MPa	w= 0,218 %
MOM. FLECTOR NEGATIVO	Msd=26,98 kNm	μ= 0,092 MPa	w= 0,100 %
ARMADURA INFERIOR	As= 4,96 cm <sup>2</sup> realizável com 5 Ø 12		As(ef.)= 5,65 cm <sup>2</sup>
ARMADURA SUPERIOR	As= 2,28 cm <sup>2</sup> realizável com 3 Ø 12		As(ef.)= 3,39 cm <sup>2</sup>
ESF. TRANSVERSO (Ap.A=B)	Vsd=78,97 kN	Vcd=44,40 kN	Vwd=36,70 kN
ARMADURA TRANSVERSAL	Estribos Ø 6 (2 ramos)	Afastamento s=18,00 cm	
REACÇÃO DOS APOIOS	R(A)=52,65 kN	R(B)=52,65 kN	

**VIGA V5**

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

Vão de cálculo	l= 3,70 m - Meio encastramento		
Dimensões da peça	h= 40 cm	d= 37 cm	b= 20 cm
ACÇÕES PERMANENTES	pp =2,00 kN/m <sup>2</sup>	Laje 1=11,79 kN/m <sup>2</sup>	Laje 2=0,00 kN/m <sup>2</sup>
	par=7,00 kN/m <sup>2</sup>		G=20,79 kN/m <sup>2</sup>
ACÇÕES VARIÁVEIS	Laje 1 =6,15 kN/m <sup>2</sup>	Laje 2=0,00 kN/m <sup>2</sup>	Q=6,15 kN/m <sup>2</sup>
COMBINAÇÃO DE ACÇÕES	Sd =40,41 kN/m <sup>2</sup>		
MOM. FLECTOR POSITIVO	Msd=46,10 kNm	μ= 0,157 MPa	w= 0,182 %
MOM. FLECTOR NEGATIVO	Msd=23,05 kNm	μ= 0,079 MPa	w= 0,085 %
ARMADURA INFERIOR	As= 4,14 cm <sup>2</sup> realizável com 5 Ø 12		As(ef.)= 5,65 cm <sup>2</sup>
ARMADURA SUPERIOR	As= 1,93 cm <sup>2</sup> realizável com 3 Ø 12		As(ef.)= 3,39 cm <sup>2</sup>
ESF. TRANSVERSO (Ap.A=B)	Vsd=74,76 kN	Vcd=44,40 kN	Vwd=33,03 kN
ARMADURA TRANSVERSAL	Estribos Ø 6 (2 ramos)	Afastamento s=20,00 cm	
REACÇÃO DOS APOIOS	R(A)=49,84 kN	R(B)=49,84 kN	

VIGA V6

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Vão de cálculo	l= 5,30 m - Meio encastramento		
Dimensões da peça	h= 40 cm	d= 37 cm	b= 20 cm
ACÇÕES PERMANENTES	pp =2,00 kN/m <sup>2</sup>	Laje 1=5,00 kN/m <sup>2</sup>	Laje 2=0,00 kN/m <sup>2</sup>
	par=9,00 kN/m <sup>2</sup>		G=16,00 kN/m <sup>2</sup>
ACÇÕES VARIÁVEIS	Laje 1 =2,50 kN/m <sup>2</sup>	Laje 2=0,00 kN/m <sup>2</sup>	Q=2,50 kN/m <sup>2</sup>
COMBINAÇÃO DE ACÇÕES	Sd =27,75 kN/m <sup>2</sup>		
MOM. FLECTOR POSITIVO	Msd=64,96 kNm	μ= 0,222 MPa	w= 0,271 %
MOM. FLECTOR NEGATIVO	Msd=32,48 kNm	μ= 0,111 MPa	w= 0,123 %
ARMADURA INFERIOR	As= 6,17 cm <sup>2</sup> realizável	com 6 Ø 12	As(ef.)= 6,79 cm <sup>2</sup>
ARMADURA SUPERIOR	As= 2,80 cm <sup>2</sup> realizável	com 3 Ø 12	As(ef.)= 3,39 cm <sup>2</sup>
ESF. TRANSVERSO (Ap. A=B)	Vsd=73,54 kN	Vcd=44,40 kN	Vwd=33,03 kN
ARMADURA TRANSVERSAL	Estribos Ø 6 (2 ramos)	Afastamento s=20,00 cm	
REACÇÃO DOS APOIOS	R(A)=49,03 kN	R(B)=49,03 kN	

VIGA V7

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Vão de cálculo	l= 2,00 m - Meio encastramento		
Dimensões da peça	h= 25 cm	d= 22 cm	b= 20 cm
ACÇÕES PERMANENTES	pp =1,25 kN/m <sup>2</sup>	Laje 1=11,79 kN/m <sup>2</sup>	Laje 2=0,00 kN/m <sup>2</sup>
	par=0,00 kN/m <sup>2</sup>		G=13,04 kN/m <sup>2</sup>
ACÇÕES VARIÁVEIS	Laje 1 =6,15 kN/m <sup>2</sup>	Laje 2=0,00 kN/m <sup>2</sup>	Q=6,15 kN/m <sup>2</sup>
COMBINAÇÃO DE ACÇÕES	Sd =28,79 kN/m <sup>2</sup>		
MOM. FLECTOR POSITIVO	Msd=9,60 kNm	μ= 0,093 MPa	w= 0,102 %
MOM. FLECTOR NEGATIVO	Msd=4,80 kNm	μ= 0,046 MPa	w= 0,048 %
ARMADURA INFERIOR	As= 1,38 cm <sup>2</sup> realizável	com 2 Ø 12	As(ef.)= 2,26 cm <sup>2</sup>
ARMADURA SUPERIOR	As= 0,66 cm <sup>2</sup> realizável	com 2 Ø 12	As(ef.)= 2,26 cm <sup>2</sup>
ESF. TRANSVERSO (Ap. A=B)	Vsd=28,79 kN	Vcd=26,40 kN	Vwd=19,64 kN
ARMADURA TRANSVERSAL	Estribos Ø 6 (2 ramos)	Afastamento s=20,00 cm	
REACÇÃO DOS APOIOS	R(A)=19,19 kN	R(B)=19,19 kN	

LAJE LT2 - Laje de Tecto

CARACT. GEOMÉTRICAS	l= 2,10 m	h= 21 cm	d= 18 cm
ACÇÕES PERMANENTES	pp =2,32 kN/m <sup>2</sup>	rev=0,00 kN/m <sup>2</sup>	telhado=0,00 kN/m <sup>2</sup>
	G=2,30 kN/m <sup>2</sup>		
ACÇÕES VARIÁVEIS	sc =1,00 kN/m <sup>2</sup>	Q=1,00 kN/m <sup>2</sup>	
COMBINAÇÃO DE ACÇÕES	Sd =4,95 kN/m <sup>2</sup>	Sd (f)=2,30 kN/m <sup>2</sup>	Sd (qp)=2,30 kN/m <sup>2</sup>
ESFORÇOS ACTUANTES	Msd= 2,73 kNm	Vsd=5,20 kN	
	Msd (fctk)= 1,27 kNm	Msd (zero)= 1,27 kNm	
LAJE ADOPTADA	Referência B3-48x18-21		
ESFORÇOS RESISTENTES	Mrd= 14,80 kNm	Vrd=21,10 kN	Mrd (fctk)= 8,50 kNm
CÁLCULO DEFORMADA	f(max)=5,25 mm	f(inst)=0,10 mm	f (1.prazo)=0,20 mm
ARMADURA DISTRIBUIÇÃO	Ad = 0,40 cm <sup>2</sup>	Malhasol AR 30	
NERVURAS TRANSVERSAIS	Número de tarugos = 1	distanciados 1,05 m	At=0,26 cm <sup>2</sup> c/ 2 Ø 6
REACÇÃO DOS APOIOS	R(G)=2,41 kN	R(Q)=1,05 kN	

VIGA R

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Vão de cálculo	l= 2,60 m - Meio encastramento		
Dimensões da peça	h= 21 cm	d= 18 cm	b= 25 cm
ACÇÕES PERMANENTES	pp =1,31 kN/m <sup>2</sup>	Laje 1=2,41 kN/m <sup>2</sup>	Laje 2=0,00 kN/m <sup>2</sup>
	par=0,00 kN/m <sup>2</sup>		G=3,72 kN/m <sup>2</sup>
ACÇÕES VARIÁVEIS	Laje 1 =1,05 kN/m <sup>2</sup>	Laje 2=0,00 kN/m <sup>2</sup>	Q=1,05 kN/m <sup>2</sup>
COMBINAÇÃO DE ACÇÕES	Sd =7,15 kN/m <sup>2</sup>		
MOM. FLECTOR POSITIVO	Msd=4,03 kNm	μ= 0,046 MPa	w= 0,048 %
MOM. FLECTOR NEGATIVO	Msd=2,01 kNm	μ= 0,023 MPa	w= 0,024 %
ARMADURA INFERIOR	As= 0,68 cm <sup>2</sup> realizável	com 2 Ø 12	As(ef.)= 2,26 cm <sup>2</sup>
ARMADURA SUPERIOR	As= 0,68 cm <sup>2</sup> realizável	com 2 Ø 12	As(ef.)= 2,26 cm <sup>2</sup>
ESF. TRANSVERSO (Ap. A=B)	Vsd=9,29 kN	Vcd=27,00 kN	Vwd=16,07 kN
ARMADURA TRANSVERSAL	Estribos Ø 6 (2 ramos)	Afastamento s=20,00 cm	
REACÇÃO DOS APOIOS	R(A)=6,19 kN	R(B)=6,19 kN	



CÁLCULO SÍSMICO  
QUANTIFICAÇÃO DA ACÇÃO SÍSMICA

Piso	Altura m	Cobert. KN	Lajes KN	Paredes KN	Vigas KN	Pilares KN	Sobrec. KN	SC x Psil KN	TOTAL
3	2,60 m	237,92	202,48	292,44	5,00	32,90	71,80	0,00	770,74 KN
2	2,60 m	0,00	257,52	428,82	3,20	48,80	157,40	31,48	769,82 KN
1	2,40 m	237,92	257,52	392,70	3,20	47,50	157,40	31,48	970,32 KN

CARGA TOTAL DO EDIFÍCIO 2510,88 KN

Tipo de estrutura: Estrutura em pórtico

Tipo de terreno de fundação: Terreno tipo II

Zona sísmica: Zona D

CÁLCULO DAS FORÇAS SÍSMICAS E MOMENTOS FLECTORES

PISO 3 Altura piso h=2,60 m Altura ao solo H=7,60 m

ALTURA TOTAL DO EDIFÍCIO H=7,60 metros

Eta=2,50

Beta=0,34

Beta=0,04

Frequencia f=4,00 Hz

F.sísm.piso Fk(3)=49,86 KN

	Grupo	Nº pilares	Base	Altura	Inércia	F. sísmica	Mom. sísm.
Direcção XX	1	6	20 cm	30 cm	45000 cm4	5,96 KN	7,74 KNm
	2	4	40 cm	20 cm	26667 cm4	3,53 KN	4,59 KNm
Direcção YY	1	6	30 cm	20 cm	20000 cm4	1,82 KN	2,37 KNm
	2	4	20 cm	40 cm	106667 cm4	9,73 KN	12,65 KNm

PISO 2 Altura piso h=2,60 m Altura ao solo H=5,00 m F.sísm.piso Fk(2)=32,76 KN

	Grupo	Nº pilares	Base	Altura	Inércia	F. sísmica	Mom. sísm.
Direcção XX	1	6	20 cm	30 cm	45000 cm4	5,78 KN	7,51 KNm
	2	4	40 cm	20 cm	26667 cm4	3,42 KN	4,45 KNm
	3	20	20 cm	20 cm	13333 cm4	1,71 KN	2,23 KNm
Direcção YY	1	6	30 cm	20 cm	20000 cm4	2,03 KN	2,64 KNm
	2	4	20 cm	40 cm	106667 cm4	10,84 KN	14,09 KNm
	3	20	20 cm	20 cm	13333 cm4	1,35 KN	1,76 KNm

PISO 1 Altura piso h=2,40 m Altura ao solo H=2,40 m F.sísm.piso Fk(1)=19,82 KN

	Grupo	Nº pilares	Base	Altura	Inércia	F. sísmica	Mom. sísm.
Direcção XX	1	6	20 cm	30 cm	45000 cm4	11,43 KN	13,72 KNm
	2	4	40 cm	20 cm	26667 cm4	6,77 KN	8,13 KNm
	3	2	20 cm	20 cm	13333 cm4	3,39 KN	4,06 KNm
Direcção YY	1	6	30 cm	20 cm	20000 cm4	3,57 KN	4,29 KNm
	2	4	20 cm	40 cm	106667 cm4	19,06 KN	22,87 KNm
	3	2	20 cm	20 cm	13333 cm4	2,38 KN	2,86 KNm

**CÁLCULO DAS EXCENTRICIDADES E MOMENTOS**
**PILAR P1 -**

Tipo de estrutura: Estrutura de nós móveis

Características das vigas e pilares de cada nó

		Vão (m)	Base (cm)	Altura (cm)	pp (KN)	Acção (KN)	In.pilar(x) (cm4)	In.pilar(y) (cm4)	Inércia viga (cm4)
Nó 4	Pilar inf.	2,60	40	20	5,20	0,00	26667	106667	
	Viga 1	4,10	20	40		25,16			106667
	Viga 2	5,30	20	40		27,21			106667
Nó 3	Pilar inf.	2,60	40	20	5,20	57,57	26667	106667	
	Viga 1	4,10	20	40		52,65			106667
	Viga 2	5,30	20	40		49,03			106667
Nó 2	Pilar inf.	2,40	40	20	4,80	164,45	26667	106667	
	Viga 1	4,10	20	40		52,65			106667
	Viga 2	5,30	20	40		49,03			106667
Nó 1	Fundação					270,93			

**Encurvadura, Excentricidades e Momentos**

	Alfa	Eta	Comp.ef. Lo(m)	Lambda	Disp.	Adic. ea (m)	2ª ordem e2 (m)	Fluência ec (m)	M. FLECTOR (KNm)
<b>Direcção XX</b>									
Nó 4	0,22								
- Piso 3		1,10	2,86	49,48	NÃO	0,020	0,009	Dispensa	2,53 KNm
Nó 3	0,44								
- Piso 2		1,14	2,95	51,11	NÃO	0,020	0,003	Dispensa	5,79 KNm
Nó 2	0,46								
- Piso 1		1,07	2,57	44,41	NÃO	0,020	0,002	Dispensa	8,77 KNm
Nó 1	0,00								
<b>Direcção YY</b>									
Nó 4	0,89								
- Piso 3		1,40	3,64	31,49	SIM	0,020	0,008	Dispensa	0,00 KNm
Nó 3	1,78								
- Piso 2		1,54	4,02	34,74	SIM	0,020	0,003	Dispensa	0,00 KNm
Nó 2	1,85								
- Piso 1		1,28	3,07	26,53	SIM	0,020	0,001	Dispensa	0,00 KNm
Nó 1	0,00								

**CÁLCULO DAS EXCENTRICIDADES E MOMENTOS**
**PILAR P3 -**

Tipo de estrutura: Estrutura de nós móveis

Características das vigas e pilares de cada nó

		Vão (m)	Base (cm)	Altura (cm)	pp (KN)	Acção (KN)	In.pilar(x) (cm4)	In.pilar(y) (cm4)	Inércia viga (cm4)
Nó 4	Pilar inf.	2,60	20	30	3,90	0,00	45000	20000	
	Viga 1	4,10	20	40		25,16			106667
	Viga 2	4,10	20	40		25,16			106667
Nó 3	Pilar inf.	2,60	20	30	3,90	94,22	45000	20000	
	Viga 1	4,10	20	40		52,65			106667
	Viga 2	4,10	20	40		52,65			106667
Nó 2	Pilar inf.	2,40	20	30	3,60	203,42	45000	20000	
	Viga 1	4,10	20	40		52,65			106667
	Viga 2	4,10	20	40		52,65			106667
Nó 1	Fundação					312,32			

**Encurvadura, Excentricidades e Momentos**

	Alfa	Eta	Comp.ef. Lo(m)	Lambda	Disp.	Adic. ea (m)	2ª ordem e2 (m)	Fluência ec (m)	M. FLECTOR (KNm)
<b>Direcção XX</b>									
Nó 4	0,33								
- Piso 3		1,15	2,99	34,48	SIM	0,020	0,003	Dispensa	0,00 KNm
Nó 3	0,67								
- Piso 2		1,20	3,13	36,10	NÃO	0,020	0,002	Dispensa	6,58 KNm
Nó 2	0,69								
- Piso 1		1,10	2,65	30,56	SIM	0,020	0,001	Dispensa	0,00 KNm

Nó 1 0,00

Direcção YY

Nó 4	0,15								
- Piso 3		1,07	2,77	47,98	NÃO	0,020	0,004	Dispensa	3,39 KNm
Nó 3	0,30								
- Piso 2		1,09	2,84	49,06	NÃO	0,020	0,002	Dispensa	6,69 KNm
Nó 2	0,31								
- Piso 1		1,05	2,51	43,44	NÃO	0,020	0,001	Dispensa	9,83 KNm
Nó 1	0,00								

CÁLCULO DAS EXCENTRICIDADES E MOMENTOS

PILAR P11 -

Tipo de estrutura: Estrutura de nós móveis

Características das vigas e pilares de cada nó

	Vão (m)	Base (cm)	Altura (cm)	pp (KN)	Acção (KN)	In.pilar(x) (cm4)	In.pilar(y) (cm4)	Inércia viga (cm4)
Nó 3 Pilar inf.	2,60	20	20	2,60	0,00	13333	13333	
Viga 1	2,00	20	25		19,19			26042
Viga 2	2,00	20	25		19,19			26042
Nó 2 Pilar inf.	2,40	20	20	2,40	40,98	13333	13333	
Viga 1	2,00	20	25		19,19			26042
Viga 2	2,00	20	25		19,19			26042
Nó 1 Fundação					81,76			

Encurvadura, Excentricidades e Momentos

	Alfa	Eta	Comp.ef. Lo(m)	Lambda	Disp.	Adic. ea (m)	2ª ordem e2 (m)	Fluência ec (m)	M. FLECTOR (KNm)
Direcção XX									
Nó 3	0,20								
- Piso 2		1,09	2,84	49,08	NÃO	0,020	0,006	Dispensa	1,62 KNm
Nó 2	0,41								
- Piso 1		1,06	2,55	44,08	NÃO	0,020	0,003	Dispensa	2,77 KNm
Nó 1	0,00								
Direcção YY									
Nó 3	0,20								
- Piso 2		1,09	2,84	49,08	NÃO	0,020	0,006	Dispensa	1,62 KNm
Nó 2	0,41								
- Piso 1		1,06	2,55	44,08	NÃO	0,020	0,003	Dispensa	2,77 KNm
Nó 1	0,00								

PILAR P1 - ANDAR

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Vão de cálculo l= 2,60 m

Dimensões da peça b= 40 cm

h= 20 cm

Ac = 800,00cm<sup>2</sup>;

ESFORÇOS NO PILAR Nsd =89,36 kN

Msd(x)=10,68 KNm

Msd(y)=18,98 KNm

DIMENSIONAMENTO

Direcção XX

v=0,10

n=0,06

vc=-0,75

L=0,40

w=0,05

Direcção YY

v=0,10

n=0,06

vc=-0,75

L=0,45

w=0,03

ARMADURAS

Nas faces do eixo YY

As= 0,59 cm<sup>2</sup> realizável c/ 2 Ø 12 + 1 Ø 12

As(ef.)= 3,39 cm<sup>2</sup>

Nas faces do eixo XX

As= 0,33 cm<sup>2</sup> realizável c/ 2 Ø 12

As(ef.)= 2,26 cm<sup>2</sup>

Total do pilar

A ef.= 4,52 cm<sup>2</sup> realizada c/ 4 Ø 12

ARMADURA TRANSVERSAL

Cintas em Ø 6 espaçadas 14 cm

ACÇÃO TRANSM. PILAR

R=57,57 kN

PILAR P1 - RÉIS-DO-CHÃO

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Vão de cálculo l= 2,60 m

Dimensões da peça b= 40 cm

h= 20 cm

Ac = 800,00cm<sup>2</sup>;

ESFORÇOS NO PILAR Nsd =249,68 kN

Msd(x)=15,36 KNm

Msd(y)=21,14 KNm

DIMENSIONAMENTO

Direcção XX

v=0,29

n=0,09

vc=-0,56

L=0,40

w=0,00

Direcção YY

v=0,29

n=0,06

vc=-0,56

L=0,45

w=0,00

ARMADURAS

Nas faces do eixo YY

As= 0,01 cm<sup>2</sup> realizável c/ 2 Ø 12 + 1 Ø 12

As(ef.)= 3,39 cm<sup>2</sup>

Nas faces do eixo XX

As= 0,00 cm<sup>2</sup> realizável c/ 2 Ø 12

As(ef.)= 2,26 cm<sup>2</sup>

Total do pilar

A ef.= 6,79 cm<sup>2</sup> realizada c/ 4 Ø 12 + 2 Ø 12

ARMADURA TRANSVERSAL Cintas em Ø 6 espaçadas 14 cm  
ACÇÃO TRANSM. PILAR R=164,45 kN

**PILAR P1 - CAVE**

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

Vão de cálculo l= 2,40 m  
Dimensões da peça b= 40 cm h= 20 cm Ac = 800,00cm<sup>2</sup>;  
ESFORÇOS NO PILAR Nsd =409,40 kN Msd(x)=25,35 KNm Msd(y)=34,31 KNm

**DIMENSIONAMENTO**

Direcção XX v=0,48 n=0,15 vc=-0,37 L=0,40 w=0,14  
Direcção YY v=0,48 n=0,10 vc=-0,37 L=0,45 w=0,01

**ARMADURAS**

Nas faces do eixo YY As= 1,66 cm<sup>2</sup> realizável c/ 2 Ø 12 + 1 Ø 12 As(ef.)= 3,39 cm<sup>2</sup>  
Nas faces do eixo XX As= 0,06 cm<sup>2</sup> realizável c/ 2 Ø 12 As(ef.)= 2,26 cm<sup>2</sup>  
Total do pilar A ef.= 6,79 cm<sup>2</sup> realizada c/ 4 Ø 12 + 2 Ø 12  
ARMADURA TRANSVERSAL Cintas em Ø 6 espaçadas 14 cm  
ACÇÃO TRANSM. PILAR R=270,93 kN

**PILAR P3 - ANDAR**

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

Vão de cálculo l= 2,60 m  
Dimensões da peça b= 20 cm h= 30 cm Ac = 600,00cm<sup>2</sup>;  
ESFORÇOS NO PILAR Nsd =143,58 kN Msd(x)=24,77 KNm Msd(y)=8,64 KNm

**DIMENSIONAMENTO**

Direcção XX v=0,22 n=0,13 vc=-0,63 L=0,43 w=0,12  
Direcção YY v=0,22 n=0,07 vc=-0,63 L=0,40 w=0,00

**ARMADURAS**

Nas faces do eixo YY As= 1,11 cm<sup>2</sup> realizável c/ 2 Ø 12 As(ef.)= 2,26 cm<sup>2</sup>  
Nas faces do eixo XX As= 0,00 cm<sup>2</sup> realizável c/ 2 Ø 12 As(ef.)= 2,26 cm<sup>2</sup>  
Total do pilar A ef.= 4,52 cm<sup>2</sup> realizada c/ 4 Ø 12  
ARMADURA TRANSVERSAL Cintas em Ø 6 espaçadas 14 cm  
ACÇÃO TRANSM. PILAR R=94,22 kN

**PILAR P3 - RÉ-S-DO-CHÃO**

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

Vão de cálculo l= 2,60 m  
Dimensões da peça b= 20 cm h= 30 cm Ac = 600,00cm<sup>2</sup>;  
ESFORÇOS NO PILAR Nsd =307,38 kN Msd(x)=21,14 KNm Msd(y)=14,00 KNm

**DIMENSIONAMENTO**

Direcção XX v=0,48 n=0,11 vc=-0,37 L=0,43 w=0,03  
Direcção YY v=0,48 n=0,11 vc=-0,37 L=0,40 w=0,03

**ARMADURAS**

Nas faces do eixo YY As= 0,28 cm<sup>2</sup> realizável c/ 2 Ø 12 As(ef.)= 2,26 cm<sup>2</sup>  
Nas faces do eixo XX As= 0,28 cm<sup>2</sup> realizável c/ 2 Ø 12 As(ef.)= 2,26 cm<sup>2</sup>  
Total do pilar A ef.= 4,52 cm<sup>2</sup> realizada c/ 4 Ø 12  
ARMADURA TRANSVERSAL Cintas em Ø 6 espaçadas 14 cm  
ACÇÃO TRANSM. PILAR R=203,42 kN

**PILAR P3 - CAVE**

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

Vão de cálculo l= 2,40 m  
Dimensões da peça b= 20 cm h= 30 cm Ac = 600,00cm<sup>2</sup>;  
ESFORÇOS NO PILAR Nsd =470,73 kN Msd(x)=30,45 KNm Msd(y)=21,18 KNm

**DIMENSIONAMENTO**

Direcção XX v=0,73 n=0,16 vc=-0,12 L=0,43 w=0,28  
Direcção YY v=0,73 n=0,17 vc=-0,12 L=0,40 w=0,32

**ARMADURAS**

Nas faces do eixo YY As= 2,56 cm<sup>2</sup> realizável c/ 2 Ø 12 + 1 Ø 12 As(ef.)= 3,39 cm<sup>2</sup>  
Nas faces do eixo XX As= 2,95 cm<sup>2</sup> realizável c/ 2 Ø 12 + 1 Ø 12 As(ef.)= 3,39 cm<sup>2</sup>  
Total do pilar A ef.= 9,05 cm<sup>2</sup> realizada c/ 4 Ø 12 + 4 Ø 12  
ARMADURA TRANSVERSAL Cintas em Ø 6 espaçadas 14 cm  
ACÇÃO TRANSM. PILAR R=312,32 kN

**PILAR P11 - RÉ-S-DO-CHÃO**

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

Vão de cálculo l= 2,60 m  
Dimensões da peça b= 20 cm h= 20 cm Ac = 400,00cm<sup>2</sup>;  
ESFORÇOS NO PILAR Nsd =62,97 kN Msd(x)=5,78 KNm Msd(y)=5,07 KNm

**DIMENSIONAMENTO**

Direcção XX v=0,15 n=0,07 vc=-0,70 L=0,40 w=0,03  
Direcção YY v=0,15 n=0,06 vc=-0,70 L=0,40 w=0,01

**ARMADURAS**

Nas faces do eixo YY As= 0,15 cm<sup>2</sup> realizável c/ 2 Ø 12 As(ef.)= 2,26 cm<sup>2</sup>  
Nas faces do eixo XX As= 0,03 cm<sup>2</sup> realizável c/ 2 Ø 12 As(ef.)= 2,26 cm<sup>2</sup>  
Total do pilar A ef.= 4,52 cm<sup>2</sup> realizada c/ 4 Ø 12  
ARMADURA TRANSVERSAL Cintas em Ø 6 espaçadas 14 cm

ACÇÃO TRANSM. PILAR R=40,98 kN

PILAR P11 - CAVE

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Vão de cálculo l= 2,40 m  
Dimensões da peça b= 20 cm h= 20 cm Ac = 400,00cm<sup>2</sup>;  
ESFORÇOS NO PILAR Nsd =124,14 kN Msd(x)=10,25 KNm Msd(y)=8,45 KNm

DIMENSIONAMENTO

Direcção XX v=0,29 n=0,12 vc=-0,56 L=0,40 w=0,08  
Direcção YY v=0,29 n=0,10 vc=-0,56 L=0,40 w=0,02

ARMADURAS

Nas faces do eixo YY As= 0,47 cm<sup>2</sup> realizável c/ 2 Ø 12 As(ef.)= 2,26 cm<sup>2</sup>  
Nas faces do eixo XX As= 0,15 cm<sup>2</sup> realizável c/ 2 Ø 12 As(ef.)= 2,26 cm<sup>2</sup>  
Total do pilar A ef.= 4,52 cm<sup>2</sup> realizada c/ 4 Ø 12  
ARMADURA TRANSVERSAL Cintas em Ø 6 espaçadas 14 cm  
ACÇÃO TRANSM. PILAR R=81,76 kN

SAPATA S1 E - Sapata isolada excêntrica

TENSÃO DO TERRENO Inicial=0,30 MPa Efectiva=0,42 MPa

CARACTERÍSTICAS PILAR

Carga do pilar N=270,93 kN PP sap =15,23 Nsd=429,24 kN  
Dimensões do pilar a= 40 cm b= 20 cm

CARACTERÍSTICAS SAPATA

Dimensões da sapata A=145,00 cm B=70,00 cm  
Altura da sapata H=60,00 cm D=55,00 cm

ESFORÇOS ACTUANTES Fa=204,87 kN Fb=97,56 kN

ARMADURA (direcção A) As (A)= 11,96 cm<sup>2</sup> realizável c/ 12 Ø 12 (sap.) As(ef.)= 13,57 cm<sup>2</sup>

ARMADURA (direcção B) As (B)= 5,78 cm<sup>2</sup> realizável c/ 12 Ø 12 (sap.) As(ef.)= 13,57 cm<sup>2</sup>

VERIFICAÇÃO PUNÇOAMENTO

Perímetro crítico u=0,29 m  
Esforços de punçoamento Vsd=328,76 kN Vrd=360,00 kN

SAPATA S1 C - Sapata isolada de canto

TENSÃO DO TERRENO Inicial=0,30 MPa Efectiva=0,42 MPa

CARACTERÍSTICAS PILAR

Carga do pilar N=270,03 kN PP sap =15,23 Nsd=427,89 kN  
Dimensões do pilar a= 40 cm b= 20 cm

CARACTERÍSTICAS SAPATA

Dimensões da sapata A=145,00 cm B=70,00 cm  
Altura da sapata H=60,00 cm D=55,00 cm

MOMENTO FLECTOR Msd=39,38 kNm  $\mu$ = 0,012 MPa w= 0,012 %

ARMADURA (direcção A) As (A)= 11,96 cm<sup>2</sup> realizável c/ 12 Ø 12 (sap.) As(ef.)= 13,57 cm<sup>2</sup>

ARMADURA (direcção B) As (B)= 0,00 cm<sup>2</sup> realizável c/ 12 Ø 12 (sap.) As(ef.)= 13,57 cm<sup>2</sup>

VERIFICAÇÃO PUNÇOAMENTO

Perímetro crítico u=1,46 m  
Esforços de punçoamento Vsd=90,27 kN Vrd=360,00 kN

SAPATA S3 - Sapata isolada excêntrica

TENSÃO DO TERRENO Inicial=0,30 MPa Efectiva=0,39 MPa

CARACTERÍSTICAS PILAR

Carga do pilar N=312,32 kN PP sap =18,90 Nsd=496,83 kN  
Dimensões do pilar a= 50 cm b= 30 cm

CARACTERÍSTICAS SAPATA

Dimensões da sapata A=90,00 cm B=140,00 cm  
Altura da sapata H=60,00 cm D=55,00 cm

ESFORÇOS ACTUANTES Fa=90,33 kN Fb=248,42 kN

ARMADURA (direcção A) As (A)= 7,43 cm<sup>2</sup> realizável c/ 12 Ø 12 (sap.) As(ef.)= 13,57 cm<sup>2</sup>

ARMADURA (direcção B) As (B)= 11,55 cm<sup>2</sup> realizável c/ 12 Ø 12 (sap.) As(ef.)= 13,57 cm<sup>2</sup>

VERIFICAÇÃO PUNÇOAMENTO

Perímetro crítico u=0,83 m  
Esforços de punçoamento Vsd=98,17 kN Vrd=360,00 kN

SAPATA S11 - Sapata isolada concêntrica

TENSÃO DO TERRENO Inicial=0,30 MPa Efectiva=0,36 MPa

CARACTERÍSTICAS PILAR

Carga do pilar N=81,76 kN PP sap =3,60 Nsd=128,04 kN  
Dimensões do pilar a= 20 cm b= 20 cm

CARACTERÍSTICAS SAPATA

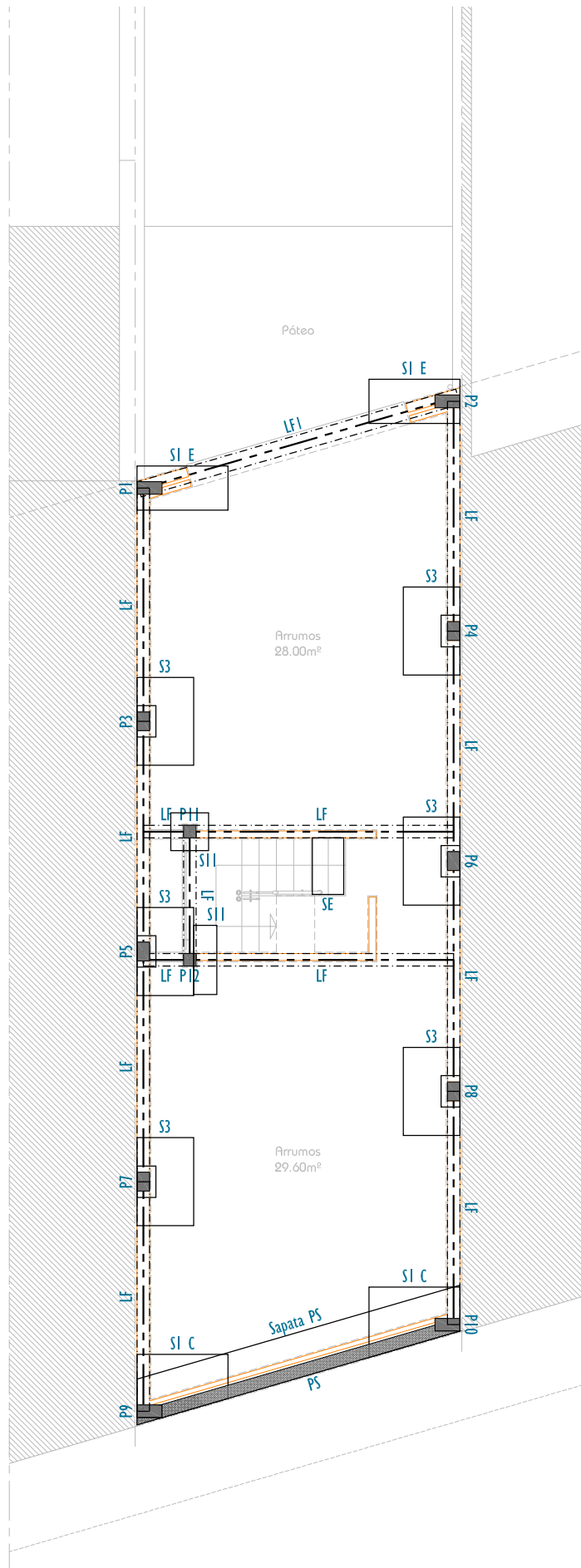
Dimensões da sapata A=B=60,00 cm D=35,00 cm  
Altura da sapata H=40,00 cm

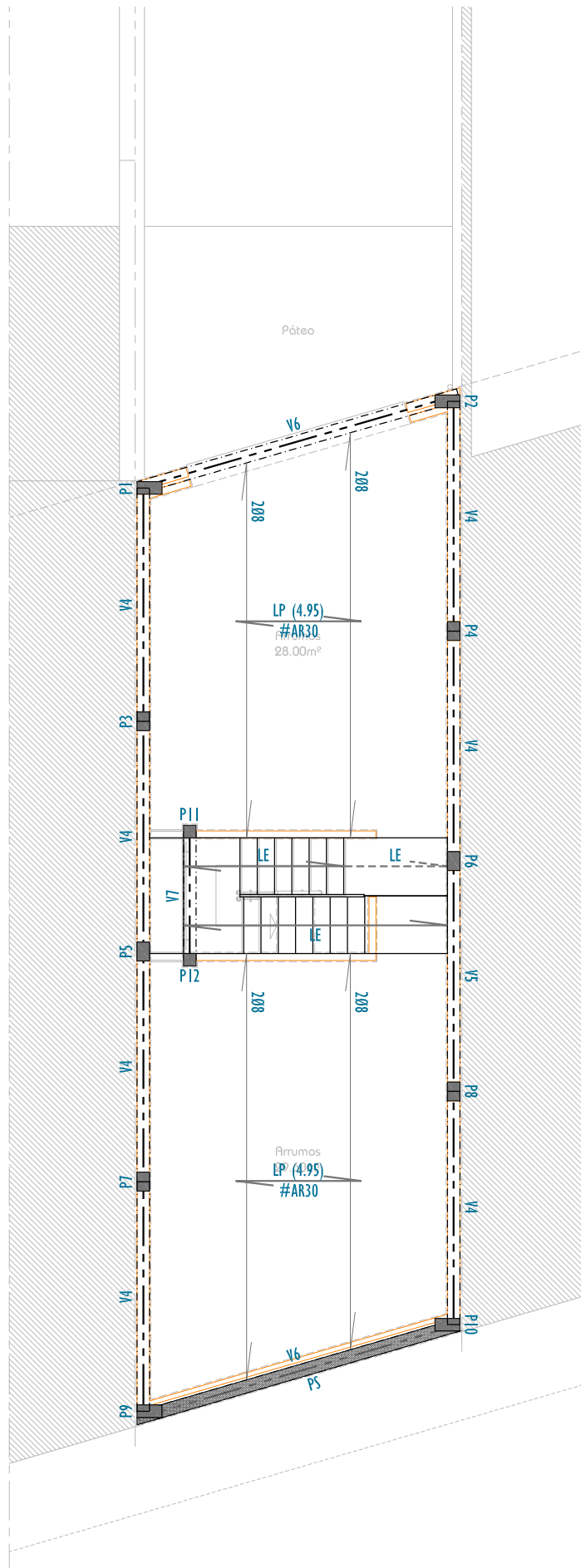
ESFORÇOS ACTUANTES Fa=18,29 kN Fb=18,29 kN

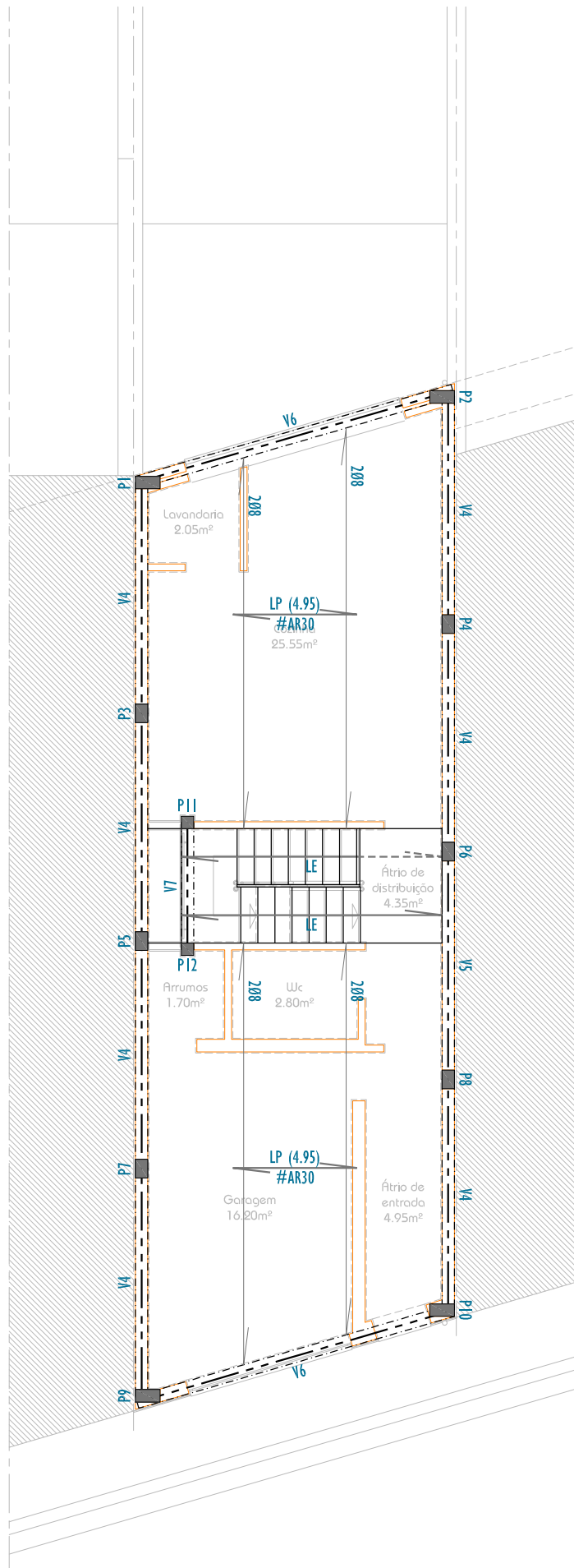
ARMADURA (direcção A=B) As(A=B)= 3,15 cm<sup>2</sup> realizável c/ 5 Ø 12 (sap.) As(ef.)= 5,65 cm<sup>2</sup>

VERIFICAÇÃO PUNÇOAMENTO

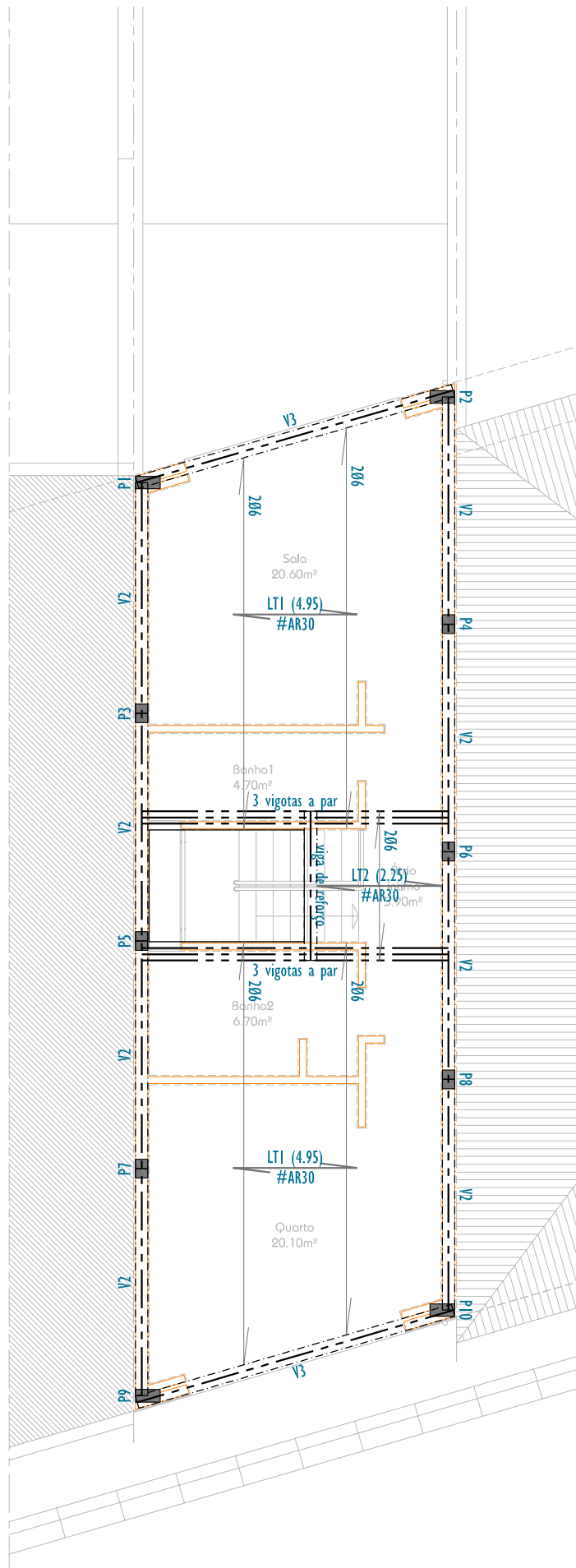
Perímetro crítico u=1,90 m  
Esforços de punçoamento Vsd=-12,19 kN Vrd=288,00 kN

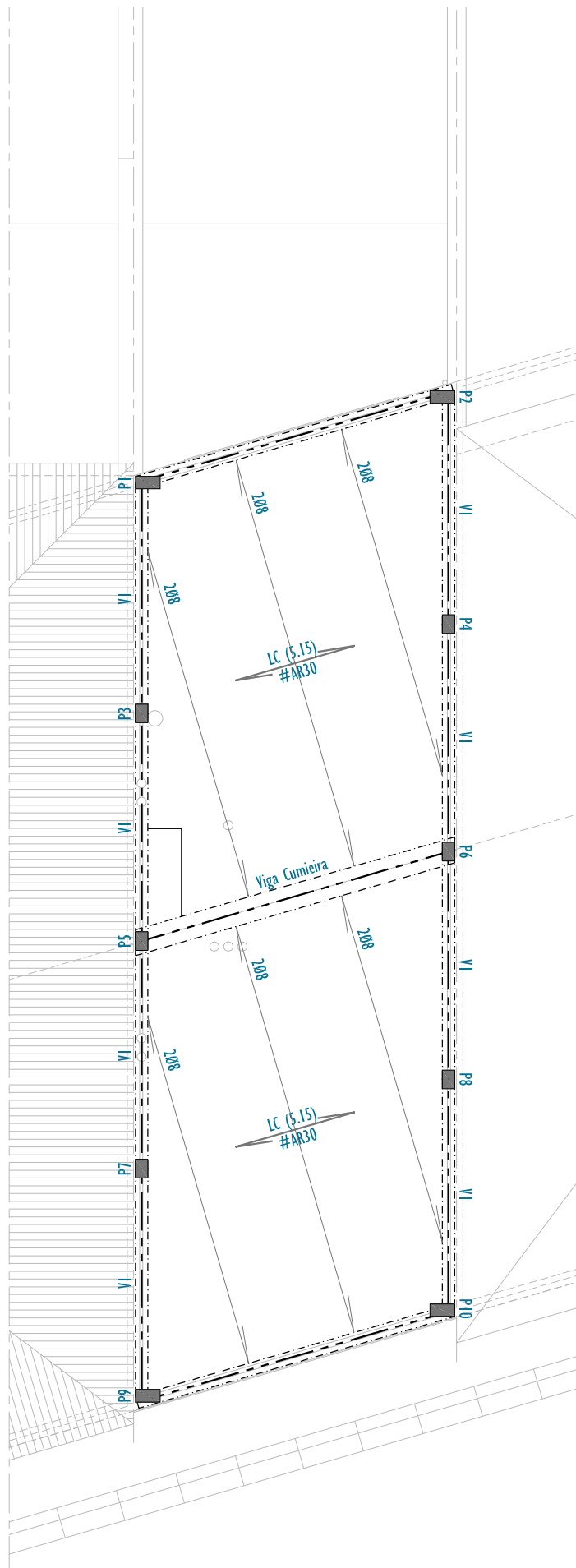




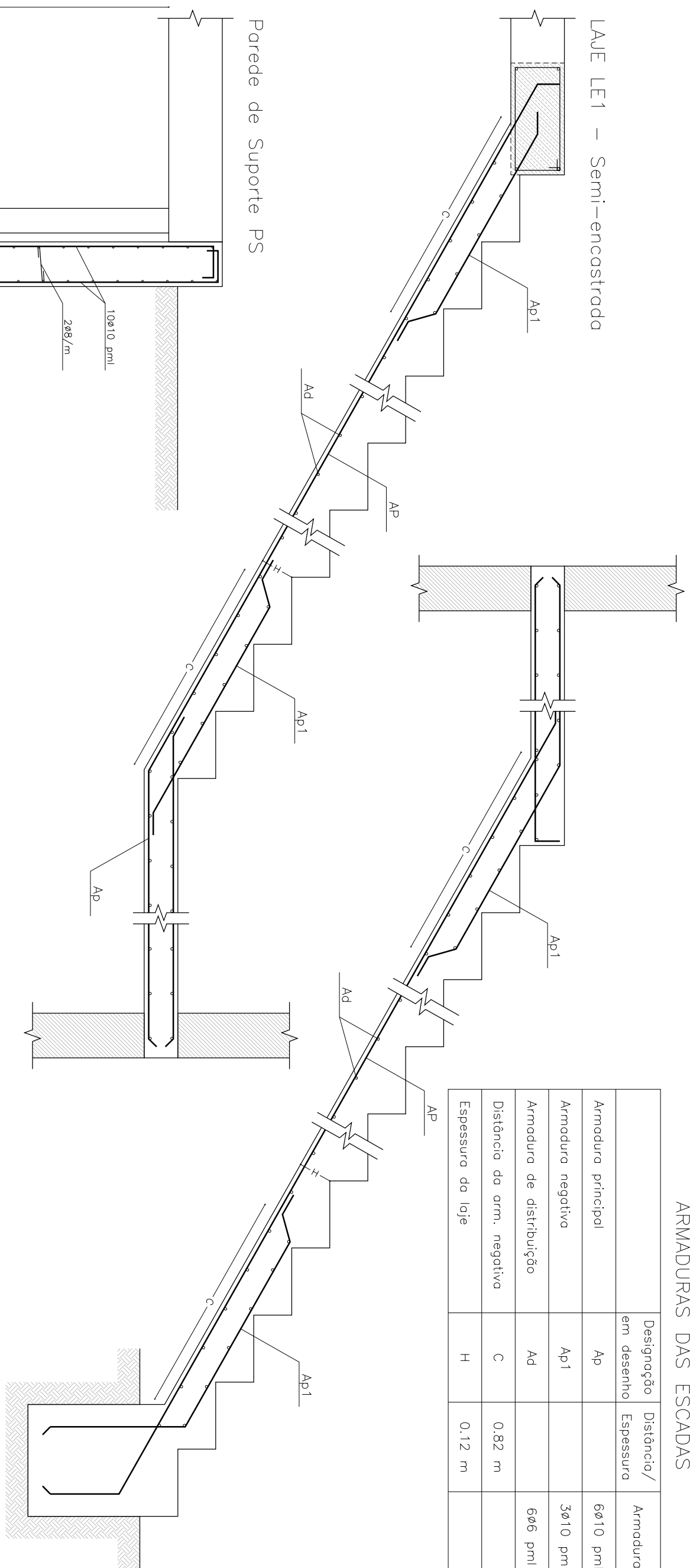








LAJE LE1 - Semi-encastrada

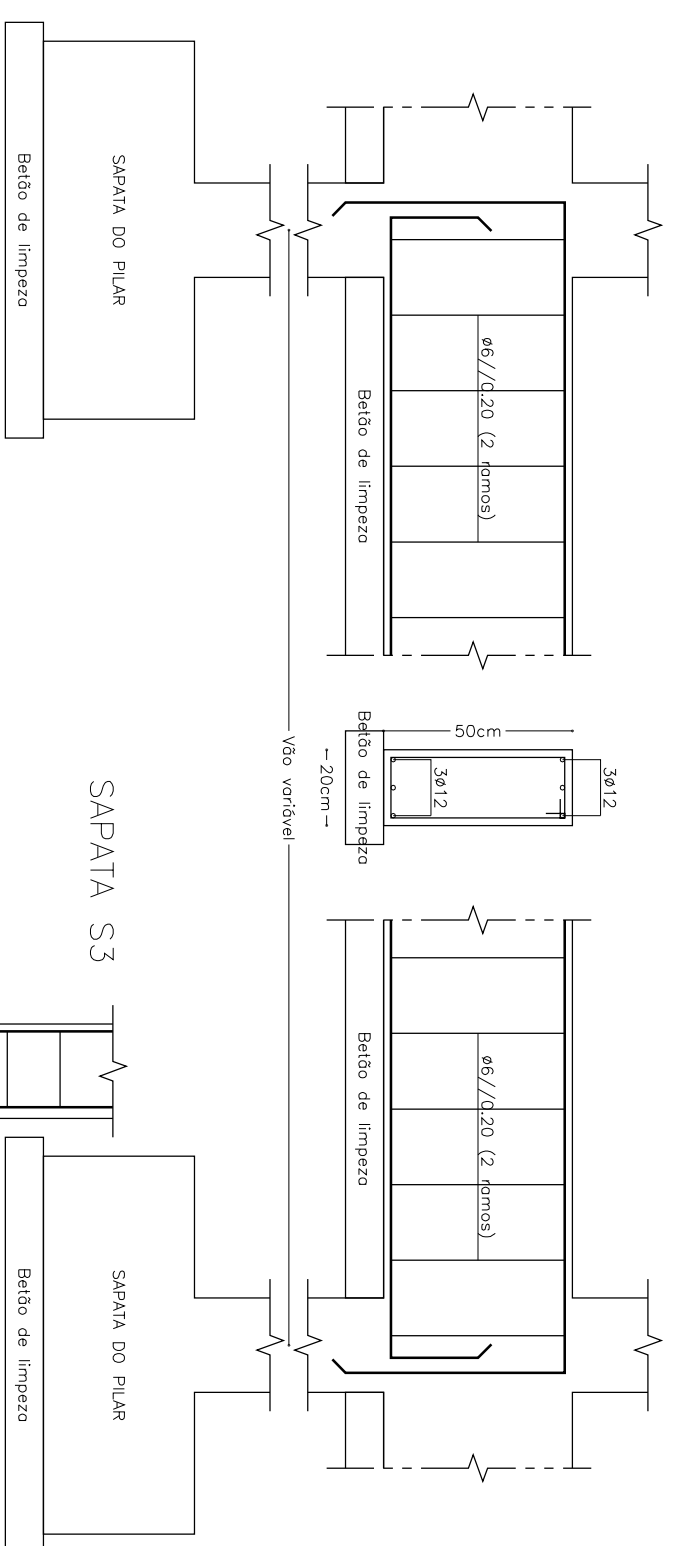
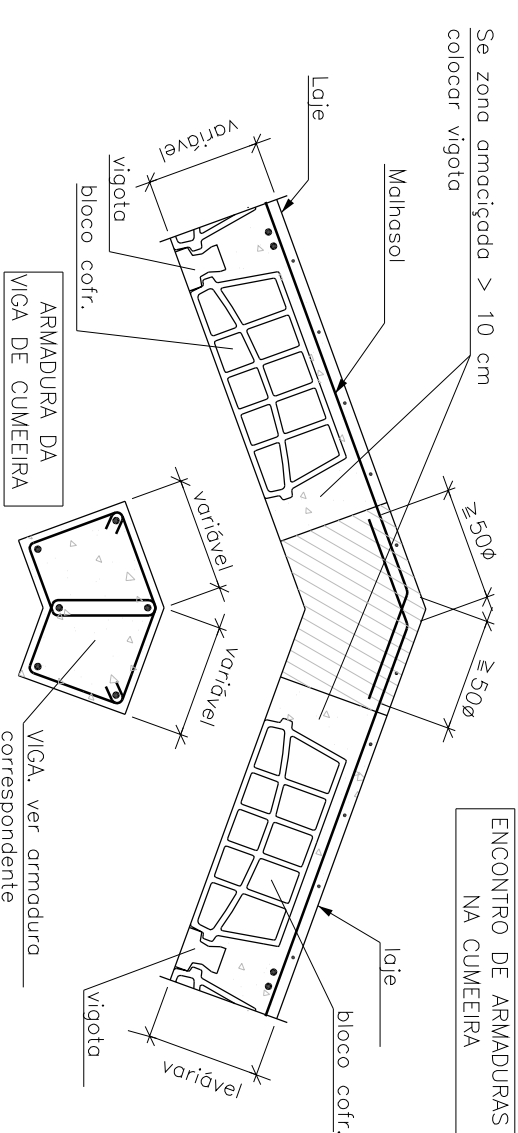
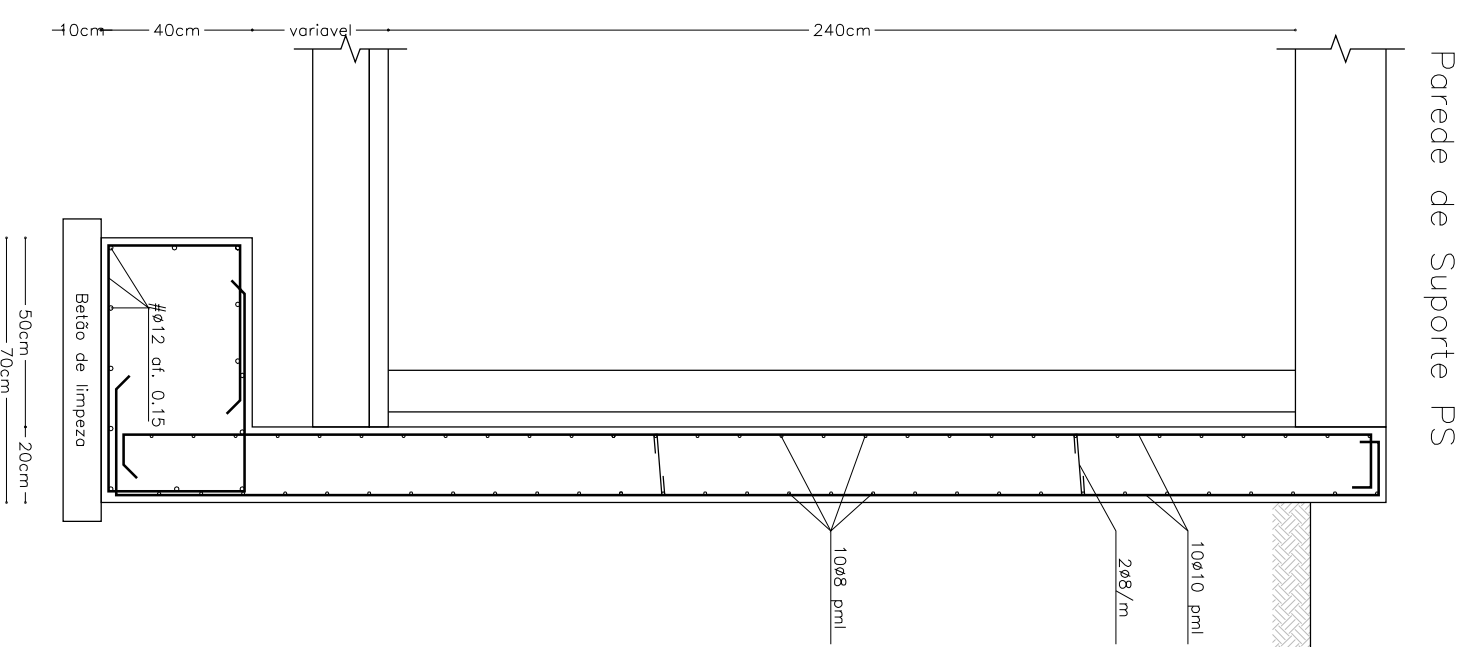


	FUNDAÇÕES	CAVE	R/CHÃO	ANDAR
P1-P2-P9-P10				
P3-P4-P5-P6-P7-P8				
P11-P12				

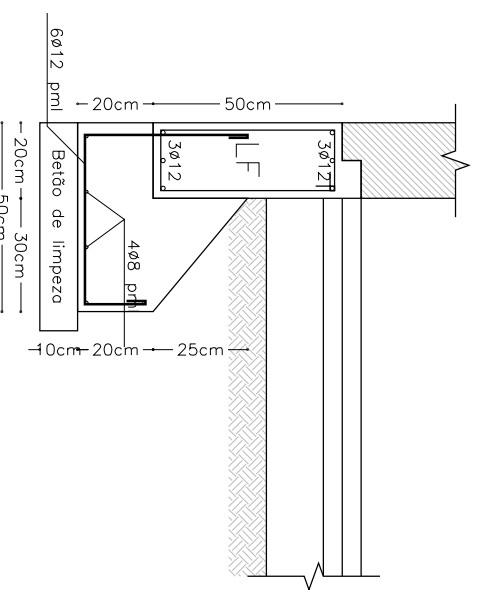
Encontro de Lajes Inclinadas na Viga de Cumeeira

Vigotas Paralelas

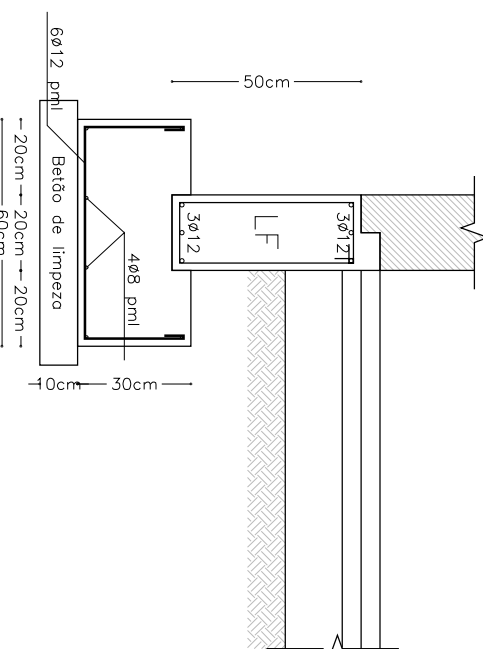
VIGA LF - Lintel de fundação



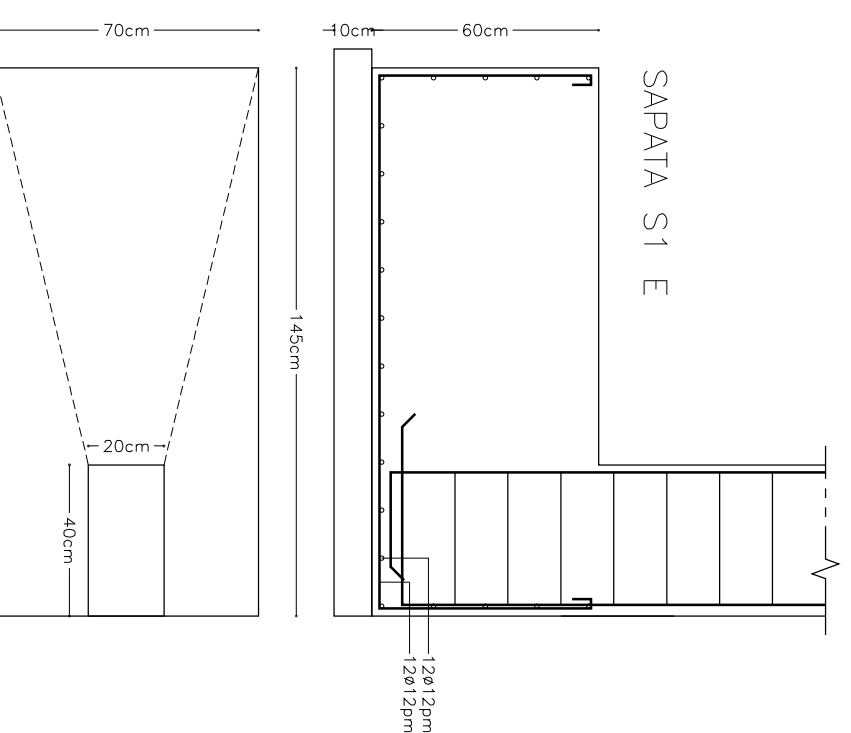
SAPATA DE PAREDE CONTINUA EXCÊNTRICA (SPE) e LINTEL DE FUNDAÇÃO (LF)



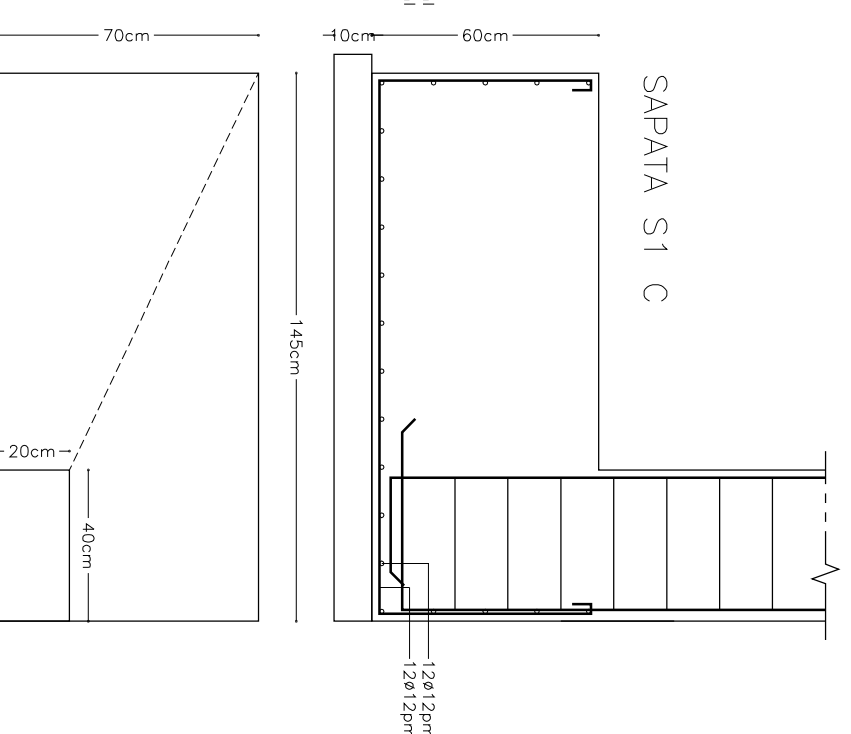
SAPATA DE PAREDE CONTINUA CONCÊNTRICA (SPC) e LINTEL DE FUNDAÇÃO (LF)



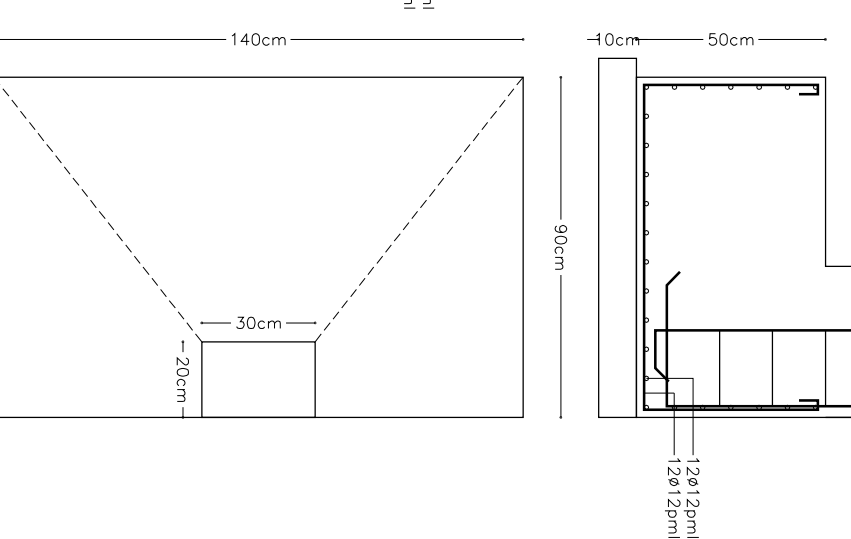
SAPATA S1 E



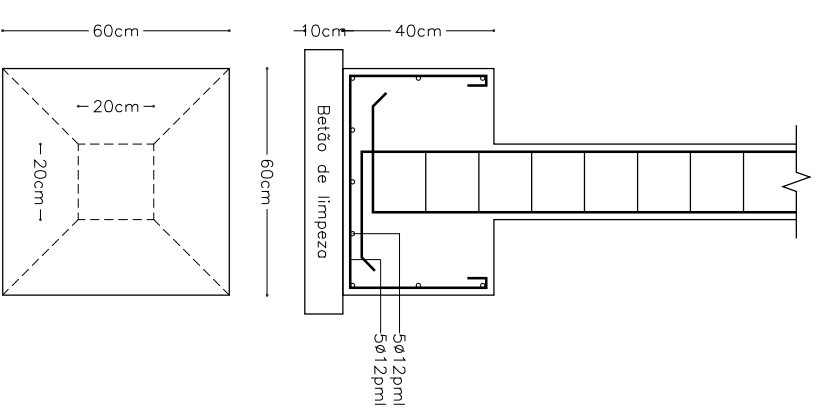
SAPATA S1 C



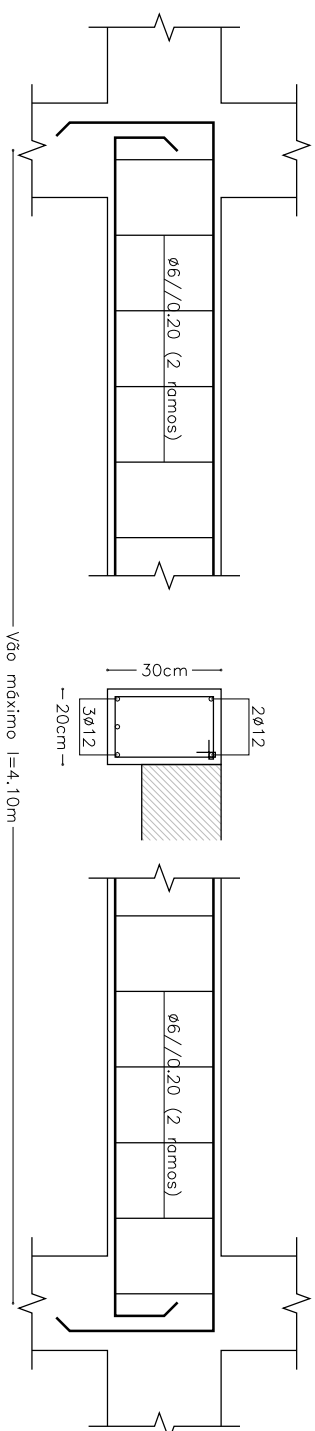
SAPATA S3



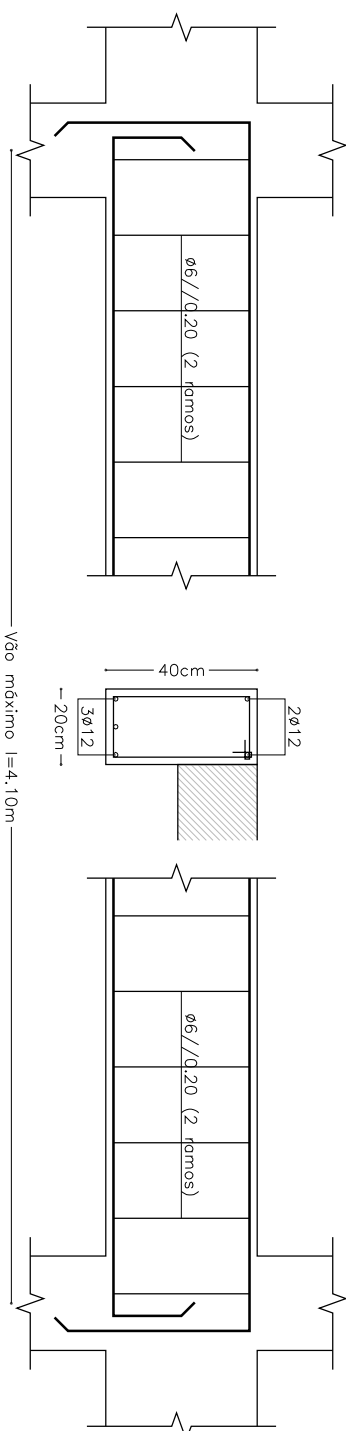
SAPATA S11



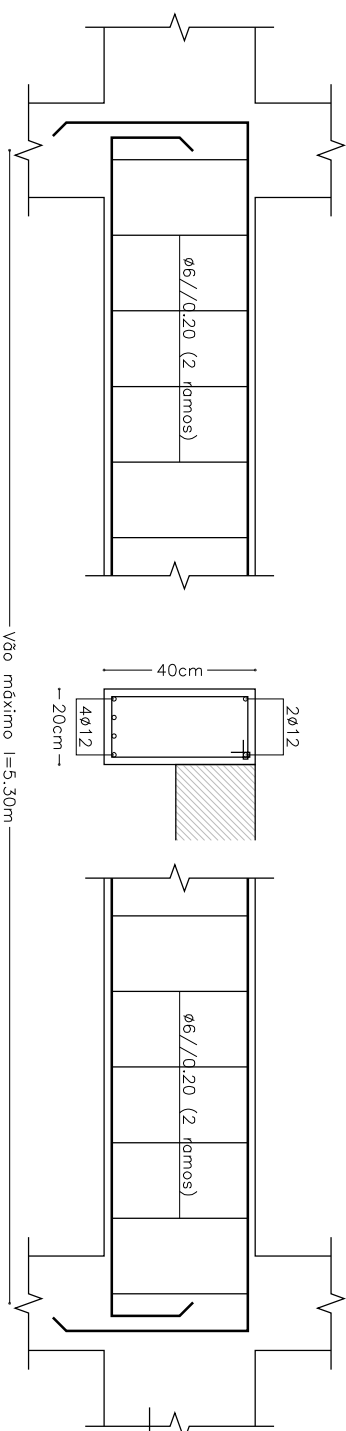
VIGA V1 – Meio encastramento



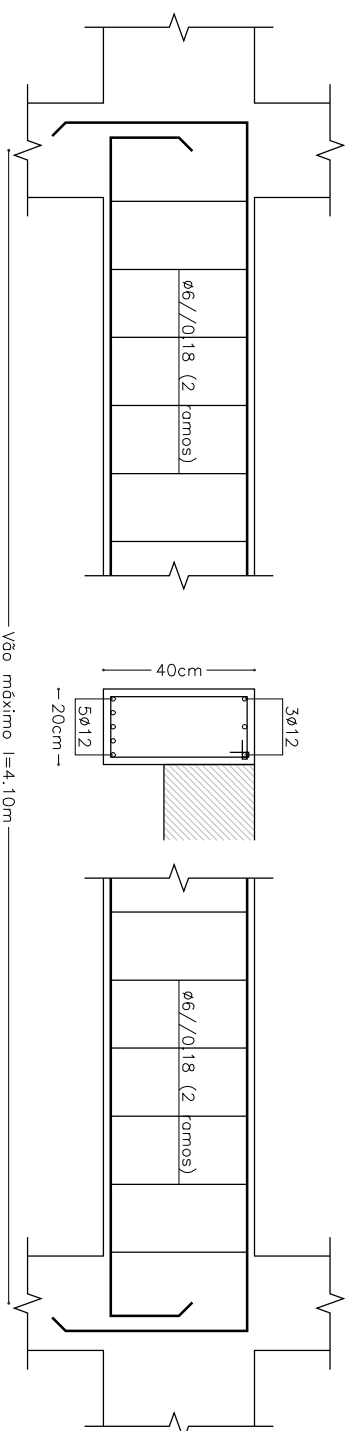
VIGA V2 – Meio encastramento



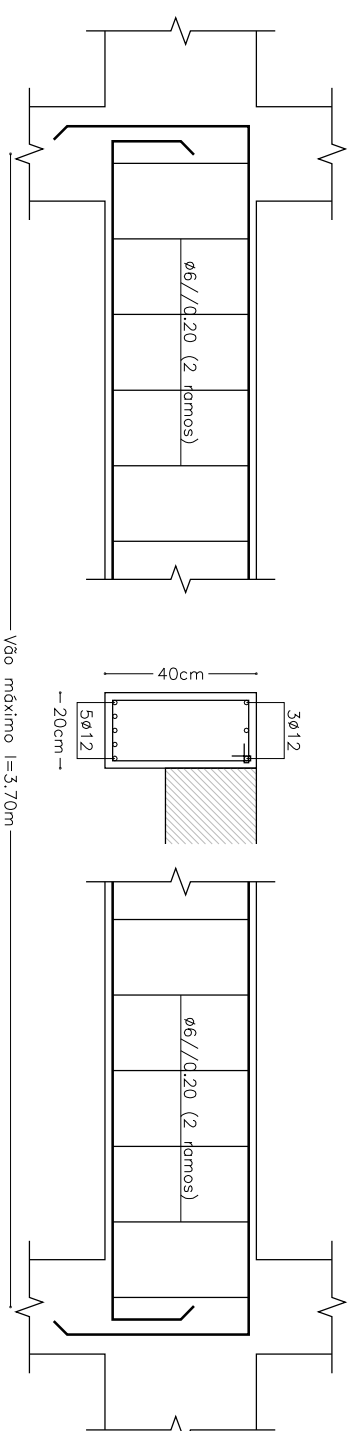
VIGA V3 – Meio encastramento



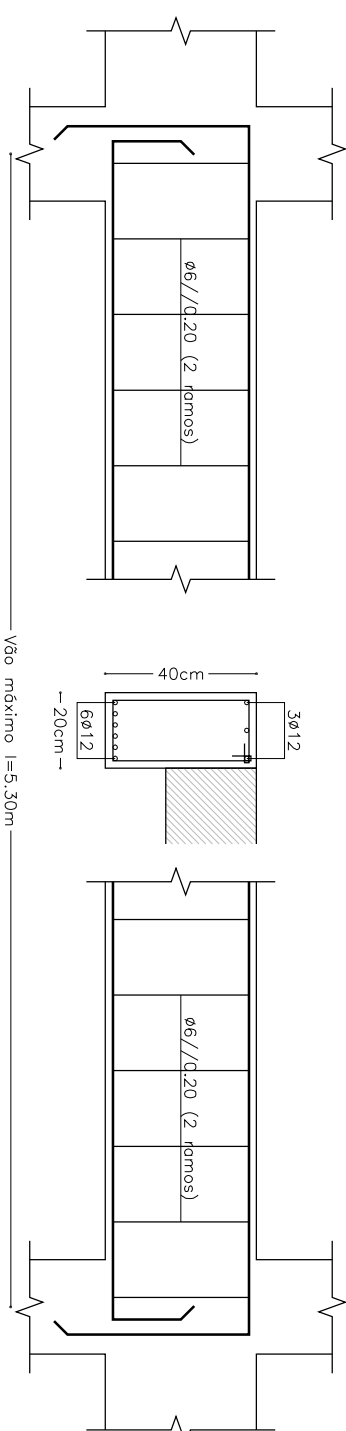
VIGA V4 – Meio encastramento



VIGA V5 – Meio encastramento



VIGA V6 – Meio encastramento



VIGA V7 – Meio encastramento

