

## Seleção das bitolas

### Seleção das Bitolas entre Lances [K39]

Esta opção auxilia o usuário a tornar gradual ("suavização") a quantidade de barras das armaduras longitudinais ao longo dos diversos lances da edificação.

**K39 = 0** - Realizada no lance, independente do número de barras no lance logo acima e logo abaixo. Para a seleção da bitola no lance acima, é considerada a bitola do lance inferior e não o número de barras.

A seleção das bitolas nos lances é feita percorrendo-se os lances de baixo para cima.

Os parâmetros para a seleção das bitolas no lance são:

- porcentagem limite entre áreas de ferro para as diversas bitolas;
- número de bitolas;
- bitola selecionada no lance inferior ao lance em questão.

**K39 = 1** - Realizada considerando simultaneamente todos os lances do pilar com a variação das bitolas suavizadas.

Define-se como sendo "intervalos de suavização", ao conjunto de lances consecutivos em que as bitolas obtidas na pré-seleção (bitola selecionada em cada lance equivalente a  $K39=0$ ) seja crescente no conjunto de lances em estudo (lances percorridos de cima para baixo). A suavização de quantidades de barras dentro de um intervalo é efetuada de tal forma que o número de barras longitudinais em cada lance seja sempre maior ou igual, com variação gradual, ao número de barras do lance superior.

Desta forma, um pilar que tenha variação geométrica da seção, variação do pé-direito ou esforços descontínuos poderá ter vários intervalos de suavização ao longo dos diversos lances.

A seleção é efetuada percorrendo-se os lances de cima para baixo.

Os parâmetros para a seleção das bitolas nos diversos lances são:

- bitola selecionada em cada lance equivalente a  $K39=0$  ( esta seleção é tratada como pré-seleção das bitolas para o critério  $K39=1$  );
- número de barras no lance superior;
- número de barras sempre crescente de cima para baixo
- porcentagem limite admissível entre áreas de armaduras de dois lances consecutivos para tornar a variação do número de barras gradual (suavização).

Exemplo da seleção de bitolas nos lances do pilar.

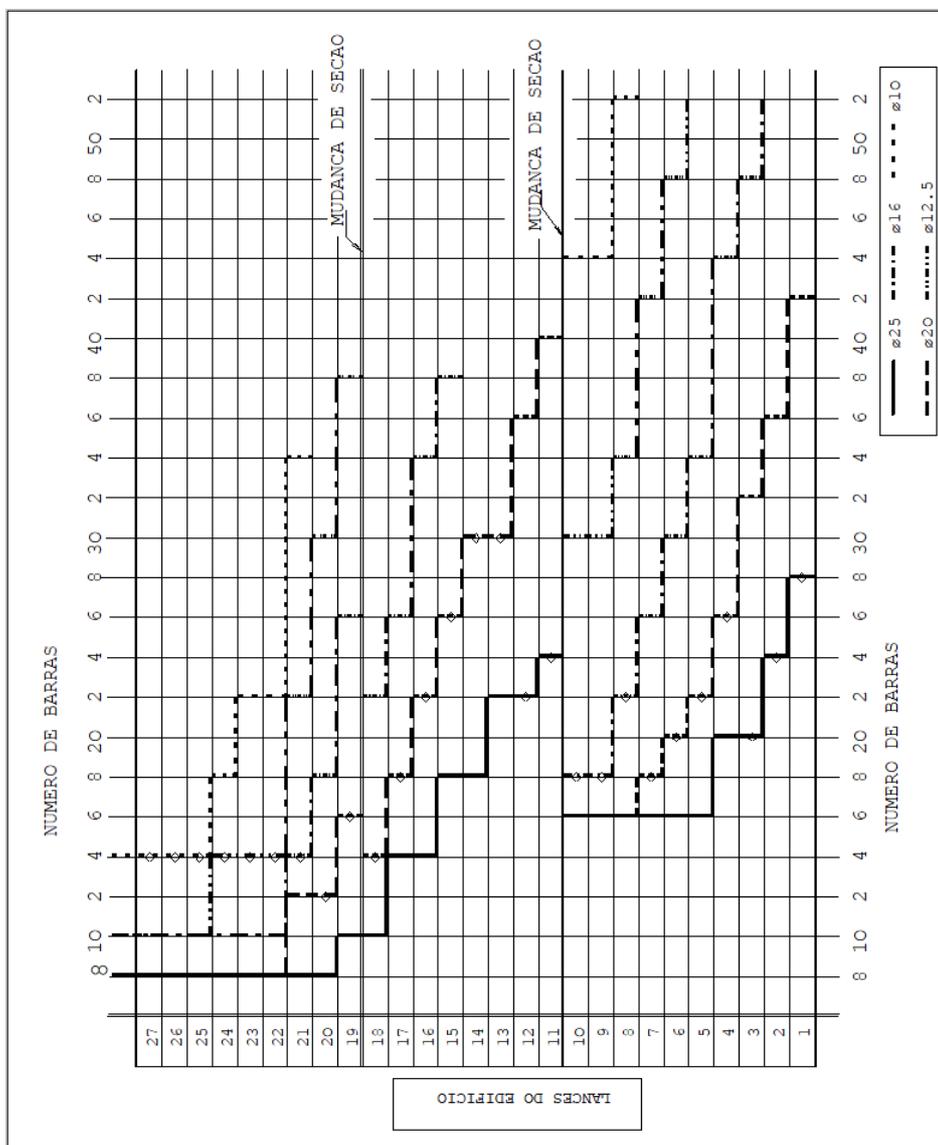
Tomamos como exemplo um pilar com 27 lances e variação de seção nos lances 11 e 19:

seção ( 27 x 160 ) nos lances 1 a 10;

seção ( 27 x 100 ) nos lances 18;

seção ( 27 x 80 ) nos lances 27.

As soluções possíveis (número bitola) em todos os lances do pilar estão apresentadas na figura a seguir.



20 25

Pode-se ver, no exemplo, as soluções no lance 3: 32 20

48 16

O resultado da pré-seleção está indicado com <> .

No lance 3 foi escolhido 20 25.

No exemplo temos dois intervalos de suavização:

- 1º intervalo para suavização: lances 11;

- 2º intervalo para suavização: lances 1.

Observa-se que a bitola pré-selecionada no lance 10 é 16, menor que a bitola de 25 do lance 11. Por esta razão, o lance 11 foi definido como um intervalo de suavização. Como a bitola pré-selecionada do lance 18 é igual a bitola do lance 19, esta região não foi definida como intervalo para suavização, embora ocorra uma variação geométrica da seção.

Resumindo, a suavização consiste, pois, em aumentar a quantidade de barras em alguns lances para que o número de barras seja crescente para lances inferiores no intervalo de suavização.

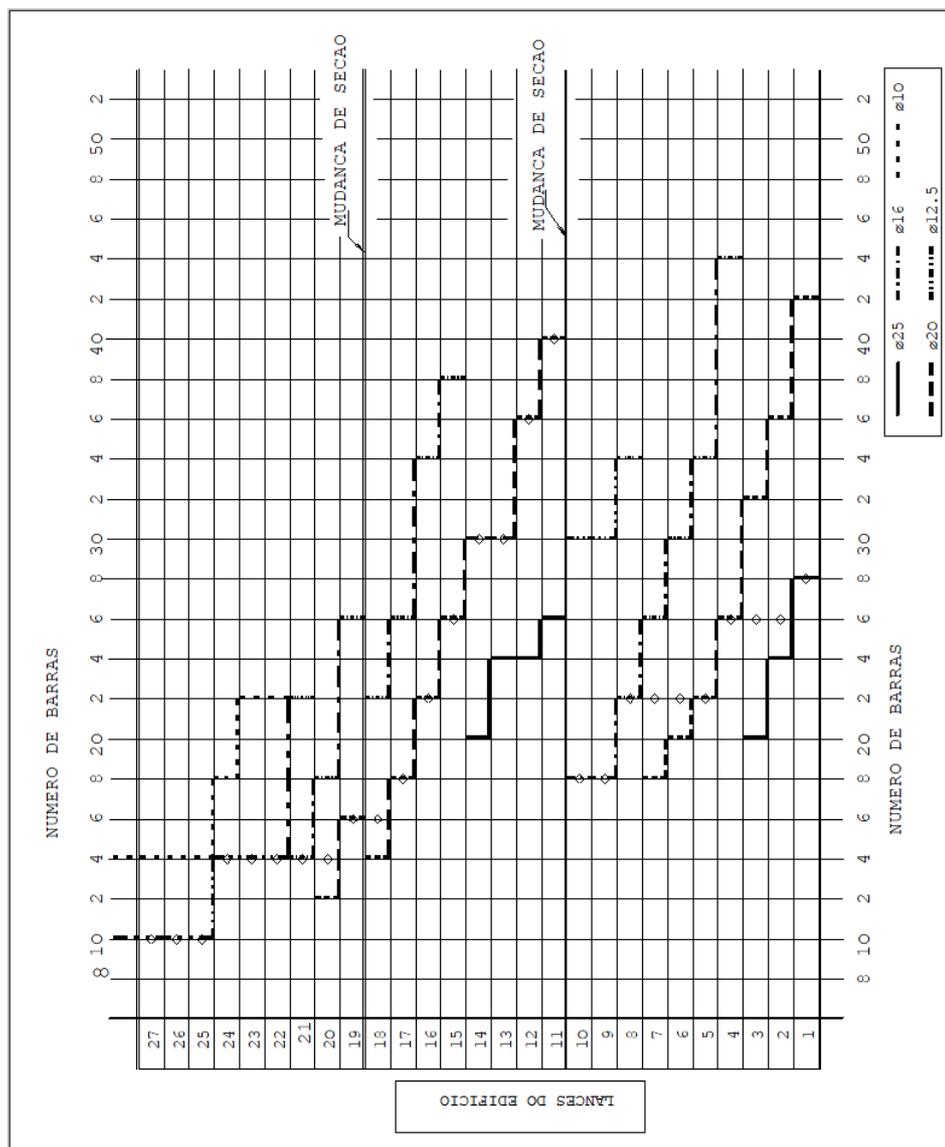
A pesquisa do número de barras bitola é feita para duas bitolas de cada lance, uma delas é a solução da pré-seleção e a outra é a bitola vizinha (preferencialmente a bitola menor).

O critério para seleção da bitola quantidade de barras é o de escolher o par que resultar em solução mais econômica, com uma variação em porcentagem de área total menor que a definida acima como porcentagem admissível.

Porcentagem admissível menor apresenta, em média, soluções de menor área total, maior número de barras e bitolas menores.

Porcentagem admissível maior apresenta, em média, soluções de maior área total, menor número de barras e bitolas maiores.

No exemplo apresentado, com porcentagem admissível de 15%, obtivemos os resultados para a solução da figura mostrada a seguir.



Resultados comparativos para seleção de bitolas com porcentagens admissíveis de 100%, 15%, 10% e 0%. Os dados abaixo mostram quais pares, quantidade de barras bitolas, foram selecionados para os 4 casos de porcentagem.

Lance	100%	15%	10%	0%
27	10 12,5	10 12,5	10 12,5	14 10
26	10 12,5	10 12,5	10 12,5	14 10
25	10 12,5	10 12,5	10 12,5	14 10

24	14 12,5	14 12,5	14 12,5	18 10
23	14 12,5	14 12,5	14 12,5	22 10
22	14 12,5	14 12,5	14 12,5	22 10
21	14 16	14 16	14 16	22 12,5
20	14 20	14 20	14 20	22 16
19	16 20	16 20	16 20	26 16
18	16 20	16 20	16 20	26 16
17	18 20	18 20	18 20	26 16
16	22 20	22 20	22 20	26 20
15	26 20	26 20	26 20	26 20
14	26 25	30 20	30 20	30 20
13	26 25	30 20	30 20	30 20
12	26 25	36 20	36 20	36 20
11	26 25	40 20	40 20	40 20
10	18 16	18 16	18 16	18 16
9	18 16	18 16	18 16	18 16
8	22 16	22 16	22 16	22 16
7	22 20	22 20	22 20	22 20
6	22 20	22 20	22 20	22 20
5	22 20	22 20	22 20	22 20
4	26 20	26 20	26 20	26 20
3	26 25	26 25	36 20	32 20
2	26 25	26 25	36 20	36 20
1	28 25	28 25	42 20	42 20
Área Total	1.777,2 cm <sup>2</sup>	1.693,9 cm <sup>2</sup>	1.646,8 cm <sup>2</sup>	1.648,3 cm <sup>2</sup>

Neste exemplo, obtivemos:

- A área total correspondente a pré-seleção (K39=0): 1615,93 cm<sup>2</sup>.



| 25 8 14 7 0 68.72 2.1 |

| 12o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|

| 16 6.3 36 17 1 72.38 2.2 |

|L.15 22.0 152.0 2.3 24 20 6.3 24 12 0 75.40 2.3 |

| 25 8 16 8 0 78.54 2.3 |

| 11o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|

| 16 6.3 40 19 1 80.42 2.4 |

|L.14 22.0 152.0 2.4 26 20 6.3 26 13 0 81.68 2.4 |

| 25 8 18 9 0 88.36 2.6 |

| 10o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|

| 16 6.3 44 21 1 88.47 2.6 |

|L.13 22.0 152.0 2.8 30 20 6.3 30 14 1 94.25 2.8 |

| 25 8 20 10 0 98.17 2.9 |

| 9o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|

| 16 6.3 48 23 1 96.51 2.9 |

|L.12 22.0 152.0 3.0 32 20 6.3 32 15 1 100.53 3.0 |

| 25 8 20 10 0 98.17 2.9 |

| 8o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|

| 16 6.3 52 25 1 104.55 3.1 |

|L.11 22.0 152.0 3.2 34 20 6.3 34 16 1 106.81 3.2 |

| 25 8 24 11 1 117.81 3.5 |

| 7o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|

| 20 6.3 36 17 1 113.10 3.4 |

|L.10 22.0 152.0 3.5 24 25 8 24 11 1 117.81 3.5 |

| 6o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|

| 20 6.3 40 19 1 125.66 3.8 |

|L. 9 22.0 152.0 3.8 26 25 8 26 12 1 127.63 3.8 |

| 5o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|

| 20 6.3 42 20 1 131.95 3.9 |

|L. 8 22.0 152.0 4.1 28 25 8 28 13 1 137.44 4.1 |

| 4o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|

| 20 6.3 44 21 1 138.23 4.1 |

|L. 7 22.0 152.0 4.4 30 25 8 30 14 1 147.26 4.4 |

| 3o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|

```

| 20 6.3 46 22 1 144.51 4.3 |
|L. 6 22.0 152.0 4.7 32 25 8 32 15 1 157.08 4.7 |
| 2o ANDAR .....|...|...|....|....|...|...|...|.....|...|.....|
| 20 6.3 50 24 1 157.08 4.7 |
|L. 5 22.0 152.0 4.7 32 25 8 32 15 1 157.08 4.7 |
| 1o ANDAR .....|...|...|....|....|...|...|...|.....|...|.....|
| 20 6.3 52 25 1 163.36 4.9 |
|L. 4 22.0 152.0 5.0 34 25 8 34 16 1 166.90 5.0 |
| TERREO .....|...|...|....|....|...|...|...|.....|...|.....|
| 20 6.3 40 17 3 125.66 2.8 |
|L. 2 30.0 152.0 2.8 26 25 8 26 11 2 127.63 2.8 |
| 1o SUBSOLO. .|...|...|....|....|...|...|...|.....|...|.....|
| 20 6.3 42 18 3 131.95 2.9 |
|L. 1 30.0 152.0 3.0 28 25 8 28 12 2 137.44 3.0 |
|____.____.____.____.____.____.____.____.____.____.____.____.____.____|

```

```

=====
Opção com K39=1
=====

```

```

PILAR:P16 num. 1
+----.-----.-----.---.---.-----.-----.---.---.-----.-----.---.---.-----.-----.
LANCE B(cm) H(cm) RO SEL BITL BITE Nb NbH NbB AS(cm) RO ASnec |
|____.____.____.____.____.____.____.____.____.____.____.____.____.____|
| 15o ANDAR .....|...|...|....|....|...|...|...|.....|...|.....|
| 12.5 6.3 40 19 1 49.09 1.5 |
|L.18 22.0 152.0 1.6 26 16 6.3 26 12 1 52.28 1.6 |
| 20 6.3 16 8 0 50.27 1.5 |
| 25 8 14 7 0 68.72 2.1 |
| 14o ANDAR .....|...|...|....|....|...|...|...|.....|...|.....|
| 12.5 6.3 46 22 1 56.45 1.7 |
|L.17 22.0 152.0 1.7 28 16 6.3 28 14 0 56.30 1.7 |
| 20 6.3 20 10 0 62.83 1.9 |
| 25 8 14 7 0 68.72 2.1 |
| 13o ANDAR .....|...|...|....|....|...|...|...|.....|...|.....|
| 12.5 6.3 52 25 1 63.81 1.9 |

```

| 16 6.3 34 16 1 68.36 2.0 |  
 |L.16 22.0 152.0 2.6 28 20 6.3 22 11 0 69.12 2.1 |  
 | \* 14 0 |  
 | 25 8 14 7 0 68.72 2.1 |  
 | 12o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|  
 | 16 6.3 36 17 1 72.38 2.2 |  
 |L.15 22.0 152.0 2.6 28 20 6.3 24 12 0 75.40 2.3 |  
 | \* 14 0 |  
 | 25 8 16 8 0 78.54 2.3 |  
 | 11o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|  
 | 16 6.3 40 19 1 80.42 2.4 |  
 |L.14 22.0 152.0 2.6 28 20 6.3 26 13 0 81.68 2.4 |  
 | \* 14 0 |  
 | 25 8 18 9 0 88.36 2.6 |  
 | 10o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|  
 | 16 6.3 44 21 1 88.47 2.6 |  
 |L.13 22.0 152.0 2.8 30 20 6.3 30 14 1 94.25 2.8 |  
 | 25 8 20 10 0 98.17 2.9 |  
 | 9o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|  
 | 16 6.3 48 23 1 96.51 2.9 |  
 |L.12 22.0 152.0 3.0 32 20 6.3 32 15 1 100.53 3.0 |  
 | 25 8 20 10 0 98.17 2.9 |  
 | 8o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|  
 | 16 6.3 52 25 1 104.55 3.1 |  
 |L.11 22.0 152.0 3.2 34 20 6.3 34 16 1 106.81 3.2 |  
 | 25 8 24 11 1 117.81 3.5 |  
 | 7o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|  
 |L.10 22.0 152.0 3.4 36 20 6.3 36 17 1 113.10 3.4 |  
 | 25 8 24 11 1 117.81 3.5 |  
 | 6o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|  
 |L. 9 22.0 152.0 3.8 40 20 6.3 40 19 1 125.66 3.8 |  
 | 25 8 26 12 1 127.63 3.8 |  
 | 5o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|  
 |L. 8 22.0 152.0 3.9 42 20 6.3 42 20 1 131.95 3.9 |

```

| 25 8 28 13 1 137.44 4.1 |
| 4o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|
|L. 7 22.0 152.0 4.1 44 20 6.3 44 21 1 138.23 4.1 |
| 25 8 30 14 1 147.26 4.4 |
| 3o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|
|L. 6 22.0 152.0 4.3 46 20 6.3 46 22 1 144.51 4.3 |
| 25 8 32 15 1 157.08 4.7 |
| 2o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|
|L. 5 22.0 152.0 4.7 50 20 6.3 50 24 1 157.08 4.7 |
| 25 8 32 15 1 157.08 4.7 |
| 1o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|
|L. 4 22.0 152.0 4.9 52 20 6.3 52 25 1 163.36 4.9 |
| 25 8 34 16 1 166.90 5.0 |
| TERREO .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|
| 20 6.3 40 17 3 125.66 2.8 |
|L. 2 30.0 152.0 2.8 26 25 8 26 11 2 127.63 2.8 |
| 1o.SUBSOLO.....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|
| 20 6.3 42 18 3 131.95 2.9 |
|L. 1 30.0 152.0 3.0 28 25 8 28 12 2 137.44 3.0 |
|____.____.____.____.____.____.____.____.____.____.____.____|

```

=====

Opção com K39=2

=====

PILAR:P16 num. 1

```

+----.-----.-----.---.---.-----.-----.---.---.-----.---.-----.
LANÇE B(cm) H(cm) RO SEL BITL BITE Nb NbH NbB AS(cm) RO ASnec |
|____.____.____.____.____.____.____.____.____.____.____.____|
| 15o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|
| 12.5 6.3 40 19 1 49.09 1.5 |
|L.18 22.0 152.0 1.6 26 16 6.3 26 12 1 52.28 1.6 |
| 20 6.3 16 8 0 50.27 1.5 |
| 25 8 14 7 0 68.72 2.1 |
| 14o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|
| 12.5 6.3 46 22 1 56.45 1.7 |

```

|L.17 22.0 152.0 1.7 28 16 6.3 28 14 0 56.30 1.7 |  
| 20 6.3 20 10 0 62.83 1.9 |  
| 25 8 14 7 0 68.72 2.1 |  
| 13o ANDAR .....|...|...|.....|.....|...|...|...|.....|...|.....|  
| 12.5 6.3 52 25 1 63.81 1.9 |  
| 16 6.3 34 16 1 68.36 2.0 |  
|L.16 22.0 152.0 2.6 28 20 6.3 22 11 0 69.12 2.1 |  
| \* 14 0 |  
| 25 8 14 7 0 68.72 2.1 |  
| 12o ANDAR .....|...|...|.....|.....|...|...|...|.....|...|.....|  
| 16 6.3 36 17 1 72.38 2.2 |  
|L.15 22.0 152.0 2.6 28 20 6.3 24 12 0 75.40 2.3 |  
| \* 14 0 |  
| 25 8 16 8 0 78.54 2.3 |  
| 11o ANDAR .....|...|...|.....|.....|...|...|...|.....|...|.....|  
| 16 6.3 40 19 1 80.42 2.4 |  
|L.14 22.0 152.0 2.6 28 20 6.3 26 13 0 81.68 2.4 |  
| \* 14 0 |  
| 25 8 18 9 0 88.36 2.6 |  
| 10o ANDAR .....|...|...|.....|.....|...|...|...|.....|...|.....|  
| 16 6.3 44 21 1 88.47 2.6 |  
|L.13 22.0 152.0 2.8 30 20 6.3 30 14 1 94.25 2.8 |  
| 25 8 20 10 0 98.17 2.9 |  
| 9o ANDAR .....|...|...|.....|.....|...|...|...|.....|...|.....|  
| 16 6.3 48 23 1 96.51 2.9 |  
|L.12 22.0 152.0 3.0 32 20 6.3 32 15 1 100.53 3.0 |  
| 25 8 20 10 0 98.17 2.9 |  
| 8o ANDAR .....|...|...|.....|.....|...|...|...|.....|...|.....|  
| 16 6.3 52 25 1 104.55 3.1 |  
|L.11 22.0 152.0 3.2 34 20 6.3 34 16 1 106.81 3.2 |  
| 25 8 24 11 1 117.81 3.5 |  
| 7o ANDAR .....|...|...|.....|.....|...|...|...|.....|...|.....|  
| 20 6.3 36 17 1 113.10 3.4 |  
|L.10 22.0 152.0 5.0 34 25 8 24 11 1 117.81 3.5 |

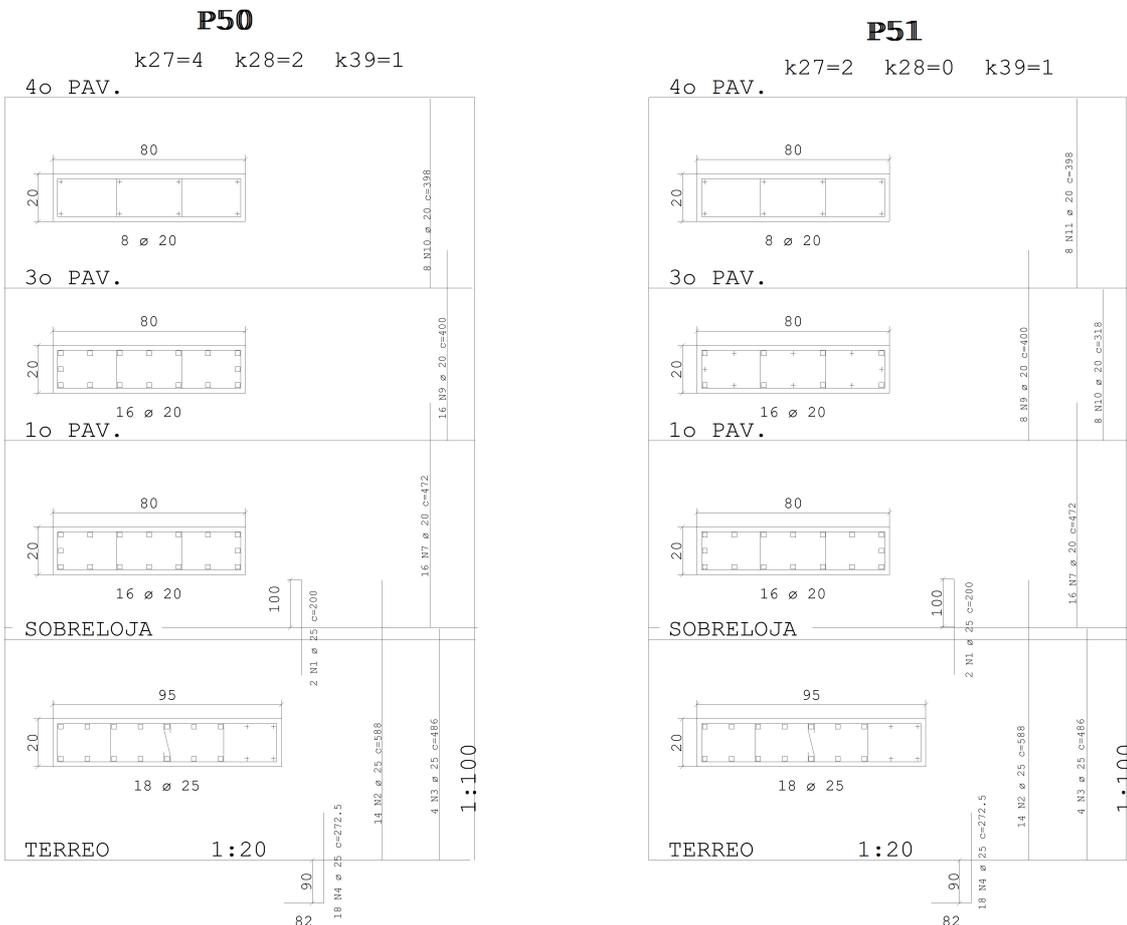
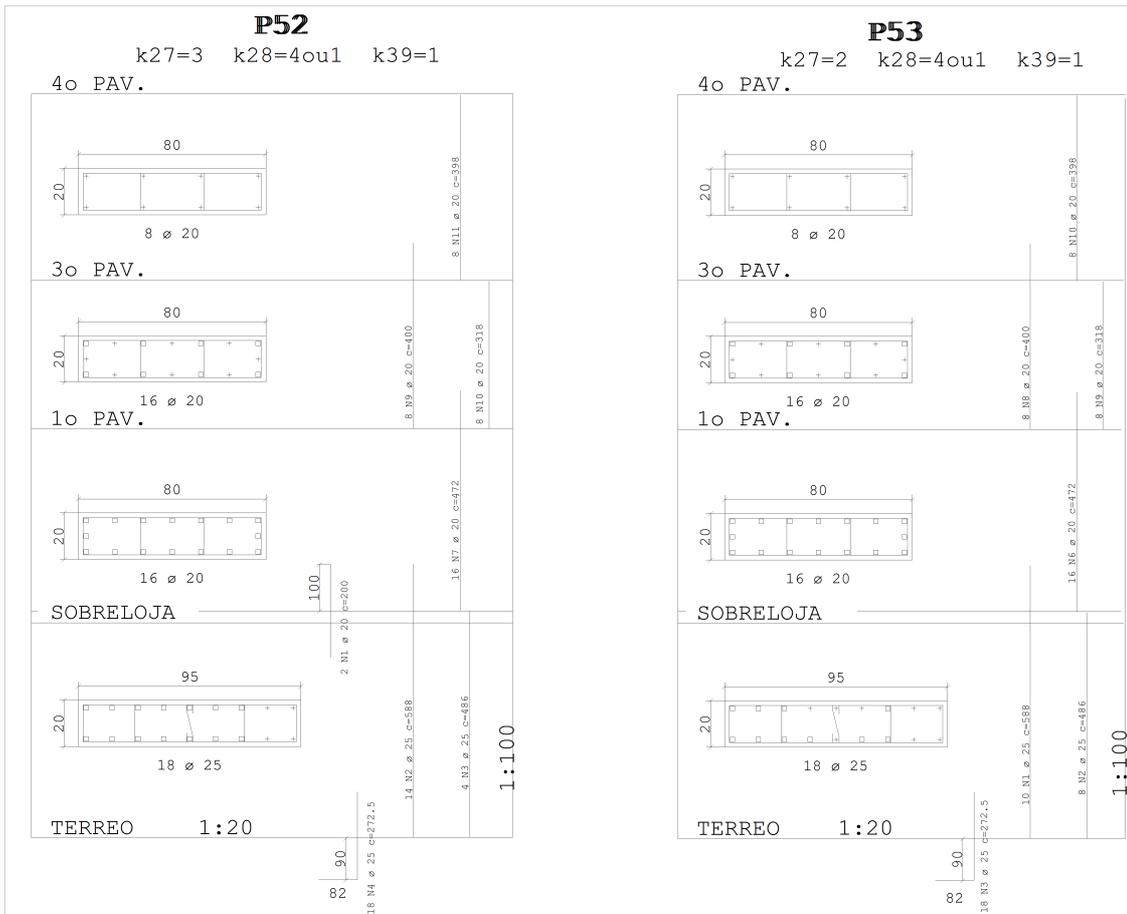
```

| * 16 1 |
| 6o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|
| 20 6.3 40 19 1 125.66 3.8 |
|L. 9 22.0 152.0 5.0 34 25 8 26 12 1 127.63 3.8 |
| * 16 1 |
| 5o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|
| 20 6.3 42 20 1 131.95 3.9 |
|L. 8 22.0 152.0 5.0 34 25 8 28 13 1 137.44 4.1 |
| * 16 1 |
| 4o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|
| 20 6.3 44 21 1 138.23 4.1 |
|L. 7 22.0 152.0 5.0 34 25 8 30 14 1 147.26 4.4 |
| * 16 1 |
| 3o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|
| 20 6.3 46 22 1 144.51 4.3 |
|L. 6 22.0 152.0 5.0 34 25 8 32 15 1 157.08 4.7 |
| * 16 1 |
| 2o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|
| 20 6.3 50 24 1 157.08 4.7 |
|L. 5 22.0 152.0 5.0 34 25 8 32 15 1 157.08 4.7 |
| * 16 1 |
| 1o ANDAR .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|
| 20 6.3 52 25 1 163.36 4.9 |
|L. 4 22.0 152.0 5.0 34 25 8 34 16 1 166.90 5.0 |
| TERREO .....|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|
|L. 2 30.0 152.0 3.6 52 20 6.3 40 17 3 125.66 2.8 |
| * 25 1 |
| 25 8 26 11 2 127.63 2.8 |
| 1o SUBSOLO.. |...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|...|
|L. 1 30.0 152.0 3.6 52 20 6.3 42 18 3 131.95 2.9 |
| * 25 1 |
| 25 8 28 12 2 137.44 3.0 |
|____.____.____.____.____.____.____.____.____.____.____.____|

```

Apresentamos a seguir, diversos exemplos de pilares detalhados envolvendo a variação dos critérios de projeto (K27 - Traspasse, K28 - Chumbadores, K39 Suavização de armaduras), mudança de seção transversal, número de barras e

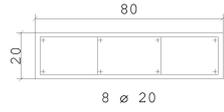
bitolas. Observe atentamente os resultados alcançados pois, estes exemplos servirão como importantes subsídios para a seleção dos critérios apresentados.



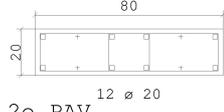
**P54**

k27=1 k28=0 k39=0

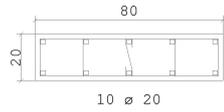
4o PAV.



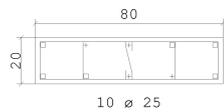
3o PAV.



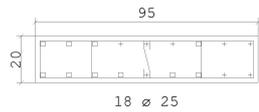
2o PAV.



1o PAV.



SOBRELOJA



TERREO 1:20



10 N1 ø 25 c=492

4 N7 ø 25 c=390

8 N2 ø 25 c=486

1:100

8 N14 ø 20 c=398

2 N9 ø 20 c=160

4 N12 ø 20 c=318

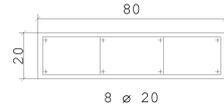
10 N10 ø 20 c=400

8 N15 ø 20 c=398

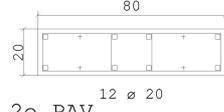
**P55**

k27=0 k28=3 k39=0

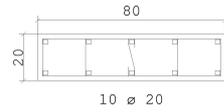
4o PAV.



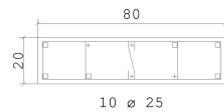
3o PAV.



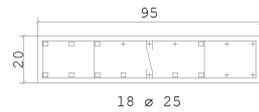
2o PAV.



1o PAV.



SOBRELOJA



TERREO 1:20



18 N3 ø 25 c=272.5

4 N6 ø 20 c=200

6 N7 ø 25 c=492

10 N1 ø 25 c=588

1:100

8 N11 ø 20 c=400

2 N10 ø 20 c=160

4 N16 ø 20 c=200

8 N2 ø 25 c=486

8 N15 ø 20 c=398

4 N13 ø 20 c=318

4 N8 ø 25 c=390

8 N2 ø 25 c=486