



# PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO APLICADOS A CENTROS LOGÍSTICOS



Engº. Esp. João Alberto Vendramini

# PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO APLICADOS A CENTROS LOGÍSTICOS



1. OBRAS DE DIMENSÕES EXPRESSIVAS;  
**GRANDE REPETIBILIDADE DE PEÇAS;**
2. APROVEITAMENTO DO TERRENO MAXIMIZADO;  
**"IMPOSSIBILIDADE" DE CANTEIRO NA OBRA;**
3. COMPOSTA POR VÁRIOS PRÉDIOS, GALPÕES E ANEXOS;  
**VÁRIAS FRENTES DE OBRA;**
4. PROXIMIDADE A TALUDES;  
**AGRESSIVIDADE DE VENTO;**
5. PREVISÃO DE MARQUISES, QUASE SEMPRE EM BALANÇO;  
**INFLUÊNCIAM SIGNIFICATIVAMENTE NO COMPORTAMENTO GLOBAL DA ESTRUTURA;**
6. PREVISÃO DE MEZANINOS FUTUROS;  
**DEMANDAM PREVISÃO DE ACRÉSCIMO DE CARGA;**
7. MODULAÇÃO ENTRE PILARES GENEROSA, ENTRE 400 E 550 m<sup>2</sup>;  
**FAVORECE A UTILIZAÇÃO DE PROTENSÃO PARA ELEMENTOS PRINCIPAIS DE COBERTURA;**
8. GRANDE QUANTIDADE DE PORTAS DE DOCAS;  
**AGRESSIVIDADE DE VENTO;**
9. POR QUESTÕES DE SEGURANÇA, REDUÇÃO DE ABERTURAS NAS FACHADAS;  
**PREOCUPAÇÃO COM OS COEFICIENTES DE PRESSÃO INTERNA;**
10. PÉ DIREITO ACIMA DE 14,0 m;  
**EXIGE ROBUSTEZ NOS PILARES, EM ESPECIAL NAS FACHADAS;**
11. SOBRECARGA DE PISO ENTRE 5,0 E 6,0 tf/m<sup>2</sup>;  
**ATENÇÃO NO PROJETO DAS CONTENÇÕES;**
12. SOBRECARGA NA COBERTURA "INSIGNIFICANTE";  
**POSSIBILIDADE DE TRAÇÃO NOS PILARES E FUNDAÇÕES;**
13. GRANDE RAPIDEZ DE EXECUÇÃO;  
**SOLUÇÃO = INDUSTRIALIZAR!!!!**

## **CENTROS LOGÍSTICOS – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS**

1. ELEMENTOS DE FUNDAÇÃO – BLOCOS E SAPATAS;
2. PILARES;
3. PILARES COM DESCIDAS DE AP;
4. VIGAS PARA MEZANINOS E PAVIMENTOS;
5. LAJES ALVEOLARES;
6. PAINÉIS DE FACHADA - ALVEOLARES;
7. PAINÉIS DE FACHADA – MACIÇOS;
8. VIGAS DE COBERTURA;
9. TERÇAS DE COBERTURA;
10. NICHOS PARA NIVELADORES DE DOCAS;
11. CAIXAS DE RETARDO / REUSO EM ADUELAS
12. ESCADAS
13. ITENS A SEREM CONSIDERADOS
14. CURIOSIDADES



## 1. ELEMENTOS DE FUNDAÇÃO – BLOCOS E SAPATAS



## 1. ELEMENTOS DE FUNDAÇÃO – BLOCOS E SAPATAS



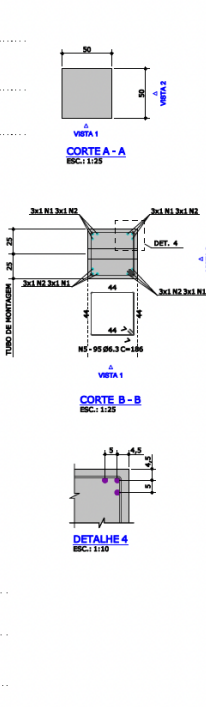
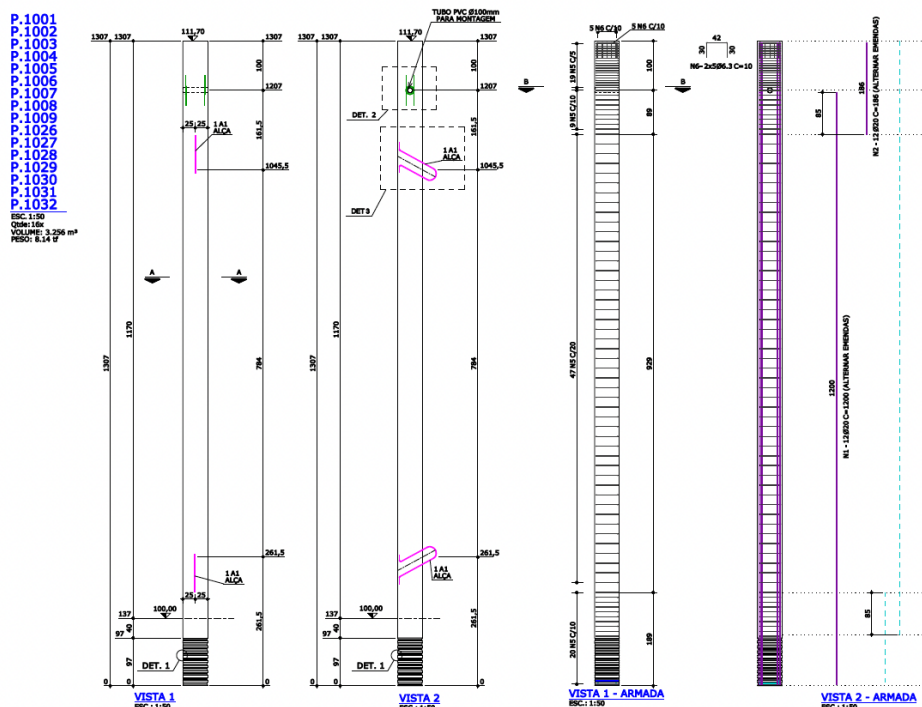
## 1. ELEMENTOS DE FUNDAÇÃO – BLOCOS E SAPATAS



## 2. PILARES

P.1001  
P.1002  
P.1003  
P.1004  
P.1005  
P.1006  
P.1007  
P.1008  
P.1009  
P.1026  
P.1027  
P.1028  
P.1029  
P.1030  
P.1031  
P.1032

ESC: 1:50  
QUANTIDADE: 12  
VOLUME: 3,256 m³  
PESO: 8,24 t



N	Ø (mm)	QUANT.	COMPRIMENTOS		DETALHE DE DOBRA (DIMENSÕES EXTERNAS EM CM)
			UNITÁRIO (cm)	TOTAL (cm)	
1	20	12	1200	144.00	1200
2	20	12	186	22.32	186
3	20	4	44	1.76	44
4	10	4	86	3.44	39
5	6.3	95	186	176.70	44
6	6.3	10	99	9.90	42

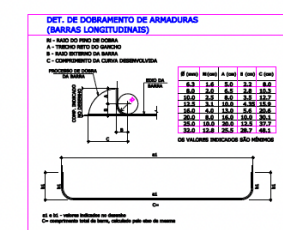
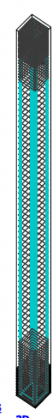
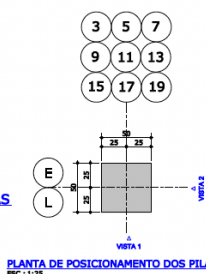
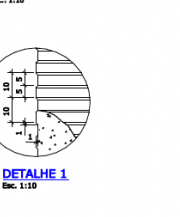
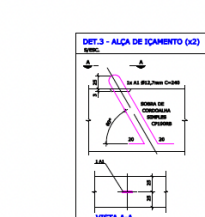
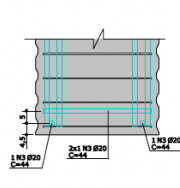
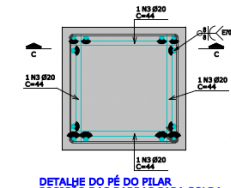
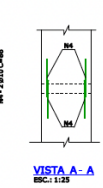
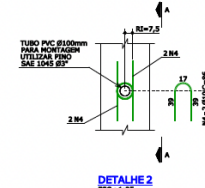
LISTA DE ALÇAS						
A	Ø (mm)	TIPO DO AÇO	QUANT.	COMPRIMENTOS		DETALHE DE DOBRA (DIMENSÕES EXTERNAS EM CM)
				UNITÁRIO (cm)	TOTAL (cm)	
1	12.7	CP_190_RB_12.7	2	240	4.80	

RESUMO ALÇAS		
Ø (mm)	COMPRIMENTO (m)	PESO (kg)
12.7	4.80	3.81
	TOTAL (kg)	3.81

RESUMO CA-50		
Ø (mm)	COMPRIMENTO (m)	PESO (kg)
6.3	186.60	45.74
10	3.44	2.11
20	168.08	415.99
	TOTAL (kg)	463.84

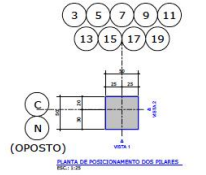
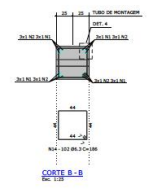
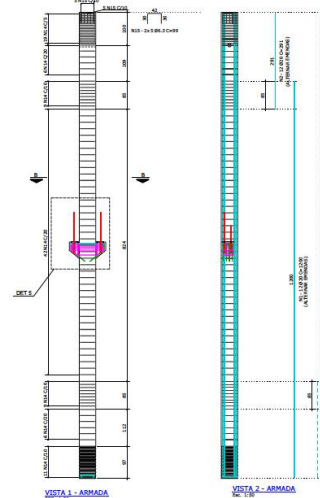
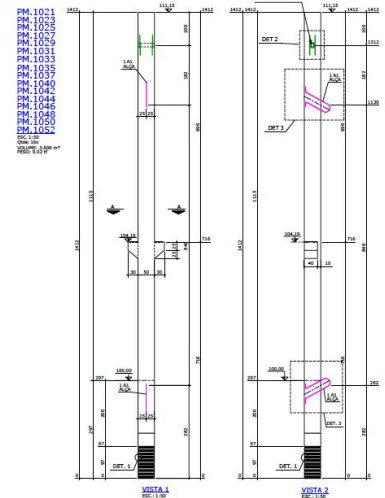
RESUMO DO PILAR		
ITEM	UNID.	QUANT.
COBRIMENTO	cm	3.0
VOL. DE CONCRETO	m³	3.38
TAXA DE AÇO	kg/m³	143.0

RESISTÊNCIA DO CONCRETO		
FASE EXECUTIVA	f <sub>cd</sub> (MPa)	f <sub>yk</sub> (MPa)
DEFINIÇÃO	≥ 18	≥ 20078
TRANSPORTE	≥ 18	≥ 20078
MONTAGEM	≥ 22	≥ 22458



**DETALHE DE ESTOCAGEM**  
SEM ESCALA  
ATENÇÃO: No estocagem escolher o melhor posicionamento no caso de estarem conectados.

## 2. PILARES



N	ID	QUANT	COMPRIMENTO (m)	RESUMO DO PILAR	DETALHE DE COBRA (DIMENSÕES EXTERNAS EM CM)
1	12.7_OP_190_M_12.7	2	240	4.80	

ID PROJ	COMPRIMENTO (m)	RESUMO (m)
12.7	4.80	3.60
TOTAL		3.60

NOME	QUANT	RESUMO DO PILAR
PLACA DE RECONPREENSÃO	1	1.00

ID PROJ	COMPRIMENTO (m)	RESUMO (m)
12.7	4.80	3.60
TOTAL		3.60

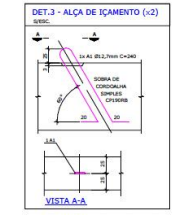
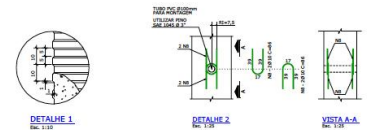
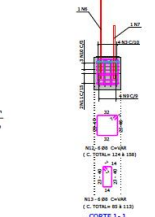
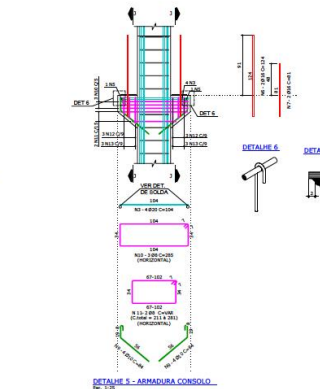
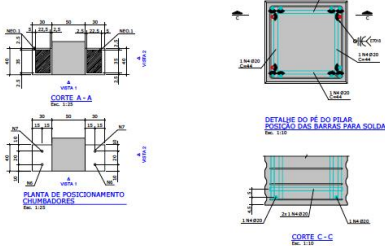
ID PROJ	COMPRIMENTO (m)	RESUMO (m)
12.7	4.80	3.60
TOTAL		3.60

TIPO DE CONCRETO	RESISTÊNCIA (MPa)
CONCRETO	20

ATENÇÃO: PARA DIMENSIONAMENTO E INSERÇÃO METÁLICA VER PROJETO DE ESTRUTURA METÁLICA.

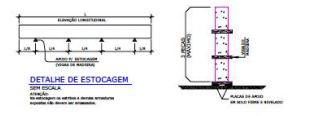
ATENÇÃO: PARA INSERÇÃO DE FUNDÇÃO DOS PAINÉIS, VER PROJETO ESPECÍFICO.

N	ID	QUANT	COMPRIMENTO (m)	RESUMO DO PILAR	DETALHE DE COBRA (DIMENSÕES EXTERNAS EM CM)
1	20	12	1200	144.00	1200
2	20	12	291	34.92	291
3	20	4	104	4.16	104
4	20	4	44	1.76	44
5	20	2	34	0.68	34
6	16	2	124	2.48	124
7	16	2	81	1.62	81
8	10	4	96	3.84	96
9	10	8	84	6.72	84
10	8	3	261	8.55	261
11	8	2	4.92	0.98	4.92
12	8	6	8.22	0.98	8.22
13	8	6	5.94	0.98	5.94
14	6.3	102	186	186.72	186
15	6.3	18	90	9.00	90

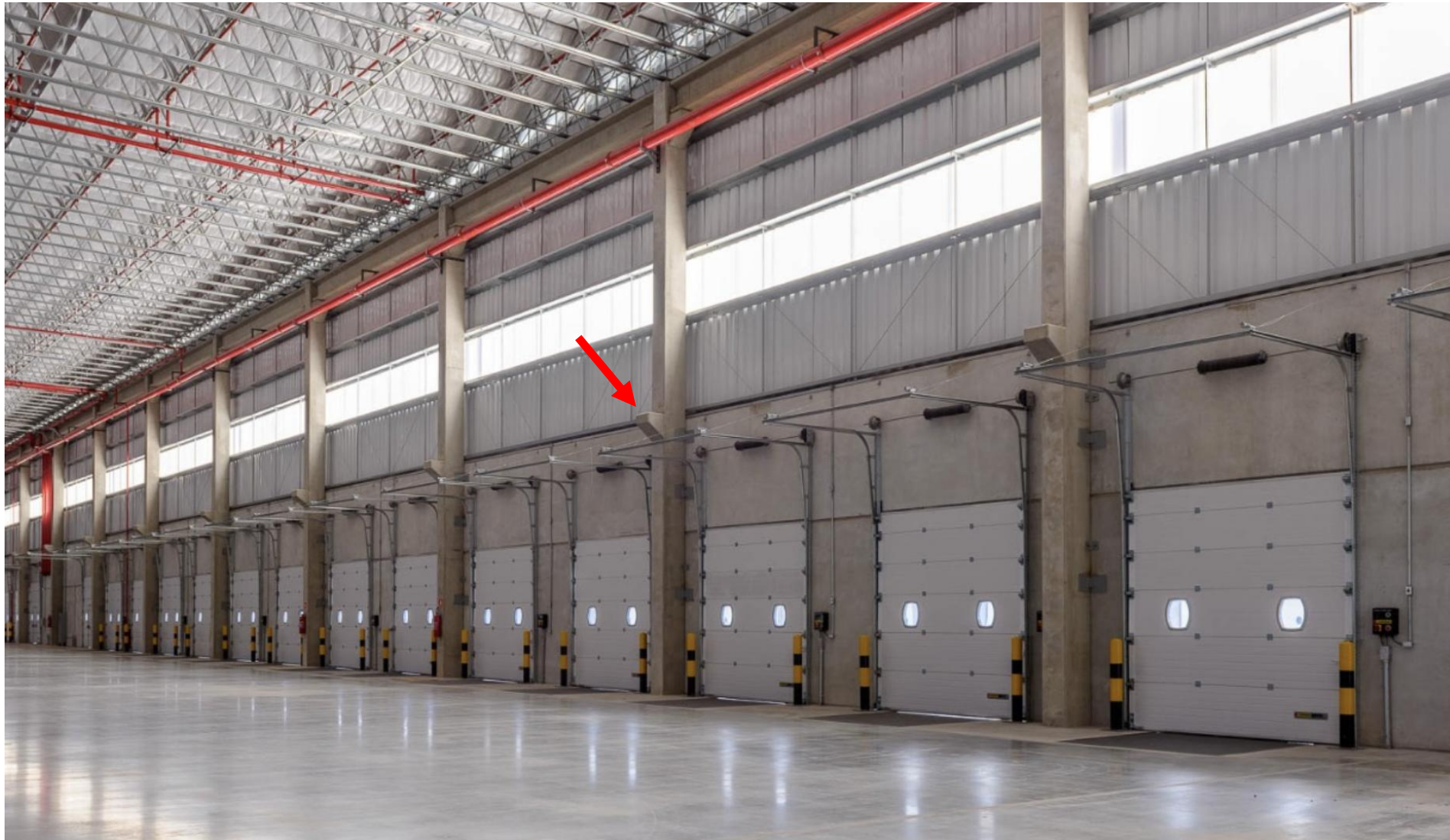


Ø (mm)	Ø (mm)	Ø (mm)	Ø (mm)
6.3	1.4	5.0	2.2
8.0	1.8	6.3	2.8
10.0	2.3	8.0	3.5
12.5	2.9	10.0	4.5
16.0	3.6	12.5	5.6
20.0	4.5	16.0	7.2
25.0	5.6	20.0	9.0
32.0	7.2	25.0	11.2
40.0	9.0	32.0	14.0

OS VALORES INDICADOS SÃO MÍNIMOS



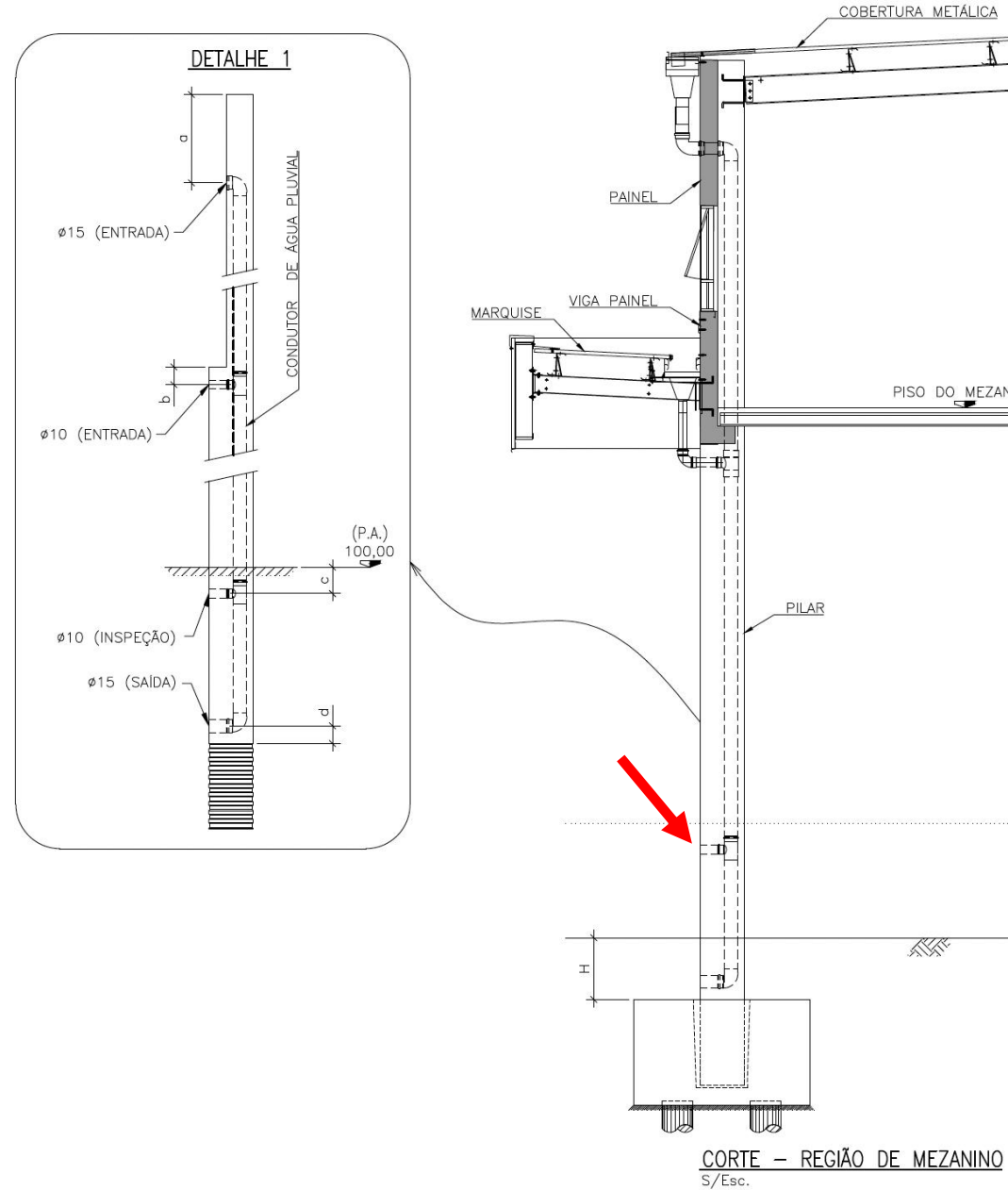




## 2. PILARES



### 3. PILARES COM DESCIDAS DE AP



CORTE - REGIÃO DE MEZANINO  
 S/Esc.





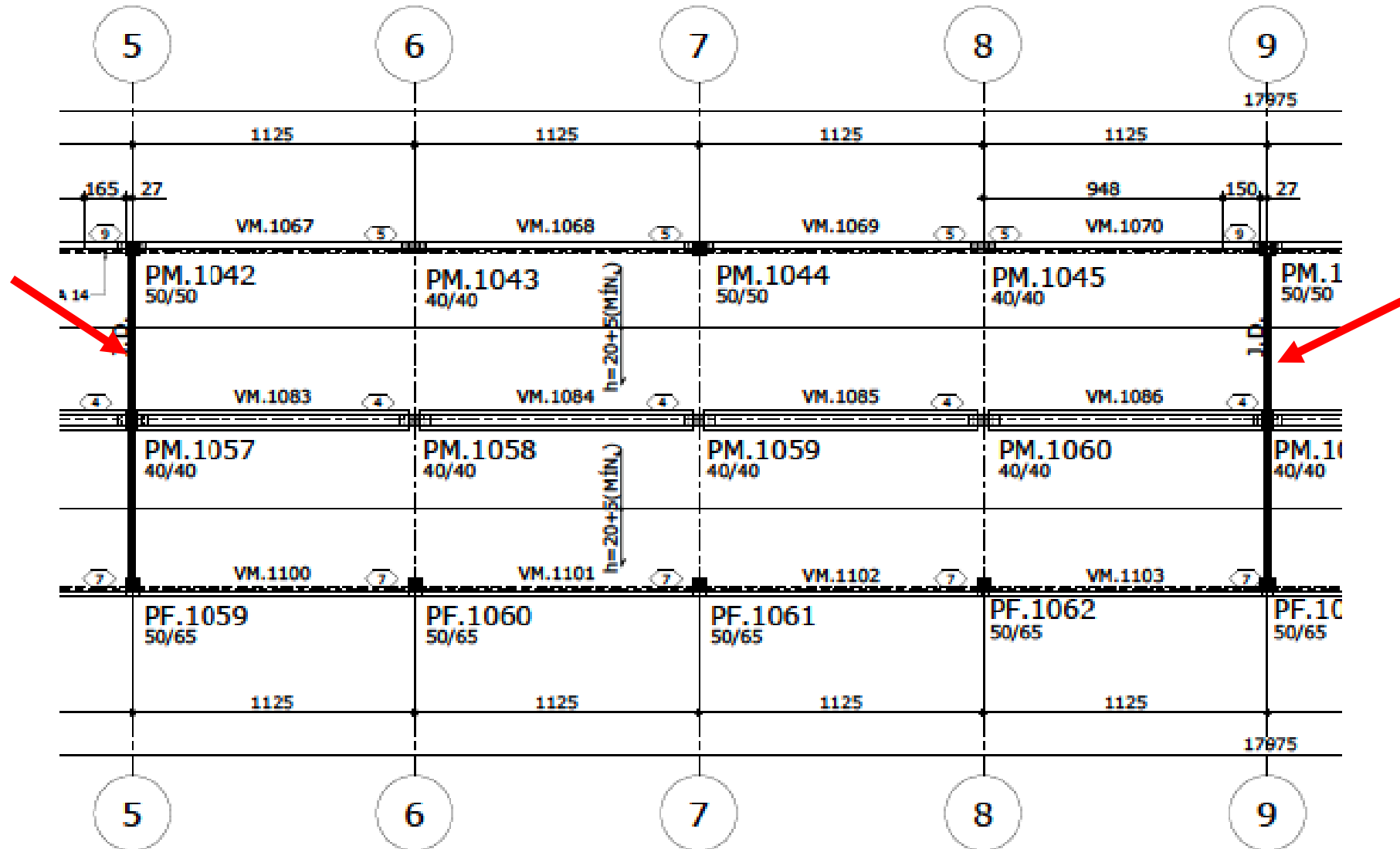
### 3. PILARES COM DESCIDAS DE AP



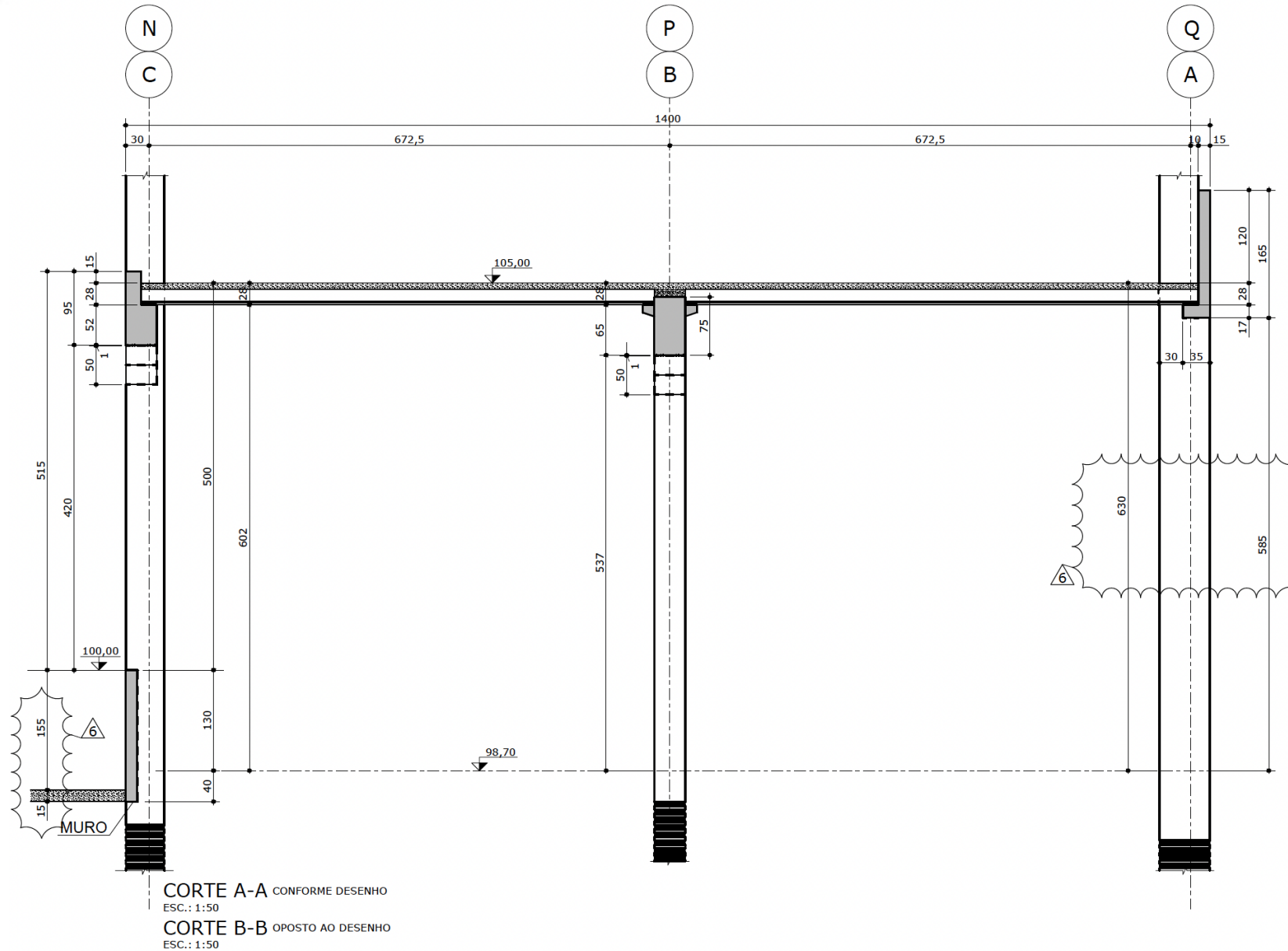
### 3. PILARES COM DESCIDAS DE AP



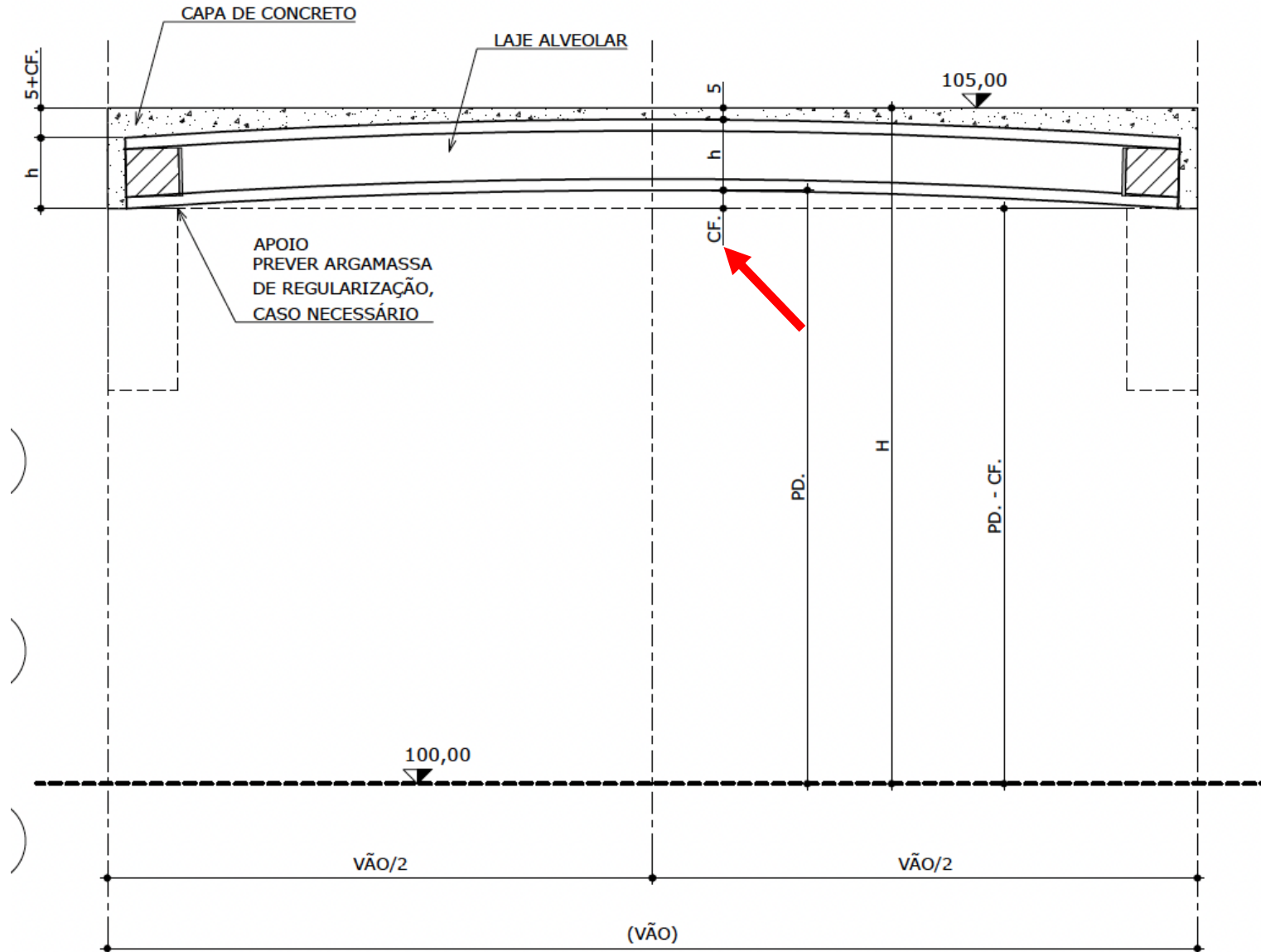
## 4. VIGAS PARA MEZANINOS E PAVIMENTOS

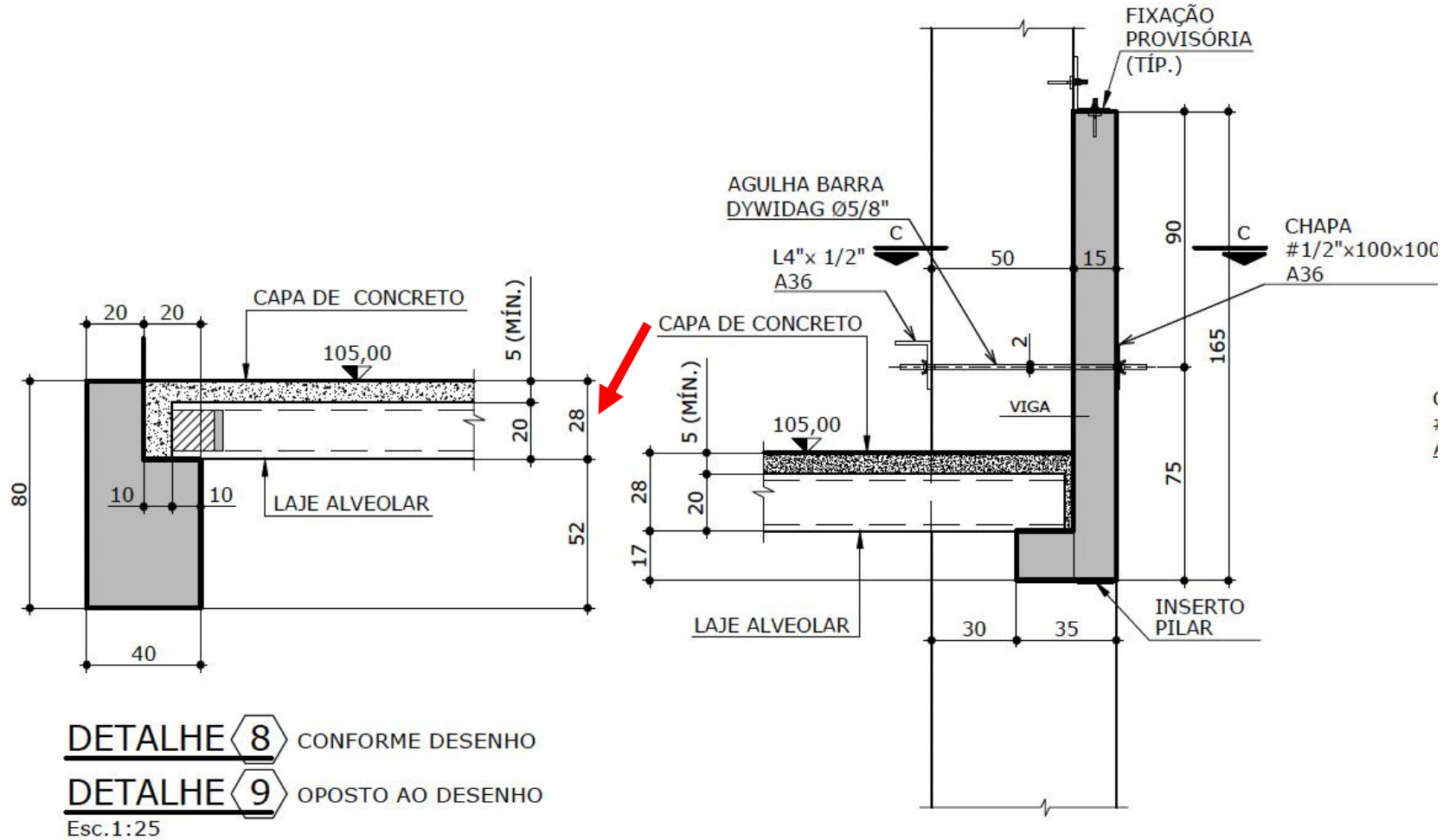


## 4. VIGAS PARA MEZANINOS E PAVIMENTOS



## 4. VIGAS PARA MEZANINOS E PAVIMENTOS



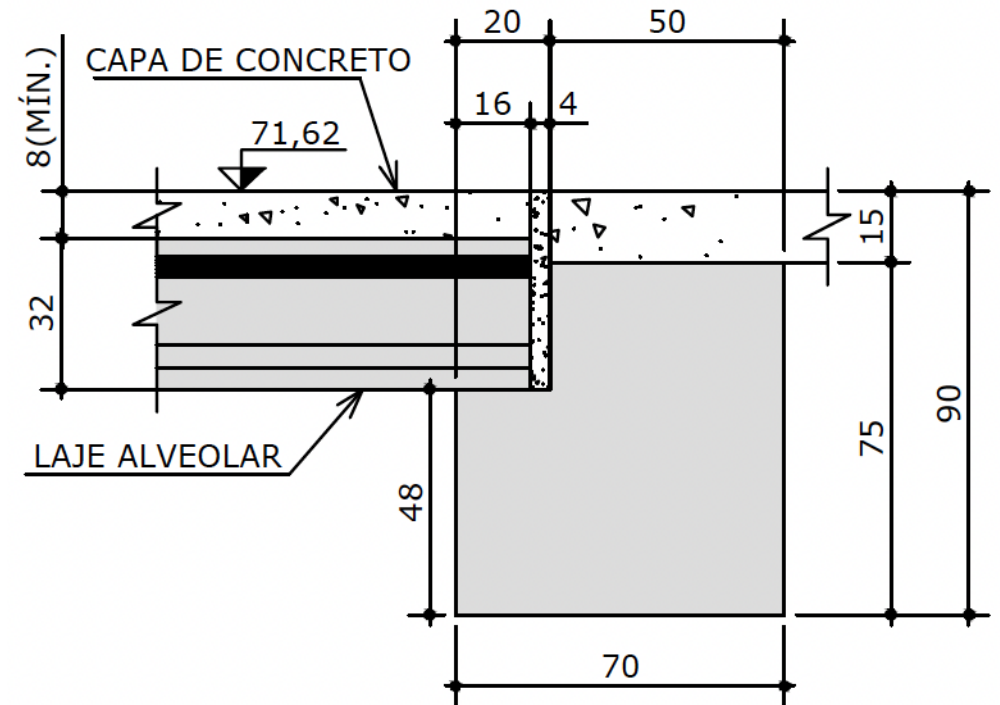
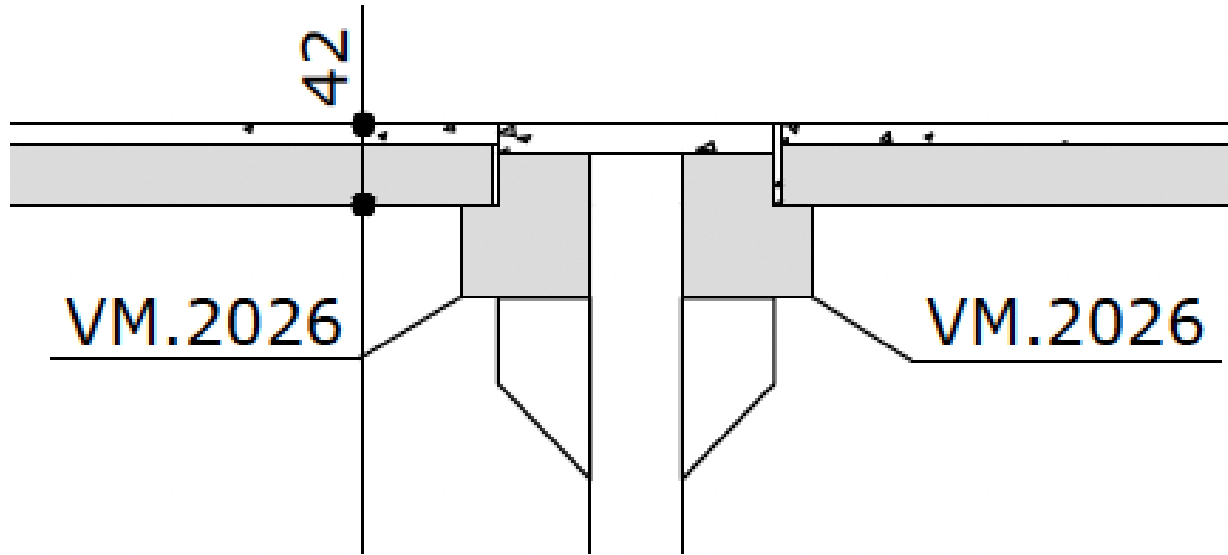


**DETALHE 8** CONFORME DESENHO  
**DETALHE 9** OPOSTO AO DESENHO  
Esc.1:25

**DETALHE DE APOIO DAS VIGAS  
NOS PILARES DOS EIXOS A/Q**

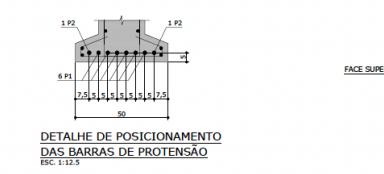
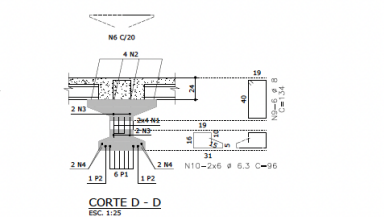
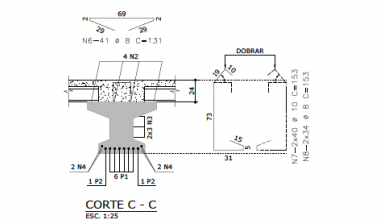
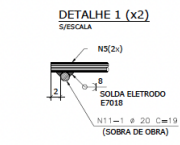
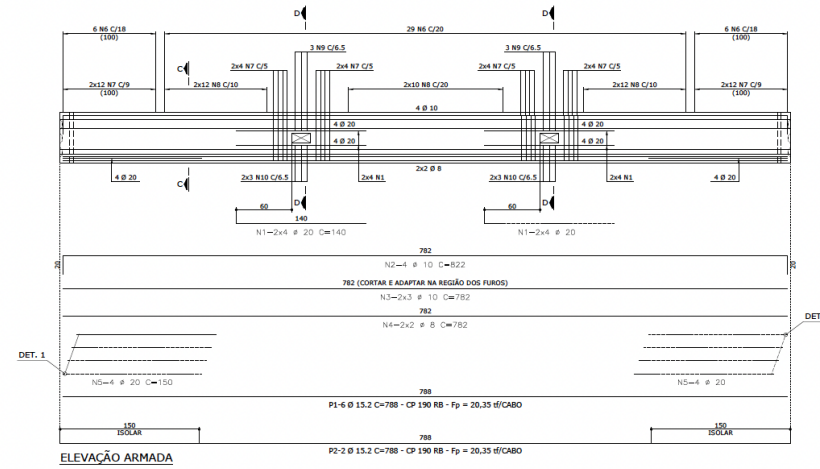
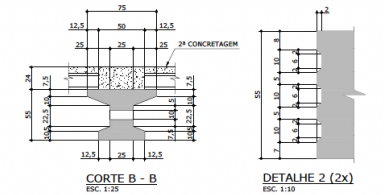
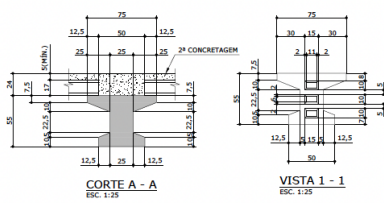
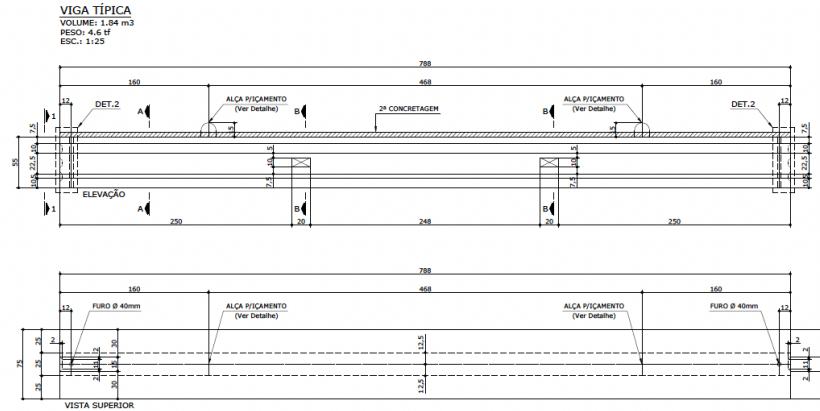
Esc.1:25







# 4. VIGAS PARA MEZANINOS E PAVIMENTOS



**LISTA DOS FERROS**

N	Ø (mm)	Q	COMPRIMENTOS (cm)	UNITÁRIO	TOTAL
1	20	16	140	2240	
2	10	4	822	3288	
3	10	6	782	4692	
4	8	4	782	3128	
5	20	6	150	1200	
6	8	41	131	5371	
7	10	80	153	12240	
8	8	68	153	10404	
9	8	6	134	804	
10	6,3	12	96	1152	
11	20	2	19	38	

**RESUMO CA-50**

Ø (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
6,3	11,52	3
8	197,07	78
10	202,20	125
20	24,78	86
<b>TOTAL:</b>		<b>292</b>

**LISTA DE CORDALHA**

P	Ø (mm)	Q	COMPRIMENTOS (cm)	UNITÁRIO	TOTAL
1	15,2	6	788	4728	
2	15,2	2	788	1576	

**RESUMO CP 190 RB 9,5**

Ø (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
9,5	3,00	1,32
<b>TOTAL:</b>		<b>1,32</b>

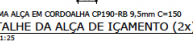
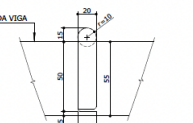
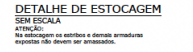
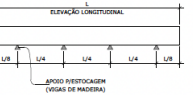
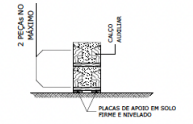
**RESUMO CP 190 RB 15,2**

Ø (mm)	COMPR (m)	PESO (kg)
15,2	63,04	71
<b>TOTAL:</b>		<b>71</b>

**RESISTÊNCIA DO CONCRETO**

FASE EXECUTIVA	f <sub>cd</sub> (MPa)	E <sub>cs</sub> (MPa)
PROTENSÃO	≥ 40	≥ 30100
DEFORMAR	≥ 40	≥ 30100
TRANSPORTE	≥ 40	≥ 30100
MONTAGEM	≥ 40	≥ 30100

E<sub>cs</sub>=Módulo de elasticidade secante para 40% da f<sub>cd</sub> correspondente.



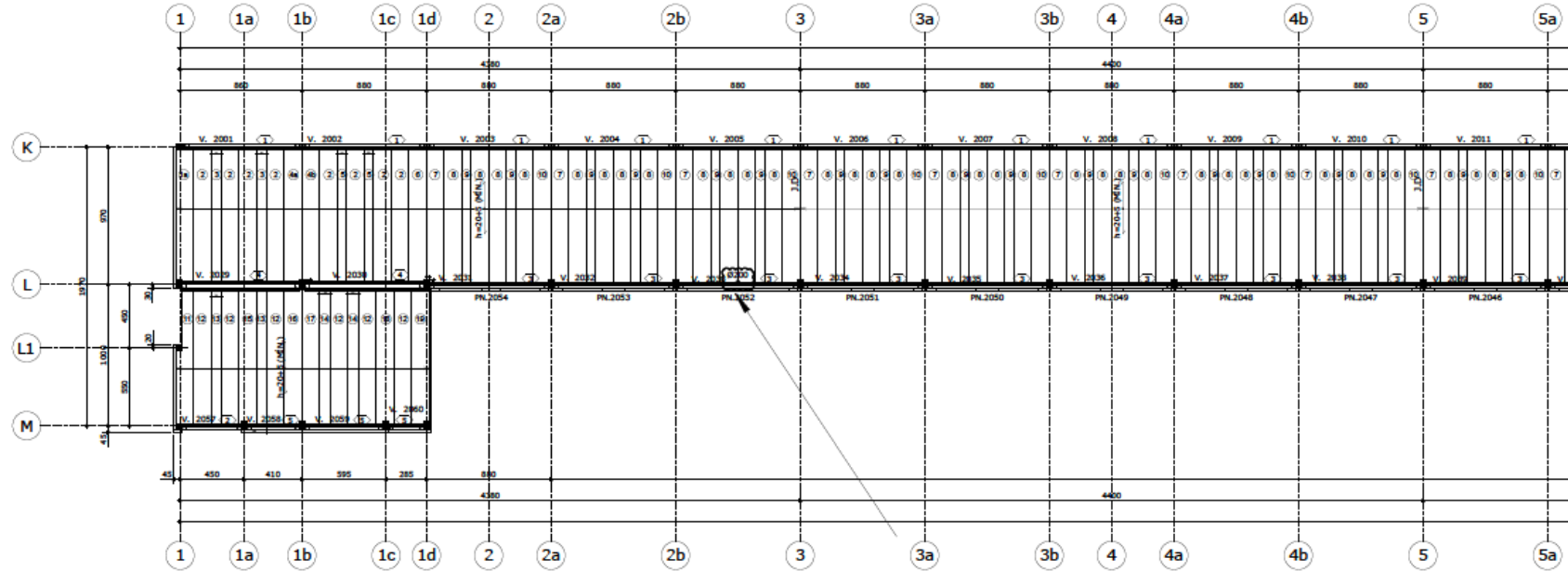
## 4. VIGAS PARA MEZANINOS E PAVIMENTOS



## 4. VIGAS PARA MEZANINOS E PAVIMENTOS



## 5. LAJES ALVEOLARES



GALPÃO 200 - LOCAÇÃO DO MEZANINO +105,30 - PARTE 1/3  
ESC.: 1:200

QUANTITATIVO LAJES		
TIPO	QUANT.	ALT.
L.01	02	204/952
L.02	02	204/952
L.03	26	204/952
L.04	04	09/952
L.05	02	204/952
L.06	03	204/952
L.07	04	04/952
L.08	11	204/952
L.09	04	204/970
L.10	03	204/970
L.11	07	64/970
L.12	24	204/970
L.13	1	204/959
L.14	02	204/959
L.15	4	09/959
L.16	4	05/959
L.17	2	204/959
L.18	0	204/959
L.19	0	204/959
L.20	1	204/959
L.21	1	204/959
L.22	1	204/959
L.23	1	204/959
L.24	1	204/959
L.25	1	204/959
L.26	1	204/959
L.27	1	204/959
L.28	1	204/959
L.29	1	204/959
L.30	1	204/959

### CARGAS ADMISSÍVEIS NA LAJE NÍVEL 105,30

#### PERMANENTE

PESO PRÓPRIO DA LAJE ALVEOLAR (h=20 cm) = 260 Kgf/m<sup>2</sup>

CAPA = 140 Kgf/m<sup>2</sup>

REVESTIMENTO = 100 Kgf/m<sup>2</sup>

UTILIDADES = 50 Kgf/m<sup>2</sup>

TOTAL = 550 Kgf/m<sup>2</sup>

#### ACIDENTAL

TOTAL DE CARGAS ACIDENTAIS = 300 Kgf/m<sup>2</sup>







## 5. LAJES ALVEOLARES

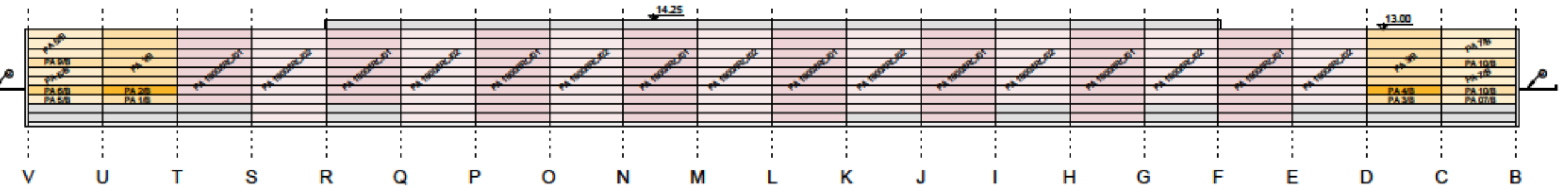
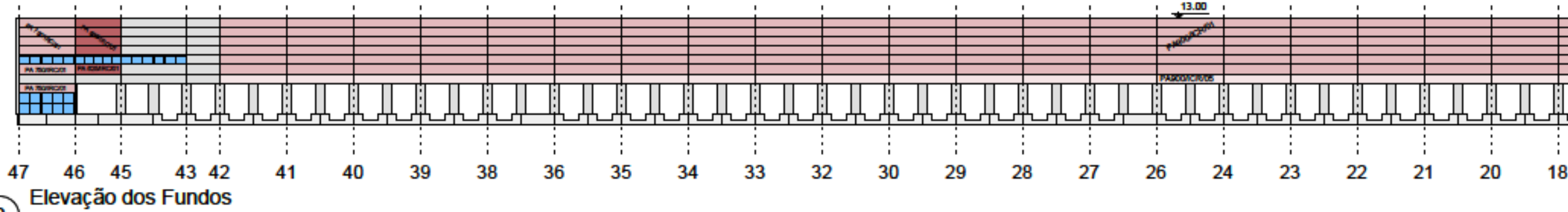


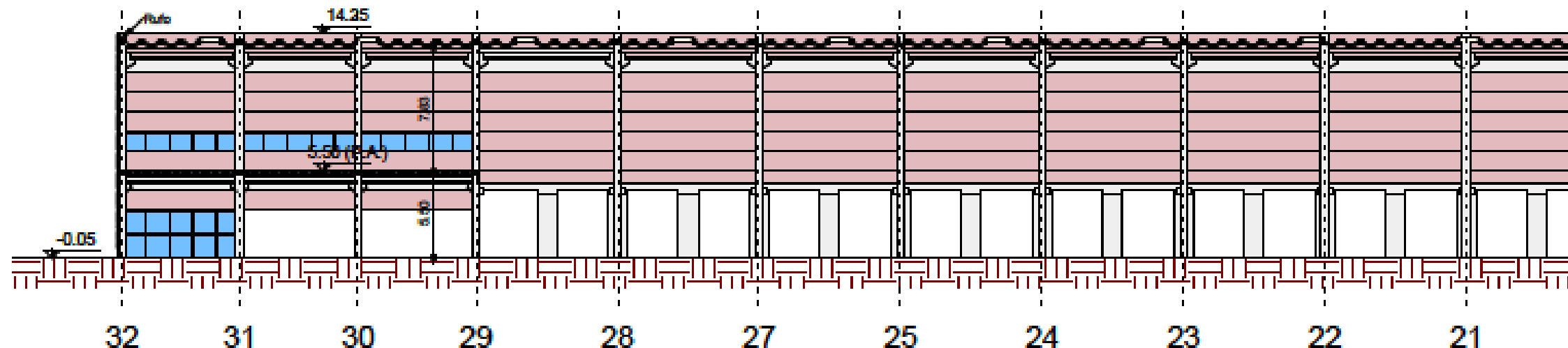
## 5. LAJES ALVEOLARES



## 5. LAJES ALVEOLARES

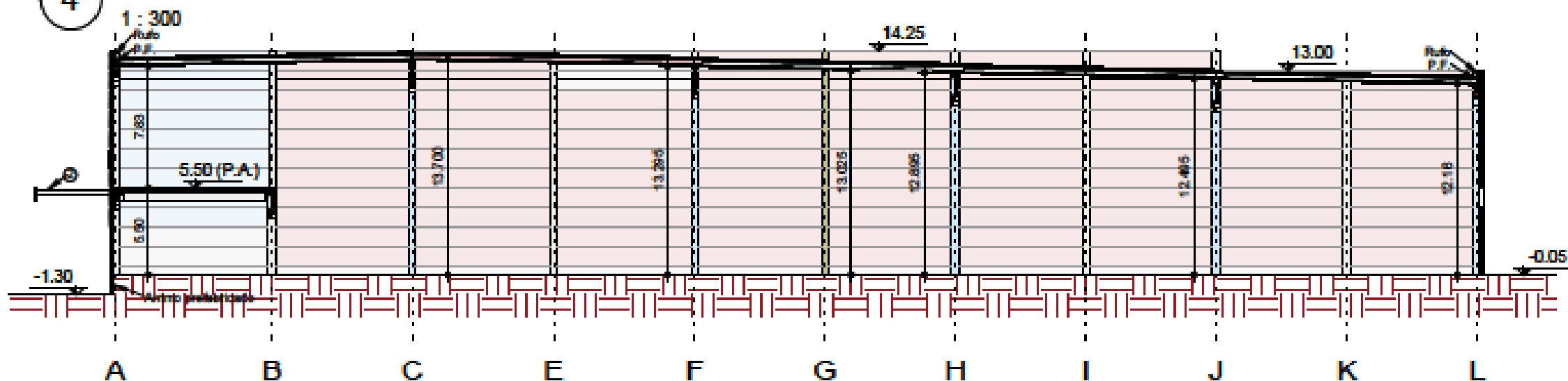






Corte AA

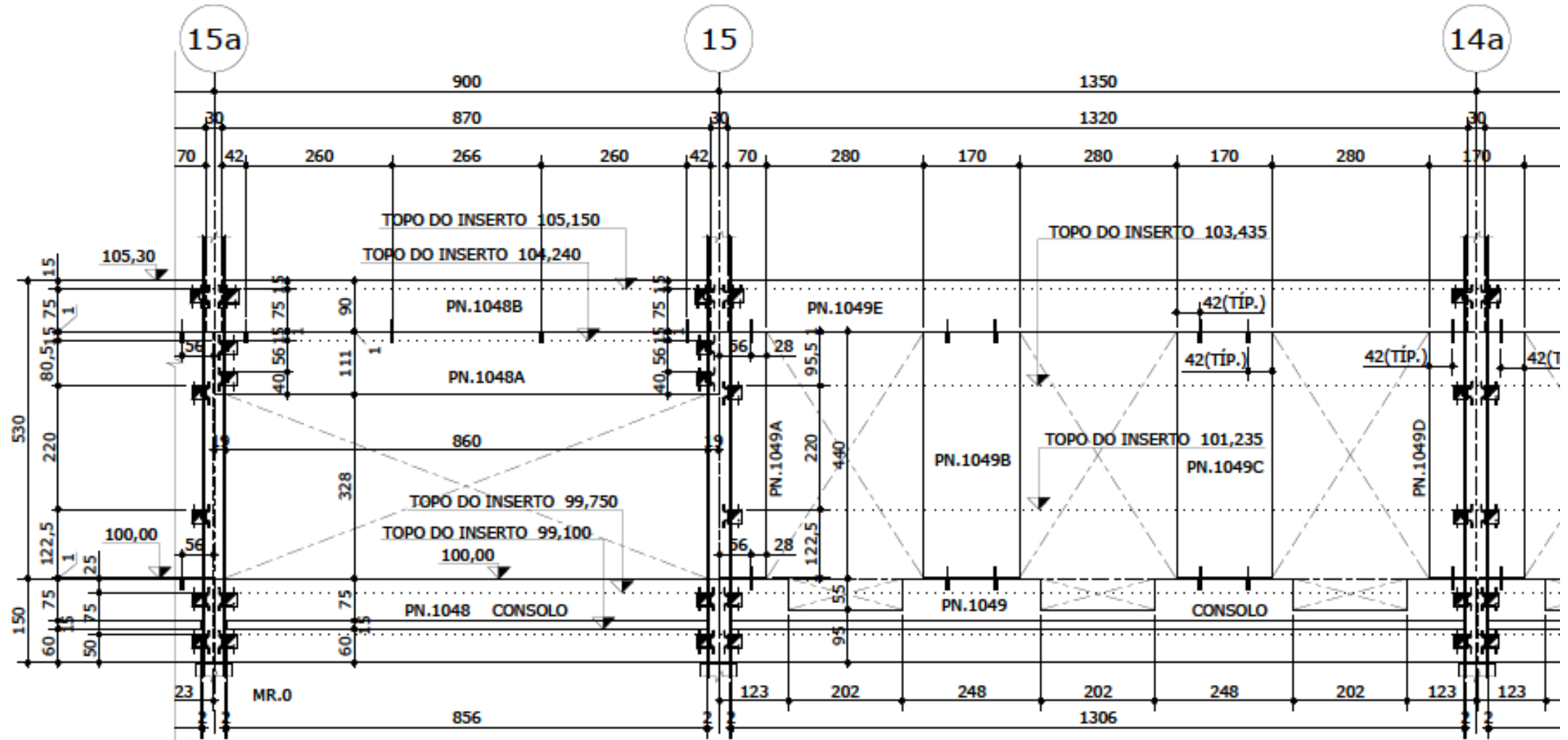
4



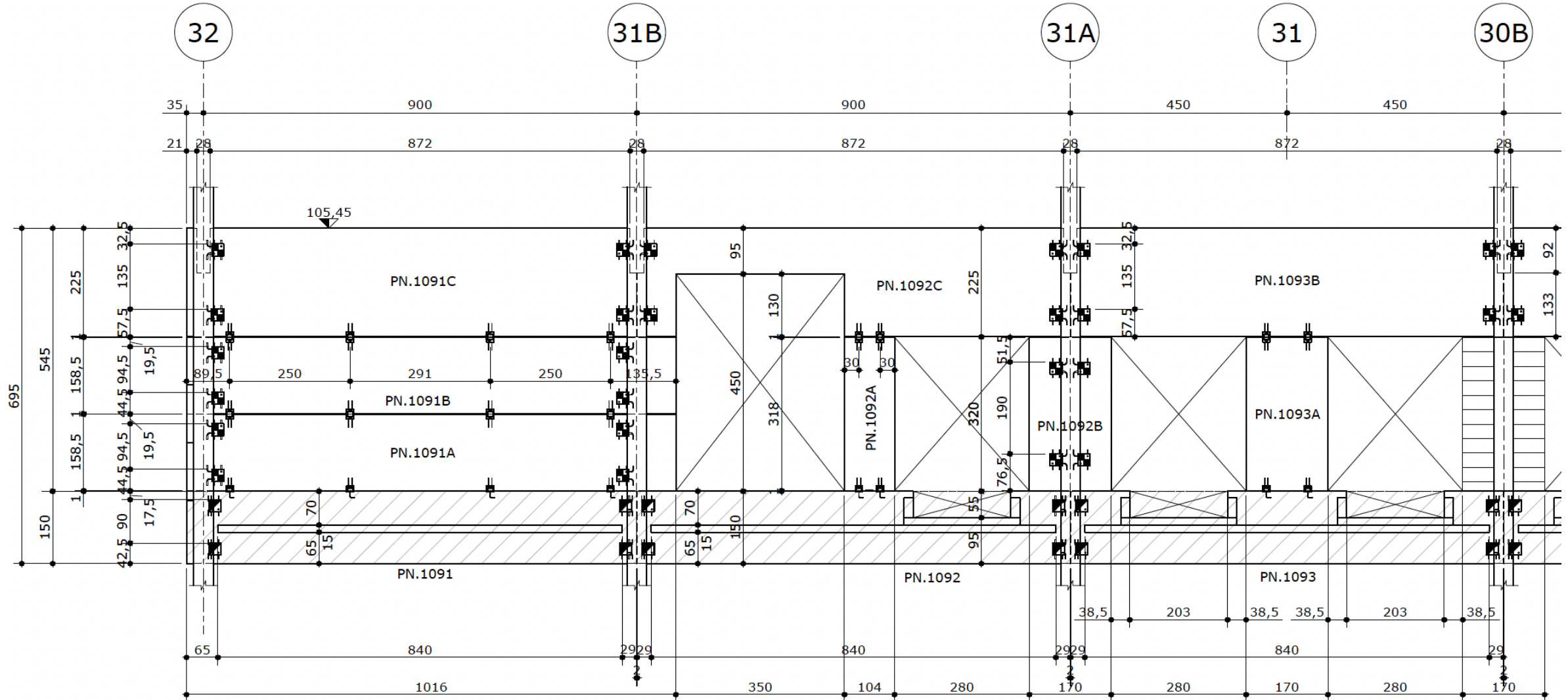
## 6. PAINÉIS DE FACHADA - ALVEOLARES







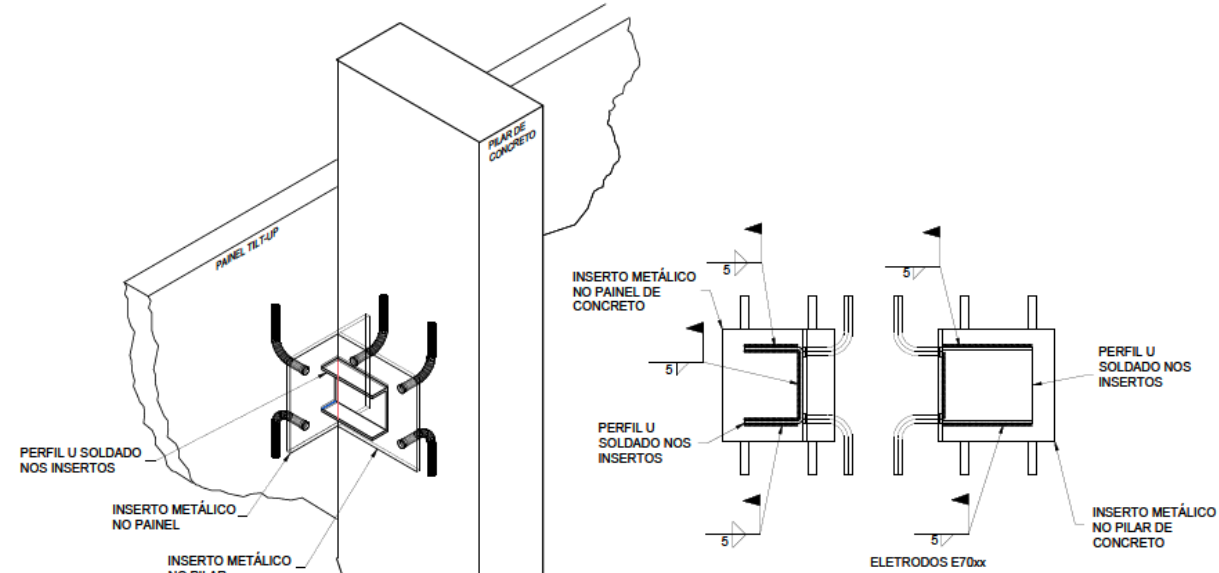
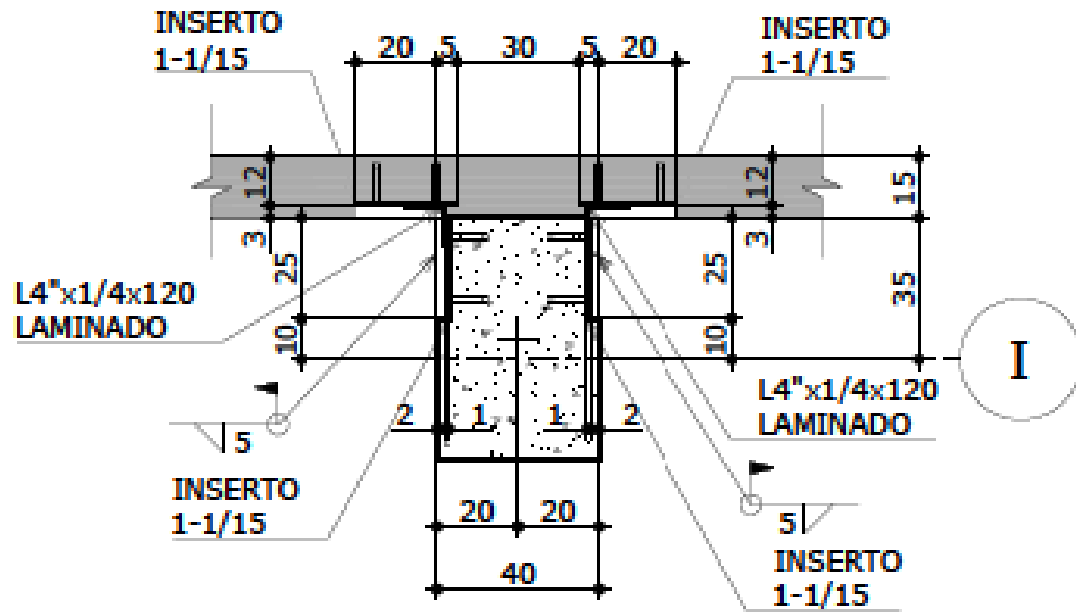
**GALPÃO - ELEVÇÃO INTERNA DO EIXO I - CONTINUAÇÃO**  
 Esc.1:100



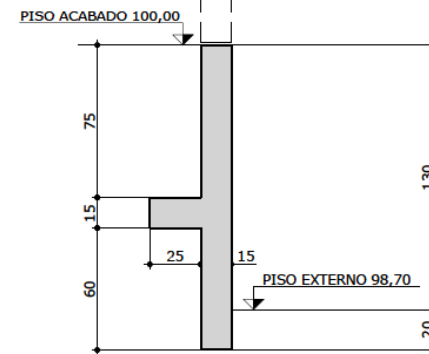
**GALPÃO A - ELEVACÃO INTERNA DO EIXO G**

### DETALHE DE FIXAÇÃO PAINEL/PILAR PAINÉIS DE FECHAMENTO - DOCA FIXAÇÃO ACIMA DO NÍVEL 100,00

Esc.1:25



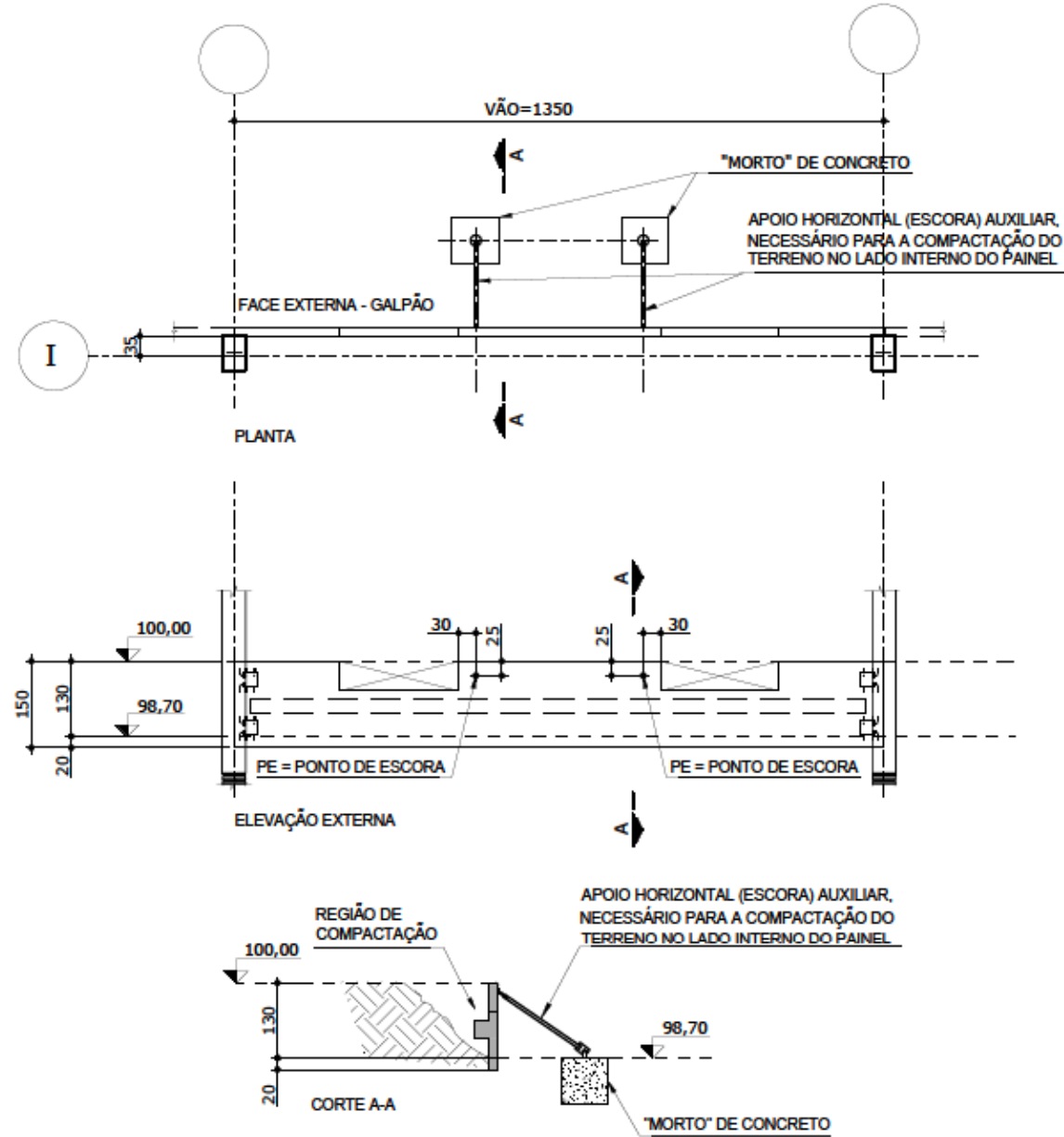
DETALHE DE SOLDA DO PERFIL U - U130X170X8X200  
ESC.: 1:25  
PAINÉIS POR FORA DOS PILARES



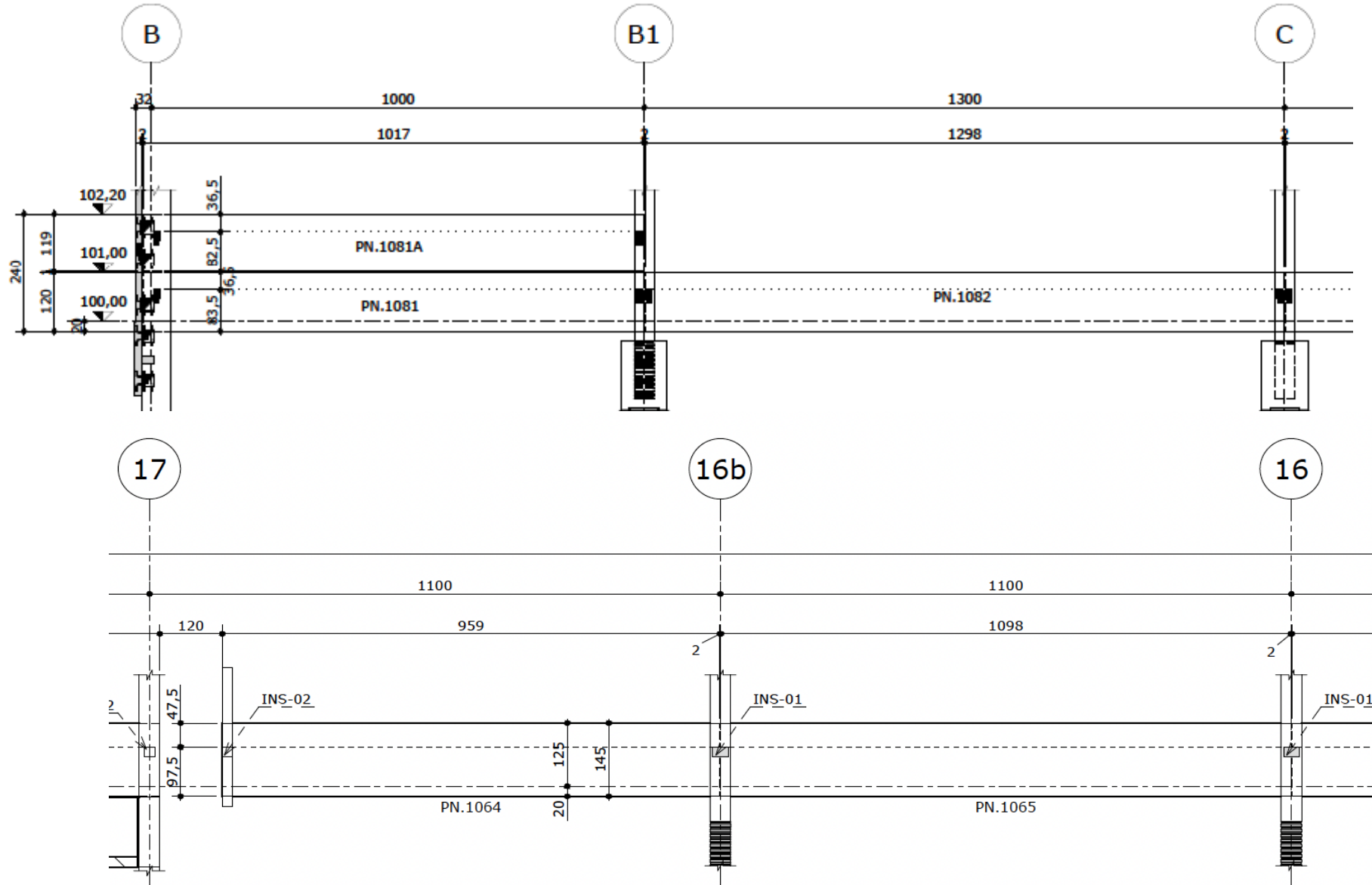
CORTE TÍPICO DOS PAINÉIS DE CONTENÇÃO DO EIXO A  
ESC.: 1:25

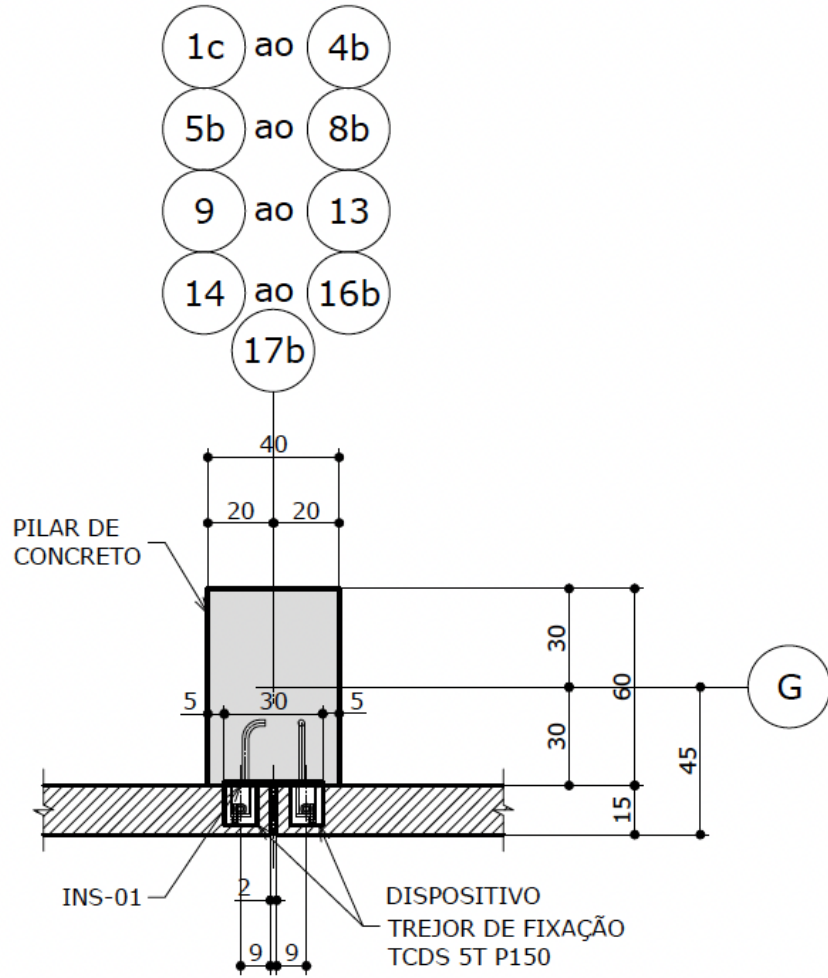


## 7. PAINÉIS DE FACHADA - MACIÇOS

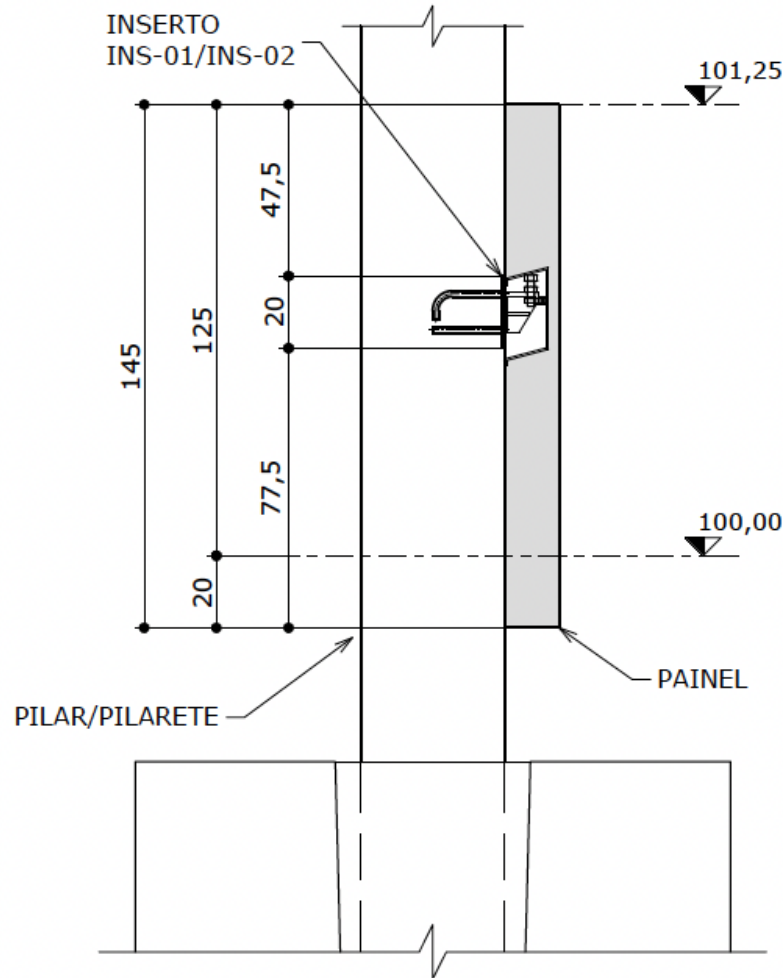


## 7. PAINÉIS DE FACHADA - MACIÇOS

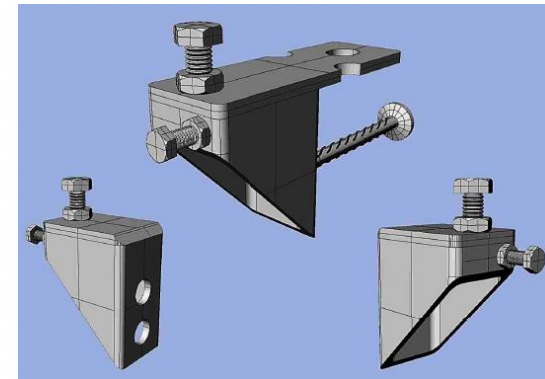
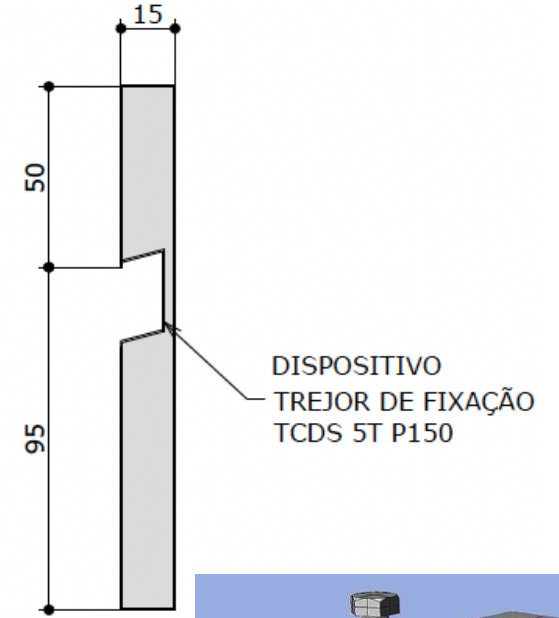




**DETALHE DE FIXAÇÃO PAINEL/PILAR**  
Esc.1:25



**DETALHE TÍPICO DE FIXAÇÃO PAINEL/PILARETE**  
Esc.1:25



## 7. PAINÉIS DE FACHADA - MACIÇOS



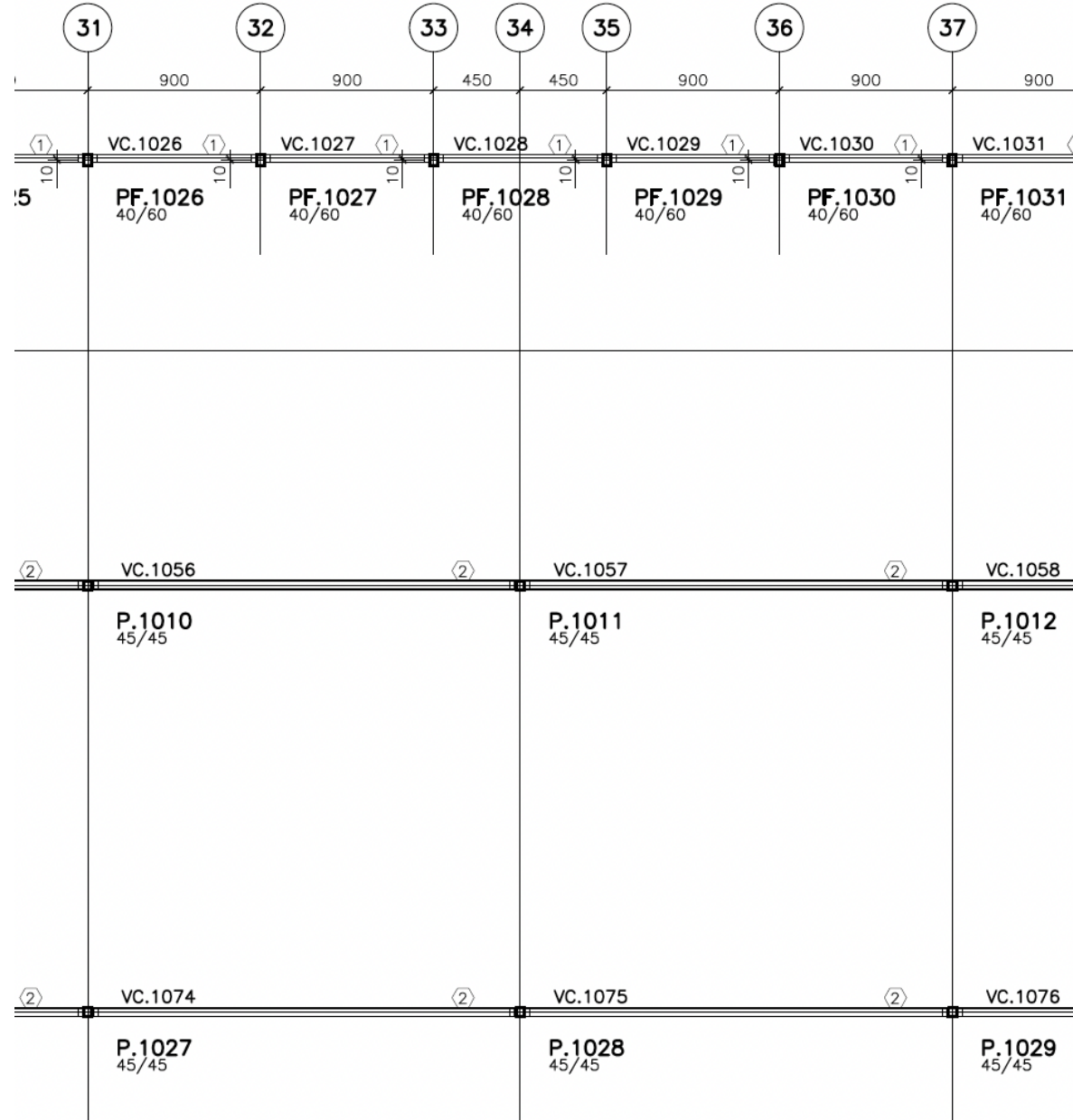
## 7. PAINÉIS DE FACHADA - MACIÇOS



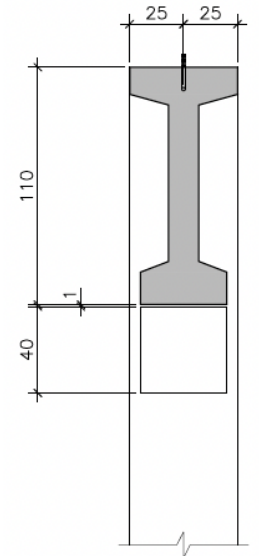
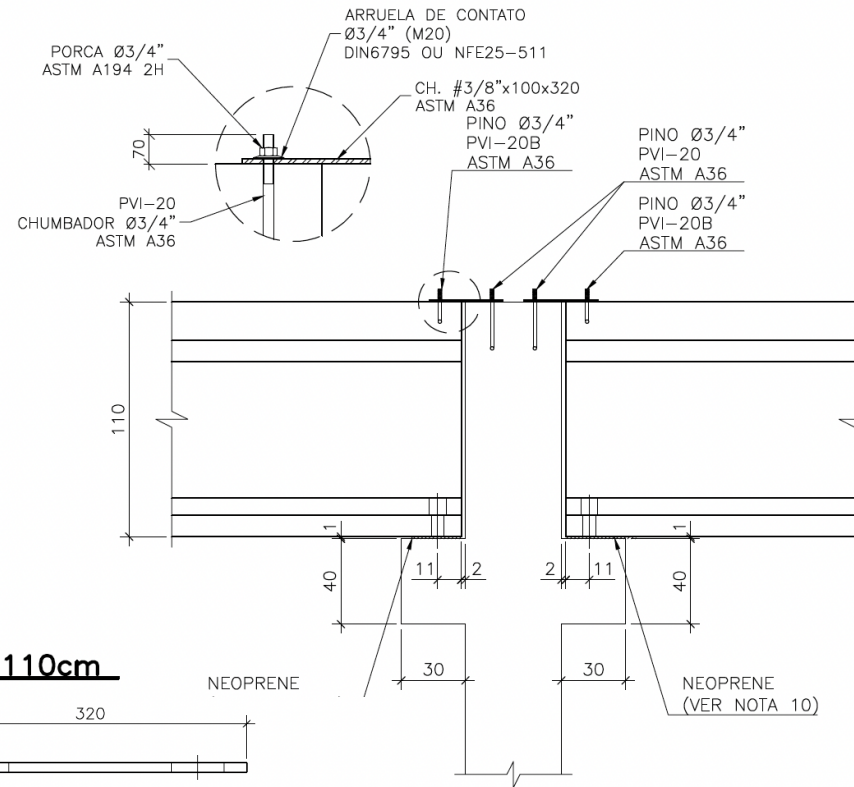
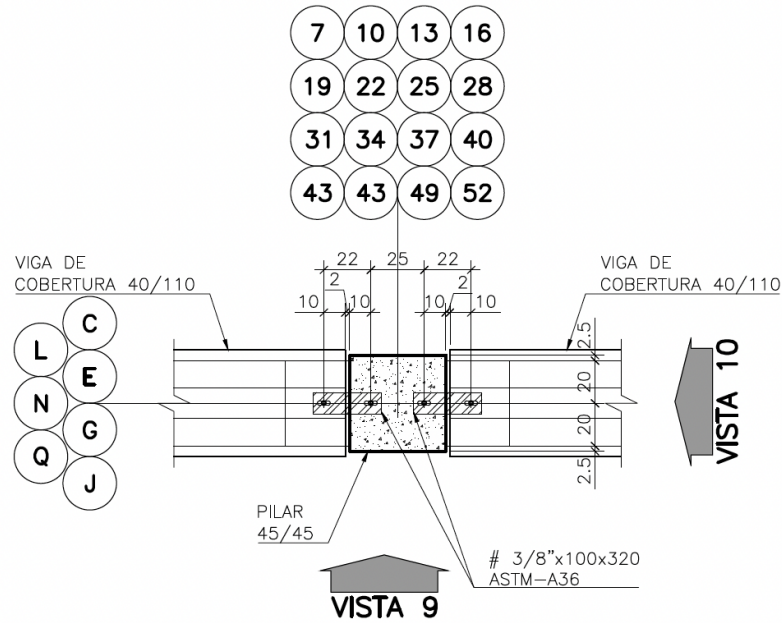
## 7. PAINÉIS DE FACHADA - MACIÇOS



## 8. VIGAS DE COBERTURA

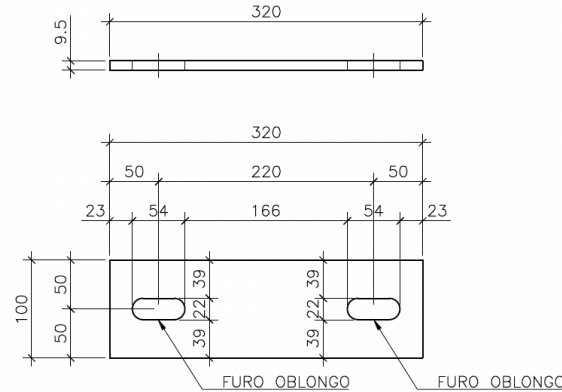
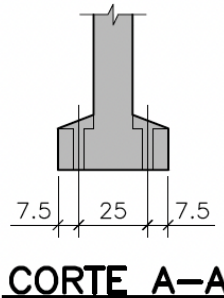
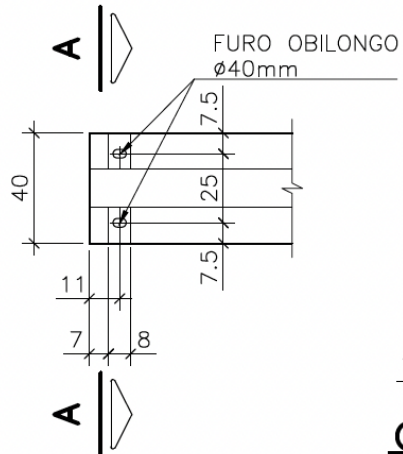


## 8. VIGAS DE COBERTURA



### DETALHE FIXAÇÃO DA VIGA DE COBERTURA h=110cm NOS PILARES DE CONCRETO

ESC.1:25



#### NOTAS:

1. NÃO TIRAR MEDIDAS EM ESCALA.
2. MEDIDAS EM MILÍMETROS.
3. MATERIAL : ASTM A36.
4. PESO : 2,40 kg.

## 8. VIGAS DE COBERTURA



## 8. VIGAS DE COBERTURA









## 9. TERÇAS DE COBERTURA



## 9. TERÇAS DE COBERTURA



## 9. TERÇAS DE COBERTURA



## 9. TERÇAS DE COBERTURA



## 9. TERÇAS DE COBERTURA

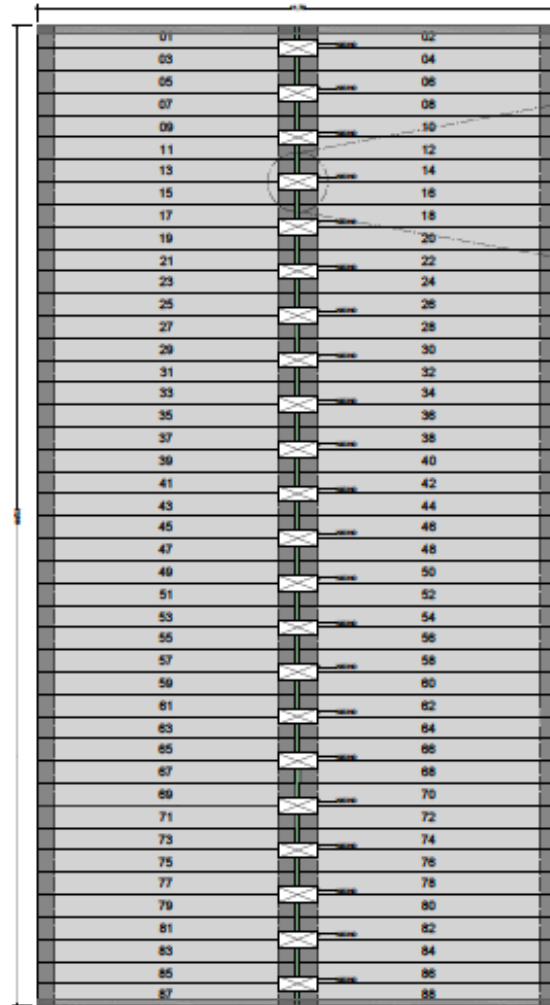




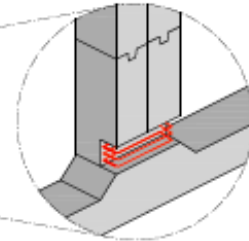


## 10. NICHOS PARA NIVELADORES DE DOCAS





PLANTA DAS ADUELAS COM  
 A LOCALIZAÇÃO DOS NICHOS  
 ESCALA 1:50

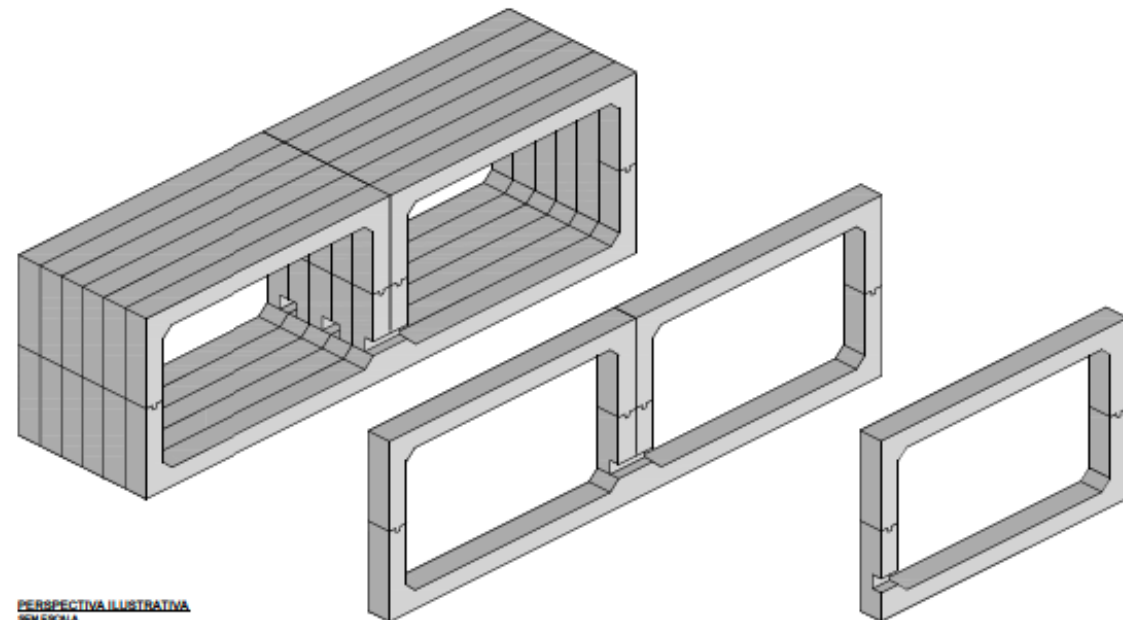


PERSPECTIVA DA ARMADURA  
 DE LIGAÇÃO DAS PEÇAS  
 SEM ESCALA

APÓS POSICIONAMENTO DAS ARMADURAS DE LIGAÇÃO,  
 PREENCHER OS NICHOS COM GRAUTE.



Ø = 2,32  
 3 Ø 10,0 CA-50  
 (por nicho)



PERSPECTIVA ILUSTRATIVA  
 SEM ESCALA

## 11. CAIXAS DE RETARDO/REUSO EM ADUELAS



## 11. CAIXAS DE RETARDO/REUSO EM ADUELAS



## 11. CAIXAS DE RETARDO/REUSO EM ADUELAS

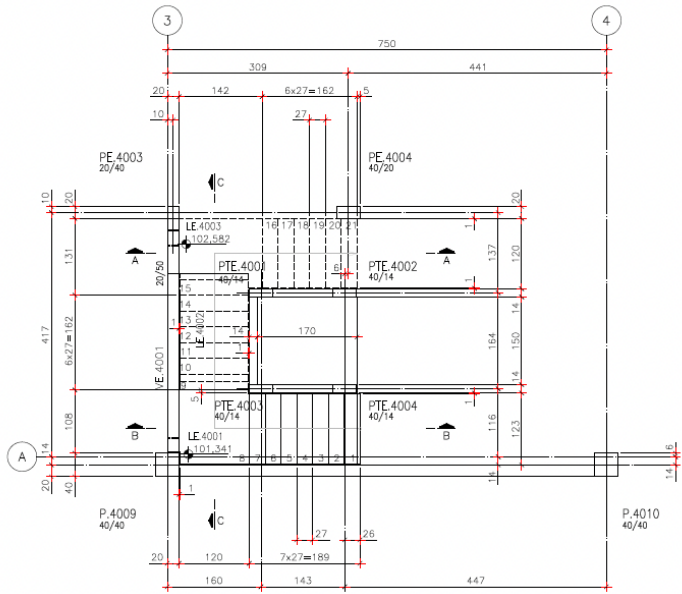


## 11. CAIXAS DE RETARDO/REUSO EM ADUELAS

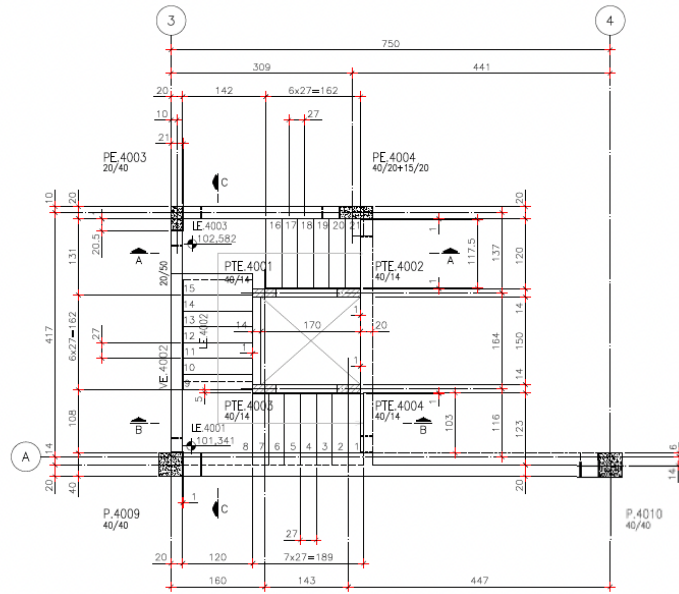


## 11. CAIXAS DE RETARDO/REUSO EM ADUELAS

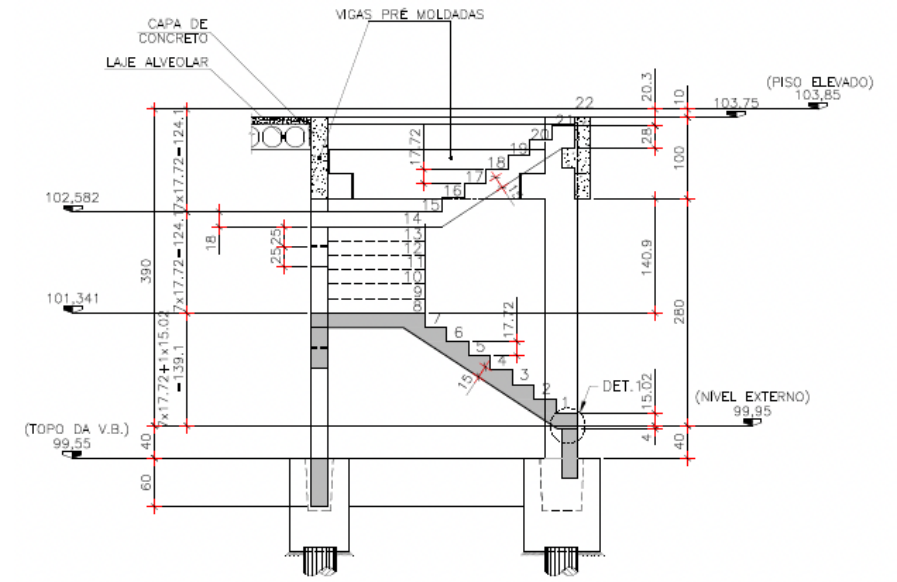




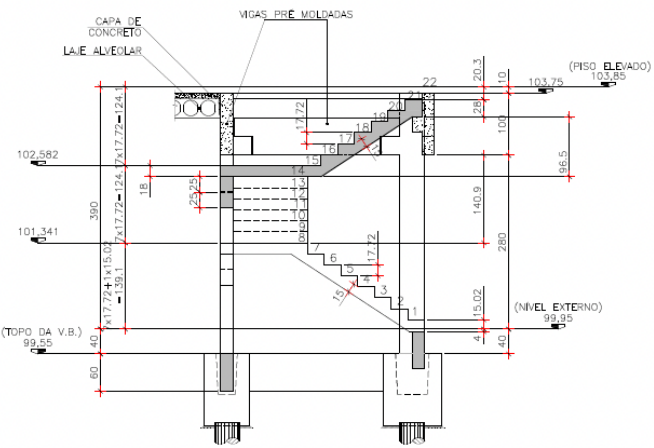
PLANTA NÍVEL 102,582  
Esc.1:50



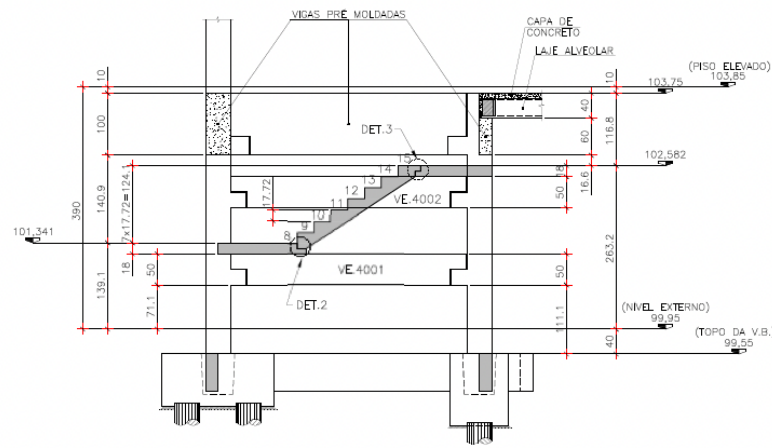
PLANTA NÍVEL 103,85 (PISO ELEVADO)  
Esc.1:50



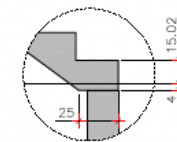
CORTE B-B  
Esc.1:50



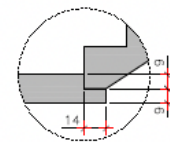
CORTE A-A  
Esc.1:50



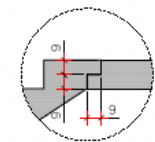
CORTE C-C  
Esc.1:50



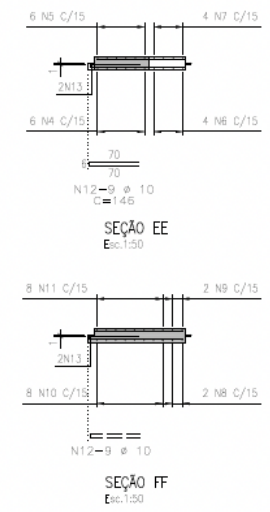
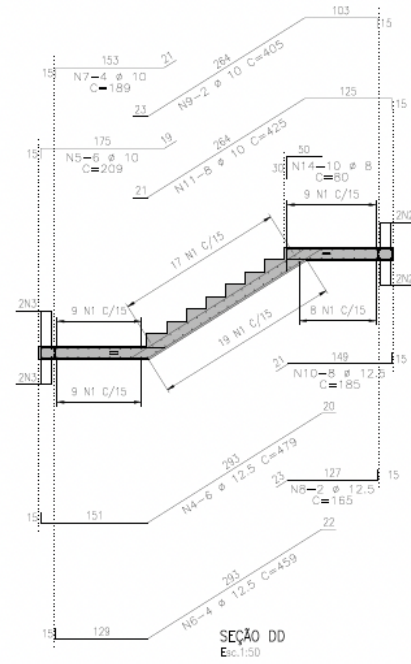
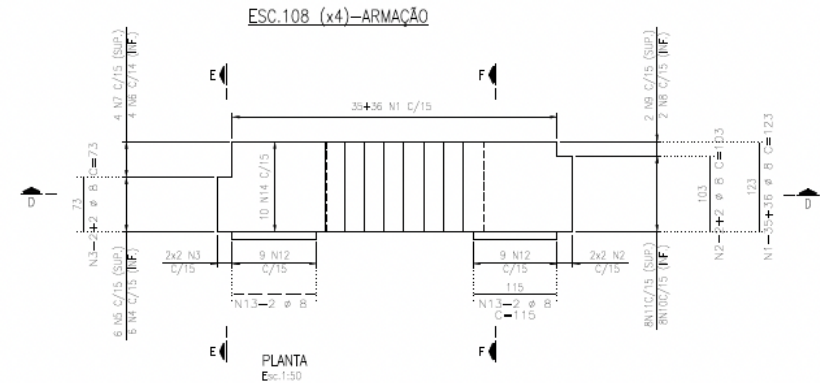
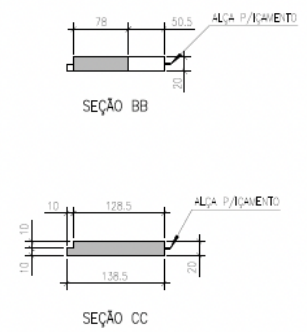
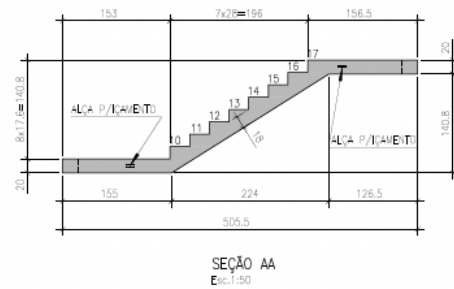
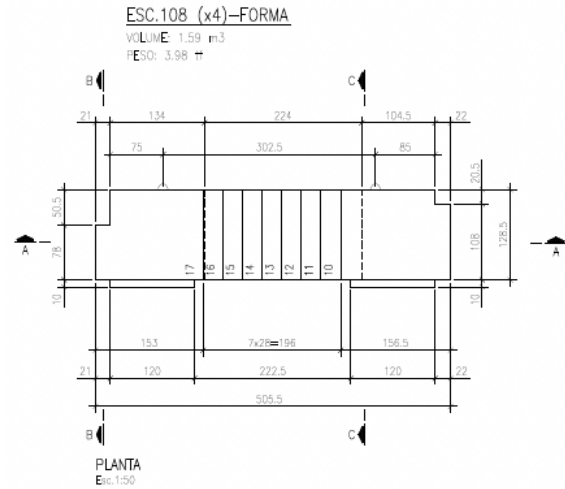
DETALHE 1  
Esc.1:25



DETALHE 2  
Esc.1:25



DETALHE 3  
Esc.1:25





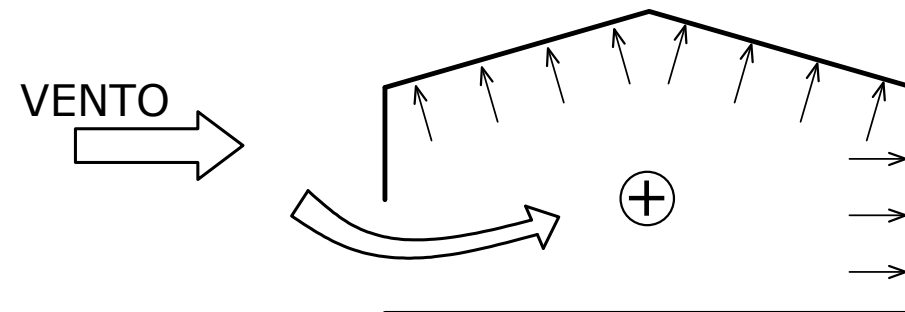
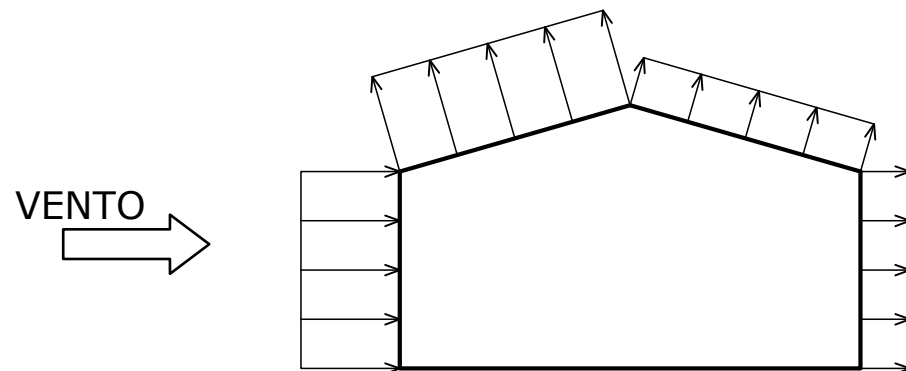
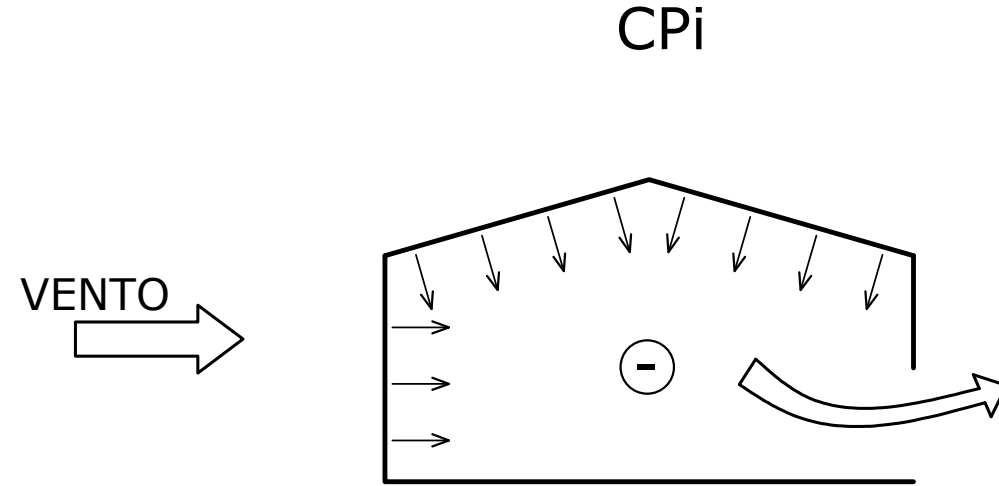
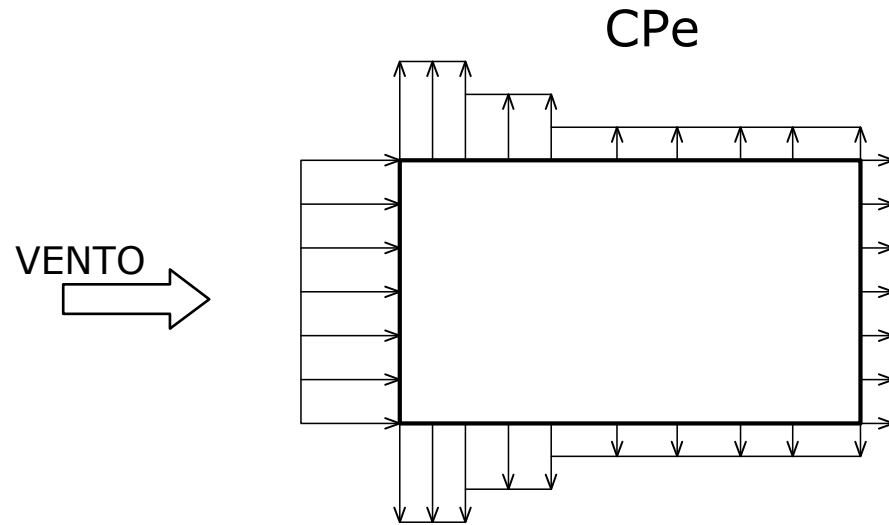




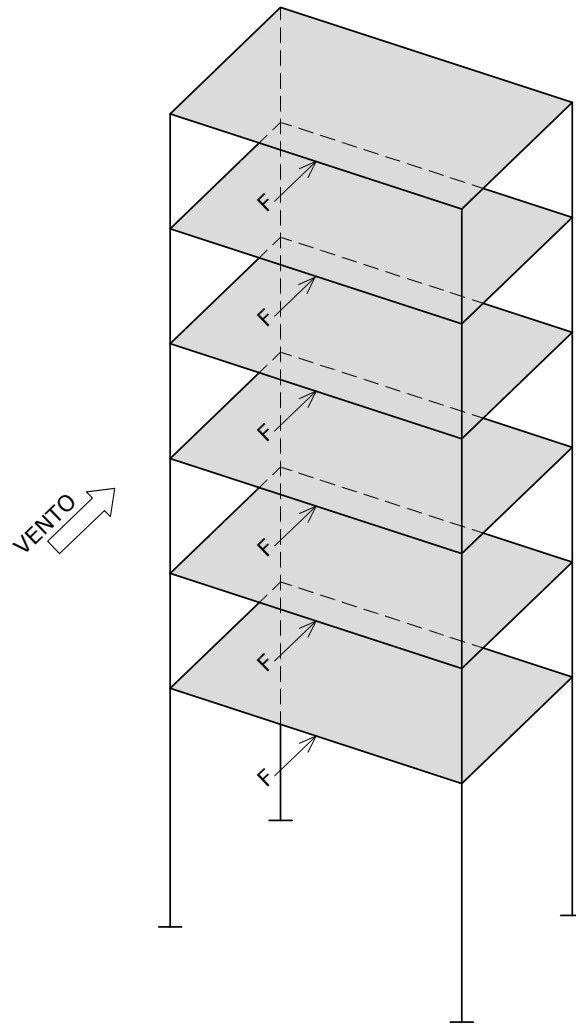
### 13. ITENS A SEREM CONSIDERADOS AÇÃO DO VENTO EM CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO



**AÇÃO DO VENTO EM CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO – MODELO DE CÁLCULO**



**AÇÃO DO VENTO - COEFICIENTE DE ARRASTO – EDIFÍCIOS DE MULTIPLOS PAVIMENTOS**



F= FORÇA EQUIVALENTE  
APLICADA EM CADA LAJE

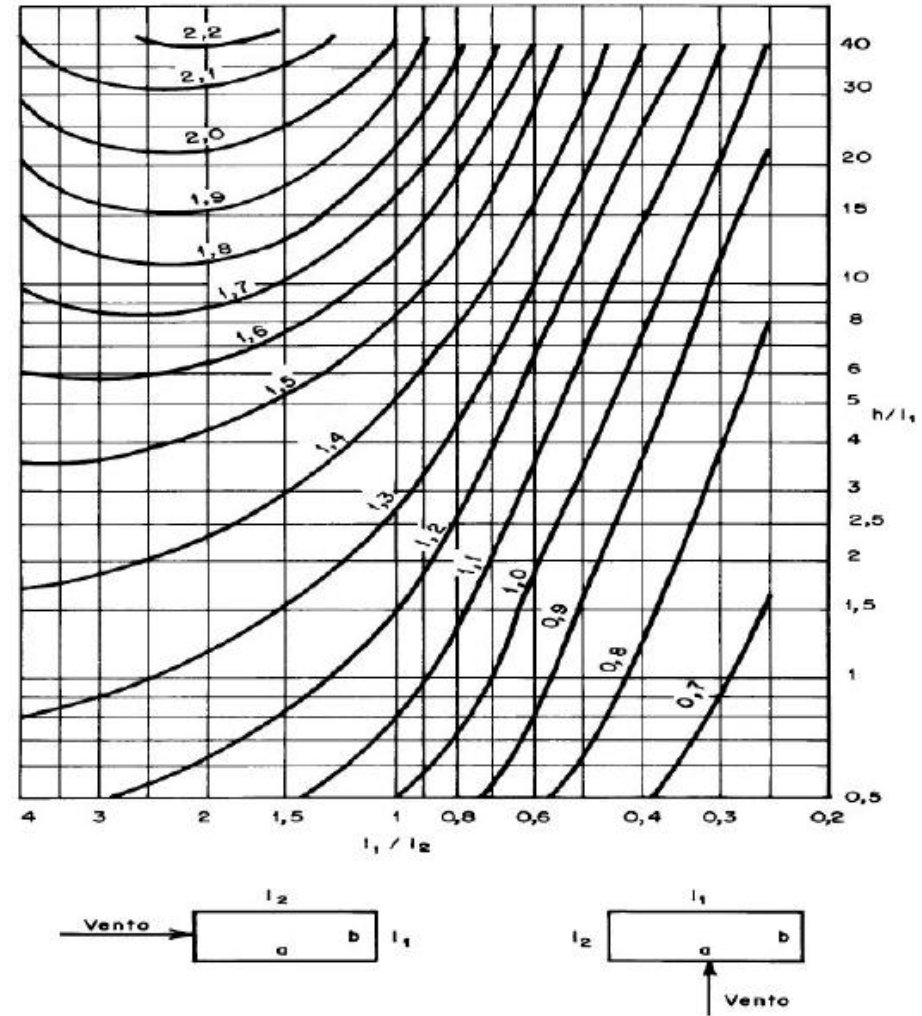
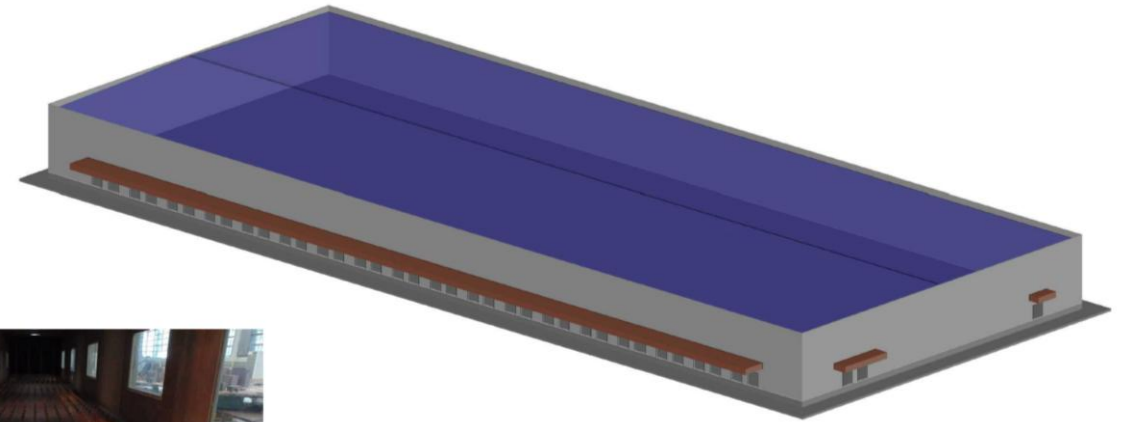


Figura 4 - Coeficiente de arrasto,  $C_s$ , para edificações paralelepípedicas em vento de baixa turbulência

**UTILIZAR COEFICIENTES DE ARRASTO PARA CENTRO LOGÍSTICOS É INADEQUADO E PODE LEVAR A SUBDIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA**



Configuração I



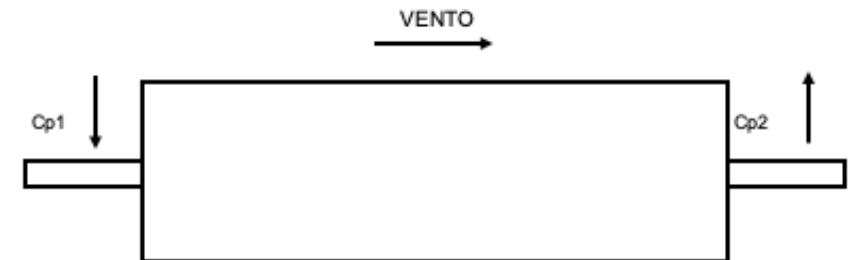
Configuração II



Configuração III



Configuração IV

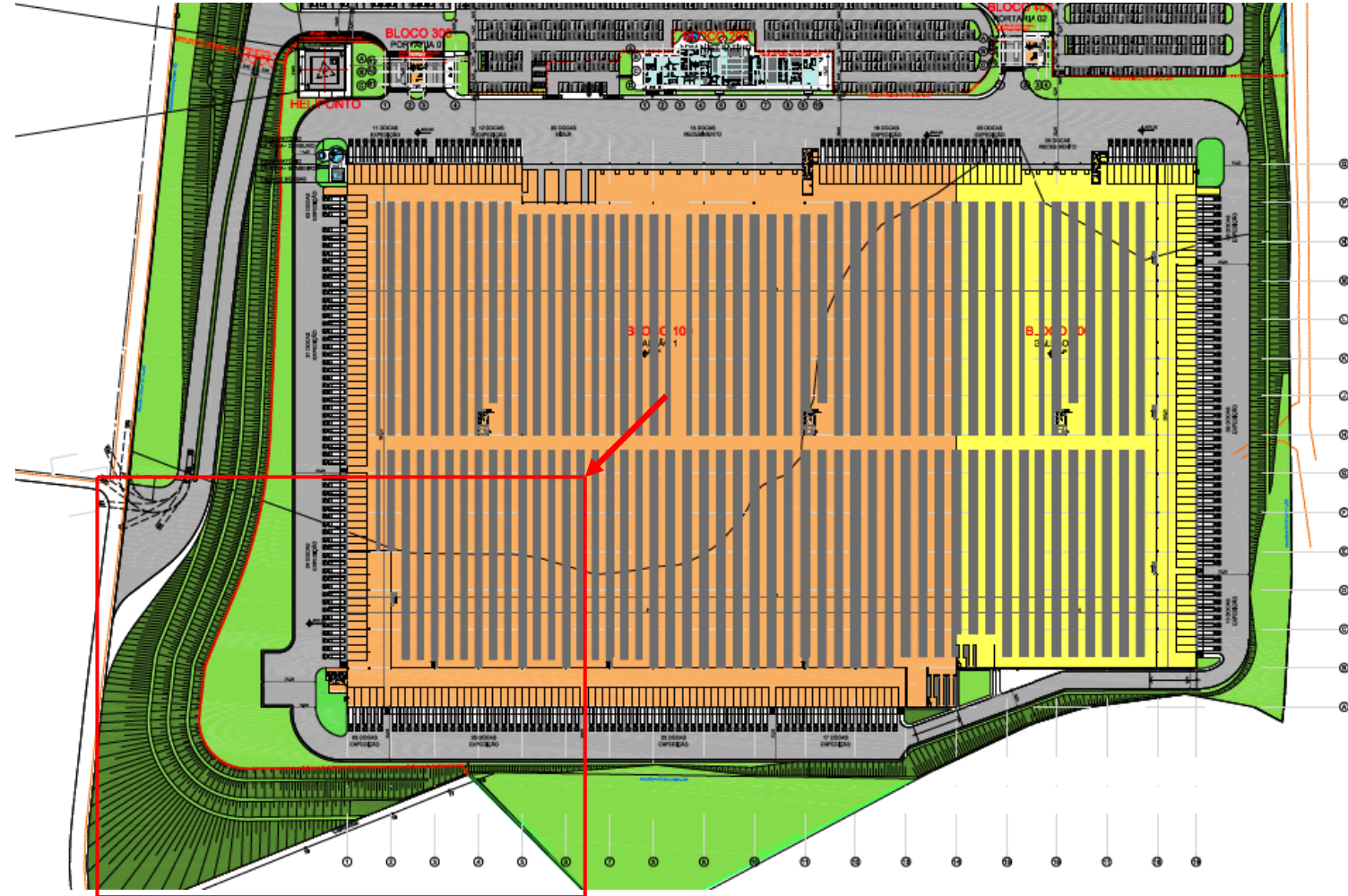


I / II	CENTRO		EXTREIMIDADES	
	Cp1	Cp2	Cp1	Cp2
MÉDIOS	1,00	- 1,10	1,30	- 1,20
MAX / MIN	1,60	- 1,34	1,50	- 1,32

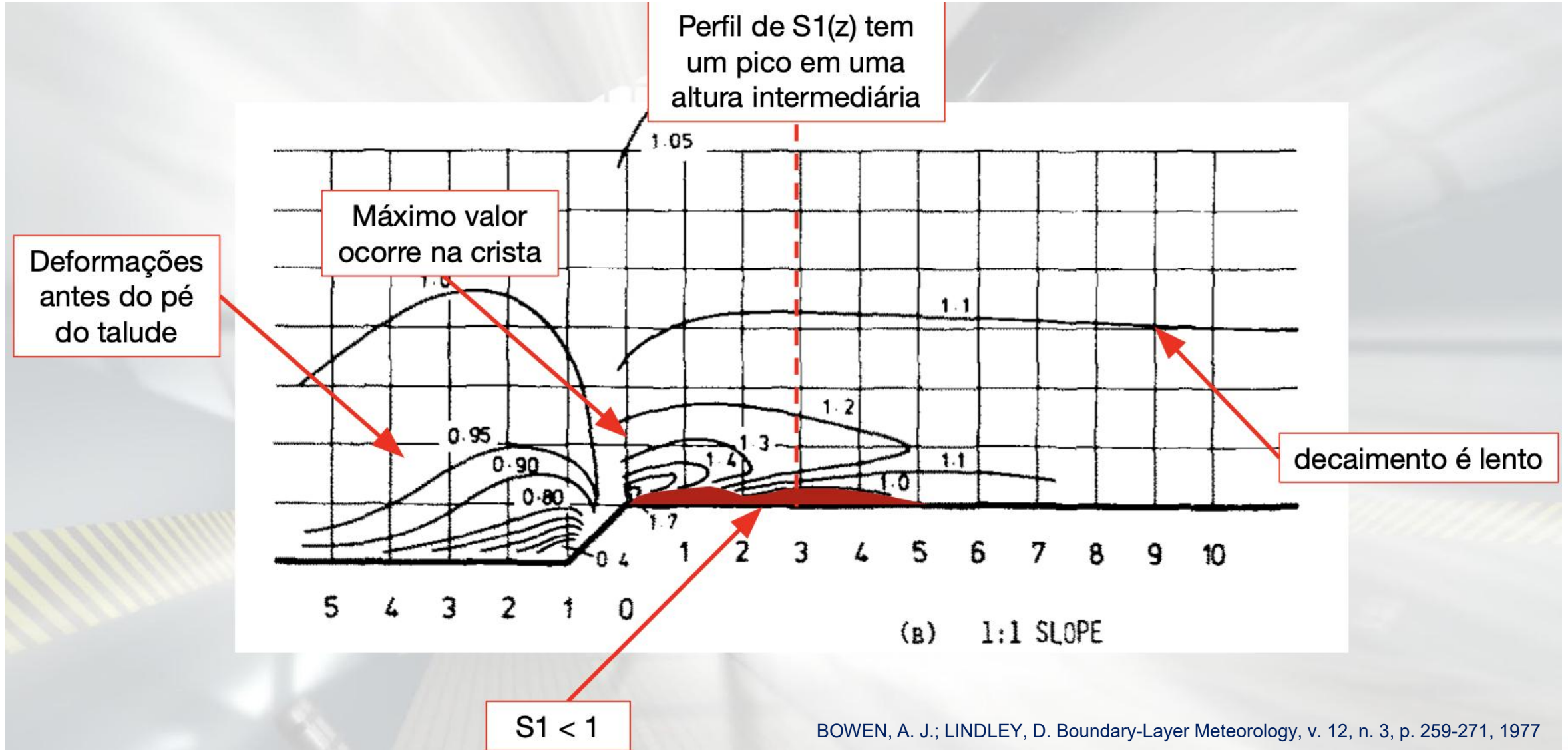
III / IV	CENTRO		EXTREIMIDADES	
	Cp1	Cp2	Cp1	Cp2
MÉDIOS	0,80	- 1,00	1,10	- 1,10
MAX / MIN	1,22	- 1,42	1,38	- 1,37

EXTREIMIDADE = L/5

Z/H < 0,5

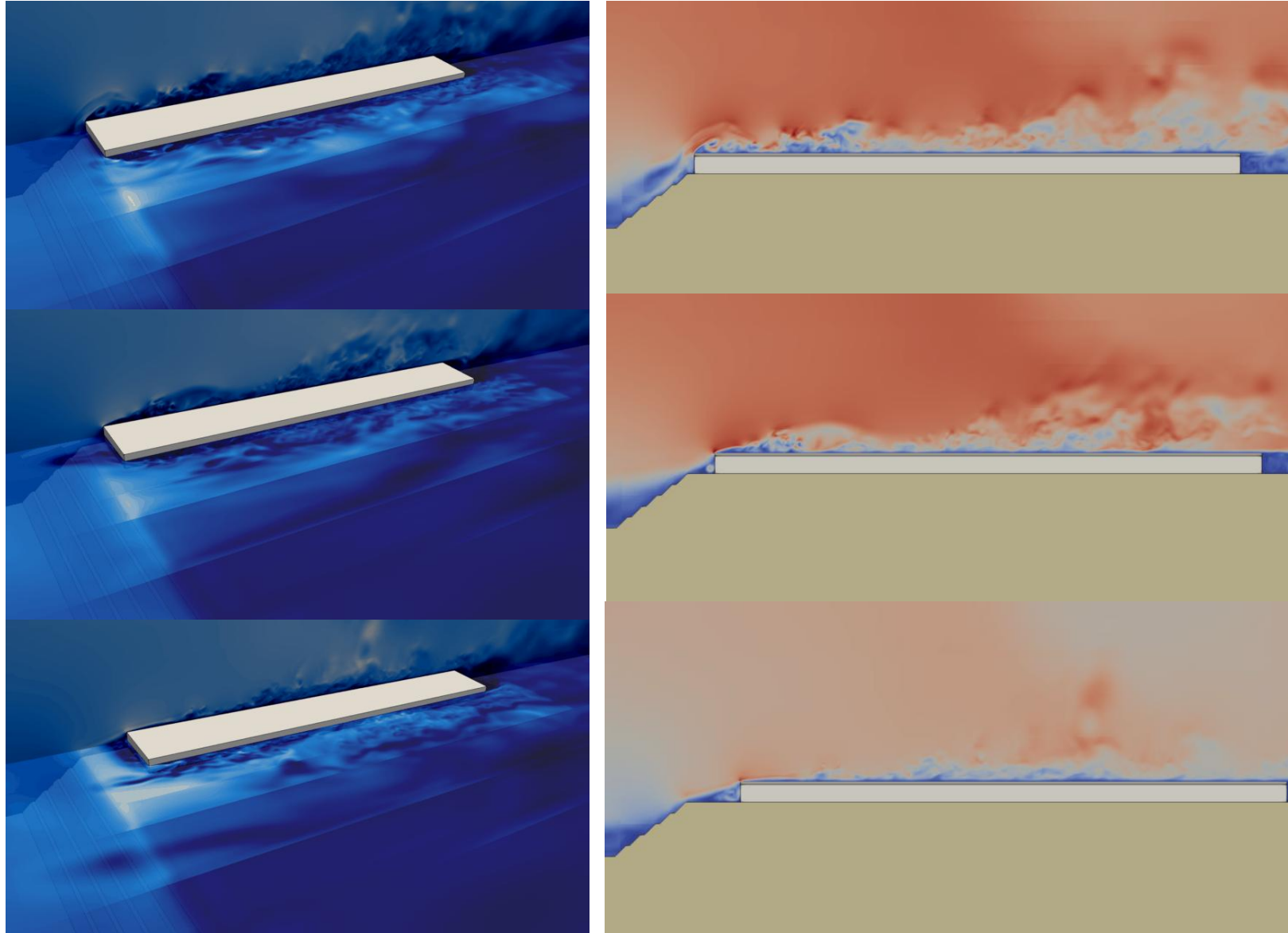


## AÇÃO DO VENTO EM CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO - TALUDES



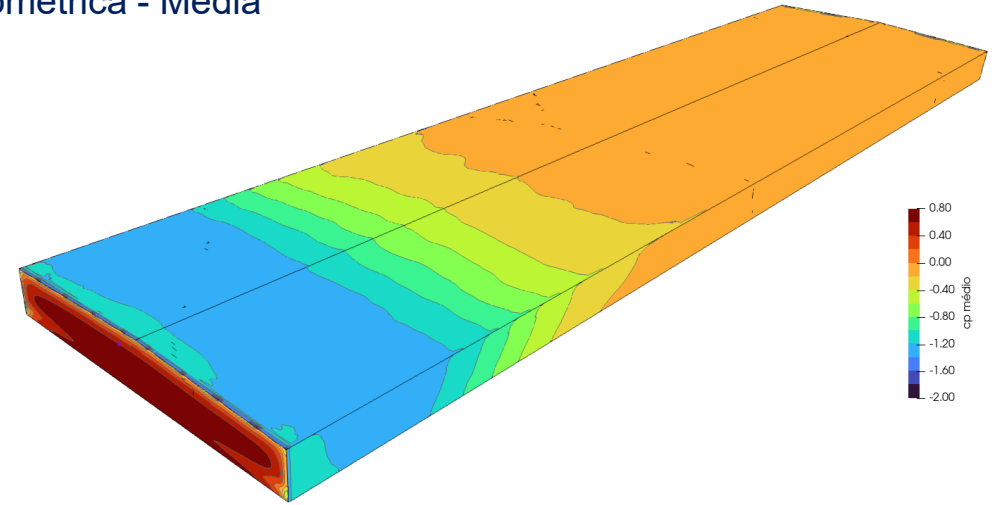
### 13. ITENS A SEREM CONSIDERADOS

## AÇÃO DO VENTO EM CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO - TALUDES

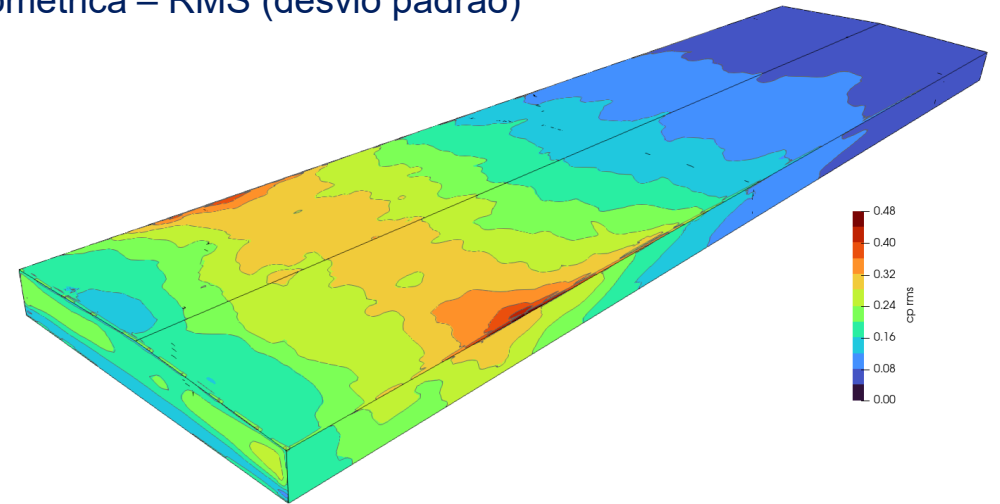


## AÇÃO DO VENTO EM CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO - TALUDES

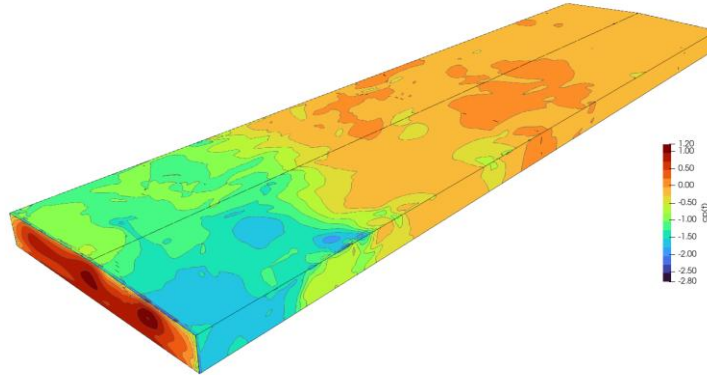
Isométrica - Média



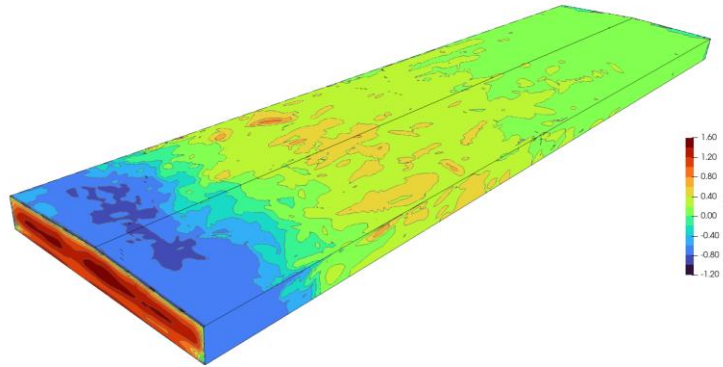
Isométrica - RMS (desvio padrão)



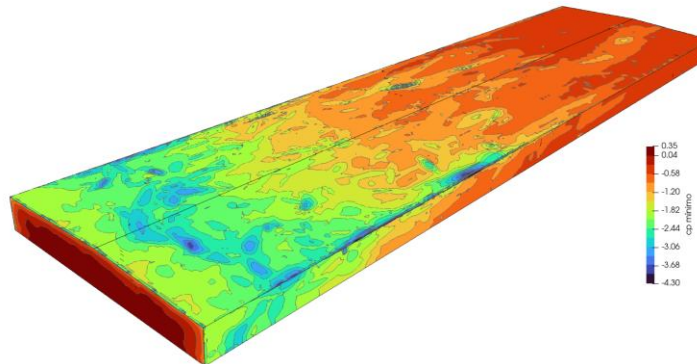
Isométrica - Instantâneo



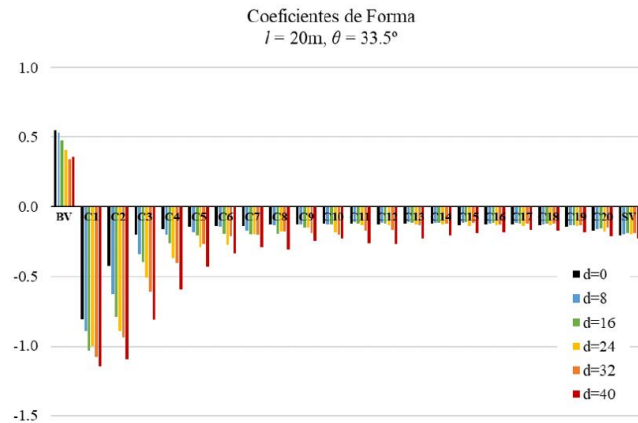
Isométrica - Máximo



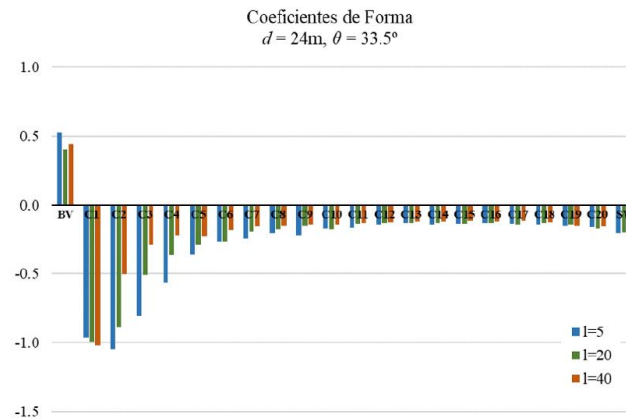
Isométrica - Mínimo



**RESULTADOS CPe – ALTURA DO TALUDE**



**RESULTADOS CPe – AFASTAMENTO DA CRISTA**



**RESULTADOS CPe – INCLINAÇÃO DO TALUDE**

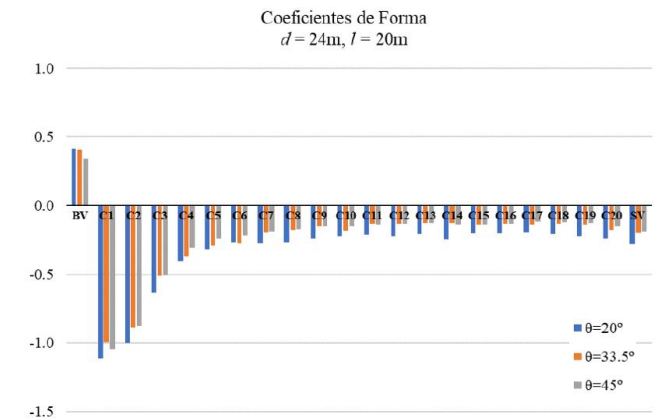


Figura 7: Coeficientes de forma extremos para cada região. Variação com a altura do talude ( $d$ ).

Figura 10: Coeficientes de forma extremos para cada região. Variação com o afastamento da crista ( $l$ ).

Figura 13: Coeficientes de forma extremos para cada região. Variação com a inclinação do talude ( $\theta$ ).

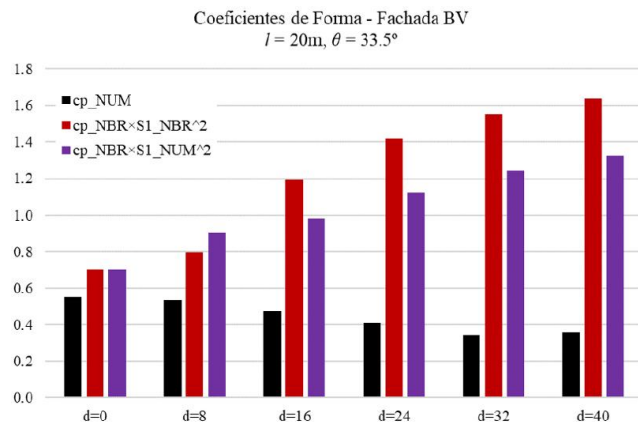


Figura 8: Comparação com aplicações da norma NBR 6123 para a fachada de barlavento. Variação com a altura do talude ( $d$ ).

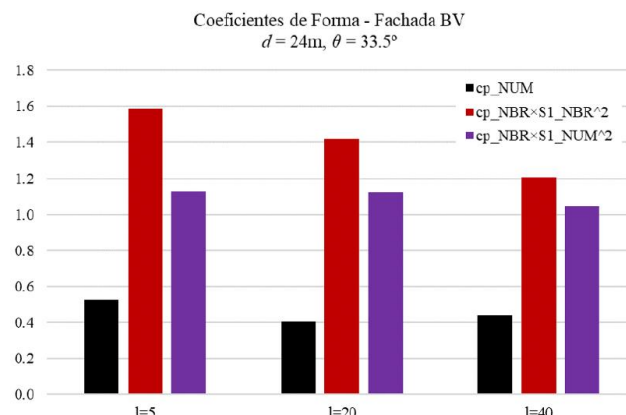


Figura 11: Comparação com aplicações da norma NBR 6123 para a fachada de barlavento. Variação com o afastamento da crista ( $l$ ).

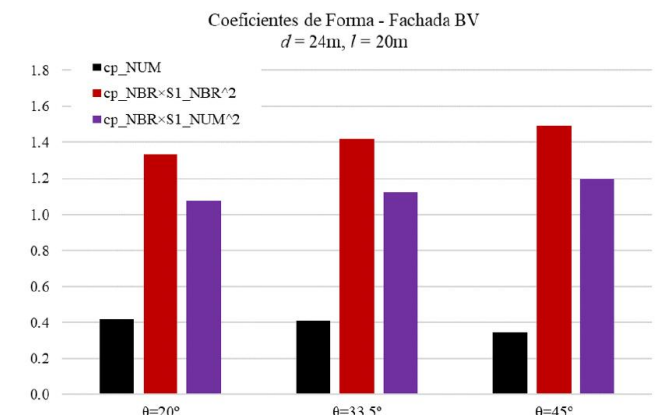
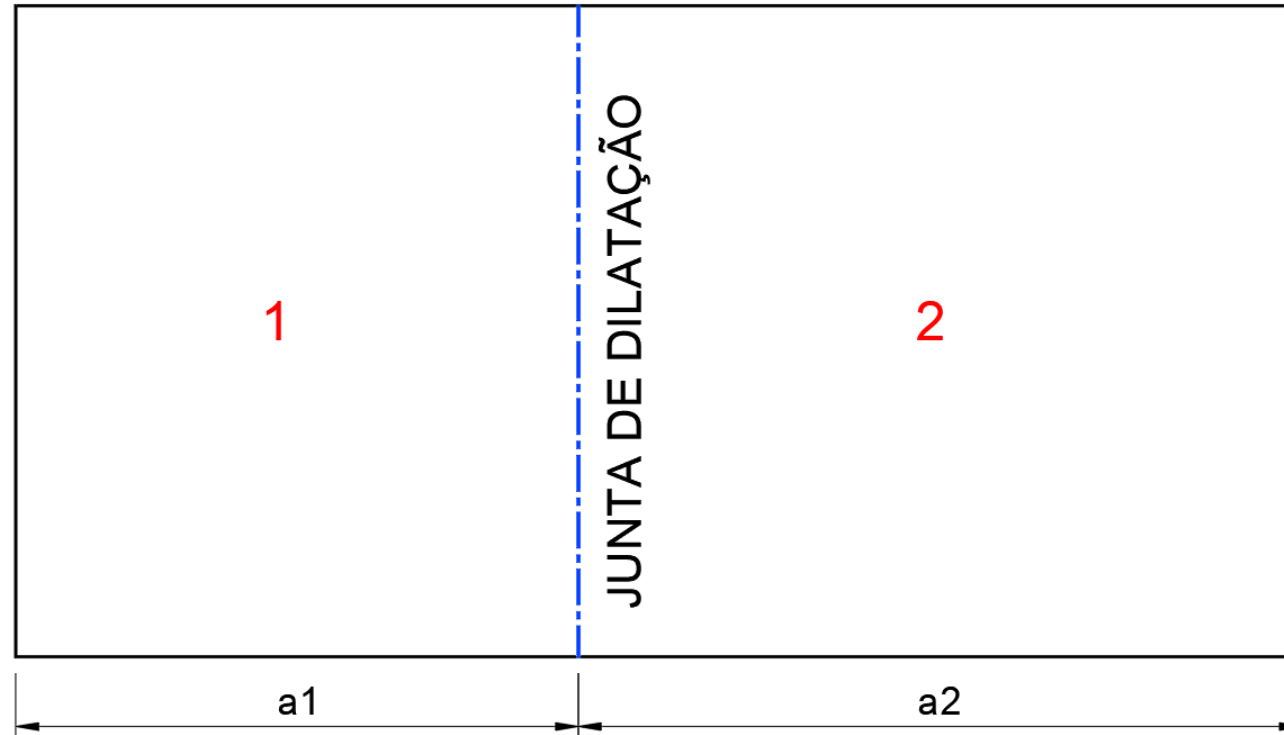
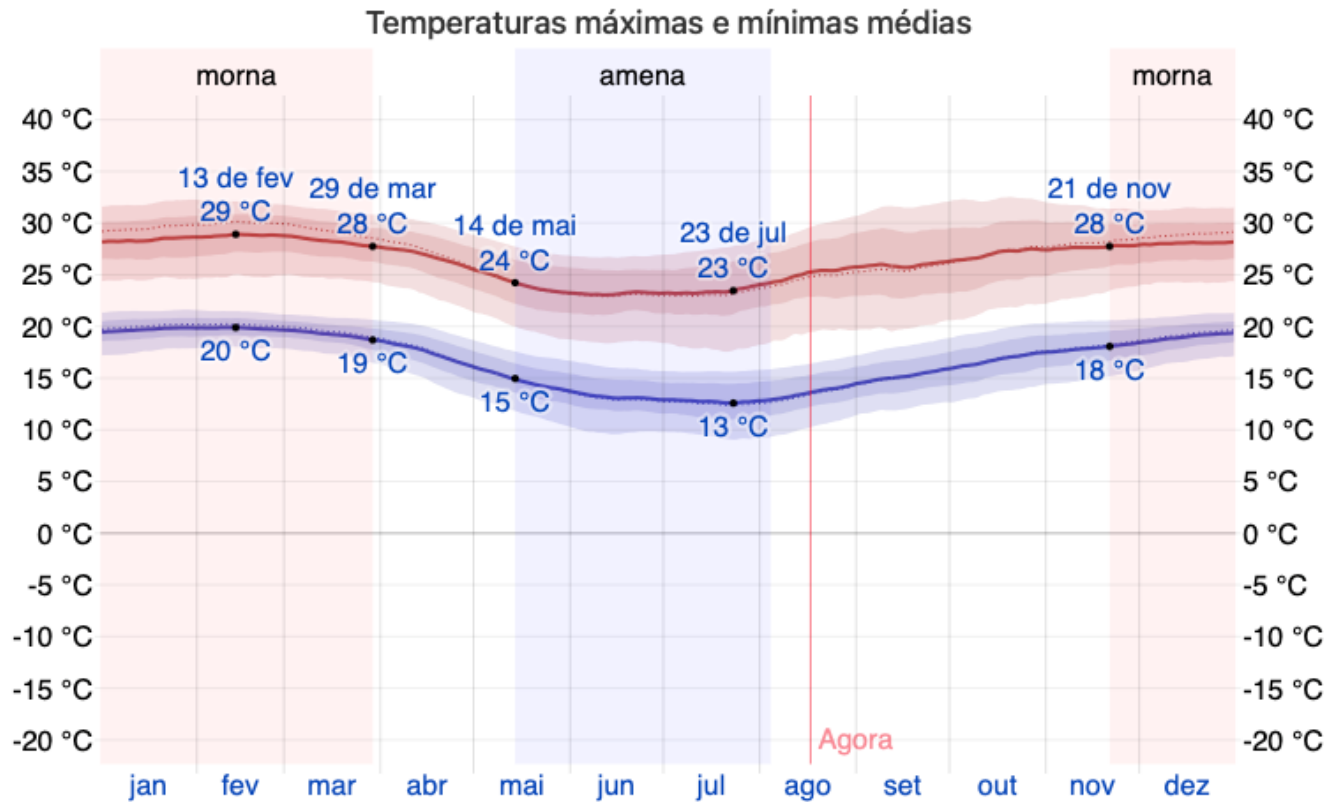


Figura 14: Comparação com aplicações da norma NBR 6123 para a fachada de barlavento. Variação com a inclinação do talude ( $\theta$ ).

#### JUNTAS DE DILATAÇÃO



A posição da junta de dilatação, em obras de grandes dimensões, sempre foi matéria de grande discussão entre os profissionais do meio técnico. Algumas bibliografias falam em uma junta a cada 150m (AISE nº. 13), outras em 230m (Mukanov) para prédios com temperaturas elevadas e sem mudanças bruscas de temperatura, respectivamente, enquanto outros autores indicam dimensões intermediárias, entre os valores acima. Considerando a bibliografia disponível e as boas práticas de projeto, para os galpões logísticos, recomendamos considerar uma junta de dilatação a cada 230 m, recomendamos ainda aceitar que prédios com dimensões superiores a 230m, até o limite de 350m, sem junta de dilatação, desde que sejam considerados os acréscimos de tensões devido a variação térmica.

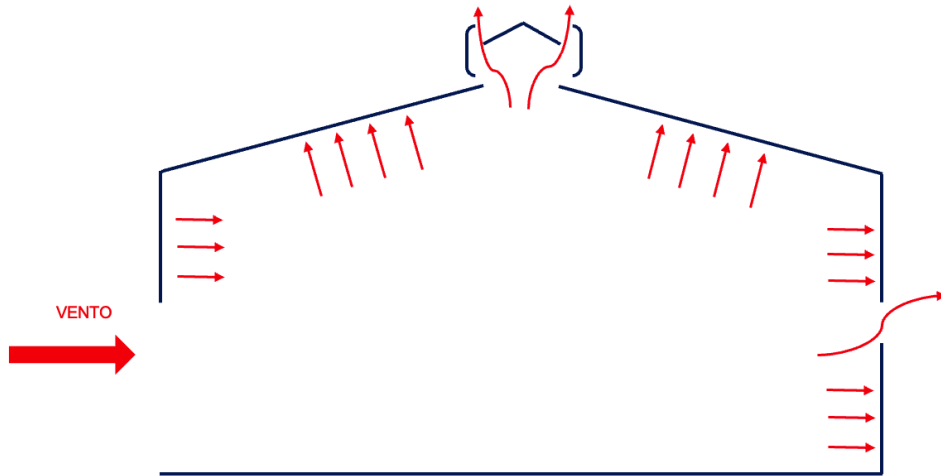


Temperatura máxima (linha vermelha) e mínima (linha azul) médias, com faixas do 25º ao 75º e do 10º ao 90º percentil. As linhas finas pontilhadas são as temperaturas médias percebidas correspondentes.

### CENTROS LOGÍSTICOS FRIGORIFICADOS

Temos que considerar a variação térmica até a temperatura de serviço das câmaras frias, muitas vezes até -30° C

- $TM_{max}$  = TEMPERATURA MÉDIA MÁXIMA
- $TM_{min}$  = TEMPERATURA MÉDIA MÍNIMA
- $\Delta T$  = VARIAÇÃO DE TEMPERATURA (conforme NBR 8800:2024, item 4.8.3)
- $\Delta T = 0,6 (TM_{max} - TM_{min})$  em °C, com um valor mínimo de 10 °C



**6.3.2 Coeficientes de pressão interna – Método simplificado**

**6.3.2.1 Edificações com aberturas nas paredes e cobertura impermeável**

Devem ser adotados os seguintes valores para o coeficiente de pressão interna  $c_{pi}$ .

- a) Duas faces opostas igualmente permeáveis; as outras faces impermeáveis:
  - vento perpendicular a uma face permeável:  $c_{pi} = +0,2$
  - vento perpendicular a uma face impermeável:  $c_{pi} = -0,3$
- b) Quatro faces igualmente permeáveis:  $c_{pi} = -0,3$  ou 0 (considerar o valor mais nocivo).
- c) Abertura dominante em uma face; as outras faces de igual permeabilidade:
  - abertura dominante na face de barlavento.

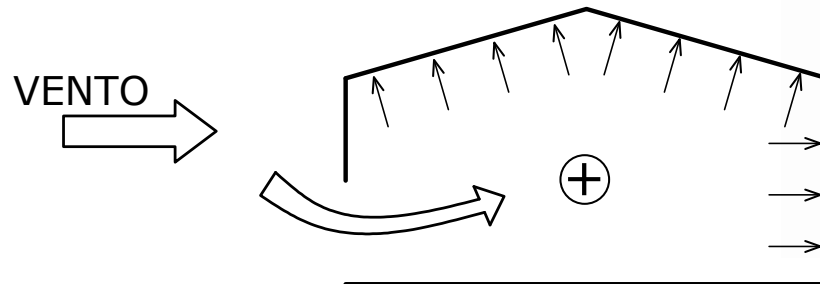
O valor de  $c_{pi}$  depende da proporção entre a área de todas as aberturas na face de barlavento e a área total das aberturas em todas as faces (paredes e cobertura, nas condições de 6.3.1) submetidas a sucções externas:

1	$c_{pi} = +0,1$
1,5	$c_{pi} = +0,3$
2	$c_{pi} = +0,5$
3	$c_{pi} = +0,6$
6 ou mais	$c_{pi} = +0,8$

- abertura dominante na face de sotavento.

Adotar o valor do coeficiente de forma externo,  $C_e$ , correspondente a esta face (ver a Tabela 4).

- abertura dominante em uma face paralela ao vento.



#### ANEXO D - Determinação do coeficiente de pressão interna

A vazão de ar por uma pequena abertura de área A é dada por:

$$Q = K A \rho V \quad (D.1)$$

Onde:

K = coeficiente de vazão

V = velocidade do ar na abertura:

$$V = \sqrt{2|\varphi P_e - \varphi P_i|/\rho} \quad (D.2)$$

$\rho$  = massa específica do ar, considerada constante (isto é, o ar é considerado incompressível)

Para um número n de aberturas, uma vez estabelecido o equilíbrio, a massa de ar que entra na edificação será igual à que sai. Isto é:

$$Q = 0$$

Conforme (D.1) e (D.2):

$$\sum_1^n K A \rho \sqrt{2|\varphi P_e - \varphi P_i|/\rho} = 0 \quad (D.3)$$

Com boa aproximação, K pode ser considerado constante. Lembrando que:

$$\varphi P_e = c_{pe} q \quad \text{e} \quad \varphi P_i = c_{pi} q$$

a (D.3) fica:

$$\sum_1^n \pm A \sqrt{|C_{pe} - C_{pi}|} = 0 \quad (D.4)$$

A experiência mostra que a expressão anterior pode ser aplicada a aberturas maiores (janelas, portas, portões, ventilações, permeabilidade disseminada, etc.), desde que sejam considerados coeficientes de pressão médios nas periferias das aberturas. Estes coeficientes médios, que serão designados por  $C_e^*$  e  $C_i^*$ , tanto podem ser coeficientes de forma ( $C_e$  e  $C_i$ ) como médias dos coeficientes de pressão, fornecidos nesta Norma ou obtidos em outras fontes.

Com esta generalização a (D.4), fica:

$$\sum_1^n \pm A \sqrt{|C_e^* - C_i^*|} = 0 \quad (D.5)$$

A raiz é considerada positiva para todos os termos que correspondam a aberturas com entrada de ar ( $C_e^* > C_i^*$ ) e negativa para aberturas com saída de ar ( $C_e^* < C_i^*$ ). Isto é, a raiz terá o mesmo sinal de  $C_e^* - C_i^*$ . O cálculo pode ser feito com aproximações sucessivas, arbitrando-se valores de  $C_i^*$ .

Exemplos:

1º) Determinação de  $c_{pi}$  em um andar intermediário de um edifício de dimensões a x b x h = 40 x 15 x 60 m. As permeabilidades e coeficientes médios externos ( $C_e$ , Tabela 4) estão dados na Figura 19.

## CENTROS LOGÍSTICOS

Usualmente possuem coeficientes de pressão interna mais negativos

#### 6.1.5 Coeficientes de força de atrito

Em certas edificações, deve ser considerada uma força de atrito (força na direção e sentido do vento, originada por rugosidades e nervuras), além das calculadas conforme 6.1.1 e 6.3.

Para edificações correntes de planta retangular, esta força de atrito deve ser considerada somente quando a relação  $l_2 / h$  ou  $l_2 / l_1$  for maior do que 4. Para estas edificações, a força de atrito  $F_t$  é dada por:

$$F_t = C_t q l_1 (l_2 - 4h) + C_t q 2h (l_2 - 4h), \text{ se } h \leq l_1,$$

e por

$$F_t = C_t q l_1 (l_2 - 4l_1) + C_t q 2h (l_2 - 4l_1), \text{ se } h \geq l_1$$

Em cada equação, o primeiro termo do segundo membro corresponde à força de atrito no telhado e o segundo termo à força de atrito nas paredes.

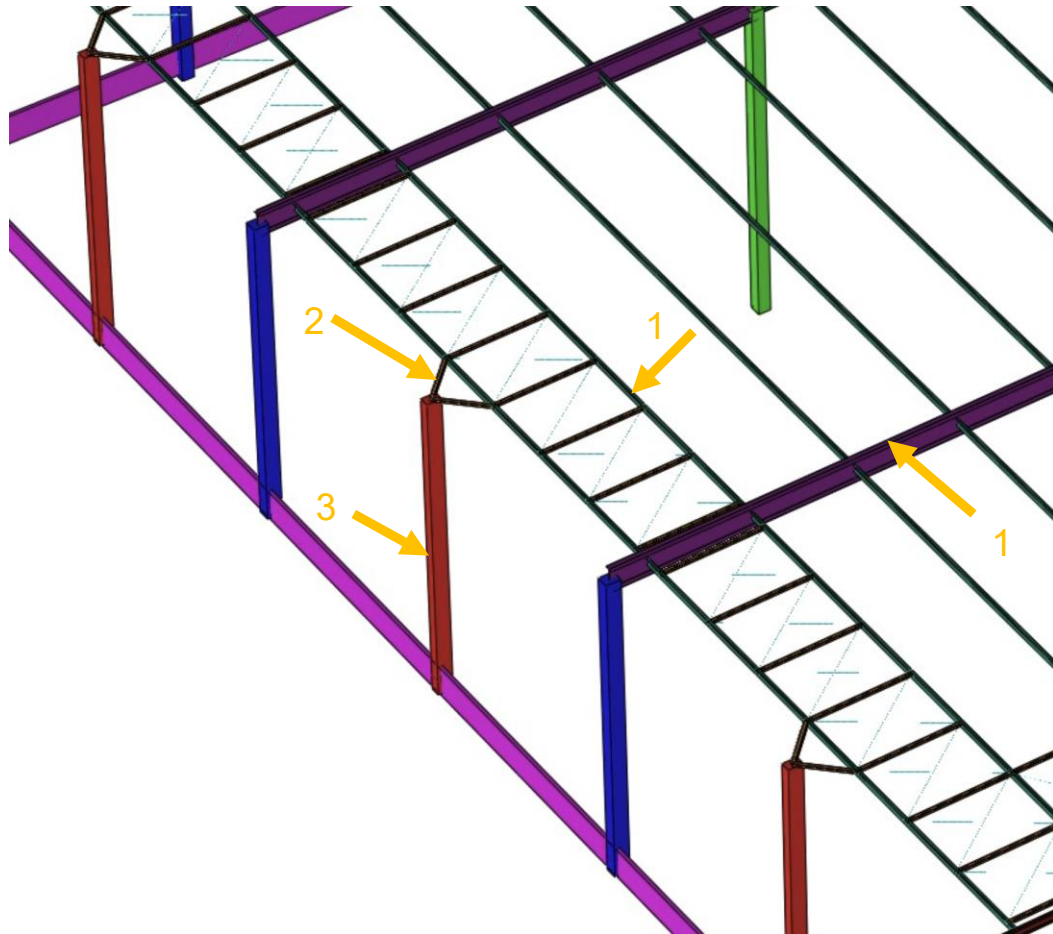
Os termos são dados separadamente para permitir o uso de diferentes valores de  $C_t$  e  $q$  nas diversas superfícies.

Os valores de  $C_t$ , são os seguintes:

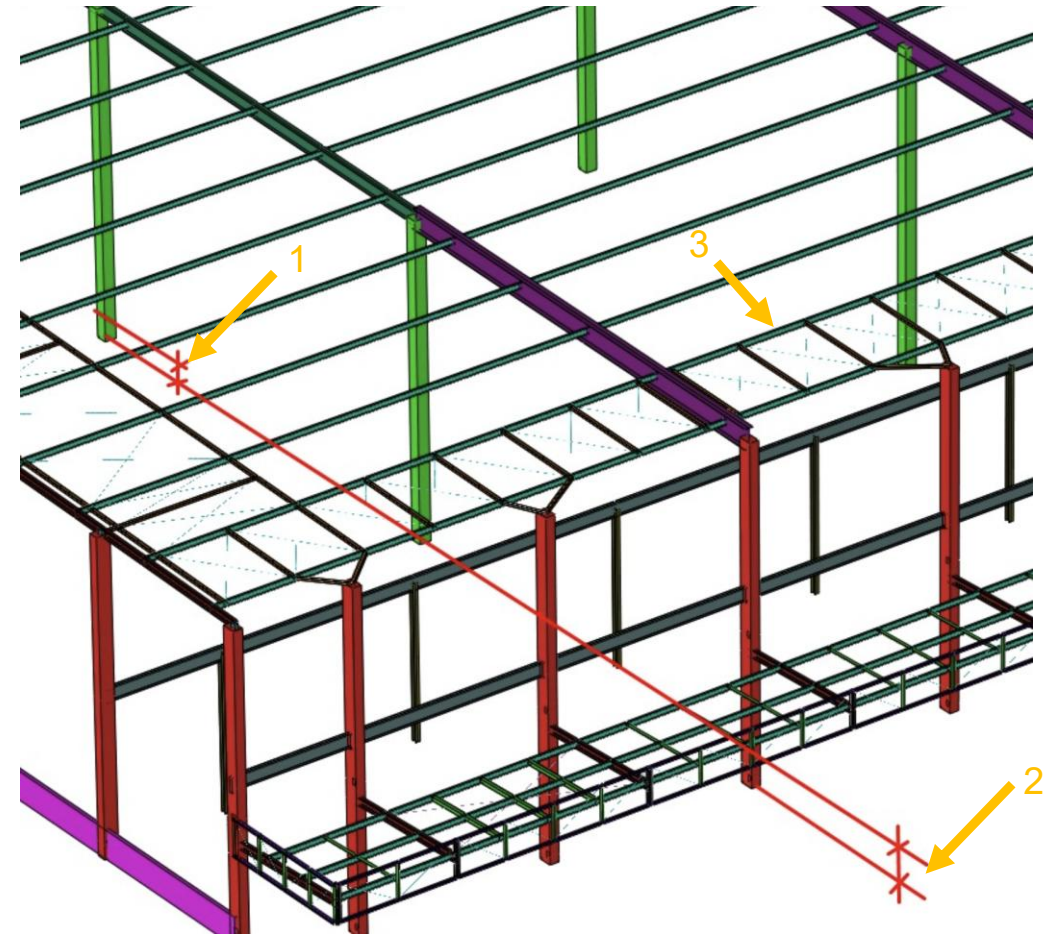
- $C_t = 0,01$  para superfícies sem nervuras transversais à direção do vento;
- $C_t = 0,02$  para superfícies com nervuras arredondadas (ondulações) transversais à direção do vento;
- $C_t = 0,04$  para superfícies com nervuras retangulares transversais à direção do vento.

Para coberturas isoladas, a força de atrito é determinada de acordo com 7.2.

**ATRITO NA COBERTURA E PAREDES**  
**Pode aumentar os esforços horizontais,**  
**gerando maiores flexões, da ordem de**  
**até 20%**



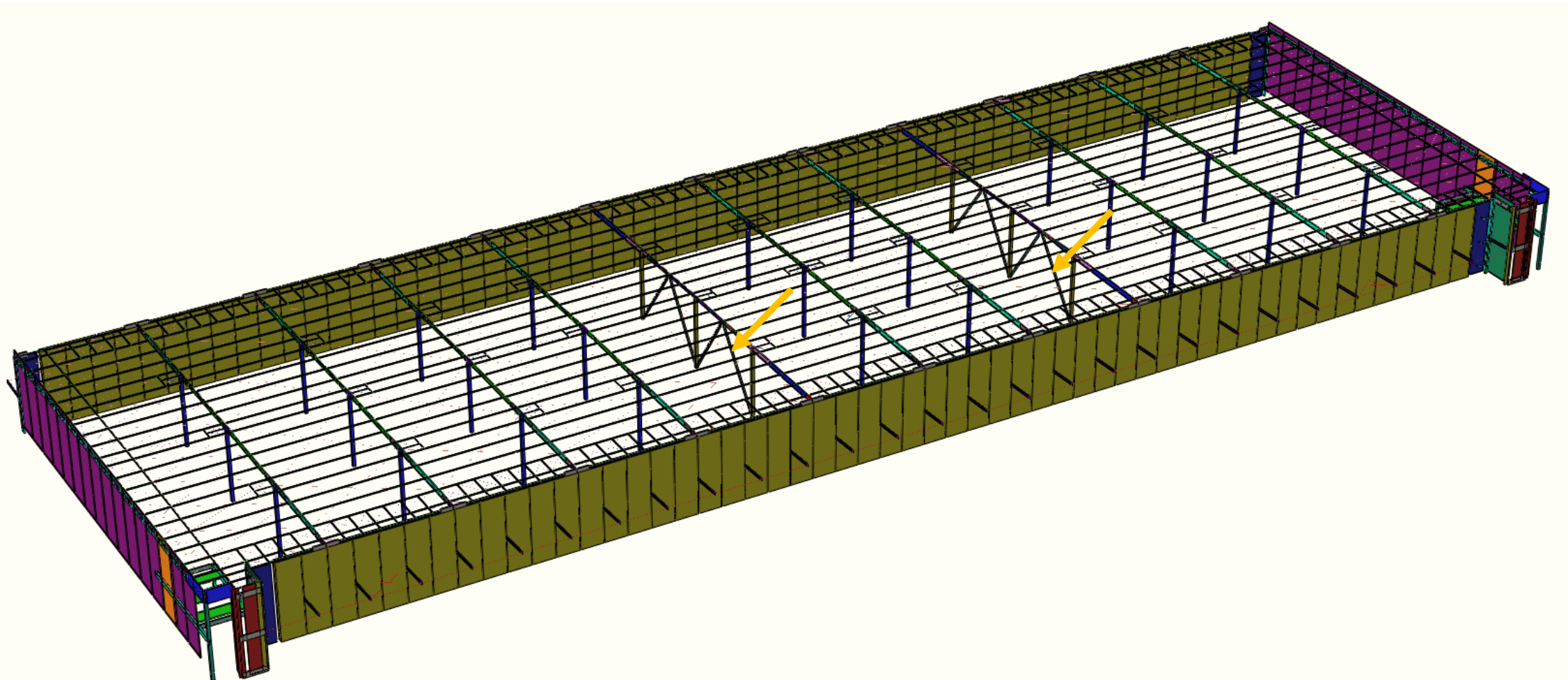
1. CORRETA RÍGIDEZ DA ESTRUTURA METÁLICA DE COBERTURA
2. TRAVAMENTO DOS PILARES INTERMEDIÁRIOS
3. CORRETA RÍGIDEZ DA ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO



1. MODELAGEM CORRETA DO TOPO DE BLOCOS – PILARES INTERNOS
2. MODELAGEM CORRETA DO TOPO DE BLOCOS – PILARES DE PERÍMETRO, DOCAS
3. CONTRAVENTAMENTOS MUITO FLEXÍVEIS AUMENTAM O CUSTO DAS FUNDAÇÕES E PILARES

### 13. ITENS A SEREM CONSIDERADOS

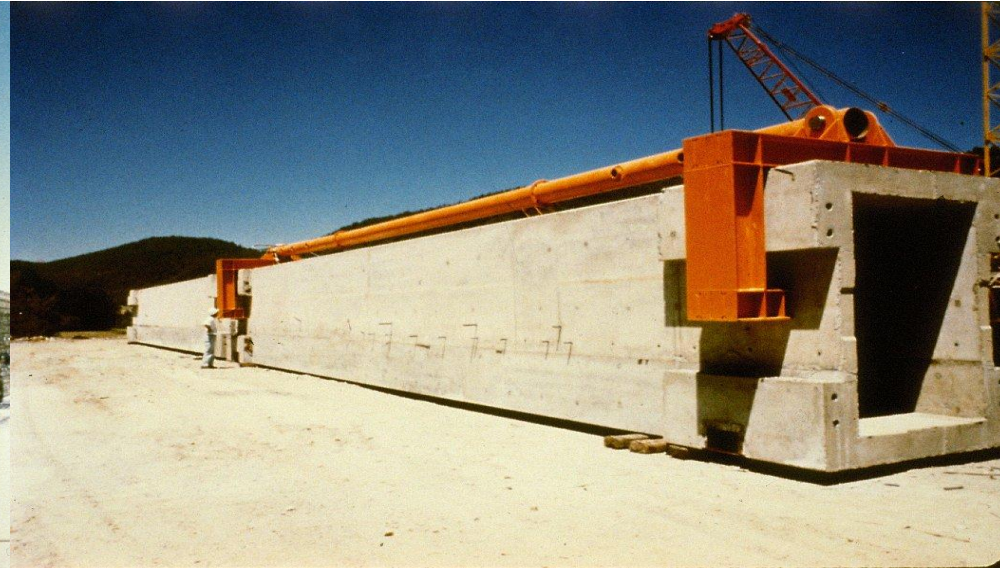
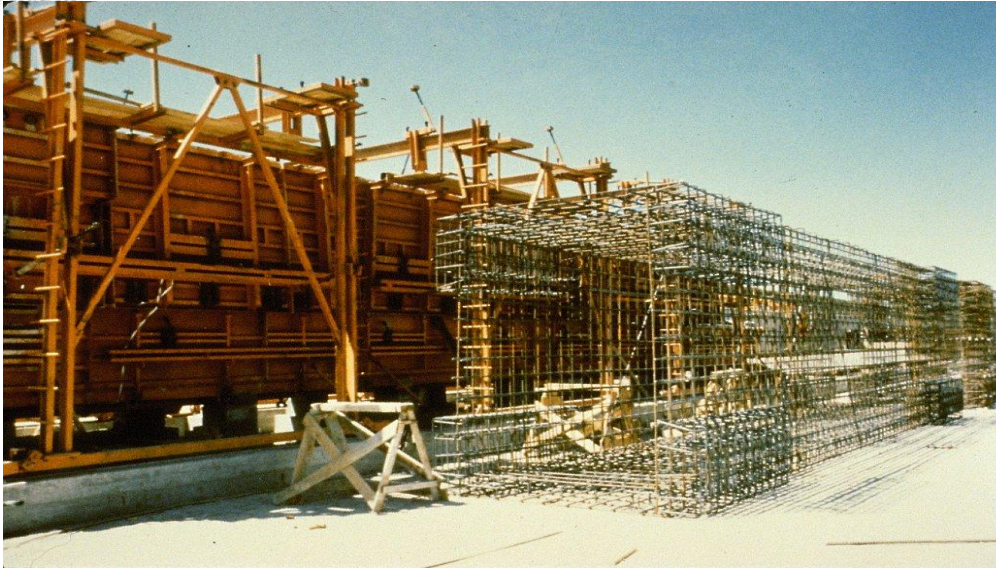
#### MODELO ESTRUTURAL – CONTRAVENTAMENTOS VERTICAIS



CONTRAVENTAMENTOS VERTICAIS, MUITO UTILIZADOS NOS EUA, PODEM PROPORCIONAR GRANDE ECONOMIA EM PILARES E FUNDAÇÕES, POIS ELIMINAM AS FLEXÕES DOS DEMAIS PILARES.

## 14. CURIOSIDADES







## 14. CURIOSIDADES



## 14. CURIOSIDADES





# OBRIGADO!

Vendramini Engenharia Estrutural

[www.vendramini.eng.br](http://www.vendramini.eng.br)