MEMORIAL DE CÁLCULO

QUADRA,

GUARULHOS - SP

R00 - Emissão Inicial

06 de outubro de 2025

7_CONCURSO_CBCA_PARA_ESTUDANTES_DE_ENGENHARIA_2025

Sumário

1. CONSIDERAÇÕES PREMILINARES 5
2. ESPECIFICAÇÕES 5
3. CRITÉRIOS PARA VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL 6
4. COMBINAÇÕES 7
   4.1. Combinações Últimas 7
   4.2. Combinações de Serviço (Estrutura) 7
   4.3. Combinações de Serviço (Terças) 7
5. CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA 8
6. Descrição da Estrutura — Elementos Principais e Secundários 9
7. MODELO 3D UNIFILAR 10
   7.1. GEOMETRIA 10
   10
8. Ações do Vento (NBR 6123/1988) 11
   8.1. Determinação do V0 → Velocidade Básica 11
   8.2. Determinação do S1 → Fator topográfico 12
   8.3. Determinação do S2 → Fator que relaciona rugosidade, dimensões da edificação e altura sobre o terreno 13

8.4. Determinação do S3 → Fator estatístico 14

8.5. Determinação da pressão dinâmica do vento (qk) 15

8.6. Resultados dos coeficientes de pressão externa (CPE) nas paredes 16

8.7. Resultados dos coeficientes de pressão externa (CPE) nas coberturas 17

8.8. Resultados dos coeficientes de pressão interna (CPI) 18

9. CARGAS NA ESTRUTURA 19

9.1. Cargas gravitacionais na estrutura – P.P. 19

9.2. Ação permanente – A.P. 20

9.3. Sobrecarga na cobertura – S.C. (NBR 8800/2008) 24

9.4. Ações do Vento (NBR 6123/1988) 25

10. VERIFICAÇÃO DA ESTRUTURA 31

10.1. Estado limite último: Todos os perfis com coeficiente menor que 100%, estão atendendo os limites de cálculo estabelecidos pelas normas. 31

10.1.1. Estrutura Geral: 31

10.1.2. Pórtico Típico: 33

10.1.3. Treliças e vigas de travamento: 34

10.1.4. Terça de Cobertura 35

10.1.5. **Estado limite de serviço:** cada elemento foi verificado quanto aos deslocamentos admissíveis previstos em norma seguindo Tabela C.1 do anexo C da norma NBR8800/2008. 36

10.1.6. Estrutura Geral: 37

10.1.7. Terça de Cobertura 41

11. LIGAÇÕES 42

11.1. BASE DOS PILARETES 42

11.2. EMENDAS DE TRELIÇAS 45

11.3. LIGAÇÃO DAS TERÇAS 48

12. Manutenção da Estrutura Metálica 51

13. Comportamento em Caso de Incêndio 51

14. Viabilidade Construtiva e Econômica 51

15. Vantagens do Uso do Aço Estrutural 51

16. Vantagens da Construção Industrializada 52

17. Visão Social 52

18. Consumo Total e Estimativa de Preços. 53

19. CONSIDERAÇÕES FINAIS 55

1. CONSIDERAÇÕES PREMILINARES

Este relatório apresenta uma análise crítica detalhada do projeto submetido ao 7º Concurso CBCA para Estudantes de Engenharia 2025, confrontando-o com as diretrizes técnicas e administrativas do edital, e avaliando também aspectos de aplicabilidade, custo-benefício, conformidade normativa, impacto científico, social e ambiental.

Os documentos analisados incluem o memorial de cálculo, as pranchas 01 a 05, e o edital oficial do concurso, que estabelece o tema “Treliças Planas de Aço para Coberturas”

Para o desenvolvimento deste memorial de cálculo, foram tomados como base elementos técnicos objetivos, racionais e lógicos, fundamentados em princípios físicos e matemáticos e em aplicações de engenharia, como auxílio à verificação das condições de resistência, rigidez e estabilidade das estruturas citadas, enquadrados dentro das normas vigentes, citadas no item 2, que segue.

2. ESPECIFICAÇÕES

Para o desenvolvimento dos projetos estruturais metálicas foram utilizadas as seguintes normas técnicas:

- **ABNT NBR 8800/2008** – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios;
- **ABNT NBR 14762/2010** – Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio;
- **ABNT NBR 6123/1988** – Forças devidas ao vento em edificações;
- **ABNT NBR 6120/2019** – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações;
- **ABNT NBR 14323/1999** - Dimensionamento de estruturas de aço de edifícios em situação de incêndio – Procedimento;

- **NBR 8681/1984** – Ações e segurança nas estruturas;
- **AISC-ASD/2016** – American Institute of Steel Construction-Allowable Stress Design;
- **AISC-LRFD/2016** – American Institute of Steel Construction-Load and Resistance Factor Design; e
- **ASTM/1980** – American Society for Testing Materials (especificações de parafusos).

3. CRITÉRIOS PARA VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL

Para a verificação da resistência, rigidez, estabilidade e dimensionamento da estrutura, foi utilizado o software STRAP 2017.

ESPECIFICAÇÃO DO AÇO

- Aço estrutural A36 fy=245 Mpa para perfis laminados e formados a frio; NBR 8800
- Aço estrutural AR350 fy=345 Mpa para chapas; NBR 8800
- Aço estrutural ASTM A325 fy=635 Mpa fu=825 Mpa para parafusos; NBR 8800
- Eletrodos AWS E7018 fy=485 Mpa fu= 590 Mpa para soldas; AWS A5.1

4. COMBINAÇÕES

4.1. Combinações Últimas

- 1,25 x P.P. + 1,35 x A.P. + 1,5 x S.C. +1,2 x S.C.
- 1,25 x P.P. + 1,35 x A.P. + 1,5 x S.C. +1,2 x S.C. + 0,84 x VENTO
- 1,25 x P.P. + 1,35 x A.P. + 1,25 x S.C. +1,2 x S.C .+ 1,4 x VENTO
- 1,0 x P.P. + 1,0 x A.P. + 1,4 x VENTO

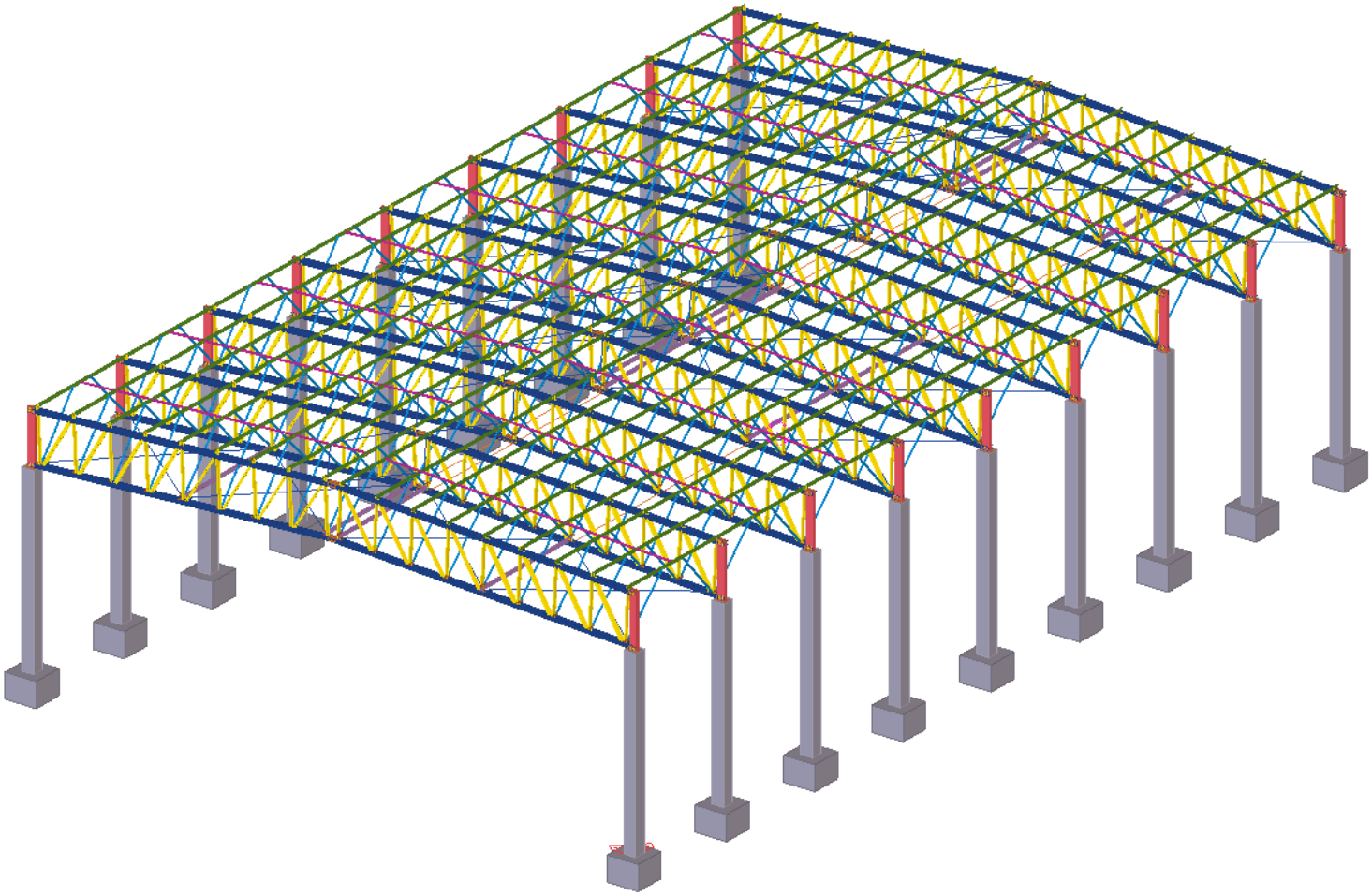
4.2. Combinações de Serviço (Estrutura)

- 1,0 x P.P. + 1,0 x A.P. + 0,7 x S.C.
- 1,0 x P.P. + 1,0 x A.P. + 0,6 x S.C. +0,6 x S.C. + 0,3 x VENTO
- 1,0 x P.P. + 1,0 x A.P. + 0,3 x VENTO

4.3. Combinações de Serviço (Terças)

- 1,0 x P.P. + 1,0 x A.P. + 1,0 x S.C.
- 1,0 x P.P. + 1,0 x A.P. + 1,0 x VENTO

5. CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA



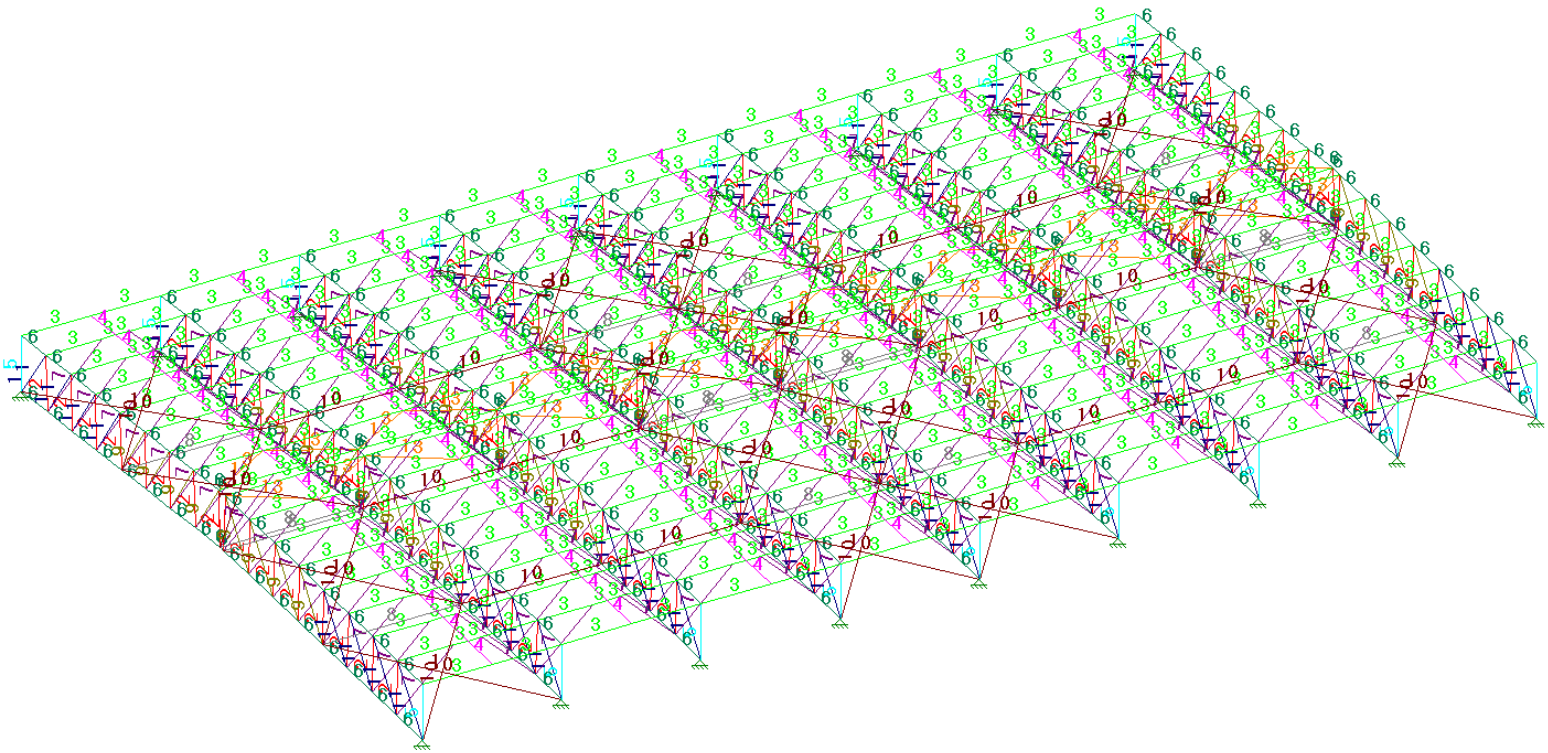
Vista do modelo projetado

6. Descrição da Estrutura — Elementos Principais e Secundários

A estrutura é composta por treliças metálicas planas, pilaretes e terças. Os elementos principais são as treliças que vencem os vãos principais, vigas de travamento e os pilaretes metálicos de apoio. Os elementos secundários incluem as terças de cobertura, contraventamentos e mãos-francesas, responsáveis pela estabilidade e distribuição das cargas para os elementos principais.

7. MODELO 3D UNIFILAR

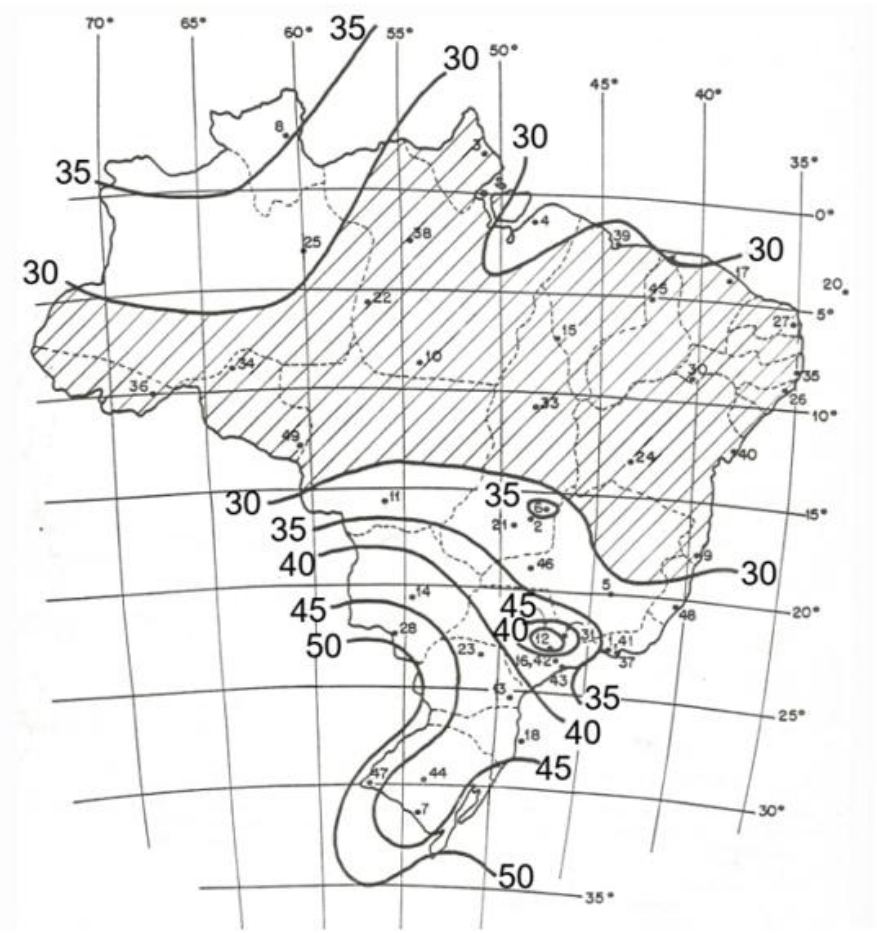
7.1. GEOMETRIA



No.	Descrição
2	Ue#150x50x17#2.00
3	Ue#125x50x17#2.00
4	Ue#75x40x15#2.00
5	[]300x150x12.5
6	][Ue125x50x17#2.00
7	Ue#75x40x15#2.00
8	][U#125x50#2.00
9	Ue#150x50x17#2.00
10	D16
11	][Ue150x50x17#2.00
13	D9.5

8. Ações do Vento (NBR 6123/1988)

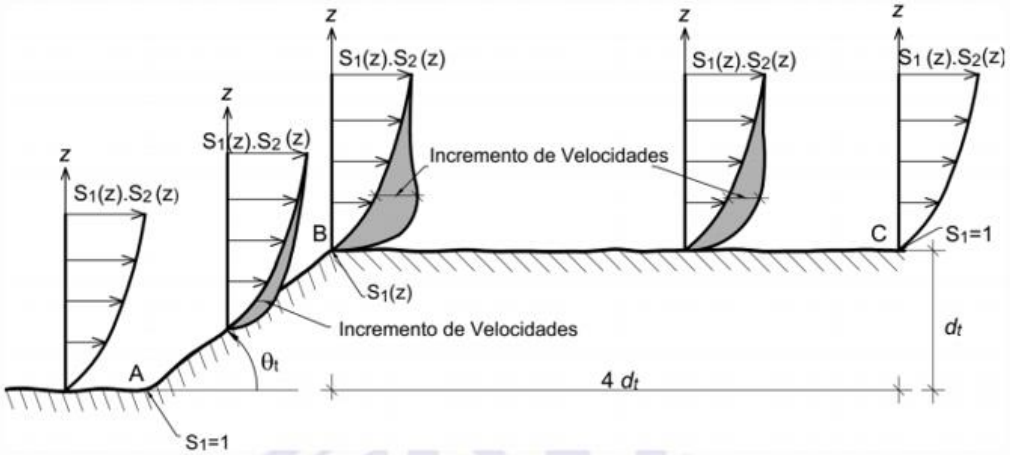
8.1. Determinação do V0 → Velocidade Básica



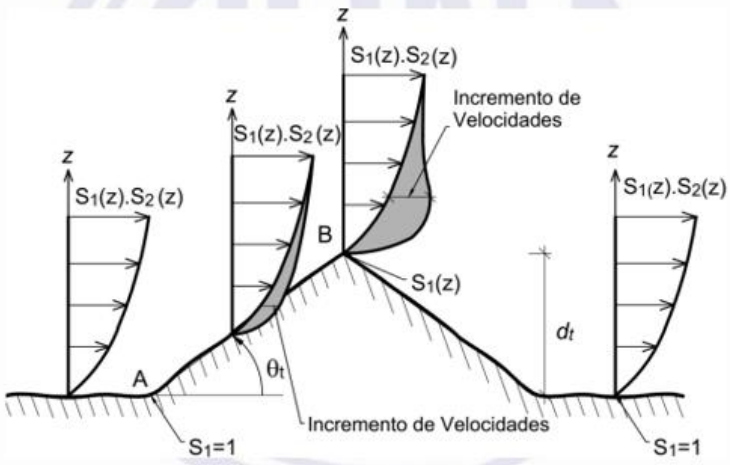
Velocidade Básica	
Vo (m/s) =	38

8.2. Determinação do S1 → Fator topográfico

S1						
Terreno plano ou fracamente acidentado						1,0
Talude e morros						1,38
θ (°) =	20	z (m) =	10	d (m) =	10	
Vales profundos, protegidos de vento de qualquer direção						0,9
					S1 escolhido	1,00



a) Talude



b) Morro

8.3. Determinação do S2 → Fator que relaciona rugosidade, dimensões da edificação e altura sobre o terreno

CATEGORIA	DESCRIÇÃO
I	Superfícies lisas de grandes dimensões, com mais de 5 km de extensão, medida na direção e sentido do vento incidente; **Exemplos:** mar calmo (ver 5.3.1, Nota 2), lagos, rios e pântanos sem vegetação NOTA 2 :Para mar agitado o valor do expoente p para uma hora pode chegar a 0,15, em ventos violentos. Em geral p ≅0,12
II	Terrenos abertos em nível ou aproximadamento em nível, com poucos obstáculos isolados, tais como árvores e edificações baixas. **Exemplos:** zonas costeiras planas; pântanos com vegetação rala; campos de aviação; pradarias e charnecas; fazendas sem sebes ou muros. A cota média do topo dos obstáculos é considerada inferior ou igual a **1,0 m.**
III	Terrenos planos ou ondulados com obstáculos, tais como sebes e muros, poucos quebra-ventos de árvores, edificações baixas e esparsas. **Exemplos:** granjas e casas de campo, com exceção das partes com matos; fazendas com sebes e/ou muros; subúrbios a considerável distância do centro, com casas baixas e esparsas. A cota média do topo dos obstáculos é considerada igual a **3,0 m.**
IV	Terrenos cobertos por obstáculos numerosos e pouco espaçados, em zona florestal, industrial ou urbanizada. **Exemplos:** zonas de parques e bosques com muitas árvores; cidades pequenas e seus arredores; subúrbios densamente construídos de grandes cidades; áreas industriais plena ou parcialmente desenvolvidas. A cota média do topo dos obstáculos é considerada igual a **10 m**. Esta categoria também inclui zonas com obstáculos maiores e que ainda não possam ser consideradas na categoria V.
V	Terrenos cobertos por obstáculos numerosos, grandes, altos e pouco espaçados. **Exemplos:** florestas com árvores altas, de copas isoladas; centros de grandes cidades; complexos industriais bem desenvolvidos. A cota média do topo dos obstáculos é considerada igual ou **superior a 25 m**.
III	Categoria escolhida

CLASSE	DESCRIÇÃO
A	Classe A: toda edifcação, estrutura, parte de edifcação ou de estrutura, unidades e sistemas de vedação e seus elementos de fxação, cuja maior dimensão vertical ou horizontal não exceda 20 m;
B	Classe B: toda edificação, estrutura, ou parte de edificação e estrutura, cuja maior dimensão horizontal ou vertical da superfície frontal seja maior do que 20 m e menor ou igual a 50 m;
C	Classe C: toda edificação, estrutura ou parte de edificação e estrutura, cuja maior dimensão horizontal ou vertical da superfície frontal exceda 50 m.
B	Classe escolhida

8.4. Determinação do S3 → Fator estatístico

GRUPO	DESCRIÇÃO	S3	Tp (anos)
1	Estruturas cuja ruína total ou parcial pode afetar a segurança ou possibilidade de socorro a pessoas após uma tempestade destrutiva (hospitais, quartéis de bombeiros e de forças de segurança, edifícios de centrais de controle, etc.). •Pontes rodoviárias e ferroviárias. •Estruturas que abrigam substâncias infamáveis, tóxicas e/ou explosivas. •Vedações das edifcações do grupo 1 (telhas, vidros, painéis de vedação).	**1,11**	**100,00**
2	Estruturas cuja ruína represente substancial risco à vida humana, particularmente a pessoas em aglomerações, crianças e jovens, incluindo, mas não limitado a: • edifcações com capacidade de aglomeração de mais de 300 pessoas em um mesmo ambiente, como centros de convenções, ginásios, estádios etc. • creches com capacidade maior do que 150 pessoas; • escolas com capacidade maior do que 250 pessoas; Vedações das edifcações do grupo 2 (telhas, vidros, painéis de vedação).	**1,06**	**75,00**
3	Edifcações para residências, hotéis, comércio, indústrias. Estruturas ou elementos estruturais desmontáveis com vistas a reutilização. Vedações das edifcações do grupo 3 (telhas, vidros, painéis de vedação).	**1,00**	**50,00**
4	Edifcações não destinadas à ocupação humana (depósitos, silos) e sem circulação de pessoas no entorno. Vedações das edifcações do grupo 4 (telhas, vidros, painéis de vedação).	**0,95**	**37,00**
5	Edifcações temporárias não reutilizáveis. Estruturas dos Grupos 1 a 4 durante a construção (fator aplicável em um prazo máximo de 2 anos). Vedações das edifcações do grupo 5 (telhas, vidros, painéis de vedação).	**0,83**	**15,00**
2	Grupo escolhido		

8.5. Determinação da pressão dinâmica do vento (qk)

DADOS		
Vo (m/s)		38,00
S1 =		1,00
S2 (m) =	-	-
	5	0,86
	8,12	0,90
	10	0,92
	-	-
	15	0,96
	-	-
	20	0,99
	-	-
	30	1,03
S3 =		1,06

VELOCIDADE CARACTERÍSTICA	
m	V (m/s)=VoxS1xS2xS3
-	-
5	34,50
8,12	36,31
10	37,11
-	-
15	38,72
-	-
20	39,91
-	-
30	41,64

PRESSÃO DINÂMICA	
m	qk (kg/m²) = 0.0613 x Vk²
-	-
5	72,97
8,12	80,80
10	84,40
-	-
15	91,90
-	-
20	97,63
-	-
30	106,30

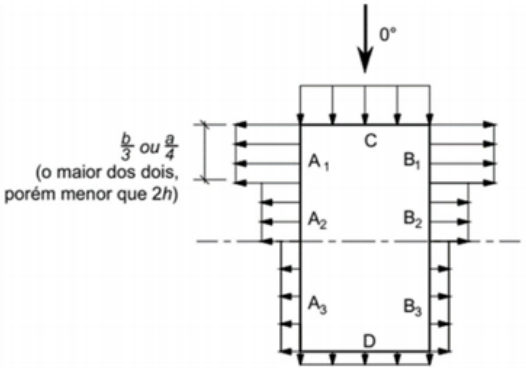
8.6. Resultados dos coeficientes de pressão externa (CPE) nas paredes

COEFICIENTE DE PRESSÃO EXTERNA - PAREDES (0°)

*A real= 34 m
*B real= 34 m
*H real= 5,45 m
*caso precise de medida diferente do cálculo
*Deixar diferente apenas se os valores forem maiores que no quadro de geometria do edificio

b/3 = 11,3 m
a/4 = 8,5 m

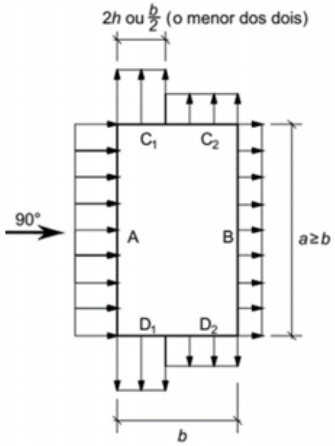
A1= 8,5 m
A2= 11,5 m



COEFICIENTES	
A1	-0,80
A2	-0,48
A3	-0,31
B1	-0,80
B2	-0,48
B3	-0,31
C	0,70
D	-0,38

-	5	8,12	10	-	15	-	20	-	30
-	-59,00	-65,00	-68,00	-	-74,00	-	-79,00	-	-86,00
-	-36,00	-39,00	-41,00	-	-45,00	-	-47,00	-	-52,00
-	-23,00	-26,00	-27,00	-	-29,00	-	-31,00	-	-34,00
-	-59,00	-65,00	-68,00	-	-74,00	-	-79,00	-	-86,00
-	-36,00	-39,00	-41,00	-	-45,00	-	-47,00	-	-52,00
-	-23,00	-26,00	-27,00	-	-29,00	-	-31,00	-	-34,00
-	52,00	57,00	60,00	-	65,00	-	69,00	-	75,00
-	-28,00	-31,00	-33,00	-	-35,00	-	-38,00	-	-41,00

COEFICIENTE DE PRESSÃO EXTERNA - PAREDES (90°)



2h = 15 m
b/2 = 12,5 m

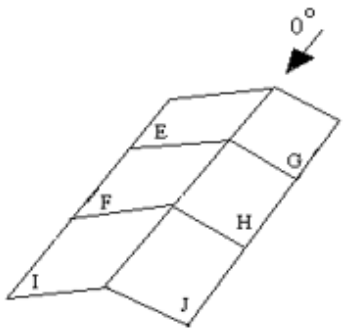
C1= 12,5 m
C2= 12,50 m

COEFICIENTES	
A	0,70
B	-0,42
C1	-0,82
C2	-0,42
D1	-0,82
D2	-0,42

-	5	8,12	10	-	15	-	20	-	30
-	52,00	57,00	60,00	-	65,00	-	69,00	-	75,00
-	-31,00	-34,00	-36,00	-	-39,00	-	-42,00	-	-45,00
-	-60,00	-67,00	-70,00	-	-76,00	-	-81,00	-	-88,00
-	-31,00	-34,00	-36,00	-	-39,00	-	-42,00	-	-45,00
-	-60,00	-67,00	-70,00	-	-76,00	-	-81,00	-	-88,00
-	-31,00	-34,00	-36,00	-	-39,00	-	-42,00	-	-45,00

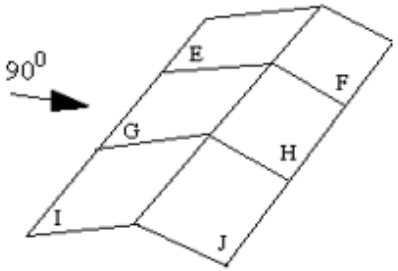
8.7. Resultados dos coeficientes de pressão externa (CPE) nas coberturas

COEFICIENTE DE PRESSÃO EXTERNA - TELHADO (0°)



COEFICIENTES		qd (Kf/m²)
E	-0,80	-65,00
G	-0,80	-65,00
F	-0,40	-33,00
H	-0,40	-33,00
I	-0,23	-19,00
J	-0,23	-19,00

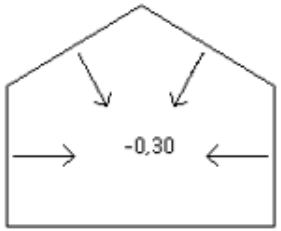
COEFICIENTE DE PRESSÃO EXTERNA - TELHADO (90°)



COEFICIENTES		qd (Kf/m²)
E	-0,86	-70,00
G	-0,86	-70,00
I	-0,86	-70,00
F	-0,40	-33,00
H	-0,40	-33,00
J	-0,40	-33,00

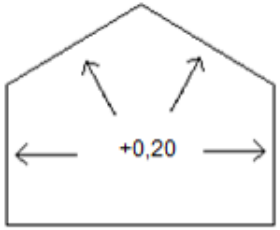
8.8. Resultados dos coeficientes de pressão interna (CPI)

COEFICIENTE DE PRESSÃO INTERNAS - PAREDES



COEFICIENTES		qd (Kf/m²)
A	-0,30	-25,00

COEFICIENTE DE PRESSÃO INTERNAS - PAREDES

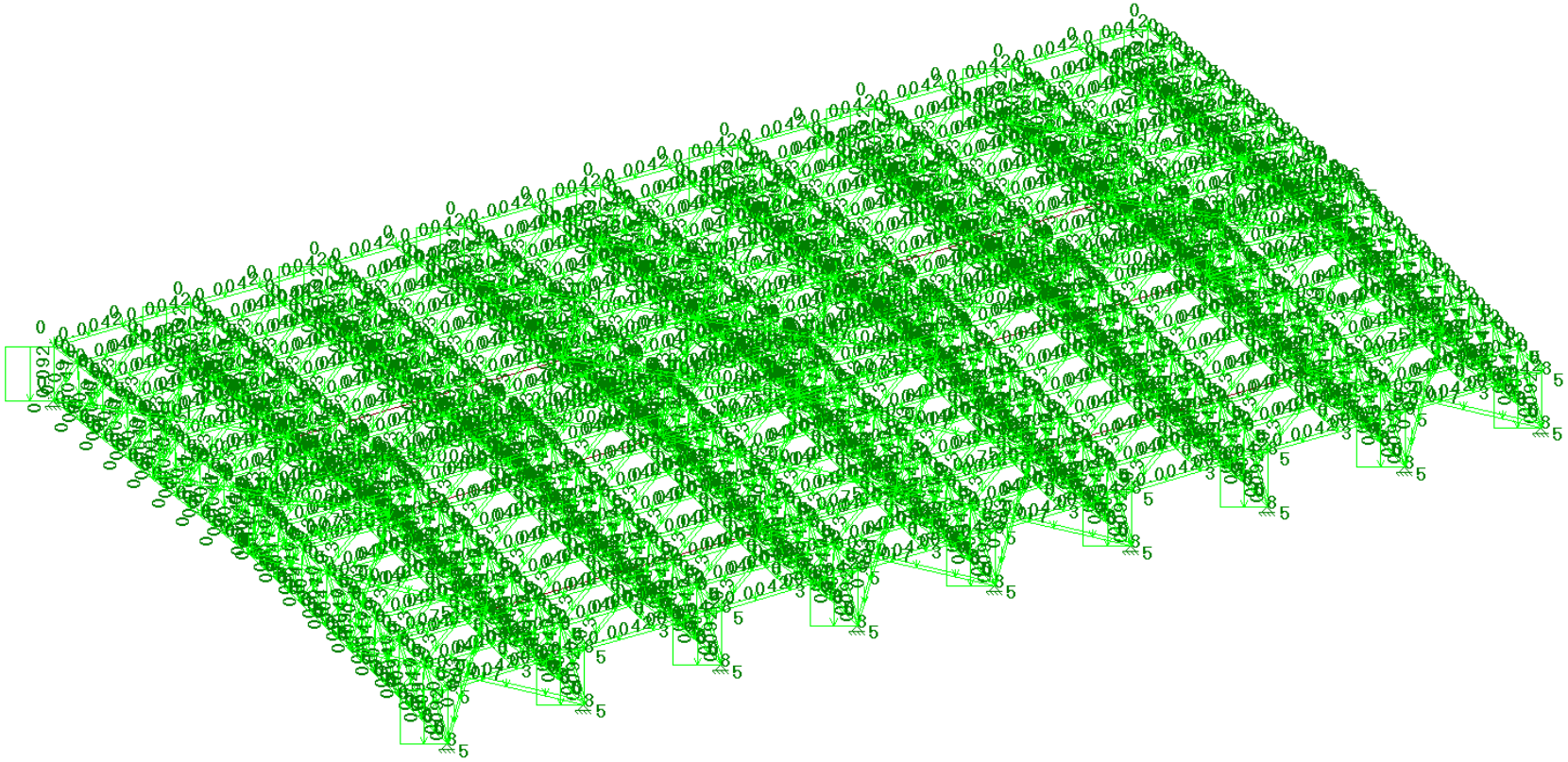


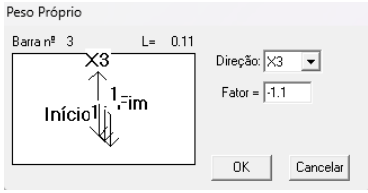
COEFICIENTES		qd (Kf/m²)
A	0,20	17,00

9. CARGAS NA ESTRUTURA

9.1. Cargas gravitacionais na estrutura – P.P.

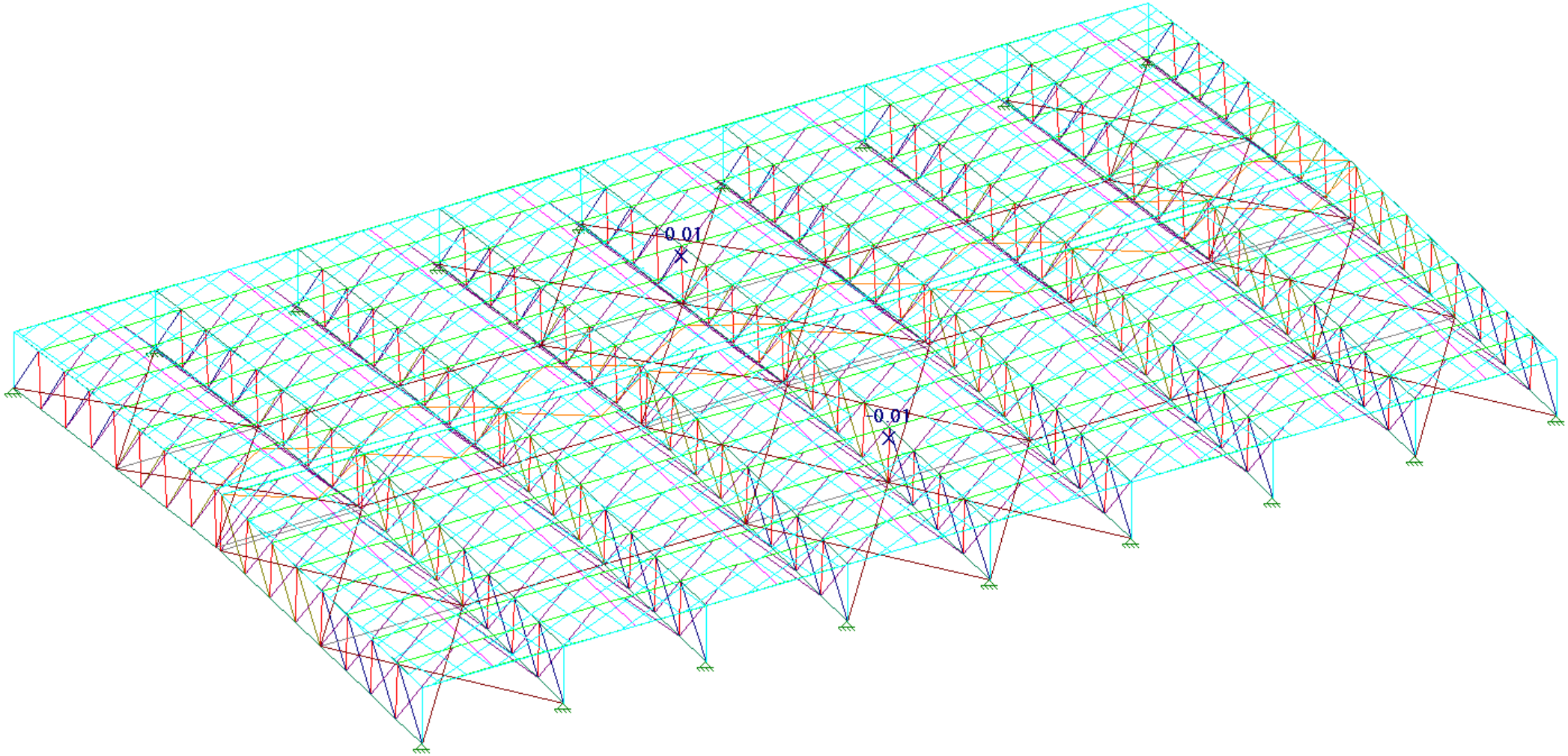
Peso Próprio – calculado automaticamente pelo programa;



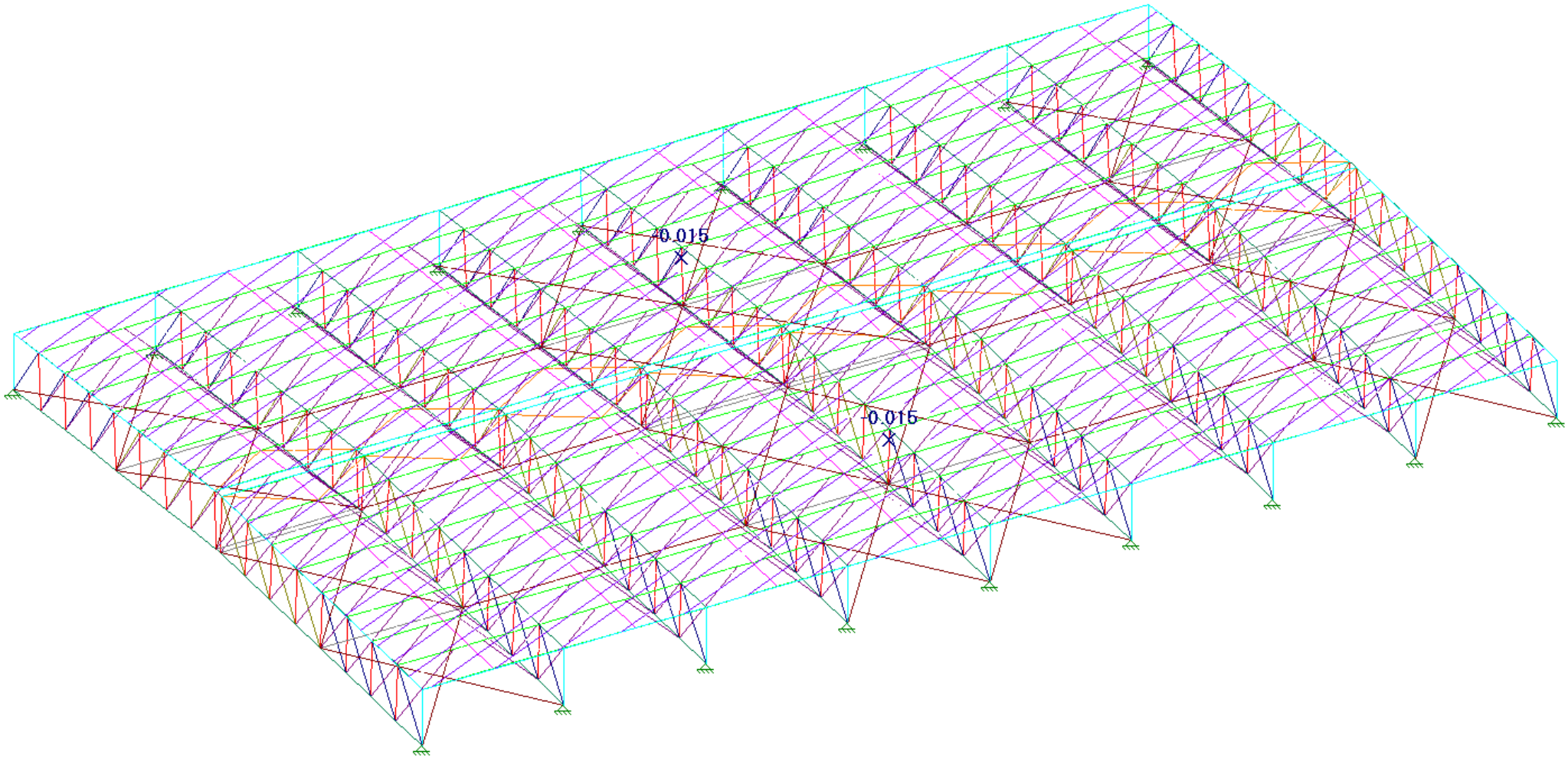


9.2. Ação permanente – A.P.

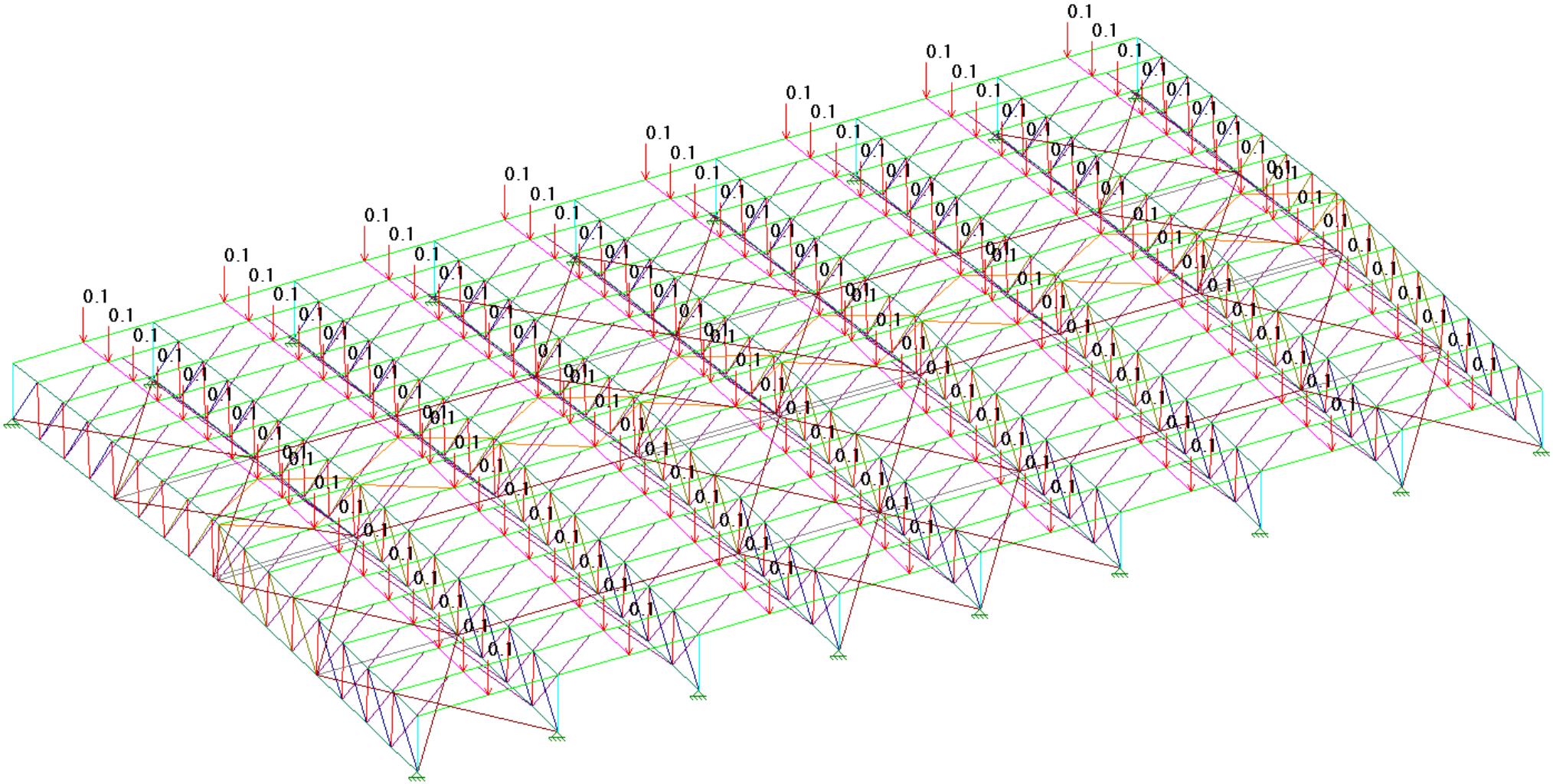
Telhas – 10kg/m²



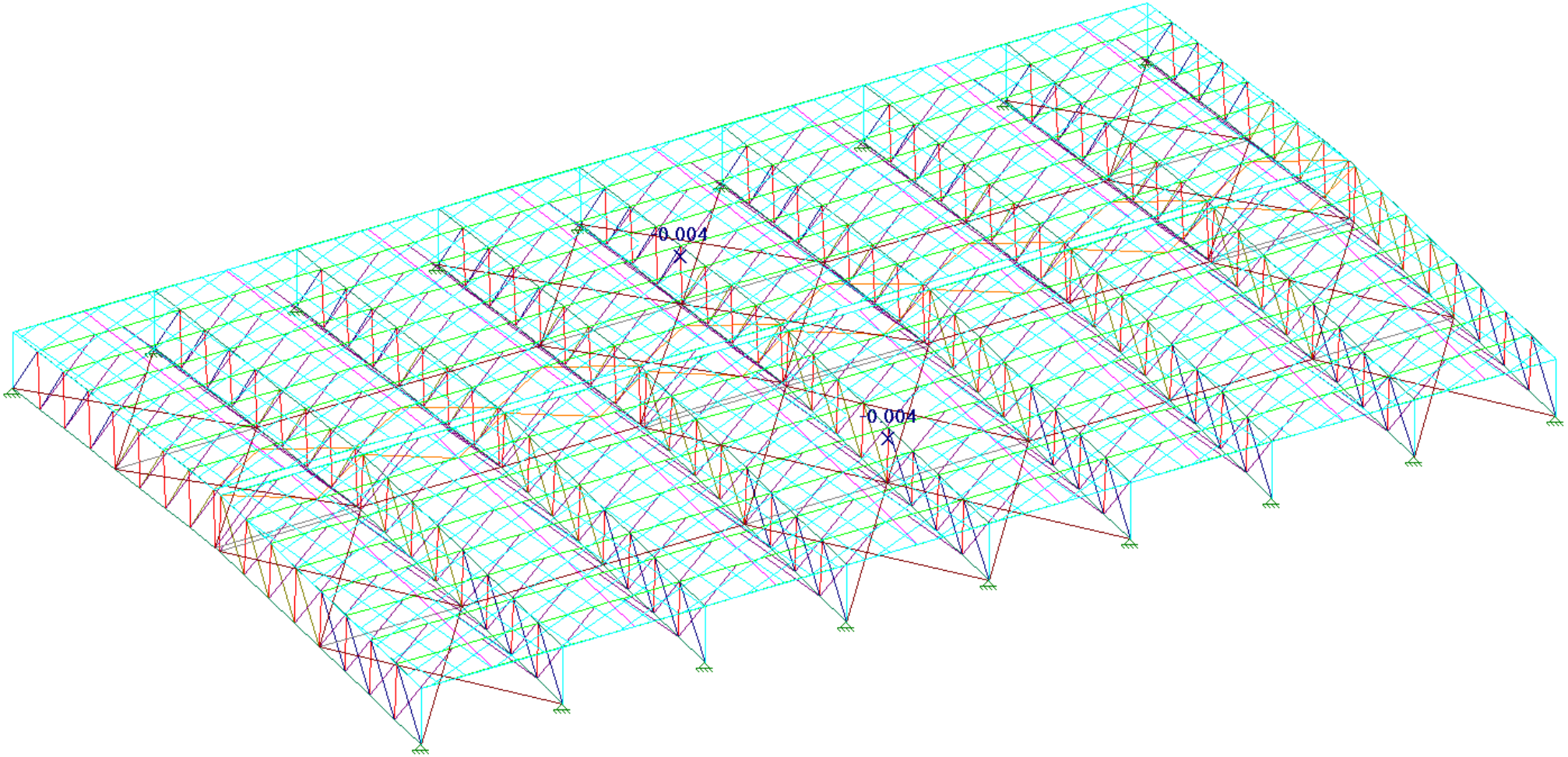
Utilidades – 15kg/m²



Cargas Concentradas nas terças – 100kg/m²

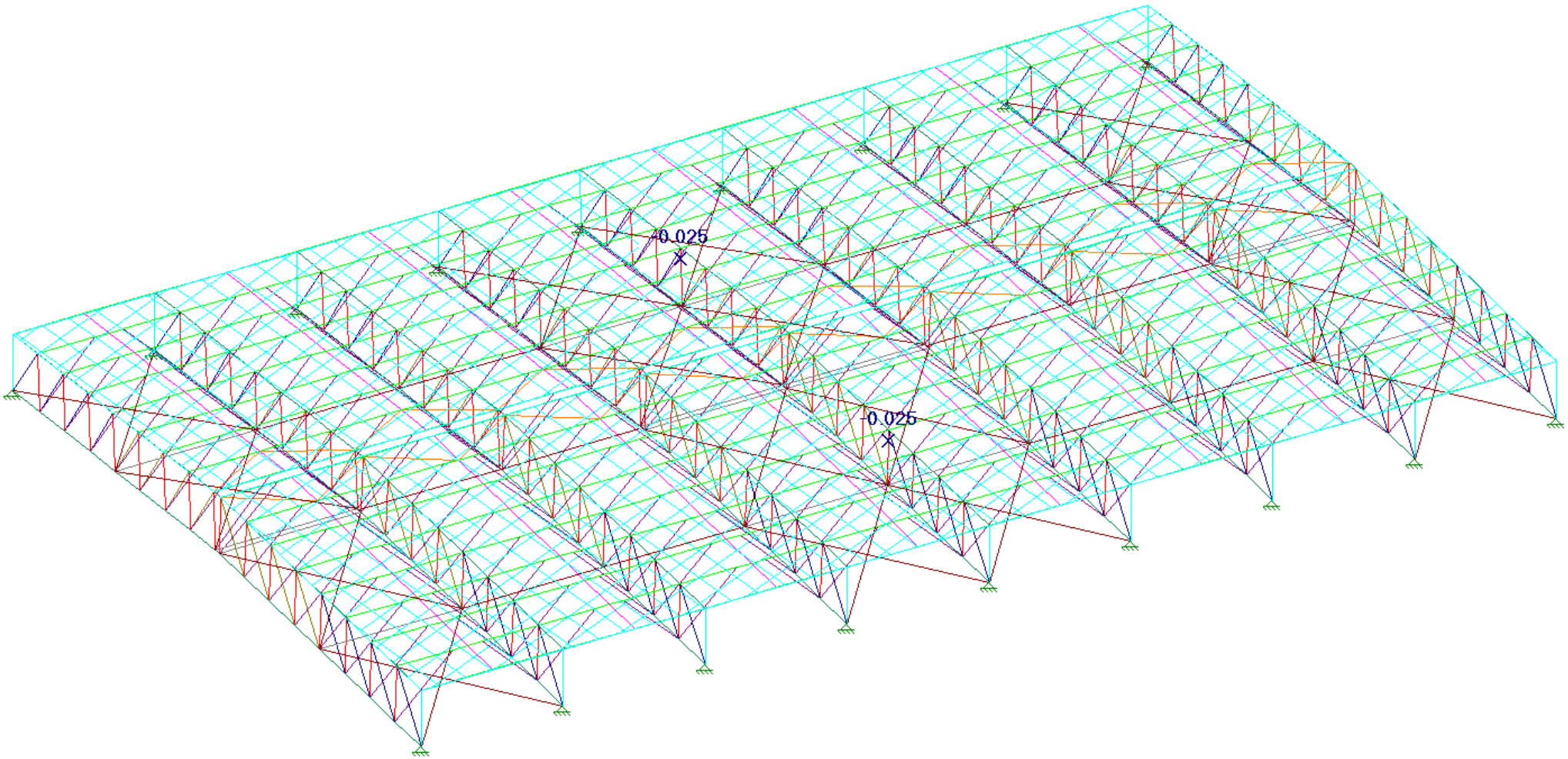


Painéis Fotovoltaicos – 3,75kg/m²



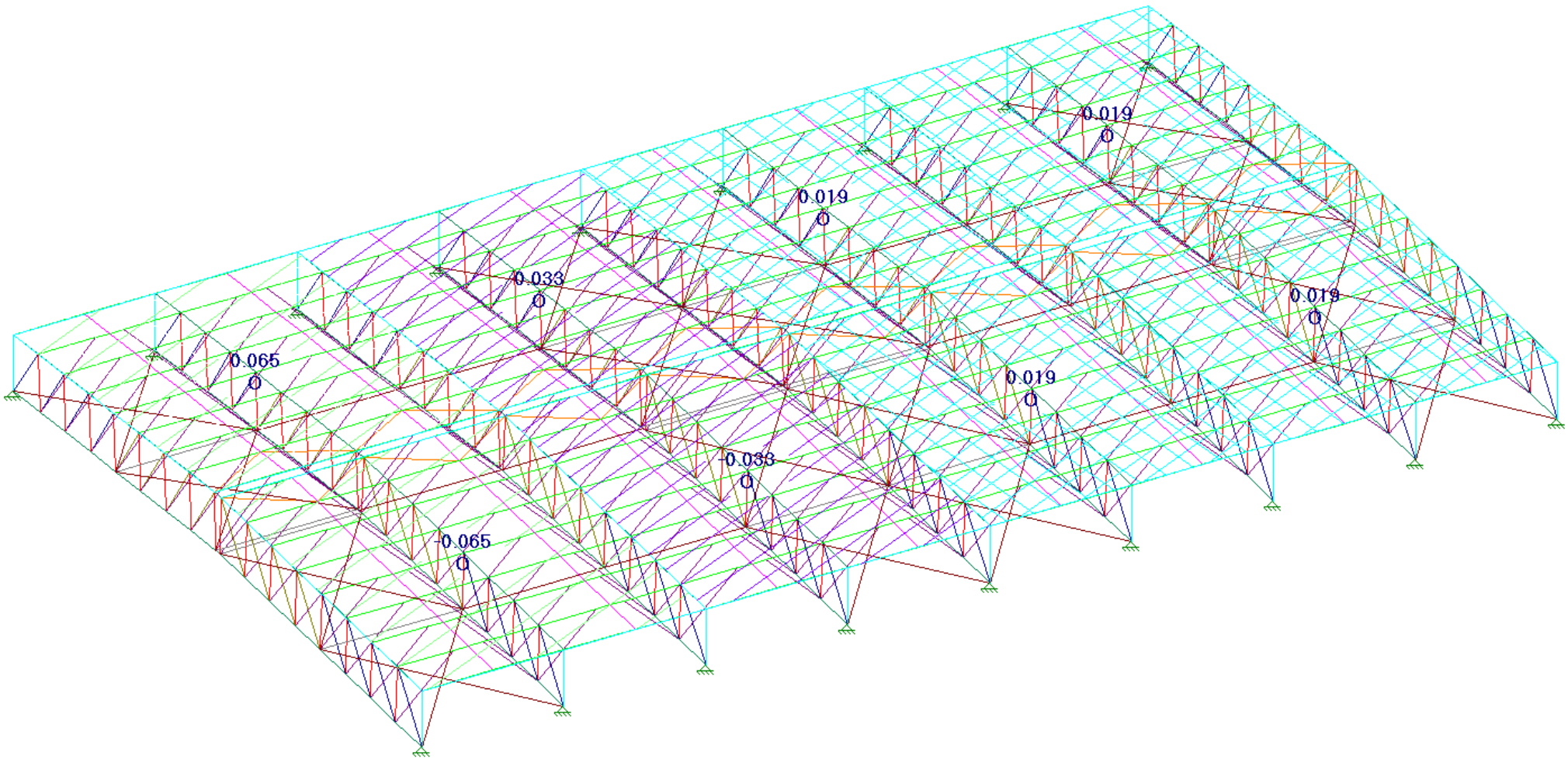
9.3. Sobrecarga na cobertura – S.C. (NBR 8800/2008)

Sobre Carga– 25,0 kgf/m²;

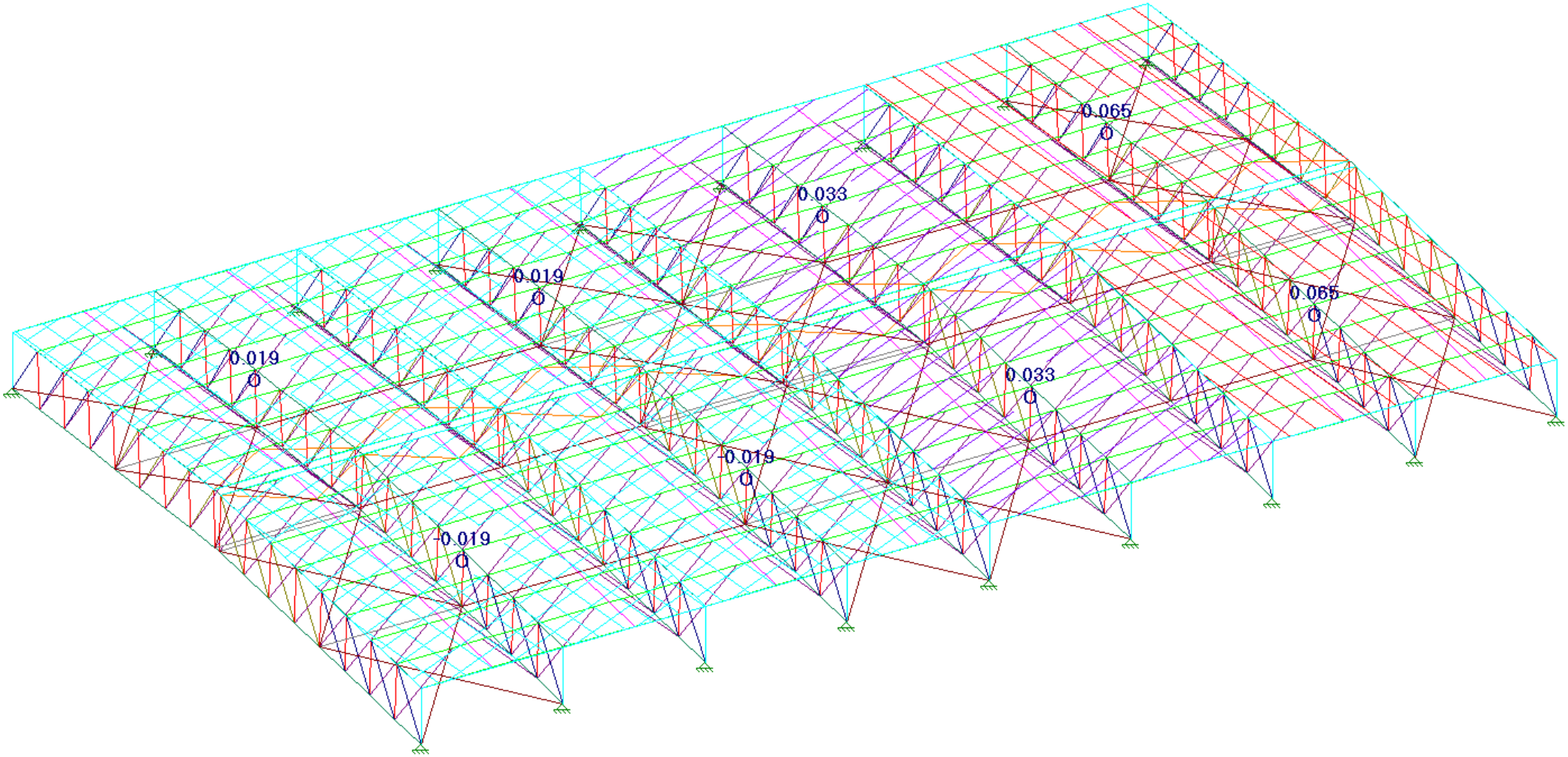


9.4. Ações do Vento (NBR 6123/1988)

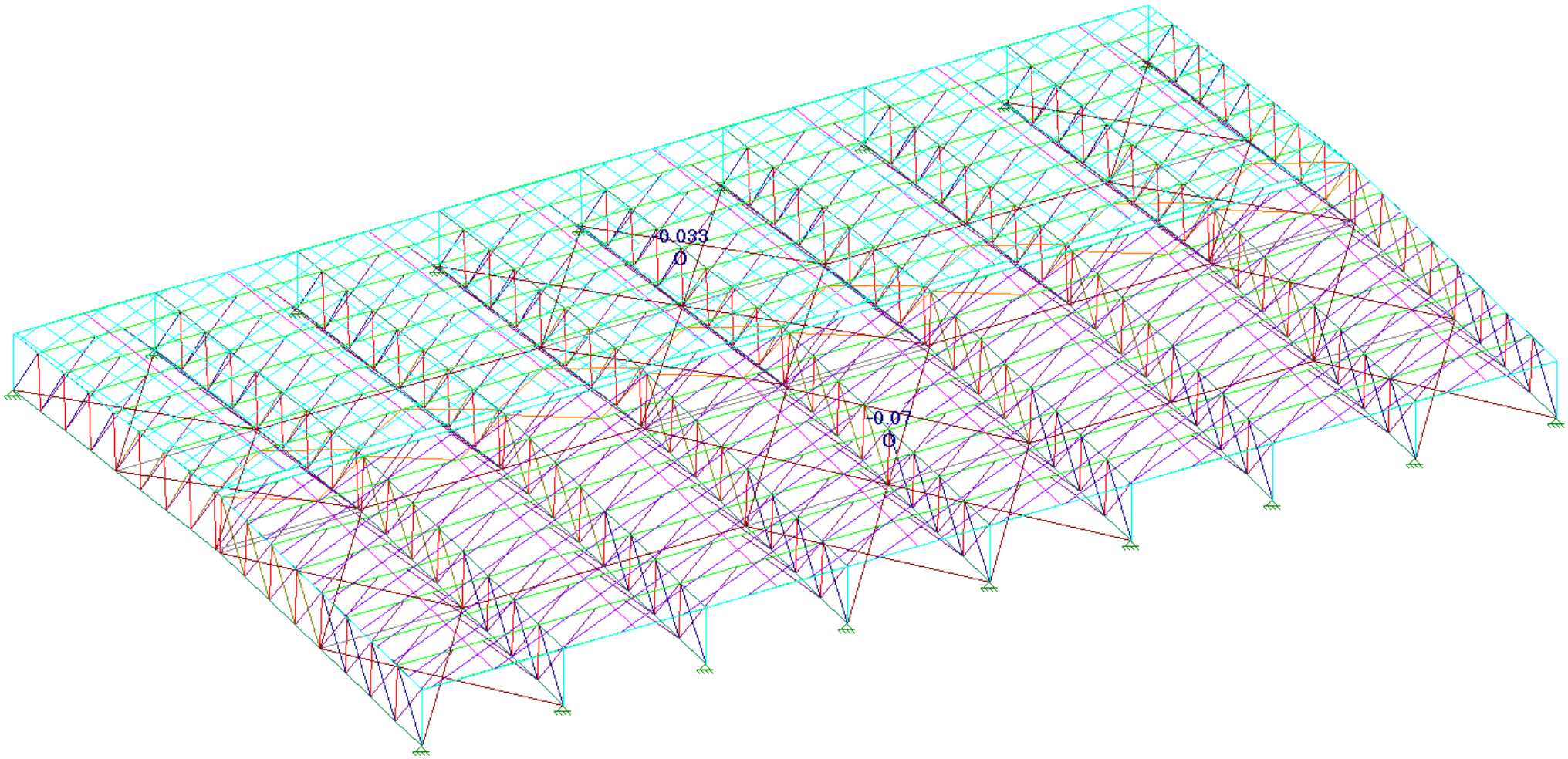
Vento -0°



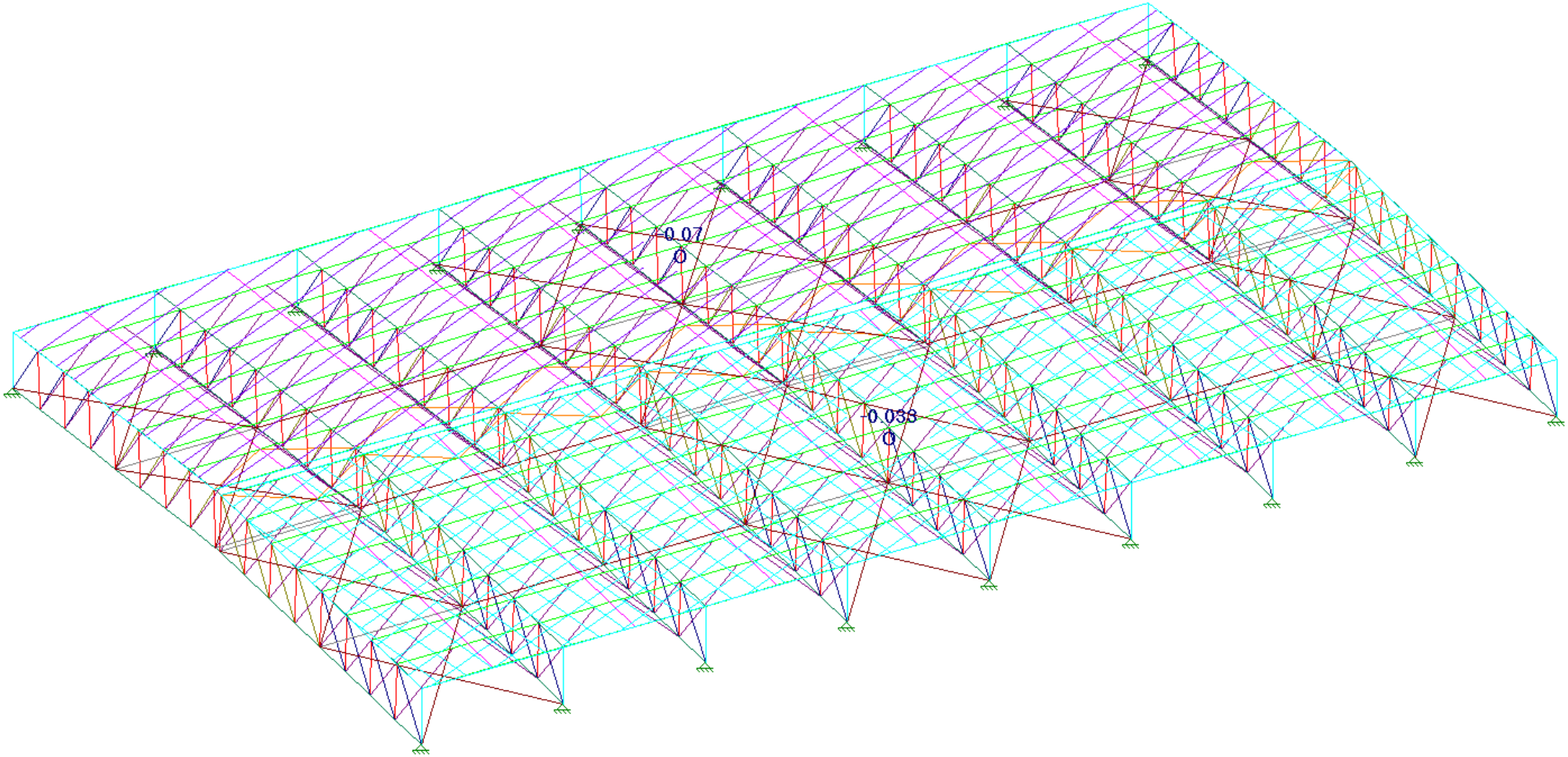
Vento +0°



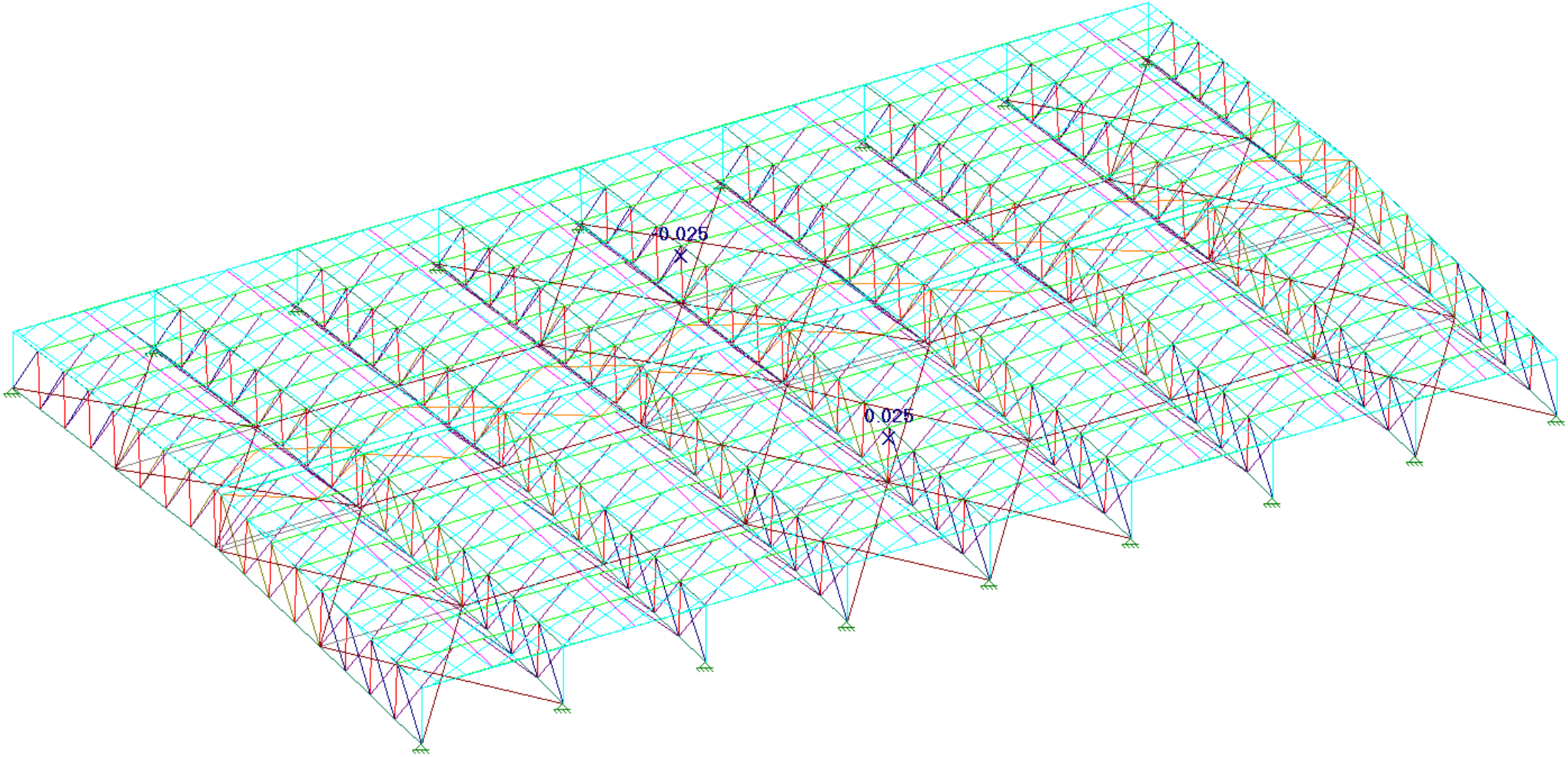
Vento -90°



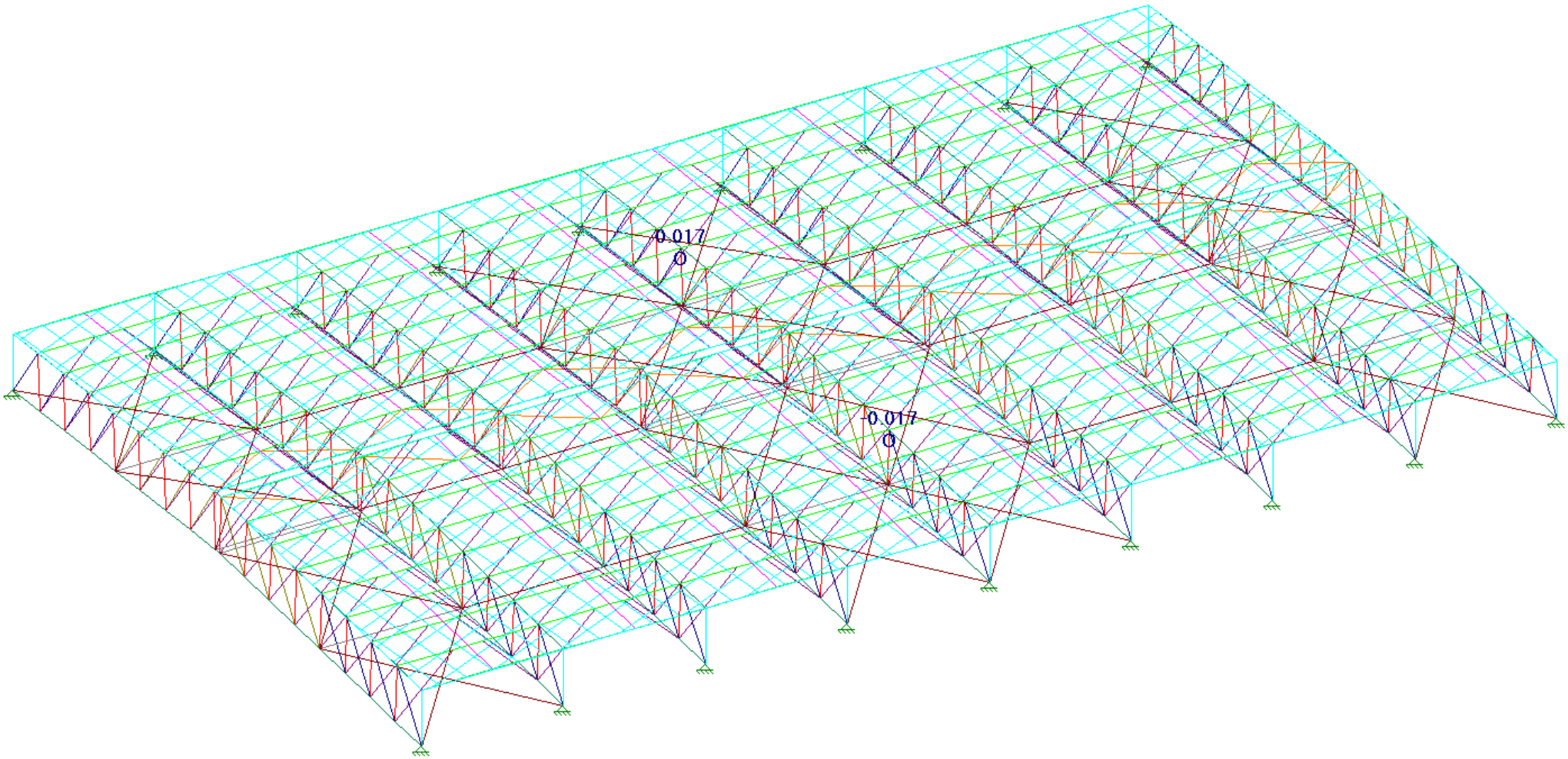
Vento +90°



SUCÇÃO INTERNA – CPI -0.3



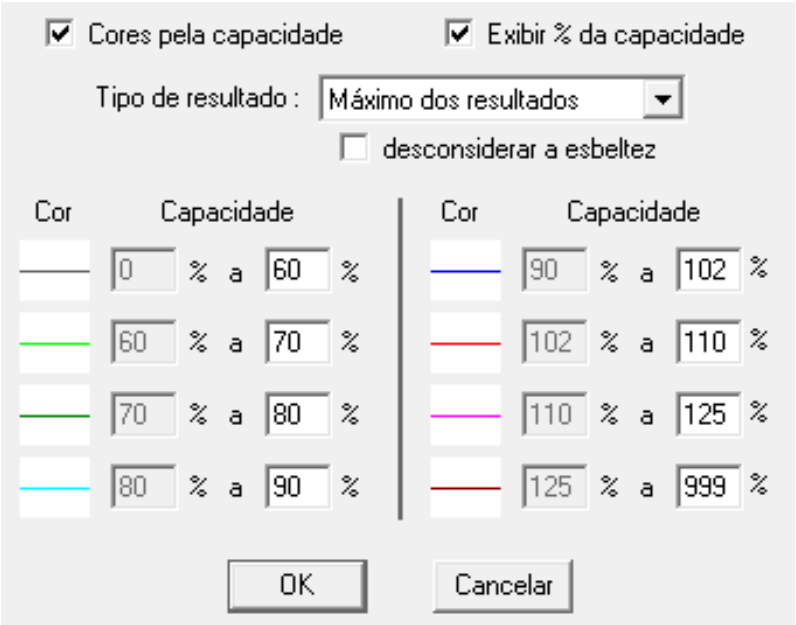
SOBREPRESSÃO INTERNA – CPI +0.2

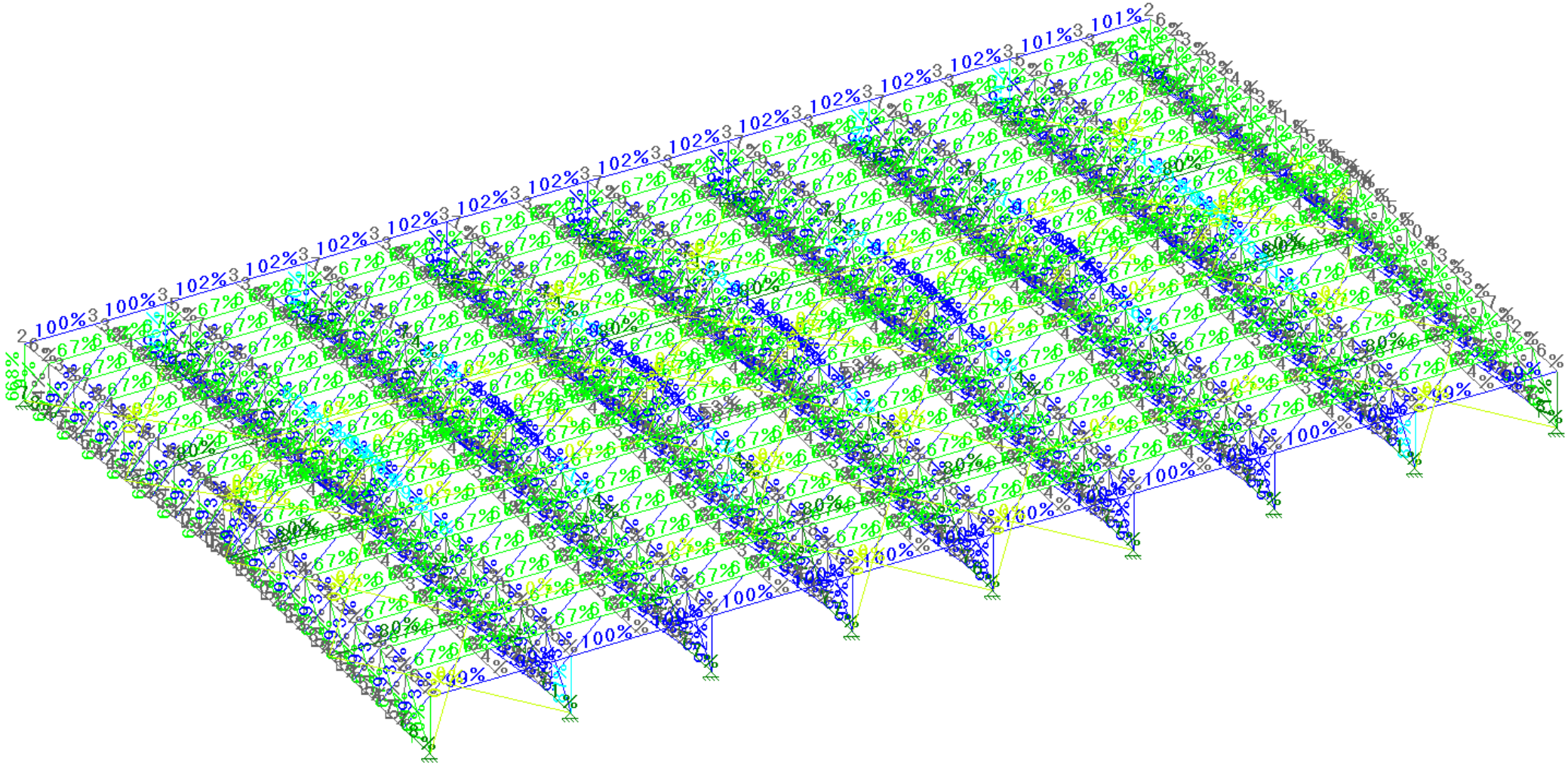


10. VERIFICAÇÃO DA ESTRUTURA

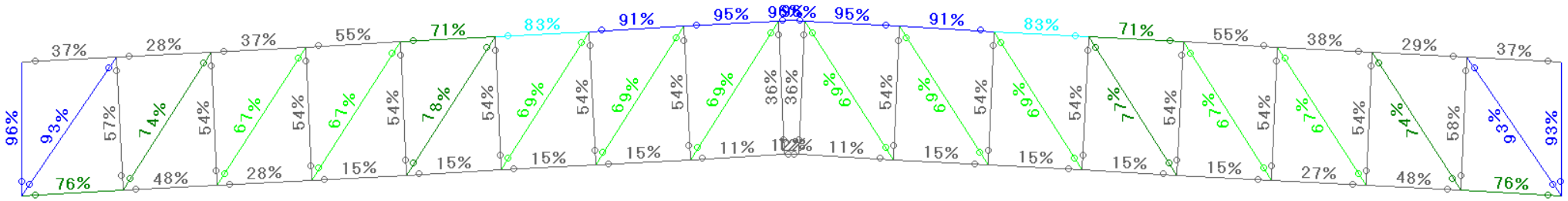
10.1. Estado limite último: Todos os perfis com coeficiente menor que 100%, estão atendendo os limites de cálculo estabelecidos pelas normas.

10.1.1. Estrutura Geral:

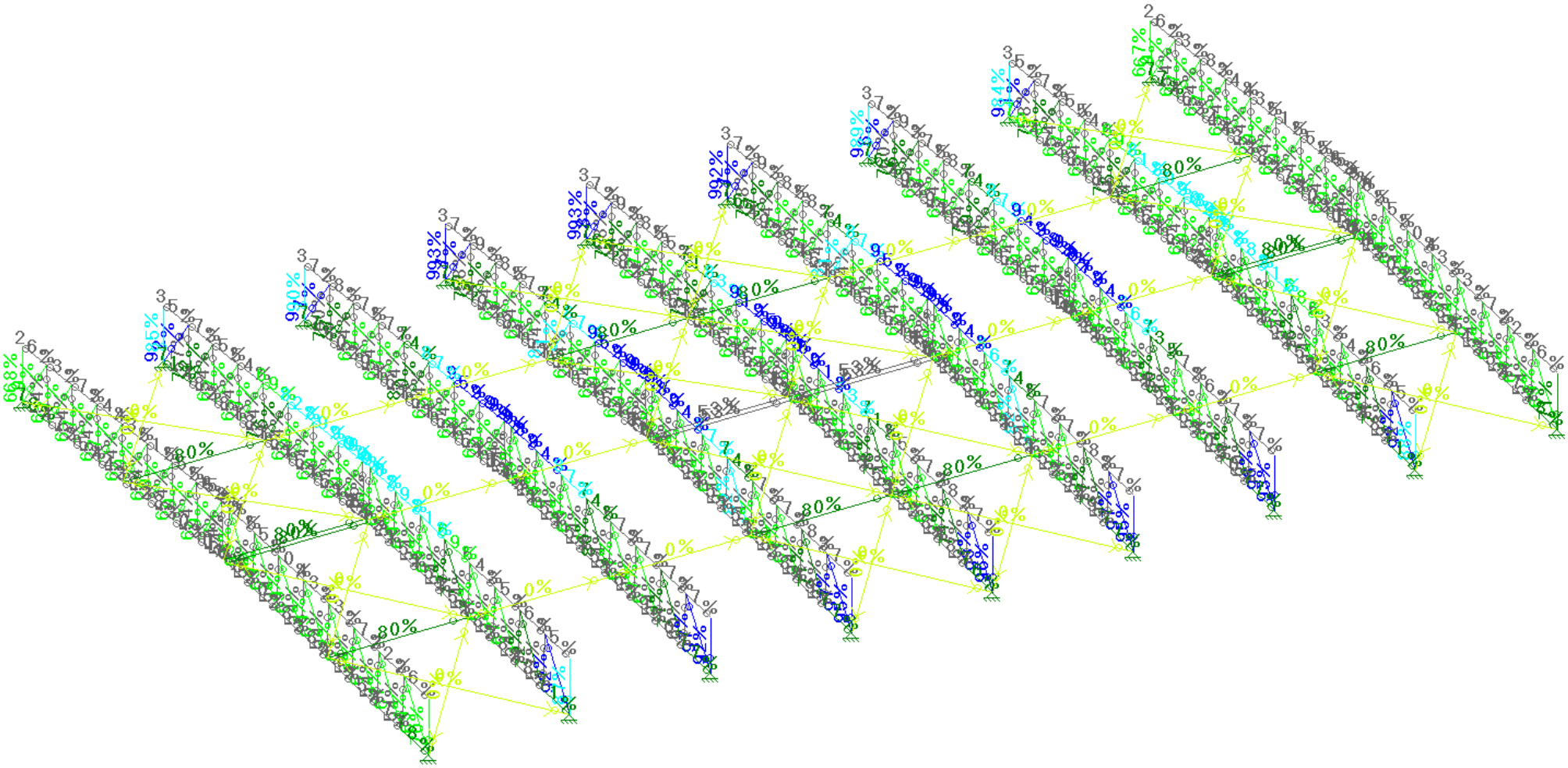




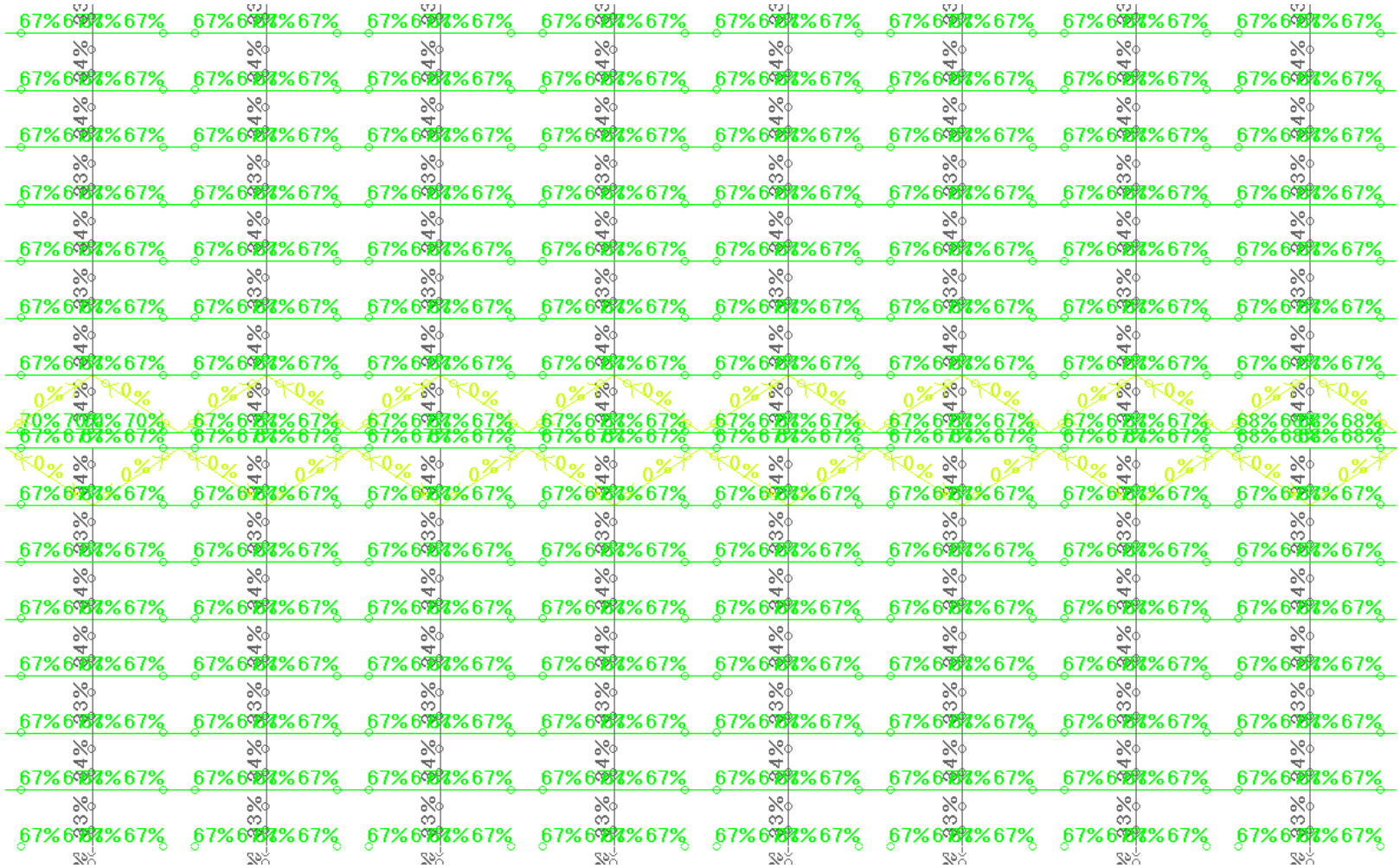
10.1.2. Pórtico Típico:



10.1.3. Treliças e vigas de travamento:



10.1.4. Terça de Cobertura

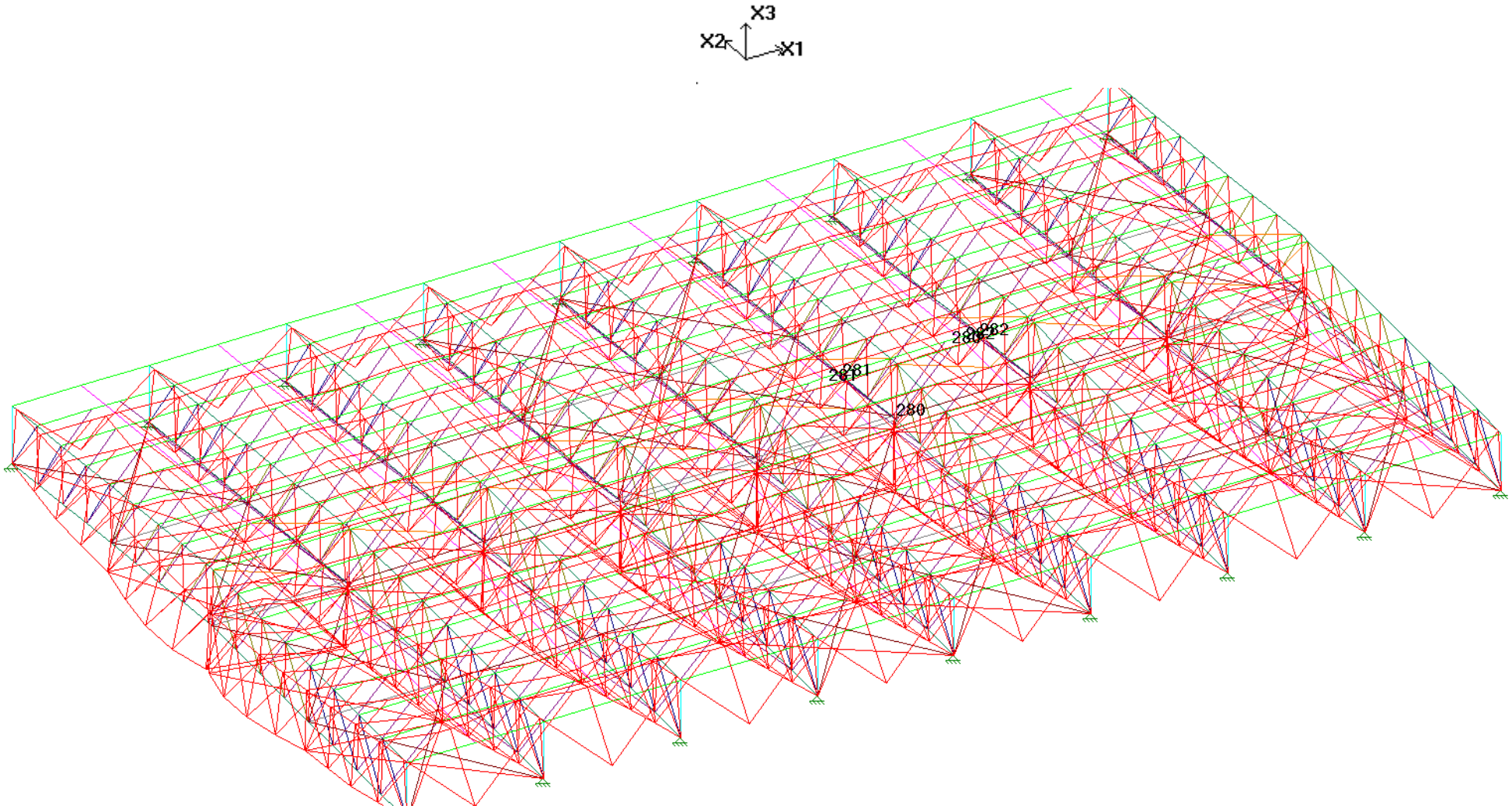


10.1.5. **Estado limite de serviço:** cada elemento foi verificado quanto aos deslocamentos admissíveis previstos em norma seguindo Tabela C.1 do anexo C da norma NBR8800/2008.

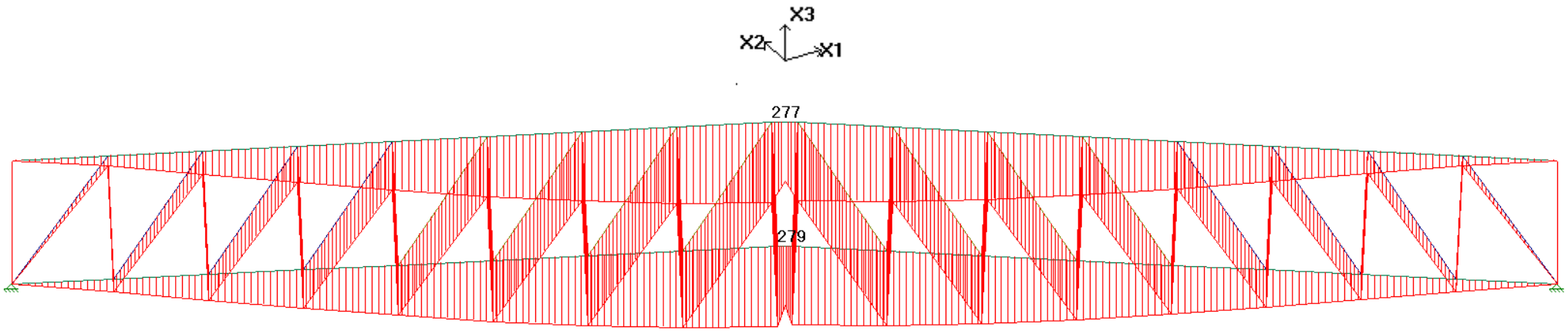
Tabela C.1 — Deslocamentos máximos

Descrição	δ [a]
- Travessas de fechamento	$L/180$ [b]
	$L/120$ [c d]
- Terças de cobertura [g)]	$L/180$ [e]
	$L/120$ [f]
- Vigas de cobertura [g)]	$L/250$ [h]
- Vigas de piso	$L/350$ [h]
- Vigas que suportam pilares	$L/500$ [h]

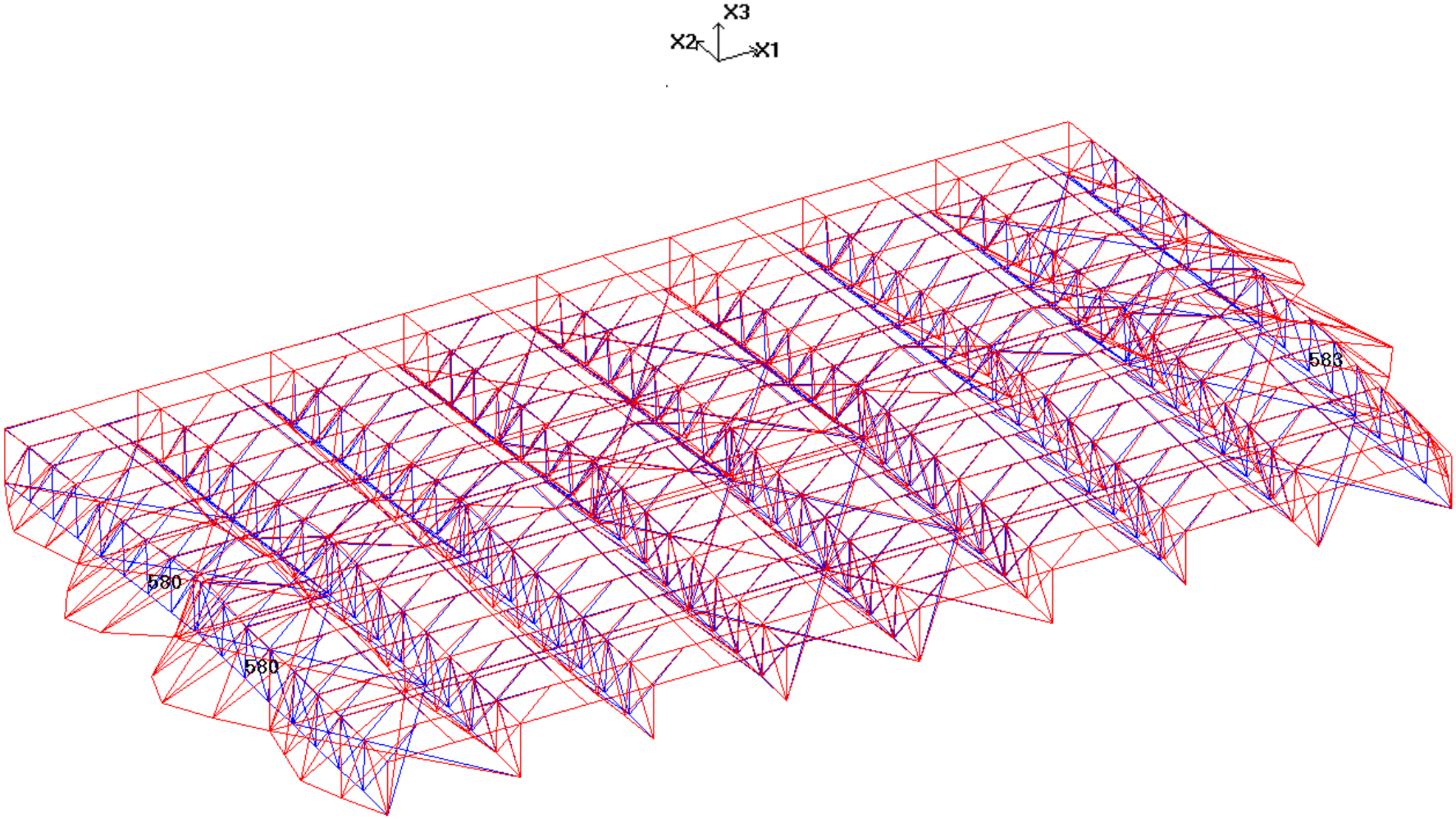
10.1.6. Estrutura Geral:



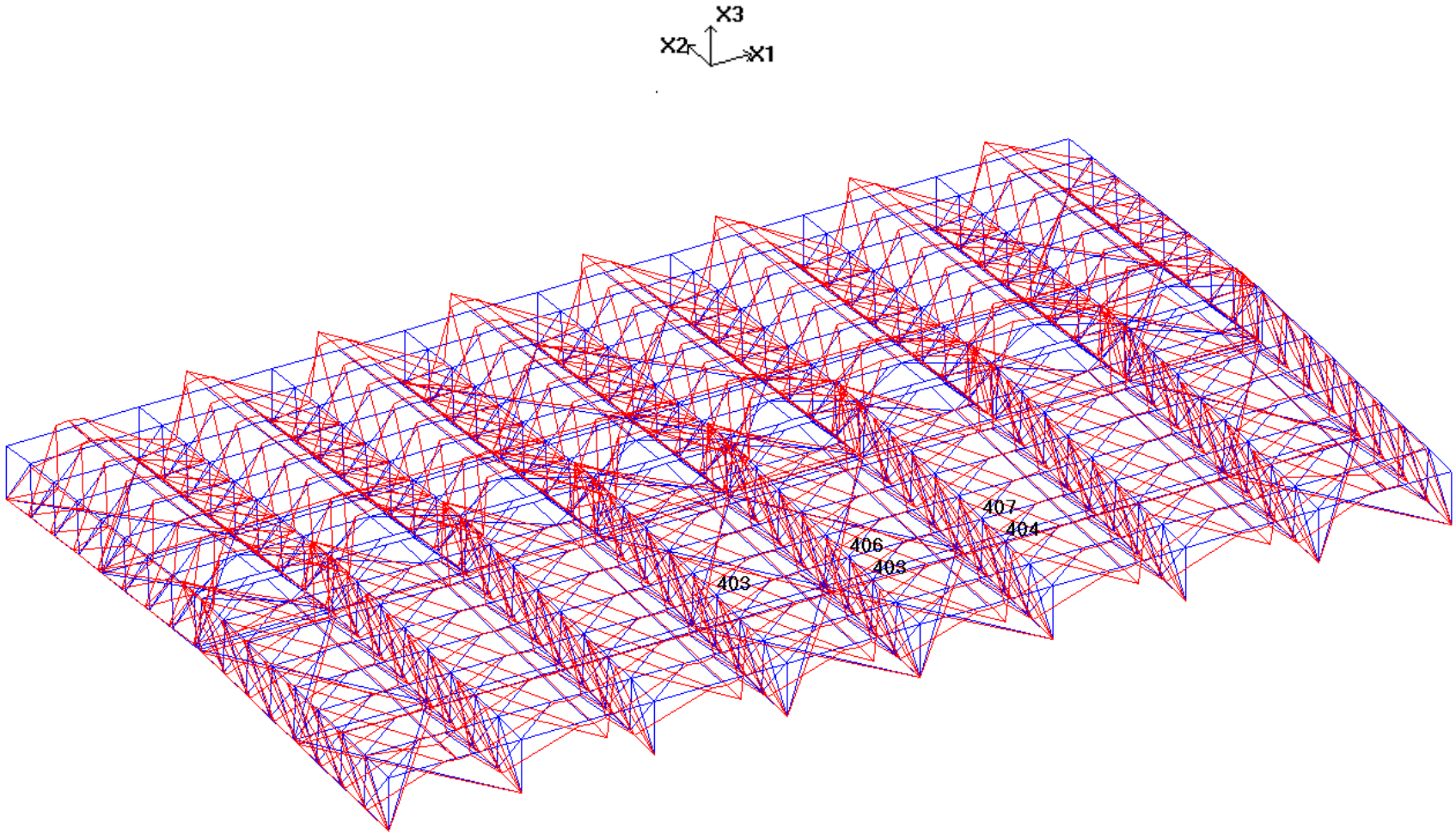
VALORES * 10^2 NA DIREÇÃO X3
DESLOCAMENTOS (CM) PARA COMBINAÇÃO MÁXIMA DE ENVOLTÓRIA
VALOR MÁXIMO PARA X3 = 279 → 2,79 cm



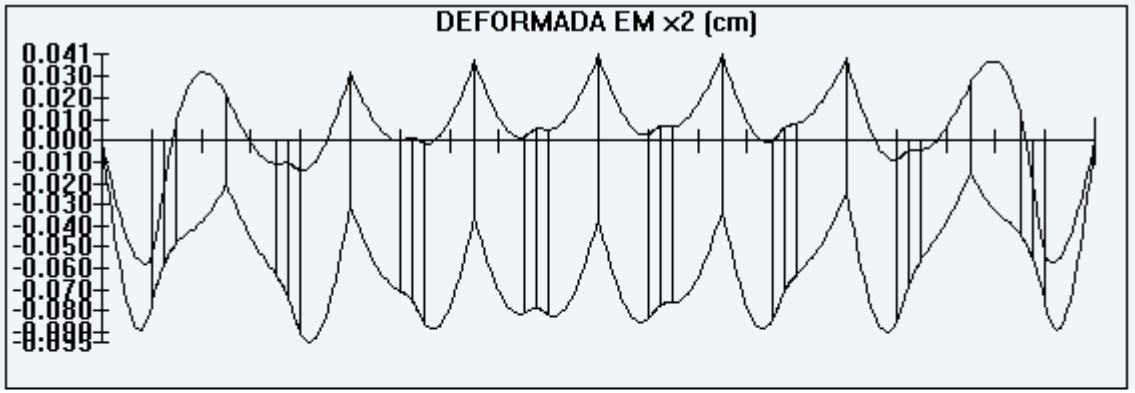
VALORES * 10^3 NA DIREÇÃO X1
DESLOCAMENTOS (CM) PARA COMBINAÇÃO MÁXIMA DE ENVOLTÓRIA
VALOR MÁXIMO PARA X1 = 580 → 0,58 cm

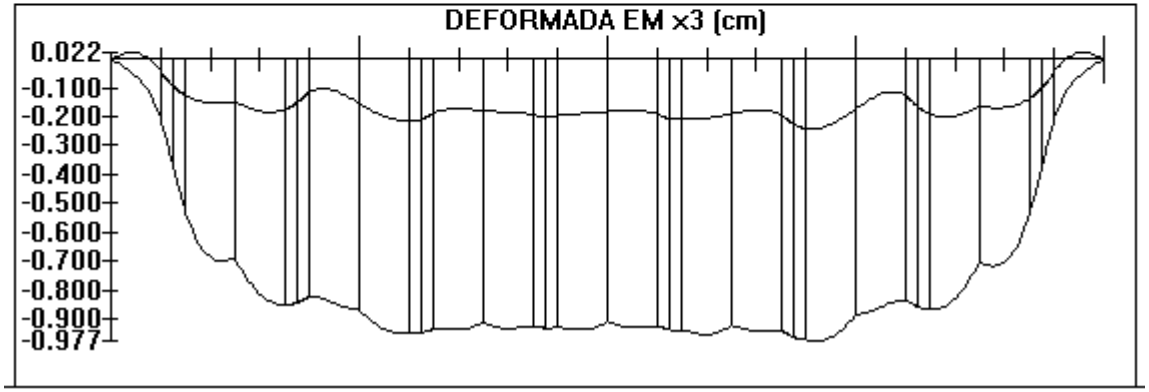


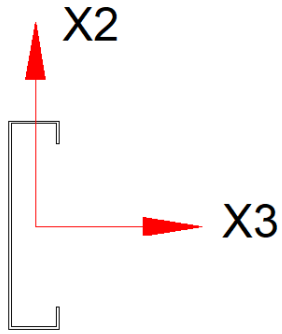
VALORES * 10^3 NA DIREÇÃO X2
DESLOCAMENTOS (CM) PARA COMBINAÇÃO MÁXIMA DE ENVOLTÓRIA
VALOR MÁXIMO PARA X2 = 407 → 0,4 cm



10.1.7. Terça de Cobertura







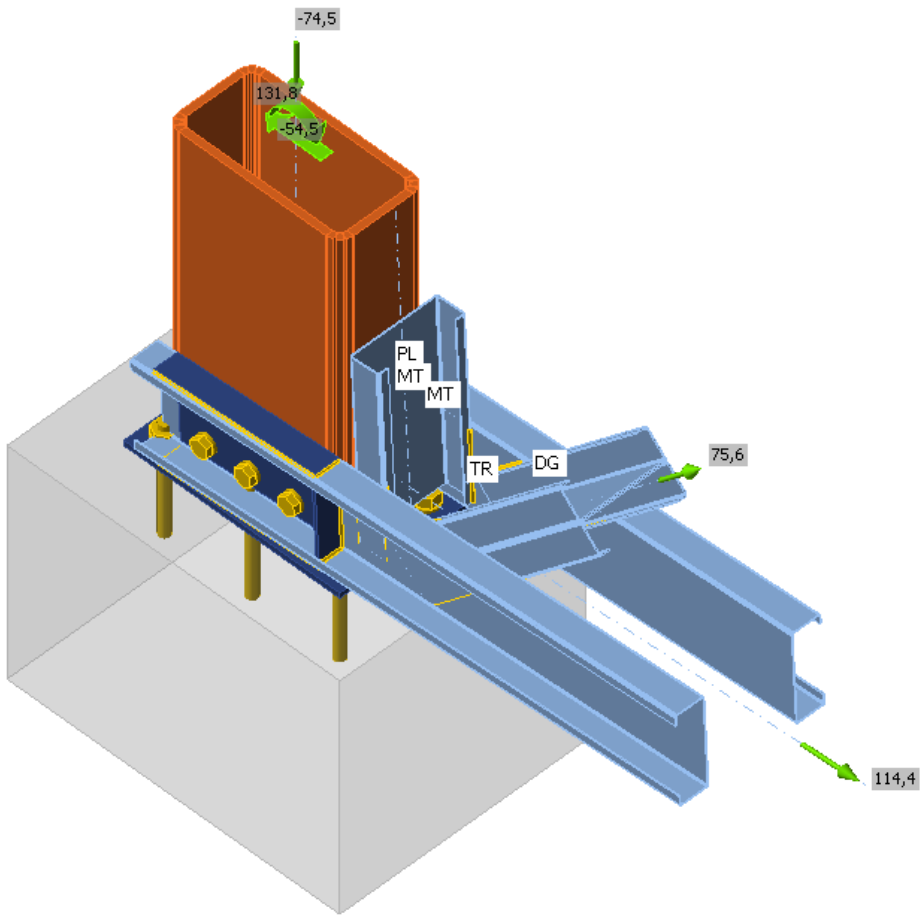
VALOR LIMITE GRAVIDADE→ 500/180= -2,77 cm

VALOR LIMITE VENTO → 500/120= +4,16 cm

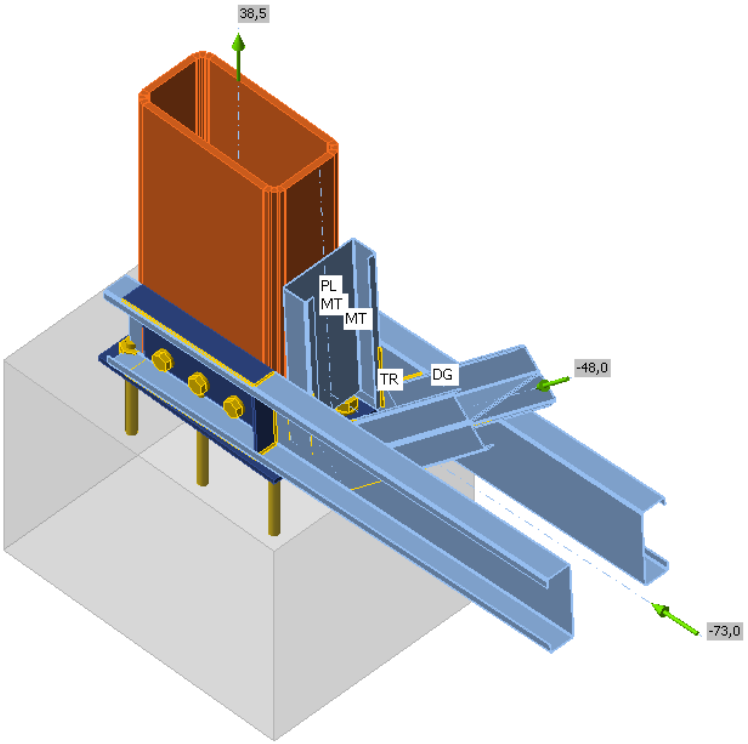
11. LIGAÇÕES

11.1. BASE DOS PILARETES

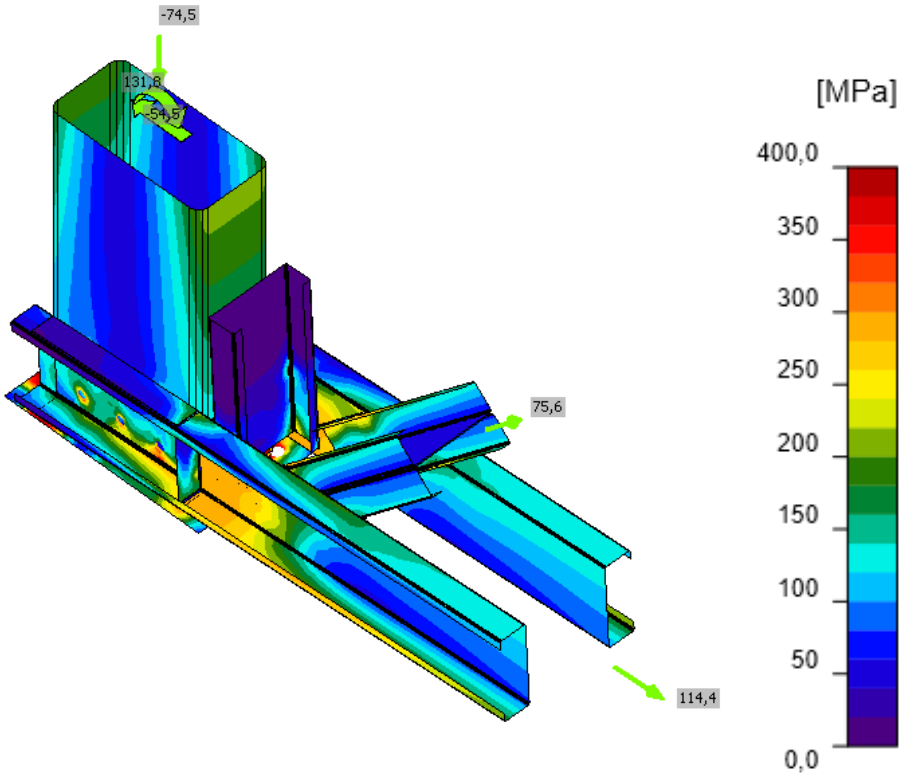
- <u>COMPONENTES DA LIGAÇÃO:</u>
- PILARETE: TBR300X150X12.5 (AR350)
- CHAPAS DE BASE: CH9(AR350)
- ENRIJECEDORES: CH4,75 (AR350)
- SOLDAS: FILETES 3mm e 7mm



COMBINAÇÃO PARA TRAÇÃO – Kn e Kn.m

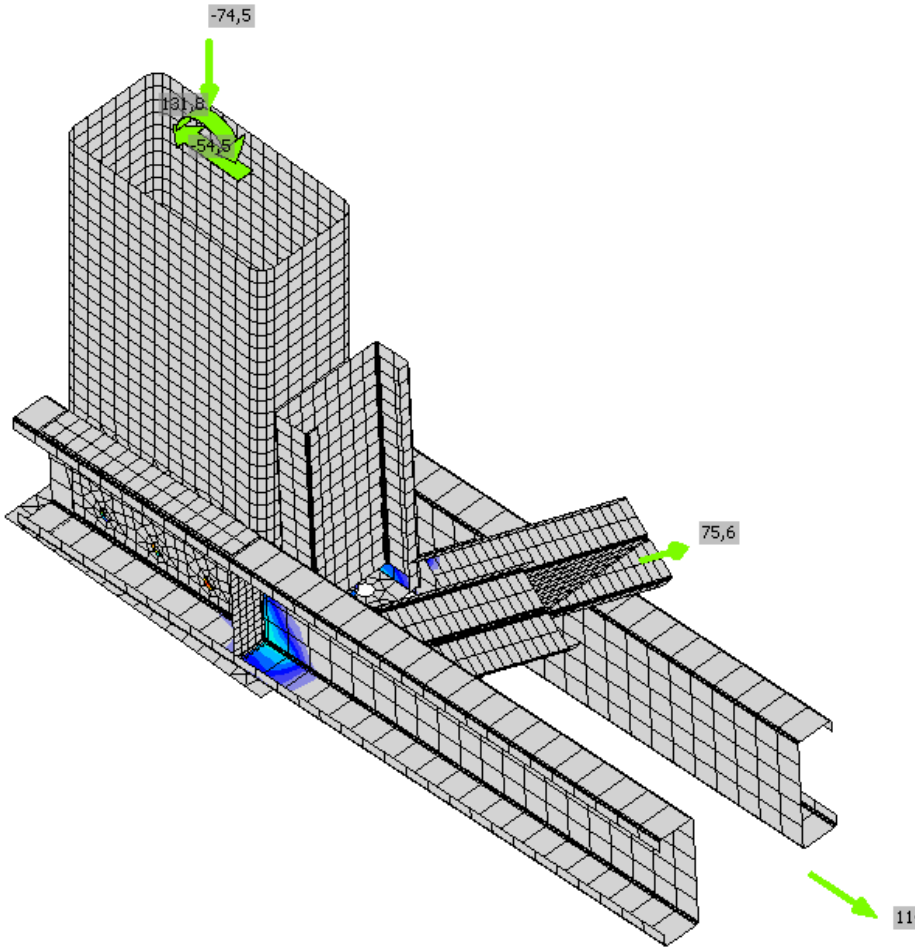


COMBINAÇÃO PARA COMPRESSÃO – Kn e Kn.m



TENSÕES DE DIMENSIONAMENTO

Analysis	✓ 100,0%		
Plates	✓ 3,6 < 5,0%	Welds	✓ 84,9 < 100%
Bolts	✓ 79,2 < 100%	Concrete block	✓ 44,3 < 100%



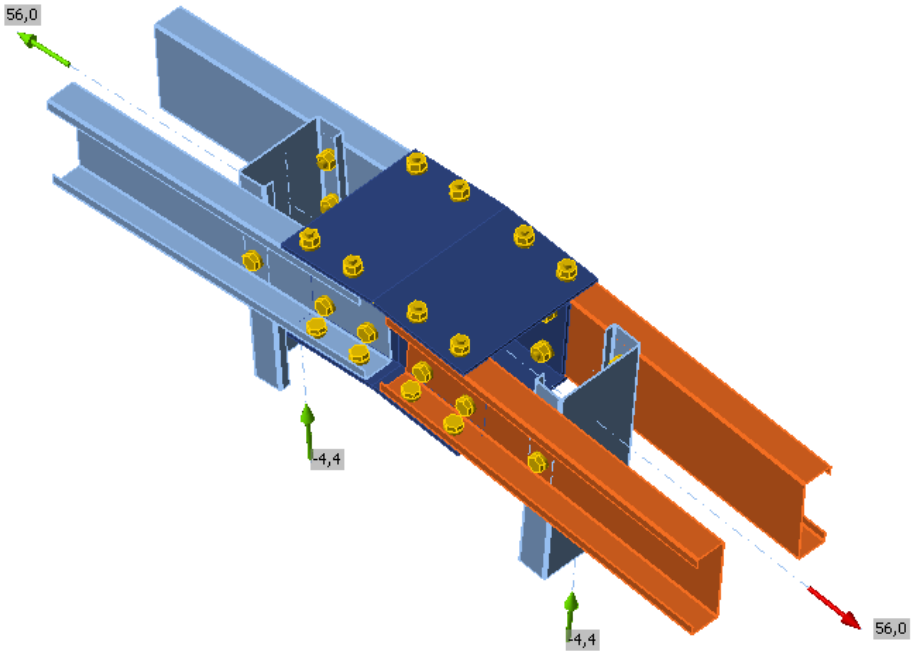
Local buckling of joint

	Loads	Shape	Factor
>	CB 2	1	10,40
		2	17,11
		3	18,38
		4	20,52
		5	28,97
		6	30,20
	CB 25	1	3,56
		2	3,57
		3	3,65
		4	3,66
		5	4,77
		6	4,78

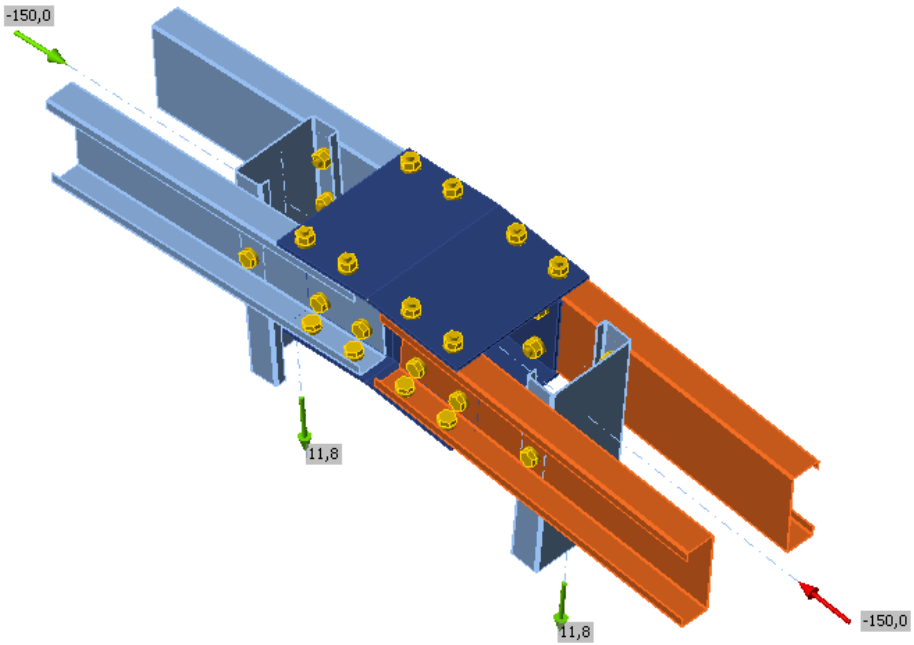
FATOR CRÍTICO DE FLAMBRAGEM

11.2. EMENDAS DE TRELIÇAS

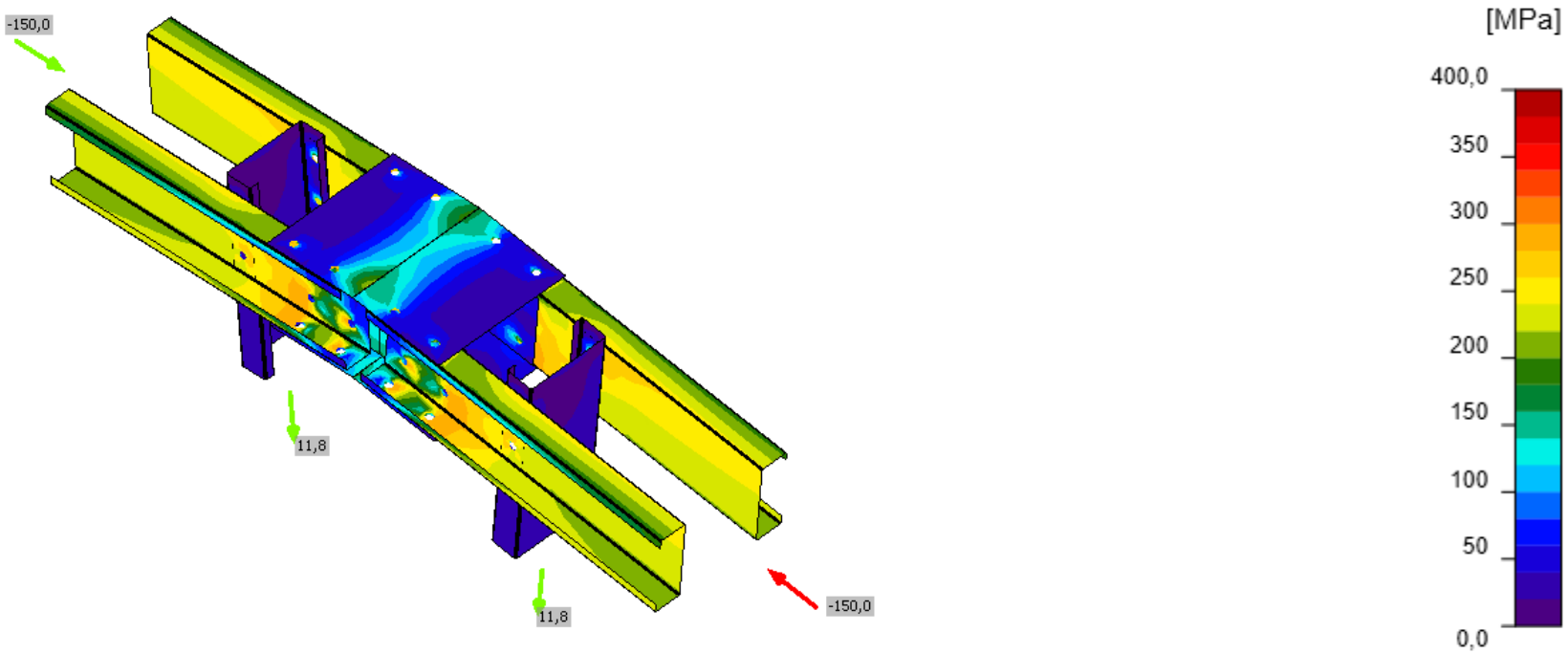
- <u>COMPONENTES DA LIGAÇÃO:</u>
- BANZO: 2UE150X50X17X2 (A-36)
- CHAPAS DE LIGAÇÃO: CH6,3 (AR350)
- PARAFUSOS: Ø12,5mm (ASTM A325)



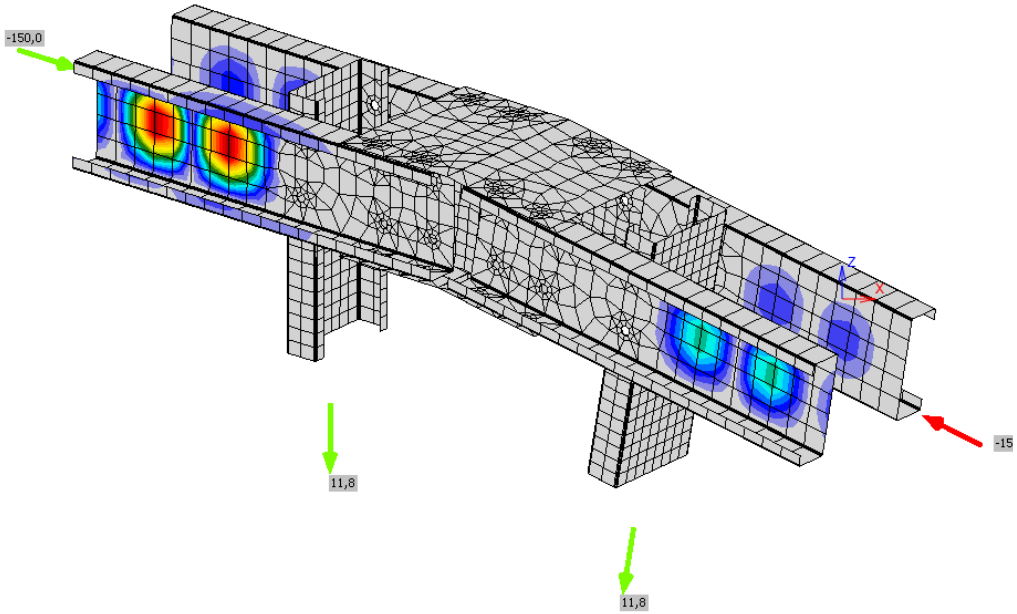
COMBINAÇÃO PARA TRAÇÃO – Kn e Kn.m



COMBINAÇÃO PARA COMPRESSÃO – Kn e Kn.m



TENSÕES DE DIMENSIONAMENTO



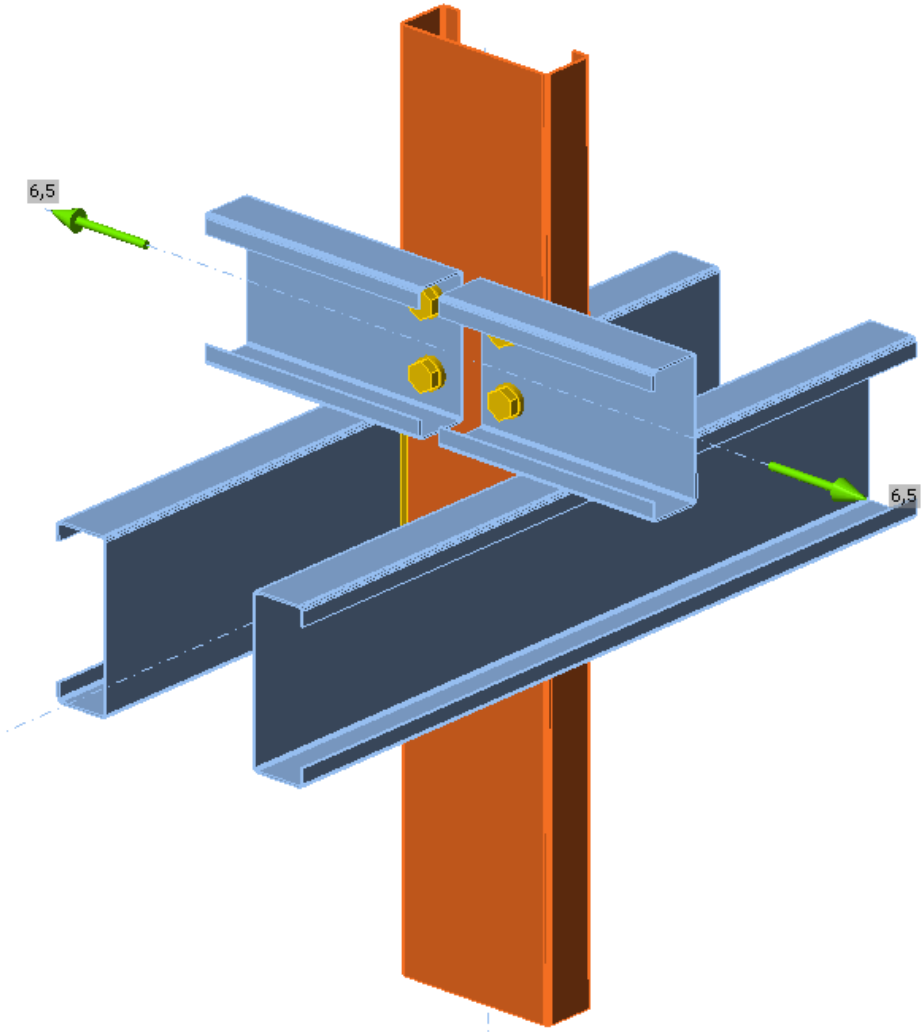
Local buckling of joint

	Loads	Shape	Factor
>	CB3	1	0,78
		2	0,78
		3	0,78
		4	0,78
		5	0,81
		6	0,81
	CB24	1	28,06
		2	28,08
		3	28,72
		4	28,73
		5	32,76
		6	32,95

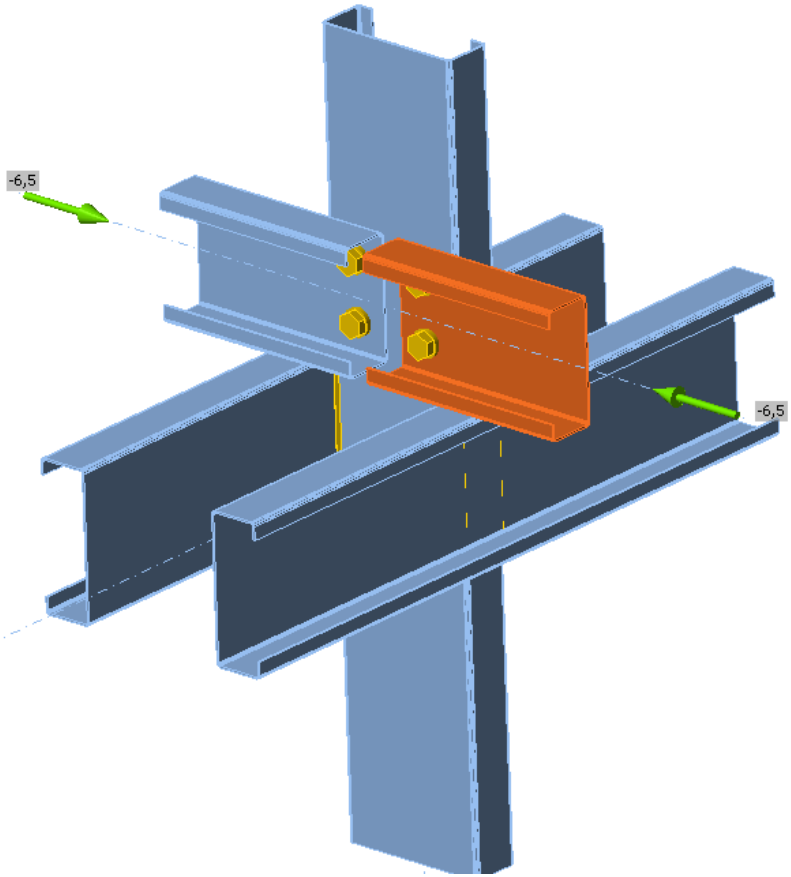
FATOR CRÍTICO DE FLAMBRAGEM

11.3. LIGAÇÃO DAS TERÇAS

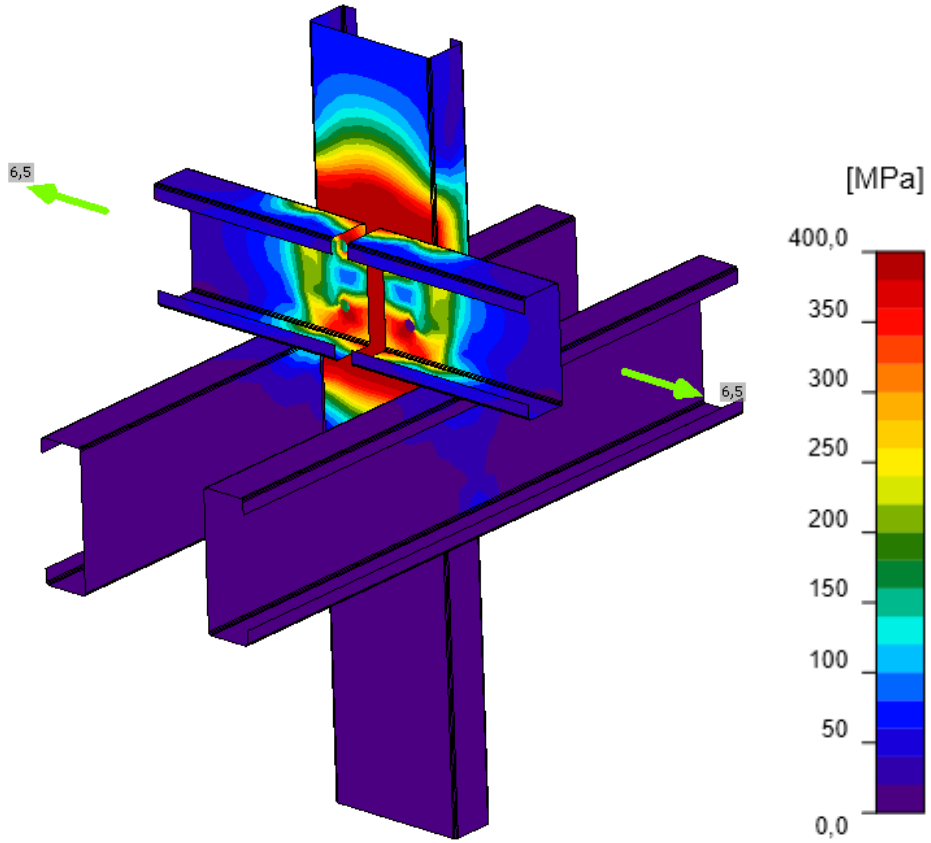
- <u>COMPONENTES DA LIGAÇÃO:</u>
- MONTANTE: UE150X50X17X2 (A36)
- TERÇA: UE125X50X17X2 (A36)
- PARAFUSOS: Ø12,5mm (ASTM A325)



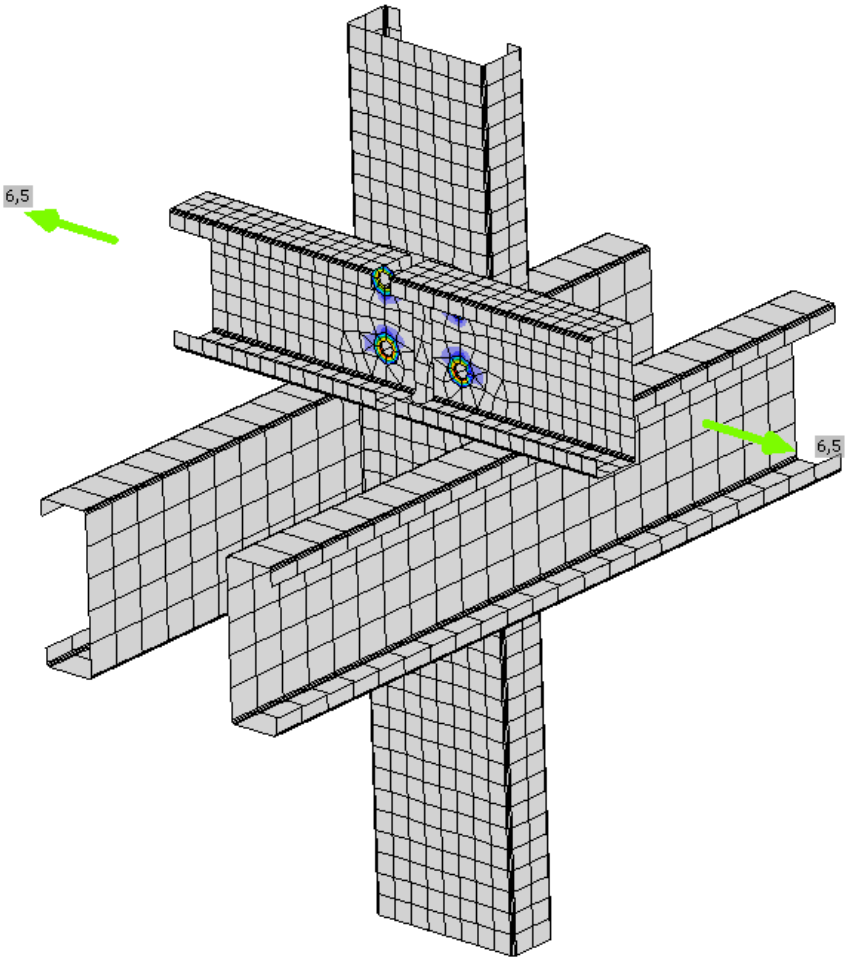
COMBINAÇÃO PARA TRAÇÃO – Kn e Kn.m



COMBINAÇÃO PARA COMPRESSÃO – Kn e Kn.m



TENSÕES DE DIMENSIONAMENTO



Local buckling of joint

	Loads	Shape	Factor
>	CB11	1	17,57
		2	18,40
		3	21,97
		4	24,01
		5	24,19
		6	25,14

FATOR CRÍTICO DE FLAMBRAGEM

12. Manutenção da Estrutura Metálica

A manutenção da estrutura metálica deve seguir um plano preventivo, visando garantir a durabilidade e segurança. Recomenda-se inspeção visual anual para detecção de corrosão, folgas em parafusos e danos em soldas. A pintura protetiva deve ser reaplicada a cada 5 anos ou conforme necessidade. Em regiões expostas à umidade, deve-se realizar limpeza e reaplicação de camadas protetivas com maior frequência.

13. Comportamento em Caso de Incêndio

A estrutura metálica foi projetada considerando o comportamento do aço em elevadas temperaturas, seguindo as diretrizes da NBR 14323:2013. Em caso de incêndio, recomenda-se o uso de proteções passivas, como pinturas intumescentes ou revestimentos de argamassa projetada, para garantir a estabilidade estrutural durante o tempo de resistência ao fogo requerido.

14. Viabilidade Construtiva e Econômica

O sistema proposto apresenta racionalidade construtiva, com peças moduladas e conexões simples de fabricação e montagem, reduzindo custo e tempo de execução. O emprego de perfis formados a frio, chapas padronizadas e ligações parafusadas favorece a industrialização e montagem em campo, alinhando-se aos critérios de viabilidade econômica

15. Vantagens do Uso do Aço Estrutural

O uso do aço estrutural proporciona diversas vantagens ao projeto, como redução do peso próprio, maior precisão construtiva, facilidade de montagem e desmontagem, sustentabilidade e possibilidade de grandes vãos livres. Além disso, o aço é 100% reciclável e contribui para a redução de resíduos na obra.

16. Vantagens da Construção Industrializada

A construção industrializada permite maior controle de qualidade, menor tempo de execução e menor interferência no canteiro de obras. A pré-fabricação de elementos metálicos reduz desperdícios e melhora a produtividade, além de facilitar a logística e montagem do galpão metálico.

17. Visão Social

A estrutura proposta pode ser aplicada em equipamentos públicos comunitários, como ginásios e áreas de lazer, atendendo a demandas sociais por espaços cobertos acessíveis.

Além disso, o projeto incentiva a formação técnica de estudantes e o uso racional de recursos estruturais, contribuindo para a difusão do conhecimento e a valorização da engenharia nacional

18. Consumo Total e Estimativa de Preços.

Com base na lista de materiais, o peso total estimado de aço estrutural é de 17.813,18 kg. Considerando a área de cobertura de 1.000 m², o consumo médio é de aproximadamente 17,81 kg/m².

LISTA DE MATERIAIS							
ITENS	**DESCRIÇÃO**		**MATERIAL**	**COMPR. (m)**	**QTDE (unid.)**	**PESO (kg/m)**	**PESO BRUTO (kg)**
1	BARRA ROSCADA	BR Ø5/8"	A36	49,68		1,56	77,50
2	FERRO REDONDO	FR Ø3/8"	A36	91,2		0,56	51,07
3		FR Ø5/8"	A36	317,6		1,56	495,46
4		FR Ø3/4"	A36	21,62		2,24	48,43
5	CANTONEIRA LAM	L1.1/4"X1/8"	AR 350	2,56		1,5	3,84
6		L2"X1/8"	AR 350	20,48		2,46	50,38
7		L2"X3/8"	AR 350	5,12		6,99	35,79
8	TUBO RETANGULAR	TBR150X300X12.5	AR 350	39,6		83,41	3303,04
9	Uenrij. DOBRADO	UE75X40X15X2	A36	1043,76		2,65	2765,96
10		UE125X50X17X2	A36	879,32		3,82	3359,00
11		UE150X50X17X2	A36	1810,62		4,21	7622,71
	TOTAL PERFIL:						**17813,18**

ESTIMATIVA DE PREÇO				
Item	**Descrição**	**Peso (kg)**	**Preço estimado (R$/kg)**	**Custo estimado (R$)**
1	Barra Roscada BR Ø5/8″	77,5	11	R$ 852,50
2	Barra Roscada BR Ø3/8″	51,07	11	R$ 561,77
3	Ferro Redondo FR Ø5/8″	495,46	10,5	R$ 5.202,33
4	Ferro Redondo FR Ø3/4″	48,43	10,5	R$ 508,52
5	Cantoneira L1.1/4″×1/8″	3,84	11	R$ 42,24
6	Cantoneira L2″×1/8″	50,38	11	R$ 554,18
7	Cantoneira L2″×3/8″	35,79	11,5	R$ 411,59
8	Tubo Retangular TBR150×300×12,5	3303,04	12	R$ 39.636,48
9	Perfil UE75×40×15×2	2765,96	11,5	R$ 31.808,54
10	Perfil UE125×50×17×2	3359	11,5	R$ 38.628,50
11	Perfil UE150×50×17×2	7622,71	11,5	R$ 87.661,17
TOTAL ESTIMADO				**R$ 205.867,81**

Os valores apresentados são estimativas de preço baseadas em cotações médias para Guarulhos/SP (outubro de 2025).

Os preços podem variar significativamente conforme o fornecedor, volume de compra, serviços adicionais (corte, dobra, pintura, galvanização) e condições de frete.

Esta planilha tem caráter informativo e não substitui orçamento formal de fornecedores.

19. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estrutura foi dimensionada seguindo todos os critérios estabelecidos em norma.

No estado limite último não houve nenhum elemento estrutural que ultrapassou sua resistência, aplicando os coeficientes de ponderações de cargas e minoração de resistência que são implicadas pelas normas.

No estado limite de serviço não houve nenhum elemento estrutural que ultrapassou seu limite de deformação, aplicando os coeficientes de ponderações de cargas e minoração de resistência que são implicadas pelas normas.

Todas as ligações estão dentro do limite de escoamento e de flambagem.