



MINISTÉRIO DA SAÚDE

SECRETARIA DE SAÚDE INDÍGENA

DEPARTAMENTO DE PROJETOS E DETERMINANTES AMBIENTAIS DA SAÚDE INDÍGENA

COORDENAÇÃO-GERAL DE INFRAESTRUTURA E SANEAMENTO PARA SAÚDE INDÍGENA

COORDENAÇÃO DE ANÁLISE E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE INFRAESTRUTURA E SANEAMENTO

SESAI

SECRETARIA DE SAÚDE INDÍGENA

**MÓDULO SANITÁRIO DOMICILIAR UNIFAMILIAR COM
RESERVATÓRIO**

ALDEIA

PROJETO DE REFERÊNCIA

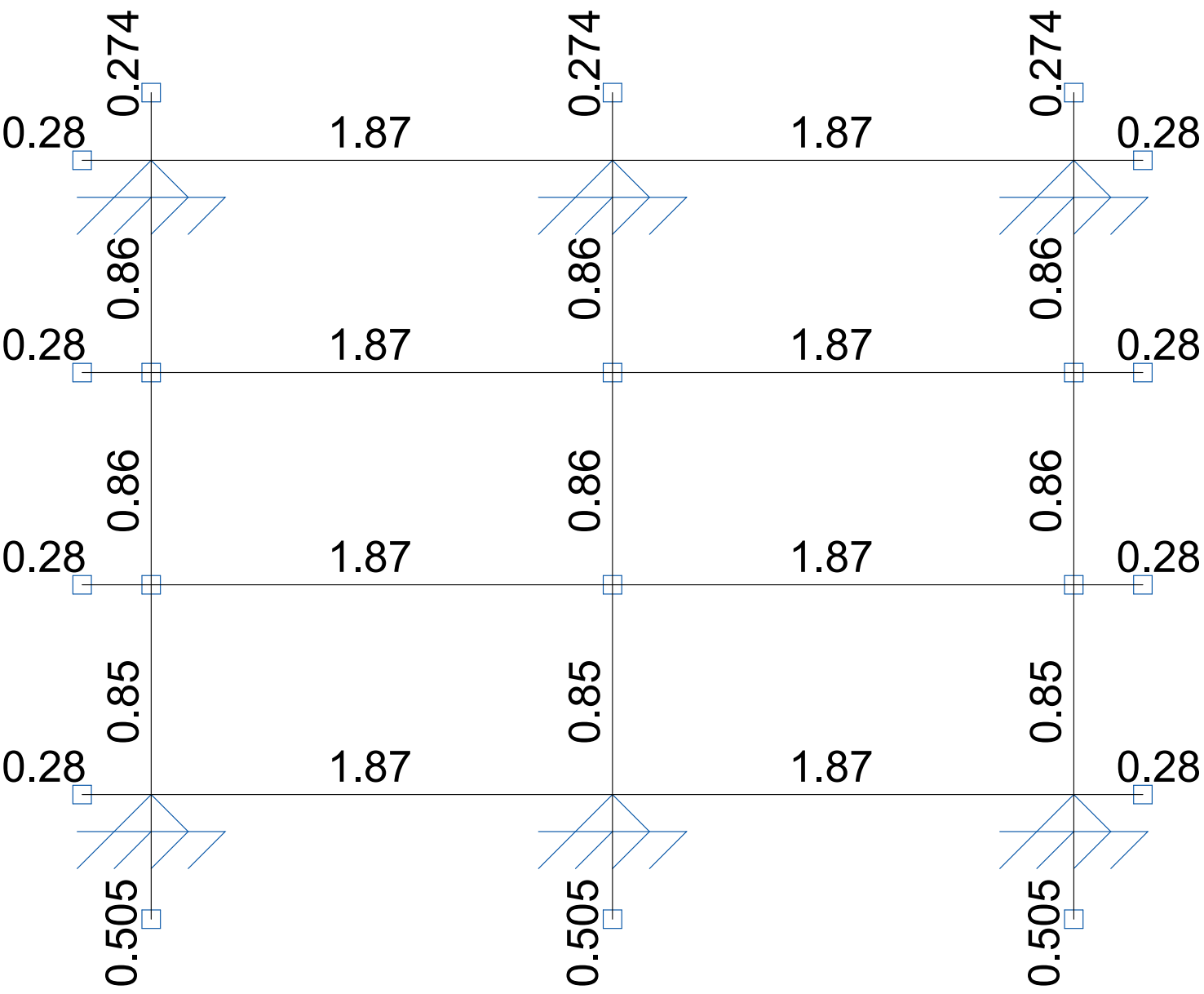
BRASÍLIA

2024

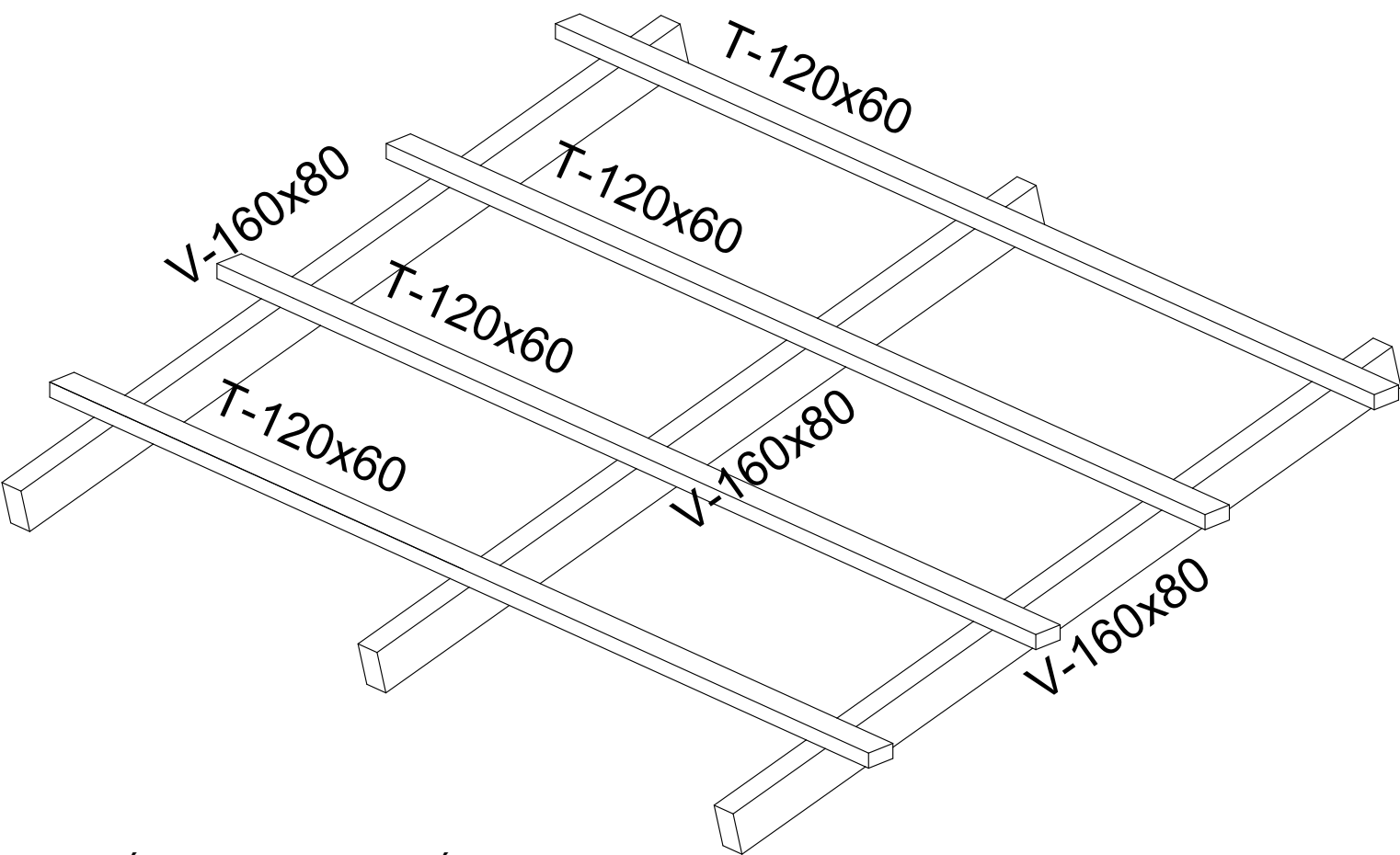




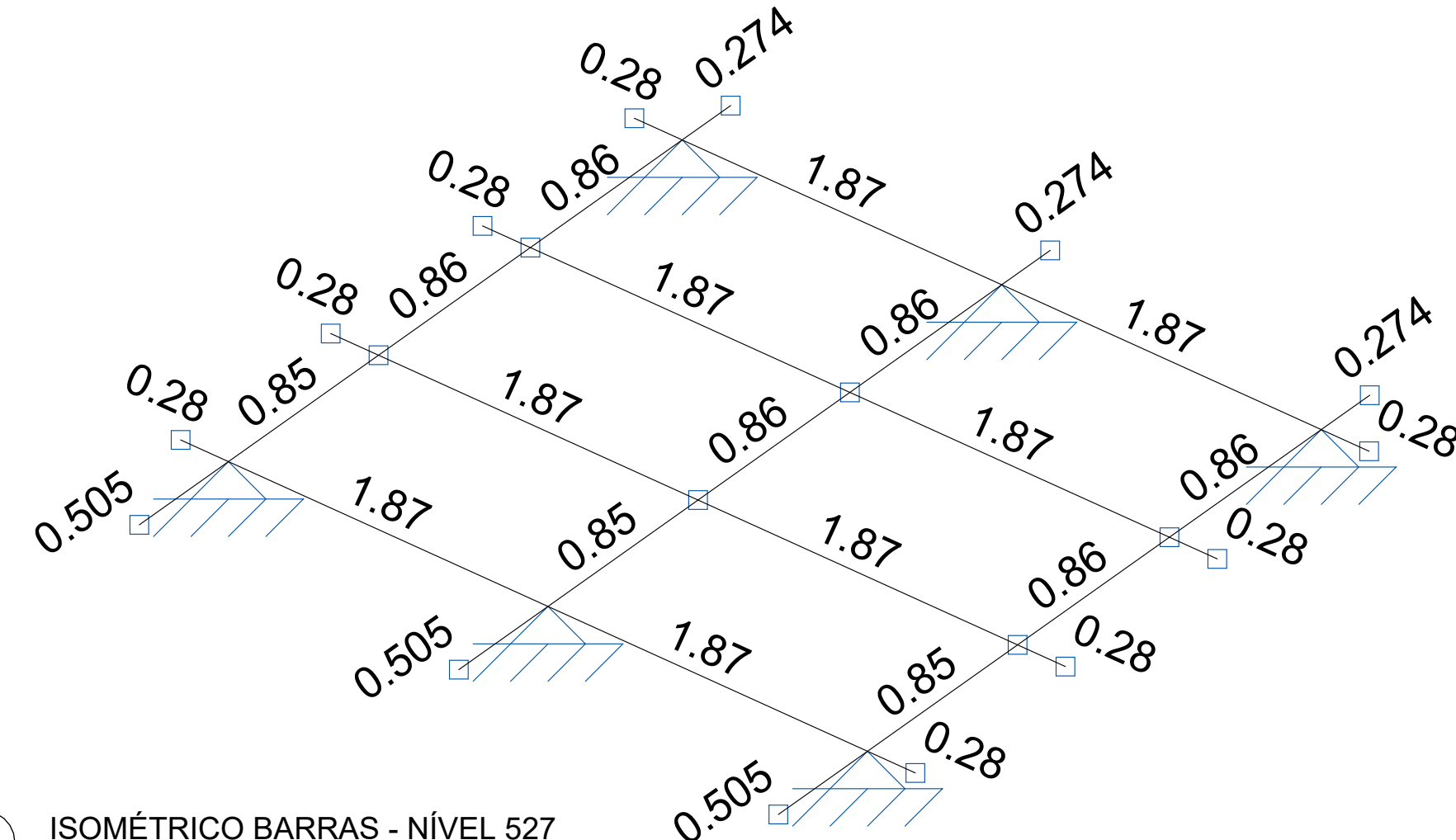
1 PLANTA BAIXA PERFIS - NÍVEL 527
ESCALA 1:25



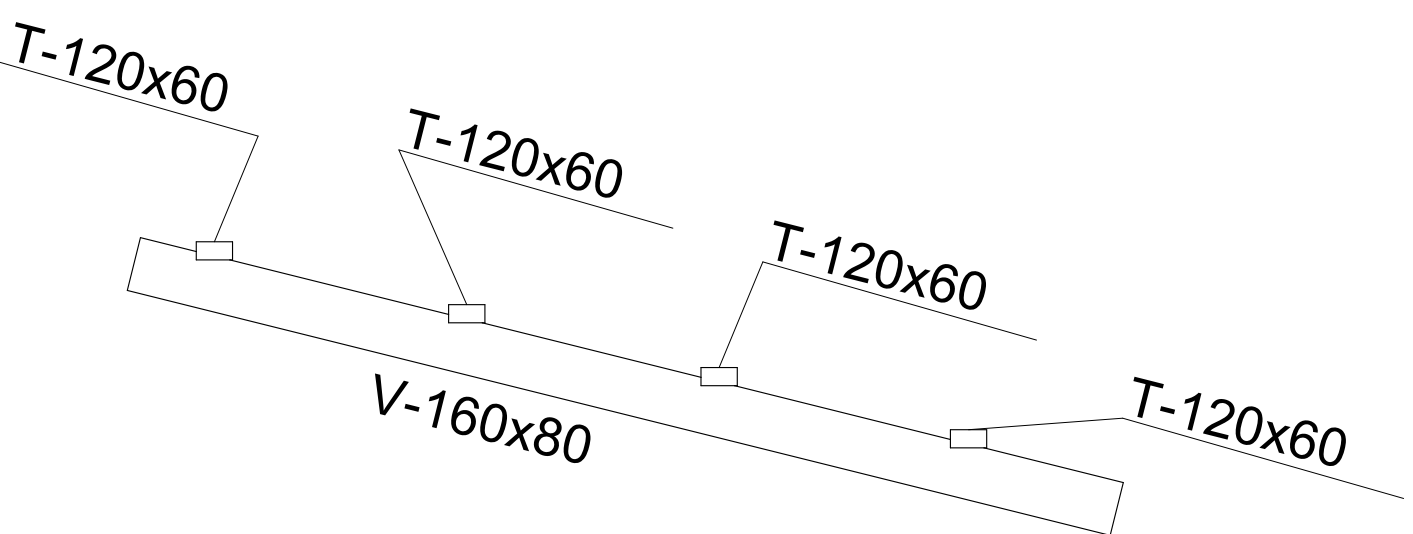
3 PLANTA BAIXA BARRAS - NÍVEL 527
ESCALA 1:25



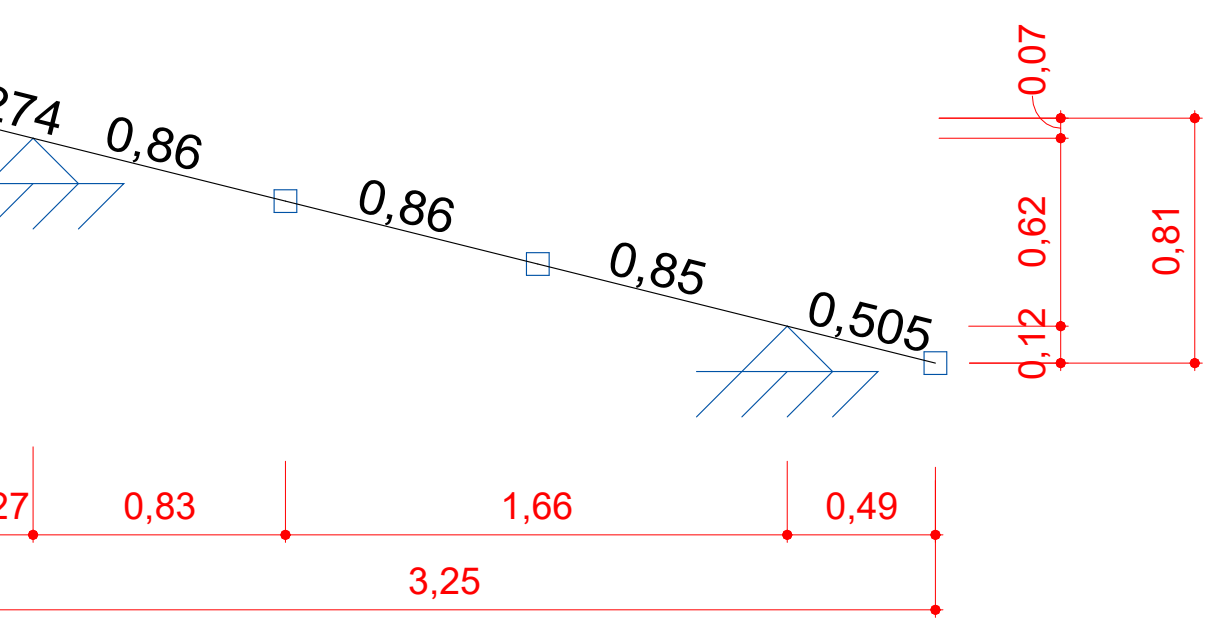
5 ISOMÉTRICO PERFIS - NÍVEL 527
ESCALA 1:25



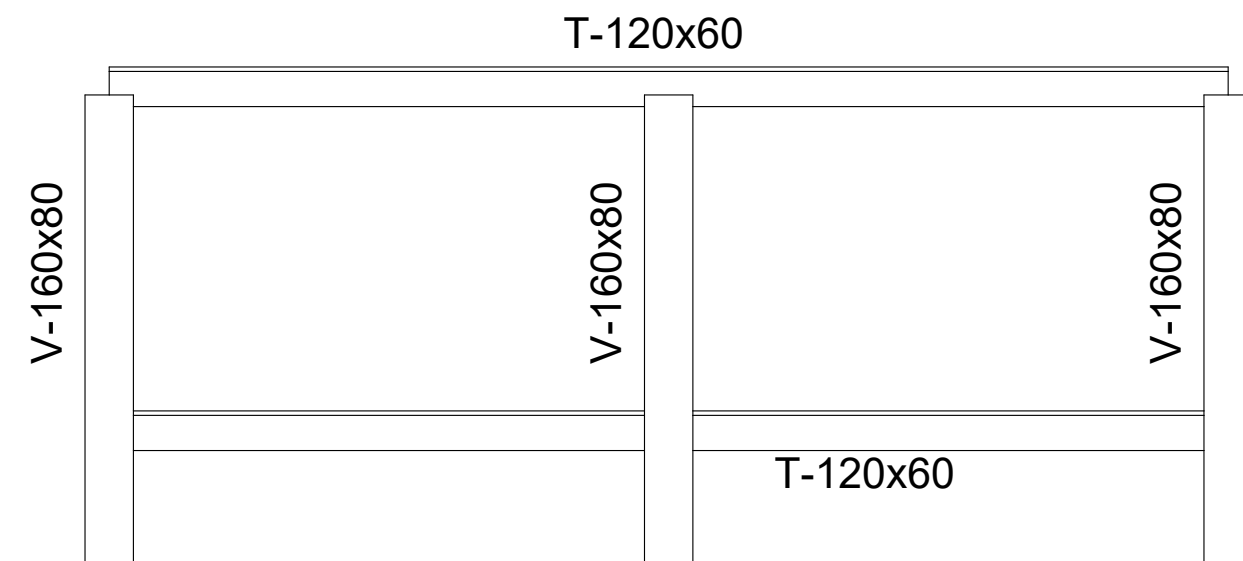
7 ISOMÉTRICO BARRAS - NÍVEL 527
ESCALA 1:25



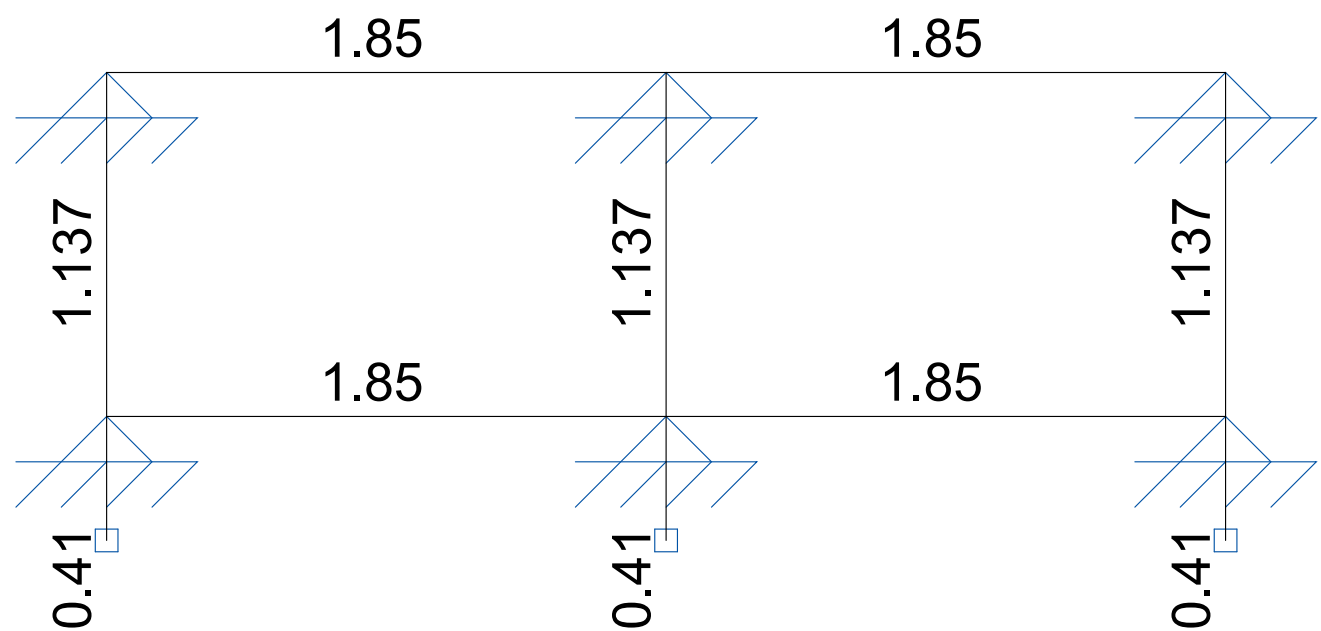
9 VISTA LATERAL PERFIS - NÍVEL 527
ESCALA 1:25



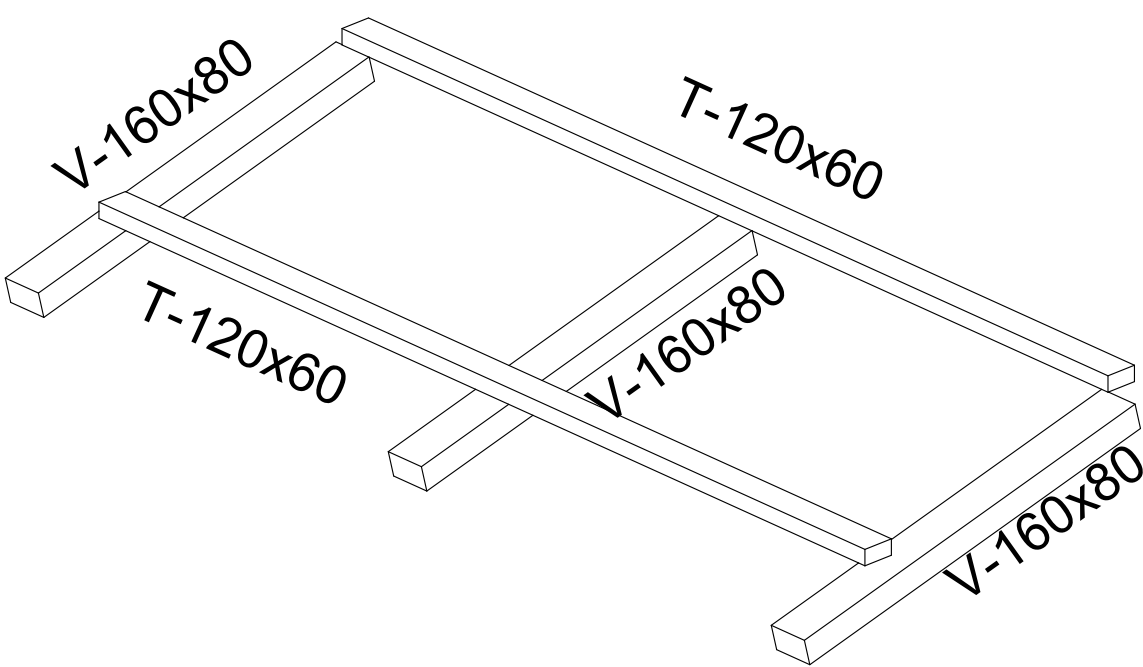
11 VISTA LATERAL - BARRAS - NÍVEL 527
ESCALA 1:25



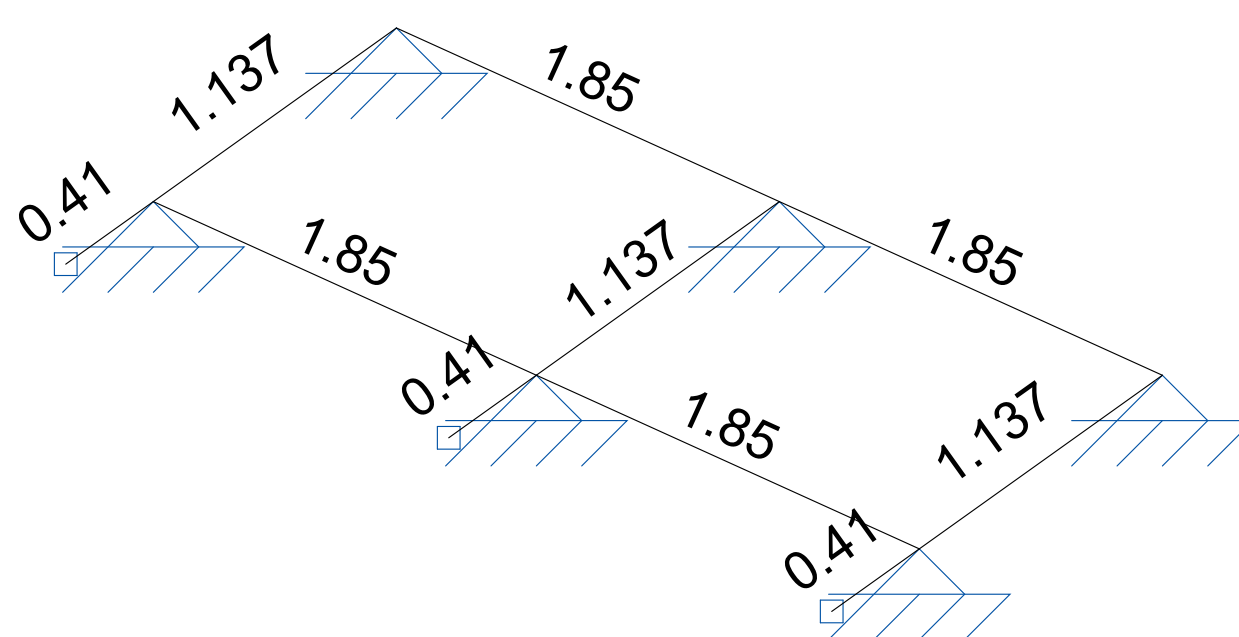
2 PLANTA BAIXA PERFIS - NÍVEL 291
ESCALA 1:25



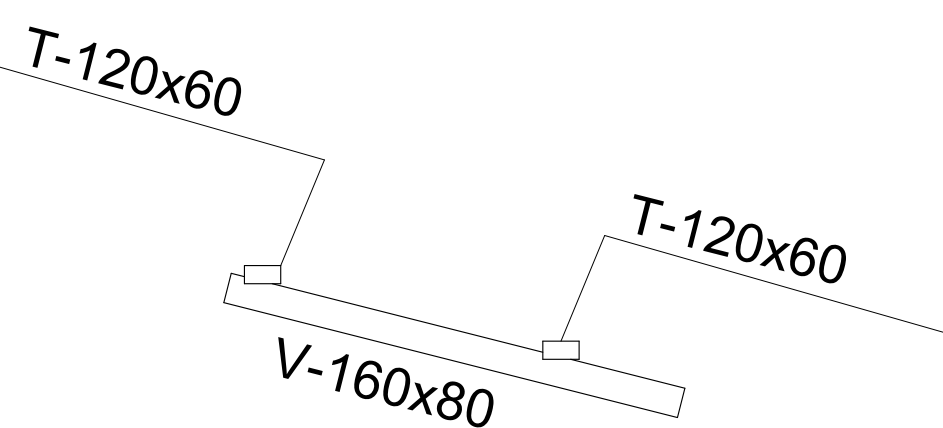
4 PLANTA BAIXA BARRAS - NÍVEL 291
ESCALA 1:25



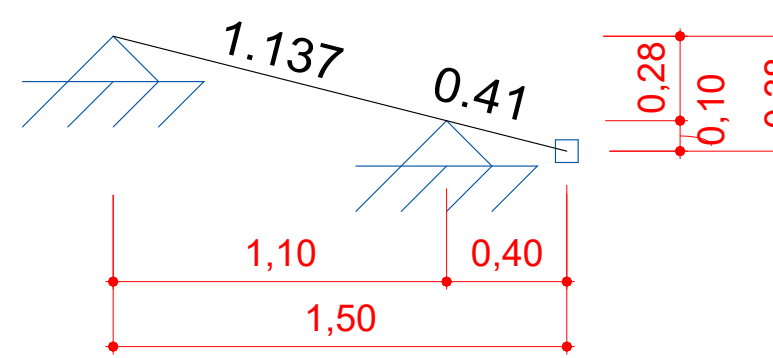
6 ISOMÉTRICO PERFIS - NÍVEL 291
ESCALA 1:25



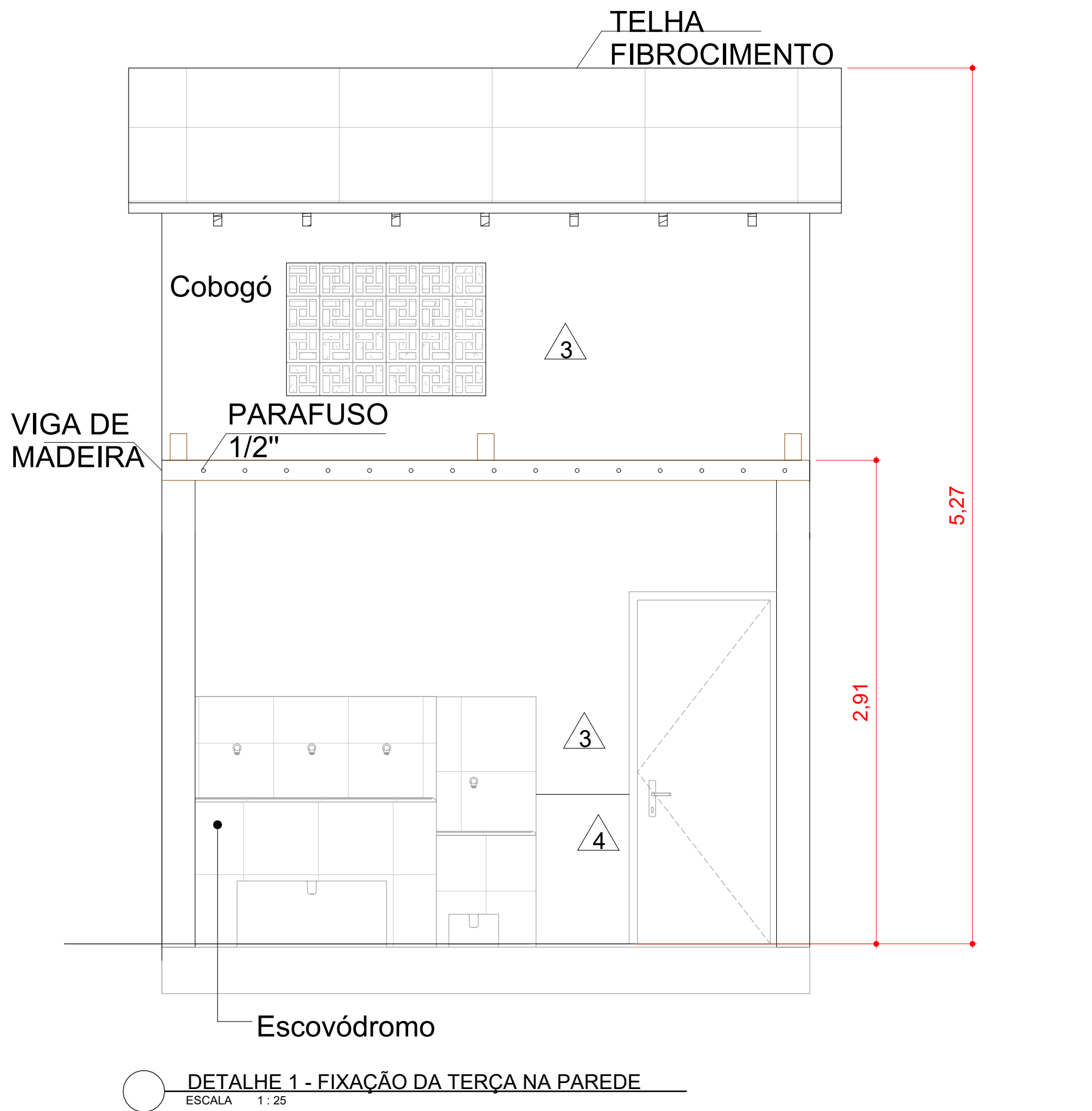
8 ISOMÉTRICO BARRAS - NÍVEL 291
ESCALA 1:25



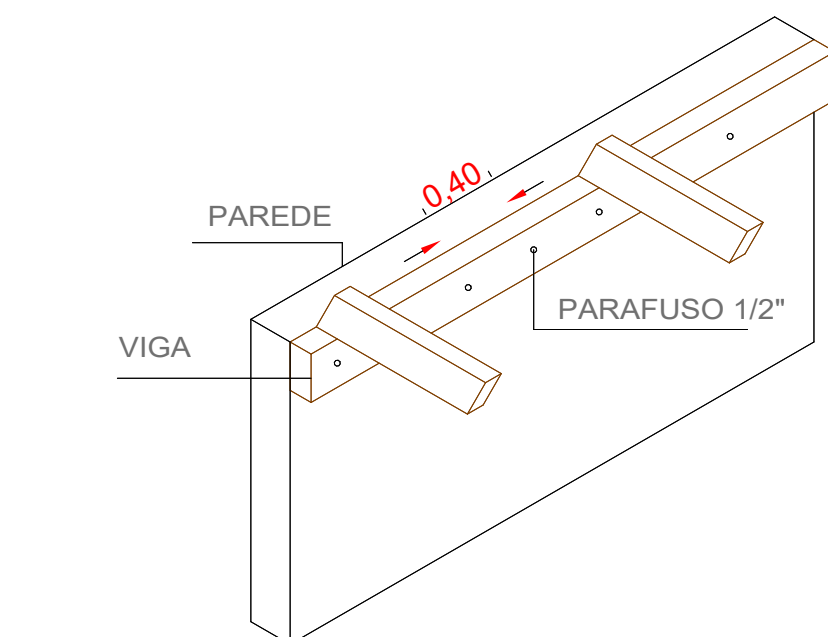
10 VISTA LATERAL PERFIS - NÍVEL 291
ESCALA 1:25



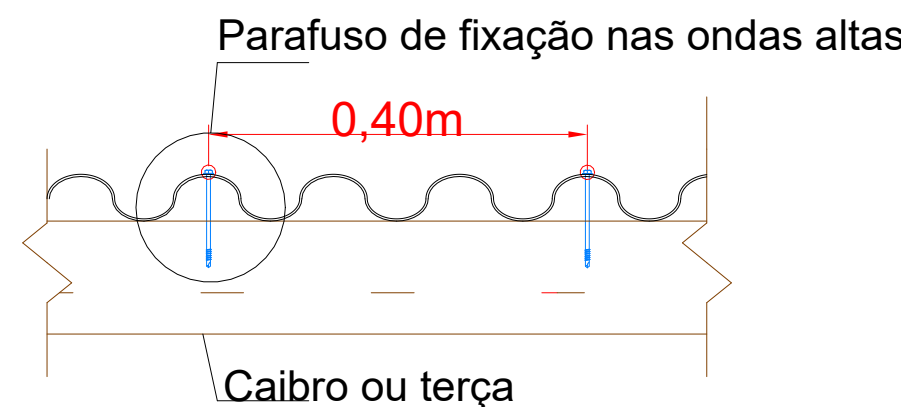
12 VISTA LATERAL - BARRAS - NÍVEL 291
ESCALA 1:25



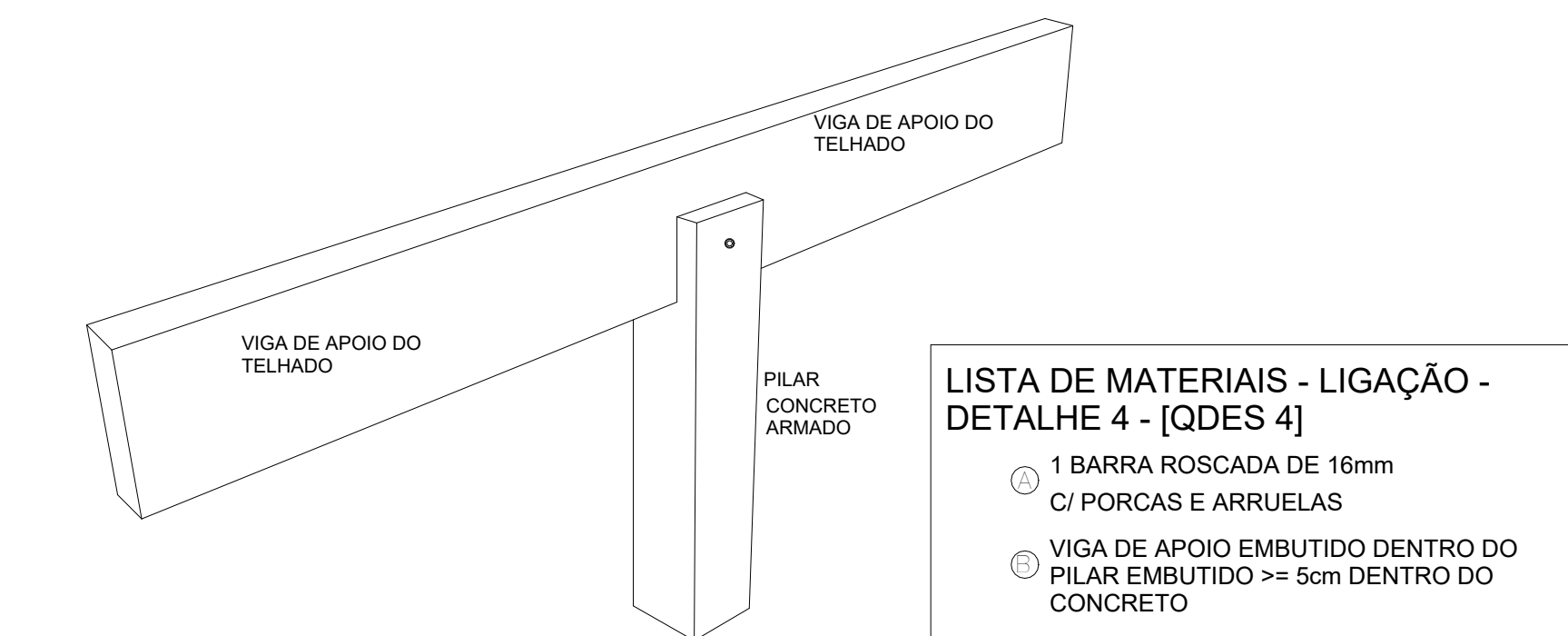
DETALHE 1 - FIXAÇÃO DA TERÇA NA PAREDE
ESCALA 1:25



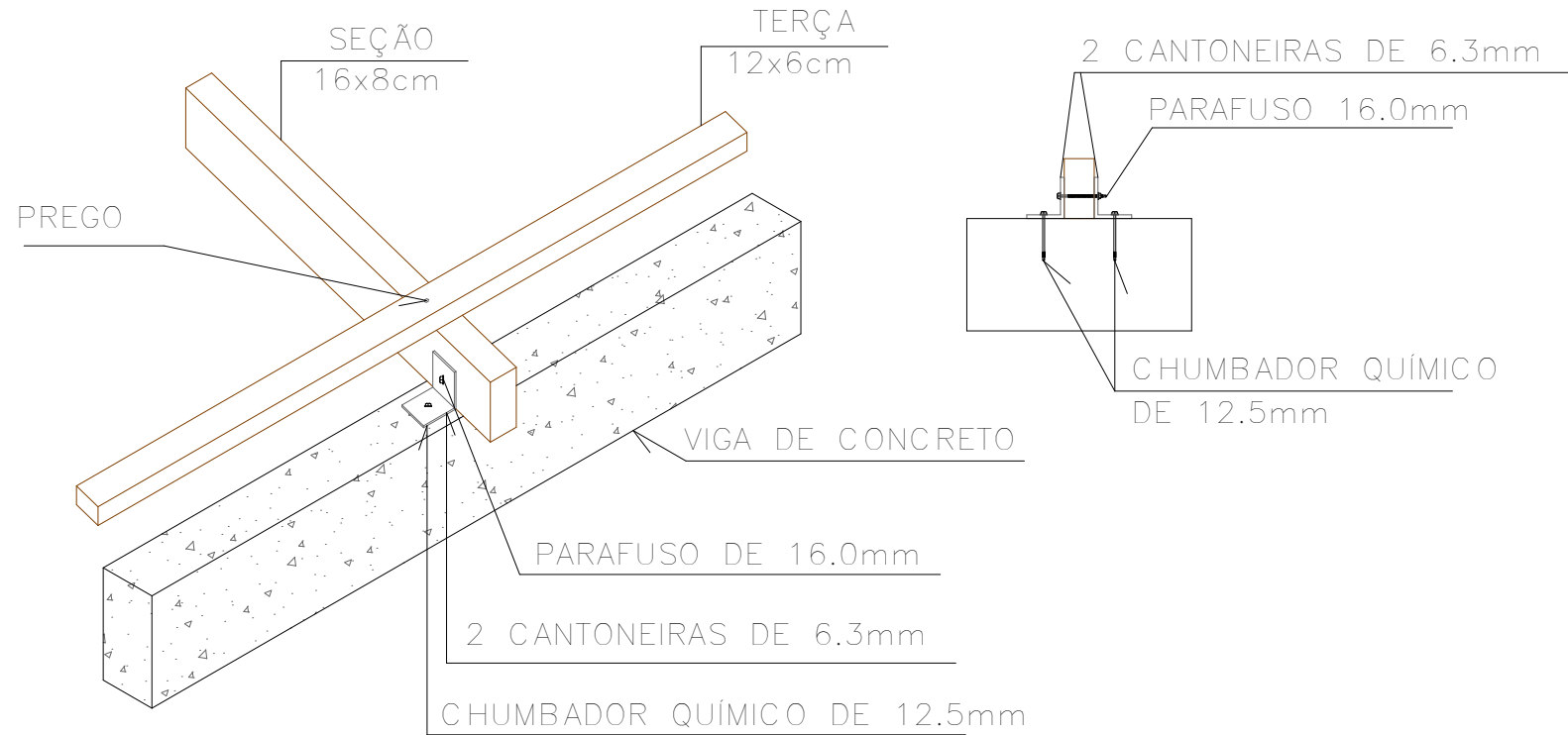
DETALHE 2 - FIXAÇÃO DA TERÇA NA PAREDE
ESCALA 1:25



DETALHE 3 - FIXAÇÃO DAS TELHAS
ESCALA 1:100



DETALHE 4 - LIGAÇÃO PILAR DE CONCRETO E VIGA DE MADEIRA
ESCALA 1:100



DETALHE 5 - LIGAÇÃO VIGA DE CONCRETO COM OS PERFIS DE MADEIRA
ESCALA 1:25

RESUMO DE MATERIAIS - COBERTURA						
Material		Série	Perfil	Comprimento (m)	Volume (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designação					
MADEIRA	SERRADA (DIFUSIONÁRIA) D60, CATEGORIA I	MACIÇA H=160	160X80	14,70	0,188	150,43
		MACIÇA H=120	120X60	24,60	0,177	141,70
TOTAL					0,365	292,13

QUANTITATIVO DAS SUPERFÍCIES A PINTAR				
SÉRIE	PERFIL	SUPERFÍCIE UNITÁRIA (m²/m)	COMPRIMENTO (m)	FORMAS (m²)
MACIÇA H=160	160X80	0,480	14,690	7,051
MACIÇA H=120	120X60	0,360	24,600	8,856
TOTAL				15,907

PROPRIEDADES DA MADEIRA						
Tipo	Designação	E (kgf/cm²)	V	G (kgf/cm²)	α _s (m/m°C)	γ (t/m³)
MADEIRA	SERRADA (DIFUSIONÁRIA) D60, CATEGORIA I	240,745,2	-	12,487,3	0,000005	0,80
NOTAS: E: Módulo de elasticidade V: Módulo de cisalhamento G: Módulo de torção α _s : coeficiente de dilatação γ: Peso específico						

NOTAS:

- TODAS AS MEDIDAS ESTÃO EM METROS, EXCETO NAS SEÇÕES DOS PERFIS, QUE ESTÃO EM MILÍMETROS;
- CONFERIR TODAS AS MEDIDAS NA OBRA, ANTES DE INICIAR O RECORTE DAS PEÇAS;
- RECOMENDA-SE TRATAMENTO DAS PEÇAS DE MADEIRA PARA MAIOR DURABILIDADE: TODAS AS PEÇAS RECEBERÃO LIMPEZA PARA REMOÇÃO DE ÓLEOS, GORDURAS, GRAXAS E PARTES OXIDADAS, E DEPOIS DUAS DEMÃOIS DE PINTURA DE FUNDO, E APLICAÇÃO DE RESINA DE SILICONE HIDROFUGANTE OU IDEIAS SIMILARES;
- NORMAS UTILIZADAS: NBR 7190, NBR 8800, NBR 6120 E NEBR 6123;
- CHAPA DE AÇO GALVANIZADA: ASTM A-36 OU EQUIVALENTE, f_y= 250 mpa;
- PARAFUSOS A307 OU EQUIVALENTE. f_y= 310 mpa & f_u 415 Mpa. A FOLGA NO FURO DOS PARAFUSOS É DE NO MÁXIMO 0,5 mm PARA GARANTIR LIGAÇÃO RÍGIDA. (TAMBÉM PODE SER UTILIZADO BARRA ROSCADA ZINCADA COM RESISTÊNCIA EQUIVALENTE);
- AS ARRUELAS NÃO PODEM TER TAMANHO MENOR QUE 3x (DIÂMETRO DO PARAFUSO);
- AS TERÇAS FORAM DIMENSIONADAS COM SEÇÃO 12 cm (LARGURA) x 6 cm (ALTURA);
- VELOCIDADE DO VENTO CONSIDERADA: 35 m/s;
- COBERTURA: TELHAS FIBROCIMENTO e=6 mm - PESO 14 kg/m². VÃO MÁXIMO ENTRE APOIOS: 1.60 m;
- MADEIRA TIPO SERRADA (FOLHOSA) - CLASSE D60 - CATEGORIA I. EXEMPLOS: MAÇARANDUBA, IPÊ, SUCUPIRA, TATAJUBA, JATOBÁ.
- CHUMBADOR: BARRA ROSCADA FTR - ASTM A36 - M12 - ANCORAGEM QUÍMICA FISHER FIS V

03					
02					
01					
REV	DATA	AUTOR	PROJETISTA	SETOR/DEPART.	ÓRGÃO



SESAI SECRETARIA DE SAÚDE INDÍGENA	
MINISTÉRIO DA SAÚDE SECRETARIA DE SAÚDE INDÍGENA	
DEPARTAMENTO DE PROJETOS E DETERMINANTES AMBIENTAIS DA SAÚDE INDÍGENA COORDENAÇÃO GERAL DE INFRAESTRUTURA E SANEAMENTO PARA SAÚDE INDÍGENA COORDENAÇÃO DE ANÁLISE E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE INFRAESTRUTURA E SANEAMENTO	
PROJETO EXECUTIVO	
OBJETO: MSU - MÓDULO SANITÁRIO DOMICILIAR UNIFAMILIAR COM RESERVATÓRIO	
ENCOMENDADO:	
PROPRIETÁRIO: MINISTÉRIO DA SAÚDE - SECRETARIA ESPECIAL DE SAÚDE INDÍGENA	DATA: 20/03/2024
AUTOR DO PROJETO: GABRIEL FERRERA RUELA	DESENHADO POR: 227.924/D-MG
AUXILIAR TÉCNICO: 24968/D-DF	DESENHADO POR: KAIU CESAR ARNAUD DEON
ASSINATURAS: _____ AUTOR DO PROJETO	ASSINATURAS: _____ PROPRIETÁRIO
DISCIPLINA DO PROJETO: PROJETO ESTRUTURAL TELHADO	
CONTEÚDO: PLANTA / ISOMÉTRICO / VISTA LATERAL / DETALHES	
Nº: _____/20 _____. MSU.ECB.DE.R00	Tipo: MSU

SIGLAS
V VIGA
T TERÇAS



MINISTÉRIO DA SAÚDE

SECRETARIA DE SAÚDE INDÍGENA

DEPARTAMENTO DE PROJETOS E DETERMINANTES AMBIENTAIS DA SAÚDE INDÍGENA

COORDENAÇÃO-GERAL DE INFRAESTRUTURA E SANEAMENTO PARA SAÚDE INDÍGENA

COORDENAÇÃO DE ANÁLISE E ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE INFRAESTRUTURA E
SANEAMENTO

SESAI

SECRETARIA DE SAÚDE INDÍGENA

MÓDULO SANITÁRIO DOMICILIAR UNIFAMILIAR COM RESERVATÓRIO - (MSU)

MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO DAS ESTRUTURAS EM MADEIRA
(TELHADO)

PROJETO DE EXECUTIVO

BRASÍLIA – DF
2024



MINISTÉRIO DA
SAÚDE





ÍNDICE

1	APRESENTAÇÃO	5
2	DADOS GERAIS	5
2.1	DADOS DO PROJETO	5
2.2	DOCUMENTOS DE PROJETOS	6
3	MEMORIAL DE ESPECIFICAÇÕES	6
3.1	TELHADO	6
3.2	ESTRUTURA DE MADEIRA	7
4	MEMORIAL DE CÁLCULO	9
4.1	CRITÉRIOS DO PROJETO DA ESTRUTURA DE MADEIRA	9
4.1.1	Combinações	11
4.1.2	Deslocamentos	14
4.1.3	Resistência	14
4.1.4	Flechas	16
5	NORMAS TÉCNICAS	19



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - - Telha fibrocimento.....	7
Figura 2 - Detalhamento telhado (nível 291).....	9
Figura 3 – Detalhamento Telhado (nível 527)	10



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados do projeto	6
Tabela 2 – Características físicas da madeira	7
Tabela 3 - Tabela resumo de madeiramento	8
Tabela 4 - Quantitativos de superfícies	9
Tabela 5 - Coeficientes E.L.U. madeira: NBR 7190	11
Tabela 6 - Coeficientes de deslocamentos	11
Tabela 7 - E.L.U. Madeira	12
Tabela 8 - Deslocamento	14
Tabela 9 - Verificação de resistência	15
Tabela 10 - Flechas	16



1 APRESENTAÇÃO

1.1 OBJETIVO

Este memorial visa apresentar as premissas adotadas no cálculo das estruturas de telhado de madeira destinadas à cobertura do Módulo Sanitário Domiciliar Unifamiliar, juntamente com as especificações técnicas correspondentes. Além disso, tem como propósito destacar as determinações estabelecidas no projeto estrutural, abrangendo normas, especificações de serviços e materiais relevantes para as características específicas da obra em questão.

1.2 NOTA GERAL

As informações e dados apresentados neste documento foram definidas de acordo com as especificações contidas no projeto estrutural e a previsibilidade de informações obtidas a partir de objetos semelhantes executados pela SESAI. Em caso de inviabilidade, necessidade de alterações ou inconsistências identificadas, o Distrito Sanitário Especial Indígena (DSEI) poderá apresentar soluções para melhoria dos métodos adotados

2 DADOS GERAIS

2.1 DADOS DO PROJETO

Na tabela 1 estão apresentados os dados referentes ao projeto Executivo, apenas em caráter representativo.



TABELA 1 – DADOS DO PROJETO

DADOS DO PROJETO			
OBJETO	Implantação do Módulo Sanitário Domiciliar Unifamiliar – Projeto de Referência.		
ENDEREÇO	SRTVN Quadra 702, bloco D, 4º andar, Ed. PO 700, Brasília - Brasil		
ÁREA TOTAL DO TERRENO			
ÁREA CONSTRUÍDA	16,38 m ² (MSU)		
ÁREA ÚTIL			
ÁREA COBERTA	15,015 m ² (com varanda)		
TIPOLOGIA	Estabelecimento de saúde		

2.2 DOCUMENTOS DE PROJETOS

Os documentos técnicos, como projeto estrutural desenvolvidos para a implantação do MSU Unifamiliar estão dispostos na Lista de Documentos nº _____/20____-____.MSU.ECB.DE-R00.

3 MEMORIAL DE ESPECIFICAÇÕES

O telhado em questão será construído com estrutura de Madeira (vigas e terças) composto por telhas de fibrocimento. Nos itens a seguir, serão detalhadas as especificações e a metodologia de cálculo desses materiais e serviços.

3.1 TELHADO

As telhas serão do tipo fibrocimento (Figura 1), com espessura de 6 mm e peso médio de 14 kg/m². A inclinação do telhado será variável de acordo com a extensão do pano, sendo recomendado um mínimo de 10%



FIGURA 1 - - TELHA FIBROCIMENTO



3.2 ESTRUTURA DE MADEIRA

As peças de madeira deverão ser de primeira categoria, isentas de defeitos por meio do método visual normalizado, e também submetidas a uma classificação mecânica para enquadramento nas classes de resistência especificadas na NBR 7190.

A estrutura de madeira será composta por madeiras tipo serrada (folhosa) de classe D60 - categoria 1, tais como Maçaranduba, Ipê, Sucupira, Jatobá, Tatajuba. As características da madeira estão descritas na tabela 2, enquanto quantitativos do madeiramento do telhado estão descritos na Tabela 3.

TABELA 2 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA MADEIRA

Materiais utilizados						
Material		E (kgf/cm ²)	v	G (kgf/cm ²)	α_t (m/m°C)	Y (t/m ³)
Tipo	Designação					
Madeira	Serrada (dicotiledôneas), D 60, categoria I	249.745,2	-	12.487,3	0.000005	0.80
Notação: E: Módulo de elasticidade v: Módulo de poisson G: Módulo de corte α_t : Coeficiente de dilatação γ : Peso específico						



TABELA 3 - TABELA RESUMO DE MADEIRAMENTO

RESUMO DE MATERIAIS - COBERTURA						
Material		Série	Perfil	Comprimento (m)	Volume (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designação					
MADEIRA	SERRADA (DICOTILEDÔNEA), D60, CATEGORIA I	MACIÇA H=160	160X80	14,70	0,188	150,43
		MACIÇA H=120	120X60	24,60	0,177	141,70
TOTAL					0,365	292,13

A estrutura adota uma concepção estrutural utilizando dois apoios já existentes. As ligações entre as madeiras serão do tipo parafusadas, utilizando porcas e arruelas, conforme detalhamento em projeto, para garantir o aperto correto.

Os parafusos utilizados serão do tipo A307 ou equivalente, com resistência $F_y=310$ MPa e $f_u=415$ MPa. A folga no furo dos parafusos será de no máximo 0,5 mm para assegurar uma ligação rígida. Alternativamente, pode ser utilizada barra roscada zincada com resistência equivalente. No caso de barra roscada, é necessário prestar atenção ao quantitativo de porcas e arruelas, pois a barra roscada não possui cabeça. As arruelas não devem ter tamanho menor que 3 vezes o diâmetro do parafuso.

Para garantir maior durabilidade, recomenda-se o tratamento das peças de madeira. Todas as peças serão submetidas à limpeza para remoção de óleos, gorduras, graxas e partes oxidadas, seguido por duas demãos de pintura de fundo e aplicação de resina de silicone hidrofugante ou similar. A Tabela 4 apresenta o quantitativo referente às áreas de madeira que deverão ser tratadas. Além disso, é crucial conferir todas as medidas na obra antes de iniciar o recorte das peças.



TABELA 4 - QUANTITATIVOS DE SUPERFÍCIES

Madeira: Quantitativos das superfícies a pintar				
Série	Perfil	Superfície unitária (m ² /m)	Comprimento (m)	Formas (m ²)
Maciça h180	160x80	0,480	14,69	7,051
Maciça h160	120x60	0,360	24,60	8,856
Total				15,907

As chapas serão em aço galvanizado para garantir uma maior durabilidade. Além disso, todas as peças passarão por um processo de limpeza para remover quaisquer óleos, gorduras, graxas e áreas oxidadas. Em seguida, serão aplicadas duas demãos de pintura de fundo, como zarcão ou produtos similares, para proteção adicional.

4 MEMORIAL DE CÁLCULO

4.1 CRITÉRIOS DO PROJETO DA ESTRUTURA DE MADEIRA

O telhado será construído com uma inclinação de 25%, conforme ilustrado na figuras abaixo e detalhado no projeto. Para o cálculo estrutural, as vigas de madeira foram apoiadas em três pontos ao longo do telhado, enquanto as terças foram posicionadas sobre as vigas para a instalação das telhas de fibrocimento.

FIGURA 2 - DETALHAMENTO TELHADO (NÍVEL 291)

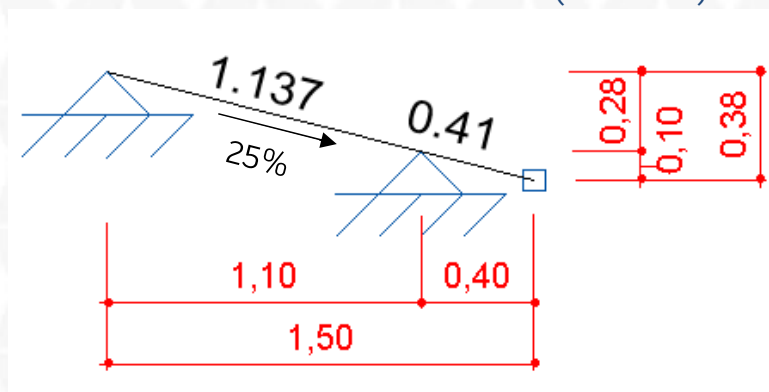
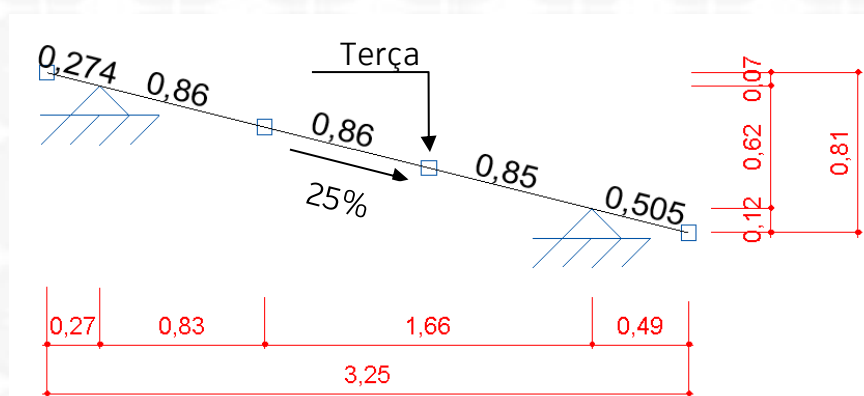


FIGURA 3 – DETALHAMENTO TELHADO (NÍVEL 527)



Metodologia de Cálculo: Modelagem da Estrutura de madeira no software Cype3D para análise dos cálculos da estrutura, além de conferência dos esforços solicitantes e cálculos de ligações em planilhas assim como a quantificação de material.

Cargas consideradas: peso das telhas saturadas pela água da chuva, sobrecarga accidental de manutenção, e velocidade do vento. Para as distintas situações de projeto, as combinações de ações serão definidas de acordo com os seguintes critérios:

- Com coeficientes de combinação

- Sem coeficientes de combinação

Onde:

Gk Ação permanente

Pk Ação de pré-esforço

Qk Ação variável

Ad Ação accidental

γ_G Coeficiente parcial de segurança das ações permanentes

γ_P Coeficiente parcial de segurança da ação de pré-esforço

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de segurança da ação variável principal



$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de segurança das ações variáveis de acompanhamento

γ_{Ad} Coeficiente parcial de segurança da ação acidental

$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinação da ação variável principal

$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinação das ações variáveis de acompanhamento

Para cada situação de projeto e estado limite, os coeficientes a utilizar serão:

- E.L.U. Madeira: NBR 7190

TABELA 5 - COEFICIENTES E.L.U. MADEIRA: NBR 7190

Situação 1				
	Coeficientes parciais de segurança (γ)		Coeficientes de combinação (ψ)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (ψ_p)	Acompanhamento (ψ_a)
Permanente (G)	1.000	1.300	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.400	1.000	0.700
Vento (Q)	0.000	1.400	0.750	0.500

- Deslocamentos

TABELA 6 - COEFICIENTES DE DESLOCAMENTOS

Ações variáveis sem sismo		
	Coeficientes parciais de segurança (γ)	
	Favorável	Desfavorável
Permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Vento (Q)	0.000	1.000

4.1.1 Combinações

Nomes das ações

PP	Peso próprio
TELHADO	FIBROCIMENTO
SOBRECARGA	SOBRECARGA
VENTO 0°	VENTO 0°
VENTO 90°	VENTO 90°
VENTO -90°	VENTO -90°



VENTO 0° (1) VENTO 0° (1)
 VENTO 90° (1) VENTO 90° (1)
 VENTO -90 (1) VENTO -90 (1)

TABELA 7 - E.L.U. MADEIRA

Comb.	PP	TELHADO	SOBRECARGA	VENTO 0°	VENTO 90°	VENTO - 90°	VENTO 0° (1)	VENTO 90° (1)	VENTO - 90 (1)
1	1.000	1.000							
2	1.300	1.000							
3	1.000	1.300							
4	1.300	1.300							
5	1.000	1.000	1.400						
6	1.300	1.000	1.400						
7	1.000	1.300	1.400						
8	1.300	1.300	1.400						
9	1.000	1.000		1.050					
10	1.300	1.000		1.050					
11	1.000	1.300		1.050					
12	1.300	1.300		1.050					
13	1.000	1.000	0.980	1.050					
14	1.300	1.000	0.980	1.050					
15	1.000	1.300	0.980	1.050					
16	1.300	1.300	0.980	1.050					
17	1.000	1.000	1.400	0.700					
18	1.300	1.000	1.400	0.700					
19	1.000	1.300	1.400	0.700					
20	1.300	1.300	1.400	0.700					
21	1.000	1.000			1.050				
22	1.300	1.000			1.050				
23	1.000	1.300			1.050				
24	1.300	1.300			1.050				
25	1.000	1.000	0.980		1.050				
26	1.300	1.000	0.980		1.050				
27	1.000	1.300	0.980		1.050				
28	1.300	1.300	0.980		1.050				
29	1.000	1.000	1.400		0.700				
30	1.300	1.000	1.400		0.700				
31	1.000	1.300	1.400		0.700				
32	1.300	1.300	1.400		0.700				
33	1.000	1.000				1.050			
34	1.300	1.000				1.050			
35	1.000	1.300				1.050			
36	1.300	1.300				1.050			



Comb.	PP	TELHADO	SOBRECARGA	VENTO 0°	VENTO 90°	VENTO - 90°	VENTO 0° (1)	VENTO 90° (1)	VENTO - 90 (1)
37	1.000	1.000	0.980			1.050			
38	1.300	1.000	0.980			1.050			
39	1.000	1.300	0.980			1.050			
40	1.300	1.300	0.980			1.050			
41	1.000	1.000	1.400			0.700			
42	1.300	1.000	1.400			0.700			
43	1.000	1.300	1.400			0.700			
44	1.300	1.300	1.400			0.700			
45	1.000	1.000					1.050		
46	1.300	1.000					1.050		
47	1.000	1.300					1.050		
48	1.300	1.300					1.050		
49	1.000	1.000	0.980				1.050		
50	1.300	1.000	0.980				1.050		
51	1.000	1.300	0.980				1.050		
52	1.300	1.300	0.980				1.050		
53	1.000	1.000	1.400				0.700		
54	1.300	1.000	1.400				0.700		
55	1.000	1.300	1.400				0.700		
56	1.300	1.300	1.400				0.700		
57	1.000	1.000						1.050	
58	1.300	1.000						1.050	
59	1.000	1.300						1.050	
60	1.300	1.300						1.050	
61	1.000	1.000	0.980					1.050	
62	1.300	1.000	0.980					1.050	
63	1.000	1.300	0.980					1.050	
64	1.300	1.300	0.980					1.050	
65	1.000	1.000	1.400					0.700	
66	1.300	1.000	1.400					0.700	
67	1.000	1.300	1.400					0.700	
68	1.300	1.300	1.400					0.700	
69	1.000	1.000							1.050
70	1.300	1.000							1.050
71	1.000	1.300							1.050
72	1.300	1.300							1.050
73	1.000	1.000	0.980						1.050
74	1.300	1.000	0.980						1.050
75	1.000	1.300	0.980						1.050
76	1.300	1.300	0.980						1.050
77	1.000	1.000	1.400						0.700
78	1.300	1.000	1.400						0.700



Comb.	PP	TELHADO	SOBRECARGA	VENTO 0°	VENTO 90°	VENTO - 90°	VENTO 0° (1)	VENTO 90° (1)	VENTO - 90 (1)
79	1.000	1.300	1.400						0.700
80	1.300	1.300	1.400						0.700

4.1.2 Deslocamentos

TABELA 8 - DESLOCAMENTO

Comb.	PP	TELHADO	SOBRECARGA	VENTO 0°	VENTO 90°	VENTO - 90°	VENTO 0° (1)	VENTO 90° (1)	VENTO - 90 (1)
1	1.000	1.000							
2	1.000	1.000	1.000						
3	1.000	1.000		1.000					
4	1.000	1.000	1.000	1.000					
5	1.000	1.000			1.000				
6	1.000	1.000	1.000		1.000				
7	1.000	1.000				1.000			
8	1.000	1.000	1.000			1.000			
9	1.000	1.000					1.000		
10	1.000	1.000	1.000				1.000		
11	1.000	1.000						1.000	
12	1.000	1.000	1.000					1.000	
13	1.000	1.000							1.000
14	1.000	1.000	1.000						1.000

4.1.3 Resistência

Referências:

N: Esforço axial (t)

Vy: Esforço cortante segundo o eixo local Y da barra. (t)

Vz: Esforço cortante segundo o eixo local Z da barra. (t)

Mt: Momento torsor (t·m)

My: Momento fletor no plano 'XZ' (rotação da seção em relação ao eixo local 'Y' da barra). (t·m)

Mz: Momento fletor no plano 'XY' (rotação da seção em relação ao eixo local 'Z' da barra). (t·m)



Os esforços indicados são os correspondentes à combinação desfavorável, ou seja, aquela que solicita a máxima resistência da seção.

Origem dos esforços desfavoráveis:

G: Verticais

GV: Verticais + vento

GSis: Verticais + sismo

GVSis: Verticais + vento + sismo

η : Aproveitamento da resistência. A barra cumpre as condições de resistência da Norma se cumprir que $\eta \leq 100\%$.

TABELA 9 - VERIFICAÇÃO DE RESISTÊNCIA

Verificação de resistência										
Barra	η (%)	Posição (m)	Esforços desfavoráveis						Origem	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N1/N3	3.10	0.505	-0.027	0.000	-0.108	0.000	0.027	0.000	GV	Passa
N3/N4	37.12	0.850	-0.072	-0.002	-0.288	0.000	0.258	0.001	G	Passa
N4/N5	37.14	0.430	0.000	-0.001	-0.003	0.000	0.265	0.000	G	Passa
N5/N6	36.52	0.000	0.071	0.001	0.282	0.000	0.261	0.000	G	Passa
N6/N2	1.68	0.000	0.015	0.000	0.059	0.000	0.008	0.000	GV	Passa
N27/N29	2.98	0.410	-0.020	-0.078	0.000	0.000	0.000	0.016	GV	Passa
N29/N28	4.55	0.569	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	-0.024	GV	Passa
N32/N31	2.98	0.410	-0.020	-0.078	0.000	0.000	0.000	0.016	GV	Passa
N31/N30	4.55	0.569	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	-0.024	GV	Passa
N35/N34	2.98	0.410	-0.020	-0.078	0.000	0.000	0.000	0.016	GV	Passa
N34/N33	4.55	0.569	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	-0.024	GV	Passa
N28/N30	1.77	1.850	-0.017	0.007	0.000	0.000	0.000	-0.002	G	Passa
N30/N33	1.77	0.000	-0.017	-0.007	0.000	0.000	0.000	-0.002	G	Passa
N29/N31	1.87	1.850	-0.017	0.007	0.000	0.000	0.000	-0.002	G	Passa
N31/N34	1.87	0.000	-0.017	-0.007	0.000	0.000	0.000	-0.002	G	Passa
N12/N11	3.10	0.505	-0.027	0.000	-0.108	0.000	0.027	0.000	GV	Passa
N11/N10	37.73	0.850	-0.072	0.000	-0.295	0.000	0.265	0.000	G	Passa
N10/N9	37.91	0.430	-0.001	0.000	-0.003	0.000	0.271	0.000	G	Passa
N9/N8	37.37	0.000	0.072	0.000	0.289	0.000	0.267	0.000	G	Passa
N8/N7	1.68	0.000	0.015	0.000	0.059	0.000	0.008	0.000	GV	Passa
N18/N17	3.10	0.505	-0.027	0.000	-0.108	0.000	0.027	0.000	GV	Passa
N17/N16	37.12	0.850	-0.072	0.002	-0.288	0.000	0.258	-0.001	G	Passa
N16/N15	37.14	0.430	0.000	0.001	-0.003	0.000	0.265	0.000	G	Passa



Verificação de resistência										
Barra	L (%)	Posição (m)	Esforços desfavoráveis						Origem	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N15/N14	36.52	0.000	0.071	-0.001	0.282	0.000	0.261	0.000	G	Passa
N14/N13	1.68	0.000	0.015	0.000	0.059	0.000	0.008	0.000	GV	Passa
N26/N6	0.19	0.280	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Passa
N6/N8	1.85	1.870	-0.019	0.007	0.000	0.000	0.000	-0.002	G	Passa
N8/N14	1.85	0.000	-0.019	-0.007	0.000	0.000	0.000	-0.002	G	Passa
N14/N25	0.19	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Passa
N24/N5	0.19	0.280	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Passa
N5/N9	1.69	1.870	-0.002	0.008	0.000	0.000	0.000	-0.002	G	Passa
N9/N15	1.69	0.000	-0.002	-0.008	0.000	0.000	0.000	-0.002	G	Passa
N15/N23	0.19	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Passa
N22/N4	0.19	0.280	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Passa
N4/N10	1.71	1.870	-0.001	0.008	-0.001	0.000	0.000	-0.002	G	Passa
N10/N16	1.71	0.000	-0.001	-0.008	0.001	0.000	0.000	-0.002	G	Passa
N16/N21	0.19	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Passa
N19/N3	0.19	0.280	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Passa
N3/N11	1.84	1.870	-0.017	0.007	0.000	0.000	0.000	-0.002	G	Passa
N11/N17	1.84	0.000	-0.017	-0.007	0.000	0.000	0.000	-0.002	G	Passa
N17/N20	0.19	0.000	0.000	-0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Passa

4.1.4 Flechas

Referências:

Pos.: Valor da coordenada sobre o eixo 'X' local do grupo de flecha no ponto onde se produz o valor péssimo da flecha.

L.: Distância entre dois pontos de corte consecutivos da deformada com a reta que une os nós extremos do grupo de flecha.

TABELA 10 - FLECHAS

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha ativa absoluta xy Flecha ativa relativa xy		Flecha ativa absoluta xz Flecha ativa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N1/N2	3.349	0.04	3.349	7.79	2.645	0.00	3.349	6.31



Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha ativa absoluta xy Flecha ativa relativa xy		Flecha ativa absoluta xz Flecha ativa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
	3.349	L/(>1000)	3.349	L/429.9	-	L/(>1000)	3.349	L/530.9
N3/N17	2.805	0.04	2.618	0.01	3.366	0.00	1.683	0.00
	2.805	L/(>1000)	2.618	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N19/N3	0.140	0.00	0.140	0.00	0.280	0.00	0.140	0.00
	0.140	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N17/N20	0.140	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
	0.140	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N16/N21	0.140	0.00	0.140	0.00	0.140	0.00	0.140	0.00
	0.140	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N4/N16	2.805	0.09	1.309	0.02	1.683	0.00	1.683	0.00
	2.805	L/(>1000)	1.309	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N22/N4	0.140	0.00	0.140	0.00	0.140	0.00	0.140	0.00
	0.140	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N15/N23	0.140	0.00	0.140	0.00	0.140	0.00	0.140	0.00
	0.140	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N5/N15	0.935	0.09	1.309	0.01	2.057	0.00	1.496	0.00
	0.935	L/(>1000)	1.309	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N24/N5	0.140	0.00	0.140	0.00	0.140	0.00	0.000	0.00
	0.140	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N14/N25	0.140	0.00	0.140	0.00	0.140	0.00	0.140	0.00
	0.140	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N6/N14	2.805	0.04	1.870	0.01	3.179	0.00	1.870	0.00
	2.805	L/(>1000)	1.870	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N26/N6	0.140	0.00	0.140	0.00	0.280	0.00	0.140	0.00
	0.140	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N27/N28	1.547	0.43	1.547	0.00	1.547	0.85	1.547	0.00
	1.547	L/(>1000)	1.547	L/(>1000)	1.547	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N32/N30	1.547	0.43	1.547	0.00	1.547	0.85	1.547	0.00
	1.547	L/(>1000)	-	L/(>1000)	1.547	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N35/N33	1.547	0.43	1.547	0.00	1.547	0.85	1.547	0.00
	1.547	L/(>1000)	1.547	L/(>1000)	1.547	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N28/N33	2.775	0.04	3.145	0.00	0.000	0.00	2.035	0.00
	2.775	L/(>1000)	3.145	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
	2.775	0.04	3.145	0.00	0.000	0.00	1.665	0.00



Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha ativa absoluta xy Flecha ativa relativa xy		Flecha ativa absoluta xz Flecha ativa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N29/N34	2.775	L/(>1000)	3.145	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N12/N7	3.349	0.00	3.349	7.98	3.349	0.00	3.349	6.31
	-	L/(>1000)	3.349	L/419.6	-	L/(>1000)	3.349	L/530.9
N18/N13	3.349	0.04	3.349	7.79	3.349	0.00	3.349	6.31
	3.349	L/(>1000)	3.349	L/429.9	-	L/(>1000)	3.349	L/530.9



5 NORMAS TÉCNICAS

A lista de normas abaixo e suas eventuais substitutas ou atualizações, não é exaustiva, dada a dinâmica de modificação dos normativos e sua grande gama de orientações.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6120: Ações para o cálculo de estruturas de edificações.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6123: Forças devidas ao vento em edificações.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 8800: Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios (Método dos estados limites) - Procedimento