



**Item 15:** Yeso, coeficiente de transmitancia termica (0.3 W/mK ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

**Item 26:** Adobe, coeficiente de transmitancia termica (0.9 W/mk ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

### Hallando las transmitancia termicas de cada muro tipo 2

#### Muro Norte (sin cámara de aire)

##### Adobe

- Espesor  
 $e_{material1} = 0.37m$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material1} = 0.90 W/mk$

##### Yeso (Revestimiento interior)

- Espesor  
 $e_{material2} = 0.015 m$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material2} = 0.30 W/mk$

##### Yeso (Revestimiento exterior)

- Espesor  
 $e_{material3} = 0.015 m$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material3} = 0.30 W/mk$

Fórmula para Calcular la transmitancia térmica de muros Tipo 1A.

$$U_{1-muro\ sin\ cámara} = \frac{1}{\left( \frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots + R_{si} + R_{se} \right)}$$

Fuente: Norma (EM.110, 2014) paso N°4, numeral 3 muros, nexo3.2.1.

**Reemplazando datos en la fórmula**

$$U_{1-muro\ sin\ cámara} = \frac{1}{\left(\frac{0.37}{0.90} + \frac{0.015}{0.30} + \frac{0.015}{0.30} + 0.11 + 0.11\right)}$$

$$U_{1-muro\ sin\ cámara} = 1.37\ U(W/m^2k)$$

**Muro Oeste****Muro A (sin cámara de aire)****Adobe**

- Espesor  
 $e_{material1} = 0.37m$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material1} = 0.90\ W/mK$

**Yeso (Revestimiento interior)**

- Espesor  
 $e_{material2} = 0.015\ m$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material2} = 0.30\ W/mK$

**Yeso (Revestimiento exterior)**

- Espesor  
 $e_{material3} = 0.015\ m$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material3} = 0.30\ W/mk$

**Reemplazando datos en la fórmula**

$$U_{1-muro\ sin\ cámara} = \frac{1}{\left(\frac{0.37}{0.90} + \frac{0.015}{0.30} + \frac{0.015}{0.30} + 0.11 + 0.11\right)}$$

$$U_{1-muro\ sin\ cámara} = 1.37\ U(W/m^2k)$$

**Muro B (con cámara de aire)**

Para muros 2A con cámara de aire se debe aplicar el mismo procedimiento indicado en el numeral 3.2.2 a) utilizando los mismos valores de la Tabla N° 09

3.2.2 Para muros tipo 1A que separan el interior de la edificación con el ambiente exterior y que sí tienen una cámara de aire en su interior.

a) Debajo de la fila "Muro con cámara de aire N° 1", existe la celda "Resistencia de la cámara de aire ( $R_{ca}$ )". En la celda ubicada en la intersección de la columna " $U_1$ " y de la fila "Resistencia de la cámara de aire ( $R_{ca}$ )", se coloca la transmitancia térmica de la cámara de aire utilizando los valores de la siguiente tabla.

**Tabla N° 9: Transmitancia térmica de la cámara de aire ( $R_{ca}$ ) según su espesor (en  $m^2 K / W$ ) en muros tipo 1A**

Situación de la cámara y dirección del flujo de calor	Espesor de la cámara (mm)				
	10	20	50	100	$\geq 150$
Cámara de aire para muros Tipo 1A y 1B	0,14	0,16	0,18	0,17	0,16

**Nota:** Cámaras de aire con un espesor menor a 10 mm, no se considera muro con cámara de aire. Los valores intermedios se extrapolan en forma lineal.

*Figura 65.* Transmitancia térmica de la cámara de aire según su espesor.

Fuente: Norma (EM.110, 2014) Tabla N°9.

### Triplay

- Espesor  
 $e_{material1} = 0.006m$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material1} = 0.14 W/mK$
- Espesor de cámara de aire = 0.128m

### Según valores de la tabla N° 09

Interpolando

Transmitancia térmica para un espesor de 0.128m ó 12.8mm es de 0.1456

$R_{ca} = 0.1456 m^2K/W$

### Reemplazando valores en la Fórmula para hallar la transmitancia térmica de un muro con cámara de aire

$$U_{1-\text{muro con cámara}} = \frac{1}{\left( \frac{e_{material 1}}{k_{material 1}} + \frac{e_{material 2}}{k_{material 2}} + \frac{e_{material 3}}{k_{material 3}} + \dots + R_{si} + R_{se} + R_{ca} \right)}$$

Fuente: Norma (EM.110, 2014) paso N°4, numeral 3 muros, nexo3.2.2. d



Donde:

$e_{material\ 1}$  espesor del material 1 componente del muro, etc.

$k_{material\ 1}$  coeficiente de transmisión térmica del material 1 componente del muro, etc

$R_{si}$  resistencia térmica superficial interna

$R_{se}$  resistencia térmica superficial externa

$R_{ca}$  resistencia térmica de la cámara de aire

$$U_{1-muro\ con\ cámara} = \frac{1}{\left(\frac{0.006}{0.14} + \frac{0.006}{0.14} + 0.11 + 0.11 + 0.1456\right)}$$

$$U_{1-muro\ con\ cámara} = 0.45\ W/m^2k$$

### Muro Sur (sin cámara de aire)

#### Adobe

- Espesor  
 $e_{material1} = 0.37m$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material1} = 0.90\ W/mK$

#### Yeso (Revestimiento interior)

- Espesor  
 $e_{material2} = 0.015\ m$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material2} = 0.30\ W/mK$

#### Yeso (Revestimiento exterior)

- Espesor  
 $e_{material3} = 0.015\ m$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material3} = 0.30\ W/mK$

### Reemplazando datos en la fórmula

$$U_{1-muro\ sin\ cámara} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots + R_{si} + R_{se}\right)}$$

$$U_{1-\text{muro sin cámara}} = \frac{1}{\left(\frac{0.37}{0.90} + \frac{0.015}{0.30} + \frac{0.015}{0.30} + 0.11 + 0.11\right)}$$

$$U_{1-\text{muro sin cámara}} = 1.37 \text{ U(W/m}^2\text{k)}$$

**Muro Oeste B (Tipo 2B)**

Para muros 2A con cámara de aire se debe aplicar el mismo procedimiento indicado en el numeral 3.2.2 a) utilizando los mismos valores de la Tabla N° 09

3.2.2 Para muros tipo 1A que separan el interior de la edificación con el ambiente exterior y que sí tienen una cámara de aire en su interior.

a) Debajo de la fila "Muro con cámara de aire N° 1", existe la celda "Resistencia de la cámara de aire (R<sub>ca</sub>)". En la celda ubicada en la intersección de la columna "U<sub>1</sub>" y de la fila "Resistencia de la cámara de aire (R<sub>ca</sub>)", se coloca la transmitancia térmica de la cámara de aire utilizando los valores de la siguiente tabla.

**Tabla N° 9: Transmitancia térmica de la cámara de aire (R<sub>ca</sub>) según su espesor (en m<sup>2</sup> K / W) en muros tipo 1A**

Situación de la cámara y dirección del flujo de calor	Espesor de la cámara (mm)				
	10	20	50	100	≥ 150
Cámara de aire para muros Tipo 1A y 1B	0,14	0,16	0,18	0,17	0,16

**Nota:** Cámaras de aire con un espesor menor a 10 mm, no se considera muro con cámara de aire. Los valores intermedios se extrapolan en forma lineal.

*Figura 66.* Transmitancia térmica de la cámara de aire según su espesor  
Fuente: Norma (EM.110, 2014) Tabla N°9.

**Triplay**

- Espesor  
ematerial1 = 0.006m
- Coeficiente de transmitancia térmica  
Kmaterial1 = 0.14 W/mk
- Espesor de cámara de aire = 0.128m

Según valores de la tabla N° 09

Interpolando

Transmitancia térmica para un espesor de 0.128m ó 12.8mm es de 0.1456

Rca = 0.1456 m<sup>2</sup>k/w

Reemplazando valores en la Fórmula para hallar la transmitancia térmica de un muro con cámara de aire

$$U_{1-muro\ con\ cámara} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots + R_{si} + R_{se} + R_{ca}\right)}$$

Donde:

$e_{material\ 1}$  espesor del material 1 componente del muro, etc.

$k_{material\ 1}$  coeficiente de transmisión térmica del material 1 componente del muro, etc

$R_{si}$  resistencia térmica superficial interna

$R_{se}$  resistencia térmica superficial externa

$R_{ca}$  resistencia térmica de la cámara de aire

$$U_{1-muro\ con\ cámara} = \frac{1}{\left(\frac{0.006}{0.14} + \frac{0.006}{0.14} + 0.11 + 0.11 + 0.1456\right)}$$

$$U_{1-muro\ con\ cámara} = 0.45\ W/m^2k$$

Tabla 31.

Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coefficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
<b>MUROS</b>								
<b>Resistencias superficiales</b>								
Resistencia superficial extrema (Rse)				<b>0.11</b>				
Resistencia Superficial interna (Rsi)				<b>0.11</b>				
Muro sin cámara de aire N° 01								
<b>Muro Norte</b>								
Composición del muro:								
Adobe	<b>0.37</b>				<b>0.9</b>	<b>3.71</b>	<b>1.37</b>	<b>5.08</b>
Yeso 1 (Revestimiento interno)	<b>0.015</b>				<b>0.3</b>			
Yeso 2 (Revestimiento externo)	<b>0.015</b>				<b>0.3</b>			
<b>Muro Oeste</b>								
Muro A								
Composición del muro:								
Adobe	<b>0.37</b>				<b>0.9</b>	<b>0.72</b>	<b>1.37</b>	<b>0.99</b>
Yeso 1 (Revestimiento interno)	<b>0.015</b>				<b>0.3</b>			
Yeso 2 (Revestimiento externo)	<b>0.015</b>				<b>0.3</b>			
<b>Muro Sur</b>								
Adobe	<b>0.37</b>				<b>0.9</b>	<b>3.95</b>	<b>1.37</b>	<b>5.41</b>
Yeso 1 (Revestimiento interno)	<b>0.015</b>				<b>0.3</b>			
Yeso 2 (Revestimiento externo)	<b>0.015</b>				<b>0.3</b>			
<b>Muro con cámara de aire N° 1</b>								
<b>Muro Oeste B</b>								
Resistencia de la cámara de aire (Rca)				<b>0.1456</b>				
Composición del muro:								
Triplay 1 Interna	<b>0.006</b>				<b>0.14</b>	<b>5.12</b>	<b>0.45</b>	<b>2.3</b>
Triplay 2 Externa	<b>0.006</b>				<b>0.14</b>			

Fuente: Elaboración propia.

#### 4. Sobrecimientos (TIPO 2A)

##### Muro Norte

Compuesto por los siguientes materiales:

- Mortero Cemento Arena
- Piedra natural porosa

##### Espesor de los materiales

Mortero Cemento Arena	e= 0.03m
Piedra natural porosa	e= 0.10m
Mortero Cemento Arena	e= 0.03m
Piedra natural porosa	e= 0.10m
Mortero cemento arena	e= 0.04m
TOTAL espesor sobrecimiento = 0.30m	

**Nota:** Ver Lista de características higrométricas de los materiales de construcción (Anexo N° 03 de la Norma EM.110)

**Item 11:** Roca natural, coeficiente de transmitancia termica (0.55 W/mK) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

**Item 27:** Mortero cemento-arena, coeficiente de transmitancia termica (1.40 W/mk) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

##### Hallando la transmitancia térmica del Sobrecimiento

$$U_{1-sobrecim} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots\right)}$$

Fuente: Norma (EM.110, 2014) paso N°4, numeral 5 sobrecimientos, nexo d.

Donde:

$e_{material\ 1}$  espesor del material 1 componente del sobrecimiento, etc.

$k_{material\ 1}$  coeficiente de transmisión térmica del material 1 componente del sobrecimiento, etc

##### Reemplazando valores en la fórmula

$$U_{1-sobrecim} = \frac{1}{\left(\frac{0.03}{0.14} + \frac{0.10}{0.55} + \frac{0.03}{1.4} + \frac{0.10}{0.55} + \frac{0.04}{1.4}\right)}$$
$$U_{1-sobrecim} = 2.33 \text{ (w/m}^2\text{k)}$$

**Hallando el Área del sobrecimiento**

**Área Sobrecimiento (Tipo 2A)**

$$H = 0.30 \text{ m}$$

$$L = 2.18\text{m}$$

$$S = 0.30 \times 2.18 = 0.65\text{m}^2$$

Tabla 32.

*Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma*

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
Puente Térmico: Sobrecimiento N° 1						<b>0.65</b>	<b>2.33</b>	<b>1.51</b>
Muro Norte								
Composición:								
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4			
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4			
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.04				1.4			

Fuente: Elaboración propia.

**Muro Oeste (Tipo 2A)**

**Muro Oeste A**

Compuesto por los siguientes materiales:

- Mortero Cemento Arena
- Piedra natural porosa

Espesor de los materiales

Mortero Cemento Arena e= 0.03m

Piedra natural porosa e= 0.10m

Mortero Cemento Arena e= 0.03m

Piedra natural porosa e= 0.10m

Mortero cemento arena e= 0.04m

**TOTAL espesor sobrecimiento = 0.30m**

**Hallando la transmitancia térmica del Sobrecimiento**

$$U_{1-sobrecim} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots\right)}$$

Fuente: Norma (EM.110, 2014) paso N°4, numeral 5 sobrecimientos, nexo d.



Donde:

$e_{\text{material 1}}$  espesor del material 1 componente del sobrecimiento, etc.

$k_{\text{material 1}}$  coeficiente de transmisión térmica del material 1 componente del sobrecimiento, etc

**Nota:**(Norma EM.110 Confort Térmico y Lumínico con Eficiencia Energética)

**Reemplazando valores en la fórmula**

$$U_{1-\text{sobrecim}} = \frac{1}{\left(\frac{0.03}{0.14} + \frac{0.10}{0.55} + \frac{0.03}{1.4} + \frac{0.10}{0.55} + \frac{0.04}{1.4}\right)}$$

$$U_{1-\text{sobrecim}} = 2.33 \text{ (w/m}^2\text{k)}$$

**Hallando el Área del sobrecimiento**

Área Sobrecimiento (Tipo 2A)

H = 0.30 m

L = 0.40m

S = 0.30 x 0.40 = 0.12m<sup>2</sup>

Tabla 33.

*Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma*

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
Puente Térmico: Sobrecimiento N° 2						<b>0.12</b>	<b>2.33</b>	<b>0.28</b>
Muro Oeste								
Muro Oeste A								
Composición:								
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4			
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4			
Roca natural porosa	0.1				0.55			

Fuente: Elaboración propia.

**Muro Oeste (Tipo 2A)**

**Muro Oeste B**

Compuesto por los siguientes materiales:

- Mortero Cemento Arena
- Piedra natural porosa

**Espesor de los materiales**

Mortero Cemento Arena e= 0.03m

Piedra natural porosa e= 0.10m

Mortero Cemento Arena e= 0.03m

Piedra natural porosa e= 0.10m

Mortero cemento arena e= 0.04m

TOTAL espesor sobrecimiento = 0.30m



**Nota:** Ver Lista de características higrométricas de los materiales de construcción (Anexo N° 03 de la Norma EM.110)

**Item 11:** Roca natural, coeficiente de transmitancia termica (0.55 W/mK ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

**Item 27:** Mortero cemento-arena, coeficiente de transmitancia termica (1.40 W/mk ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

### Hallando la transmitancia térmica del Sobrecimiento

$$U_{1-sobrecim} = \frac{1}{\left( \frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots \right)}$$

Fuente: Norma (EM.110, 2014) paso N°4, numeral 5 sobrecimientos, nexos d.

Donde:

$e_{material\ 1}$  espesor del material 1 componente del sobrecimiento, etc.

$k_{material\ 1}$  coeficiente de transmisión térmica del material 1 componente del sobrecimiento, etc

### Reemplazando valores en la fórmula

$$U_{1-sobrecim} = \frac{1}{\left( \frac{0.03}{0.14} + \frac{0.10}{0.55} + \frac{0.03}{1.4} + \frac{0.10}{0.55} + \frac{0.04}{1.4} \right)}$$
$$U_{1-sobrecim} = 2.33 \text{ (w/m}^2\text{k)}$$

### Hallando el Área del sobrecimiento

Área Sobrecimiento (Tipo 2A)

H = 0.30 m

L = 2.63m

S = 2.63 x 0.30 = 0.79 m<sup>2</sup>

Tabla 34.

Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coefficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
Puente Térmico: Sobrecimiento N° 1						<b>0.79</b>	<b>2.33</b>	<b>1.84</b>
Muro Oeste B								
Composición:								
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4			
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4			
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.04				1.4			

Fuente: Elaboración propia.

### Muro Sur

Compuesto por los siguientes materiales:

- Mortero Cemento Arena
- Piedra natural porosa

### Espesor de los materiales

Mortero Cemento Arena e= 0.03m

Piedra natural porosa e= 0.10m

Mortero Cemento Arena e= 0.03m

Piedra natural porosa e= 0.10m

Mortero cemento arena e= 0.04m

TOTAL espesor sobrecimiento = 0.30m

### Hallando la transmitancia térmica del Sobrecimiento

$$U_{1-sobrecim} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots\right)}$$

Donde:

e<sub>material 1</sub> espesor del material 1 componente del sobrecimiento, etc.

k<sub>material 1</sub> coeficiente de transmisión térmica del material 1 componente del sobrecimiento, etc.

### Reemplazando valores en la fórmula

$$U_{1-sobrecim} = \frac{1}{\left(\frac{0.03}{1.4} + \frac{0.10}{0.55} + \frac{0.03}{1.4} + \frac{0.10}{0.55} + \frac{0.04}{1.4}\right)}$$

$$U_{1-sobrecim} = 2.33 (w/m2k)$$

**Hallando el Área del sobrecimiento**

Área Sobrecimiento (Tipo 2A)

$$H = 0.30 \text{ m}$$

$$L = 2.18\text{m}$$

$$S = 2.18 \times 0.30 = 0.65 \text{ m}^2$$

Tabla 35.

Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m2 °C/w)	Coefficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
Puente Térmico: Sobrecimiento N° 4						<b>0.65</b>	<b>2.33</b>	<b>1.51</b>
Muro Sur								
Composición:								
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4			
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4			
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.04				1.4			

Fuente: Elaboración propia.

**Transmitancia final de muros tipos 2A**

Se utiliza la siguiente fórmula según norma

La transmitancia térmica U final (Ufinal2A,2B) para muros de tipo 2A, con cámara de aire y sin ella, se calcula con la siguiente fórmula:

$$U_{2A}^{final} = 0,5 \times \frac{\sum S_i \times U_i}{\sum S_i} = 0,5 \times \frac{S_1 \times U_1 + S_2 \times U_2 + S_3 \times U_3 + \dots}{S_1 + S_2 + S_3 + \dots}$$

Reemplazamos datos en la fórmula:

$$U_{2A}^{final} = 0,5 \times \frac{26.52}{18.54}$$

$$U_{2A}^{final} = 0,72 \text{ W/m2k}$$

Tabla 36.

Integrando todos los datos en el cuadro Excel según especifica la norma

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coefficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
Ventanas								
Ventana 6								
Tipo de vidrio: (Vidrio Crudo)								
Vidrio incoloro de 6mm	0.006					0.26	5.70	1.48
Ventana 7								
Tipo de vidrio: (Vidrio Crudo)								
Vidrio incoloro de 6mm	0.006					0.26	5.70	1.48
Tipo de carpintería del marco								
Ventana 6								
Madera tornillo	0.13		3.16			0.41	2.00	0.82
Ventana 7								
Madera tornillo	0.13		3.16			0.41	2.00	0.82
Puertas								
Tipo de puerta: (Puerta 7 según plano)								
Hoja maciza de madera	0.035					1.49	2	2.98
<b>MUROS</b>								
Resistencias superficiales								
Resistencia superficial extrema (Rse)				0.11				
Resistencia Superficial interna (Rsi)				0.11				
Muro sin cámara de aire N° 01								
Muro Norte								
Composición del muro:								
Adobe	0.37				0.9	3.71	1.37	5.0827
Yeso 1 (Revestimiento interno)	0.015				0.3			
Yeso 2 (Revestimiento externo)	0.015				0.3			

Muro Oeste								
Muro A								
Composición del muro:								
Adobe	0.37				0.9	0.72	1.37	0.9864
Yeso 1 (Revestimiento interno)	0.015				0.3			
Yeso 2 (Revestimiento externo)	0.015				0.3			
Muro Sur								
Adobe	0.37				0.9	3.95	1.37	5.4115
Yeso 1 (Revestimiento interno)	0.015				0.3			
Yeso 2 (Revestimiento externo)	0.015				0.3			
Muro con cámara de aire N° 1								
Muro Oeste B								
Resistencia de la cámara de aire (Rca)				0.1456				
Composición del muro:								
Triplay 1 Interna	0.006				0.14	5.12	0.45	2.304
Triplay 2 Externa	0.006				0.14			
Muro con cámara de aire N° 2								

Puente Térmico: Sobrecimiento N° 1								
Muro Norte								
Composición:								
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4	0.65	2.33	1.515
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4			
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.04				1.4			
Puente Térmico: Sobrecimiento N° 2								
Muro Oeste								
Muro Oeste A								
Composición:								
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4	0.12	2.33	0.28
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4			
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.04				1.4			

Puente Térmico: Sobrecimiento N° 3							
Muro Oeste B							
Composición:							
Mortero Cemento Arena	0.03			1.4	<b>0.79</b>	<b>2.33</b>	<b>1.84</b>
Roca natural porosa	0.1			0.55			
Mortero Cemento Arena	0.03			1.4			
Roca natural porosa	0.1			0.55			
Mortero Cemento Arena	0.04			1.4			
Puente Térmico: Sobrecimiento N° 4							
Muro Sur							
Composición:							
Mortero Cemento Arena	0.03			1.4	<b>0.65</b>	<b>2.33</b>	<b>1.51</b>
Roca natural porosa	0.1			0.55			
Mortero Cemento Arena	0.03			1.4			
Roca natural porosa	0.1			0.55			
Mortero Cemento Arena	0.04			1.4			
TRANSMITANCIA (U1 final) = 0.5 x ESxU/ES					<b>0.72</b>		

Fuente: Elaboración propia.

**El resultado final se compara con la tabla N° 02 de la Norma:**

Tabla 37.

*Valores límites máximos de transmitancia térmica (U) en W/m<sup>2</sup>k*

Zona bioclimática	Transmitancia térmica máxima del muro (U <sub>muro</sub> )	Transmitancia térmica máxima del techo (U <sub>techo</sub> )	Transmitancia térmica máxima del piso (U <sub>piso</sub> )
1. Desértico costero	2,36	2,21	2,63
2. Desértico	3,20	2,20	2,63
3. Interandino bajo	2,36	2,21	2,63
4. Mesoandino	2,36	2,21	2,63
5. Altoandino	<b>1,00</b>	0,83	3,26
6. Nevado	0,99	0,80	3,26
7. Ceja de montaña	2,36	2,20	2,63
8. Subtropical húmedo	3,60	2,20	2,63
9. Tropical húmedo	3,60	2,20	2,63

Fuente: Norma (EM.110, 2014) Tabla N°2.

$$0.72 \text{ W/m}^2\text{K} < 1.00 \text{ W/m}^2\text{K}$$

**CUMPLE**

En conclusión quiere decir, que los muros 2A del dormitorio 1 cumplen con la transmitancia térmica necesaria para esta zona bioclimática.

## A. LOSA TIPO 2B (DORMITORIO 1)

Ver Imagen de la losa tipo 2B del plano en corte vista norte interior.

La transmitancia térmica U final ( $U_{2B}^{final}$ ) para pisos de tipo 2B se calcula con la siguiente fórmula:

$$U_{2B}^{final} = 0,5 \times \frac{\sum S_i \times U_i}{\sum S_i} = 0,5 \times \left( \frac{S_1 \times U_1 + S_2 \times U_2 + S_3 \times U_3 + \dots}{S_1 + S_2 + S_3 + \dots} \right)$$

Donde,

$\sum S_i$  suma total de las superficies de cada tipo de piso.  
 $\sum S_i \times U_i$  suma total de todos los productos " $S_i \times U_i$ " encontrados.

Este resultado ( $U_{2B}^{final}$ ) se compara con la transmitancia térmica máxima ( $U_{max}$ ) para pisos, de acuerdo a la zona bioclimática respectiva, dada por la Tabla N° 3 de la Norma.

⇒ Si  $U_{2B}^{final}$  es menor o igual a  $U_{max}$  entonces el piso CUMPLE con la Norma.

⇒ Si  $U_{2B}^{final}$  es mayor a  $U_{max}$  entonces el piso NO CUMPLE con la Norma. El usuario deberá modificar su solución.

*Figura 67. Procedimiento para el cálculo de la transmitancia térmica.*

Fuente: Norma (EM.110, 2014) paso N°5, numeral 11.

### Piso Superior Tipo 2B (sin cámara de aire)

#### Materiales

**Nota:** Ver Lista de características higrométricas de los materiales de construcción (Anexo N° 03 de la Norma EM.110)

**Item 29:** enlucido de yeso, coeficiente de transmitancia termica (0.40 W/mK ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

**Item 58:** madera machihembrada, coeficiente de transmitancia termica (0.12 W/mk ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

**Item 93:** polipropileno, coeficiente de transmitancia termica (0.22 W/mk ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

#### Machihembrada (Tornillo)

- Espesor  
 $e_{material1} = 0.025m$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material1} = 0.12 W/mk$

#### Polipropileno

- Espesor  
 $e_{material3} = 0.001 m$

- Coeficiente de transmitancia térmica

$$K_{\text{material3}} = 0.30 \text{ W/mk}$$

Nota: Según norma no se incluye espesores menores a 5mm, por ende este espesor se suma al espesor del enlucido de yeso

### Enlucido de Yeso

- Espesor

$$e_{\text{material2}} = 0.004 \text{ m}$$

- Coeficiente de transmitancia térmica

$$K_{\text{material2}} = 0.22 \text{ W/mk}$$

Nota: El espesor total del enlucido de yeso sería de 0.004m más 0.001m del espesor del polipropileno asumiendo que existe cielo raso

### Área Piso Superior (Tipo 2B)

Dimensiones

$$\text{Largo} = 3.85\text{m}$$

$$\text{Ancho} = 2.18\text{m}$$

$$S = \text{Área total} = 8.39\text{m}^2$$

### Cálculo de la transmitancia térmica para pisos tipo 2B

Según normal, el usuario deberá seguir el procedimiento del Paso 4, numeral 10.

Donde se lea  $S_1$ ,  $U_1$  o  $S_1 \times U_1$  deberá entenderse que para este paso corresponde a las celdas  $S_2$ ,  $U_2$  o  $S_2 \times U_2$ .

a) En la celda ubicada en la intersección de la columna " $U_1$ " y de la fila "Resistencia Superficial Externa ( $R_{se}$ )", se coloca lo siguiente:

•  $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$   $\Rightarrow$  cuando el flujo de calor es ascendente (o sea, cuando el calor tiende a salir del ambiente interior al ambiente exterior). Este valor se aplicará para las Zonas Bioclimáticas 4, 5 y 6.

•  $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$   $\Rightarrow$  cuando el flujo de calor es descendente (o sea, cuando el calor tiende a entrar al ambiente interior desde el ambiente exterior). Este valor se aplicará para las Zonas Bioclimáticas 1, 2, 3, 7, 8 y 9.

b) En la celda ubicada en la intersección de la columna " $U_1$ " y de la fila "Resistencia Superficial Interna ( $R_{si}$ )", se coloca lo siguiente:

•  $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$   $\Rightarrow$  cuando el flujo de calor es ascendente (o sea, cuando el calor tiende a salir del ambiente interior al ambiente exterior). Este valor se aplicará para las Zonas Bioclimáticas 4, 5 y 6.

•  $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$   $\Rightarrow$  cuando el flujo de calor es descendente (o sea, cuando el calor tiende a entrar al ambiente interior desde el ambiente exterior). Este valor se aplicará para las Zonas Bioclimáticas 1, 2, 3, 7, 8 y 9.

Figura 68. Cálculo de la transmitancia térmica del piso tipo 1B. Imagen Paso 4, numeral 10 de la Norma:

Fuente: Norma (EM.110, 2014) Paso N°4, numeral 10.



$$\text{Nota: } R_{se} = 0.09 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$R_{si} = 0.09 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Se utiliza la siguiente fórmula:

Fórmula Paso 4, numeral 10 de la Norma

$$U_{1-piso} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots + R_{si} + R_{se}\right)}$$

Donde:

$e_{material\ 1}$  espesor del material 1 componente del piso, etc.

$k_{material\ 1}$  coeficiente de transmisión térmica del material 1 componente del piso, etc

**Reemplazando datos en la fórmula:**

$$U_{1-piso} = \frac{1}{(e_{machihembrado} + e_{yeso} + R_{si} + R_{se})}$$

$$U_{1-piso} = \frac{1}{(0.025 + 0.005 + 0.09 + 0.09)}$$

$$U_{1-piso} = 4.76 \text{ W/m}^2\text{K}$$

**Ahora, se reemplazará estos valores en la fórmula siguiente**

La transmitancia térmica U final ( $U_{2B}^{final}$ ) para pisos de tipo 2B se calcula con la siguiente fórmula:

$$U_{2B}^{final} = 0,5 \times \frac{\sum S_i \times U_i}{\sum S_i} = 0,5 \times \left(\frac{S_1 \times U_1 + S_2 \times U_2 + S_3 \times U_3 + \dots}{S_1 + S_2 + S_3 + \dots}\right)$$

Donde,

$\sum S_i$  suma total de las superficies de cada tipo de piso

$\sum S_i \times U_i$  suma total de todos los productos “ $S_i \times U_i$ ”, encontrados

**Reemplazando los datos**

$$U_{2B}^{final} = 0,5 \times \frac{39.94}{8.39}$$

$$U_{2B}^{final} = 2.38 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Tabla 38.

Integrando todos los datos en el cuadro Excel según especifica la norma

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coefficiente Transmisión Térmica k (W/m <sup>2</sup> ·K)	S1	U1	S1xU1
<b>Resistencias superficiales</b>						<b>8.39</b>	<b>4.76</b>	<b>39.94</b>
<b>Piso Superior Tipo 2B</b>								
Resistencia superficial externa (Rse)				0.09				
Resistencia superficial interna (Rsi)				0.09				
Composición:								
Machihembrada (Tornillo)	0.025				0.12			
Yeso	0.005				0.22			
TRANSMITANCIA (U1 final) = 0.5 x ESxU/ES						<b>2.38</b>		

Fuente: Elaboración propia.

El resultado final se compara con la tabla N° 02 de la Norma:

Tabla 39.

Valores límites máximos de transmitancia térmica (U) en W/m<sup>2</sup>k

Zona bioclimática	Transmitancia térmica máxima del muro (U <sub>muro</sub> )	Transmitancia térmica máxima del techo (U <sub>techo</sub> )	Transmitancia térmica máxima del piso (U <sub>piso</sub> )
1. Desértico costero	2,36	2,21	2,63
2. Desértico	3,20	2,20	2,63
3. Interandino bajo	2,36	2,21	2,63
4. Mesoandino	2,36	2,21	2,63
5. Altoandino	1,00	0,83	<b>3,26</b>
6. Nevado	0,99	0,80	3,26
7. Ceja de montaña	2,36	2,20	2,63
8. Subtropical húmedo	3,60	2,20	2,63
9. Tropical húmedo	3,60	2,20	2,63

Fuente: Norma (EM.110, 2014) Tabla N°2.

$$2.38 \text{ W/m}^2\text{K} < 3.26 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \text{CUMPLE}$$

En conclusión quiere decir, que el muro tipo 2 B del dormitorio 1 cumplen con la transmitancia térmica necesaria para esta zona bioclimática, disipan el calor como debe ser

### 3.7.3 Envoltentes Tipo 3 (Techos)

El dormitorio 1 no cuenta con este tipo de envoltente ya que por estar en el primer nivel no cuenta con techo sino con un ambiente (dormitorio 4) en la parte superior

### 3.7.4 Envoltentes Tipo 4 (Pisos)

Piso Dormitorio 1 TIPO 4B

Procedimiento para envoltentes de separación con el terreno: Losa o piso tipo 4A y 4B, según norma

**1.3 Losa o Piso tipo 4B:** Para calcular pisos tipo 4B horizontales de separación entre el interior de la edificación con un ambiente no habitable exterior menor a un metro, se debe tomar en cuenta que estando el piso debajo de un ambiente no habitable exterior menor a un metro, no es necesario que se utilice una cámara de aire, convirtiéndose este ambiente no habitable exterior menor a un metro, en una cámara de aire ventilada o no ventilada.

a) En las celdas ubicadas en la intersección de la columna "RST/RCA" y de las filas "Resistencia Superficial Externa ( $R_{se}$ )" y "Resistencia Superficial Interna ( $R_{si}$ )", se colocarán las resistencias superficiales térmicas respectivas, utilizando los siguientes valores:

- En la celda ubicada en la intersección de la columna "RST/RSA" y de la fila "Resistencia Superficial Externa ( $R_{se}$ )", se coloca el siguiente valor: 0,09 W/m<sup>2</sup>K, para las zonas bioclimáticas 1, 2, 3, 7, 8 y 9.

- En la celda ubicada en la intersección de la columna "RST/RSA" y de la fila "Resistencia Superficial Interna ( $R_{si}$ )", se coloca el siguiente valor: 0,09 W/m<sup>2</sup>K, para las zonas bioclimáticas 1, 2, 3, 7, 8 y 9.

- En la celda ubicada en la intersección de la columna "RST/RSA" y de la fila "Resistencia Superficial Externa ( $R_{se}$ )", se coloca el siguiente valor: 0,17 W/m<sup>2</sup>K para las zonas bioclimáticas 4, 5 y 6.

- En la celda ubicada en la intersección de la columna "RST/RSA" y de la fila "Resistencia Superficial Interna ( $R_{si}$ )", se coloca el siguiente valor: 0,17 W/m<sup>2</sup>K para las zonas bioclimáticas 4, 5 y 6.

b) En la celda ubicada en la intersección de la columna "RST/RCA" y de la fila "Resistencia de la cámara de aire (Rca)", se coloca el valor según el tipo de cámara.

*Figura 69.* Imagen: losa o piso tipo 4B.

Fuente: Norma (EM.110, 2014) Paso N°7, numeral 1.3.

- En la celda  $R_{se}$  se coloca el valor de 0.17 W/m<sup>2</sup>k, para las zonas bioclimáticas 4, 5, y 6
- En la celda  $R_{si}$  se coloca el valor de 0.17 W/m<sup>2</sup>k para las zonas bioclimáticas 4, 5, y 6
- Al igual que el muro, se calcula el área de la losa y luego se colocan los valores de las transmitancias térmicas de cada elemento que lo compone



Zonas bioclimáticas	Espesor de la cámara (en mm)				
	10	20	50	100	≥ 150
Para zonas bioclimáticas 1, 2, 3, 7, 8 y 9	0,14	0,15	0,16	0,16	0,16
Para zonas bioclimáticas 4, 5 y 6	0,15	0,18	0,21	0,21	0,21

Figura 70 Resistencia térmica.

Fuente: Norma (EM.110, 2014) Tabla N°14.

El espesor de la cámara de aire no ventilada es 0.125m, por lo que la resistencia térmica de la cámara Rc es 0.21 m<sup>2</sup> k/w

Materiales que componen el piso

**Materiales**

**Nota:** Ver Lista de características higrométricas de los materiales de construcción (Anexo N° 03 de la Norma EM.110)

**Item 19:** cemento pulido, coeficiente de transmitancia termica (0.53W/mK ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

**Item 58:** madera machihembrada, coeficiente de transmitancia termica (0.12 W/mk ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

**Machihembrada (Tornillo)**

- Espesor  
ematerial1 = 0.025m
- Coeficiente de transmitancia térmica  
Kmaterial1 = 0.12 W/mk

**Cemento pulido**

- Espesor  
ematerial2 = 0.05 m
- Coeficiente de transmitancia térmica  
Kmaterial2 = 0.53 W/mk

**Hallando las Resistencias térmicas**

Resistencia térmica de la cara interior (machihembrado) se halla dividiendo el espesor entre el coeficiente de conductividad térmica del material (k)

$R_i$  = Resistencia térmica de la cara interior

$$e_{\text{machihembrado}} = 0.025\text{m}$$

$$k_{\text{machihembrado}} = 1.12 \text{ w/mk}$$

$$R_i = e/k$$

$$R_i = 0.025/1.12$$

$$R_i = 0.02 \text{ m}^2\text{K/W}$$

**Resistencia térmica de la cara exterior (cemento pulido) se halla dividiendo el espesor entre el coeficiente de conductividad térmica del material (k)**

$R_e$  = Resistencia térmica de la cara exterior

$$E_{\text{cemento pulido}} = 0.05\text{m}$$

$$K_{\text{cemento pulido}} = 0.53 \text{ w/mk}$$

$$R_e = e/k$$

$$R_e = 0.05/0.53$$

$$R_e = 0.094 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Para ambientes menores a 1 metro de altura se aplicará la fórmula siguiente que corresponde al Caso 1:

Elementos con cámara de aire no ventilados

El coeficiente U (en  $\text{m}^2 \text{K/W}$ ) para este caso se obtiene de la expresión:

$$\frac{1}{U} = R_{si} + R_i + R_{ca} + R_e + R_{se}$$

Donde,

$R_i$  resistencia térmica de la cara interior del elemento constructivo, que se halla dividiendo el espesor entre el coeficiente de conductividad térmica del material del que está compuesto la cara interior del elemento constructivo.

$R_{ca}$  resistencia térmica de la cámara de aire calculada según la Tabla N° 14.

$R_e$  resistencia térmica de la cara exterior del elemento constructivo, que se halla dividiendo el espesor entre el coeficiente de conductividad térmica del material del que está compuesto la cara exterior del elemento constructivo.

$R_{si}$  coeficiente superficial interno de transmisión térmica, según lo indicado en el numeral 1.3.a).

$R_{se}$  coeficiente superficial externo de transmisión térmica, según lo indicado en el numeral 1.3.a).

*Figura 71.* Obtención del coeficiente U.

Fuente: Norma (EM.110, 2014) Paso N°7, numeral 1.3, caso 1.

Reemplazando datos en la fórmula

Datos:

$$R_i = 0.02 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_e = 0.094 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{ca} = 0.21 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_{si}' = 0.17 \text{ m}^2 \text{ K/W} = \text{Coeficiente superficial interna}$$

$$R_{se}' = 0.17 \text{ m}^2 \text{ K/W} = \text{Coeficiente superficial externa}$$

$$\frac{1}{U} = (0.17 + 0.02 + 0.21 + 0.094 + 0.17) \text{ m}^2\text{k/w}$$

$$\frac{1}{U} = 0.664 \text{ m}^2\text{k/w}$$

$$U = 1/0.664 \text{ m}^2\text{k/w}$$

$$U = 1.50 \text{ m}^2\text{k/w}$$

Por lo tanto la transmitancia térmica del piso es 1.50 W/m<sup>2</sup>k

Área Piso (Tipo 4B)

Dimensiones

$$\text{Largo} = 3.85\text{m}$$

$$\text{Ancho} = 2.18\text{m}$$

$$S = \text{Área total} = 8.39\text{m}^2$$

Tabla 40.

Integrando todos los datos en el cuadro Excel según especifica la norma

Tipo 4	Componentes	Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coeficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1	
		Resistencias superficiales									
	Pisos tipo 4B: Losa o piso horizontal de separación entre el interior de la edificación con un ambiente no habitable exterior, menor a un metro de altura	Resistencia superficial externa (Rse)				0.17					
		Resistencia Superficial interna (Rsi)				0.17					
		Piso tipo 4B (Dormitorio 1)									
		Resistencia de la cámara de aire (Rca)				0.21					
		Composición:									
		Machihembrado (Tornillo) Cara interior	0.025				0.12	8.39	1.5	12.585	
	Cemento pulido - Cara exterior	0.05				0.53					
					TRANSMITANCIA (U1 final) = ESxU/ES			1.5			

Fuente: Elaboración propia.

El resultado final se compara con la tabla N° 02 de la Norma:

Tabla 41.

Valores límites máximos de transmitancia térmica ( $U$ ) en  $W/m^2k$

Zona bioclimática	Transmitancia térmica máxima del muro ( $U_{muro}$ )	Transmitancia térmica máxima del techo ( $U_{techo}$ )	Transmitancia térmica máxima del piso ( $U_{piso}$ )
1. Desértico costero	2,36	2,21	2,63
2. Desértico	3,20	2,20	2,63
3. Interandino bajo	2,36	2,21	2,63
4. Mesoandino	2,36	2,21	2,63
5. Altoandino	1,00	0,83	3,26
6. Nevado	0,99	0,80	3,26
7. Ceja de montaña	2,36	2,20	2,63
8. Subtropical húmedo	3,60	2,20	2,63
9. Tropical húmedo	3,60	2,20	2,63

Fuente: Norma (EM.110, 2014) Tabla N°2.

**1.50 < 3.26 CUMPLE**

En conclusión quiere decir, que el piso 4B del dormitorio 1 cumple con la transmitancia térmica necesaria para esta zona bioclimática.

**3.8 Calculo de las envolventes del dormitorio 2 (según plano)**



Figura 72. Identificación de la ubicación del dormitorio 1.

Fuente: Elaboración propia.

## IDENTIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE ENVOLVENTE DEL DORMITORIO 2 (EN PLANTA)

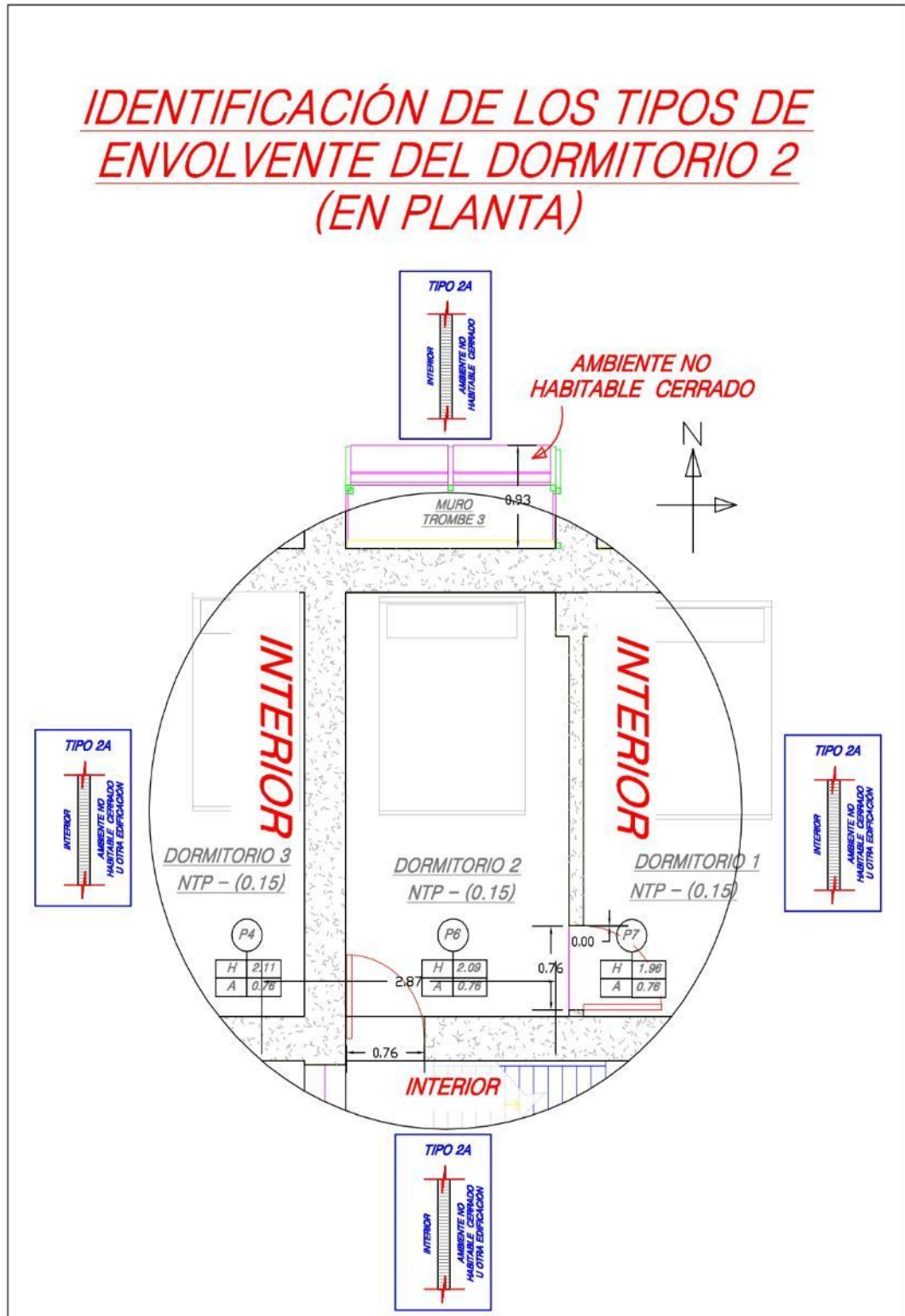


Figura 73. Identificación de los tipos de envoltente en planta del dormitorio 1.  
Fuente: Elaboración propia.





## 1. Ventanas

### Ventanas lado Este del dormitorio 2 (Ventana 6 y 7, según plano)

Se comenzará a calcular la transmitancia térmica de las ventanas o mamparas que se paran el interior con el exterior que consta de dos partes: Vidrio o material transparente y marco o carpintería

Según la Norma, para el procedimiento del cálculo de las envolventes de las ventanas o mamparas del tipo 2 es la misma que se usa para para el tipo 1. Tal como se muestra en la siguiente imagen

Imagen: Paso 5, Numeral 1

**1. Ventanas o mamparas:** El usuario deberá seguir el procedimiento del Paso 4, numeral 1. Ventanas o mamparas.

Donde se lea  $S_1$ ,  $U_1$  o  $S_1 \times U_1$  deberá entenderse que para este paso corresponde a las celdas  $S_2$ ,  $U_2$  o  $S_2 \times U_2$ .

**Nota:(Norma EM.110 Confort Térmico y Lumínico con Eficiencia Energética)**

- Para la transmitancia térmica del vidrio se calcula el área sin contar la carpintería

### Ventana 6

#### Área del vidrio de la ventana

$$\text{Altura} = 0.79 \text{ m}$$

$$\text{Ancho} = 0.33 \text{ m}$$

$$S = 0.79\text{m} \times 0.33\text{m}$$

$$S = 0.26\text{m}^2$$

### Ventana 7

#### Área del vidrio de la ventana

$$\text{Altura} = 0.79 \text{ m}$$

$$\text{Ancho} = 0.33 \text{ m}$$

$$S = 0.79\text{m} \times 0.33\text{m}$$

$$S = 0.26\text{m}^2$$

**Materiales de construcción**

**Nota:** Ver Lista de características higrométricas de los materiales de construcción (Anexo N° 03 de la Norma EM.110)

**Item 119:** Vidrio Incoloro de 6mm tiene una transmitancia termica de (U=5.7 W/m<sup>2</sup> K ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

Tabla 42.

Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma

Tipo 2	Componentes	Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
		Ventanas								
		Ventana 6								
		Tipo de vidrio: (Vidrio Crudo)								
		Vidrio incoloro de 6mm	0.006					0.26	5.7	1.48
		Ventana 7								
		Tipo de vidrio: (Vidrio Crudo)								
		Vidrio incoloro de 6mm	0.006					0.26	5.7	1.48

Fuente: Elaboración propia.

- Para la transmitancia térmica del marco se identifica el tipo de material, se rellena es espesor, se calcula el área de la carpintería y se coloca la transmitancia
- Para la transmitancia térmica del vidrio se calcula el área sin contar la carpintería

**Marco Ventana 6**

$$\text{Perímetro marco} = 2(1.05\text{m}) + 2(0.53\text{m}) = 3.16\text{m}$$

$$S = \text{espesor} \times \text{perímetro}$$

$$S = 0.13\text{m} \times 3.16\text{m}$$

$$S = 0.41\text{m}^2$$

**Marco Ventana 7**

$$\text{Perímetro marco} = 2(1.05\text{m}) + 2(0.53\text{m}) = 3.16\text{m}$$

$$S = \text{espesor} \times \text{perímetro}$$

$$S = 0.13\text{m} \times 3.16\text{m}$$

$$S = 0.41\text{m}^2$$

**Materiales de construcción**

**Nota:** Ver Lista de características higrométricas de los materiales de construcción (Anexo N° 03 de la Norma EM.110)

**Item 41:** Maderas livianas media tiene una densidad de (200-565 kg/m<sup>3</sup> ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

Tabla 43.

Transmitancia térmica según tipos de carpintería o marco de ventanas en muros tipo 1A.

Material	U (W/m <sup>2</sup> K) vertical
<b>Metálico</b>	
Sin rotura de puente térmico (Ver definición en el Capítulo 5. Glosario, numeral 5.50)	5,7
Con rotura de puente térmico, entre 4 y 12 mm	4,0
Con rotura de puente térmico, mayor a 12 mm	3,2
<b>Madera <sup>(1)</sup></b>	
Madera de densidad media alta <sup>1</sup> . Densidad: 700 kg/m <sup>3</sup>	2,2
Madera de densidad media baja <sup>1</sup> . Densidad: 500 kg/m <sup>3</sup>	2,0
<b>PVC <sup>(2)</sup></b>	

Fuente: Norma (EM.110, 2014) **Tabla N°7.**

Tabla 44.

Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma

Tipo 2	Componentes	Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coefficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
	transparentes o translúcidas, y puertas (verticales o inclinadas más de 60° con la horizontal)	Tipo de carpintería del marco								
		Ventana 6								
		Madera tornillo	0.13		3.16			0.41	2.00	0.82
		Ventana 7								
		Madera tornillo	0.13		3.16			0.41	2.00	0.82

Fuente: Elaboración propia.

## 2. Puertas (Puerta 6 y 7 según plano)

Se comienza a calcular la transmitancia térmica de las puertas que separan el interior con el exterior

- Llenar la celda “puerta I” escribiendo el tipo de puerta y el material de la hoja de puerta
- En la celda “Si” se coloca el área del vano
- En la celda U1 se coloca la transmitancia térmica de la hoja

Dimensiones Puerta 6

$$H = 2.09m$$

$$\text{Ancho} = 0.76m$$

$$S = 1.59m^2$$

Dimensiones Puerta 7:

H = 1.96m

Ancho = 0.76m

S = 1.49 m<sup>2</sup>

Imagen de la puerta 6

Tabla 45.

Transmitancia térmica por tipos de carpintería o marcos de puertas para muros tipo 2A y 2B

Material	Transmitancia Térmica (U) W/m <sup>2</sup> K
	Separación con ambiente no acondicionado
<b>Carpintería o marco de madera y:</b>	
Hoja maciza de madera (cualquier espesor)	2.0
<b>Carpintería o marco metálico y:</b>	
Hoja de metal	4.5
Hoja de vidrio sin carpintería	4.5

(1) Para conocer las densidades según el tipo de madera, ver Anexo N° 3 - Lista de características higrométricas de los materiales de construcción.

(2) Dos cámaras quiere decir que el marco de PVC posee 2 cavidades de aire. Tres cámaras, quiere decir que posee 3 cavidades de aire. Dichas cavidades deberán ser mayores a 5 mm de espesor para ser consideradas como cámaras.

Fuente: Norma (EM.110, 2014) **Tabla N°10.**

Tabla 46.

Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coefficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
Puertas								
<b>Tipo de puerta: (Puerta 6 según plano)</b>								
Hoja maciza de madera	0.035					1.59	2.00	3.18
<b>Tipo de puerta: (Puerta 7 según plano)</b>								
Hoja maciza de madera	0.035					1.49	2	2.98

Fuente: Elaboración propia.

### 3. Muros

Para hallar las resistencias superficiales, se colocan los siguientes datos como referencia según norma, tal como muestra la siguiente imagen:

3. Muros: El usuario deberá seguir el procedimiento del Paso 4, numeral 3. Muros.

Donde se lea  $S_1$ ,  $U_1$  o  $S_1 \times U_1$  deberá entenderse que para este paso corresponde a las celdas  $S_2$ ,  $U_2$  o  $S_2 \times U_2$ . Asimismo, se debe tener en cuenta lo siguiente:

3.1 Para muros 2A sin cámara de aire

⇒ Ir al numeral 3.1 a) del Paso 4.

En la celda ubicada en la intersección de la columna " $U_2$ " y de la fila "Resistencia Superficial Externa ( $R_{se}$ )", se coloca el siguiente valor: 0,11 W/m<sup>2</sup>K.

⇒ Ir al numeral 3.1 b) del Paso 4.

En la celda ubicada en la intersección de la columna " $U_2$ " y de la fila "Resistencia Superficial Interna ( $R_{si}$ )", se coloca el siguiente valor: 0,11 W/m<sup>2</sup>K.

3.2 Para muros 2A con cámara de aire

Se debe aplicar el mismo procedimiento indicado en el numeral 3.2.2 a) utilizando los mismos valores de la Tabla N° 9.

Figura 75. Imagen: Paso 5, numeral 3

Fuente: Norma (EM.110, 2014).

Tabla 47.

Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coefficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
Resistencias superficiales								
Resistencia superficial extrema (Rse)				0.11				
Resistencia Superficial interna (Rsi)				0.11				

Fuente: Elaboración propia.

En las celdas de bajo de composición del muro se coloca los materiales, su espesor, y el coeficiente de transmisión térmica de cada uno.

Para el caso del dormitorio 2, los materiales de los muros tipo 2 son Yeso, adobe, triplay y madera machihembrada (tornillo)

**Materiales**

*Lista de características higrométricas de los materiales de construcción (Anexo N° 03 de la Norma)*

**Item 15, 26, 56 y 58:** Yeso, adobe, triplay y madera machihembrada

**Materiales:** Estos muros cuentan con dos materiales, yeso, adobe, triplay y machihembrado.

**Nota:** Ver Lista de características higrométricas de los materiales de construcción (Anexo N° 03 de la Norma EM.110)



**Item 15:** Yeso, coeficiente de transmitancia termica (0.3 W/mK ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

**Item 26:** Adobe, coeficiente de transmitancia termica (0.9 W/mk ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

**Item 56:** triplay, coeficiente de transmitancia termica (0.14 W/mK ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

**Item 58:** machihembrado, coeficiente de transmitancia termica (0.12 W/mk ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

Identificación de los tipos de envolvente en planta del dormitorio 2. (Ver plano en Anexos)

### **Hallando las áreas de los muros Tipo 2**

#### **Área Muro Norte sin cámara de aire (Tipo 2A)**

Altura del muro

$$H = 2.11\text{m} - 0.30\text{ m (sobrecimiento)} = 1.81\text{m}$$

Largo del muro = 2.05m

$$S = 1.81\text{m} \times 2.05\text{m} = 3.71\text{m}^2$$

Este muro no cuenta con puertas ni ventanas

#### **Área Muro Oeste (Tipo 2A)**

Altura del muro

$$H = 2.11\text{m} - 0.30\text{m (sobrecimiento)} = 1.81\text{m}$$

Largo del muro = 3.85m

$$S = 1.81\text{m} \times 3.85\text{ m} = 6.97\text{m}^2$$

Este muro no cuenta con puertas ni ventanas

#### **Área Muro Este (Tipo 2A)**

##### **Muro A (sin cámara de aire)**

Dimensiones

Altura del muro

$$H = 2.11\text{m} - (0.30\text{m sobrecimiento}) = 1.81\text{m},$$

Largo del muro = 0.40m

$$\text{Área del muro} = S = 0.72\text{m}^2$$

Este muro no cuenta con puertas ni ventanas

**Muro B (con cámara de aire)**

Dimensiones

Altura del muro

$$H = 2.11\text{m} - (0.30\text{m sobrecimiento}) = 1.81\text{m}$$

$$\text{Largo del muro} = 3.45\text{m}$$

Área del muro

$$S = 6.24\text{m}^2$$

Se excluye el área de las ventanas 6 y 7 según plano

**Ventana 6**

Altura y ancho del muro respectivamente

$$H = 0.53\text{m}, A = 1.05\text{m}$$

$$\text{Área} = 0.56 \text{ m}^2$$

**Ventana 7**

Altura y ancho del muro respectivamente

$$H = 0.53\text{m}, A = 1.05\text{m}$$

$$\text{Área} = 0.56 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total de ambas ventas 6 y 7} = 1.12\text{m}^2$$

Se excluye el área de la puerta N° 07 según plano

**Puerta N° 07**

Altura y ancho del muro respectivamente

$$H = 1.96\text{m}, A = 0.76\text{m}$$

$$\text{Área} = 1.49 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total de la puerta N° 07} = 1.49\text{m}^2$$

⇒ Área total del Muro B (Área del muro – (área de las ventanas 6 y 7 + área de la puerta)

$$S = 6.24\text{m} - (1.12\text{m} + 1.49\text{m}) = 3.63\text{m}^2$$

**Área Muro Sur sin cámara de aire (Tipo 2A)**

$$H = 2.11\text{m} - 0.30\text{m (sobrecimiento)} = 1.81\text{m}$$

$$\text{Largo del muro} = 2.18\text{m}$$

$$S = 1.81\text{m} \times 2.18\text{m} = 3.95\text{m}^2$$

Se excluye el área de la puerta N° 06 según plano

**Puerta N° 06**

$$H = 2.09\text{m}, A = 0.76\text{m}$$

$$\text{Área} = 1.59 \text{ m}^2$$



Área total = Área del Muro – Área de la puerta N° 06

Área total =  $3.95\text{m}^2 - 1.59\text{m}^2$

Área total =  $2.36\text{m}^2$

### Área Muro Superior (Tipo 2B)

Dimensiones

Largo= 3.85m, Ancho = 2.18m

S = Área total =  $8.39\text{m}^2$

### Hallando la transmitancia térmica de los muros:

Fórmula para hallar la transmitancia térmica

$$U_{1-\text{muro sin cámara}} = \frac{1}{\left( \frac{e_{\text{material 1}}}{k_{\text{material 1}}} + \frac{e_{\text{material 2}}}{k_{\text{material 2}}} + \frac{e_{\text{material 3}}}{k_{\text{material 3}}} + \dots + R_{si} + R_{se} \right)}$$

Figura 76. Imagen: Paso 4, numeral 3

Fuente: Norma (EM.110, 2014).

### Muro Norte (sin cámara de aire)

#### Adobe

- Espesor  
 $e_{\text{material1}} = 0.37\text{m}$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{\text{material1}} = 0.90 \text{ W/mk}$

#### Yeso (Revestimiento interior)

- Espesor  
 $e_{\text{material2}} = 0.015 \text{ m}$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{\text{material2}} = 0.30 \text{ W/mk}$

#### Yeso (Revestimiento exterior)

- Espesor  
 $e_{\text{material3}} = 0.015 \text{ m}$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{\text{material3}} = 0.30 \text{ W/mk}$

**Reemplazando datos en la fórmula**

$$U_{1-\text{muro sin cámara}} = \frac{1}{\left(\frac{e_{\text{material 1}}}{k_{\text{material 1}}} + \frac{e_{\text{material 2}}}{k_{\text{material 2}}} + \frac{e_{\text{material 3}}}{k_{\text{material 3}}} + \dots + R_{si} + R_{se}\right)}$$

$$U_{1-\text{muro sin cámara}} = \frac{1}{\left(\frac{0.37}{0.90} + \frac{0.015}{0.30} + \frac{0.015}{0.30} + 0.11 + 0.11\right)}$$

$$U_{1-\text{muro sin cámara}} = 1.37 \text{ U(W/m}^2\text{k)}$$

**Muro Oeste (sin cámara de aire)****Adobe**

- Espesor  
ematerial1 = 0.37m
- Coeficiente de transmitancia térmica  
Kmaterial1 = 0.90 W/mk

**Yeso (Revestimiento interior)**

- Espesor  
ematerial2 = 0.015 m
- Coeficiente de transmitancia térmica  
Kmaterial2 = 0.30 W/mk

**Yeso (Revestimiento exterior)**

- Espesor  
ematerial3 = 0.015 m
- Coeficiente de transmitancia térmica  
Kmaterial3 = 0.30 W/mk

**Reemplazando datos en la fórmula**

$$U_{1-\text{muro sin cámara}} = \frac{1}{\left(\frac{e_{\text{material 1}}}{k_{\text{material 1}}} + \frac{e_{\text{material 2}}}{k_{\text{material 2}}} + \frac{e_{\text{material 3}}}{k_{\text{material 3}}} + \dots + R_{si} + R_{se}\right)}$$

$$U_{1-\text{muro sin cámara}} = \frac{1}{\left(\frac{0.37}{0.90} + \frac{0.015}{0.30} + \frac{0.015}{0.30} + 0.11 + 0.11\right)}$$

$$U_{1-\text{muro sin cámara}} = 1.37 \text{ U(W/m}^2\text{k)}$$

**Muro Este****Muro A (sin cámara de aire)****Adobe**

- Espesor  
ematerial1 = 0.37m

- Coeficiente de transmitancia térmica  
Kmaterial1 = 0.90 W/mk
- Yeso (Revestimiento interior)
- Espesor  
ematerial2 = 0.015 m
- Coeficiente de transmitancia térmica  
Kmaterial2 = 0.30 W/mk
- Yeso (Revestimiento exterior)
- Espesor  
ematerial3 = 0.015 m
- Coeficiente de transmitancia térmica  
Kmaterial3 = 0.30 W/mk

**Reemplazando datos en la fórmula**

$$U_{1-muro\ sin\ cámara} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots + R_{si} + R_{se}\right)}$$

$$U_{1-muro\ sin\ cámara} = \frac{1}{\left(\frac{0.37}{0.90} + \frac{0.015}{0.30} + \frac{0.015}{0.30} + 0.11 + 0.11\right)}$$

$$U_{1-muro\ sin\ cámara} = 1.37\ U(W/m^2k)$$

**Muro B (con cámara de aire)**

Para muros 2A con cámara de aire se debe aplicar el mismo procedimiento indicado en el numeral 3.2.2 a) utilizando los mismos valores de la Tabla N° 09

3.2.2 Para muros tipo 1A que separan el interior de la edificación con el ambiente exterior y que **sí** tienen una cámara de aire en su interior.

a) Debajo de la fila "Muro con cámara de aire N° 1", existe la celda "Resistencia de la cámara de aire (R<sub>ca</sub>)". En la celda ubicada en la intersección de la columna "U<sub>1</sub>" y de la fila "Resistencia de la cámara de aire (R<sub>ca</sub>)", se coloca la transmitancia térmica de la cámara de aire utilizando los valores de la siguiente tabla.

**Tabla N° 9: Transmitancia térmica de la cámara de aire (R<sub>ca</sub>) según su espesor (en m² K / W) en muros tipo 1A**

Situación de la cámara y dirección del flujo de calor	Espesor de la cámara (mm)				
	10	20	50	100	≥ 150
Cámara de aire para muros Tipo 1A y 1B	0,14	0,16	0,18	0,17	0,16

**Nota:** Cámaras de aire con un espesor menor a 10 mm, no se considera muro con cámara de aire. Los valores intermedios se extrapolan en forma lineal.

Figura 77. Transmitancia térmica de la cámara de aire según su espesor  
Fuente: Norma (EM.110, 2014) numeral 3.2.2.

Triplay

- Espesor  
 $e_{material1} = 0.006m$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material1} = 0.14 W/mk$
- Espesor de cámara de aire = 0.128m

Según valores de la tabla N° 09

Interpolando

Transmitancia térmica para un espesor de 0.128m ó 12.8mm es de 0.1456

$R_{ca} = 0.1456 m^2k/w$

### Reemplazando valores en la Fórmula para hallar la transmitancia térmica de un muro con cámara de aire

$$U_{1-muro\ con\ cámara} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots + R_{si} + R_{se} + R_{ca}\right)}$$

Figura 78. Imagen: Paso 4, numeral 3.2.2-d

Fuente: Norma (EM.110, 2014).

Donde:

$e_{material\ 1}$  espesor del material 1 componente del muro, etc.

$k_{material\ 1}$  coeficiente de transmisión térmica del material 1 componente del muro, etc

$R_{si}$  resistencia térmica superficial interna

$R_{se}$  resistencia térmica superficial externa

$R_{ca}$  resistencia térmica de la cámara de aire

$$U_{1-muro\ con\ cámara} = \frac{1}{\left(\frac{0.006}{0.14} + \frac{0.006}{0.14} + 0.11 + 0.11 + 0.1456\right)}$$

$$U_{1-muro\ con\ cámara} = 0.45 W/m^2k$$

### Muro Sur (sin cámara de aire)

Adobe

- Espesor  
 $e_{material1} = 0.37m$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material1} = 0.90 W/mk$

Yeso (Revestimiento interior)

- Espesor  
ematerial2 = 0.015 m
- Coeficiente de transmitancia térmica  
Kmaterial2 = 0.30 W/mk

Yeso (Revestimiento exterior)

- Espesor  
ematerial3 = 0.015 m
- Coeficiente de transmitancia térmica  
Kmaterial3 = 0.30 W/mk

**Reemplazando datos en la fórmula**

$$U_{1-muro\ sin\ cámara} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots + R_{si} + R_{se}\right)}$$

Figura 79. Imagen: Paso 4, numeral 3

Fuente: Norma (EM.110, 2014).

$$U_{1-muro\ sin\ cámara} = \frac{1}{\left(\frac{0.37}{0.90} + \frac{0.015}{0.30} + \frac{0.015}{0.30} + 0.11 + 0.11\right)}$$

$$U_{1-muro\ sin\ cámara} = 1.37\ U(W/m^2k)$$

**Muro Este B (Tipo 2B)**

Para muros 2A con cámara de aire se debe aplicar el mismo procedimiento indicado en el numeral 3.2.2 a) utilizando los mismos valores de la Tabla N° 09

3.2.2 Para muros tipo 1A que separan el interior de la edificación con el ambiente exterior y que si tienen una cámara de aire en su interior.

a) Debajo de la fila "Muro con cámara de aire N° 1", existe la celda "Resistencia de la cámara de aire (R<sub>ca</sub>)". En la celda ubicada en la intersección de la columna "U<sub>1</sub>" y de la fila "Resistencia de la cámara de aire (R<sub>ca</sub>)", se coloca la transmitancia térmica de la cámara de aire utilizando los valores de la siguiente tabla.

**Tabla N° 9: Transmitancia térmica de la cámara de aire (R<sub>ca</sub>) según su espesor (en m<sup>2</sup> K / W) en muros tipo 1A**

Situación de la cámara y dirección del flujo de calor	Espesor de la cámara (mm)				
	10	20	50	100	≥ 150
Cámara de aire para muros Tipo 1A y 1B	0,14	0,16	0,18	0,17	0,16

**Nota:** Cámaras de aire con un espesor menor a 10 mm, no se considera muro con cámara de aire. Los valores intermedios se extrapolan en forma lineal.

Figura 80. Imagen: transmitancia térmica de la cámara de aire según su espesor.

Fuente: Norma (EM.110, 2014) numeral 3.2.2.

Triplay

- Espesor  
 $e_{material1} = 0.006m$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material1} = 0.14 W/mk$
- Espesor de cámara de aire = 0.128m

Según valores de la tabla N° 09

Interpolando

Transmitancia térmica para un espesor de 0.128m ó 12.8mm es de 0.1456

$R_{ca} = 0.1456 m^2k/w$

**Reemplazando valores en la Fórmula para hallar la transmitancia térmica de un muro con cámara de aire**

$$U_{1-muro\ con\ cámara} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots + R_{si} + R_{se} + R_{ca}\right)}$$

Figura 81. Imagen: Paso 4, numeral 3

Fuente: Norma (EM.110, 2014).

Donde:

$e_{material\ 1}$  espesor del material 1 componente del muro, etc.

$k_{material\ 1}$  coeficiente de transmisión térmica del material 1 componente del muro, etc

$R_{si}$  resistencia térmica superficial interna

$R_{se}$  resistencia térmica superficial externa

$R_{ca}$  resistencia térmica de la cámara de aire

$$U_{1-muro\ con\ cámara} = \frac{1}{\left(\frac{0.006}{0.14} + \frac{0.006}{0.14} + 0.11 + 0.11 + 0.1456\right)}$$

$$U_{1-muro\ con\ cámara} = 0.45 W/m^2k$$

Tabla 48.

Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coefficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
<b>MUROS</b>								
Resistencias superficiales								
Resistencia superficial extrema (Rse)				<b>0.11</b>				
Resistencia Superficial interna (Rsi)				<b>0.11</b>				
Muro sin cámara de aire N° 01								
<b>Muro Norte</b>								
Composición del muro:								
Adobe	<b>0.37</b>				<b>0.9</b>	<b>3.71</b>	<b>1.37</b>	<b>5.0827</b>
Yeso 1 (Revestimiento interno)	<b>0.015</b>				<b>0.3</b>			
<b>Muro Oeste</b>								
Adobe	<b>0.37</b>				<b>0.9</b>	<b>6.97</b>	<b>1.37</b>	<b>9.5489</b>
Yeso 1 (Revestimiento interno)	<b>0.015</b>				<b>0.3</b>			
Yeso 2 (Revestimiento externo)	<b>0.015</b>				<b>0.3</b>			
<b>Muro Este</b>								
Muro A								
Composición del muro:								
Adobe	<b>0.37</b>				<b>0.9</b>	<b>0.72</b>	<b>1.37</b>	<b>0.9864</b>
Yeso 1 (Revestimiento interno)	<b>0.015</b>				<b>0.3</b>			
Yeso 2 (Revestimiento externo)	<b>0.015</b>				<b>0.3</b>			
<b>Muro Sur</b>								
Adobe	<b>0.37</b>				<b>0.9</b>	<b>2.36</b>	<b>1.37</b>	<b>3.2332</b>
Yeso 1 (Revestimiento interno)	<b>0.015</b>				<b>0.3</b>			
Yeso 2 (Revestimiento externo)	<b>0.015</b>				<b>0.3</b>			
<b>Muro con cámara de aire N° 1</b>								
<b>Muro Este</b>								
Muro B								
Resistencia de la cámara de aire (Rca)				<b>0.1456</b>				
Composición del muro:								
Triplay 1 Interna	<b>0.006</b>				<b>0.14</b>	<b>3.63</b>	<b>0.45</b>	<b>1.6335</b>
Triplay 2 Externa	<b>0.006</b>				<b>0.14</b>			

Fuente: Elaboración propia.

#### 4. Sobrecimientos (Tipo 2A)

##### Muro Norte

Compuesto por los siguientes materiales:

- Mortero Cemento Arena
- Piedra natural porosa

Espesor de los materiales

Mortero Cemento Arena e= 0.03m

Piedra natural porosa e= 0.10m

Mortero Cemento Arena e= 0.03m

Piedra natural porosa e= 0.10m

Mortero cemento arena e= 0.04m

TOTAL espesor sobrecimiento = 0.30m

## Materiales

**Nota:** Ver Lista de características higrométricas de los materiales de construcción (Anexo N° 03 de la Norma EM.110)

**Item 11:** Roca natural, coeficiente de transmitancia termica (0.55 W/mK ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

**Item 27:** Mortero cemento-arena, coeficiente de transmitancia termica (1.40 W/mk ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

### Hallando la transmitancia térmica del Sobrecimiento formula.

$$U_{1-sobrecim} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots\right)}$$

Figura 82. Imagen: Paso 4, numeral 5-d

Fuente: Norma (EM.110, 2014).

Donde:

$e_{material\ 1}$  espesor del material 1 componente del sobrecimiento, etc.

$k_{material\ 1}$  coeficiente de transmisión térmica del material 1 componente del sobrecimiento, etc

Reemplazando valores en la fórmula

$$U_{1-sobrecim} = \frac{1}{\left(\frac{0.03}{1.4} + \frac{0.10}{0.55} + \frac{0.03}{1.4} + \frac{0.10}{0.55} + \frac{0.04}{1.4}\right)}$$

$$U_{1-sobrecim} = 2.33 \text{ (w/m}^2\text{k)}$$

### Hallando el Área del sobrecimiento

Área Sobrecimiento (Tipo 2A)

$$H = 0.30 \text{ m}$$

$$L = 2.05\text{m}$$

$$S = 0.30 \times 2.18 = 0.62\text{m}^2$$



Tabla 49.

Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coefficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
Puente Térmico: Sobrecimiento N° 1						<b>0.62</b>	<b>2.33</b>	<b>1.445</b>
Muro Norte								
Composición:								
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4			
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4			
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.04				1.4			

Fuente: Elaboración propia.

### Muro Oeste

Compuesto por los siguientes materiales:

- Mortero Cemento Arena
- Piedra natural porosa

Espesor de los materiales

Mortero Cemento Arena e= 0.03m

Piedra natural porosa e= 0.10m

Mortero Cemento Arena e= 0.03m

Piedra natural porosa e= 0.10m

Mortero cemento arena e= 0.04m

**TOTAL espesor sobrecimiento = 0.30m**

### Hallando la transmitancia térmica del Sobrecimiento

$$U_{1-sobrecim} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots\right)}$$

Figura 83. Imagen: Paso 4, numeral 5-d

Fuente: Norma (EM.110, 2014).

Donde:

e<sub>material 1</sub> espesor del material 1 componente del sobrecimiento, etc.

k<sub>material 1</sub> coeficiente de transmisión térmica del material 1 componente del sobrecimiento, etc

Reemplazando valores en la fórmula

$$U_{1-sobrecim} = \frac{1}{\left(\frac{0.03}{1.4} + \frac{0.10}{0.55} + \frac{0.03}{1.4} + \frac{0.10}{0.55} + \frac{0.04}{1.4}\right)}$$

$$U_{1-sobrecim} = 2.33 \text{ (w/m}^2\text{k)}$$

**Hallando el Área del sobrecimiento**

Área Sobrecimiento (Tipo 2A)

H = 0.30 m

L = 3.85m

S = 0.30 x 3.85 = 1.16m<sup>2</sup>

Tabla 50.

*Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma*

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coefficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
Puente Térmico: Sobrecimiento N° 2								
Muro Oeste								
Composición:								
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4	<b>1.16</b>	<b>2.33</b>	<b>2.703</b>
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4			
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.04				1.4			

Fuente: Elaboración propia.

**Muro Este (Tipo 2A)**

**Muro Este A**

Compuesto por los siguientes materiales:

- Mortero Cemento Arena
- Piedra natural porosa

Espesor de los materiales

Mortero Cemento Arena e= 0.03m

Piedra natural porosa e= 0.10m

Mortero Cemento Arena e= 0.03m

Piedra natural porosa e= 0.10m

Mortero cemento arena e= 0.04m

TOTAL espesor sobrecimiento = 0.30m

**Nota:** Ver Lista de características higrométricas de los materiales de construcción (Anexo N° 03 de la Norma EM.110)

**Item 11:** Roca natural, coeficiente de transmitancia termica (0.55 W/mK ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

**Item 27:** Mortero cemento-arena, coeficiente de transmitancia termica (1.40 W/mk ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

#### Hallando la transmitancia térmica del Sobrecimiento

$$U_{1-sobrecim} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots\right)}$$

Figura 84. Imagen: Paso 4, numeral 5-d

Fuente: Norma (EM.110, 2014).

Donde:

$e_{material\ 1}$  espesor del material 1 componente del sobrecimiento, etc.

$k_{material\ 1}$  coeficiente de transmisión térmica del material 1 componente del sobrecimiento, etc

**Nota:(Norma EM.110 Confort Térmico y Lumínico con Eficiencia Energética)**

Reemplazando valores en la fórmula

$$U_{1-sobrecim} = \frac{1}{\left(\frac{0.03}{1.4} + \frac{0.10}{0.55} + \frac{0.03}{1.4} + \frac{0.10}{0.55} + \frac{0.04}{1.4}\right)}$$
$$U_{1-sobrecim} = 2.33 \text{ (w/m}^2\text{k)}$$

#### Hallando el Área del sobrecimiento

Área Sobrecimiento (Tipo 2A)

H = 0.30 m

L = 0.40m

S = 0.30 x 0.40 = 0.12m<sup>2</sup>

Tabla 51.

Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
Puente Térmico: Sobrecimiento N° 2						<b>0.12</b>	<b>2.33</b>	<b>0.28</b>
Muro Oeste								
Muro Oeste A								
Composición:								
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4			
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4			
Roca natural porosa	0.1				0.55			

Fuente: Elaboración propia.

### Muro Este (Tipo 2A)

#### Muro Este B

Compuesto por los siguientes materiales:

- Mortero Cemento Arena
- Piedra natural porosa

Espesor de los materiales

Mortero Cemento Arena e= 0.03m

Piedra natural porosa e= 0.10m

Mortero Cemento Arena e= 0.03m

Piedra natural porosa e= 0.10m

Mortero cemento arena e= 0.04m

TOTAL espesor sobrecimiento = 0.30m

### Materiales

#### Vease

Lista de características higrométricas de los materiales de construcción (Anexo N° 03 de la Norma)

**Item 11 y 28:** Roca natural y mortero cemento y cal o yeso

#### Hallando la transmitancia térmica del Sobrecimiento

$$U_{1-sobrecim} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots\right)}$$

Figura 85. Imagen: Paso 4, numeral 5-d

Fuente: Norma (EM.110, 2014).

Donde:

$e_{\text{material 1}}$  espesor del material 1 componente del sobrecimiento, etc.

$k_{\text{material 1}}$  coeficiente de transmisión térmica del material 1 componente del sobrecimiento, etc

**Nota:(Norma EM.110 Confort Térmico y Lumínico con Eficiencia Energética)**

Reemplazando valores en la fórmula

$$U_{1-\text{sobrecim}} = \frac{1}{\left(\frac{0.03}{1.4} + \frac{0.10}{0.55} + \frac{0.03}{1.4} + \frac{0.10}{0.55} + \frac{0.04}{1.4}\right)}$$

$$U_{1-\text{sobrecim}} = 2.33 \text{ (w/m}^2\text{k)}$$

### Hallando el Área del sobrecimiento

Área Sobrecimiento (Tipo 2A)

$$H = 0.30 \text{ m}$$

$$L = 2.63\text{m}$$

$$S = 2.63 \times 0.30 = 0.79 \text{ m}^2$$

Tabla 52.

*Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma*

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coficiente Transmisión Térmica k (W/m <sup>2</sup> °C)	S1	U1	S1xU1
Puente Térmico: Sobrecimiento N° 1								
Muro Oeste B								
Composición:								
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4	<b>0.79</b>	<b>2.33</b>	<b>1.84</b>
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4			
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.04				1.4			

Fuente: Elaboración propia.

### Muro Sur

Compuesto por los siguientes materiales:

- Mortero Cemento Arena
- Piedra natural porosa

Espesor de los materiales

Mortero Cemento Arena  $e = 0.03\text{m}$

Piedra natural porosa  $e = 0.10\text{m}$

Mortero Cemento Arena  $e = 0.03\text{m}$

Piedra natural porosa  $e = 0.10\text{m}$

Mortero cemento arena  $e = 0.04\text{m}$

TOTAL espesor sobrecimiento = 0.30m

**Nota:** Ver Lista de características higrométricas de los materiales de construcción (Anexo N° 03 de la Norma EM.110)

**Item 11:** Roca natural, coeficiente de transmitancia termica (0.55 W/mK ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

**Item 27:** Mortero cemento-arena, coeficiente de transmitancia termica (1.40 W/mk ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

**Hallando la transmitancia térmica del Sobrecimiento**

$$U_{1-sobrecim} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots\right)}$$

Figura 86. Imagen: Paso 4, numeral 5-d

Fuente: Norma (EM.110, 2014).

Donde:

$e_{material\ 1}$  espesor del material 1 componente del sobrecimiento, etc.

$k_{material\ 1}$  coeficiente de transmisión térmica del material 1 componente del sobrecimiento, etc

Reemplazando valores en la fórmula

$$U_{1-sobrecim} = \frac{1}{\left(\frac{0.03}{1.4} + \frac{0.10}{0.55} + \frac{0.03}{1.4} + \frac{0.10}{0.55} + \frac{0.04}{1.4}\right)}$$

$$U_{1-sobrecim} = 2.33 (w/m^2k)$$

**Hallando el Área del sobrecimiento**

Área Sobrecimiento (Tipo 2A)

$H = 0.30\ m$

$L = 2.18m - 0.76m$  (ancho de la puerta N° 06)

$L = 1.42$

$S = 1.42 \times 0.30 = 0.43\ m^2$

Tabla 53.

Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perimetro (m)	RST/RCA (m2 °C/w)	Coficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
Puente Térmico: Sobrecimiento N° 5								
Muro Sur								
Composición:								
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4	<b>0.43</b>	<b>2.33</b>	<b>1.00</b>
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4			
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.04				1.4			

Fuente: Elaboración propia.

**Transmitancia final de muros tipos 2A**

Se utiliza la siguiente fórmula según norma

La transmitancia térmica U final (U<sub>final2A,2B</sub>) para muros de tipo 2A, con cámara de aire y sin ella, se calcula con la siguiente fórmula:

**Reemplazamos datos en la fórmula:**

$$U_{2A}^{final} = 0,5 \times \frac{38.52}{24.93}$$

$$U_{2A}^{final} = 0.77 \text{ W/m}^2\text{k}$$

Tabla 54.

Integrando todos los datos en el cuadro Excel según especifica la norma

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perimetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coefficiente Transmisión Térmica k (W/m <sup>2</sup> °C)	S1	U1	S1xU1
<b>Ventanas</b>								
Ventana 6								
Tipo de vidrio: (Vidrio Crudo)								
Vidrio incoloro de 6mm	0.006					0.26	5.70	1.48
Ventana 7								
Tipo de vidrio: (Vidrio Crudo)								
Vidrio incoloro de 6mm	0.006					0.26	5.70	1.48
Tipo de carpintería del marco								
Ventana 6								
Madera tornillo	0.13		3.16			0.41	2.00	0.82
Ventana 7								
Madera tornillo	0.13		3.16			0.41	2.00	0.82
<b>Puertas</b>								
Tipo de puerta: (Puerta 6 según plano)								
Hoja maciza de madera	0.035					1.59	2.00	3.18
Tipo de puerta: (Puerta 7 según plano)								
Hoja maciza de madera	0.035					1.49	2	2.98
<b>MUROS</b>								
<b>Resistencias superficiales</b>								
Resistencia superficial extrema (Rse)				0.11				
Resistencia Superficial interna (Rsi)				0.11				
Muro sin cámara de aire N° 01								
<b>Muro Norte</b>								
Composición del muro:								
Adobe	0.37				0.9	3.71	1.37	5.083
Yeso 1 (Revestimiento interno)	0.015				0.3			
<b>Muro Oeste</b>								
Adobe	0.37				0.9	6.97	1.37	9.549
Yeso 1 (Revestimiento interno)	0.015				0.3			
Yeso 2 (Revestimiento externo)	0.015				0.3			
<b>Muro Este</b>								
Muro A								
Composición del muro:								
Adobe	0.37				0.9	0.72	1.37	0.986
Yeso 1 (Revestimiento interno)	0.015				0.3			
Yeso 2 (Revestimiento externo)	0.015				0.3			
<b>Muro Sur</b>								
Adobe	0.37				0.9	2.36	1.37	3.233
Yeso 1 (Revestimiento interno)	0.015				0.3			
Yeso 2 (Revestimiento externo)	0.015				0.3			
<b>Muro con cámara de aire N° 1</b>								
<b>Muro Este</b>								
Muro B								
Resistencia de la cámara de aire (Rca)				0.1456				
Composición del muro:								
Triplay 1 Interna	0.006				0.14	3.63	0.45	1.634
Triplay 2 Externa	0.006				0.14			
<b>Puente Térmico: Sobrecimiento N° 1</b>								
<b>Muro Norte</b>								
Composición:								
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4	0.6	2.3	1.445
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4			
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.04				1.4			

Puente Térmico: Sobrecimiento N° 2								
Muro Oeste								
Composición:								
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4	<b>1.2</b>	<b>2.3</b>	<b>2.703</b>
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4			
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.04				1.4			
Puente Térmico: Sobrecimiento N° 3								
Muro Este								
Muro Este A								
Composición:								
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4	<b>0.1</b>	<b>2.3</b>	<b>0.28</b>
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4			
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.04				1.4			
Puente Térmico: Sobrecimiento N° 4								
Muro Este B								
Composición:								
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4	<b>0.8</b>	<b>2.3</b>	<b>1.84</b>
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4			
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.04				1.4			
Puente Térmico: Sobrecimiento N° 5								
Muro Sur								
Composición:								
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4	<b>0.4</b>	<b>2.3</b>	<b>1.00</b>
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4			
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.04				1.4			
TRANSMITANCIA (U1 final) = 0.5 x ESxU/ES							<b>0.77</b>	

Fuente: Elaboración propia.

El resultado final se compara con la tabla N° 02 de la Norma:

Tabla 55.

Valores límites máximos de transmitancia térmica (U) en W/m<sup>2</sup>k

Zona bioclimática	Transmitancia térmica máxima del muro (U <sub>muro</sub> )	Transmitancia térmica máxima del techo (U <sub>techo</sub> )	Transmitancia térmica máxima del piso (U <sub>piso</sub> )
1. Desértico costero	2,36	2,21	2,63
2. Desértico	3,20	2,20	2,63
3. Interandino bajo	2,36	2,21	2,63
4. Mesoandino	2,36	2,21	2,63
5. Altoandino	<b>1,00</b>	0,83	3,26
6. Nevado	0,99	0,80	3,26
7. Ceja de montaña	2,36	2,20	2,63
8. Subtropical húmedo	3,60	2,20	2,63
9. Tropical húmedo	3,60	2,20	2,63

Fuente: Norma (EM.110, 2014) **Tabla N°7.**

**0.77 < 1.00 CUMPLE**

En conclusión quiere decir, que los muros 2A del dormitorio 2 cumplen con la transmitancia térmica necesaria para esta zona bioclimática, disipan el calor como debe ser.



## B. Envoltente Tipo 2B - Losa

11. Procedimiento para el cálculo de la Transmitancia térmica final de los pisos de tipo 2B en contacto con el ambiente exterior.

La transmitancia térmica U final ( $U_{2B}^{final}$ ) para pisos de tipo 2B se calcula con la siguiente fórmula:

$$U_{2B}^{final} = 0,5 \times \frac{\sum S_i \times U_i}{\sum S_i} = 0,5 \times \left( \frac{S_1 \times U_1 + S_2 \times U_2 + S_3 \times U_3 + \dots}{S_1 + S_2 + S_3 + \dots} \right)$$

Donde,

$\sum S_i$  suma total de las superficies de cada tipo de piso.

$\sum S_i \times U_i$  suma total de todos los productos "S<sub>i</sub> x U<sub>i</sub>" encontrados.

Este resultado ( $U_{2B}^{final}$ ) se compara con la transmitancia térmica máxima ( $U_{max}$ ) para pisos, de acuerdo a la zona bioclimática respectiva, dada por la Tabla N° 3 de la Norma.

⇒ Si  $U_{2B}^{final}$  es menor o igual a  $U_{max}$  entonces el piso CUMPLE con la Norma.

⇒ Si  $U_{2B}^{final}$  es mayor a  $U_{max}$  entonces el piso NO CUMPLE con la Norma. El usuario deberá modificar su solución.

Figura 87. Procedimiento para el cálculo de las transmitancia final tipo 2B.

Fuente: Norma (EM.110, 2014) Paso N°5, numeral 11.

## Piso Superior Tipo 2B (sin cámara de aire)

### Materiales

**Nota:** Ver Lista de características higrométricas de los materiales de construcción (Anexo N° 03 de la Norma EM.110)

**Item 29:** enlucido de yeso, coeficiente de transmitancia termica (0.40 W/mK ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

**Item 58:** madera machihembrada, coeficiente de transmitancia termica (0.12 W/mk ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

**Item 93:** polipropileno, coeficiente de transmitancia termica (0.22 W/mk ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

### Machihembrada (Tornillo)

- Espesor  
ematerial1 = 0.025m
- Coeficiente de transmitancia térmica  
Kmaterial1 = 0.12 W/mk

### Polipropileno

- Espesor  
ematerial3 = 0.001 m

- Coeficiente de transmitancia térmica

$$K_{\text{material3}} = 0.30 \text{ W/mk}$$

Nota: Según norma no se incluye espesores menores a 5mm, por ende este espesor se suma al espesor del enlucido de yeso

Enlucido de Yeso

- Espesor

$$e_{\text{material2}} = 0.004 \text{ m}$$

- Coeficiente de transmitancia térmica

$$K_{\text{material2}} = 0.22 \text{ W/mk}$$

Nota: El espesor total del enlucido de yeso sería de 0.004m más 0.001m del espesor del polipropileno asumiendo que existe cielo raso

### Área Piso Superior (Tipo 2B)

Dimensiones

$$\text{Largo} = 3.85\text{m}$$

$$\text{Ancho} = 2.18\text{m}$$

$$S = \text{Área total} = 8.39\text{m}^2$$

### Cálculo de la transmitancia térmica para pisos tipo 2B

Según normal, el usuario deberá seguir el procedimiento del Paso 4, numeral 10.

Donde se lea S1, U1 o S1 x U1 deberá entenderse que para este paso corresponde a las celdas S2, U2 o S2 x U2.

**10. Pisos: Calcular la transmitancia térmica de pisos tipo 1B sobre ambientes exteriores mayores a 1 metro, que separan el interior de la edificación con el ambiente exterior**

a) En la celda ubicada en la intersección de la columna "U<sub>1</sub>" y de la fila "Resistencia Superficial Externa (R<sub>se</sub>)", se coloca lo siguiente:

• 0,09 W/m<sup>2</sup>K ⇒ cuando el flujo de calor es ascendente (o sea, cuando el calor tiende a salir del ambiente interior al ambiente exterior). Este valor se aplicará para las Zonas Bioclimáticas 4, 5 y 6.

• 0,17 W/m<sup>2</sup>K ⇒ cuando el flujo de calor es descendente (o sea, cuando el calor tiende a entrar al ambiente interior desde el ambiente exterior). Este valor se aplicará para las Zonas Bioclimáticas 1, 2, 3, 7, 8 y 9.

b) En la celda ubicada en la intersección de la columna "U<sub>1</sub>" y de la fila "Resistencia Superficial Interna (R<sub>si</sub>)", se coloca lo siguiente:

• 0,09 W/m<sup>2</sup>K ⇒ cuando el flujo de calor es ascendente (o sea, cuando el calor tiende a salir del ambiente interior al ambiente exterior). Este valor se aplicará para las Zonas Bioclimáticas 4, 5 y 6.

• 0,17 W/m<sup>2</sup>K ⇒ cuando el flujo de calor es descendente (o sea, cuando el calor tiende a entrar al ambiente interior desde el ambiente exterior). Este valor se aplicará para las Zonas Bioclimáticas 1, 2, 3, 7, 8 y 9.

Figura 88. Pasó 4, numeral 10 de la Norma: Identificación de los tipos de envolvente en planta del dormitorio 1.

Fuente: Norma (EM.110, 2014).

Nota:  $R_{se} = 0.09 \text{ W/m}^2\text{k}$

$R_{si} = 0.09 \text{ W/m}^2\text{k}$

Se utiliza la siguiente fórmula:

$$U_{1-piso} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots + R_{si} + R_{se}\right)}$$

Donde:

$e_{material\ 1}$  espesor del material 1 componente del piso, etc.

$k_{material\ 1}$  coeficiente de transmisión térmica del material 1 componente del piso, etc

**Reemplazando datos en la fórmula:**

$$U_{1-piso} = \frac{1}{(e_{machihembrado} + e_{yeso} + R_{si} + R_{se})}$$

$$U_{1-piso} = \frac{1}{(0.025 + 0.005 + 0.09 + 0.09)}$$

$$U_{1-piso} = 4.76 \text{ W/m}^2\text{k}$$

**Ahora, se reemplazará estos valores en la fórmula siguiente**

La transmitancia térmica U final ( $U_{2B}^{final}$ ) para muros de tipo 2B. con cámara de aire y sin ella, se calcula con la siguiente fórmula:

$$U_{2B}^{final} = 0,5 \frac{\sum S_i \times U_i}{\sum S_i} = 0,5 \left( \frac{S_1 \times U_1 + S_2 \times U_2 + S_3 \times S_3 + \dots}{S_1 + S_2 + S_3 + \dots} \right)$$

Donde.

$\sum S_i$  Suma total de las superficies de cada tipo de piso.

$\sum S_i \times U_i$  Suma total de todos los productos “ $S_i \times U_i$ ” encontrados:

$$U_{2B}^{final} = 0,5 \left( \frac{39.94}{8.39} \right)$$

$$U_{2B}^{final} = 2.38 \text{ W/m}^2\text{k}$$

Tabla 56.

*Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma*

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coficiente Transmisión Térmica k (W/m <sup>2</sup> °C)	S1	U1	S1xU1
<b>Resistencias superficiales</b>								
<b>Piso Superior Tipo 2B</b>								
Resistencia superficial externa (Rse)				0.09		<b>8.39</b>	<b>4.76</b>	<b>39.94</b>
Resistencia superficial interna (Rsi)				0.09				
Composición:								
Machihembrada (Tornillo)	0.025				0.12			
Yeso	0.005				0.22			
<b>TRANSMITANCIA (U1 final) = 0.5 x ESxU/ES</b>						<b>2.38</b>		

Fuente: Elaboración propia.

El resultado final se compara con la tabla N° 02 de la Norma:

Tabla 57.

*Valores límites máximos de transmitancia térmica (U) en W/m<sup>2</sup>k*

Zona bioclimática	Transmitancia térmica máxima del muro ( $U_{\text{muro}}$ )	Transmitancia térmica máxima del techo ( $U_{\text{techo}}$ )	Transmitancia térmica máxima del piso ( $U_{\text{piso}}$ )
1. Desértico costero	2,36	2,21	2,63
2. Desértico	3,20	2,20	2,63
3. Interandino bajo	2,36	2,21	2,63
4. Mesoandino	2,36	2,21	2,63
5. Altoandino	1,00	0,83	3,26
6. Nevado	0,99	0,80	3,26
7. Ceja de montaña	2,36	2,20	2,63
8. Subtropical húmedo	3,60	2,20	2,63
9. Tropical húmedo	3,60	2,20	2,63

Fuente: Norma (EM.110, 2014) **Tabla N°2.**

**2.38 < 3.26 CUMPLE**

En conclusión quiere decir, que el muro tipo 2 B del dormitorio 2 cumplen con la transmitancia térmica necesaria para esta zona bioclimática, disipan el calor como debe ser

### 3.8.3 Envoltentes Tipo 3 (Techos)

El dormitorio 2 no cuenta con este tipo de envoltente ya que por estar en el primer nivel no cuenta con techo sino con un ambiente (dormitorio 4) en la parte superior

### 3.8.4 Envoltentes Tipo 4 (Pisos)

#### **Piso Dormitorio 2 TIPO 4B.**

Procedimiento para envoltentes de separación con el terreno: Losa o piso tipo 4A y 4B, según norma

Imagen: Paso 7, numeral 1.3

**1.3 Losa o Piso tipo 4B:** Para calcular pisos tipo 4B horizontales de separación entre el interior de la edificación con un ambiente no habitable exterior menor a un metro, se debe tomar en cuenta que estando el piso debajo de un ambiente no habitable exterior menor a un metro, no es necesario que se utilice una cámara de aire, convirtiéndose este ambiente no habitable exterior menor a un metro, en una cámara de aire ventilada o no ventilada.

a) En las celdas ubicadas en la intersección de la columna "RST/RCA" y de las filas "Resistencia Superficial Externa ( $R_{se}$ )" y "Resistencia Superficial Interna ( $R_{si}$ )", se colocarán las resistencias superficiales térmicas respectivas, utilizando los siguientes valores:

- En la celda ubicada en la intersección de la columna "RST/RSA" y de la fila "Resistencia Superficial Externa ( $R_{se}$ )", se coloca el siguiente valor: 0,09 W/m<sup>2</sup> K, para las zonas bioclimáticas 1, 2, 3, 7, 8 y 9.

- En la celda ubicada en la intersección de la columna "RST/RSA" y de la fila "Resistencia Superficial Interna ( $R_{si}$ )", se coloca el siguiente valor: 0,09 W/m<sup>2</sup> K, para las zonas bioclimáticas 1, 2, 3, 7, 8 y 9.

- En la celda ubicada en la intersección de la columna "RST/RSA" y de la fila "Resistencia Superficial Externa ( $R_{se}$ )", se coloca el siguiente valor: 0,17 W/m<sup>2</sup> K para las zonas bioclimáticas 4, 5 y 6.

- En la celda ubicada en la intersección de la columna "RST/RSA" y de la fila "Resistencia Superficial Interna ( $R_{si}$ )", el siguiente valor: se coloca el siguiente valor: 0,17 W/m<sup>2</sup> K para las zonas bioclimáticas 4, 5 y 6.

b) En la celda ubicada en la intersección de la columna "RST/RCA" y de la fila "Resistencia de la cámara de aire ( $R_{ca}$ )", se coloca el valor según el tipo de cámara.

Figura 89. Resistencia superficial externa e interna.

Fuente: Elaboración propia

- En la celda  $R_{se}$  se coloca l valor de 0.17 W/m<sup>2</sup>k, para las zonas bioclimáticas 4, 5, y 6
- En la celda  $R_{si}$  se coloca el valor de 0.17 W/m<sup>2</sup>k para las zonas bioclimáticas 4, 5, y 6
- Al igual que el muro, se calcula el área de la losa y luego se colocan los valores de las transmitancias térmicas de cada elemento que lo compone

Tabla 58.

Resistencia térmica de la cámara  $R_c$ , (en m<sup>2</sup> K/W)

Zonas bioclimáticas	Espesor de la cámara (en mm)				
	10	20	50	100	≥ 150
Para zonas bioclimáticas 1, 2, 3, 7, 8 y 9	0,14	0,15	0,16	0,16	0,16
Para zonas bioclimáticas 4, 5 y 6	0,15	0,18	0,21	0,21	0,21

El espesor de la cámara de aire no ventilada es 0.125m, por lo que la resistencia térmica de la cámara  $R_c$  es 0.21 m<sup>2</sup> k/w.

Fuente: Norma (EM.110, 2014) Tabla N°14.

Materiales que componen el piso



## Materiales

**Nota:** Ver Lista de características higrométricas de los materiales de construcción (Anexo N° 03 de la Norma EM.110)

**Item 19:** cemento pulido, coeficiente de transmitancia termica (0.53W/mK ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

**Item 58:** madera machihembrada, coeficiente de transmitancia termica (0.12 W/mk ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

### Machihembrada (Tornillo)

- **Espesor**

**ematerial1 = 0.025m**

**Nota:(Norma EM.110 Confort Térmico y Lumínico con Eficiencia Energética)**

### Machihembrada (Tornillo)

- **Espesor**

ematerial1 = 0.025m

- **Coeficiente de transmitancia térmica**

Kmaterial1 = 0.12 W/mk

### Cemento pulido

- **Espesor**

ematerial2 = 0.05 m

- **Coeficiente de transmitancia térmica**

Kmaterial1 = 0.12 W/mk

### Hallando las Resistencias térmicas

Resistencia térmica de la cara interior (machihembrado) se halla dividiendo el espesor entre el coeficiente de conductividad térmica del material (k)

$R_i$  = Resistencia térmica de la cara interior

$e_{\text{machihembrado}} = 0.025\text{m}$

$k_{\text{machihembrado}} = 1.12 \text{ w/mk}$

$R_i = e/k$

$R_i = 0.025/1.12$

$R_i = 0.02 \text{ m}^2\text{K/W}$

Resistencia térmica de la cara exterior (cemento pulido) se halla dividiendo el espesor entre el coeficiente de conductividad térmica del material (k)



$$\begin{aligned}
 R_e &= \text{Resistencia térmica de la cara exterior} \\
 e_{\text{cemento pulido}} &= 0.05\text{m} \\
 k_{\text{cemento pulido}} &= 0.53 \text{ w/mk} \\
 R_e &= e/k \\
 R_e &= 0.05/0.53 \\
 R_e &= 0.094 \text{ m}^2\text{K/W}
 \end{aligned}$$

Para ambientes menores a 1 metro de altura se aplicará la fórmula siguiente que corresponde al Caso 1:

Elementos con cámara de aire no ventilados

El coeficiente U (en  $\text{m}^2 \text{K/W}$ ) para este caso se obtiene de la expresión:

$$\frac{1}{U} = R_{si} + R_i + R_{ca} + R_e + R_{se}$$

Donde,

- $R_i$  resistencia térmica de la cara interior del elemento constructivo, que se halla dividiendo el espesor entre el coeficiente de conductividad térmica del material del que está compuesto la cara interior del elemento constructivo.
- $R_{ca}$  resistencia térmica de la cámara de aire calculada según la Tabla N° 14.
- $R_e$  resistencia térmica de la cara exterior del elemento constructivo, que se halla dividiendo el espesor entre el coeficiente de conductividad térmica del material del que está compuesto la cara exterior del elemento constructivo.
- $R_{si}$  coeficiente superficial interno de transmisión térmica, según lo indicado en el numeral 1.3.a).
- $R_{se}$  coeficiente superficial externo de transmisión térmica, según lo indicado en el numeral 1.3.a).

*Figura 90.* Paso 7, numeral 1.3, caso 1.

Fuente: Norma (EM.110, 2014).

Reemplazando datos en la fórmula

Datos:

$$R_i = 0.02 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_e = 0.094 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{ca} = 0.21 \text{ m}^2 \text{ k/w}$$

$$R_{si}' = 0.17 \text{ m}^2 \text{ k/w} = \text{Coeficiente superficial interna}$$

$$R_{se}' = 0.17 \text{ m}^2 \text{ k/w} = \text{Coeficiente superficial externa}$$

$$\frac{1}{U} = (0.17 + 0.02 + 0.21 + 0.094 + 0.17)$$

$$\frac{1}{U} = 0.064 \text{ m}^2\text{k}$$

$$U = 1/0.064 \text{ m}^2\text{k}$$

$$U = 1.50 \text{ m}^2\text{k}$$

Por lo tanto la transmitancia térmica del piso es  $1.50 \text{ W/m}^2\text{k}$

Área Piso (Tipo 4B)

Dimensiones

Largo= 3.85m

Ancho= 2.18m

S = Área total = 8.39m<sup>2</sup>

Tabla 59.

*Ingresando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma*

Tipo 4	Componentes	Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coefficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
		Resistencias superficiales								
	Pisos tipo 4B: Losa o piso horizontal de separación entre el interior de la edificación con un ambiente no habitable exterior, menor a un metro de altura	Resistencia superficial externa (Rse)				0.17				
		Resistencia Superficial interna (Rsi)				0.17				
		Piso tipo 4B (Dormitorio 1)								
		Resistencia de la cámara de aire (Rca)				0.21				
		Composición:								
		Machihembrado (Tornillo) Cara interior		0.025				0.12	8.39	1.5
	Cemento pulido - Cara exterior		0.05				0.53			
		TRANSMITANCIA (U1 final) = ESxU/ES							<b>1.5</b>	

Fuente: Elaboración propia.

**El resultado final se compara con la tabla N° 02 de la Norma:**

Tabla 60.

*Valores límites máximos de transmitancia térmica (U) en W/m<sup>2</sup>k*

Zona bioclimática	Transmitancia térmica máxima del muro (U <sub>muro</sub> )	Transmitancia térmica máxima del techo (U <sub>techo</sub> )	Transmitancia térmica máxima del piso (U <sub>piso</sub> )
1. Desértico costero	2,36	2,21	2,63
2. Desértico	3,20	2,20	2,63
3. Interandino bajo	2,36	2,21	2,63
4. Mesoandino	2,36	2,21	2,63
5. Altoandino	1,00	0,83	3,26
6. Nevado	0,99	0,80	3,26
7. Ceja de montaña	2,36	2,20	2,63
8. Subtropical húmedo	3,60	2,20	2,63
9. Tropical húmedo	3,60	2,20	2,63

Fuente: Norma (EM.110, 2014) **Tabla N°2**

**1.50 < 3.26 CUMPLE**

En conclusión quiere decir, que el piso 4B del dormitorio 2 cumple con la transmitancia térmica necesaria para esta zona bioclimática.



#### 4.3. CALCULO DE LA ENVOLVENTE DEL DORMITORIO 3 (SEGÚN PLANO)

Ubicación en planta del dormitorio 3 del dibujo 3D



*Figura 91.* Identificación del dormitorio 3.

Fuente: Elaboración propia.

## IDENTIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE ENVOLVENTE DEL DORMITORIO 3 (EN PLANTA)

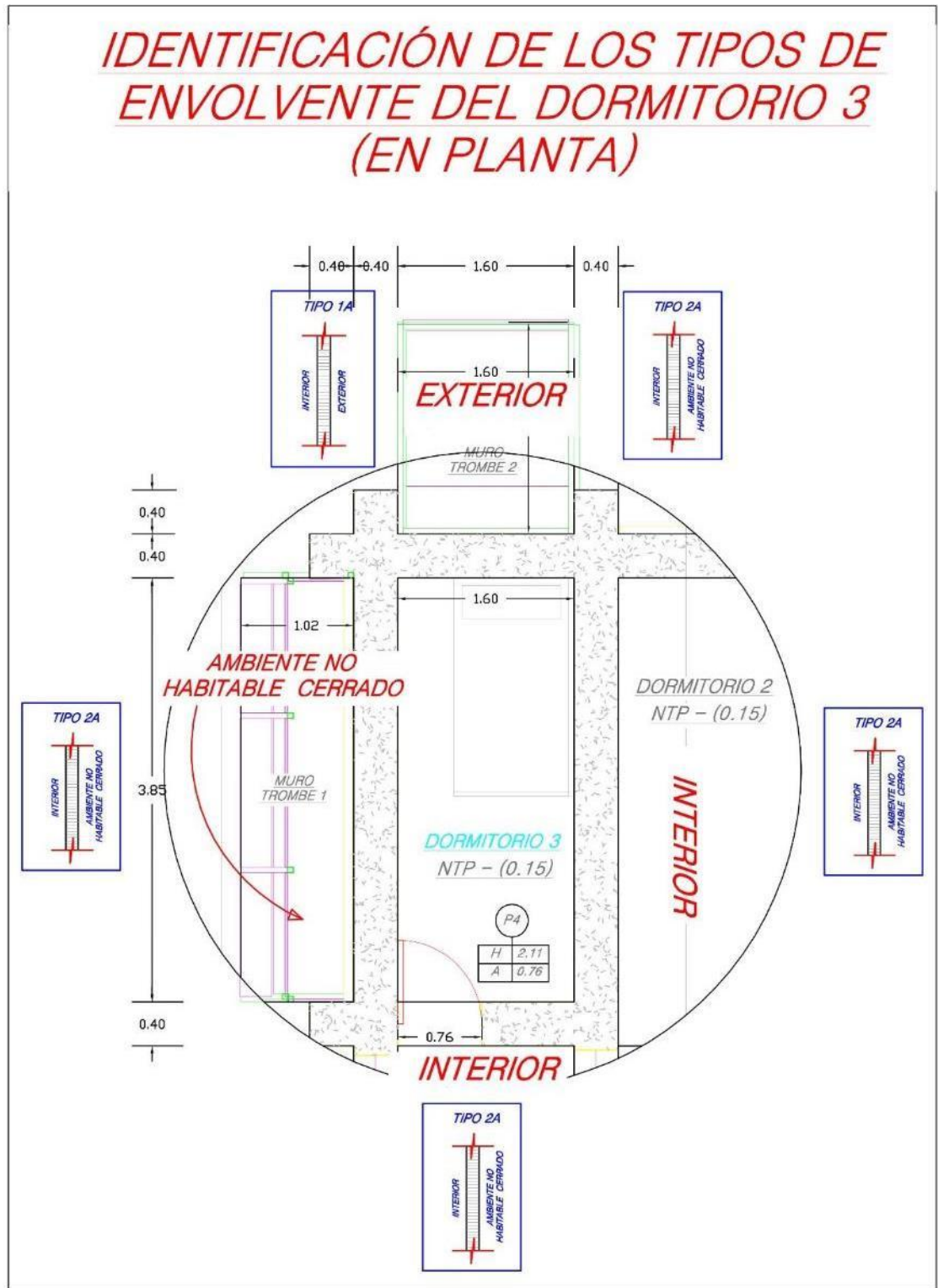


Figura 92. Identificación de los tipos de envoltente en planta del dormitorio 3.

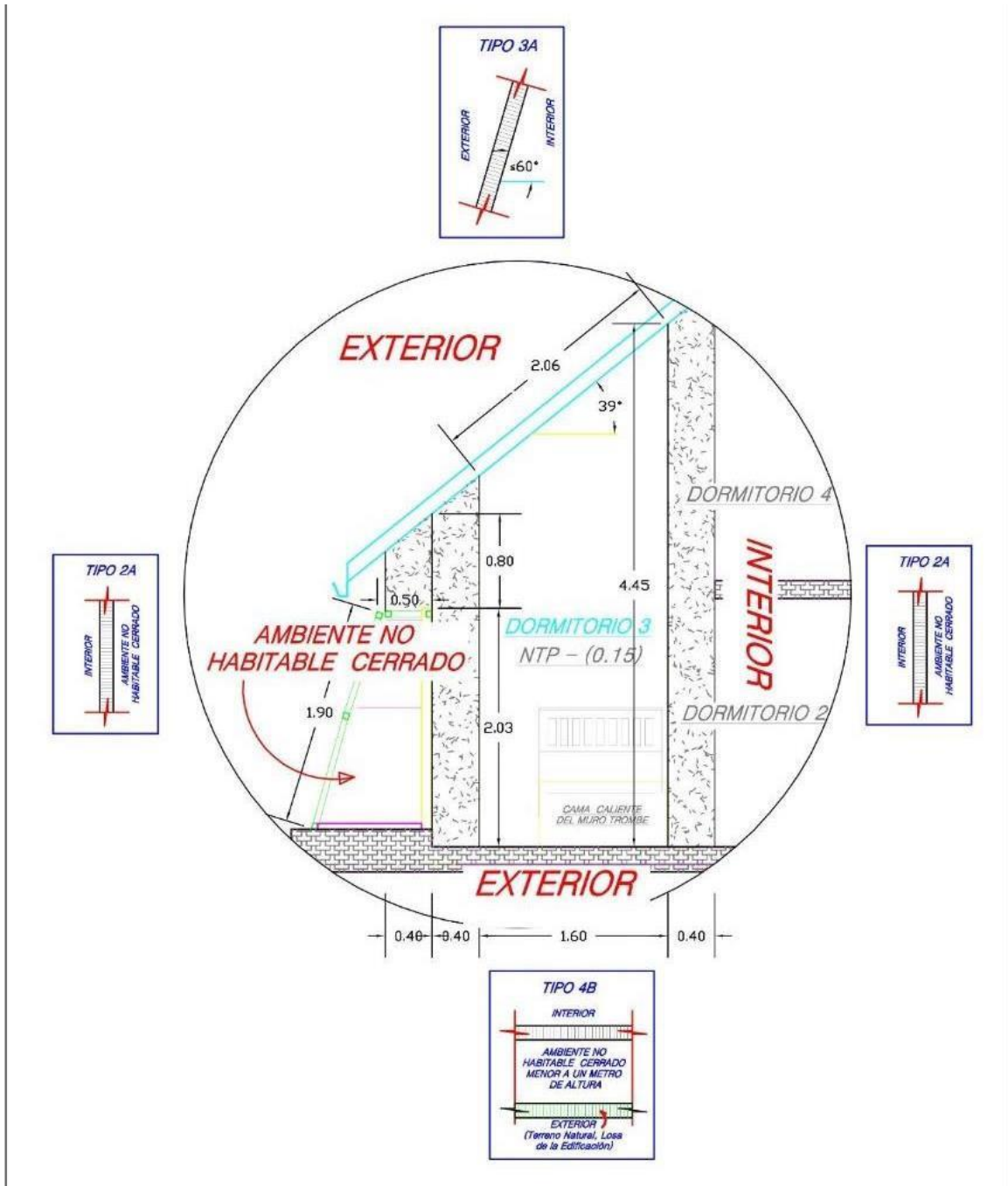


Figura 93. Procedimiento para envoltorios de separación con el terreno: Losa o piso tipo 4A y 4B, según norma

### 3.8.5 Envoltente Tipo 1, Dormitorio 3

#### 1. Ventanas o mamparas (Ventana 1, según plano)

El Muro Tipo 1B (Muro Norte y Oeste) según plano, no cuenta con ventanas ni mamparas

## 2. Muros (En dirección Norte y Oeste, según plano)

Procedimiento para hallar las resistencias superficiales

Se colocan los siguientes datos como referencia según norma:

Entre la celda RST/RSA y Rse se coloca 0.11 W/m<sup>2</sup>k y entre la celda RST/RSA y Rsi se coloca 0.06W/m<sup>2</sup>k (Según norma, paso 4, numeral 3.1)

Tabla 61.

Valores de transmitancias térmicas según norma

Elementos	Espesor (m)	Cantida d	Perímet ro (m)	RST/RC A (m <sup>2</sup> °C/w)	Coficie nte Transm isión
Resistencias superficiales					
Resistencia superficial extrema (Rse)				0.11	
Resistencia Superficial interna (Rsi)				0.06	

Fuente: Elaboración propia.

En las celdas de bajo de composición del muro se coloca los materiales, su espesor, y el coeficiente de transmisión térmica de cada uno

**Materiales:** Este muro cuenta con dos materiales, yeso y adobe.

**Nota:** Ver Lista de características higrométricas de los materiales de construcción (Anexo N° 03 de la Norma EM.110)

**Item 15:** Yeso, coeficiente de transmitancia termica (0.3 W/mK ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

**Item 26:** Adobe, coeficiente de transmitancia termica (0.9 W/mk ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

### Hallando el área de los muros Tipo 1A (Muro Norte y Oeste)

Área Muro Norte (Tipo 1A)

$$H1 = 3.15 - 0.85 = 2.30\text{m}$$

$$H2 = 4.45 - 0.85 = 3.60\text{m}$$

$$H_{\text{promedio}} = 2.95\text{m}$$

$$A = 1.6\text{m}$$

$$S = 2.95 \times 1.60 = 4.72\text{m}^2$$

Área Muro Oeste (Tipo 1A)

$$H = 3.15 - 2.03 = 1.12\text{m}$$



$$A = 3.85\text{m}$$

$$S = 1.12 \times 3.85 = 4.31\text{m}^2$$

### Hallando la transmitancia térmica de los muros Norte y Oeste:

$$U_{1-\text{muro sin cámara}} = \frac{1}{\left(\frac{e_{\text{material 1}}}{k_{\text{material 1}}} + \frac{e_{\text{material 2}}}{k_{\text{material 2}}} + \frac{e_{\text{material 3}}}{k_{\text{material 3}}} + \dots + R_{si} + R_{se}\right)}$$

**Nota:(Norma EM.110 Confort Térmico y Lumínico con Eficiencia Energética)**

Adobe

- Espesor  
ematerial1 = 0.37m
- Coeficiente de transmitancia térmica  
Kmaterial1 = 0.90 W/mk

Yeso (Revestimiento interior)

- Espesor  
ematerial2 = 0.015 m
- Coeficiente de transmitancia térmica  
Kmaterial2 = 0.30 W/mk

Yeso (Revestimiento exterior)

- Espesor  
ematerial3 = 0.015 m
- Coeficiente de transmitancia térmica  
Kmaterial3 = 0.30 W/mk

### Reemplazando datos en la fórmula

$$U_{1-\text{muro sin cámara}} = \frac{1}{\left(\frac{e_{\text{material 1}}}{k_{\text{material 1}}} + \frac{e_{\text{material 2}}}{k_{\text{material 2}}} + \frac{e_{\text{material 3}}}{k_{\text{material 3}}} + \dots + R_{si} + R_{se}\right)}$$

$$U_{1-\text{muro sin cámara}} = \frac{1}{\left(\frac{0.37}{0.90} + \frac{0.015}{0.30} + \frac{0.015}{0.30} + 0.11 + 0.06\right)}$$

$$U_{1-\text{muro sin cámara}} = 1.47 \text{ U}(W/m^2k)$$

Tabla 62.

Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma

Elementos	Espesor	Cantidad	Perímetro	RST/RCA	Coefficiente Transmisión Térmica k	S1	U1	S1xU1
<b>Resistencias superficiales</b>								
Resistencia superficial extrema (Rse)				0.11				
Resistencia Superficial interna (Rsi)				0.06				
<b>Muro sin camara de aire</b>								
<b>Muro Norte</b>								
Adobe	0.37				0.9			
Yeso 1 (Revestimiento interno)	0.015				0.3	4.72	1.47	6.94
Yeso 2 (Revestimiento externo)	0.015				0.3			
<b>Muro Oeste</b>								
Adobe	0.37				0.9			
Yeso 1 (Revestimiento interno)	0.015				0.3	4.31	1.47	6.34
Yeso 2 (Revestimiento externo)	0.015				0.3			

Fuente: Elaboración propia.

Con estos datos se procede a calcular la transmitancia térmica final para los muros

Tipo 1A

**Fórmula para el cálculo de la transmitancia térmica final**

La transmitancia térmica U final ( $U_{1A}^{final}$ ) para muros de tipo 1 A. con cámara de aire y sin ella, se calcula con la siguiente fórmula:

$$U_{1A}^{final} = \frac{\sum S_i \times U_i}{\sum S_i} = \frac{S_1 \times U_1 + S_2 \times U_2 + S_3 \times U_3 + \dots}{S_1 + S_2 + S_3}$$

Donde.

$\sum S_i$  Suma total de las superficies de cada tipo de elemento de la envolvente.

$\sum S_i \times U_i$  Suma total de todos los productos "Si x Ui" encontrados:

S x U de los tipos de ventanas

S x U de los tipos de carpintería de los marcos

S x U de los tipos de puertas

S x U de los muros sin cámara de aire

S x U de los muros con cámara de aire

S x U de los puentes térmicos "Columnas"

S x U de los puentes térmicos "Vigas"

S x U de los puentes térmicos "Sobrecimientos"

S x U de los puentes térmicos "Vestiduras de derrame"

S x U de los puentes térmicos "Caja de persianas"

Reemplazando valores en la fórmula tenemos:

$$U_{1A}^{final} = \frac{\sum S_i \times U_i}{\sum S_i} = \frac{13.27}{9.03} = 1.47 \text{ W/m}^2\text{k}$$

Este resultado ( $U_{1A}^{final}$ ) se compara con la transmitancia térmica máxima ( $U_{max}$ ) para muros, de acuerdo a la zona bioclimática respectiva, dada por la Tabla N° 2 de la Norma.

- ⇒ Si  $U_{1A}^{final}$  es menor o igual a  $U_{max}$  entonces el muro CUMPLE con la Norma
- ⇒ Si  $U_{1A}^{final}$  es mayor a  $U_{max}$  entonces el muro NO CUMPLE con la Norma.

El usuario deberá hallar otra solución

**Nota:(Norma EM.110 Confort Térmico y Lumínico con Eficiencia Energética)**

Tabla 63.

Gráfico: Tabla N° 2: Valores límites máximos de transmitancia térmica ( $U$ ) en  $W/m^2k$

Zona bioclimática	Transmitancia térmica máxima del muro ( $U_{muro}$ )	Transmitancia térmica máxima del techo ( $U_{techo}$ )	Transmitancia térmica máxima del piso ( $U_{piso}$ )
1. Desértico costero	2,36	2,21	2,63
2. Desértico	3,20	2,20	2,63
3. Interandino bajo	2,36	2,21	2,63
4. Mesoandino	2,36	2,21	2,63
5. Altoandino	1,00	0,83	3,26
6. Nevado	0,99	0,80	3,26
7. Ceja de montaña	2,36	2,20	2,63
8. Subtropical húmedo	3,60	2,20	2,63
9. Tropical húmedo	3,60	2,20	2,63

Fuente: Norma (EM.110, 2014) Tabla N°2.

El resultado final se compara con los valores de la norma

$$U_{1A} \text{ final } 1.47 > 1.00$$

**NO CUMPLE**

En conclusión, los muros tipo 1A de la habitación no cumplen con la transmitancia térmica necesaria para esta zona bioclimática.

### 3.8.6 Envoltente tipo 2A

#### 1. Puertas (Puerta 4 según plano)

Se comienza a calcular la transmitancia térmica de las puertas que separan el interior con el exterior

- B) Llenar la celda “puerta I” escribiendo el tipo de puerta y el material de la hoja de puerta
- C) En la celda “Si” se coloca el área del vano
- D) En la celda U1 se coloca la transmitancia térmica de la hoja

Dimensiones Puerta 4

$$H = 2.11\text{m}$$

$$\text{Ancho} = 0.76\text{m}$$

$$S = 1.60\text{m}^2$$

Material	Transmitancia Térmica (U) W/m <sup>2</sup> K
	Separación con ambiente no acondicionado
<b>Carpintería o marco de madera y:</b>	
Hoja maciza de madera (cualquier espesor)	2.0
<b>Carpintería o marco metálico y:</b>	
Hoja de metal	4.5
Hoja de vidrio sin carpintería	4.5

(1) Para conocer las densidades según el tipo de madera, ver Anexo N° 3 - Lista de características higrométricas de los materiales de construcción.

(2) Dos cámaras quiere decir que el marco de PVC posee 2 cavidades de aire. Tres cámaras, quiere decir que posee 3 cavidades de aire. Dichas cavidades deberán ser mayores a 5 mm de espesor para ser consideradas como cámaras.

*Figura 94.* Transmitancia térmica por tipos de carpinterías o marcos de puertas para muros tipo 1A y 2B.

Fuente: Norma (EM.110, 2014) Tabla N°10.



Tabla 64.

Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coefficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
Puertas								
Tipo de puerta: (Puerta 4 según plano)								
Hoja maciza de madera	0.035					1.6	2	3.2

Fuente: Elaboración propia.

## 2. Muros

Para hallar las resistencias superficiales, se colocan los siguientes datos como referencia según norma, tal como muestra la siguiente imagen:

3. Muros: El usuario deberá seguir el procedimiento del Paso 4, numeral 3. Muros.

Donde se lea S<sub>1</sub>, U<sub>1</sub> o S<sub>1</sub> x U<sub>1</sub> deberá entenderse que para este paso corresponde a las celdas S<sub>2</sub>, U<sub>2</sub> o S<sub>2</sub> x U<sub>2</sub>. Asimismo, se debe tener en cuenta lo siguiente:

3.1 Para muros 2A sin cámara de aire

⇒ Ir al numeral 3.1 a) del Paso 4.

En la celda ubicada en la intersección de la columna "U<sub>2</sub>" y de la fila "Resistencia Superficial Externa (R<sub>se</sub>)", se coloca el siguiente valor: 0,11 W/m<sup>2</sup>K.

⇒ Ir al numeral 3.1 b) del Paso 4.

En la celda ubicada en la intersección de la columna "U<sub>2</sub>" y de la fila "Resistencia Superficial Interna (R<sub>si</sub>)", se coloca el siguiente valor: 0,11 W/m<sup>2</sup>K.

3.2 Para muros 2A con cámara de aire

Se debe aplicar el mismo procedimiento indicado en el numeral 3.2.2 a) utilizando los mismos valores de la Tabla N° 9.

Figura 95. Paso 5, numeral 3

Tabla 65

Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coefficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
Resistencias superficiales								
Resistencia superficial extrema (Rse)				0.11				
Resistencia Superficial interna (Rsi)				0.11				

Fuente: Elaboración propia.

En las celdas de bajo de composición del muro se coloca los materiales, su espesor, y el coeficiente de transmisión térmica de cada uno.

Para el caso del dormitorio 3, los materiales de los muros tipo 2 son Yeso y adobe



**Materiales:** Este muro cuenta con dos materiales, yeso y adobe.

**Nota:** Ver Lista de características higrométricas de los materiales de construcción (Anexo N° 03 de la Norma EM.110)

**Item 15:** Yeso, coeficiente de transmitancia termica (0.3 W/mK ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

**Item 26:** Adobe, coeficiente de transmitancia termica (0.9 W/mk ) según la lista higrométrica de la norma EM.110.

#### Área Muro Norte sin cámara de aire (Tipo 2A)

$$H = 0.85\text{m} - 0.30\text{m (sobrecimiento)} = 0.55\text{m}$$

$$A = 1.60\text{m}$$

$$S = 0.55\text{m} \times 1.60\text{m} = 0.88\text{m}^2$$

Este muro no cuenta con puertas ni ventanas

#### Área Muro Oeste (Tipo 2A)

$$H = 2.03\text{m} - 0.30\text{m (sobrecimiento)} = 1.73\text{m}$$

$$A = 3.85\text{m}$$

$$S = 1.73\text{m} \times 3.85\text{m} = 6.66\text{m}^2$$

Este muro no cuenta con puertas ni ventanas

#### Área Muro Sur (Tipo 2A)

$$H_1 = 4.45\text{m} - 0.30\text{m (sobrecimiento)} = 4.15\text{m}$$

$$H_2 = 3.15\text{m} - 0.30\text{m (sobrecimiento)} = 2.85\text{m}$$

$$H_{\text{promedio}} = 3.5\text{m}$$

$$A = 1.60\text{m}$$

$$S = 3.5\text{m} \times 1.60\text{m} = 5.60\text{m}^2$$

Se excluye el área de la puerta N° 04 según plano

Puerta N° 04

$$H = 2.11\text{m}$$

$$A = 0.76\text{m}$$

$$\text{Área} = 1.60\text{ m}^2$$

Área total = Área del Muro – Área de la puerta N° 04

$$\text{Área total} = 5.60\text{m}^2 - 1.60\text{m}^2$$

$$\text{Área total} = 4.00\text{m}^2$$

**Área Muro Este (Tipo 2A)**

$$H = 4.45\text{m} - 0.30\text{m (sobrecimiento)} = 4.15\text{m}$$

$$A = 3.85\text{m}$$

$$S = 4.15\text{m} \times 3.85\text{m} = 15.98\text{m}^2$$

Este muro no cuenta con puertas ni ventanas

**Hallando la transmitancia térmica de los muros:**

$$U_{1-\text{muro sin cámara}} = \frac{1}{\left(\frac{e_{\text{material 1}}}{k_{\text{material 1}}} + \frac{e_{\text{material 2}}}{k_{\text{material 2}}} + \frac{e_{\text{material 3}}}{k_{\text{material 3}}} + \dots + R_{si} + R_{se}\right)}$$

Fuente: Norma (EM.110, 2014)

**Muro Norte (sin cámara de aire)**

Adobe

- Espesor

$$e_{\text{material 1}} = 0.37\text{m}$$

- Coeficiente de transmitancia térmica

$$K_{\text{material 1}} = 0.90 \text{ W/mk}$$

Yeso (Revestimiento interior)

- Espesor

$$e_{\text{material 2}} = 0.015 \text{ m}$$

- Coeficiente de transmitancia térmica

$$K_{\text{material 2}} = 0.30 \text{ W/mk}$$

Yeso (Revestimiento exterior)

- Espesor

$$e_{\text{material 3}} = 0.015 \text{ m}$$

- Coeficiente de transmitancia térmica

$$K_{\text{material 3}} = 0.30 \text{ W/mk}$$

**Reemplazando datos en la fórmula**

$$U_{1-\text{muro sin cámara}} = \frac{1}{\left(\frac{e_{\text{material 1}}}{k_{\text{material 1}}} + \frac{e_{\text{material 2}}}{k_{\text{material 2}}} + \frac{e_{\text{material 3}}}{k_{\text{material 3}}} + \dots + R_{si} + R_{se}\right)}$$

Fuente: Norma (EM.110, 2014)

$$U_{1-\text{muro sin cámara}} = \frac{1}{\left(\frac{0.37}{0.90} + \frac{0.015}{0.30} + \frac{0.015}{0.30} + 0.11 + 0.11\right)}$$

$$U_{1-\text{muro sin cámara}} = 1.37 \text{ U(W/m}^2\text{k)}$$

**Muro Oeste (sin cámara de aire)**

Adobe

- Espesor  
 $e_{material1} = 0.37m$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material1} = 0.90 W/mk$

Yeso (Revestimiento interior)

- Espesor  
 $e_{material2} = 0.015 m$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material2} = 0.30 W/mk$

Yeso (Revestimiento exterior)

- Espesor  
 $e_{material3} = 0.015 m$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material3} = 0.30 W/mk$

**Reemplazando datos en la fórmula**

$$U_{1-muro\ sin\ cámara} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots + R_{si} + R_{se}\right)}$$

Fuente: Norma (EM.110, 2014)

$$U_{1-muro\ sin\ cámara} = \frac{1}{\left(\frac{0.37}{0.90} + \frac{0.015}{0.30} + \frac{0.015}{0.30} + 0.11 + 0.11\right)}$$
$$U_{1-muro\ sin\ cámara} = 1.37 U(W/m^2k)$$

**Muro Este (sin cámara de aire)**

Adobe

- Espesor  
 $e_{material1} = 0.37m$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material1} = 0.90 W/mk$

Yeso (Revestimiento interior)

- Espesor  
 $e_{material2} = 0.015 m$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material2} = 0.30 W/mk$

Yeso (Revestimiento exterior)



- Espesor  
 $e_{material3} = 0.015 \text{ m}$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material3} = 0.30 \text{ W/mk}$

**Reemplazando datos en la fórmula**

$$U_{1-muro \text{ sin cámara}} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material 1}}{k_{material 1}} + \frac{e_{material 2}}{k_{material 2}} + \frac{e_{material 3}}{k_{material 3}} + \dots + R_{si} + R_{se}\right)}$$

Fuente: Norma (EM.110, 2014)

$$U_{1-muro \text{ sin cámara}} = \frac{1}{\left(\frac{0.37}{0.90} + \frac{0.015}{0.30} + \frac{0.015}{0.30} + 0.11 + 0.11\right)}$$

$$U_{1-muro \text{ sin cámara}} = 1.37 \text{ U(W/m}^2\text{k)}$$

**Muro Sur (sin cámara de aire)**

Adobe

- Espesor  
 $e_{material1} = 0.37\text{m}$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material1} = 0.90 \text{ W/mk}$

Yeso (Revestimiento interior)

- Espesor  
 $e_{material2} = 0.015 \text{ m}$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material2} = 0.30 \text{ W/mk}$

Yeso (Revestimiento exterior)

- Espesor  
 $e_{material3} = 0.015 \text{ m}$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material3} = 0.30 \text{ W/mk}$

**Reemplazando datos en la fórmula**

$$U_{1-muro \text{ sin cámara}} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material 1}}{k_{material 1}} + \frac{e_{material 2}}{k_{material 2}} + \frac{e_{material 3}}{k_{material 3}} + \dots + R_{si} + R_{se}\right)}$$

Fuente: Norma (EM.110, 2014)

$$U_{1-muro \text{ sin cámara}} = \frac{1}{\left(\frac{0.37}{0.90} + \frac{0.015}{0.30} + \frac{0.015}{0.30} + 0.11 + 0.11\right)}$$

$$U_{1-muro \text{ sin cámara}} = 1.37 \text{ U(W/m}^2\text{k)}$$

**Muro Este (Sin cámara de aire)**

Adobe

- Espesor  
 $e_{material1} = 0.37m$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material1} = 0.90 W/mk$

Yeso (Revestimiento interior)

- Espesor  
 $e_{material2} = 0.015 m$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material2} = 0.30 W/mk$

Yeso (Revestimiento exterior)

- Espesor  
 $e_{material3} = 0.015 m$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material3} = 0.30 W/mk$

**Reemplazando datos en la fórmula**

$$U_{1-muro\ sin\ cámara} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots + R_{si} + R_{se}\right)}$$

$$U_{1-muro\ sin\ cámara} = \frac{1}{\left(\frac{0.37}{0.90} + \frac{0.015}{0.30} + \frac{0.015}{0.30} + 0.11 + 0.11\right)}$$

$$U_{1-muro\ sin\ cámara} = 1.37\ U(W/m^2k)$$

Tabla 66.

Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coefficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
Muro sin cámara de aire N° 01								
<b>Muro Norte</b>								
Composición del muro:								
Adobe	0.37				0.9	<b>0.88</b>	<b>1.37</b>	<b>1.21</b>
Yeso 1 (Revestimiento interno)	0.015				0.3			
Yeso 2 (Revestimiento externo)	0.015				0.3			
<b>Muro Oeste</b>								
Composición del muro:								
Adobe	0.37				0.9	<b>6.66</b>	<b>1.37</b>	<b>9.12</b>
Yeso 1 (Revestimiento interno)	0.015				0.3			
Yeso 2 (Revestimiento externo)	0.015				0.3			
<b>Muro Sur</b>								
Composición del muro:								
Adobe	0.37				0.9	<b>4</b>	<b>1.37</b>	<b>5.48</b>
Yeso 1 (Revestimiento interno)	0.015				0.3			
Yeso 2 (Revestimiento externo)	0.015				0.3			
<b>Muro Este</b>								
Composición del muro:								
Adobe	0.37				0.9	<b>16</b>	<b>1.37</b>	<b>21.89</b>
Yeso 1 (Revestimiento interno)	0.015				0.3			
Yeso 2 (Revestimiento externo)	0.015				0.3			

Fuente: Elaboración propia.

### 3. Sobrecimientos (tipo 2A)

#### Sobrecimiento Muro Norte

Compuesto por los siguientes materiales:

- Mortero Cemento Arena
- Piedra natural porosa

Espesor de los materiales

Mortero Cemento Arena e= 0.03m

Piedra natural porosa e= 0.10m

Mortero Cemento Arena e= 0.03m

Piedra natural porosa e= 0.10m

Mortero cemento arena e= 0.04m

TOTAL espesor sobrecimiento = 0.30m

#### Materiales

##### Vease

Lista de características higrométricas de los materiales de construcción (Anexo N° 03 de la Norma)

**Item 11 y 27: Roca natural porosa y mortero cemento arena respectivamente**

**Hallando la transmitancia térmica del Sobrecimiento**

$$U_{1-sobrecim} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots\right)}$$

Fuente: Norma (EM.110, 2014)

Donde:

$e_{material\ 1}$  espesor del material 1 componente del sobrecimiento, etc.

$k_{material\ 1}$  coeficiente de transmisión térmica del material 1 componente del sobrecimiento, etc

**Nota:(Norma EM.110 Confort Térmico y Lumínico con Eficiencia Energética)**

**Reemplazando valores en la fórmula**

$$U_{1-sobrecim} = \frac{1}{\left(\frac{0.03}{1.4} + \frac{0.10}{0.55} + \frac{0.03}{1.4} + \frac{0.10}{0.55} + \frac{0.04}{1.4}\right)}$$

$$U_{1-sobrecim} = 2.33 (W/m^2k)$$

**Hallando el Área del sobrecimiento**

**Área Sobrecimiento (Tipo 2A)**

$H = 0.30\ m$

$L = 1.60m$

$S = 0.30 \times 1.60 = 0.48m^2$

Tabla 67.

Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
Puente Térmico: Sobrecimiento N° 1								
<b>Muro Norte</b>								
Composición:								
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4	<b>0.48</b>	<b>2.33</b>	<b>1.1184</b>
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4			
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.04				1.4			

Fuente: Elaboración propia.



### Sobrecimiento Muro Oeste

Compuesto por los siguientes materiales:

- Mortero Cemento Arena
- Piedra natural porosa

Espesor de los materiales

Mortero Cemento Arena  $e = 0.03\text{m}$

Piedra natural porosa  $e = 0.10\text{m}$

Mortero Cemento Arena  $e = 0.03\text{m}$

Piedra natural porosa  $e = 0.10\text{m}$

Mortero cemento arena  $e = 0.04\text{m}$

TOTAL espesor sobrecimiento = 0.30m

### Materiales

Vease

*Lista de características higrométricas de los materiales de construcción (Anexo N° 03 de la Norma)*

**Item 11 y 27:** Roca natural porosa y mortero cemento arena respectivamente

### Hallando la transmitancia térmica del Sobrecimiento

$$U_{1-sobrecim} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots\right)}$$

Fuente: Norma (EM.110, 2014)

Donde:

$e_{material\ 1}$  espesor del material 1 componente del sobrecimiento, etc.

$k_{material\ 1}$  coeficiente de transmisión térmica del material 1 componente del sobrecimiento, etc

### Reemplazando valores en la fórmula

$$U_{1-sobrecim} = \frac{1}{\left(\frac{0.03}{1.4} + \frac{0.10}{0.55} + \frac{0.03}{1.4} + \frac{0.10}{0.55} + \frac{0.04}{1.4}\right)}$$
$$U_{1-sobrecim} = 2.33 \text{ (W/m}^2\text{k)}$$

Hallando el Área del sobrecimiento

Área Sobrecimiento (Tipo 2A)

$H = 0.30 \text{ m}$

$L = 3.85\text{m}$

$S = 0.30 \times 3.85 = 1.16\text{m}^2$

Tabla 68.

Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coefficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
Puente Térmico: Sobrecimiento N° 2								
Muro Oeste								
Composición:								
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4	<b>1.16</b>	<b>2.33</b>	<b>2.703</b>
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4			
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.04				1.4			

Fuente: Elaboración propia.

**Sobrecimiento Muro Este (Tipo 2A)**

Compuesto por los siguientes materiales:

- Mortero Cemento Arena
- Piedra natural porosa

Espesor de los materiales

- Mortero Cemento Arena e= 0.03m
- Piedra natural porosa e= 0.10m
- Mortero Cemento Arena e= 0.03m
- Piedra natural porosa e= 0.10m
- Mortero cemento arena e= 0.04m

TOTAL espesor sobrecimiento = 0.30m

**Materiales**

Vease

Lista de características higrométricas de los materiales de construcción (Anexo N° 03 de la Norma)

Item 11 y 27: Roca natural y mortero cemento arena respectivamente

**Hallando la transmitancia térmica del Sobrecimiento**

$$U_{1-sobrecim} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots\right)}$$

Fuente: Norma (EM.110, 2014)

Donde:

e<sub>material 1</sub> espesor del material 1 componente del sobrecimiento, etc.

k<sub>material 1</sub> coeficiente de transmisión térmica del material 1 componente del sobrecimiento, etc

**Reemplazando valores en la fórmula**

$$U_{1-sobrecim} = \frac{1}{\left(\frac{0.03}{1.4} + \frac{0.10}{0.55} + \frac{0.03}{1.4} + \frac{0.10}{0.55} + \frac{0.04}{1.4}\right)}$$

$$U_{1-sobrecim} = 2.33 \text{ (W/m}^2\text{k)}$$

Hallando el Área del sobrecimiento

Área Sobrecimiento (Tipo 2A)

H = 0.30 m

L = 3.85m

S = 0.30 x 3.85 = 1.16m<sup>2</sup>

Tabla 69.

*Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma*

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coefficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
Puente Térmico: Sobrecimiento N° 3								
<b>Muro Este</b>								
Composición:								
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4	<b>1.16</b>	<b>2.33</b>	<b>2.70</b>
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4			
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.04				1.4			

Fuente: Elaboración propia.

**Sobrecimiento Muro Sur**

Compuesto por los siguientes materiales:

- Mortero Cemento Arena
- Piedra natural porosa

Espesor de los materiales

Mortero Cemento Arena e= 0.03m

Piedra natural porosa e= 0.10m

Mortero Cemento Arena e= 0.03m

Piedra natural porosa e= 0.10m

Mortero cemento arena e= 0.04m

TOTAL espesor sobrecimiento = 0.30m

## Materiales

### Vease

*Lista de características higrométricas de los materiales de construcción (Anexo N° 03 de la Norma)*

**Item 11 y 28:** Roca natural y mortero cemento y cal o yeso

### Hallando la transmitancia térmica del Sobrecimiento

$$U_{1-sobrecim} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots\right)}$$

Fuente: Norma (EM.110, 2014)

Donde:

$e_{material\ 1}$  espesor del material 1 componente del sobrecimiento, etc.

$k_{material\ 1}$  coeficiente de transmisión térmica del material 1 componente del sobrecimiento, etc

### Reemplazando valores en la fórmula

$$U_{1-sobrecim} = \frac{1}{\left(\frac{0.03}{1.4} + \frac{0.10}{0.55} + \frac{0.03}{1.4} + \frac{0.10}{0.55} + \frac{0.04}{1.4}\right)}$$
$$U_{1-sobrecim} = 2.33 \text{ (W/m}^2\text{k)}$$

Hallando el Área del sobrecimiento

Área Sobrecimiento (Tipo 2A)

$$H = 0.30 \text{ m}$$

$$L = 1.60\text{m} - 0.76\text{m (ancho de la puerta N° 04)}$$

$$L = 0.84$$

$$S = 0.84 \times 0.30 = 0.25 \text{ m}^2$$

Tabla 70.

Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
Puente Térmico: Sobrecimiento N° 4								
<b>Muro Sur</b>								
Composición:								
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4			
Roca natural porosa	0.1				0.55	<b>0.25</b>	<b>2.33</b>	<b>0.58</b>
Mortero Cemento Arena	0.03				1.4			
Roca natural porosa	0.1				0.55			
Mortero Cemento Arena	0.04				1.4			

Fuente: Elaboración propia.

**Transmitancia final de muros tipos 2A**

Se utiliza la siguiente fórmula según norma

La transmitancia térmica U final ( $U_{2B,2B}^{final}$ ) para muros de tipo 2A. con cámara de aire y sin ella, se calcula con la siguiente fórmula:

$$U_{2A}^{final} = 0,5 \times \frac{\sum S_i \times U_i}{\sum S_i} = 0,5 \times \frac{S_1 \times U_1 + S_2 \times U_2 + S_3 \times U_3 + \dots}{S_1 + S_2 + S_3}$$

Nota:(Norma EM.110 Confort Térmico y Lumínico con Eficiencia Energética)

Reemplazamos datos en la fórmula:

$$U_{2A}^{final} = 0,5 \times \frac{48.01}{32.17}$$

$$U_{2A}^{final} = 0,75 \text{ W/m}^2\text{k}$$

Tabla 71.

Integrando todos los datos en el cuadro Excel según especifica la norma

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coefficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
<b>Puertas</b>								
Tipo de puerta: (Puerta 4 según plano)						<b>1.6</b>	<b>2</b>	<b>3.2</b>
Hoja maciza de madera	<b>0.035</b>							
<b>MUROS</b>								
<b>Resistencias superficiales</b>								
Resistencia superficial extrema (Rse)				<b>0.11</b>				
Resistencia Superficial interna (Rsi)				<b>0.11</b>				
Muro sin cámara de aire N° 01								
<b>Muro Norte</b>								
<b>Composición del muro:</b>								
Adobe	<b>0.37</b>				<b>0.9</b>	<b>0.88</b>	<b>1.37</b>	<b>1.21</b>
Yeso 1 (Revestimiento interno)	<b>0.015</b>				<b>0.3</b>			
Yeso 2 (Revestimiento externo)	<b>0.015</b>				<b>0.3</b>			
<b>Muro Oeste</b>								
<b>Composición del muro:</b>								
Adobe	<b>0.37</b>				<b>0.9</b>	<b>6.66</b>	<b>1.37</b>	<b>9.12</b>
Yeso 1 (Revestimiento interno)	<b>0.015</b>				<b>0.3</b>			
Yeso 2 (Revestimiento externo)	<b>0.015</b>				<b>0.3</b>			
<b>Muro Sur</b>								
<b>Composición del muro:</b>								
Adobe	<b>0.37</b>				<b>0.9</b>	<b>4</b>	<b>1.37</b>	<b>5.48</b>
Yeso 1 (Revestimiento interno)	<b>0.015</b>				<b>0.3</b>			
Yeso 2 (Revestimiento externo)	<b>0.015</b>				<b>0.3</b>			
<b>Muro Este</b>								
<b>Composición del muro:</b>								
Adobe	<b>0.37</b>				<b>0.9</b>	<b>16</b>	<b>1.37</b>	<b>21.89</b>
Yeso 1 (Revestimiento interno)	<b>0.015</b>				<b>0.3</b>			
Yeso 2 (Revestimiento externo)	<b>0.015</b>				<b>0.3</b>			
<b>Puente Térmico: Sobrecimiento N° 1</b>								
<b>Muro Norte</b>								
<b>Composición:</b>								
Mortero Cemento Arena	<b>0.03</b>				<b>1.4</b>	<b>0.48</b>	<b>2.33</b>	<b>1.12</b>
Roca natural porosa	<b>0.1</b>				<b>0.55</b>			
Mortero Cemento Arena	<b>0.03</b>				<b>1.4</b>			
Roca natural porosa	<b>0.1</b>				<b>0.55</b>			
Mortero Cemento Arena	<b>0.04</b>				<b>1.4</b>			
<b>Puente Térmico: Sobrecimiento N° 2</b>								
<b>Muro Oeste</b>								
<b>Composición:</b>								
Mortero Cemento Arena	<b>0.03</b>				<b>1.4</b>	<b>1.16</b>	<b>2.33</b>	<b>2.70</b>
Roca natural porosa	<b>0.1</b>				<b>0.55</b>			
Mortero Cemento Arena	<b>0.03</b>				<b>1.4</b>			
Roca natural porosa	<b>0.1</b>				<b>0.55</b>			
Mortero Cemento Arena	<b>0.04</b>				<b>1.4</b>			
<b>Puente Térmico: Sobrecimiento N° 3</b>								
<b>Muro Este</b>								
<b>Composición:</b>								
Mortero Cemento Arena	<b>0.03</b>				<b>1.4</b>	<b>1.16</b>	<b>2.33</b>	<b>2.70</b>
Roca natural porosa	<b>0.1</b>				<b>0.55</b>			
Mortero Cemento Arena	<b>0.03</b>				<b>1.4</b>			
Roca natural porosa	<b>0.1</b>				<b>0.55</b>			
Mortero Cemento Arena	<b>0.04</b>				<b>1.4</b>			
<b>Puente Térmico: Sobrecimiento N° 4</b>								
<b>Muro Sur</b>								
<b>Composición:</b>								
Mortero Cemento Arena	<b>0.03</b>				<b>1.4</b>	<b>0.25</b>	<b>2.33</b>	<b>0.58</b>
Roca natural porosa	<b>0.1</b>				<b>0.55</b>			
Mortero Cemento Arena	<b>0.03</b>				<b>1.4</b>			
Roca natural porosa	<b>0.1</b>				<b>0.55</b>			
Mortero Cemento Arena	<b>0.04</b>				<b>1.4</b>			
<b>TRANSMITANCIA (U1 final) = 0.5 x ESxU/ES</b>						<b>0.75 W/m2k</b>		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 72.

El resultado final se compara con la tabla N° 02 de la Norma:

Zona bioclimática	Transmitancia térmica máxima del muro ( $U_{\text{muro}}$ )	Transmitancia térmica máxima del techo ( $U_{\text{techo}}$ )	Transmitancia térmica máxima del piso ( $U_{\text{piso}}$ )
1. Desértico costero	2,36	2,21	2,63
2. Desértico	3,20	2,20	2,63
3. Interandino bajo	2,36	2,21	2,63
4. Mesoandino	2,36	2,21	2,63
5. Altoandino	1,00	0,83	3,26
6. Nevado	0,99	0,80	3,26
7. Ceja de montaña	2,36	2,20	2,63
8. Subtropical húmedo	3,60	2,20	2,63
9. Tropical húmedo	3,60	2,20	2,63

Fuente: Norma (EM.110, 2014) **Tabla N°2.**

Valores límites máximos de transmitancia térmica (U) en W/m<sup>2</sup>k

**0.75 < 1.00 CUMPLE**

En conclusión quiere decir, que los muros 2A del dormitorio 2 cumplen con la transmitancia térmica necesaria para esta zona bioclimática.

### 3.8.7 Envoltente Tipo 3A: Techos inclinados

#### 1. Ventanas, lucernarios, claraboyas y otros vanos traslúcidos o transparentes sobre el techo

Este ambiente no cuenta con ninguna de éstas especificaciones

#### 2. Compuertas sobre techo

Este ambiente no cuenta con ninguna de éstas especificaciones

#### 3. Vigas

##### Materiales

##### Vease

*Lista de características higrométricas de los materiales de construcción (Anexo N° 03 de la Norma)*

**Item 40 y 43:** Maderas livianas y maderas muy densas respectivamente

**3. Vigas: Calcular la transmitancia térmica del puente térmico "Vigas" en techos, con cámara de aire o sin ella, y que separan el interior de la edificación con el ambiente exterior**

Se puede dar el caso de que exista más de un tipo de vigas (diferentes alturas, diversas composiciones, etc.). En este caso, se deberá realizar un cálculo por cada tipo, enumerando los puentes térmicos como "Viga N° 1", "Viga N° 2", etc. El siguiente cálculo es el mismo para cualquier tipo de viga.

a) En la celda ubicada en la intersección de la columna "Espesor" y de la fila "Ancho al exterior (metros)", se coloca el espesor (ancho) de la cara de la viga que está en contacto con el ambiente exterior.

b) En la celda ubicada en la intersección de la columna "Perímetro (m)" y de la fila "Perímetro al exterior (metros)", se coloca la longitud de la parte de la viga que está en contacto con el ambiente exterior.

c) El área de cada tipo de viga existente será el producto obtenido del valor de "Ancho al exterior (metros)" multiplicado por el valor del "Perímetro al exterior (metros)". Este valor se coloca en la columna "S<sub>i</sub>" y se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$S_i = e_i \times P_i = e_1 \times P_1 + e_2 \times P_2 + \dots$$

Donde,

S<sub>i</sub> área de la viga tipo i  
 e<sub>i</sub> espesor (ancho) de la viga tipo i al exterior  
 P<sub>i</sub> perímetro de la viga tipo i al exterior

d) En las celdas ubicadas debajo de la celda "Composición", se colocan todas las capas de materiales componentes de las vigas (como concreto, revestimientos, enchapes, etc.)

e) En la celda ubicada en la intersección de la columna "Coeficiente de transmisión térmica" (k) y de las filas donde se ha detallado todas las capas de materiales con los que se ha fabricado la viga, se colocan sus respectivos coeficientes de transmisión térmica. Este valor k (en W/mK) se encuentra en el Anexo N° 3: Lista de características higrótérmicas de los materiales de construcción.

f) En la celda ubicada en la intersección de la columna "U<sub>i</sub>" y de la celda que agrupa a todas las filas en las que se ha caracterizado cada material del puente térmico viga, se coloca la transmitancia térmica de este elemento (U<sub>1-viga</sub>). Se calcula con la siguiente fórmula:

$$U_{1-viga} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots\right)}$$

Donde,

e<sub>material i</sub> espesor del material 1 componente de la viga, etc.  
 k<sub>material i</sub> coeficiente de transmisión térmica del material 1 componente de la viga, etc.

g) Finalmente, se completan las celdas "S<sub>i</sub> x U<sub>i</sub>" con el resultado de la multiplicación entre la superficie o área total de cada tipo de viga existente por sus respectivas transmitancias térmicas.

Figura 96. Cálculo de las transmitancias térmicas en Vigas.

Fuente: Norma (EM.110, 2014) Paso N°6, numeral 3.

Según norma

**Hallando el área de las vigas**

**Vigas principales (tijerales)**

Espesores (ancho de la viga)

e<sub>1</sub> = espesor de la viga = 0.15m

e<sub>2</sub> = espesor de la viga = 0.15m

e<sub>3</sub> = espesor de la viga = 0.15m

e<sub>4</sub> = espesor de la viga = 0.15m

e<sub>5</sub> = espesor de la viga = 0.15m

Perímetro (longitud de la viga)

P<sub>1</sub> = Perímetro de la viga = 2.06m

P<sub>2</sub> = Perímetro de la viga = 2.06m

P<sub>3</sub> = Perímetro de la viga = 2.06m

P<sub>4</sub> = Perímetro de la viga = 2.06m

P<sub>5</sub> = Perímetro de la viga = 2.06m

Reemplazando valores en la fórmula

$$S_i = e_i \times P_i = e_1 \times P_1 + e_2 \times P_2 + \dots$$



Donde,

$S_i$  área de la viga tipo  $i$

$E_i$  espesor (ancho) de la viga tipo  $i$  al exterior

$P_i$  perímetro de la viga  $i$  al exterior

$$S_i = (0.15 \times 2.06) + (0.15 \times 2.06) + (0.15 \times 2.06) + (0.15 \times 2.06) + (0.15 \times 2.06)$$

$$S_i = 1.55 \text{ m}^2$$

### Vigas secundarias (correas)

Espesores (ancho de la viga)

$e_1$  = espesor de la viga = 0.075m

$e_2$  = espesor de la viga = 0.075m

$e_3$  = espesor de la viga = 0.075m

$e_4$  = espesor de la viga = 0.075m

Perímetro (longitud de la viga)

$P_1$  = Perímetro de la viga = 4.65m – 5(0.15 ancho de la viga principal) = 3.90m

$P_2$  = Perímetro de la viga = 4.65m – 5(0.15) = 3.90m

$P_3$  = Perímetro de la viga = 4.65m – 5(0.15) = 3.90m

$P_4$  = Perímetro de la viga = 4.65m – 5(0.15) = 3.90m

Reemplazando valores en la fórmula

$$S_i = e_i \times P_i = e_1 \times P_1 + e_2 \times P_2 + \dots$$

Donde,

$S_i$  área de la viga tipo  $i$

$E_i$  espesor (ancho) de la viga tipo  $i$  al exterior

$P_i$  perímetro de la viga  $i$  al exterior

$$S_i = (0.075 \times 3.90) + (0.075 \times 3.90) + (0.075 \times 3.90) + (0.075 \times 3.90)$$

$$S_i = 1.17 \text{ m}^2$$

### Calculando las transmitancias térmicas de las vigas

$$U_{1-viga} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots\right)}$$

Donde:

$e_{material\ 1}$  espesor del material 1 componente de la viga, etc.

$k_{material\ 1}$  coeficiente de transmisión térmica del material 1 componente de la viga, etc

Vigas Principales (esta viga es de madera eucalipto solo cuenta con una capa)

Reemplazando valores en la fórmula

$$U_{1-viga} = \frac{1}{\frac{0.15 \text{ m}}{0.29 \text{ w/mk}}}$$

$$U_{1-viga} = \frac{1}{0.52} = 1.92 \text{ w/m}^2\text{k}$$

Vigas secundarias o correas (esta viga es de madera tornillo solo cuenta con una capa)

Reemplazando valores en la fórmula

$$U_{1-viga} = \frac{1}{\frac{0.75 \text{ m}}{0.13 \text{ w/mk}}}$$

$$U_{1-viga} = 1/0.58 = 1.72\text{w/m}^2\text{k}$$

Tabla 73.

Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coefficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
<b>Vigas Principales</b>						<b>1.55</b>	<b>1.92</b>	<b>2.98</b>
Puente Térmico: Viga N° 1								
Composición:								
Madera Eucalipto	<b>0.15</b>				<b>0.29</b>			
<b>Vigas Secundarias</b>						<b>1.17</b>	<b>1.72</b>	<b>2.01</b>
Puente Térmico: Viga N° 2								
Composición:								
Madera tornillo	<b>0.075</b>				<b>0.13</b>			

Fuente: Elaboración propia.

#### 4. Techos inclinados Tipo 3A

4. Techos inclinados (Tipo 3A), techos horizontales y curvos (Tipo 3B) y Pisos Enterrados (Tipo 3C): Calcular envolvente tipo 3A, 3B y 3C con o sin cámara de aire, que separan el interior del ambiente exterior (Ver definición en el Capítulo 5. Glosario, numeral 5.29. Envolvente). Nota: En este caso los techos horizontales pueden incluir a las "Azoteas".

El usuario deberá seguir el procedimiento del Paso 4, numeral 3. Donde se lea S<sub>1</sub>, U<sub>1</sub> o S<sub>1</sub> x U<sub>1</sub> deberá entenderse que para este paso corresponde a las celdas S<sub>1</sub>, U<sub>1</sub> o S<sub>1</sub> x U<sub>1</sub>.

U<sub>1</sub>. Donde se lea muro, se deberá entender que para este paso corresponde a un techo. Para el caso de las resistencias superficiales, se deberá tomar los siguientes valores:

- ⇒ En la celda ubicada en la intersección de la columna "U<sub>1</sub>" y de la fila "Resistencia Superficial Externa (R<sub>se</sub>)", se coloca el valor: 0,05 W/m<sup>2</sup> K para cualquier zona bioclimática.
- ⇒ En la celda ubicada en la intersección de la columna "U<sub>1</sub>" y de la fila "Resistencia Superficial Interna (R<sub>si</sub>)", se coloca el valor: 0,17 W/m<sup>2</sup> K para las zonas bioclimáticas 1, 2, 3, 7, 8 y 9, y el valor: 0,09 W/m<sup>2</sup> K para las zonas bioclimáticas 4, 5 y 6.

Para el caso de las resistencias térmicas del techo con cámara de aire, se deberá tomar los siguientes valores de la Tabla N° 12:

Tabla N° 12: Transmitancia térmica de la cámara de aire (R<sub>a</sub>) según su espesor (en m<sup>2</sup> K / W) en techos tipo 3A, 3B y 3C

Situación de la cámara y dirección del flujo de calor	Espesor de la cámara (mm)				
	10	20	50	100	≥ 150
Cámara de aire horizontal y flujo ascendente (Zonas bioclimáticas: 4, 5 y 6)	0,14	0,15	0,16	0,16	0,16

Figura 97. Transmitancias térmicas para techos inclinados.

Fuente: Norma (EM.110, 2014) Paso N°6, numeral 4.

**Materiales****Vease**

*Lista de características higrométricas de los materiales de construcción (Anexo N° 03 de la Norma)*

**Item 16, 80 y 100:** Barro con paja de 2 cm, teja de arcilla y paja (cama de 2 cm) respectivamente

**Muro Sur (sin cámara de aire)**

## Adobe

- Espesor  
 $e_{material1} = 0.37m$
- Coeficiente de transmitancia térmica

## Yeso

- Espesor  
 $e_{material2} = 0.015 m$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material2} = 0.30 W/mk$

## Carrizo

- Espesor  
 $e_{material3} = 0.02 m$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material3} = 0.09 W/mk$

## Barro con paja

- Espesor  
 $e_{material3} = 0.05 m$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material3} = 0.09 W/mk$

## Teja de arcilla

- Espesor  
 $e_{material3} = 0.05 m$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{material3} = 1.00 W/mk$

Reemplazando datos en la fórmula

$$U_{1-muro\ con\ cámara} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots + R_{si} + R_{se} + R_{ca}\right)}$$

Donde:

$e_{material\ 1}$  espesor del material 1 componente del sobrecimiento, etc.



- $k_{material\ 1}$  coeficiente de transmisión térmica del material 1 componente del sobrecimiento, etc
- $R_{si}$  resistencia térmica superficial interna
- $R_{se}$  resistencia térmica superficial interna
- $R_{ca}$  resistencia térmica superficial interna

**Nota:(Norma EM.110 Confort Térmico y Lumínico con Eficiencia Energética)**

Resistencia superficial externa: 0.05 W/m<sup>2</sup>k

Resistencia superficial interna: 0.09 W/m<sup>2</sup>k

Transmitancia térmica de la cámara de aire  $R_{ca} = 0.16m^2k/w$

$$U_{1-muro\ con\ cámara} = \frac{1}{\left(\frac{0.015}{0.30} + \frac{0.02}{0.09} + \frac{0.05}{0.09} + \frac{0.05}{1} + 0.05 + 0.09 + 0.16\right)}$$

$$U_{1-muro\ con\ cámara} = 0.84\ U(W/m^2k)$$

**Hallando el área del techo**

Largo = 4.65m

Ancho = 2.06m

S = 4.65m x 2.06m

S = 9.58m<sup>2</sup>

Tabla 74.

*Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma*

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
<b>Resistencias superficiales</b>								
Resistencia superficial externa (R <sub>se</sub> )				<b>0.05</b>				
Resistencia Superficial interna (R <sub>si</sub> )				<b>0.09</b>				
Techo con cámara de aire								
Resistencia de la cámara de aire (R <sub>ca</sub> )				<b>0.16</b>				
Composición:								
Yeso	<b>0.015</b>				<b>0.3</b>	<b>9.58</b>	<b>0.84</b>	<b>8.047</b>
Carrizo	<b>0.02</b>				<b>0.09</b>			
Barro con paja	<b>0.05</b>				<b>0.09</b>			
Teja de arcilla	<b>0.05</b>				<b>1</b>			

Fuente: Elaboración propia.

5. Procedimiento para el cálculo de transmitancia térmica final

Según norma

5. Procedimiento para el cálculo de la Transmitancia térmica final de la Envolvente Tipo 3: *Envolventes de techo o cubierta.*

Finalmente, en el caso de la Envolvente de Tipo 3, el coeficiente de transmitancia térmica promedio ( $U_3$ ) se calcula con la siguiente fórmula:

$$U_3^{final} = \frac{\sum S_i \times U_i}{\sum S_i} = \frac{S_1 \times U_1 + S_2 \times U_2 + S_3 \times U_3 + \dots}{S_1 + S_2 + S_3 + \dots}$$

Donde,

$\sum S_i$  suma total de las superficies de cada tipo de elemento de la envolvente.

$\sum S_i \times U_i$  suma total de todos los productos " $S_i \times U_i$ " encontrados:

Este resultado ( $U_3^{final}$ ) se compara con la transmitancia térmica máxima ( $U_{max}$ ) para techos, de acuerdo a la zona bioclimática respectiva, dada por la *Tabla N° 3 de la Norma.*

⇒ Si  $U_3^{final}$  es menor o igual a  $U_{max}$  entonces el techo CUMPLE con la Norma.

⇒ Si  $U_3^{final}$  es mayor a  $U_{max}$  entonces el techo NO CUMPLE con la Norma. El usuario deberá modificar su solución.

**Finaliza cálculo (llenado de celdas) para Envolventes de techo o cubierta (Tipo 3A, 3B y 3C)**

Figura 98. Transmitancia térmica tipo 3.

Nota:(Norma EM.110 Confort Térmico y Lumínico con Eficiencia Energética)

Tabla 75.

Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coefficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
Resistencias superficiales								
Resistencia superficial externa (Rse)				0.05				
Resistencia Superficial interna (Rsi)				0.09				
Techo con cámara de aire								
Resistencia de la cámara de aire (Rca)				0.16				
Composición:								
Yeso	0.015				0.3	9.58	0.84	8.047
Carrizo	0.02				0.09			
Barro con paja	0.05				0.09			
Teja de arcilla	0.05				1			
<b>Vigas Principales</b>								
Puente Térmico: Viga N° 1						1.55	1.92	2.98
Composición:								
Madera Eucalipto	0.15				0.29			
<b>Vigas Secundarias</b>								
Puente Térmico: Viga N° 2						1.17	1.72	2.01
Composición:								
Madera tornillo	0.075				0.13			
<b>TRANSMITANCIA (U1 final) = ESxU/ES</b>						<b>1.06</b>		

Fuente: Elaboración propia.

El resultado final se compara con la tabla N° 02 de la Norma:

Tabla 76.

Valores límites máximos de transmitancia térmica ( $U$ ) en  $W/m^2k$

Zona bioclimática	Transmitancia térmica máxima del muro ( $U_{muro}$ )	Transmitancia térmica máxima del techo ( $U_{techo}$ )	Transmitancia térmica máxima del piso ( $U_{piso}$ )
1. Desértico costero	2,36	2,21	2,63
2. Desértico	3,20	2,20	2,63
3. Interandino bajo	2,36	2,21	2,63
4. Mesoandino	2,36	2,21	2,63
5. Altoandino	1,00	0,83	3,26
6. Nevado	0,99	0,80	3,26
7. Ceja de montaña	2,36	2,20	2,63
8. Subtropical húmedo	3,60	2,20	2,63
9. Tropical húmedo	3,60	2,20	2,63

Fuente: Norma (EM.110, 2014) Tabla N°2.

**1.06 < 0.83 NO CUMPLE**

En conclusión quiere decir, que el techo 3A del dormitorio 3 no cumple con la transmitancia térmica necesaria para esta zona bioclimática.

### 3.8.8 Envoltentes Tipo 4 (Pisos)

**1.3 Losa o Piso tipo 4B:** Para calcular pisos tipo 4B horizontales de separación entre el interior de la edificación con un ambiente no habitable exterior menor a un metro, se debe tomar en cuenta que estando el piso debajo de un ambiente no habitable exterior menor a un metro, no es necesario que se utilice una cámara de aire, convirtiéndose este ambiente no habitable exterior menor a un metro, en una cámara de aire ventilada o no ventilada.

a) En las celdas ubicadas en la intersección de la columna "RST/RCA" y de las filas "Resistencia Superficial Externa ( $R_{se}$ )" y "Resistencia Superficial Interna ( $R_{si}$ )", se colocarán las resistencias superficiales térmicas respectivas, utilizando los siguientes valores:

- En la celda ubicada en la intersección de la columna "RST/RSA" y de la fila "Resistencia Superficial Externa ( $R_{se}$ )", se coloca el siguiente valor: 0,09  $W/m^2 K$ , para las zonas bioclimáticas 1, 2, 3, 7, 8 y 9.

- En la celda ubicada en la intersección de la columna "RST/RSA" y de la fila "Resistencia Superficial Interna ( $R_{si}$ )", se coloca el siguiente valor: 0,09  $W/m^2 K$ , para las zonas bioclimáticas 1, 2, 3, 7, 8 y 9.

- En la celda ubicada en la intersección de la columna "RST/RSA" y de la fila "Resistencia Superficial Externa ( $R_{se}$ )", se coloca el siguiente valor: 0,17  $W/m^2 K$  para las zonas bioclimáticas 4, 5 y 6.

- En la celda ubicada en la intersección de la columna "RST/RSA" y de la fila "Resistencia Superficial Interna ( $R_{si}$ )", el siguiente valor: se coloca el siguiente valor: 0,17  $W/m^2 K$  para las zonas bioclimáticas 4, 5 y 6.

b) En la celda ubicada en la intersección de la columna "RST/RCA" y de la fila "Resistencia de la cámara de aire ( $R_{ca}$ )", se coloca el valor según el tipo de cámara.

Figura 99. Identificación de los tipos de envoltente en planta del dormitorio 1.

Nota:(Norma EM.110 Confort Térmico y Lumínico con Eficiencia Energética)

- En la celda  $R_{se}$  se coloca el valor de  $0.17 \text{ W/m}^2\text{k}$ , para las zonas bioclimáticas 4, 5, y 6
- En la celda  $R_{si}$  se coloca el valor de  $0.17 \text{ W/m}^2\text{k}$  para las zonas bioclimáticas 4, 5, y 6
- Al igual que el muro, se calcula el área de la losa y luego se colocan los valores de las transmitancias térmicas de cada elemento que lo compone

**Imagen: Paso 7, Tabla N° 14**

Tabla 77.

*Resistencia térmica de la cámara***Tabla N° 14: Resistencia térmica de la cámara  $R_c$ , (en  $\text{m}^2 \text{K/W}$ )**

Zonas bioclimáticas	Espesor de la cámara (en mm)				
	10	20	50	100	$\geq 150$
Para zonas bioclimáticas 1, 2, 3, 7, 8 y 9	0,14	0,15	0,16	0,16	0,16
Para zonas bioclimáticas 4, 5 y 6	0,15	0,18	0,21	0,21	0,21

Fuente: Norma (EM.110, 2014) Tabla N°14.

El espesor de la cámara de aire no ventilada es  $0.125\text{m}$ , por lo que la resistencia térmica de la cámara  $R_c$  es  $0.21 \text{ m}^2 \text{ k/w}$

Materiales que componen el piso

**Materiales****Vease***Lista de características higrométricas de los materiales de construcción (Anexo N° 03 de la Norma)***Item 19 y 58:** Cemento pulido y madera machihembrada respectivamente

Machihembrada (Tornillo)

- Espesor  
 $e_{\text{material1}} = 0.025\text{m}$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{\text{material1}} = 0.12 \text{ W/mk}$

Cemento pulido

- Espesor  
 $e_{\text{material2}} = 0.05 \text{ m}$
- Coeficiente de transmitancia térmica  
 $K_{\text{material2}} = 0.53 \text{ W/mk}$



Hallando las Resistencias térmicas

Resistencia térmica de la cara interior (machihembrado) se halla dividiendo el espesor entre el coeficiente de conductividad térmica del material (k)

$R_i$  = Resistencia térmica de la cara interior

$e_{\text{machihembrado}} = 0.025\text{m}$

$k_{\text{machihembrado}} = 1.12 \text{ w/mk}$

$R_i = e/k$

$R_i = 0.025/1.12$

$R_i = 0.02 \text{ m}^2\text{K/W}$

Resistencia térmica de la cara exterior (cemento pulido) se halla dividiendo el espesor entre el coeficiente de conductividad térmica del material (k)

$R_e$  = Resistencia térmica de la cara exterior

$E_{\text{cemento pulido}} = 0.05\text{m}$

$K_{\text{cemento pulido}} = 0.53 \text{ w/mk}$

$R_e = e/k$

$R_e = 0.05/0.53$

$R_e = 0.094 \text{ m}^2\text{K/W}$

Para ambientes menores a 1 metro de altura se aplicará la fórmula siguiente que corresponde al Caso 1:

Elementos con cámara de aire no ventilados

### **Paso 7, numeral 1.3, caso 1**

El coeficiente U (en  $\text{m}^2 \text{K/W}$ ) para este caso se obtiene de la expresión:

$$\frac{1}{U} = R_{si} + R_i + R_{ca} + R_e + R_{se}$$

Donde,

$R_i$  resistencia térmica de la cara interior del elemento constructivo, que se halla dividiendo el espesor entre el coeficiente de conductividad térmica del material del que está compuesto la cara interior del elemento constructivo.

$R_{ca}$  resistencia térmica de la cámara de aire calculada según la Tabla N° 14.

$R_e$  resistencia térmica de la cara exterior del elemento constructivo, que se halla dividiendo el espesor entre el coeficiente de conductividad térmica del material del que está compuesto la cara exterior del elemento constructivo.



$R_{si}$  coeficiente superficial interno de transmisión térmica, según lo indicado en el numeral 1.3.a).

$R_{se}$  coeficiente superficial externo de transmisión térmica, según lo indicado en el numeral 1.3.a).

Reemplazando datos en la fórmula

Datos:

$$R_i = 0.02 \text{ m}^2\text{K/W}, R_e = 0.094 \text{ m}^2\text{K/W}, R_{ca} = 0.21 \text{ m}^2 \text{ k/w}$$

$$R_{si} = 0.17 \text{ m}^2 \text{ k/w} = \text{Coeficiente superficial interna}$$

$$R_{se} = 0.17 \text{ m}^2 \text{ k/w} = \text{Coeficiente superficial externa}$$

$$\frac{1}{U} = (0.17 + 0.02 + 0.21 + 0.094 + 0.17) \text{ m}^2 \text{ k/w}$$

$$\frac{1}{U} = 0.664 \text{ m}^2 \text{ k/w}$$

$$U = 1/0.664 \text{ w/m}^2 \text{ k}$$

$$U = 1.50 \text{ w/m}^2 \text{ k}$$

Por lo tanto la transmitancia térmica del piso es 1.50 W/m<sup>2</sup>k

Área Piso (Tipo 4B)

Dimensiones

Largo= 3.85m

Ancho= 1.60m

S = Área total = 6.16m<sup>2</sup>

Tabla 78.

Integrando todos los datos en el cuadro Excel según especifica la norma

Tipo 4	Componentes	Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coefficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
	Pisos tipo 4B: Losa o piso horizontal de separación entre el interior de la edificación con un ambiente no habitable exterior, menor a un metro de	Resistencias superficiales								
		Resistencia superficial externa (Rse)				0.17				
		Resistencia Superficial interna (Rsi)				0.17				
		Piso tipo 4B (Dormitorio 1)								
		Resistencia de la cámara de aire (Rca)				0.21				
		Composición:								
		Machihembrado (Tornillo) Cara interior	0.025				0.12	6.16	1.5	9.24
		Cemento pulido - Cara exterior	0.05				0.53			
		TRANSMITANCIA (U1 final) = ESxU/ES							<b>1.5 W/m<sup>2</sup>k</b>	

Fuente: Elaboración propia.

El resultado final se compara con la tabla N° 02 de la Norma:

Tabla 79.

Valores límites máximos de transmitancia térmica ( $U$ ) en  $W/m^2k$

Zona bioclimática	Transmitancia térmica máxima del muro ( $U_{muro}$ )	Transmitancia térmica máxima del techo ( $U_{techo}$ )	Transmitancia térmica máxima del piso ( $U_{piso}$ )
1. Desértico costero	2,36	2,21	2,63
2. Desértico	3,20	2,20	2,63
3. Interandino bajo	2,36	2,21	2,63
4. Mesoandino	2,36	2,21	2,63
5. Altoandino	1,00	0,83	3,26
6. Nevado	0,99	0,80	3,26
7. Ceja de montaña	2,36	2,20	2,63
8. Subtropical húmedo	3,60	2,20	2,63
9. Tropical húmedo	3,60	2,20	2,63

Fuente: Norma (EM.110, 2014) Tabla N°2.

**1.50 < 3.26 CUMPLE**

En conclusión, quiere decir, que el piso 4B del dormitorio 3 cumple con la transmitancia térmica necesaria para esta zona bioclimática.

### 3.9 Cálculo de la Envolvente de la Cocina – Comedor – Dormitorio 4

(SEGÚN NORMA)

Se considera los tres ambientes como uno solo ya que no hay una estructura física que los divida



Figura 100. Identificación planta del ambiente 4.



Figura 101. Ventanas del ambiente 4.



Figura 102. Identificación de los muros del ambiente 4.

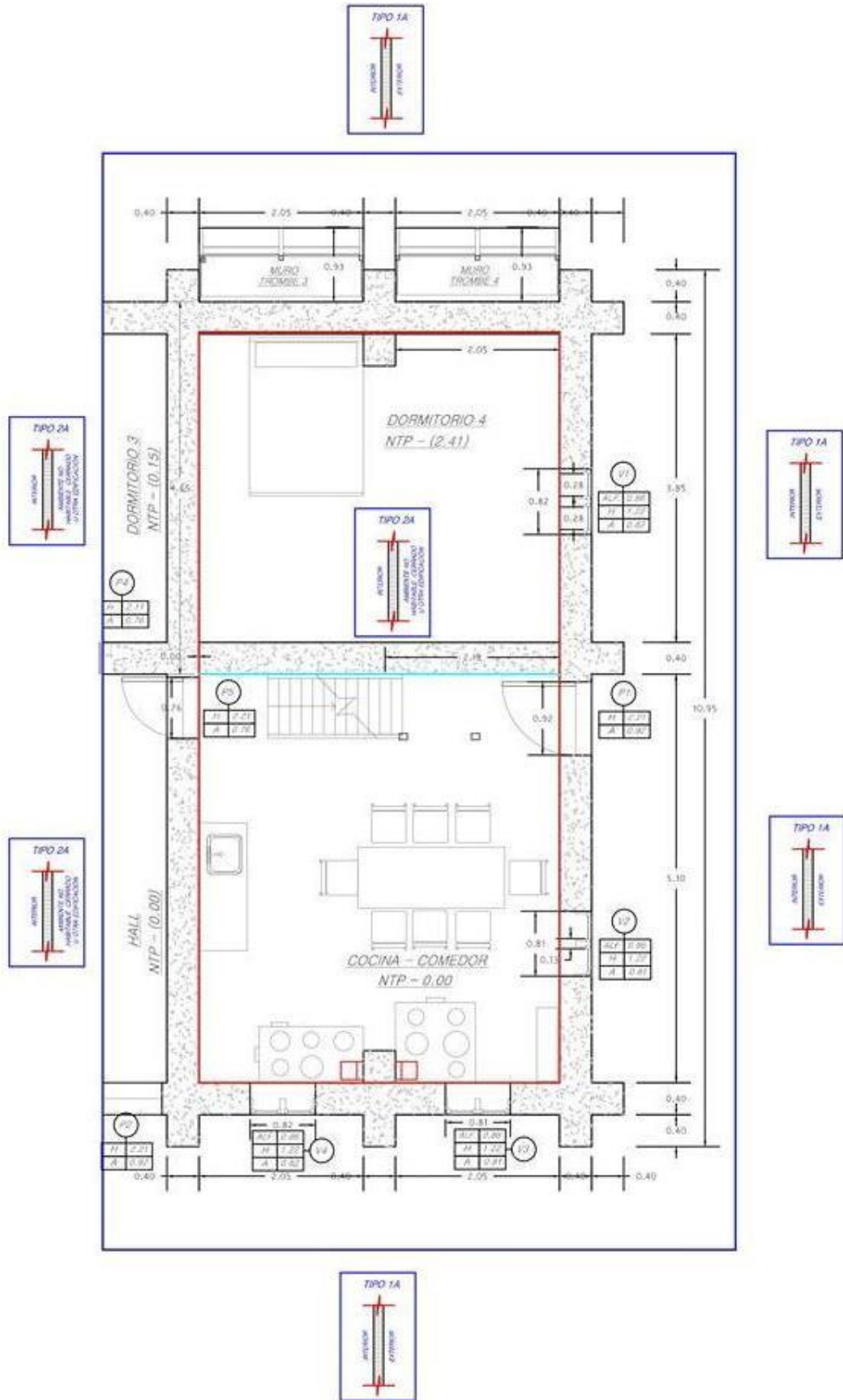


Figura 103. Identificación de las envolventes del ambiente 4.

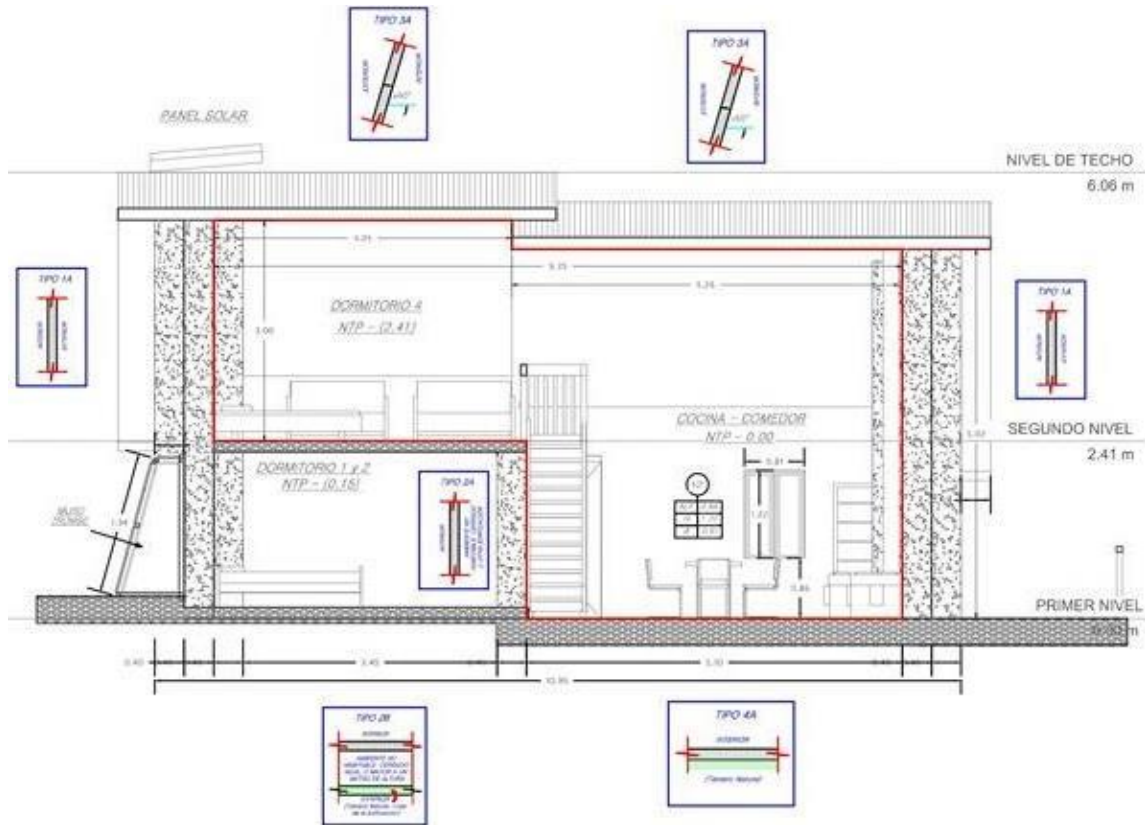


Figura 104. Envoltente tipo 4

### 3.9.1 Envoltente Tipo 1

Identificación de los tipos de envoltente en planta del dormitorio 4. (Ver plano en Anexos)

#### Imagen del dormitorio 4- cocina- comedor

#### 1. Ventanas o mamparas (Ventana 1, según plano)

Se comenzará a calcular la transmitancia térmica de las ventanas o mamparas que se paran el interior con el exterior que consta de dos partes: Vidrio o material transparente y marco o carpintería

- Para la transmitancia térmica del vidrio se calcula el área sin contar la carpintería

Área del vidrio de la ventana 2

$$S = 0.28\text{m} \times 1.09\text{m} \times 2$$

$$S = 0.61\text{m}^2$$

Área del vidrio de la ventana 3

$$S = 0.28\text{m} \times 1.09\text{m} \times 2$$

$$S = 0.61\text{m}^2$$

Área del vidrio de la ventana 4

$$S = 0.28 \text{ m} \times 1.09 \text{ m} \times 2$$

$$S = 0.61 \text{ m}^2$$

**Materiales**

**Vease**

*Lista de características higrométricas de los materiales de construcción (Anexo N° 03 de la Norma)*

**Item 119:** Vidrio crudo incoloro de 6mm

Tabla 80.

*Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma*

Tipo 1	Componentes	Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coefficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
	Ventanas, mamparas o superficies vidriadas, transparentes o translúcidas, y puertas (verticales o inclinadas más de 60° con la horizontal)	Ventana 2								
		Tipo de vidrio: (Vidrio Crudo)								
		Vidrio Incoloro de 6 mm	0.006					0.61	5.7	3.477
		Ventana 3								
		Tipo de vidrio: (Vidrio Crudo)								
		Vidrio Incoloro de 6 mm	0.006					0.61	5.7	3.477
		Ventana 4								
		Tipo de vidrio: (Vidrio Crudo)								
		Vidrio Incoloro de 6 mm	0.006					0.61	5.7	3.477

Fuente: Elaboración propia.

- Para la transmitancia térmica de los marcos se identifica el tipo de material, se rellena el espesor, se calcula el área de la carpintería y se coloca la transmitancia

**PERÍMETRO DEL MARCO DE LA VENTANA 2**

$$\text{Perímetro marco} = 2(1.22\text{m}) + 2(0.81\text{m}) = 4.06\text{m}$$

$$S = \text{espesor} \times \text{perímetro}$$

$$S = 0.06\text{m} \times 4.06\text{m}$$

$$S = 0.2436\text{m}^2$$

**PERÍMETRO DEL MARCO DE LA VENTANA 3**

$$\text{Perímetro marco} = 2(1.22\text{m}) + 2(0.81\text{m}) = 4.06\text{m}$$

$$S = \text{espesor} \times \text{perímetro}$$

$$S = 0.06\text{m} \times 4.06\text{m}$$

$$S = 0.2436\text{m}^2$$

## PERÍMETRO DEL MARCO DE LA VENTANA 4

$$\text{Perímetro marco} = 2(1.22\text{m}) + 2(0.82\text{m}) = 4.08\text{m}$$

$$S = \text{espesor} \times \text{perímetro}$$

$$S = 0.06\text{m} \times 4.08\text{m}$$

$$S = 0.2448\text{m}^2$$

Tabla 81.

Tabla hidrométrica

N°	Material	Densidad $\rho$ (kg / m <sup>3</sup> )	Coefficiente de Transmisión Térmica o de Conductividad térmica $k$ (W / m K)
<b>MADERAS</b>			
40	Maderas livianas: Álamo, Avellano, Aliso, Zapote, Bolaina blanca, Tornillo, Casho Moena, Diablo Fuerte, Huimba, Maquisapa, Ñaccha, Marupa, Panquana, Ucshaquiro Blanco	200 - 565	0.130 - 0.150
41	Maderas de densidad media: Abedul, Canelo, Castaño, Laurel, Roble, Olmo, Caoba, Lagarto, Copaiba, Chemicua, Huayruro, Manchinga, Fresno, Nogal, Cerezo, Palosangre Amarillo, Palosangre Negro, Pumaquiro	565 - 750	0.180
42	Maderas densas: Capirona, Estoraque	750 - 870	0.230
43	Maderas muy densas: Algarrobo, Eucalipto, Shihuahuaco	$\geq 870$	0.290

Fuente: Norma (EM.110, 2014) **anexo N°3**.

Tabla 82.

Transmitancia térmica según tipos de carpintería o marco de ventanas en muros tipo 1A (Tabla N° 07 de la norma)

Material	U (W/m <sup>2</sup> K) vertical
<b>Metálico</b>	
Sin rotura de puente térmico (Ver definición en el Capítulo 5. Glosario, numeral 5.50)	5,7
Con rotura de puente térmico, entre 4 y 12 mm	4,0
Con rotura de puente térmico, mayor a 12 mm	3,2
<b>Madera <sup>(1)</sup></b>	
Madera de densidad media alta <sup>1</sup> . Densidad: 700 kg/m <sup>3</sup>	2,2
Madera de densidad media baja <sup>1</sup> . Densidad: 500 kg/m <sup>3</sup>	2,0
<b>PVC <sup>(2)</sup></b>	

Fuente: Norma (EM.110, 2014) **Tabla N°7**.

Tabla 83.

*Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma*

Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	RST/RCA (m <sup>2</sup> °C/w)	Coefficiente Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
Tipo de carpintería del marco (Ventana 2)								
Madera Tornillo	0.06		4.06			0.2436	2	0.4872
Carpintería 2, etc								
Tipo de carpintería del marco (Ventana 3)								
Madera Tornillo	0.06		4.06			0.2436	2	0.4872
Carpintería 2, etc								
Tipo de carpintería del marco (Ventana 4)								
Madera Tornillo	0.06		4.08			0.2448	2	0.4896
Carpintería 2, etc								

Fuente: Elaboración propia.

## 2. Puertas (Puertas 1 según plano)

Calcular la transmitancia térmica de puertas que separan el interior de la edificación con el ambiente exterior

2.1 Para hallar la transmitancia térmica (U) del tipo de puerta:

a) Llenar la celda “Puerta 1” ubicada debajo de “Tipo de puerta”, escribiendo el nombre del tipo de puerta y precisando el material de la hoja de la puerta, así como su marco o carpintería. (Ejemplo: Puerta maciza de madera tornillo y marco de madera tornillo).

b) En la celda ubicada en la intersección de la columna “S1” y de la fi la donde se ha escrito el nombre del tipo de puerta, se coloca el resultado de la suma de las áreas o superficies de los vanos de puertas de un mismo tipo, según el diseño del proyecto. Unidad de medida: Metro cuadrado.

c) En la celda ubicada en la intersección de la columna “U1” y de la fi la donde se ha escrito el nombre del tipo de puerta, se coloca la transmitancia térmica de la hoja, según se indica en la Tabla N° 8, para puertas que separan al interior con el ambiente exterior. Unidad de medida: W/ m<sup>2</sup> K.



Tabla 84.

*Transmitancia térmica de puertas en muros tipo 1A*

Puerta 1 (Este)

Dimensiones: H = 2.21m  
Ancho = 0.92m  
S = 2.03m<sup>2</sup>

Tipo de puerta	Transmitancia Térmica (U) W/m <sup>2</sup> K
	Separación con el ambiente exterior
<b>Carpintería o marco de madera y:</b>	
Hoja maciza de madera (cualquier espesor)	3.5
Hoja contraplacada de fibra MDF (espesor: 4 cm)	4.7
Hoja de vidrio simple en < 30% de la superficie de la hoja de madera maciza (cualquier espesor)	4.0
Hoja de Vidrio simple en 30% a 60% de la superficie de la hoja de madera maciza (cualquier espesor)	4.5
Hoja de Vidrio doble	3.3
<b>Carpintería o marco metálico y:</b>	

Fuente: Norma (EM.110, 2014) **Tabla N°8.**

Tabla 85.

*Integrando los datos en el cuadro Excel según especifica la norma*

Elementos	Espesor	Cantidad	Perímetro	RST/R	Coeficiente de Transmisión Térmica k (W/m °C)	S1	U1	S1xU1
	(m)			CA				
<b>Tipo de puerta: (Puerta 1 : Este)</b>								
Hoja maciza de madera	0.035					2.03	3.5	7.105

Fuente: Elaboración propia.

### 3. Muros

Tipo 1A. (Muros en dirección Este, según plano)

Procedimiento para hallar las resistencias superficiales

Se colocan los siguientes datos como referencia según norma:

Entre la celda RST/RSA y Rse se coloca 0.11 W/m<sup>2</sup>k y entre la celda RST/RSA y

Rsi se coloca 0.06W/m<sup>2</sup>k

Tabla 86.

Integrando los datos en el cuadro Excel.

Elementos	Espesor (m)	Cantida d	Perimet ro (m)	RST/RC A (m <sup>2</sup> °C/w)	Coficie nte Transm isión
Resistencias superficiales					
Resistencia superficial extrema (Rse)				0.11	
Resistencia Superficial interna (Rsi)				0.06	

Fuente: Elaboración propia.

En las celdas de bajo de composición del muro se coloca los materiales, su espesor, y el coeficiente de transmisión térmica de cada uno

### Materiales

#### Vease

*Lista de características higrométricas de los materiales de construcción (Anexo N° 03 de la Norma)*

**Item 15 y 26:** Yeso y adobe

### Hallando el área del muro Este Tipo 1A

#### Área 1 Muro Este

$$H = 2.94\text{m} - 0.30\text{m (sobrecimiento)} = 2.64\text{m}$$

$$A = 5.10\text{m}$$

$$S = 2.64\text{m} \times 5.10\text{m} = 13.464\text{m}^2$$

Se excluye el área de la ventana 2 según plano

$$H = 1.22\text{m}$$

$$A = 0.81\text{m}$$

#### Área = 0.99 m<sup>2</sup>

Se excluye el área de la puerta 1 según plano

$$H = 2.21\text{m}$$

$$A = 0.92\text{m}$$

#### Área = 2.03 m<sup>2</sup>

⇒ Área total del Muro (Área del muro - área de la ventana - área de la puerta)

$$S = 13.464\text{m}^2 - 0.99\text{m}^2 - 2.0\text{m}^2 = 10.44\text{m}^2$$

#### Área 2 Muro Este

$$H = 0.88\text{m}$$

$$A = 3.85\text{m} + 0.40\text{m} = 4.25\text{m}$$

$$S = 0.88\text{m} \times 4.25\text{m} = 3.74\text{m}^2$$

**Área Total Muro Este**

$$Stotal = \text{Área 1} + \text{Área 2}$$

$$Stotal = 10.44\text{m}^2 + 3.74\text{m}^2 = 14.18\text{m}^2$$

**Hallando el área del muro Norte Tipo 1A****Área 1 Muro Norte**

$$H = (H1 + H2) / 2 = (2.51\text{m} + 3.49\text{m})/2 = 3.00\text{m}$$

$$A = 1.22\text{m}$$

$$S = 3.00\text{m} \times 1.22\text{m} = 3.66\text{m}^2$$

**Área 2 Muro Norte**

$$H = (H2 + H3) / 2 = (3.49\text{m} + 0.88\text{m})/2 = 2.19\text{m}$$

$$A = 3.28\text{m}$$

$$S = 2.19\text{m} \times 3.28\text{m} = 7.18\text{m}^2$$

**Área Total Muro Norte**

$$Stotal = \text{Área 1} + \text{Área 2}$$

$$Stotal = 3.66\text{m}^2 + 3.28\text{m}^2 = 6.94\text{m}^2$$

**Hallando el área del Muro Sur Tipo 1A****Área 1 Muro Sur**

$$H = (H1 + H2) / 2 = (4.53\text{m} + 5.50\text{m})/2 = 5.015\text{m}$$

$$A = 1.22\text{m}$$

$$S = 5.015\text{m} \times 1.22\text{m} = 6.12\text{m}^2$$

**Área 2 Muro Sur**

$$H = (H2 + H3) / 2 = (5.50\text{m} + 2.94\text{m})/2 = 4.22\text{m}$$

$$A = 3.28\text{m}$$

$$S = 4.22 \times 3.28 = 13.84\text{m}^2$$

**Área Total Muro Sur**

$$Stotal = \text{Área 1} + \text{Área 2}$$

$$Stotal = 6.12\text{m}^2 + 13.84\text{m}^2 = 19.96\text{m}^2$$

**Se excluye el área de la ventana 3 según plano**

$$H = 1.22\text{m}$$

$$A = 0.81\text{m}$$



**Área = 0.99 m<sup>2</sup>**

Se excluye el área de la ventana 4 según plano

H = 1.22m

A = 0.82m

Área = 1.00 m<sup>2</sup>

Se excluye el área del sobrecimiento

H = 0.30m

A = 4.50m

**Área = 0.30 m \* 4.50m = 1.35m<sup>2</sup>**

⇒ **Área total del Muro Sur (Área del muro - área de la ventana 3 – área de la ventana 4 - área del sobrecimiento)**

**S = 19.96 – 0.99 – 1.00 – 1.35 = 16.62m<sup>2</sup>**

**Hallando la transmitancia térmica de los muros:**

$$U_{1-muro\ sin\ cámara} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots + R_{si} + R_{se}\right)}$$

Fuente: Norma (EM.110, 2014)

Adobe

- Espesor

$e_{material1} = 0.37m$

- Coeficiente de transmitancia térmica

$K_{material1} = 0.90\ W/mk$

Yeso (Revestimiento interior)

- Espesor

$e_{material2} = 0.015\ m$

- Coeficiente de transmitancia térmica

$K_{material2} = 0.30\ W/mk$

Yeso (Revestimiento exterior)

- Espesor