

Aplicación Práctica Artículo 4.1.10



APLICACION PRACTICA ARTICULO 4.1.10

A continuación se presenta una explicación gráfica y detallada de cada aspecto de la reglamentación, con el propósito de facilitar su comprensión, aplicación, supervisión y control, tanto para arquitectos, ingenieros y constructores, como para los Directores de Obras y demás funcionarios municipales relacionados.

Nota: La citas textuales del Artículo 4.1.10 se han expresado en letra cursiva.

Artículo 4.1.10

Las exigencias señaladas comenzarán a regir desde el día 04 de enero de 2007, de manera que a partir de esa fecha, todo expediente ingresado en la Dirección de Obras Municipales deberá cumplir con las exigencias señaladas en el Artículo 4.1.10 de la O.G.U. y C.

1. Complejos de techumbre, muros perimetrales y pisos ventilados

A. Exigencias

La envolvente de la vivienda está constituida por complejos de techumbre, muros, pisos ventilados y ventanas, los cuales separan el espacio interior del espacio exterior.

Estos complejos de techumbre, muros y pisos ventilados deberán cumplir con la transmitancia térmica total (U) o con la resistencia térmica total (R_T), especificada para la zona térmica que corresponda a la comuna o localidad, en la cual se emplaza la vivienda.

Las zonas térmicas del país están señaladas en la sección "Planos de Zonificación Térmica" en las páginas 13 a 27 del presente manual.

Las comunas pueden contener hasta tres zonas. La división entre una zona y otra, dentro de una misma comuna, la determina una cota de nivel, la que va variando a lo largo del país, señalándose tanto en la tabla como en cada plano.

Ejemplo 1:

Mapa de zonificación



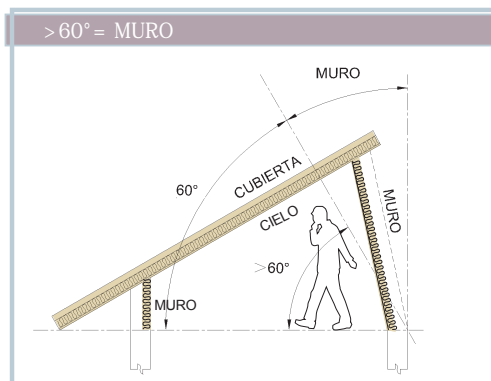
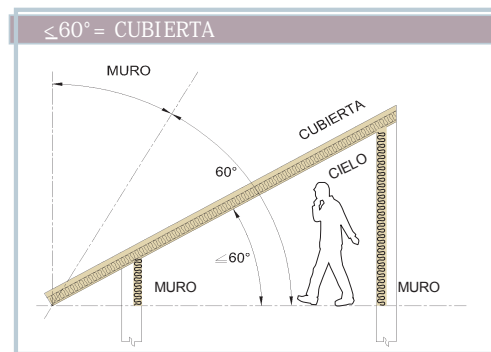
En este ejemplo tenemos un proyecto localizado en la comuna de Vallenar, sobre la cota 1.000 m.s.n.m., que según la tabla y mapa de zonificación térmica, le corresponde aplicar Zona "3".

Para cumplir con la exigencia planteada se podrá optar entre cuatro alternativas, las que aparecen señaladas en el Punto B del Artículo 4.1.10 ("B. Alternativas para cumplir las exigencias térmicas definidas en el presente artículo:" página 10 del Manual)

1. Techumbres

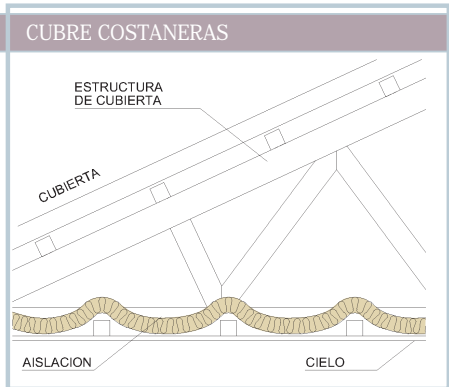
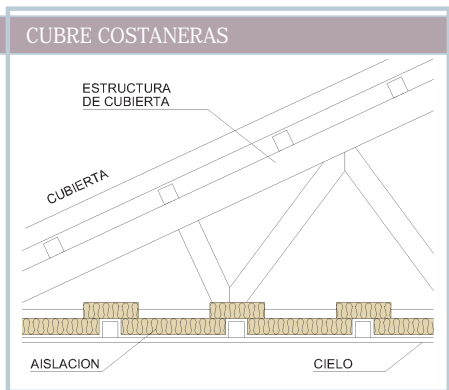
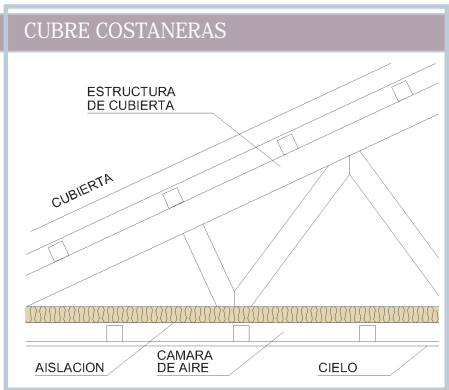
Se considera complejo de techumbre al conjunto de elementos constructivos que lo conforman tales como cielo, cubierta, aislación térmica, cadenetas y vigas.

- a) En el caso de mansardas o paramentos inclinados, debe considerarse complejo de techumbre todo elemento cuyo cielo tenga una inclinación de 60° sexagesimales, o menos, medidos desde la horizontal.

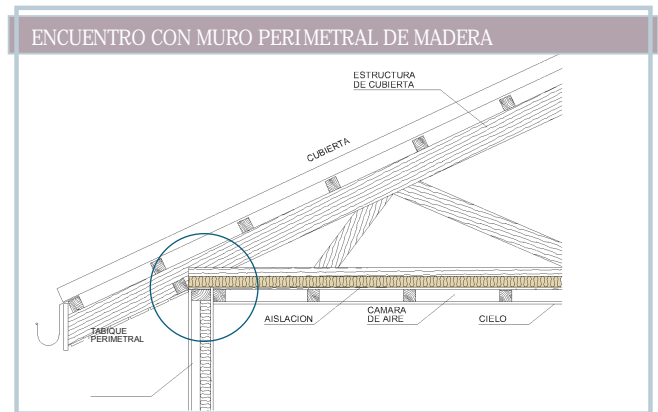
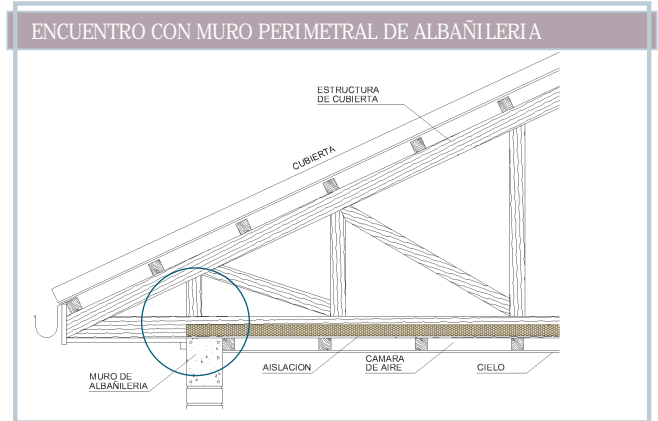


Esta discriminación obedece a que el flujo térmico cambia de ascendente a horizontal cuando el ángulo es mayor a 60° sexagesimales.

b) Es necesario que el material aislante térmico o la solución constructiva especialmente especificada cubra de manera continua toda la superficie del cielo y se prolongue por sobre las cadenas y soleras, de manera que éstas queden también aisladas térmicamente y no se constituyan en puentes térmicos importantes.



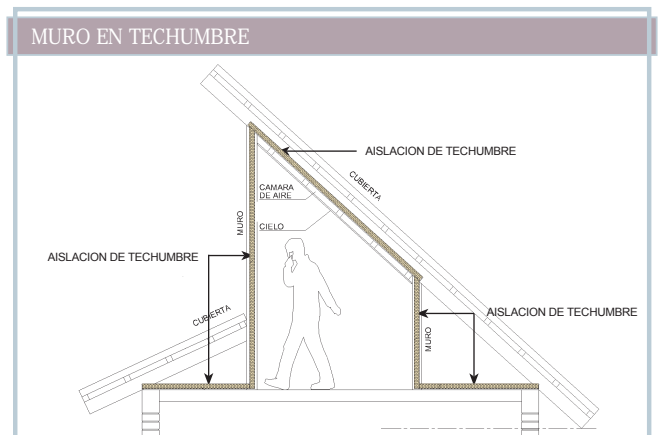
Por ese motivo los materiales aislantes térmicos o las soluciones constructivas especificadas en el proyecto de arquitectura, deberán cubrir el máximo de la superficie de la parte superior de los muros en su encuentro con el complejo de techumbre, tales como cadenas, vigas o soleras, conformando un elemento continuo por todo el contorno de los muros perimetrales.



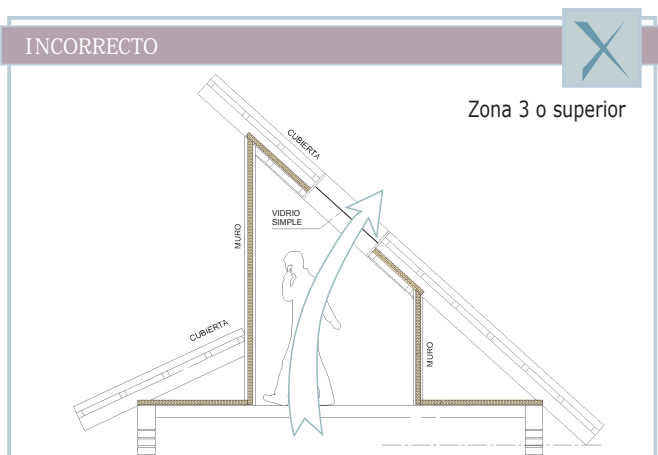
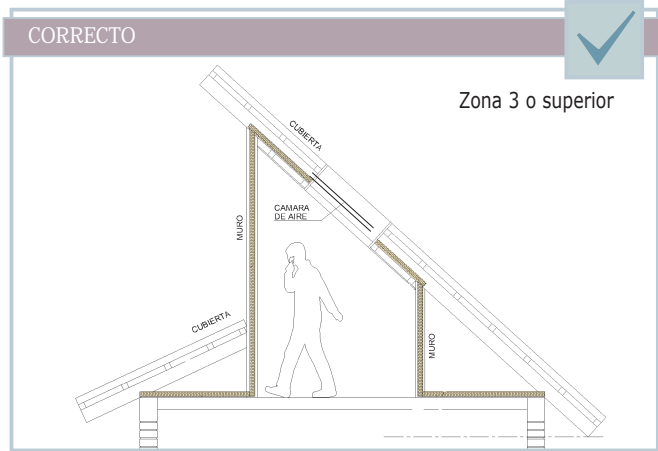
d) Para obtener una continuidad en el aislamiento térmico de la techumbre, todo muro o tabique que sea parte de ésta, tal como lucarna, antepecho, dintel u otro elemento que interrumpa el acondicionamiento térmico de la techumbre y delimite un local habitable o no habitable, deberá cumplir con la misma exigencia que le corresponda al complejo de techumbre, de acuerdo a lo señalado en la Tabla 1 del Artículo 4.1.10.

Dado que no es posible cubrir completamente el complejo de techumbre con el aislante térmico, éste sólo puede interrumpirse por elementos estructurales de la techumbre, tales como cerchas, vigas y/o por tuberías, ductos o cañerías de las instalaciones domiciliarias.

c) Es importante evitar y minimizar la ocurrencia de "puentes térmicos", ya que en éstos se puede producir condensación -que afecta especialmente a los materiales, humedeciéndolos y deteriorándolos- y también pérdida importante de calor.

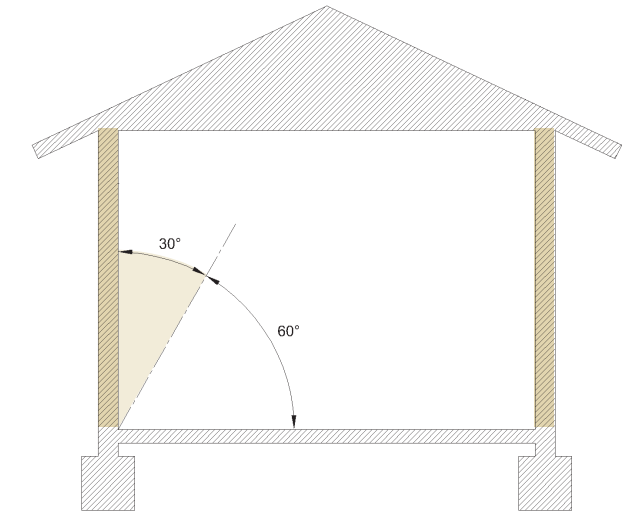


e) Para toda ventana que forme parte del complejo techumbre de una vivienda emplazada entre la zona 3 y 7, ambas inclusive, cuyo plano tenga una inclinación de 60° sexagesimales, o menos, medidos desde la horizontal, se deberá especificar una solución de doble vidriado hermético, cuya transmitancia térmica debe ser igual o menor a $3,6W/m^2K$.

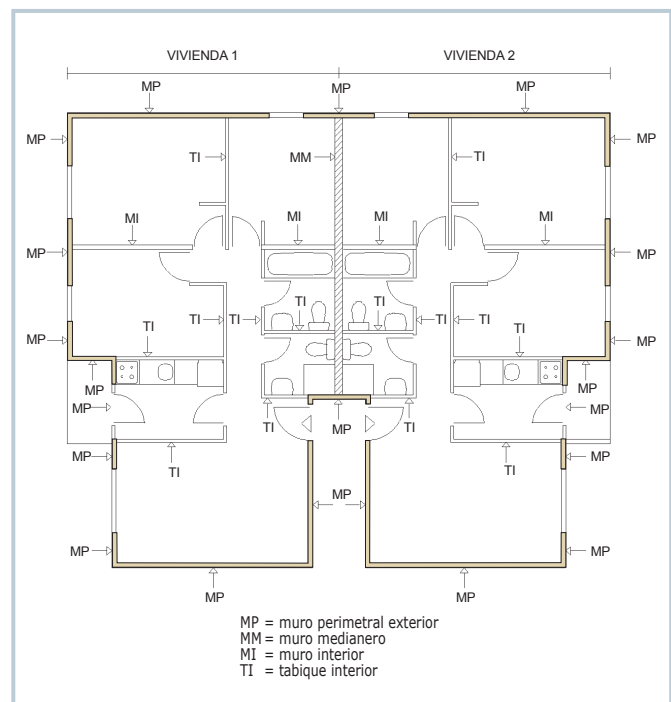


2. Muros

Se considera complejo de muro al conjunto de elementos constructivos que lo conforman y cuyo plano de terminación interior tenga una inclinación de más de 60° sexagesimales, medidos desde la horizontal.

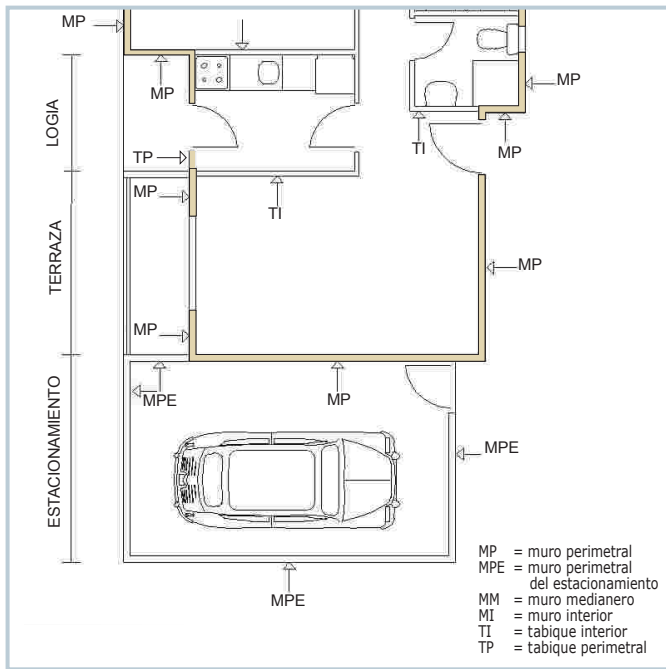


a) Como lo expresa la siguiente figura, la reglamentación térmica es aplicable a todos aquellos muros o tabiques perimetrales (MP) (soportantes y no soportantes) que limiten los espacios interiores de la vivienda con el exterior o con uno o más locales abiertos.

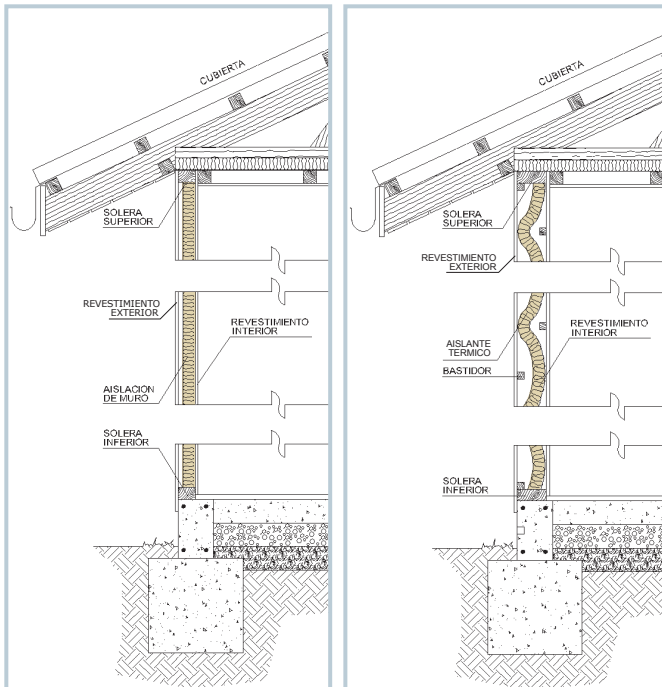


Las exigencias del presente artículo no son aplicables a aquellos muros medianeros (MM) que separen unidades independientes de vivienda, y tampoco a los muros interiores (MI) ni a los tabiques interiores (TI).

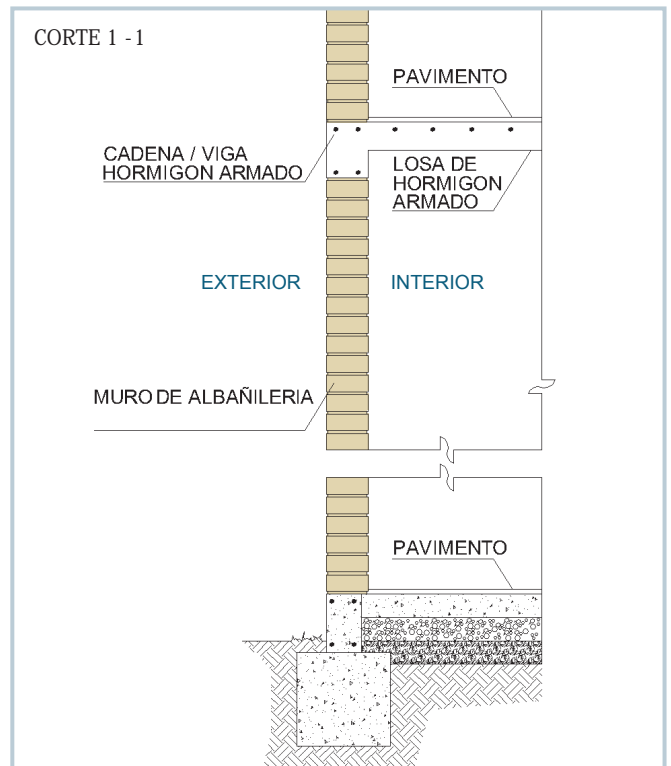
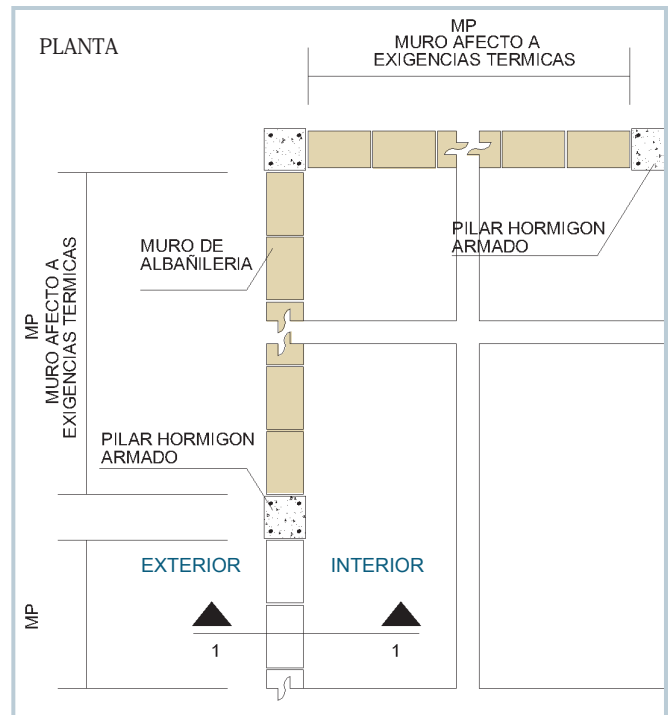
b) Los recintos cerrados contiguos a una vivienda, tales como bodegas, leñeras, estacionamientos e invernaderos, serán considerados como recintos abiertos para efectos de esta reglamentación; por lo tanto, las exigencias de la reglamentación son aplicables solamente a los paramentos que se encuentran contiguos a la envolvente de la vivienda.



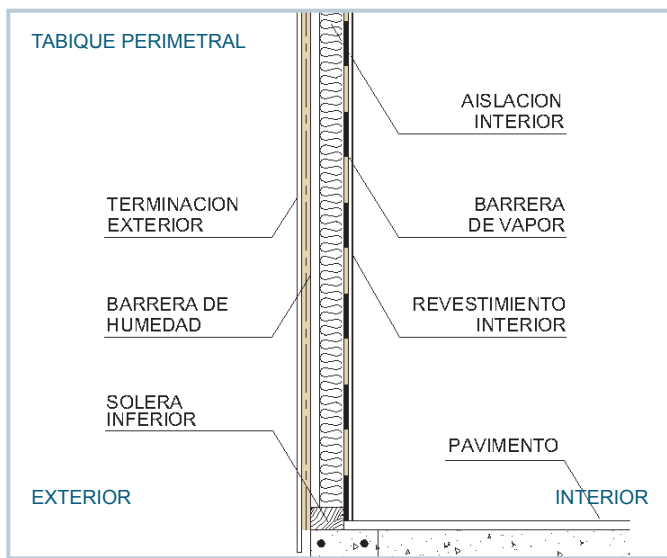
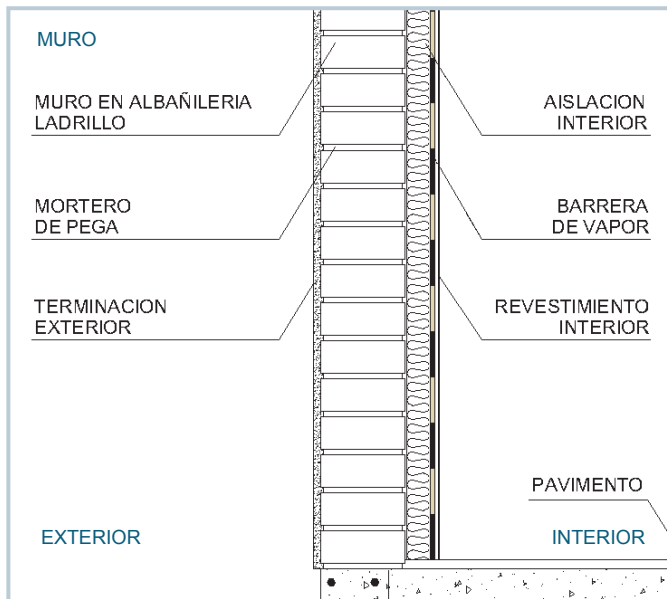
c) Para minimizar la ocurrencia de puentes térmicos en tabiques perimetrales, los materiales aislantes térmicos o soluciones constructivas especificadas en el proyecto de arquitectura, sólo podrán estar interrumpidos por elementos estructurales tales como pies derechos, diagonales estructurales y/o por tuberías, ductos o cañerías de las instalaciones domiciliarias.



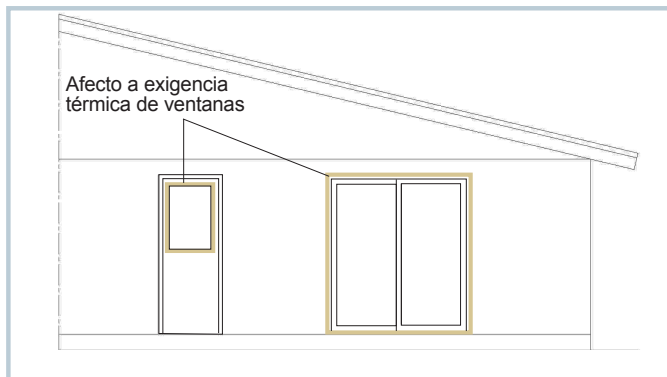
d) En aquellos muros de albañilería confinada, no será exigible el valor de U de la Tabla 1 en los elementos estructurales tales como pilares, cadenas y vigas.



e) Cuando el complejo muro incorpore materiales aislantes, la solución constructiva deberá considerar barreras de humedad y/o de vapor, según el tipo de material incorporado en la solución constructiva y/o estructura considerada.

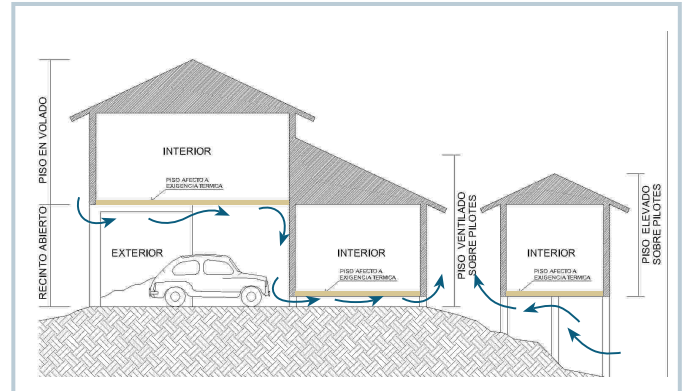


f) La reglamentación térmica no establece exigencias para las puertas. En el caso de puertas vidriadas exteriores, deberá considerarse como superficie de ventana la parte correspondiente al vidrio de la misma y cumplir con las exigencias para ventanas.

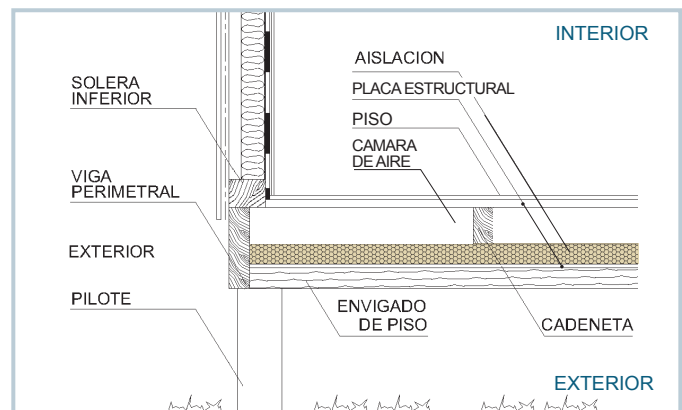
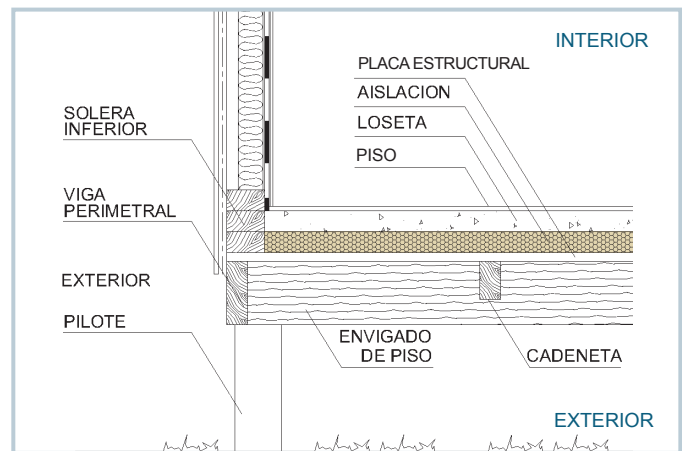


3. Pisos ventilados

Se considera complejo de piso ventilado al conjunto de elementos constructivos que lo conforman, que no están en contacto directo con el terreno. Los planos inclinados inferiores de escaleras o rampas que estén en contacto con el exterior también se considerarán como pisos ventilados. De esta manera se puede distinguir pisos sobre pilotes y voladizos; pisos sobre recintos ventilados o no habitables, tales como estacionamientos, leñeras u otros.



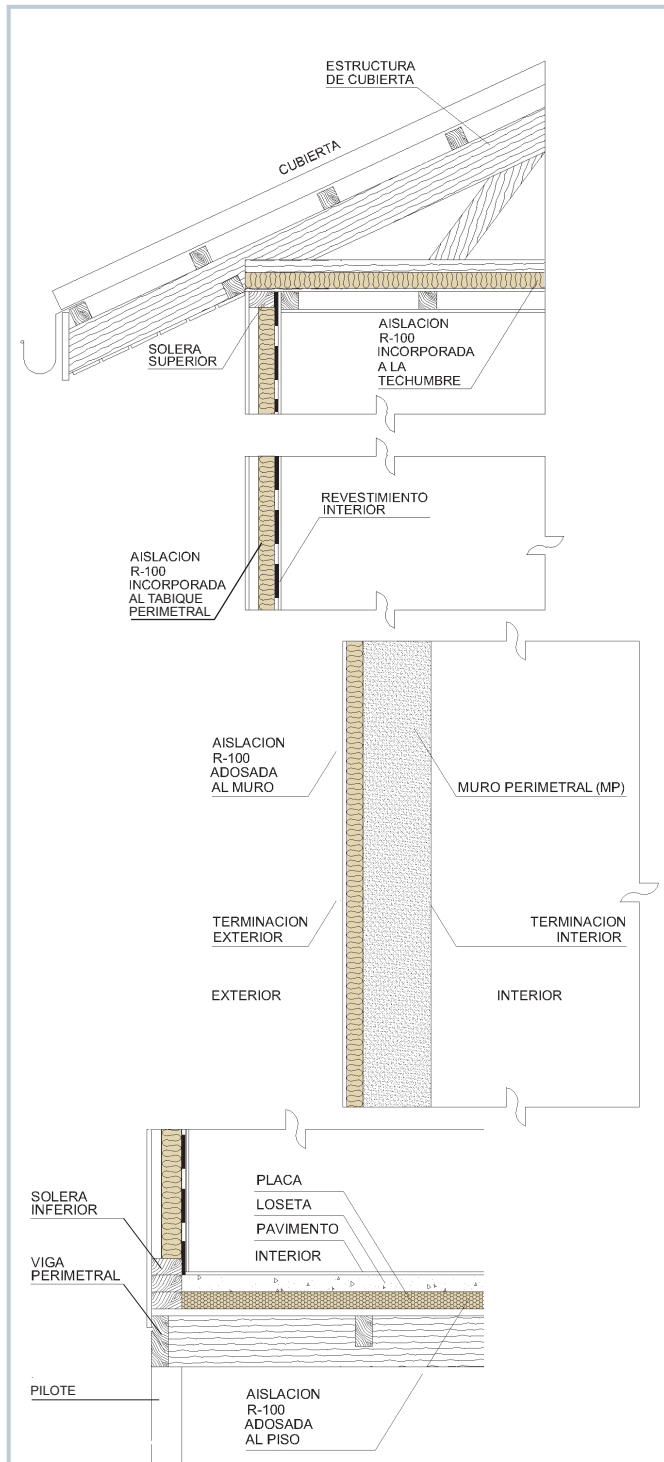
Para minimizar la ocurrencia de puentes térmicos en pisos ventilados, los materiales aislantes térmicos o soluciones constructivas especificadas en el proyecto de arquitectura, sólo podrán estar interrumpidos por elementos estructurales del piso o de las instalaciones domiciliarias tales como vigas, tuberías, ductos o cañerías.



B. Alternativas para cumplir las exigencias térmicas definidas en el presente artículo.

1. Consiste en la incorporación de un material aislante etiquetado con el R100 correspondiente a la Tabla 2 del Artículo 4.1.10.

Para ello se deberá especificar y colocar un material aislante térmico, incorporado o adosado, al complejo de techumbre, al complejo de muro, o al complejo de piso ventilado cuyo R100 mínimo, rotulado según la norma técnica NCh 2251, de conformidad a lo indicado en la Tabla 2.



Ejemplo 2:

Para un proyecto ubicado en Vallenar (que corresponde a la Zona 3 según plano de la página 16) se debe usar un aislante cuyo R-100 rotulado sea igual o superior a 188 en techumbre, a 40 en muros y a 126 en pisos ventilados.

ZONA	TECHUMBRE R100(*)	MUROS R100(*)	PISOS VENTILADOS R100(*)
1	94	23	23
2	141	23	98
3	188	40	126
4	235	46	150
5	282	50	183
6	329	78	239
7	376	154	295

2. Esta alternativa se presenta especialmente para aquellas soluciones cuya sofisticación, innovación, rentabilidad o repetitividad ameritan un Certificado de Ensaye otorgado por un Laboratorio de Calidad de la Construcción. Mediante este certificado se puede demostrar el cumplimiento de la transmitancia o resistencia térmica total de la solución del complejo de techumbre, muro y piso ventilado.
3. Para el caso de soluciones constructivas sofisticadas o individuales, la posibilidad de calcular el comportamiento térmico puede ser una alternativa interesante y rentable. Este cálculo deberá ser realizado por profesionales competentes tales como arquitectos, ingenieros civiles, constructores civiles o ingenieros constructores y se efectuará en conformidad a la norma oficial NCh 853.
4. Especificar una solución constructiva para el complejo de techumbre, muro y piso ventilado que corresponda a alguna de las soluciones inscritas en el Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico, confeccionado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Este listado tiene por objeto facilitar la especificación, construcción y control de soluciones constructivas frecuentes. Está a cargo de la Unidad de Tecnologías de la Construcción y se puede consultar en la página www.minvu.cl.

2. Ventanas

Se considera complejo de ventana a los elementos constructivos que constituyen los vanos vidriados de la envolvente de la vivienda.

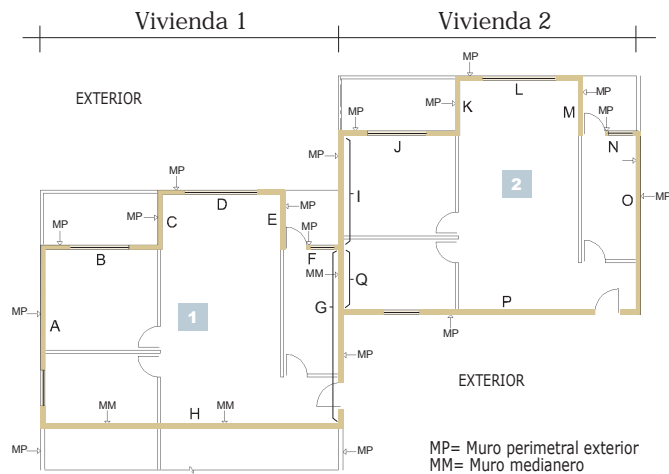
A. Porcentaje máximo de superficie de ventanas respecto a paramentos verticales de la envolvente:

Las exigencias para ventanas están contenidas en la Tabla 3 del Artículo 4.1.10, y se basan en una relación entre la superficie total de ventanas –considerando el tipo de vidriado– y la superficie total de paramentos verticales de la envolvente, según la zona donde se emplaza la vivienda.

Para determinar el porcentaje máximo de superficie de ventanas de un proyecto de arquitectura se debe realizar los procedimientos indicados en puntos a) y b) del Artículo 4.1.10.

a) Superficie de paramentos verticales

En este caso los paramentos verticales de la envolvente corresponden a todos los muros perimetrales de la vivienda, incluidos los muros medianeros que separen una unidad de vivienda con un predio o con otra unidad de vivienda.



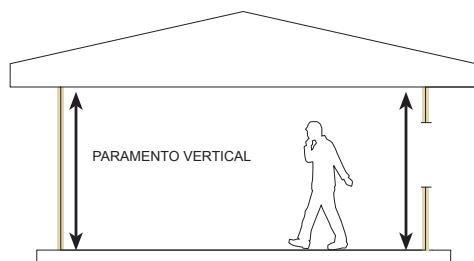
Superficie de paramentos verticales vivienda 1

$$\text{Viv 1} = A + B + C + D + E + F + G + H$$

Superficie de paramentos verticales vivienda 2

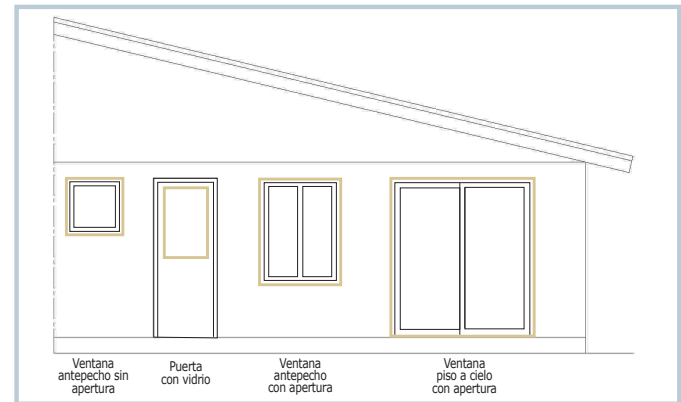
$$\text{Viv 2} = I + J + K + L + M + N + O + P + Q$$

En el cálculo de superficie de paramentos verticales se debe considerar sólo la superficie interior de estos muros.

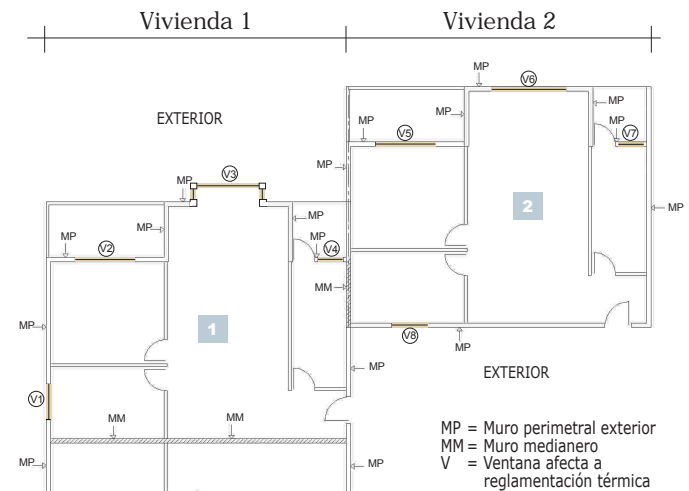


b) Superficie de ventanas

La reglamentación térmica no establece exigencias para marcos de ventanas, palillaje o formas, de manera que la superficie de ventanas corresponde al vano completo del muro.



La superficie de ventanas de la vivienda corresponderá a la suma total de todos los vanos vidriados, considerando los marcos.



Superficie de ventanas vivienda 1

$$V1 + V2 + V3 + V4 = \text{SV Viv 1}$$

Superficie de ventanas vivienda 2

$$V5 + V6 + V7 + V8 = \text{SV Viv 2}$$

Luego, el porcentaje de superficie vidriada respecto a paramentos verticales de la envolvente será el siguiente:

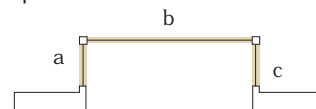
Para vivienda 1

$$\text{SV Viv 1} / \text{SM Viv 1}$$

Para vivienda 2

$$\text{SV Viv 2} / \text{SM Viv 2}$$

Las ventanas salientes aumentan la superficie de ventanas, por lo tanto, en el cálculo se debe considerar el desarrollo completo de la parte vidriada.



$$\text{Superficie ventana 3} = a + b + c$$

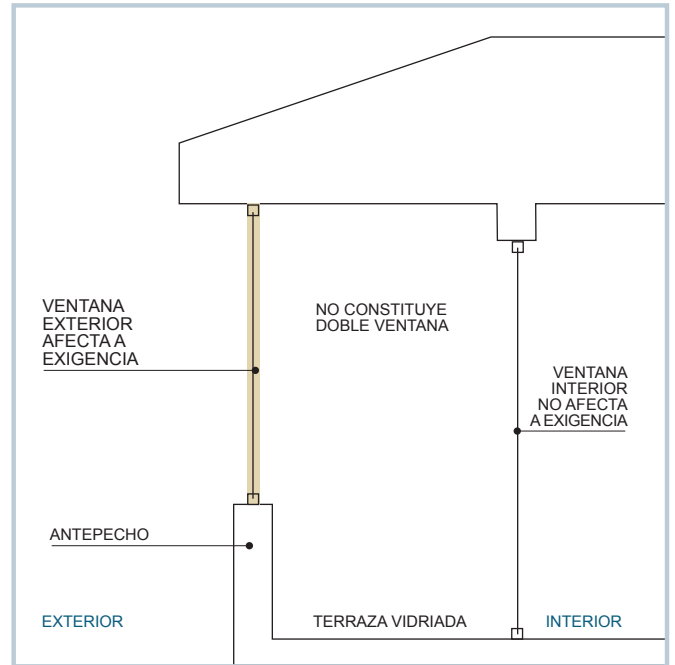
Ejemplo 3:

En el caso que la Vivienda 1 se situase en Vallenar, le corresponde la Zona 3, y la relación SV Viv1/SM Viv1 debe ser menor o igual a 25% para vidriado simple o 60% para doble vidriado hermético de 3,6 W/m²K.

TABLA 3

VENTANAS			
ZONA	% Máximo de superficie vidriada respecto a paramentos verticales de la envolvente		
	Vidrio monolítico	DVH Doble vidriado hermético	
		$3.6 \text{ W/m}^2\text{K} \geq U > 2.4 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U \leq 2.4 \text{ W/m}^2\text{K}$
1	50%	60%	80%
2	40%	60%	80%
3	25%	60%	80%
4	21%	60%	75%
5	18%	51%	70%
6	14%	37%	55%
7	12%	28%	37%

La doble ventana es una solución alternativa al DVH. Se entiende por doble ventana a dos paños vidriados que dejan una cámara de aire entre sí no habitable. Luego, las terrazas vidriadas no constituyen una doble ventana, y las exigencias son aplicables sólo a la ventana exterior.



Cuando el proyecto considere más de un tipo de vidriado, según Tabla 3 del presente artículo, se deberá determinar el máximo porcentaje posible para cada tipo de vidrio respecto a la superficie total de la envolvente vertical por separado.

Ejemplo 4:

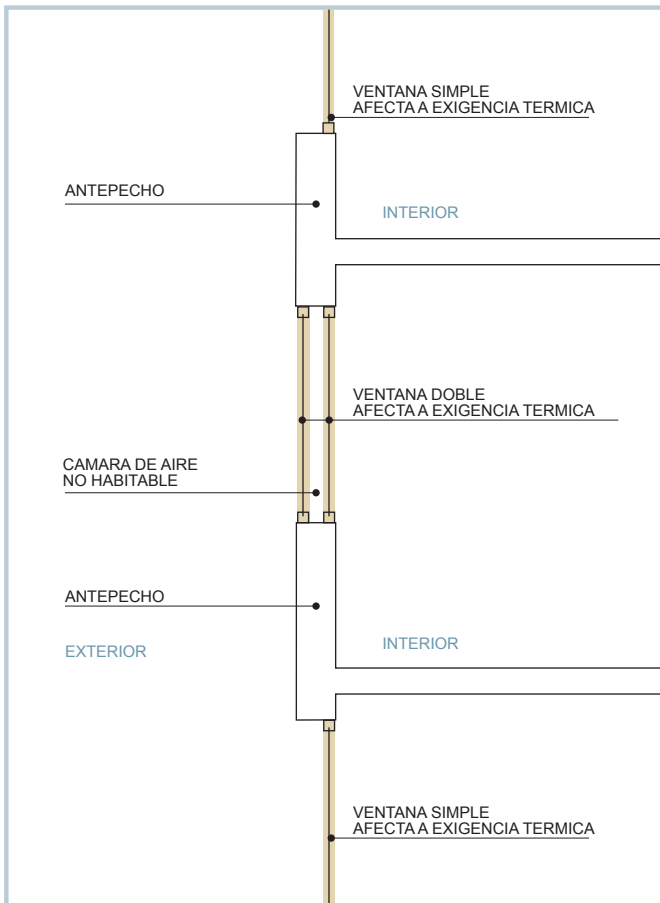
En el caso que la Vivienda 1 en Vallenar (Zona Térmica 3) posea los siguientes tipos de vidriado:

VENTANAS	VIDRIADO	PORCENTAJE PRESENTE EN EL PROYECTO [%]
V1 + V4	Simple	30%
V2 + V3	DVH	70%
TOTAL	-	100%

se debe utilizar la fórmula de la página 11 para el vidriado simple:

$$\frac{30 \times 25}{100} = 8\% \text{ MSV vidriado simple}$$

donde el 30% corresponde a la superficie de vidriado simple respecto al total de superficie vidriada, y el 25% al porcentaje máximo de vidriado simple respecto a paramentos verticales de la envolvente (para Zona 3, según Tabla 3); resulta un porcentaje máximo de superficie admisible para vidriado simple (MSV vidriado simple) de 8%.



Así también, utilizando la fórmula de la página 11 para el DVH:

$$\frac{70 \times 60}{100} = 42\% \text{ MSV DVH}$$

donde el 70% corresponde a la superficie de DVH respecto al total de superficie vidriada y el 60% al porcentaje máximo de vidriado DVH respecto a paramentos verticales de la envolvente (para Zona 3 según Tabla 3), resulta un porcentaje máximo de superficie admisible para DVH (MSV DVH) de 42%.

B. Método del U ponderado

El objeto de esta forma de cumplimiento es dar la opción al usuario que aumente la superficie vidriada sobre los valores establecidos en la Tabla 3 del presente artículo, compensando la pérdida térmica que trae consigo el aumento de superficie, con el mejoramiento de la transmitancia térmica de la solución de muros.

Este método es aplicable sólo para los vidriados monolíticos en las zonas térmicas 3 a 7, donde el U ponderado deberá tener un valor igual o menor al señalado para la zona en la que se ubique el proyecto de arquitectura, de acuerdo a la Tabla 4 siguiente:

Tabla 4

ZONA	U PONDERADO W/m ² K
3	2.88
4	2.56
5	2.36
6	1.76
7	1.22

Ejemplo 5:

Para obtener el U ponderado de la Vivienda 2 en Vallenar (Zona Térmica 3) se debe determinar la superficie de todos los componentes y su valor U de la siguiente manera:

ELEMENTO	ABRE- VIACION	TRANSMIT. TERMICA	COMPONENTES
Superficie total de los paramentos verticales de la envolvente	STE	-	I+J+K+L+M+N+O+P+Q
Superficie de ventanas	SV	UV	V5+ V6 +V7+V8
Superficie de muros perimetrales al exterior	SM1	U1	I+(J-V5)+K+(L-V6)+M+(N-V7)+O+(P-V8)
Superficie de muros perimetrales al interior	SM2	U2	Q

Luego, utilizando la fórmula de la página 12 para el cálculo del U ponderado tenemos:

U ponderado:

$$\frac{(SM1 \times U1) + (SM2 \times U2) + (SV \times UV)}{STE}$$

Para la aplicación del caso anterior, el muro Q debe considerarse como parte de la envolvente, adoptando para ello los valores de transmitancia térmica U establecidos para la zona térmica de Vallenar (Zona 3) de acuerdo a la Tabla 1, del Artículo 4.1.10 de la OGUC, independiente de su transmitancia térmica real.

Ejemplo 6:

Suponiendo en nuestro caso que el muro L posee un valor U diferente, por ej.: U3, y que las ventanas V5 y V6 poseen doble vidriado hermético (DVH) y que las ventana V7 y V8 poseen vidriado monolítico, se determina las superficies de todos los componentes y su valor U de la siguiente manera:

ELEMENTO	ABRE- VIACION	TRANSMIT. TERMICA	COMPONENTES
Superficie total de los paramentos verticales de la envolvente	STE	-	I+J+K+L+M+N+O+P+Q
Superficie de ventanas vidriado monolítico	SV1	UV1	V7+V8
Superficie de ventanas DVH	SV2	UV2	V5+ V6
Superficie de muros perimetrales al exterior (a)	SM1	U1	I+(J-V5)+K+M+(N-V7)+O+(P-V8)
Superficie de muros perimetrales al interior	SM2	U2	Q
Superficie de muros perimetrales al exterior (b)	SM3	U3	(L-V6)

Luego, utilizando nuevamente la fórmula de la página 12 para el cálculo del U ponderado, se debe ponderar toda la superficie vidriada con el valor U del vidriado monolítico de la siguiente manera:

U ponderado:

$$\frac{(SM1 \times U1) + (SM2 \times U2) + (SM3 \times U3) + ([SV1+SV2] \times UV1)}{STE}$$

No obstante lo anterior, la suma de las superficies de las ventanas V7 y V8 (ventanas con vidriado monolítico) que resulten del cálculo, no debe aumentar más de un 40% respecto al porcentaje máximo de superficie permitido para la zona térmica de Vallenar según lo señalado en la Tabla 3 del Artículo 4.1.10 de la OGUC.