

DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA DE CERTIFICACION DEL
COMPORTAMIENTO TERMICO DE EDIFICIOS DE CHILE (CCTE_CL v2)
(Licitación Pública N° 587-605-LP06)

INFORME ETAPA 05

MANUALES DE REFERENCIAS TECNICAS:

FUNDAMENTOS TECNICOS

Autores:

Waldo Bustamante Gómez, Dr. Ingeniero
Felipe Encinas Pino, MSc Arquitecto
Yoselin Rozas Ubilla, Constructor Civil PUC
Felipe Victorero, Estudiante Arquitectura PUC

Consultora:

Escuela de Arquitectura
Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos,
Pontificia Universidad Católica de Chile



Dirección: El Comendador 1916, 753-0091 Providencia, Santiago de Chile. F:+56(2)354 5579

Fecha: 30 de octubre del 2007

ÍNDICE

1 CONTEXTO Y CONTENIDO	3
2 CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR.	4
2.1 ALCANCE Y CARACTERIZACIÓN.....	4
2.2 ALTERNATIVAS DE DEFINICIÓN.....	5
3 PUENTES TÉRMICOS	7
3.1 ALCANCE Y CARACTERIZACIÓN.....	7
3.2 ALTERNATIVAS DE DEFINICIÓN.....	12
4 CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO.....	13
4.1 ALCANCE Y CARACTERIZACIÓN.....	13
4.2 ALTERNATIVAS DE DEFINICIÓN.....	15
5 VANOS	17
5.1 ALCANCE Y CARACTERIZACIÓN.....	17
5.1.1 Ventanas	17
5.1.2 Puertas.....	21
5.2 ALTERNATIVAS DE DEFINICIÓN.....	21
6 ESPACIOS.....	22
6.1 ALCANCE Y CARACTERIZACIÓN	22
6.2 ALTERNATIVAS DE DEFINICIÓN	23
6.2.1 Redistribución de la radiación	24
7 SOMBRAS.....	26
7.1 ALCANCE Y CARACTERIZACIÓN.....	26
a) Sombras debidas a Obstáculos Remotos.....	26
b) Sombras propias del edificio	26
c) Sombras producidas por los obstáculos de fachada.....	26
ANEXO 0: GLOSARIO DE DEFINICIONES Y RELACIÓN DE NORMAS	
ANEXO 1: TABLAS DE DATOS PARA LA APLICACIÓN	
ANEXO 2: SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS LISTADO OFICIAL PARA ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO MINVU	
ANEXO 3: REGLAMENTACIÓN TÉRMICA ARTICULO 4.1.10	

1. Contexto y contenido

El **Manual de Referencia** del Software de Cálculo para la Certificación de Comportamiento Térmico para Edificios de Chile, se realiza en el marco del proyecto “Sistema de Certificación Térmica de Edificaciones; desarrollo de la Herramienta de Certificación del Comportamiento Térmico de Edificios de Chile (CCTE_ CL v2)”, cuyo mandante corresponde al Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Para su ejecución se contó con la colaboración del Departamento de Ingeniería Energética de la Asociación para la Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía -AICIA- de la Universidad de Sevilla, España. Por parte de Chile participó la Escuela de Arquitectura, de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

El Programa de Cálculo para la Certificación de Comportamiento Térmico para Edificios de Chile, es un software que el Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile pone a disposición de los profesionales, técnicos y participantes en general del mercado inmobiliario nacional, especialmente a los arquitectos proyectistas de viviendas, con el propósito de incorporar una herramienta informática moderna, que permite conocer con gran precisión la demanda de energía para el acondicionamiento térmico del edificio en cuestión, constituyendo ello la base de su comportamiento térmico global, pasando a ser una forma más de cumplir con las exigencias de la Reglamentación Térmica para Viviendas implementada por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

El programa permite realizar los cálculos de demanda entregando resultados mes a mes y anuales -en un software amigable, simple y efectivo- sobre la base de condiciones de confort térmico interior predeterminadas, comparando además dicha demanda con la que tendría el mismo edificio, en condiciones tales que sus elementos de la envolvente poseerán los máximos de transmitancia térmica exigidos para la zona térmica donde esté ubicado. El programa ha incorporado los datos climáticos para un gran número de ciudades de Chile, creando 107 zonas climáticas a lo largo del país, permitiendo así conocer de manera precisa los requerimientos energéticos señalados.

El Manual de Referencia introduce al usuario con un mayor nivel de detalle en las principales hipótesis de modelización, las alternativas de definición y los valores por defecto utilizados en el programa. Otros documentos relacionados con el programa de cálculo, son los siguientes:

- a) **Manual del Usuario** contiene las instrucciones para utilizar correcta y adecuadamente el programa de cálculo, introduciendo al usuario en la metodología de descripción del edificio en los términos requeridos por el programa informático, así como las diferentes opciones y utilidades que los diversos módulos proporcionan.
- b) **Memoria Explicativa**: contiene mayores detalles respecto de los algoritmos de cálculo utilizados por cada uno de los modelos implementados en el software.

2. Cerramientos en contacto con el aire exterior.

2.1 Alcance y caracterización

En esta sección se incluyen los cerramientos exteriores opacos que forman parte de las fachadas y cubiertas con la excepción de las puertas no acristaladas.

Desde el punto de vista terminológico se distingue entre muros cuando la inclinación es superior a los 60 grados con la horizontal y cubiertas con inclinación inferior a 60 grados con la horizontal. En el programa informático de verificación se solicita la inclinación concreta de cada uno de ellos por lo que esta distinción únicamente afecta a los valores aplicados a los elementos de los edificios de referencia.

Los muros y cubiertas son elementos constituidos por diferentes capas de materiales de construcción y por cámaras de aire. Las capas pueden ser homogéneas, formadas por un único material, o heterogéneas, siendo conjuntos de materiales contruidos, bien in situ, bien prefabricados (bloques de hormigón, ladrillos, paneles de madera, etc.).

El calor se transfiere a través de las diferentes capas de material exclusivamente mediante el mecanismo de conducción. En los cerramientos opacos, juega un papel trascendental el concepto de inercia térmica, que dependerá de la capacidad calorífica de los materiales que componen al cerramiento. La inercia térmica caracteriza el almacenamiento de parte de la energía que llega al cerramiento en su interior, de manera que el fenómeno de transferencia de calor por conducción a través de los cerramientos opacos resulta un proceso diferido en el tiempo, no instantáneo, existiendo un desfase y un amortiguamiento de la respuesta del muro frente a las excitaciones.

Se incluye también la transferencia de calor por radiación y convección en el seno de estos cerramientos en las situaciones en las que existen capas o cámaras de aire. La determinación de las propiedades de la caracterización térmica de estos elementos es fundamental a la hora de su tratamiento como una capa más de un cerramiento.

Las hipótesis realizadas son las siguientes:

- Las propiedades de los materiales son invariables con el tiempo, la temperatura y la humedad.
- La transferencia de calor por conducción se supone unidimensional.
- Las resistencias superficiales exteriores e interiores las incluye el programa por defecto y por lo tanto no se le solicitan al usuario. Los valores que usa el programa se incluyen en el ANEXO 1 (A 1.6 Resistencias superficiales interiores y exteriores).
- La condición de contorno exterior incluye explícitamente la absorptividad del cerramiento frente a la radiación solar que es proporcionada por el usuario. Esta absorptividad depende del color. Los valores a tomar para esta propiedad

se encuentran recogidos en el ANEXO 1 (A1.5 Valores de la absorptividad en función del color).

- La absorptividad frente a la radiación solar y a la radiación procedente de fuentes internas sobre la cara interior del cerramiento no se considera. El programa maneja una redistribución por defecto de dichas radiaciones, tal como se discute en la sección 6.
- No se incluye la posibilidad de tratamientos superficiales bajo emisivos en onda larga. El programa asume un valor por defecto único de emisividad igual a 0.9 tanto en la cara exterior como en la interior.

Todos los efectos multidimensionales han sido incluidos en términos correctores a través de un término corrector que se añadirá a la transmisión a través de los cerramientos opacos.

2.2 Alternativas de definición

Con carácter general, la caracterización de un cerramiento concreto consiste en la especificación ordenada (desde el exterior al interior) por parte del usuario de los materiales y cámaras de aire que lo componen y del espesor de cada uno de ellos.

La descripción de cada material se hace en términos de su densidad, su calor específico y su conductividad térmica.

La descripción de las cámaras de aire se hace en términos de su resistencia térmica, que depende del espesor y de la dirección del flujo de calor.

El programa contiene dos bases de datos relativas a estos cerramientos:

La primera base de datos (denominada de materiales) contiene los valores de diseño tabulados de los materiales y productos para la edificación, aislantes térmicos, valores típicos de una serie de materiales heterogéneos y las resistencias de las cámaras de aire. Estos valores responden a los valores promedios o por defecto sugeridos en particular en la NCh853 o por certificados de ensaye acreditados por el MINVU. La relación de valores asignados a cada uno de ellos se encuentra recogida en el ANEXO 1 (A 1.1 “Materiales Tabla 6 NCh 853 Of91” A 1.2, A1.3 y A1.4 “Aislantes Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico del MINVU”).

La segunda base de datos (denominada de composición de cerramientos) incluye una serie de cerramientos predefinidos en base al Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico del MINVU. Dicha base de datos se encuentra recogida en el ANEXO 2 (A 2.1, A 2.2 y A 2.3 “Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico MINVU”).

Las alternativas de definición son por lo tanto:

- a) Utilización de los cerramientos predefinidos
- b) Utilización de cerramientos nuevos en los que todos los materiales están normalizados o contenidos en la base de datos por defecto.
- c) Utilización de cerramientos nuevos en los que NO todos los materiales están normalizados o contenidos en la base de datos por defecto.

Los casos a) y b) no implican justificación alguna de propiedades de materiales por parte del usuario.

Para el caso c) y por cada material no contenido en la bases de datos, el usuario debe declarar y acreditar los valores que consigne. Existen dos posibilidades:

c1) El usuario desea utilizar un material de construcción homogéneo no incluido en la base de datos.

Esto supone que el usuario es capaz de conocer y acreditar para el material en cuestión y de acuerdo con un ensayo normalizado, o bien el conjunto de propiedades térmicas formado por conductividad, espesor, calor específico y densidad, o bien la resistencia térmica en el caso de capas que presenten inercia térmica despreciable.

c2) El usuario desea utilizar un material de construcción con heterogeneidades no incluido en la base de datos.

En este caso, el usuario puede conocer las propiedades de los materiales homogéneos que componen una construcción, sin conocer las propiedades térmicas del conjunto (por ejemplo, cerramientos prefabricados). La transmisión de calor en este tipo de elementos, por lo general no será unidimensional, debido a la complejidad que puede presentar su estructura, si bien a efectos prácticos se pueden calcular unas propiedades térmicas correspondientes a un muro unidimensional equivalente.

La determinación de estas propiedades se puede realizar

- A partir de ensayos normalizados, según indica la norma NCh851 of. 83, “Aislación Térmica – Determinación de Coeficientes de transmisión Térmica por el método de la cámara térmica”, acerca de la obtención de valores térmicos de diseño mediante ensayos experimentales normalizados
- A partir de métodos de cálculo simplificado como el dado por la norma NCh853 of. 91, “Acondicionamiento Térmico – Envoltorio Térmico de Edificios – Cálculo de Resistencias y Transmitancias Térmicas”. siempre que hayan sido efectuados por un profesional competente y estén acreditados según el procedimiento fijado por la autoridad competente.

3 Puentes Térmicos

3.1 Alcance y caracterización

Se considera puente térmico a zonas concretas del envolvente del edificio en las cuales se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio de la geometría o de los materiales empleados, lo que conlleva necesariamente un cambio de la resistencia térmica en una parte de la construcción. Así, por ejemplo, se engloban bajo este nombre detalles como los frentes de entrepiso, esquinas, uniones entre cubiertas y cerramientos verticales exteriores, antepechos de ventanas, etc. Los puentes térmicos asociados a marcos de puertas y ventanas no se consideran en este epígrafe. La determinación de los flujos de calor a través de estos puntos singulares de la estructura del cerramiento es eminentemente multidimensional.

Los *puentes térmicos* generalmente se ponen en evidencia a través de una disminución de la temperatura superficial interior y por un aumento de las pérdidas de calor frente a las del resto del elemento. Desde el punto de vista térmico, siempre están caracterizados por un cambio del patrón de líneas de flujo. El principal efecto negativo de los puentes térmicos, más allá del aumento de las pérdidas de calor, está en la disminución de las condiciones higiénicas y de confort de los usuarios, pues en general son puntos fríos en la estructura, y presentan el riesgo de condensación de vapor de agua y crecimiento de hongos y mohos, junto con la pérdida de durabilidad de la propia estructura y la degradación estética del cerramiento. Se clasifican en dos tipos, puentes térmicos lineales, y puentes térmicos puntuales. Los primeros, se manifiestan a lo largo de una determinada longitud, por ejemplo, entre la intersección de dos cerramientos verticales exteriores que forman una esquina. Los segundos se presentan en zonas puntuales, por ejemplo, en la intersección de tres cerramientos formando un vértice de la envolvente exterior. Los puentes térmicos lineales son más importantes que los puentes térmicos puntuales, por lo que el efecto de estos últimos se desprecia.

El puente térmico, por tanto, se trata como un componente que introduce una variación del flujo de calor respecto de los elementos unidimensionales, de manera que su evaluación se realiza a través de un coeficiente corrector del flujo de calor. Este coeficiente se denomina *Transmitancia Térmica Lineal*. Esta propiedad proporciona el exceso de calor que se transfiere por la presencia del puente térmico. Se expresa en unidades de W/mK . Asimismo, cada puente térmico lineal tiene asociada una longitud de cerramiento en el cual existe. La transmitancia térmica lineal que se utiliza en el modelo hace referencia al sistema de referencia en las dimensiones interiores del edificio, como se ha indicado en el manual del usuario.

El cálculo de la transmitancia térmica lineal y su uso para determinar el flujo de calor se realiza en régimen permanente. La principal hipótesis realizada será que las propiedades de los materiales permanecen invariables con el tiempo, la temperatura y la humedad. Adicionalmente, los materiales que constituyen la construcción se considerarán isótropos y homogéneos, de tal modo que sus propiedades sean las mismas independientes de la dirección espacial.

El cálculo del flujo de calor a través del puente térmico, tiene en cuenta la transferencia de calor por convección a través de las resistencias térmicas superficiales, la absorción de radiación de onda corta en cada uno de los cerramientos exteriores que lo forman y el intercambio radiante de onda larga con el cielo y el ambiente exterior. Las propiedades radiantes que se toman para este cálculo son las mismas que las de los cerramientos exteriores adyacentes.

Los puentes térmicos más comunes presentes en la edificación, y que se tendrán en cuenta en el análisis, se pueden clasificar según los siguientes tipos:

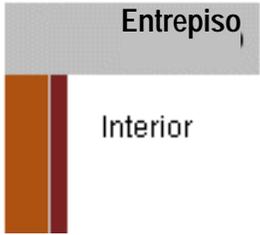
1. Piso.
2. Techo.
3. Esquinas. Se subdividen en:
 - a. esquinas entrantes, y
 - b. esquinas salientes, dependiendo de la posición del ambiente exterior respecto de la esquina.
4. Vanos de ventanas y puertas

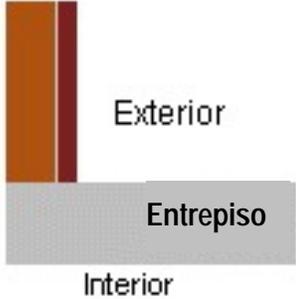
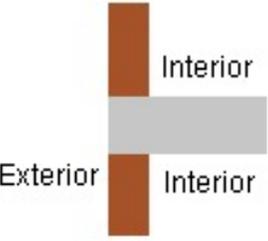
A estos puentes térmicos hay que añadir los que tienen como origen el encuentro entre cerramientos en contacto con el terreno y otros cerramientos exteriores de la construcción. La tipología de puentes térmicos en elementos en contacto con el terreno es análoga a la encontrada en los cerramientos exteriores. De estos, sólo se tendrán en consideración aquéllos en los que se vea involucrado algún cerramiento exterior en contacto con el aire además de los cerramientos en contacto con el terreno, dado que los puentes térmicos entre cerramientos en contacto con el terreno únicamente son despreciables frente al resto de puentes térmicos presentes en el edificio. Así, por ejemplo, el puente térmico existe entre la unión de un cerramiento vertical y otro horizontal, ambos en contacto con el terreno, se considerará que se caracteriza por un valor de transmitancia térmica lineal nulo.

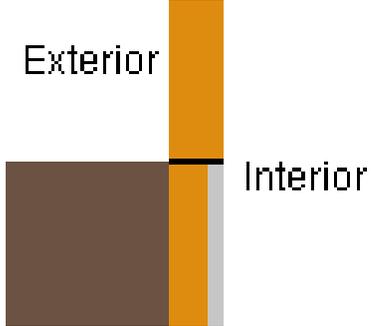
Sólo se considerarán puentes térmicos definidos a través de la unión entre un número cualquiera de cerramientos interiores, y, como máximo dos cerramientos exteriores. Uniones en las que solo participen cerramientos interiores no se considerarán en lo que sigue, y si bien el procedimiento descrito a continuación es general y sí permitiría tenerlo en cuenta, no se ha implementado su cálculo. Además, el software otorgará valores por defecto a los diversos puentes térmicos presentes en el proyecto.

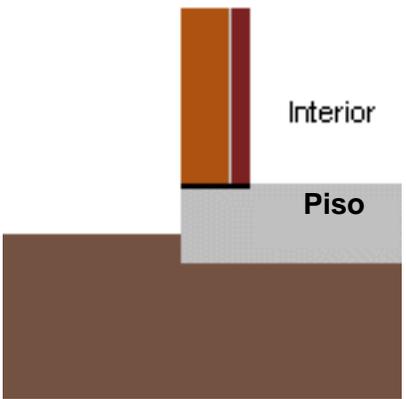
<p>Exterior</p>  <p>3.1.1.1.1 <i>Esquina cóncava en cerramiento (Esquina saliente)</i></p>	<p>Este tipo incluye a todos los encuentros entre dos muros exteriores verticales y cualquier número de muros interiores en esquinas cóncavas. Considera como tales aquellas en que los ángulos entre planos de elementos en el intervalo están entre 0 y 135°.</p> <p>Se considera como parte de un cerramiento exterior vertical construido típicamente de fábrica de ladrillo y con el aislamiento correspondiente.</p>
<p>Valor por defecto, $\Psi = 0.15 \text{ W /m}\cdot\text{K}$</p>	

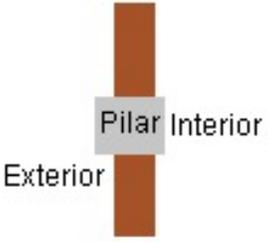
<p>Interior</p>  <p>3.1.1.1.2 <i>Esquina convexa en cerramiento. (Esquina entrante)</i></p>	<p>Este tipo es análogo al anterior, y engloba a los puentes térmicos entre dos cerramientos exteriores verticales y cualquier número de cerramientos interiores, cuando el ángulo que forman los planos de los elementos está comprendido entre 225° y 360°.</p>
<p>Valor por defecto, $\Psi = - 0.05 \text{ W /m}\cdot\text{K}$</p>	

<p>Exterior</p>  <p>1.1.1.3 <i>Uniones de cubiertas con paramentos. (cubiertas)</i></p>	<p>Considera los puentes térmicos que se forman en las uniones de cerramientos exteriores verticales y cubiertas horizontales por ejemplo de hormigón armado.</p> <p>El ángulo entre los planos de los elementos debe estar comprendido entre 0° y 135°, e incluye también uniones en las que haya cerramientos interiores en contacto con los exteriores</p>
<p>Valor por defecto, $\Psi = 0.70 \text{ W /m}\cdot\text{K}$</p>	

 <p>3.1.1.1.1.4 <i>Esquina convexa de cerramiento con entrepiso</i></p>	<p>Consiste en el homólogo convexo al anterior, en el cual un cerramiento vertical de obra está unido a un entrepiso, por ejemplo, de hormigón armado, con un ángulo entre planos comprendido entre 225° y 360°. Incluye también las uniones en las que participen un número indeterminado de cerramientos interiores.</p>
<p>Valor por defecto, $\Psi = 0.55 \text{ W /m}\cdot\text{K}$</p>	
 <p>3.1.1.1.1.5 <i>Frente de entrepiso</i></p>	<p>Unión entre cerramientos verticales con entrepiso horizontal, incluye aquellas uniones cuyo ángulo entre elementos exteriores esté comprendido entre 135° y 225°.</p>
<p>Valor por defecto, $\Psi = 0.90 \text{ W /m}\cdot\text{K}$</p>	
 <p>3.1.1.1.1.6 <i>Vano de ventana / marco.</i></p>	<p>Este tipo de puentes térmicos se forma en los vanos existentes en los cerramientos necesarios para albergar ventanas y puertas. Para todo el edificio se considerará un único puente térmico.</p>
<p>Valor por defecto, $\Psi = 0.65 \text{ W /m}\cdot\text{K}$</p>	

 <p>3.1.1.1.7 Unión entre cerramiento vertical exterior y cerramiento vertical enterrado. (Aislación de la pared no conectado con la aislación del piso)</p>	<p>Presente en uniones entre cerramientos verticales en soluciones constructivas tales como sótanos y zócalos ventilados. Considera que el ángulo entre cerramientos está comprendido entre 135° y 225°</p>
<p>Valor por defecto, $\Psi = 0.20 \text{ W /m}\cdot\text{K}$</p>	

 <p>3.1.1.1.8 Unión entre cerramiento vertical exterior y cerramiento enterrado.</p>	<p>Este tipo puede abarcar el puente térmico típico que se produce en los encuentros entre cerramientos verticales exteriores y cerramientos horizontales enterrados (radiers, losas o entrepisos), tales como los que existen en sótanos semienterrados y en soluciones constructivas de radier o losa apoyada sobre el terreno. El ángulo entre cerramientos está comprendido entre 0 y 135°.</p>
<p>Valor por defecto, $\Psi = 0.20 \text{ W /m}\cdot\text{K}$</p>	

 <p>3.1.1.1.9 Caso particular: Pilares.</p>	<p>Este puente térmico se forma cuando la continuidad de un paramento se ve interrumpida por la presencia de un pilar que conecta directamente los ambientes exterior e interior. En este caso, se entiende que el pilar se extiende a todo lo alto del cerramiento vertical, teniendo por longitud la altura del espacio en el que se encuentra. Se considerará que existe el puente térmico únicamente cuando el pilar esté en contacto directo con el paramento exterior.</p>
<p>Valor por defecto, $\Psi = 0.90 \text{ W /m}\cdot\text{K}$</p>	

3.2 Alternativas de definición

Las alternativas de definición vienen determinadas por los diferentes niveles y métodos de evaluación de los puentes térmicos existentes. La caracterización térmica de estos elementos para su uso en la evaluación de las ganancias requiere de la transmitancia térmica lineal. Asimismo se requiere de la longitud del puente térmico. Para todo el edificio, sólo se considera un puente térmico de cada tipología. Esto no es ninguna limitación, dado que en el caso que exista más de un puente térmico de cada tipología, con diferentes construcciones y tamaños, el valor de la transmitancia térmica lineal que le corresponde a cada tipo de puente térmico es el valor medio ponderado con las longitudes de cada uno.

Para la obtención de estos dos parámetros, se parte de las propiedades térmicas de los materiales que componen al elemento, así como de los planos constructivos con la geometría del elemento.

La única forma de definición de puentes térmico para el software CCTE 2.0 corresponde a la contenida en la siguiente tabla:

DEFINICIÓN DEL PUNTE TÉRMICO	PROPIEDADES TÉRMICAS REQUERIDAS	NORMAS A APLICAR
No se definen	Ψ (W/mK) TRANSMITANCIA TÉRMICA LINEAL	ASIGNACIÓN, por parte del propio programa de cálculo de ganancias, DE VALORES POR DEFECTO a partir del tipo de puente térmico, y de la información de los cerramientos unidimensionales a los que está adosado, según la NCh 853 Of91.

4 Cerramientos en Contacto con el Terreno

4.1 Alcance y caracterización.

Bajo este epígrafe se engloban los cerramientos de la envolvente exterior del edificio que lindan con el terreno. Estos cerramientos son morfológicamente semejantes a los cerramientos en contacto con el aire, si bien presentan un comportamiento térmico completamente distinto al de aquellos.

Como hipótesis, además de la no influencia de las edificaciones adyacentes sobre la que estamos evaluando, y que las dimensiones del terreno son finitas, se supone que la dimensión longitudinal del suelo es suficientemente grande como para tratar el problema de transmisión de calor como bidimensional. En cualquier caso, posteriormente se definirá un ancho equivalente de suelo, cuya misión será tener en cuenta la tridimensionalidad de la construcción.

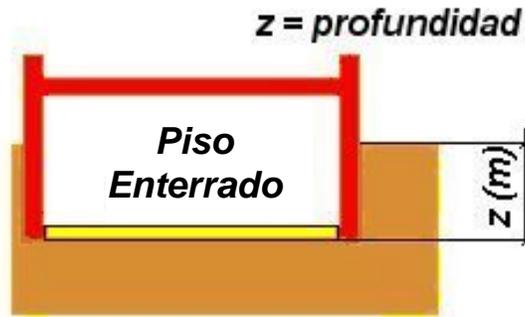
Dada la dificultad de obtener valores adecuados de las propiedades del terreno, así como la dificultad de incorporar al esquema de evaluación un modelo que incluyera todos los fenómenos físicos que se presentan en el terreno, muchos de ellos de carácter reológico, (como la variación de humedad, la presencia de heladas y deshielos, etc, se admitirá como hipótesis en lo sucesivo que el terreno es un medio homogéneo, invariable con el tiempo.

Las configuraciones típicas de construcciones en contacto con el terreno, se clasifican en:

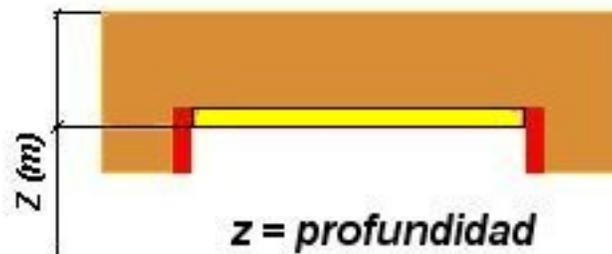
1. Losa apoyada sobre el terreno. Se refiere a la construcción del piso apoyada sobre el terreno directamente en el conjunto de su área. Puede estar no aislada, aislada en toda su superficie o aislada sólo en el perímetro.
2. Entrepiso sobre cámara de aire. En este tipo de construcción el piso se mantiene levantado sobre el terreno, quedando una capa de aire entre el piso y el terreno. Esta construcción también recibe el nombre de *zócalo ventilado*. Esta capa de aire puede estar ventilada o no, sin formar parte del espacio habitable.
3. Sótano. Parte útil del edificio que está situado parcial o totalmente enterrada. Puede ser acondicionado o no.

Cualquier construcción en contacto con el terreno se puede construir a partir de tres tipos de elementos simples:

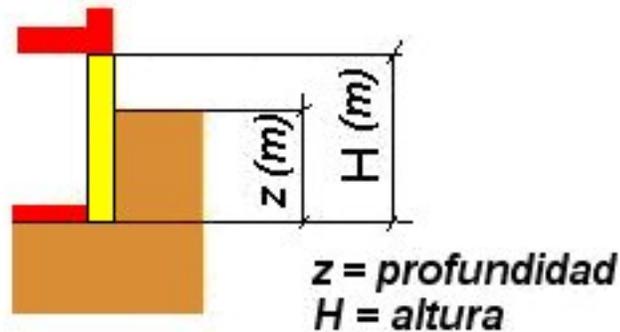
1. Piso, radier o losa apoyada sobre terreno, o bien enterrada.



2. Losa en techo horizontal



3. Muro o pantalla vertical



Estos elementos permiten definir todos los cerramientos de cualquier espacio parcial o completamente enterrado, incluyendo configuraciones de aislamiento perimetral de sótanos y pisos apoyados, las cuales se definirán a partir de cerramientos diferentes con distintas construcciones, de manera análoga a cómo se define un espacio cuyos cerramientos exteriores estén en contacto con el aire.

Asimismo, se consideran también los dos tipos de puentes térmicos entre cerramientos exteriores en contacto con el terreno de la misma manera que se han descrito en el apartado 3.1 (Figuras 7 y 8), a través de una transmitancia térmica lineal.

La caracterización de los cerramientos exteriores en contacto con el terreno se realiza a través de tres componentes de cálculo. La primera componente en régimen estacionario, a través de un salto de temperaturas característico medio anual. La segunda componente tiene en cuenta la oscilación periódica anual de la temperatura exterior e interior, y la tercera componente incluye la fluctuación horaria de la temperatura interior

La componente en régimen estacionario se caracteriza por una transmitancia térmica lineal, Ψ (W/mK), al igual que los puentes térmicos. Este parámetro se calcula a través del *coeficiente de acoplamiento estacionario* L^{2D} (W/K), el cual se define como el flujo de calor que se transfiere del ambiente interior al ambiente exterior a través de los cerramientos enterrados cuando el salto de temperatura entre ambos ambientes es la unidad.

La componente en régimen periódico establecido anual se caracteriza por un *coeficiente de acoplamiento térmico en régimen periódico establecido*, L_p (W/K). Este coeficiente se puede definir tanto para la temperatura interior como para la temperatura exterior.

Como hipótesis de cálculo, se ha despreciado su efecto frente al coeficiente en régimen estacionario.

Finalmente, el tercer término en régimen transitorio que tiene en cuenta la variación horaria de la temperatura interior, se caracteriza mediante una función de transferencia en régimen transitorio que se calcula automáticamente por el programa, de la misma manera que se hace para los cerramientos exteriores en contacto con el aire exterior, y su caracterización será por tanto igual que aquéllos en lo que respecta a éste término.

En el caso de muros y pisos que constituyan parte de la cimentación y no estén en contacto directo con el ambiente interior del edificio, es decir, no sean cerramientos propiamente dichos, estos no se tendrán en cuenta en la definición del edificio. Por el contrario, si hay que tenerlos en cuenta en el cálculo detallado de la transmitancia térmica lineal correspondiente al detalle.

4.2 Alternativas de definición

Las alternativas de definición tratan de satisfacer las diferentes necesidades de introducción de datos por la necesidad de ofrecer distintas posibilidades en función de la profundidad del nivel de detalle que se quiera o pueda alcanzar al describir la construcción, de la mayor o menor precisión de la evaluación térmica de un elemento, o bien de la rapidez de uso que se desee. A partir de los planos constructivos y de las propiedades de los materiales que se emplean, se dispone de la posibilidad de obtener la caracterización térmica de estos componentes elementales en contacto con el terreno.

Se considera que a raíz de las hipótesis y consideraciones explicadas en el apartado 4.1, el único parámetro de caracterización térmica que se tiene que proporcionar al modelo **distinto** de los que necesitan los cerramientos en contacto con el aire exterior, es la transmitancia térmica lineal Ψ (W/mK).

La transmitancia térmica lineal en el caso de los cerramientos exteriores en contacto con el terreno es por tanto análoga a la descrita en el caso de los puentes térmicos de los cerramientos exteriores en contacto con el aire exterior, si bien incluye además de efectos de puentes térmicos, los efectos debidos al carácter multidimensional de la transferencia de calor a través del terreno y a las diferentes estrategias de aislamiento aplicables. Por tanto se puede concebir como la suma de varias transmitancias térmicas lineales que recogen de forma independiente la evaluación de cada uno de los efectos.

La siguiente tabla recoge la única posibilidad de definición del detalle de la construcción:

DEFINICIÓN DEL DETALLE DE LA CONSTRUCCION	PROPIEDADES TÉRMICAS REQUERIDAS	NORMAS A APLICAR
No se definen	Ψ (W/mK) TRANSMITANCIA TÉRMICA LINEAL	Asignación del valor por defecto para todos los puentes térmicos que involucren a cerramientos en contacto con el terreno y el ambiente exterior, según NCh 853 Of91.

5 Vanos

5.1 Alcance y caracterización

Los vanos comprenden tanto las ventanas como las puertas de los edificios. Sólo se consideran los vanos existentes en los cerramientos exteriores.

Se asocian a los vanos las infiltraciones que tienen lugar a través del conjunto de la ventana o puerta. También se asocian a los vanos los dispositivos de sombra de fachada (salientes laterales, voladizos, retranqueos, y los dispositivos de sombra basados en láminas), de carácter fijo o móvil.

5.1.1 Ventanas

Las ventanas son las partes transparentes de los cerramientos exteriores. Normalmente están compuestas por un acristalamiento y un marco. Se considera incluida la persiana exterior si se monta en obra para protección de la radiación solar y mejora del aislamiento.

El acristalamiento, o sistema transparente, está constituido por una o más unidades que pueden ser de vidrio o dispositivos de sombra. Los dispositivos de sombra pueden ser interiores, exteriores o internos. Las tipologías consideradas comprenden las cortinas, esteras y persianas venecianas de láminas horizontales o verticales. Hay que precisar que sólo se tendrán en cuenta aquellos dispositivos de sombra incluidos en el proyecto del edificio y que se instalen integrados con el acristalamiento.

En la figura 10 se muestra un acristalamiento que integra todas las partes descritas.

Los *acristalamientos* son la parte transparente propiamente dicha, pudiendo ser simples (una única hoja de vidrio), dobles o triples (dos o tres hojas de vidrio) o complejos (una o más hojas de vidrio junto a un dispositivo de sombra (persiana integrada) interior, exterior o interna)).

Los *marcos* son la unión entre el acristalamiento y la pared exterior; normalmente permiten la sujeción de los acristalamientos y la apertura de los vanos para ventilación de los espacios de los edificios. El marco está formado por el marco propiamente dicho y, en caso de vidrio dobles, o en general múltiples, por el espaciador, encargado de mantener la separación entre las diferentes láminas de vidrio.

Los fenómenos de transferencia que tiene lugar son los siguientes:

Como consecuencia de la diferencia de temperatura existente entre el interior y el exterior y los diferentes elementos que constituyen el acristalamiento se establece un flujo de calor por conducción. A este flujo de calor se une el flujo por conducción debido a la absorción de radiación en cada uno de los elementos. Por último, una parte de la radiación de corta incidente, tanto en el exterior (radiación solar directa y difusa) como en interior (fuentes internas de corta longitud de onda, y eventualmente la radiación solar que penetra en el recinto y al distribuirse entre las paredes incide de nuevo sobre el acristalamiento), es transmitida a través de la parte transparente del acristalamiento. El dispositivo de sombra exterior, fijo o móvil, bloquea una parte de la radiación directa y difusa que incide sobre el hueco.

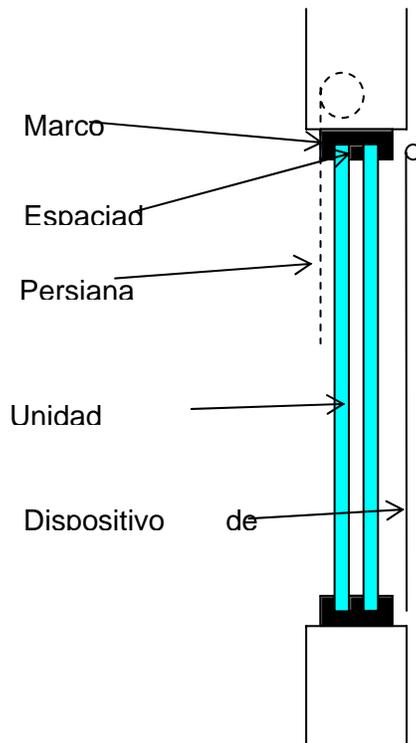


Figura 10: Partes principales de una Ventana

En la figura 11 se muestran los flujos de calor principales que aparecen en el acristalamiento. No se han representado las fracciones de radiación reflejadas por el acristalamiento. Además de los flujos por conducción, aparecen cuatro tipos de flujos de calor:

1. Convectivos
2. Radiantes por transmisión de radiación de onda corta
3. Radiantes por intercambio de radiación de onda larga
4. Por infiltración

Los flujos de calor por conducción deben cumplir las condiciones de contorno exteriores e interiores.

El modelo que se ha confeccionado para este componente se encarga de calcular las ganancias o pérdidas de calor con las siguientes hipótesis:

- El flujo de calor es unidimensional en la parte transparente de la ventana. Esto indica que las ganancias o pérdidas de calor se determinan para una ventana indefinidamente grande, sin que aparezca ningún efecto de borde.
- El flujo de calor a través del conjunto marco y espaciador se calcula teniendo en cuenta los efectos bidimensionales.
- Los coeficientes de transferencia convectivos para el marco se suponen idénticos a los del vidrio.
- Todo el conjunto se considera en régimen permanente.

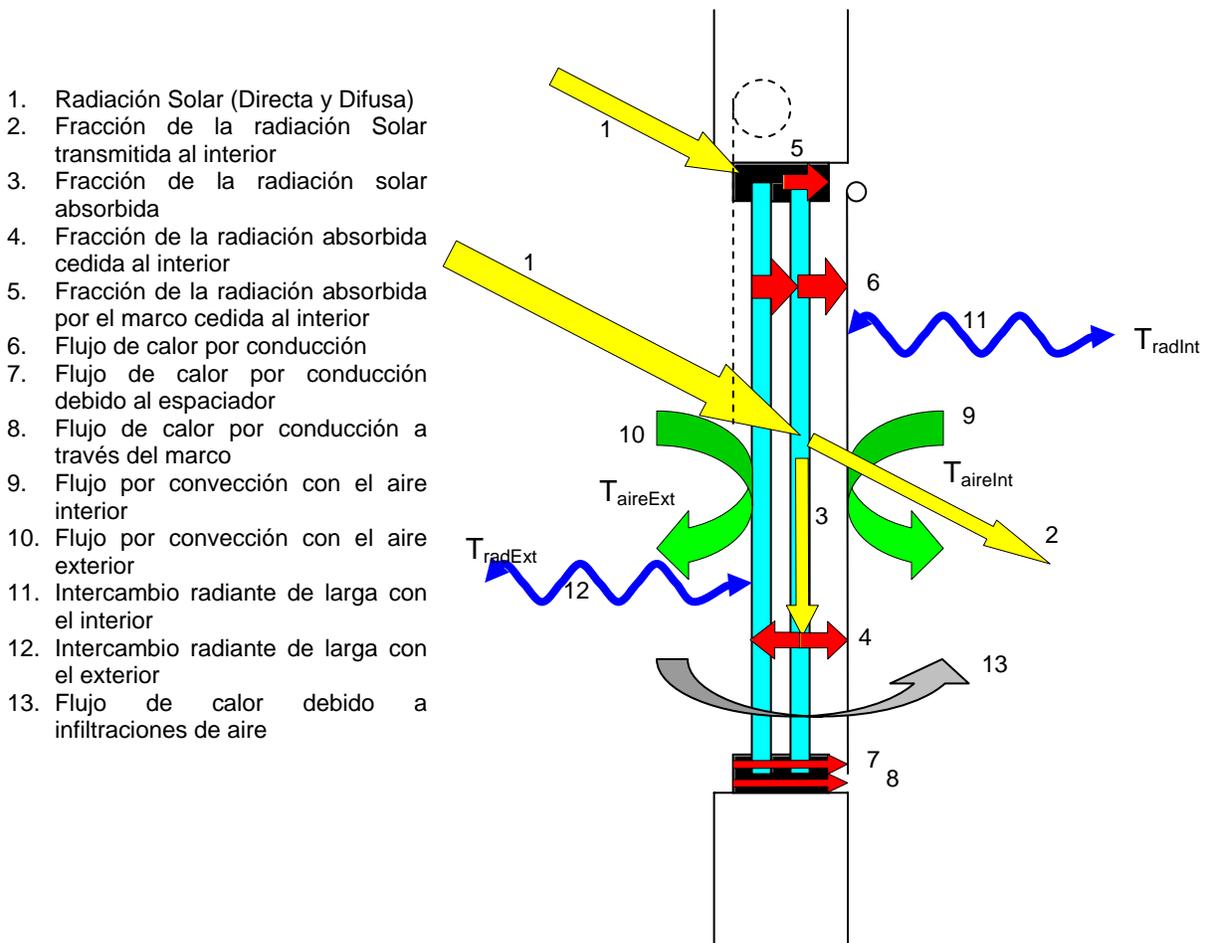


Figura 11: Flujos de calor en un acristalamiento

Las ganancias o pérdidas a través del componente se agrupan en cinco flujos bien definidos:

- Ganancias por transmisión de radiación solar directa a través del vidrio.
- Ganancias por transmisión de radiación solar difusa a través del vidrio.
- Ganancias por conducción por diferencia de temperatura (incluye el intercambio radiante de larga).
- Ganancias por conducción debida a la absorción de radiación solar que es cedida al interior (por convección y radiación)
- Ganancias a través del marco.

Para calcular estas ganancias, se parte del Factor Solar del acristalamiento y de los Coeficientes Globales de Transferencia o Conductancias tanto del acristalamiento como del marco así como del color (la absorptividad) del marco. El espaciador se toma en cuenta sin la intervención del usuario.

La presencia de la persiana exterior se tiene en cuenta de forma simplificada, para los edificios de uso Residencial de forma automática, y siempre que esté recogida en el proyecto, para el resto de los edificios. Se multiplican las ganancias debidas a la radiación solar, por un coeficiente denominado Coeficiente de transmisividad de la persiana (dependiente de la geometría y de la posición de la persiana). Las ganancias por diferencia de temperatura se afectan multiplicándolas por otro coeficiente, denominado Coeficiente de conductancia de la persiana. La presencia de la persiana afecta en igual medida a las ganancias a través del marco y del vidrio. La persiana está durante el día: levantada en invierno, bloqueando un 30% de la radiación en verano; durante la noche: bajada en invierno, subida en verano.

5.1.2 Puertas

A todos los efectos, las puertas se asimilan a las ventanas del edificio. Las puertas se modelan en régimen permanente, con lo cual pueden considerarse como vidrios en los que el factor solar es calculado a partir de la radiación solar absorbida que es cedida al interior y su conductancia térmica la correspondiente a la de la puerta en cuestión.

5.2 Alternativas de definición

El usuario debe suministrar, para el conjunto del vano (ventana o puerta), incluyendo, si los tiene instalados, los dispositivos de sombra:

Para la parte transparente:

- Factor Solar;
- Transmitancia térmica

En lo que se refiere al marco, el usuario debe suministrar

- Porcentaje del hueco ocupado por el marco;
- Transmitancia térmica;
- Absortividad;

Para el dispositivo de sombra exterior, si es fijo, se suministra la descripción geométrica, según se detalla en el Manual del usuario. Si es móvil, se asimila a una persiana exterior y se deben suministrar los valores estimados para invierno y verano de los multiplicadores del factor solar y de la transmitancia térmica. Estos datos son claramente dependientes de la orientación del vano.

El cálculo de todos estos parámetros responde a una casuística muy variada, especialmente cuando el vano tiene instalado un vidrio que integra un dispositivo de sombra. En este caso, si el usuario no dispone de los valores anteriores debe utilizar un programa preprocesador aprobado por la autoridad competente, que realice el cálculo de los mismos a partir de los datos a su alcance.

Los valores por defecto de estos parámetros se encuentran en el ANEXO 1 (A1.7 “Valores por defecto utilizados en los vanos”).

Para el caso de los marcos, los valores por defecto de los parámetros necesarios para su definición se encuentran disponibles en el ANEXO 1 (A 1.7 “Valores por defecto utilizados en los vanos”).

En el cálculo del porcentaje cubierto por el marco se tendrán en cuenta todos los elementos que integren la carpintería de la ventana.

6 Espacios

6.1 Alcance y Caracterización

Un edificio está compuesto por unidades elementales de cálculo que llamamos espacios o zonas, que se definen como el espacio encerrado por elementos tipo cerramiento, ventanas, puertas, etc. Para cada espacio se considera que su estado térmico viene dado por una única temperatura de aire, y por lo tanto es necesario que en él las condiciones operacionales y funcionales sean únicas, así como la actuación o no de un equipo de aire acondicionado. En general y para fijar ideas, podrá agruparse en espacios las habitaciones de una misma planta de un edificio que tengan las mismas condiciones de ocupación y funcionamiento, y que tengan las mismas condiciones exteriores, que a su vez vienen determinadas por la orientación, el porcentaje vidriado, y los materiales de muro y ventana.

La agrupación de las diferentes zonas que componen el edificio y la interacción entre ellas se tienen en cuenta en el tratamiento del multizonaje. Esta sección explica la definición y las alternativas posibles para una zona sin considerar las demás, ya que el tratamiento del multizonaje parte de la resolución de cada una de ellas, no siendo necesario por parte del usuario ninguna toma de decisión adicional. Entre las que sí son opciones de diseño y que atañe directamente a la definición del espacio, está la posibilidad de usar multiplicadores de espacios (véase Manual de Usuario).

Los objetivos de la zona son por una parte establecer las excitaciones sobre los elementos que la componen, para el cálculo de la ganancia a través de ellos, según sean sus caras exteriores o interiores, y por otra parte el cálculo de la carga, la extracción de calor, y la temperatura real de la zona, variables que sí están directamente ligadas a ésta.

En definitiva una zona o espacio queda caracterizada geométrica y constructivamente por los cerramientos opacos y semitransparentes que la forman, lo cual es tenido en cuenta en el cálculo de cargas de origen externo; y funcionalmente por el nivel de ocupación, de iluminación y de equipos, que dan lugar a las cargas de origen interno, así como por la actuación o no de un equipo de acondicionamiento de aire.

El cálculo de la transmisión a través de los cerramientos opacos y semitransparentes se hace considerándolos unidimensionales, y posteriormente se hace una corrección para tener en cuenta el comportamiento tridimensional de éstos (véase el apartado correspondiente a puentes térmicos). En lo que se refiere a la zona, el dato adicional que permite al programa calcular la aportación a las ganancias debida a puentes térmicos es el número de pilares en ella, ya que el resto de puentes térmicos son calculados de manera automática.

6.2 Alternativas de Definición

De todos los parámetros que definen una zona, y que ya se han comentado previamente, sólo los referentes a la ventilación/infiltración, a su nivel de ocupación, iluminación, y equipos, como origen de carga; y por otra parte los que definen el equipo de aire acondicionado, pueden considerarse como alternativas de definición propias de un espacio. Esto es así debido a que a pesar del claro efecto que sobre el comportamiento del espacio tienen los cerramientos opacos y semitransparentes que lo componen, sus características son alternativas de definición de cada uno de ellos desde el punto de vista del usuario. Por lo tanto, hemos reducido las alternativas de definición del espacio a los dos grupos ya mencionados, y que a continuación se detallan.

En el primer grupo de alternativas tenemos las características propias del espacio que dan lugar a cargas de origen interno, es decir, ventilación/infiltración, ocupación, iluminación y equipos. Así, estas cargas internas vendrán fijadas para el espacio, una vez se especifiquen hora a hora el caudal de aire exterior entrante al espacio, el nivel de ocupación, la densidad de iluminación, y la de equipos, todos ellos por cada metro cuadrado de espacio. Estas variables toman valores prefijados en función del tipo de espacio, que para el caso chileno se presenta solo el uso “vivienda”.

En el segundo grupo de alternativas tenemos aquellas que definen el equipo de acondicionamiento de aire. Éste es considerado equipo ideal y por lo tanto capaz de dar toda la potencia que sea necesaria para asegurar que no se superan unas temperaturas de consigna. Para definir al equipo así considerado, hace falta establecer el horario de funcionamiento del mismo y las temperaturas de consigna máxima y mínima que deberá mantener. En este caso también se cuenta con valores prefijados en función de los tipos de espacio anteriores, si bien aparecen dos nuevas alternativas de definición que son: “Espacio Acondicionado” o “Espacio No Acondicionado” por una parte, y “Espacio No Habitable” por otra.

De éstos tres, sólo el primero consta de un equipo acondicionado capaz de mantener las temperaturas de consigna establecidas para el tipo de espacio elegido, mientras que en los otros dos, al no existir equipo acondicionado evolucionan sus temperaturas libremente durante todas las horas del año. El “Espacio No Acondicionado” es un espacio del tipo pasillo, hueco de escalera, etc., que no se encuentra acondicionado pero que tampoco puede englobarse dentro del grupo de “Espacios No Habitables”. En estos espacios se considera que la carga por fuentes internas es igual a la del tipo residencial y la ventilación igual a 0.5 m³/h por cada m² de espacio. En el programa vienen designados bajo el epígrafe de “Otros”.

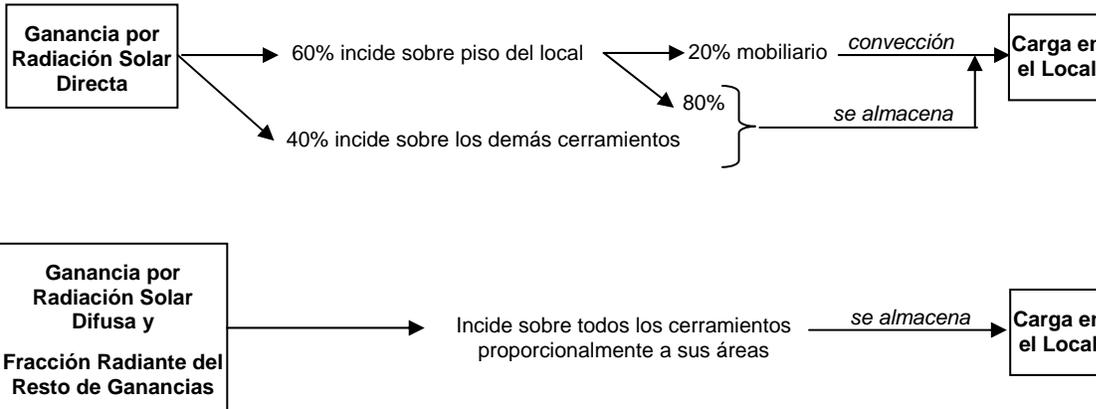
El último tipo de espacio no se corresponde con ninguno de los citados hasta el momento, y hace referencia a espacios que como su propio nombre indica no se encuentran habitados normalmente como son los desvanes y los entresijos sobre cámaras ventiladas.

6.2.1 Redistribución de la radiación

Se supondrá que un 60% de la radiación solar directa transmitida por los cerramientos semitransparentes incide sobre el piso del local, mientras que el resto se reparte entre los demás cerramientos que cierran el espacio de manera proporcional a sus áreas. En este caso se supone además que del porcentaje que incide sobre el suelo, un 20% lo hace sobre el mobiliario que se considera sin inercia y por lo tanto al no poder almacenar energía, ésta se manifiesta inmediatamente en el aire.

Para la radiación solar difusa transmitida por los cerramientos semitransparentes, y para la fracción radiante del resto de ganancias en el espacio se calcula otro grupo de factores de ponderación por cada espacio, suponiendo en este caso que la radiación se distribuye entre los cerramientos del mismo proporcionalmente a sus áreas.

En las siguientes figuras se esquematiza lo explicado anteriormente:



Refrigeración	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Laboral	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Sabado	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Festivo	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Calefacción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Laboral	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Sabado	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Festivo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Tabla 13 Temperaturas de consigna de refrigeración y calefacción

7 Sombras

7.1 Alcance y caracterización

En el programa de cálculo de demanda, las sombras modifican la cantidad de radiación solar directa y difusa que incide sobre los elementos exteriores del edificio.

En ningún caso se consideran las reflexiones que se producen en las superficies de los elementos de que proyectan las sombras.

Se consideran tres tipos de sombras atendiendo a los objetos que las producen:

7.1.1 Sombras debidas a Obstáculos Remotos

Son las que se producen sobre el edificio en estudio debido a otros edificios a su alrededor, o a cualquier otro tipo de obstáculo. Para todos los cerramientos exteriores se calculan las cantidades de radiación directa y difusa que alcanzan la superficie exterior del mismo.

7.1.2 Sombras propias del edificio

Aparecen en promociones formadas por varios edificios, o en edificios de formas convexas. A todos los efectos, las sombras arrojadas por el edificio sobre sí mismo son idénticas a las de los obstáculos remotos.

7.1.3 Sombras producidas por los obstáculos de fachada

Los vanos pueden tener instalados determinados dispositivos que actúan como protectores de la radiación solar, específicamente instalados para reducir las ganancias solares que se producen a través de dichos vanos. Las sombras arrojadas por dichos obstáculos afectan únicamente al vano al que están asociados.

Anexo 0

Glosario de definiciones

A 0.1 Glosario de definiciones

GLOSARIO

Cerramiento

Es cualquier porción de la envolvente del edificio cuya superficie sea mayor de $0.5 m^2$. y separe el interior del edificio del exterior, de un espacio no acondicionado, de un espacio no habitable o de un edificio adyacente. Comprende las cubiertas, pisos, vanos, fachadas y medianeras.

Condiciones Higrotérmicas

Son las condiciones de temperatura seca y humedad relativa que prevalecen en los ambientes exterior e interior para el cálculo de las condensaciones intersticiales.

Cubierta

Cualquier cerramiento exterior cuya inclinación respecto a la horizontal sea menor de 60° sexagesimales (complejo techumbre). Comprende tanto las partes opacas como las transparentes (lucarnas).

Demanda energética

Es la energía necesaria para mantener en el interior del edificio las condiciones de confort definidas mediante el uso del edificio. Se determina la demanda energética de calefacción, correspondiente a los meses de la temporada de calefacción y la de refrigeración, corresponde a los meses de la temporada de refrigeración.

Edificios de referencia

Edificios obtenidos a partir del edificio objeto, cuya demanda energética sirve de referencia para verificar el nivel de demanda energética del edificio objeto, tanto en régimen de calefacción como de refrigeración. Se obtienen a partir del edificio objeto sustituyendo los cerramientos por otros definidos para caracterizar una construcción deficiente y otra de comportamiento térmico óptimo que permitan comparar el edificio.

Edificio objeto

Edificio del que se quiere certificar el comportamiento térmico.

Envolvente edificatoria

Conjunto de componentes que separan el interior del edificio del exterior o de otros edificios colindantes.

Espacios

Son regiones del edificio que se caracterizan por tener condiciones uniformes. Un ejemplo de espacio puede ser una oficina, o un grupo de ellas, en un edificio de oficinas, o todas las habitaciones de un edificio residencial. Las condiciones térmicas de todos los locales incluidos en un mismo espacio han de ser idénticas, así como sus condiciones de uso. En el cálculo clásico de cargas, el espacio se identifica con una zona térmica abastecida por el sistema de acondicionamiento.

Espacios habitados

Se consideran espacios habitados aquellos recintos del edificio que están acondicionados térmicamente o tienen una densidad de ocupación y un tiempo de residencia de los ocupantes, suficientes como para justificar su acondicionamiento térmico.

Espacios no habitables

Son los recintos del edificio no acondicionados térmicamente y que no están destinados al uso de personas, aunque estas puedan eventualmente acceder a los mismos. En esta categoría se incluyen explícitamente los garajes, recintos de instalaciones y desvanes no acondicionados.

Espacios no habitados

Son aquellos espacios no acondicionados en los que la ocupación es muy ocasional y el tiempo de residencia es bajo por lo que no suelen acondicionarse térmicamente.

Fachada

Conjunto de cerramientos (paredes y ventanas), normalmente verticales, que separan el edificio del exterior, agrupados por orientaciones.

Factor de sombra

Es la fracción de la radiación incidente en un vano que es bloqueada por la presencia de obstáculos de fachada del tipo retranqueos, voladizos, toldos, o salientes laterales.

Factor solar

Es el cociente entre la energía térmica que se introduce en el edificio a través del acristalamiento y la que se introduciría si el acristalamiento se sustituyese por un vano perfectamente transparente.

Factor solar modificado

Producto del factor solar por el factor de sombra.

Grados-día

Grados-día de un período determinado de tiempo es la suma, para todos los días de ese período de tiempo, de la diferencia entre una temperatura fija, o base de los grados-día, y la temperatura media del día, cuando esa temperatura media diaria sea inferior a la temperatura base.

Vano

Es cualquier elemento de la envuelta del edificio con un porcentaje de superficie semitransparente superior al 50%. Comprende las ventanas, puertas acristaladas, y claraboyas o lucarnas.

Humedad relativa

Es la fracción de la presión de saturación que representa la presión parcial del vapor de agua en el espacio o ambiente exterior en estudio. Se tiene en cuenta en el cálculo de las condensaciones, superficiales e intersticiales en los cerramientos.

Inercia alta

A los efectos de esta reglamentación se considera de inercia alta a los cerramientos de peso medio efectivo superior a 200 kg/m^2 .

Inercia baja

A los efectos de esta reglamentación se considera de inercia baja a los cerramientos de peso medio efectivo inferior o igual a 200 kg/m^2 .

Intensidad media de fuentes internas

Se define para cada espacio del edificio. Es la potencia disipada en el interior del espacio por las fuentes internas de calor, depende del uso del espacio.

Intensidad media promedio

Cuando el edificio tiene espacios con diferentes usos, es la Intensidad media de fuentes internas, promediada por las superficies útiles de los diferentes espacios en que los usos sean diferentes. Es decir, la suma de las intensidades medias de fuentes internas de cada espacio multiplicadas por su correspondiente superficie útil, dividida por la superficie útil total del edificio.

Lucarna

Cualquier vano situado en una cubierta, por tanto su inclinación será menor de 60° sexagesimales respecto a la horizontal.

Medianera

Cerramiento que separa los espacios del edificio en estudio de otros edificios adyacentes. Pueden ser horizontales o verticales.

Método oficial de cálculo

Programa computacional capaz de evaluar la demanda energética del edificio teniendo en cuenta de manera explícita el comportamiento de los componentes de la envolvente exterior objeto de la Reglamentación Térmica. Este programa ha sido desarrollado con financiamiento de la Comunidad Europea, y servirá como base para la certificación térmica de edificios considerada en la tercera etapa de dicha Reglamentación, y puede obtenerse, previa solicitud, directamente en la División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Métodos alternativos de cálculo

Son programas computacionales capaces de evaluar la demanda energética del edificio teniendo en cuenta de manera explícita el comportamiento de los componentes de la envolvente exterior, siempre que cumplan con requisitos de alcance y exactitud que los hagan homologables con el Método oficial de cálculo.

Opción prescriptiva

Modo previsto de verificación de cumplimiento de la reglamentación térmica que consiste en la utilización de componentes que satisfacen los valores de la primera y segunda etapa de la reglamentación en todos los elementos de la envolvente constructiva del edificio objeto. No es posible compensar el comportamiento térmico de unos componentes con los de otros.

Opción prestacional

Modo previsto de verificación del reglamento que consiste en evaluar la demanda del edificio objeto, y compararla con la del edificio normativo de referencia. Si la demanda energética es menor, tanto en régimen de calefacción como de refrigeración, el edificio cumplirá la reglamentación. Es posible la compensación del comportamiento térmico de unos componentes con los de otros.

Periodo de ocupación

Véase Uso de los espacios.

Permeabilidad al aire

Es la propiedad de una ventana o puerta de dejar pasar el aire cuando se encuentra sometida a una presión diferencial. La permeabilidad al aire se caracteriza por la capacidad de paso del aire, expresada en m^3/h , en función de la diferencia de presiones.

Permeabilidad al vapor de agua

Es la cantidad de vapor que pasa a través de la unidad de superficie de material de espesor unidad cuando la diferencia de presión de vapor entre sus caras es la unidad.

Peso medio efectivo

Es el peso por metro cuadrado de la parte de los cerramientos que quedan desde el aislamiento hacia el interior.

Pisos

Comprende aquellos cerramientos horizontales situados bajo un espacio habitado o no habitado y que están en contacto con el terreno o con un espacio no habitable.

Porcentaje de vanos

Fracción del área total de la fachada ocupada por los vanos de la misma, expresada en porcentaje.

Puente térmico

Parte del cerramiento de un edificio donde la resistencia térmica normalmente uniforme cambia significativamente debido a:

- a) Penetraciones completas o parciales en el cerramiento de un edificio, de materiales con diferente conductividad térmica.
y / o
- b) un cambio en el espesor del elemento;
y / o
- c) una diferencia entre las áreas internas o externas, tales como juntas entre paredes, suelos, o techos

Régimen de invierno

Condiciones de uso del edificio que prevalecen durante la temporada de calefacción.

Régimen de verano

Condiciones de uso del edificio que prevalecen durante la temporada de refrigeración.

Soluciones técnicas

Soluciones constructivas cuyos parámetros característicos han sido precalculados. La presente herramienta de cálculo ofrece una serie de soluciones técnicas para cada tipo de elemento de la envolvente del edificio.

Superficie útil

Superficie interior de los espacios, habitados o no habitados. Se define para un espacio y para la totalidad del edificio, siendo ésta última la suma de las superficies útiles de los espacios habitados y no habitados que contenga.

Temporada de calefacción

Es la temporada definida para cada ciudad o localidad en la que las necesidades de calefacción son significativas. En el programa se han considerado solo los meses con mas de 50 grados-día, sobre base de 15°C.

Temporada de refrigeración

Es la temporada definida para cada ciudad o localidad en la que las necesidades de refrigeración son significativas.

Transmitancia promedio

La transmitancia promedio se obtiene ponderando las transmitancias particulares de cada cerramiento por la fracción de área que cada uno de ellos supone en relación con el área total asociada a la categoría a la que pertenece, para cada orientación.

Transmitancia térmica

Es el flujo de calor, en régimen estacionario, dividido por el área y por la diferencia de temperaturas de los medios situados a cada lado del elemento que se considera.

Uso de los espacios

Las condiciones de uso corresponden a las predeterminadas como estándares para el uso residencial. Para siguientes versiones del programa se fijarán otros valores de cargas según el regimen de uso que se les asigne.

Zona térmica

En esta propuesta se consideran 7 zonas térmicas basadas en los planos de grados día oficializados por el MINVU en el año 1999, los que han servido de base para fijar los requisitos mínimos planteados para la primera y segunda etapa de Reglamentación Térmica.

Definiciones Generales, Símbolo y Unidades de Magnitud

El conjunto de definiciones se puede encontrar en la NCh849 of.87 y en los apartados 1, 2 y 4 de la norma ISO 7345:1996.

A 0.2 Relación de normas

- § NCh849 of 87 Aislamiento térmico – Terminología, magnitudes, unidades y símbolos.
- § NCh850 of.83 Aislación Térmica – Método para la determinación de la Conductividad Térmica en Estado Estacionario por medio del Anillo de Guarda.
- § NCh851 of.83 Aislación Térmica – Determinación de Coeficiente de Transmitancia Térmica por el Método de la Cámara Térmica.
- § NCh853 of.91 Acondicionamiento Térmico – Envoltorio Térmico de Edificios – Cálculo de resistencias y Transmitancias Térmicas.
- § NCh2251 of 94 Aislación Térmica – Resistencia térmica de materiales y elementos de construcción (establece la rotulación para materiales y elementos).
- § NCh 1960 of 89 Aislación Térmica – Cálculo de coeficientes volumétricos globales de pérdidas térmicas.
- § NCh1971 of 86 Aislación Térmica – Cálculo de temperaturas en elementos de construcción.
- § NCh1973 of 87 Acondicionamiento térmico – Aislamiento Térmica – Cálculo de la aislamiento térmica para disminuir o eliminar el riesgo de condensación superficial.
- § NCh1980 of 88 Acondicionamiento térmico – Aislamiento térmica – Determinación de la ocurrencia de condensaciones intersticiales.
- § NCh1079 of 77 Arquitectura y Construcción – Zonificación climático habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico.
- § UNE EN ISO 7345:1996 Aislamiento térmico. Magnitudes físicas y definiciones.
- § EN ISO 10456:1997 Thermal insulation.– Building materials and products.- Determination of declared and design thermal values. (CEN / TC 89 WI 11 (98)).
- § UNE EN 12524:2000 Materiales y productos para la edificación. Propiedades higrótérmicas. Valores de diseño tabulado.
- § UNE 92105ex:2000 Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de lana mineral. Especificaciones.
- § UNE 92110:1997 Materiales aislantes térmicos utilizados en la edificación. Productos de poliestireno expandido(EPS). Especificaciones.

- § UNE 92115:1997 Materiales aislantes térmicos utilizados en la edificación. Productos de poliestireno extruido(XPS). Especificaciones.
- § UNE 92051:1994 Elementos y componentes de edificación. Resistencia y transmitancia térmica. Método de cálculo (prEN 30211; CEN/TC 89 WG 2 (1994)).
- § UNE EN ISO10211-1:1995, Puentes térmicos en edificación – Flujos de calor y temperaturas superficiales – Parte 1: Métodos generales de cálculo. (ISO 10211-1:1995).
- § EN ISO 10211-2:1999, Thermal Bridges in building construction – Calculation of heat flows and surface temperatures – Part 2: Linear thermal bridges.
- § EN 13370:1998, Thermal performance of buildings – Heat Transfer via the ground – Calculation methods (ISO/FDIS 13370:1998).
- § EN ISO 14683:1996 Thermal Bridges in building construction – Linear thermal transmittance – Simplified methods and default values.(CEN/TC 89 N 531 E, July 1996, CEN/TC 89/WG 1)
- § EN ISO 10077-1:1999 Thermal performance of windows, doors and shutters – Calculation of thermal transmittance – Part 1: Simplified method.
- § EN 13363-1:1998 Solar protection devices combined with glazing. Calculation of solar and light transmittance – Part 1: Simplified method. (TC/89).

Anexo 1

Tablas de datos para la Aplicación

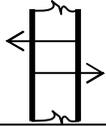
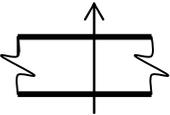
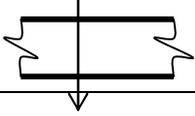
A 1.1 Valores de la absorptividad en función del color

La Tabla incluye valores de absorptividad ligados a diferentes colores. Siendo la fuente de estos valores ACHARD G. Eclairagsime, Tome 1 Notions fondamentales, INSA de Lyon, 1980.

COLOR	Claro	Medio	Oscuro
Blanco	0.20	0.30	---
Amarillo	0.30	0.50	0.70
Beige	0.35	0.55	0.75
Marrón	0.50	0.75	0.92
Rojo	0.65	0.80	0.90
Verde	0.40	0.70	0.88
Azul	0.50	0.80	0.95
Gris	0.40	0.65	---
Negro	---	0.96	---

A 1.2 Resistencias superficiales interiores y exteriores

Los siguientes valores han sido tomados de la tabla 2 de la Norma NCh 853 Of91.

RESISTENCIAS TÉRMICAS DE SUPERFICIE EN $m^2 \cdot K/W$						
POSICIÓN DEL ELEMENTO Y SENTIDO DEL FLUJO DE CALOR	SITUACIÓN DEL ELEMENTO					
	DE SEPARACIÓN CON ESPACIO EXTERIOR O LOCAL ABIERTO			DE SEPARACIÓN CON OTRO LOCAL, DESVÁN O CÁMARA DE AIRE		
	R_{Si}	R_{Se}	$R_{Si} + R_{Se}$	R_{Si}	R_{Se}	$R_{Si} + R_{Se}$
Flujo horizontal en elementos verticales o con pendiente mayor de 60° respecto a la horizontal 	0,12	0,05	0,17	0,12	0,12	0,24
Flujo ascendente en elementos horizontales o con pendiente menor o igual a 60° respecto a la horizontal 	0,09	0,05	0,14	0,10	0,10	0,20
Flujo descendente en elementos horizontales o con pendiente menor o igual a 60° respecto a la horizontal 	0,17	0,05	0,22	0,17	0,17	0,34
NOTAS: 1) Estos valores se han obtenido experimentalmente por el método de la norma NCh851. 2) Los valores de esta tabla corresponden a velocidad del viento en el exterior inferior a 10 km/h.						

A 1.3 Valores por defecto utilizados en los Vanos

A1.3.1. Ventanas

a) Acristalamientos

Los acristalamientos seleccionados para su incorporación en el programa son los siguientes:

Grupo	Tipo	Espesor	Espesor Cámara	Gas	Factor Solar	U W/m ² K
Simple	Claro	4 mm			0.88	5.7
Simple	Claro	6 mm			0.85	5.7
Simple	Absorbente	4 mm			0.70	5.7
Simple	Absorbente	6 mm			0.60	5.7
Simple	Reflectante Claro	6 mm			0.52	5.7
Simple	Reflectante Gris	6 mm			0.42	5.7
Doble	Claro-Claro	4 mm	6 mm	Aire	0.76	3.1
Doble	Claro-Claro	6 mm	6 mm	Aire	0.72	3.1
Doble	Absorbente-Claro	4 mm	6 mm	Aire	0.58	3.1
Doble	Absorbente-Claro	6 mm	6 mm	Aire	0.49	3.1
Doble	Reflectante Claro-Claro	6 mm	6 mm	Aire	0.45	2.7
Doble	Reflectante Gris-Claro	6 mm	6 mm	Aire	0.31	2.7
Doble	Claro-Bajo-emisivo (Cara 3)	4 mm	12 mm	Aire	0.74	2.6
Doble	Claro-Bajo-emisivo (Cara 3)	6 mm	12 mm	Aire	0.71	2.5

Los valores se han calculado con los datos de la norma ISO 10077-1 y de la EN 13363-1.

Esta norma establece métodos de determinación de la transmisión de la energía y la luz de la radiación solar, en las unidades de acristalamiento en edificios.

b) Marcos

Los marcos incorporados en la base de datos del programa son los siguientes:

Tipo de Marco	Coficiente U W/m^2K
Madera	2.50
Metálico	5.88
Metálico con Rotura de puente térmico	4.00
PVC (2 huecos)	2.20
PVC (3 huecos)	2.00

La absorptividad por defecto del marco es 0.7.

A1.3.2. Puertas

Los valores típicos del factor solar y conductancia de puertas de madera y metálicas se indican a continuación:

Tipo	$Factor$ $Solar$	U W/m^2K
Madera Opaca	0.07	3.5
Metálica Opaca	0.12	5.8

Estos datos se han incorporado a la base de datos de acristalamientos del programa, de modo que el vano pueda incorporar sin dificultades, tanto una ventana como una puerta.

Anexo 2

Soluciones Constructivas Listado Oficial para Acondicionamiento Térmico MINVU

Anexo 3

Reglamentación Térmica Artículo 4.1.10

(usado en el calculo del software)

A 3.1 Reglamentación Térmica

Artículo 4.1.10

Todas las viviendas deberán cumplir con las exigencias de acondicionamiento térmico que se señalan a continuación:

1. COMPLEJOS DE TECHUMBRE, MUROS PERIMETRALES Y PISOS VENTILADOS:

A. Exigencias:

Los complejos de techumbres, muros perimetrales y pisos inferiores ventilados, entendidos como elementos que constituyen la envolvente de la vivienda, deberán tener una transmitancia térmica “U” igual o menor, o una resistencia térmica total “Rt” igual o superior, a la señalada para la zona que le corresponda al proyecto de arquitectura, de acuerdo con los planos de zonificación térmica aprobados por resoluciones del Ministro de Vivienda y Urbanismo y a la siguiente tabla:

TABLA 1

ZONA	TECHUMBRE		MUROS		PISOS VENTILADOS	
	U	Rt	U	Rt	U	Rt
	W/m ² K	m ² K/W	W/m ² K	m ² K/W	W/m ² K	m ² K/W
1	0,84	1,19	4,0	0,25	3,60	0,28
2	0,60	1,67	3,0	0,33	0,87	1,15
3	0,47	2,13	1,9	0,53	0,70	1,43
4	0,38	2,63	1,7	0,59	0,60	1,67
5	0,33	3,03	1,6	0,63	0,50	2,00
6	0,28	3,57	1,1	0,91	0,39	2,56
7	0,25	4,00	0,6	1,67	0,32	3,13

TECHUMBRE MUROS PISOS VENTILADOS

1. Techumbres:

Para efectos del presente artículo se considerará complejo de techumbre al conjunto de elementos constructivos que lo conforman, tales como cielo, cubierta, aislación térmica, cadenetas, vigas.

Las exigencias de acondicionamiento térmico para la techumbre serán las siguientes:

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

b) Para minimizar la ocurrencia de puentes térmicos, los materiales aislantes térmicos o soluciones constructivas especificadas en el proyecto de arquitectura, sólo podrán estar interrumpidos por elementos estructurales de la techumbre, tales como cerchas, vigas y/o por tuberías, ductos o cañerías de las instalaciones domiciliarias.

c) 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, 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 presente artículo.

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

2. Muros:

Para la aplicación del presente artículo se considerará 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.

Las exigencias de acondicionamiento térmico para muros serán las siguientes:

a) Las exigencias señaladas en la Tabla 1 del presente artículo, serán aplicables sólo a aquellos muros y/o tabiques, soportantes y no soportantes, que limiten los espacios interiores de la vivienda con el espacio exterior o con uno o más locales abiertos y no será aplicable a aquellos muros medianeros que separen unidades independientes de vivienda.

b) Los recintos cerrados contiguos a una vivienda, tales como bodegas, leñeras, estacionamientos, invernadero, serán considerados como recintos abiertos para efectos de esta reglamentación, y sólo les será aplicable las exigencias de la Tabla 1 a los paramentos que se encuentren 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 el caso de la albañilería confinada de conformidad a la definición de la NCh 2123, no será exigible el valor de U de la Tabla 1 en los elementos estructurales, tales como pilares, cadenas y vigas.

e) En el caso de que 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) En el caso de puertas vidriadas exteriores, deberá considerarse como superficie de ventana la parte correspondiente al vidrio de la misma. Las puertas al exterior de otros materiales no tienen exigencias de acondicionamiento térmico.

3. Pisos Ventilados:

Para efectos de la aplicación del presente artículo se considerará 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.

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:

Para los efectos de cumplir con las condiciones establecidas en el Tabla 1 se podrá optar entre las siguientes alternativas:

1. Mediante la incorporación de un material aislante etiquetado con el R100 correspondiente a la Tabla 2:

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 siguiente:

TABLA 2

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

(*) Según la norma NCh 2251: R100 = valor equivalente a la Resistencia Térmica (m^2K / W) x 100.

2. Mediante un Certificado de Ensaye otorgado por un laboratorio con inscripción vigente en el Registro Oficial de Laboratorios de Control Técnico de Calidad de la Construcción del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, reglamentado por el D.S. N° 10, (V. y U.), de 2002 , demostrando el cumplimiento de la transmitancia o resistencia térmica total de la solución del complejo de techumbre, muro y piso ventilado.

3. Mediante cálculo, el que deberá ser realizado de acuerdo a lo señalado en la norma NCh 853, demostrando el cumplimiento de la transmitancia o resistencia térmica del complejo de techumbre, muro y piso ventilado. Dicho cálculo deberá ser efectuado por un profesional competente.

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.

2. EXIGENCIAS PARA VENTANAS:

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

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

El complejo de ventana deberá cumplir con las exigencias establecidas en la Tabla 3, en relación al tipo de vidrio que se especifique y a la zona térmica en la cual se emplace el proyecto de arquitectura. El tipo de vidrio a utilizar en las superficies de ventanas deberá ser indicado en las especificaciones técnicas del proyecto de arquitectura.

Para determinar el porcentaje máximo de superficie de ventanas de un proyecto de arquitectura, se deberá realizar el siguiente procedimiento:

a) Determinar la superficie de los paramentos verticales de la envolvente del proyecto de arquitectura. La superficie total a considerar para este cálculo, corresponderá a la suma de las superficies interiores de todos los muros perimetrales que considere la unidad habitacional, incluyendo los medianeros y muros divisorios.

b) Determinar la superficie total de ventanas del proyecto de arquitectura, correspondiente a la suma de la superficie de los vanos del muro en el cual está colocada la ventana, considerando, para ello, el marco como parte de su superficie. Para el caso de ventanas salientes, se considerará como superficie de ventana aquella correspondiente al desarrollo completo de la parte vidriada.

La superficie máxima de ventanas que podrá contemplar el proyecto de arquitectura, corresponderá a la superficie que resulte de aplicar la Tabla 3, respecto de la superficie de los paramentos verticales de la unidad habitacional señalada en el punto a) precedente, considerando la zona y el tipo de vidrio que se especifique.

TABLA 3

ZONA	VENTANAS		
	% MÁXIMO DE SUPERFICIE VIDRIADA RESPECTO A PARAMENTOS VERTICALES DE LA ENVOLVENTE		
	VIDRIO MONOLÍTICO (b)	DVH DOBLE VIDRIADO HERMÉTICO (c)	
		3.6 W/m ² K ≥ U > 2.4 W/m ² K (a)	U ≤ 2.4 W/m ² 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%

(a) La doble ventana que forme una cámara de aire, se asimila al DVH, con valor U entre 3,6 y 2,4 W/m²K

(b) Vidrio monolítico: De acuerdo a la NCh 132, se entenderá por aquel producto inorgánico de fusión, que ha sido enfriado hasta un estado rígido sin cristalización, formado por una sola lámina de vidrio.

(c) Doble vidriado hermético (DVH):

De acuerdo a la NCh 2024, se entenderá por doble vidriado hermético el conjunto formado por dos o más vidrios paralelos, unidos entre sí, por un espaciador perimetral, que encierran en su interior una cámara con aire deshidratado o gas inerte.

En el caso que el proyecto de arquitectura considere más de un tipo de vidrio, según Tabla 3, se deberá determinar el máximo porcentaje posible para cada tipo de vidrio respecto a la superficie total de la envolvente vertical. Para ello, por cada tipo de vidrio a utilizar, se deberá aplicar la siguiente fórmula:

$$\frac{TP \times MV}{100} = MSV$$

TP: Porcentaje del tipo de vidrio respecto del total de la superficie vidriada.

MV: Porcentaje máximo de superficie vidriada respecto a paramentos verticales de la envolvente, según Tabla 3.

MSV: Porcentaje máximo de superficie, para tipo de vidrio, respecto de la superficie total de la envolvente.

B. Método Alternativo del U ponderado:

Sólo en las zonas térmicas: 3, 4, 5, 6 y 7, se podrá utilizar un método alternativo del U ponderado el cual sólo podrá aplicarse para el caso de vidrios monolíticos.

Para los casos previstos en el párrafo anterior, se podrá aumentar la superficie vidriada sobre los valores de Tabla 3 de este artículo, compensando el aumento de superficie vidriada con el mejoramiento de la transmitancia térmica de la solución de muros. 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/m²K
3	2.88
4	2.56
5	2.36
6	1.76
7	1.22

Para determinar la transmitancia térmica ponderada de los paramentos verticales de la envolvente del proyecto de arquitectura se deberá calcular el U ponderado del proyecto

de conformidad a la fórmula que se señala, debiendo los muros perimetrales en contacto al exterior poseer una transmitancia térmica igual o menor al valor establecido, según zona térmica, en las exigencias para muros de la Tabla 1 del presente artículo:

$$\frac{(SM \times UM) + (SV \times UV)}{STE} = U \text{ Ponderado}$$

STE

SM: Superficie de muro

UM: Transmitancia térmica del muro

SV: Superficie de ventana

UV: Transmitancia térmica ventana

STE: Superficie total de los paramentos verticales de la envolvente del proyecto de arquitectura

Para la aplicación de la fórmula del párrafo anterior, los muros que limiten con uno o más locales cerrados, deberán considerarse como parte de la envolvente para efectos de cálculo del U ponderado. Para estos muros se adoptará la transmitancia establecida para la zona térmica en la cual se emplace el proyecto de arquitectura, de acuerdo a la Tabla 1, independiente de su transmitancia térmica real.

En el caso en que los paramentos verticales del proyecto de arquitectura estén compuestos por más de una solución constructiva, determinando así, más de una transmitancia térmica para muros, se aplicará la siguiente fórmula para determinar el U ponderado:

$$\frac{(SM-1 \times U-1) + (SM-2 \times U-2) + (SM-n... \times U-n...) + (SV \times UV)}{STE} = U \text{ Ponderado}$$

STE

SM- 1: Superficie muro 1

U-1: Transmitancia térmica muro 1

SM-2: Superficie muro 2

U-2: Transmitancia térmica muro 2

SV: Superficie ventana

UV: Transmitancia térmica ventana.

STE: Superficie total de los paramentos verticales de la envolvente

En ambos casos si el proyecto de arquitectura contempla más de un tipo de ventana, asimilados a distintos valores de Transmitancia, según la Tabla 3, se ponderará, toda la superficie vidriada con el valor de transmitancia térmica del vidrio monolítico.

La superficie de ventana para el vidrio monolítico del cálculo del U ponderado no podrá, en ningún caso, aumentar más de un 40 % respecto al porcentaje máximo de superficie permitido para la zona térmica, según lo señalado en la Tabla 3.

A 2.1 SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN CUBIERTAS MINVU

CODIGO MINVU	SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS	Transmitancia Térmica (W/m ² °C)	Espesor (m)	Conductividad Térmica (W/m°C)	Resistencia Térmica (m ² C/W)	Densidad (kg/m ³)	Calor Específico (J/kgK)
SOLUCIONES DE MARCA							
1.1.M.A	Cubiertas a una o mas aguas y cielo horizontal						
1.1.M.A1	Poliuretano expandido proyectado 26mm (sobre plancha de cielo) y yeso carton de 10mm	0.82	0.036	0.033	1.22	35	1260
1.1.M.A1	Poliuretano expandido proyectado 38mm (sobre plancha de cielo) y yeso carton de 10mm	0.59	0.048	0.031	1.70	35	1260
1.1.M.A1	Poliuretano expandido proyectado 49mm (sobre plancha de cielo) y yeso carton de 10mm	0.47	0.059	0.030	2.14	35	1260
1.1.M.A1	Poliuretano expandido proyectado 61mm (sobre plancha de cielo) y yeso carton de 10mm	0.38	0.071	0.029	2.62	35	1260
1.1.M.A1	Poliuretano expandido proyectado 73mm (sobre plancha de cielo) y yeso carton de 10mm	0.32	0.083	0.028	3.10	35	1260
1.1.M.A2	Poliestireno expandido 10kg/m3 37mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.85	0.097	0.093	1.18	10	1200
1.1.M.A2	Poliestireno expandido 10kg/m3 57mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.61	0.117	0.078	1.64	10	1200
1.1.M.A2	Poliestireno expandido 10kg/m3 77mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.47	0.137	0.070	2.11	10	1200
1.1.M.A2	Poliestireno expandido 10kg/m3 97mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.39	0.157	0.064	2.57	10	1200
1.1.M.A2	Poliestireno expandido 10kg/m3 117mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.33	0.177	0.061	3.04	10	1200
1.1.M.A2	Poliestireno expandido 10kg/m3 137mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.29	0.197	0.059	3.50	10	1200
1.1.M.A2	Poliestireno expandido 10kg/m3 157mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.25	0.217	0.057	3.97	10	1200
1.1.M.A3	Poliestireno expandido 15kg/m3 36mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.84	0.046	0.044	1.20	15	1200
1.1.M.A3	Poliestireno expandido 15kg/m3 55mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.60	0.065	0.043	1.66	15	1200
1.1.M.A3	Poliestireno expandido 15kg/m3 75mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.47	0.085	0.042	2.15	15	1200
1.1.M.A3	Poliestireno expandido 15kg/m3 94mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.38	0.104	0.042	2.61	15	1200
1.1.M.A3	Poliestireno expandido 15kg/m3 114mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.32	0.124	0.042	3.10	15	1200
1.1.M.A3	Poliestireno expandido 15kg/m3 133mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.28	0.143	0.042	3.56	15	1200
1.1.M.A3	Poliestireno expandido 15kg/m3 152mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.25	0.162	0.042	4.03	15	1200
1.1.M.A4	Poliestireno expandido 20kg/m3 34mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.82	0.044	0.041	1.21	20	1200
1.1.M.A4	Poliestireno expandido 20kg/m3 52mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.59	0.062	0.040	1.69	20	1200
1.1.M.A4	Poliestireno expandido 20kg/m3 70mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.46	0.080	0.040	2.16	20	1200
1.1.M.A4	Poliestireno expandido 20kg/m3 88mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.38	0.098	0.039	2.63	20	1200
1.1.M.A4	Poliestireno expandido 20kg/m3 106mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.32	0.116	0.039	3.11	20	1200
1.1.M.A4	Poliestireno expandido 20kg/m3 124mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.28	0.134	0.039	3.58	20	1200
1.1.M.A4	Poliestireno expandido 20kg/m3 145mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.24	0.155	0.039	4.13	20	1200
1.1.M.A5	Poliestireno expandido 25kg/m3 32mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.85	0.042	0.040	1.18	25	1200
1.1.M.A5	Poliestireno expandido 25kg/m3 50mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.60	0.060	0.039	1.67	25	1200
1.1.M.A5	Poliestireno expandido 25kg/m3 67mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.47	0.077	0.039	2.13	25	1200
1.1.M.A5	Poliestireno expandido 25kg/m3 84mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.39	0.094	0.038	2.59	25	1200
1.1.M.A5	Poliestireno expandido 25kg/m3 102mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.33	0.112	0.038	3.08	25	1200
1.1.M.A5	Poliestireno expandido 25kg/m3 119mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.28	0.129	0.038	3.53	25	1200
1.1.M.A5	Poliestireno expandido 25kg/m3 137mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.25	0.147	0.038	4.02	25	1200
1.1.M.A6	Poliestireno expandido 30kg/m3 32mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.83	0.042	0.039	1.21	30	1200
1.1.M.A6	Poliestireno expandido 30kg/m3 48mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.61	0.058	0.038	1.65	30	1200
1.1.M.A6	Poliestireno expandido 30kg/m3 65mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.47	0.075	0.038	2.12	30	1200
1.1.M.A6	Poliestireno expandido 30kg/m3 82mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.39	0.092	0.037	2.60	30	1200
1.1.M.A6	Poliestireno expandido 30kg/m3 99mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.33	0.109	0.037	3.07	30	1200
1.1.M.A6	Poliestireno expandido 30kg/m3 116mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.28	0.126	0.037	3.54	30	1200
1.1.M.A6	Poliestireno expandido 30kg/m3 133mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.25	0.143	0.037	4.01	30	1200
1.1.M.A7	Poliestireno expandido 10kg/m3 37mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton 12,5mm	0.84	0.050	0.047	1.19	10	1200
1.1.M.A7	Poliestireno expandido 10kg/m3 57mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton 12,5mm	0.60	0.070	0.046	1.65	10	1200
1.1.M.A7	Poliestireno expandido 10kg/m3 77mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton 12,5mm	0.47	0.090	0.045	2.12	10	1200
1.1.M.A7	Poliestireno expandido 10kg/m3 97mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton 12,5mm	0.39	0.110	0.045	2.58	10	1200
1.1.M.A7	Poliestireno expandido 10kg/m3 117mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton 12,5mm	0.33	0.130	0.045	3.05	10	1200
1.1.M.A7	Poliestireno expandido 10kg/m3 137mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton 12,5mm	0.28	0.150	0.044	3.51	10	1200
1.1.M.A7	Poliestireno expandido 10kg/m3 157mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton 12,5mm	0.25	0.170	0.044	3.98	10	1200

1.1.M.A8	Poliestireno expandido 15kg/m3 36mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.83	0.049	0.045	1.21	15	1200
1.1.M.A8	Poliestireno expandido 15kg/m3 55mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.60	0.068	0.044	1.67	15	1200
1.1.M.A8	Poliestireno expandido 15kg/m3 74mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.47	0.087	0.043	2.13	15	1200
1.1.M.A8	Poliestireno expandido 15kg/m3 96mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.37	0.109	0.043	2.67	15	1200
1.1.M.A8	Poliestireno expandido 15kg/m3 113mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.32	0.126	0.043	3.08	15	1200
1.1.M.A8	Poliestireno expandido 15kg/m3 133mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.28	0.146	0.042	3.57	15	1200
1.1.M.A8	Poliestireno expandido 15kg/m3 152mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.25	0.165	0.042	4.04	15	1200
1.1.M.A9	Poliestireno expandido 20kg/m3 33mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.84	0.046	0.043	1.20	20	1200
1.1.M.A9	Poliestireno expandido 20kg/m3 52mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.59	0.065	0.041	1.70	20	1200
1.1.M.A9	Poliestireno expandido 20kg/m3 69mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.47	0.082	0.041	2.14	20	1200
1.1.M.A9	Poliestireno expandido 20kg/m3 87mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.38	0.100	0.040	2.62	20	1200
1.1.M.A9	Poliestireno expandido 20kg/m3 105mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.32	0.118	0.040	3.09	20	1200
1.1.M.A9	Poliestireno expandido 20kg/m3 123mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.28	0.136	0.040	3.56	20	1200
1.1.M.A9	Poliestireno expandido 20kg/m3 141mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.25	0.154	0.039	4.04	20	1200
1.1.M.A10	Poliestireno expandido 25kg/m3 32mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.84	0.045	0.042	1.19	25	1200
1.1.M.A10	Poliestireno expandido 25kg/m3 49mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.61	0.062	0.041	1.65	25	1200
1.1.M.A10	Poliestireno expandido 25kg/m3 67mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.47	0.080	0.040	2.14	25	1200
1.1.M.A10	Poliestireno expandido 25kg/m3 84mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.38	0.097	0.039	2.60	25	1200
1.1.M.A10	Poliestireno expandido 25kg/m3 102mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.32	0.115	0.039	3.08	25	1200
1.1.M.A10	Poliestireno expandido 25kg/m3 119mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.28	0.132	0.039	3.54	25	1200
1.1.M.A10	Poliestireno expandido 25kg/m3 137mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.25	0.150	0.038	4.03	25	1200
1.1.M.A11	Poliestireno expandido 30kg/m3 31mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.84	0.044	0.041	1.19	30	1200
1.1.M.A11	Poliestireno expandido 30kg/m3 48mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.60	0.061	0.040	1.66	30	1200
1.1.M.A11	Poliestireno expandido 30kg/m3 65mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.47	0.078	0.039	2.13	30	1200
1.1.M.A11	Poliestireno expandido 30kg/m3 82mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.38	0.095	0.038	2.61	30	1200
1.1.M.A11	Poliestireno expandido 30kg/m3 99mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.32	0.112	0.038	3.08	30	1200
1.1.M.A11	Poliestireno expandido 30kg/m3 116mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.28	0.129	0.038	3.55	30	1200
1.1.M.A11	Poliestireno expandido 30kg/m3 133mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.25	0.146	0.037	4.02	30	1200
1.1.M.A12	Lana de vidrio 10kg/m3 47mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.83	0.057	0.054	1.20	10	1050
1.1.M.A12	Lana de vidrio 10kg/m3 68mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.60	0.078	0.051	1.66	10	1050
1.1.M.A12	Lana de vidrio 10kg/m3 91mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.46	0.101	0.050	2.16	10	1050
1.1.M.A12	Lana de vidrio 10kg/m3 113mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.38	0.123	0.049	2.63	10	1050
1.1.M.A12	Lana de vidrio 10kg/m3 134mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.32	0.144	0.049	3.09	10	1050
1.1.M.A12	Lana de vidrio 10kg/m3 156mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.28	0.166	0.048	3.57	10	1050
1.1.M.A12	Lana de vidrio 10kg/m3 178mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.25	0.188	0.048	4.05	10	1050
1.1.M.A13	Lana de vidrio granulada 12kg/m3 64mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.84	0.074	0.070	1.19	12	1050
1.1.M.A13	Lana de vidrio granulada 12kg/m3 93mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.60	0.103	0.068	1.65	12	1050
1.1.M.A13	Lana de vidrio granulada 12kg/m3 125mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.46	0.135	0.067	2.16	12	1050
1.1.M.A13	Lana de vidrio granulada 12kg/m3 155mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.38	0.165	0.066	2.64	12	1050
1.1.M.A13	Lana de vidrio granulada 12kg/m3 184mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.32	0.194	0.066	3.10	12	1050
1.1.M.A13	Lana de vidrio granulada 12kg/m3 214mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.28	0.224	0.065	3.58	12	1050
1.1.M.A13	Lana de vidrio granulada 12kg/m3 244mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.25	0.254	0.065	4.05	12	1050
1.1.M.A14	Lana de vidrio 12,5kg/m3 42mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.85	0.052	0.050	1.18	12.5	1050
1.1.M.A14	Lana de vidrio 12,5kg/m3 62mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.60	0.072	0.048	1.65	12.5	1050
1.1.M.A14	Lana de vidrio 12,5kg/m3 82mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.47	0.092	0.046	2.13	12.5	1050
1.1.M.A14	Lana de vidrio 12,5kg/m3 102mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.38	0.112	0.045	2.61	12.5	1050
1.1.M.A14	Lana de vidrio 12,5kg/m3 121mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.33	0.131	0.045	3.06	12.5	1050
1.1.M.A14	Lana de vidrio 12,5kg/m3 141mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.28	0.151	0.044	3.54	12.5	1050
1.1.M.A14	Lana de vidrio 12,5kg/m3 161mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.25	0.171	0.044	4.01	12.5	1050

1.1.M.A22	Lana de vidrio 40kg/m3 33mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.85	0.043	0.041	1.18	40	1050
1.1.M.A22	Lana de vidrio 40kg/m3 49mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.60	0.059	0.039	1.66	40	1050
1.1.M.A22	Lana de vidrio 40kg/m3 66mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.46	0.076	0.037	2.18	40	1050
1.1.M.A22	Lana de vidrio 40kg/m3 81mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.38	0.091	0.037	2.63	40	1050
1.1.M.A22	Lana de vidrio 40kg/m3 97mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.32	0.107	0.036	3.12	40	1050
1.1.M.A22	Lana de vidrio 40kg/m3 112mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.28	0.122	0.036	3.57	40	1050
1.1.M.A22	Lana de vidrio 40kg/m3 128mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.25	0.138	0.035	4.06	40	1050
1.1.M.A23	Lana de vidrio 50kg/m3 32mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.85	0.042	0.040	1.18	50	1050
1.1.M.A23	Lana de vidrio 50kg/m3 47mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.61	0.057	0.038	1.65	50	1050
1.1.M.A23	Lana de vidrio 50kg/m3 64mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.46	0.074	0.036	2.18	50	1050
1.1.M.A23	Lana de vidrio 50kg/m3 79mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.38	0.089	0.035	2.65	50	1050
1.1.M.A23	Lana de vidrio 50kg/m3 94mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.32	0.104	0.035	3.12	50	1050
1.1.M.A23	Lana de vidrio 50kg/m3 109mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.28	0.119	0.035	3.58	50	1050
1.1.M.A23	Lana de vidrio 50kg/m3 124mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.25	0.134	0.034	4.05	50	1050
1.1.M.A24	Lana de vidrio 12kg/m3 44mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.83	0.054	0.051	1.20	12	1050
1.1.M.A24	Lana de vidrio 12kg/m3 66mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.58	0.076	0.048	1.71	12	1050
1.1.M.A24	Lana de vidrio 12kg/m3 86mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.46	0.096	0.047	2.18	12	1050
1.1.M.A24	Lana de vidrio 12kg/m3 106mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.38	0.116	0.046	2.64	12	1050
1.1.M.A24	Lana de vidrio 12kg/m3 126mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.32	0.136	0.046	3.11	12	1050
1.1.M.A24	Lana de vidrio 12kg/m3 146mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.28	0.156	0.045	3.57	12	1050
1.1.M.A25	Lana de vidrio 13,1kg/m3 45mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.83	0.055	0.052	1.20	13.1	1050
1.1.M.A25	Lana de vidrio 13,1kg/m3 66mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.60	0.076	0.049	1.68	13.1	1050
1.1.M.A25	Lana de vidrio 13,1kg/m3 86mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.47	0.096	0.048	2.13	13.1	1050
1.1.M.A25	Lana de vidrio 13,1kg/m3 107mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.38	0.117	0.047	2.61	13.1	1050
1.1.M.A25	Lana de vidrio 13,1kg/m3 128mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.32	0.138	0.047	3.09	13.1	1050
1.1.M.A25	Lana de vidrio 13,1kg/m3 148mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.28	0.158	0.046	3.54	13.1	1050
1.1.M.A25	Lana de vidrio 13,1kg/m3 169mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.25	0.179	0.046	4.02	13.1	1050
1.1.M.A26	Lana de roca a granel 40kg/m3 60mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.84	0.070	0.066	1.20	40	1050
1.1.M.A26	Lana de roca a granel 40kg/m3 87mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.60	0.097	0.064	1.65	40	1050
1.1.M.A26	Lana de roca a granel 40kg/m3 117mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.46	0.127	0.063	2.16	40	1050
1.1.M.A26	Lana de roca a granel 40kg/m3 145mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.38	0.155	0.062	2.64	40	1050
1.1.M.A26	Lana de roca a granel 40kg/m3 173mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.32	0.183	0.062	3.11	40	1050
1.1.M.A26	Lana de roca a granel 40kg/m3 201mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.28	0.211	0.061	3.59	40	1050
1.1.M.A26	Lana de roca a granel 40kg/m3 228mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.25	0.238	0.061	4.04	40	1050
1.1.M.A27	Lana de roca 40kg/m3 42mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.85	0.052	0.050	1.18	40	1050
1.1.M.A27	Lana de roca 40kg/m3 62mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.60	0.072	0.048	1.65	40	1050
1.1.M.A27	Lana de roca 40kg/m3 83mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.46	0.093	0.046	2.15	40	1050
1.1.M.A27	Lana de roca 40kg/m3 103mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.38	0.113	0.045	2.63	40	1050
1.1.M.A27	Lana de roca 40kg/m3 123mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.32	0.133	0.045	3.11	40	1050
1.1.M.A27	Lana de roca 40kg/m3 143mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.28	0.153	0.044	3.58	40	1050
1.1.M.A27	Lana de roca 40kg/m3 162mm (sobre listoneado de cielo) y yeso carton de 10mm	0.25	0.172	0.044	4.04	40	1050
1.1.M.A28	Lana de celulosa exp. proyectada 25,8kg/m3 41mm (sobre plancha de cielo) y yeso carton de 10mm	0.85	0.051	0.049	1.18	25.8	840
1.1.M.A28	Lana de celulosa exp. proyectada 25,8kg/m3 61mm (sobre plancha de cielo) y yeso carton de 10mm	0.60	0.071	0.047	1.67	25.8	840
1.1.M.A28	Lana de celulosa exp. proyectada 25,8kg/m3 80mm (sobre plancha de cielo) y yeso carton de 10mm	0.47	0.090	0.045	2.13	25.8	840
1.1.M.A28	Lana de celulosa exp. proyectada 25,8kg/m3 99mm (sobre plancha de cielo) y yeso carton de 10mm	0.39	0.109	0.044	2.59	25.8	840
1.1.M.A28	Lana de celulosa exp. proyectada 25,8kg/m3 118mm (sobre plancha de cielo) y yeso carton de 10mm	0.33	0.128	0.044	3.06	25.8	840
1.1.M.A28	Lana de celulosa exp. proyectada 25,8kg/m3 138mm (sobre plancha de cielo) y yeso carton de 10mm	0.28	0.147	0.043	3.52	25.8	840
1.1.M.A28	Lana de celulosa exp. proyectada 25,8kg/m3 157mm (sobre plancha de cielo) y yeso carton de 10mm	0.25	0.167	0.043	4.01	25.8	840

1.1.M.A29	Lana de celulosa exp. proyectada 25,8kg/m3 41mm (sobre plancha de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.85	0.051	0.049	1.18	25.8	840
1.1.M.A29	Lana de celulosa exp. proyectada 25,8kg/m3 60mm (sobre plancha de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.61	0.070	0.047	1.64	25.8	840
1.1.M.A29	Lana de celulosa exp. proyectada 25,8kg/m3 79mm (sobre plancha de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.47	0.089	0.045	2.11	25.8	840
1.1.M.A29	Lana de celulosa exp. proyectada 25,8kg/m3 99mm (sobre plancha de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.39	0.109	0.044	2.59	25.8	840
1.1.M.A29	Lana de celulosa exp. proyectada 25,8kg/m3 118mm (sobre plancha de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.33	0.128	0.044	3.06	25.8	840
1.1.M.A29	Lana de celulosa exp. proyectada 25,8kg/m3 137mm (sobre plancha de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.28	0.147	0.043	3.52	25.8	840
1.1.M.A29	Lana de celulosa exp. proyectada 25,8kg/m3 157mm (sobre plancha de cielo) y yeso carton de 12,5mm	0.25	0.167	0.043	4.01	25.8	840
1.1.M.B	Cubiertas planas						
1.1.M.B1	Lana de vidrio 13.1kg/m3 44mm (sobre losa)	0.83	0.144	0.136	1.20	13.1	833
1.1.M.B1	Lana de vidrio 13.1kg/m3 67mm (sobre losa)	0.58	0.167	0.105	1.72	13.1	833
1.1.M.B1	Lana de vidrio 13.1kg/m3 87mm (sobre losa)	0.46	0.187	0.092	2.18	13.1	833
1.1.M.B1	Lana de vidrio 13.1kg/m3 108mm (sobre losa)	0.38	0.208	0.083	2.66	13.1	833
1.1.M.B1	Lana de vidrio 13.1kg/m3 129mm (sobre losa)	0.32	0.229	0.077	3.13	13.1	833
1.1.M.B1	Lana de vidrio 13.1kg/m3 149mm (sobre losa)	0.28	0.249	0.072	3.59	13.1	833
1.1.M.B1	Lana de vidrio 13.1kg/m3 170mm (sobre losa)	0.25	0.270	0.069	4.06	13.1	833
1.1.M.B2	Poliuretano exp. Proyectado 35k/m3 24mm (bajo losa)	0.86	0.124	0.121	1.16	35	1260
1.1.M.B2	Poliuretano exp. Proyectado 35k/m3 35mm (bajo losa)	0.62	0.135	0.092	1.60	35	1260
1.1.M.B2	Poliuretano exp. Proyectado 35k/m3 47mm (bajo losa)	0.48	0.147	0.076	2.08	35	1260
1.1.M.B2	Poliuretano exp. Proyectado 35k/m3 59mm (bajo losa)	0.39	0.159	0.066	2.56	35	1260
1.1.M.B2	Poliuretano exp. Proyectado 35k/m3 71mm (bajo losa)	0.33	0.171	0.059	3.04	35	1260
1.1.M.B2	Poliuretano exp. Proyectado 35k/m3 82mm (bajo losa)	0.29	0.182	0.054	3.48	35	1260
1.1.M.B2	Poliuretano exp. Proyectado 35k/m3 94mm (bajo losa)	0.25	0.194	0.051	3.96	35	1260
1.1.M.B3	Poliuretano exp. Proyectado 40k/m3 24mm (sobre losa)	0.81	0.144	0.131	1.24	40	1260
1.1.M.B3	Poliuretano exp. Proyectado 40k/m3 35mm (sobre losa)	0.60	0.155	0.101	1.68	40	1260
1.1.M.B3	Poliuretano exp. Proyectado 40k/m3 47mm (sobre losa)	0.46	0.167	0.083	2.16	40	1260
1.1.M.B3	Poliuretano exp. Proyectado 40k/m3 59mm (sobre losa)	0.38	0.179	0.072	2.64	40	1260
1.1.M.B3	Poliuretano exp. Proyectado 40k/m3 71mm (sobre losa)	0.32	0.191	0.064	3.12	40	1260
1.1.M.B3	Poliuretano exp. Proyectado 40k/m3 82mm (sobre losa)	0.28	0.202	0.059	3.56	40	1260
1.1.M.B3	Poliuretano exp. Proyectado 40k/m3 94mm (sobre losa)	0.25	0.214	0.055	4.04	40	1260
1.1.M.B4	Lana de celulosa exp. Proyectada 15.8kg/m3 41mm (sobre losa)	0.83	0.141	0.133	1.20	15.8	840
1.1.M.B4	Lana de celulosa exp. Proyectada 15.8kg/m3 60mm (sobre losa)	0.60	0.160	0.105	1.66	15.8	840
1.1.M.B4	Lana de celulosa exp. Proyectada 15.8kg/m3 79mm (sobre losa)	0.47	0.179	0.090	2.13	15.8	840
1.1.M.B4	Lana de celulosa exp. Proyectada 15.8kg/m3 98mm (sobre losa)	0.39	0.198	0.081	2.59	15.8	840
1.1.M.B4	Lana de celulosa exp. Proyectada 15.8kg/m3 118mm (sobre losa)	0.32	0.218	0.074	3.08	15.8	840
1.1.M.B4	Lana de celulosa exp. Proyectada 15.8kg/m3 137mm (sobre losa)	0.28	0.237	0.070	3.54	15.8	840
1.1.M.B4	Lana de celulosa exp. Proyectada 15.8kg/m3 156mm (sobre losa)	0.25	0.256	0.066	4.01	15.8	840

A 2.2 SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN MUROS MINVU

CODIGO MINVU	SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS	Transmitancia Térmica (W/m ² °C)	Espesor (m)	Conductividad Térmica (W/m°C)	Resistencia Térmica (m ² °C/W)	Densidad (kg/m ³)	Calor Específico (J/kgK)
SOLUCIONES GENERICAS							
1.2.G.A	Hormigon armado						
1.2.G.A1	H.A. 130mm	4.00	0.130	1.625	0.25	2400	920
1.2.G.A2	H.A. 260mm	3.00	0.260	1.592	0.33	2400	920
1.2.G.A3	H.A. 100mm c/ rev. Int. Yeso carton 10 mm o enlucido de yeso 20mm	3.74	0.110	1.130	0.27	2400	920
1.2.G.A4	H.A. 200mm c/ rev. Int. Yeso carton 10 mm o enlucido de yeso 20mm	3.00	0.210	1.286	0.33	2400	920
1.2.G.A5	H.A. 100mm c/ aisl. Ext. Poliestireno expandido 10mm	2.11	0.110	0.362	0.47	2400	920
1.2.G.A5	H.A. 100mm c/ aisl. Ext. Poliestireno expandido 15mm	1.68	0.115	0.270	0.60	2400	920
1.2.G.A5	H.A. 100mm c/ aisl. Ext. Poliestireno expandido 20mm	1.40	0.120	0.220	0.71	2400	920
1.2.G.A5	H.A. 100mm c/ aisl. Ext. Poliestireno expandido 30mm	1.04	0.130	0.164	0.96	2400	920
1.2.G.A5	H.A. 100mm c/ aisl. Ext. Poliestireno expandido 60mm	0.59	0.160	0.105	1.69	2400	920
1.2.G.A6	H.A. 200mm c/ aisl. Ext. Poliestireno expandido 10mm	1.87	0.110	0.302	0.53	2400	920
1.2.G.A6	H.A. 200mm c/ aisl. Ext. Poliestireno expandido 15mm	1.52	0.115	0.236	0.66	2400	920
1.2.G.A6	H.A. 200mm c/ aisl. Ext. Poliestireno expandido 30mm	0.98	0.130	0.153	1.02	2400	920
1.2.G.A6	H.A. 200mm c/ aisl. Ext. Poliestireno expandido 60mm	0.57	0.160	0.101	1.75	2400	920
1.2.G.A7	H.A. 100mm c/ aisl. Int. Poliestireno expandido 10mm	2.11	0.110	0.362	0.47	2400	920
1.2.G.A7	H.A. 100mm c/ aisl. Int. Poliestireno expandido 15mm	1.68	0.115	0.270	0.60	2400	920
1.2.G.A7	H.A. 100mm c/ aisl. Int. Poliestireno expandido 20mm	1.20	0.120	0.181	0.83	2400	920
1.2.G.A7	H.A. 100mm c/ aisl. Int. Poliestireno expandido 30mm	1.04	0.130	0.164	0.96	2400	920
1.2.G.A7	H.A. 100mm c/ aisl. Int. Poliestireno expandido 60mm	0.59	0.160	0.105	1.69	2400	920
1.2.G.A8	H.A. 200mm c/ aisl. Int. Poliestireno expandido 10mm	1.87	0.210	0.576	0.53	2400	920
1.2.G.A8	H.A. 200mm c/ aisl. Int. Poliestireno expandido 15mm	1.52	0.215	0.441	0.66	2400	920
1.2.G.A8	H.A. 200mm c/ aisl. Int. Poliestireno expandido 30mm	0.98	0.980	1.152	1.02	2400	920
1.2.G.A8	H.A. 200mm c/ aisl. Int. Poliestireno expandido 60mm	0.57	0.570	0.360	1.75	2400	920
1.2.G.A9	H.A. 100mm c/ aisl. Int. Poliestireno expandido confinado 10mm	2.29	0.110	0.412	0.44	2400	920
1.2.G.A9	H.A. 100mm c/ aisl. Int. Poliestireno expandido confinado 15mm	1.85	0.115	0.310	0.54	2400	920
1.2.G.A9	H.A. 100mm c/ aisl. Int. Poliestireno expandido confinado 20mm	1.55	0.120	0.253	0.65	2400	920
1.2.G.A9	H.A. 100mm c/ aisl. Int. Poliestireno expandido confinado 35mm	1.05	0.135	0.173	0.95	2400	920
1.2.G.A9	H.A. 100mm c/ aisl. Int. Poliestireno expandido confinado 70mm	0.60	0.170	0.114	1.67	2400	920
1.2.G.A10	H.A. 100mm c/ aisl. Ext. Poliestireno expandido confinado 10mm	2.29	0.110	0.412	0.44	2400	920
1.2.G.A10	H.A. 100mm c/ aisl. Ext. Poliestireno expandido confinado 15mm	1.85	0.115	0.310	0.54	2400	920
1.2.G.A10	H.A. 100mm c/ aisl. Ext. Poliestireno expandido confinado 20mm	1.55	0.120	0.253	0.65	2400	920
1.2.G.A10	H.A. 100mm c/ aisl. Ext. Poliestireno expandido confinado 35mm	1.05	0.135	0.173	0.95	2400	920
1.2.G.A10	H.A. 100mm c/ aisl. Ext. Poliestireno expandido confinado 70mm	0.60	0.170	0.114	1.67	2400	920
1.2.G.D	Bloques de cemento						
1.2.G.D1	Bloque de hormigon (190mmX140mm)	3.10	0.140	0.918	0.32	2000	920
1.2.G.D2	Bloque de hormigon (190mmX190mm)	2.80	0.190	1.015	0.36	2000	920
1.2.G.D3	Bloque de hormigon (190mmX140mm) c/ estuco Ext. o Int.	3.00	0.155	0.949	0.33	2000	920
1.2.G.D4	Bloque de hormigon (190mmX140mm) c/ aisl. Ext. Poliestireno expandido 10mm	1.77	0.150	0.380	0.56	2000	920
1.2.G.D4	Bloque de hormigon (190mmX140mm) c/ aisl. Ext. Poliestireno expandido 15mm	1.46	0.155	0.301	0.68	2000	920
1.2.G.D4	Bloque de hormigon (190mmX140mm) c/ aisl. Ext. Poliestireno expandido 25mm	1.08	0.165	0.218	0.93	2000	920
1.2.G.D4	Bloque de hormigon (190mmX140mm) c/ aisl. Ext. Poliestireno expandido 60mm	0.56	0.200	0.124	1.79	2000	920
1.2.G.D5	Bloque de hormigon (190mmX140mm) c/ aisl. Int. Poliestireno expandido 10mm	1.77	0.150	0.380	0.56	2000	920
1.2.G.D5	Bloque de hormigon (190mmX140mm) c/ aisl. Int. Poliestireno expandido 15mm	1.46	0.155	0.301	0.68	2000	920
1.2.G.D5	Bloque de hormigon (190mmX140mm) c/ aisl. Int. Poliestireno expandido 25mm	1.08	0.165	0.218	0.93	2000	920
1.2.G.D5	Bloque de hormigon (190mmX140mm) c/ aisl. Int. Poliestireno expandido 60mm	0.56	0.200	0.124	1.79	2000	920

1.2.G.D6	Bloque de hormigon (190mmX140mm) c/ aisl. Ext. Poliestireno expandido confinado 10mm	1.89	0.150	0.418	0.53	2000	920
1.2.G.D6	Bloque de hormigon (190mmX140mm) c/ aisl. Ext. Poliestireno expandido confinado 15mm	1.58	0.155	0.335	0.63	2000	920
1.2.G.D6	Bloque de hormigon (190mmX140mm) c/ aisl. Ext. Poliestireno expandido confinado 30mm	1.06	0.170	0.220	0.94	2000	920
1.2.G.D6	Bloque de hormigon (190mmX140mm) c/ aisl. Ext. Poliestireno expandido confinado 65mm	0.06	0.205	0.012	16.67	2000	920
1.2.G.D7	Bloque de hormigon (190mmX140mm) c/ aisl. Int. Poliestireno expandido confinado 10mm	1.89	0.150	0.418	0.53	2000	920
1.2.G.D7	Bloque de hormigon (190mmX140mm) c/ aisl. Int. Poliestireno expandido confinado 15mm	1.58	0.155	0.335	0.63	2000	920
1.2.G.D7	Bloque de hormigon (190mmX140mm) c/ aisl. Int. Poliestireno expandido confinado 30mm	1.06	0.170	0.220	0.94	2000	920
1.2.G.D7	Bloque de hormigon (190mmX140mm) c/ aisl. Int. Poliestireno expandido confinado 65mm	0.06	0.205	0.012	16.67	2000	920
SOLUCIONES DE MARCA							
1.2.M.A	Hormigon armado						
1.2.M.A1	Sistema W631-muro H.A. 10cm mas plancha POLYPLAK (yeso carton ST e=10mm) c/ aisl. Int. 10mm	1.94	0.120	0.347	0.52	2400	920
1.2.M.A1	Sistema W631-muro H.A. 10cm mas plancha POLYPLAK (yeso carton ST e=10mm) c/ aisl. Int. 20mm	1.32	0.130	0.221	0.76	2400	920
1.2.M.A1	Sistema W631-muro H.A. 10cm mas plancha POLYPLAK (yeso carton ST e=10mm) c/ aisl. Int. 30mm	1.00	0.140	0.169	1.00	2400	920
1.2.M.A1	Sistema W631-muro H.A. 10cm mas plancha POLYPLAK (yeso carton ST e=10mm) c/ aisl. Int. 60mm	0.57	0.170	0.107	1.75	2400	920
1.2.M.A2	Sistema W631-muro H.A. 10cm mas plancha POLYPLAK (yeso carton RH e=12.5mm) c/ aisl. Int. 10mm	1.91	0.1225	0.346	0.52	2400	920
1.2.M.A2	Sistema W631-muro H.A. 10cm mas plancha POLYPLAK (yeso carton RH e=12.5mm) c/ aisl. Int. 20mm	1.30	0.1325	0.221	0.77	2400	920
1.2.M.A2	Sistema W631-muro H.A. 10cm mas plancha POLYPLAK (yeso carton RH e=12.5mm) c/ aisl. Int. 30mm	1.00	0.1425	0.172	1.00	2400	920
1.2.M.A2	Sistema W631-muro H.A. 10cm mas plancha POLYPLAK (yeso carton RH e=12.5mm) c/ aisl. Int. 60mm	0.57	0.1725	0.109	1.75	2400	920
1.2.M.A3	EIFS Cielpanel H.A. c/ aisl. Int. 30mm	1.05	0.150	0.192	0.95	2400	920
1.2.M.A3	EIFS Cielpanel H.A. c/ aisl. Int. 53mm	0.60	0.175	0.117	1.67	2400	920
1.2.M.A4	Muro H.A. 14cm c/ placa Poligyp c/ aisl. Int. 10mm	1.85	0.160	0.432	0.54	2400	920
1.2.M.A4	Muro H.A. 14cm c/ placa Poligyp c/ aisl. Int. 20mm	1.27	0.170	0.275	0.79	2400	920
1.2.M.A4	Muro H.A. 14cm c/ placa Poligyp c/ aisl. Int. 30mm	0.97	0.180	0.209	1.03	2400	920
1.2.M.A4	Muro H.A. 14cm c/ placa Poligyp c/ aisl. Int. 60mm	0.56	0.210	0.130	1.79	2400	920
1.2.M.A5	Muro H.A. c/ aisl. y siding metalico Villalba 18cm c/ poliestireno expandido 30mm	0.84	0.180	0.176	1.19	2400	920
1.2.M.A6	Muro H.A. c/ aisl. y siding metalico Villalba 19cm	2.50	0.190	0.826	0.40	2400	920
1.2.M.A7	Muro H.A. c/ aisl. y siding metalico Villalba 19cm c/ poliestireno expandido 10mm	0.58	0.190	0.122	1.72	2400	920
1.2.M.A8	Muro H.A. 20cm c/ estructura metalica aisl. Int. Lana mineral 70mm y rev. Glasal 7,5mm	0.69	0.285	0.223	1.45	2400	920
1.2.M.A9	Muro H.A. 20cm c/ estructura metalica aisl. Int. Lana mineral 50mm y rev. Enterplac 10mm	0.73	0.270	0.225	1.37	2400	920
1.2.M.B	Albañilerias						
1.2.M.B1	Ladrillo Titán reforzado hueco (290mmX140mmX71mm)		0.140				
1.2.M.B2	Muro albañilería (29cmX14cmX7,1cm) c/placa Poligyp adherida y aisl. Poliestireno exp. 10mm	1.32	0.160	0.272	0.76		
1.2.M.B2	Muro albañilería (29cmX14cmX7,1cm) c/placa Poligyp adherida y aisl. Poliestireno exp. 20mm	0.99	0.170	0.202	1.01		
1.2.M.B2	Muro albañilería (29cmX14cmX7,1cm) c/placa Poligyp adherida y aisl. Poliestireno exp. 50mm	0.57	0.180	0.114	1.75		
1.2.M.B3	Ladrillo extra Titán reforzado hueco (290mmX140mmX94mm)		0.140				
1.2.M.B4	Ladrillo gran Titán reforzado hueco (290mmX140mmX113mm)		0.140				
1.2.M.B5	EIFS Cielpanel albañilería (290mmX140mmX71mm) c/ aisl. Poliestireno exp. 30mm	0.85	0.190	0.189	1.18	1000	750
1.2.M.B5	EIFS Cielpanel albañilería (290mmX140mmX71mm) c/ aisl. Poliestireno exp. 53mm	0.58	0.213	0.137	1.72	1000	750
1.2.M.B6.1	Ladrillo hecho a maquina "Santiago 7"	2.10	0.140	0.457	0.48	1000	750
1.2.M.B6.2	Ladrillo hecho a maquina "Santiago 7" c/ enlucido de yeso en una cara e=1,5cm	1.93	0.155	0.445	0.52	1000	750
1.2.M.B6.3	Ladrillo hecho a maquina "Santiago 7" c/ estuco normal e=2cm y enlucido de yeso e=1,5cm	1.87	0.175	0.480	0.53	1000	750
1.2.M.B6.4	Ladrillo hecho a maquina "Santiago 7" c/ estuco termino en una cara e=1cm	1.91	0.150	0.424	0.52	1000	750
1.2.M.B6.5	Ladrillo hecho a maquina "Santiago 7" c/ estuco termino en ambas caras e=1cm	1.75	0.160	0.399	0.57	1000	750
1.2.M.B7.1	Ladrillo hecho a maquina "Santiago 9" c/ enlucido de yeso en una cara e=1,5cm	1.84	0.155	0.415	0.54	1000	750
1.2.M.B7.2	Ladrillo hecho a maquina "Santiago 9" c/ estuco normal e=2cm y enlucido de yeso e=1,5cm	1.78	0.175	0.447	0.56	1000	750
1.2.M.B7.3	Ladrillo hecho a maquina "Santiago 9" c/ estuco normal en ambas caras e=2cm	1.87	0.180	0.493	0.53	1000	750
1.2.M.B7.4	Ladrillo hecho a maquina "Santiago 9" c/ estuco termino en una cara e=1cm	1.82	0.150	0.395	0.55	1000	750
1.2.M.B7.5	Ladrillo hecho a maquina "Santiago 9" c/ estuco termino en ambas caras e=1cm	1.68	0.160	0.376	0.60	1000	750
1.2.M.B8.1	Ladrillo hecho a maquina "Santiago Te 7"	1.90	0.154	0.432	0.53	1000	750
1.2.M.B8.2	Ladrillo hecho a maquina "Santiago Te 7" c/ estuco normal e=2cm y enlucido de yeso e=1,5cm	1.69	0.189	0.448	0.59	1000	750
1.2.M.B8.3	Ladrillo hecho a maquina "Santiago Te 7" c/ estuco termino en una cara e=1cm	1.70	0.164	0.392	0.59	1000	750
1.2.M.B8.4	Ladrillo hecho a maquina "Santiago Te 7" c/ estuco termino en ambas caras e=1cm	1.60	0.174	0.382	0.63	1000	750

1.2.M.B9.1	Ladrillo hecho a maquina "Santiago Te 9"	1.70	0.154	0.368	0.59	1000	750
1.2.M.B9.2	Ladrillo hecho a maquina "Santiago Te 9" c/ enlucido de yeso en una cara e=1,5cm	1.58	0.169	0.365	0.63	1000	750
1.2.M.B9.3	Ladrillo hecho a maquina "Santiago Te 9" c/ estuco normal e=2cm y enlucido de yeso e=1,5cm	1.54	0.189	0.394	0.65	1000	750
1.2.M.B9.4	Ladrillo hecho a maquina "Santiago Te 9" c/ estuco normal en ambas caras e=2cm	1.60	0.194	0.426	0.63	1000	750
1.2.M.B9.5	Ladrillo hecho a maquina "Santiago Te 9" c/ estuco termino en una cara e=1cm	1.57	0.164	0.351	0.64	1000	750
1.2.M.B9.6	Ladrillo hecho a maquina "Santiago Te 9" c/ estuco termino en ambas caras e=1cm	1.46	0.174	0.338	0.68	1000	750
1.2.M.C	Tabiques						
1.2.M.C1	EIFS Cielpanel Drywall c/ aisl. Poliestireno expandido 30mm	0.85	0.164	0.163	1.18	900	1200
1.2.M.C1	EIFS Cielpanel Drywall c/ aisl. Poliestireno expandido 53mm	0.58	0.187	0.120	1.72	900	1200
1.2.M.C2	Muro tab. perimetral est. metalica c/ aisl. Poliestireno exp. (c/ yeso carton 15mm y OSB 9.5mm)	0.73	0.085	0.071	1.37	900	1200
1.2.M.C3	Muro tab. perimetral est. metalica c/ aisl. Poliestireno exp. (c/ yeso carton RF 12,5mm y OSB 9.5mm)	0.73	0.082	0.068	1.37	900	1200
1.2.M.C4	Muro tab. perimetral est. metalica c/ aisl. Poliestireno exp. (c/ yeso carton 15mm y Fibroce. 5mm)	0.77	0.080	0.071	1.30	900	1200
1.2.M.C5	Muro tab. perimetral est. madera c/ aisl. Poliestireno exp. (c/ yeso carton 10mm y Fibroce. 5mm)	0.76	0.090	0.079	1.32	900	1200
1.2.M.C6	Muro tab. perimetral est. madera c/ aisl. Poliestireno exp. (c/ yeso carton 10mm y Fibroce. 5mm)	0.77	0.085	0.075	1.30	900	1200
1.2.M.C7	Muro tab. perimetral est. madera c/ aisl. Poliestireno exp. (c/ yeso carton 15mm y Fibroce. 5mm)	0.72	0.085	0.070	1.39	900	1200
1.2.M.C8	Muro tab. perimetral est. madera c/ aisl. Poliestireno exp. (c/ yeso carton RF 12,5mm y Fibroce. 5mm)	0.73	0.083	0.069	1.37	900	1200
1.2.M.C9	Muro tab. perimetral est. madera c/ aisl. Poliestireno exp. (c/ OSB 9,5mm y Fibroce. 6mm)	0.73	0.081	0.068	1.37	900	1200
1.2.M.C10.1	Tab. Montantes metalicos c/ yeso carton, aisl., fibroce. y siding metalico Villalba 7,9cm	0.90	0.079	0.084	1.11	900	1050
1.2.M.C10.2	Tab. Montantes metalicos c/ yeso carton, aisl., fibroce. y siding metalico Villalba 11,1cm	0.61	0.111	0.076	1.64	900	1050
1.2.M.C11.1	Tab. Montantes metalicos c/ yeso carton, aisl., OSB y siding metalico Villalba 8,45cm	0.76	0.0845	0.074	1.32	900	1050
1.2.M.C11.2	Tab. Montantes metalicos c/ yeso carton, aisl., OSB y siding metalico Villalba 11,45cm	0.57	0.1145	0.072	1.75	900	1050
1.2.M.C11.3	Tab. Montantes metalicos c/ yeso carton, aisl., OSB y siding metalico Villalba 12,5cm	0.61	0.125	0.085	1.64	900	1050
1.2.M.C12.1	Tab. Montantes madera c/ yeso carton, aisl., OSB y siding metalico Villalba 9,95cm	0.67	0.0995	0.075	1.49	900	1050
1.2.M.C12.2	Tab. Montantes madera c/ yeso carton, aisl., OSB y siding metalico Villalba 12,45cm	0.46	0.1245	0.062	2.17	900	1050
1.2.M.C12.3	Tab. Montantes madera c/ yeso carton, aisl., OSB y siding metalico Villalba 13,95cm	0.45	0.1395	0.068	2.22	900	1050
1.2.M.C13.1	Tab. Montantes madera c/ yeso carton, aisl., fibroce. y siding metalico Villalba 11,1cm	0.48	0.111	0.058	2.08	900	1050
1.2.M.C13.2	Tab. Montantes madera c/ yeso carton, aisl., fibroce. y siding metalico Villalba 9,4cm	0.70	0.094	0.075	1.43	900	1050
1.2.M.C14	Muro tab. perimetral est. metalica c/ aisl. Lana mineral y rev. Promatect H	0.46	0.134	0.067	2.17	900	840
1.2.M.C15	Muro tab. perimetral est. metalica c/ aisl. Lana mineral y rev. Permanit 15mm	0.70	0.120	0.095	1.43	900	840
1.2.M.C16	Muro tab. perimetral est. madera c/ aisl. Lana mineral y rev. Permanit 6mm	0.67	0.091	0.069	1.49	900	840
1.2.M.C17	Muro tab. perimetral est. metalica c/ aisl. Lana mineral (Ext. Permanit 8mm y int. Yeso carton 15mm)	0.99	0.051	0.061	1.01	900	840
1.2.M.C18	Muro tab. perimetral est. metalica c/ aisl. Lana mineral (Ext. Permanit 8mm y int. Permanit 8mm)	0.75	0.106	0.091	1.33	900	840
1.2.M.C19	Muro tab. perimetral est. metalica c/ aisl. Lana mineral (Ext. Promatect H 12mm y int. Promatect H 12mm)	0.81	0.104	0.098	1.23	900	840
1.2.M.C20	Muro tab. perimetral est. madera c/ aisl. Lana mineral (Ext. Permanit 6mm y int. Yeso carton 12mm)	0.68	0.550	0.423	1.47	900	840
1.2.M.C21	Muro tab. perimetral est. madera c/ aisl. Lana mineral (Ext. Permanit 4mm y int. Yeso carton 10mm)	0.72	0.085	0.070	1.39	900	840
1.2.M.C22	Muro tab. perimetral est. madera c/ aisl. Lana mineral (Ext. Permanit 8mm y int. Permanit 8mm)	0.64	0.086	0.062	1.56	900	840
1.2.M.E	Hormigon Celular						
1.2.M.E1.1	Hormigon celular autoclavado Hebel (Termoblock) 15cm	0.90	0.150	0.159	1.11	305	1360
1.2.M.E1.2	Hormigon celular autoclavado Hebel (Termoblock) 15cm	0.90	0.150	0.159	1.11	305	1360
1.2.M.E2.1	Hormigon celular autoclavado Hebel (Termoblock) 17,5cm	0.79	0.175	0.160	1.27	305	1360
1.2.M.E2.2	Hormigon celular autoclavado Hebel (Termoblock) 17,5cm	0.79	0.175	0.160	1.27	305	1360
1.2.M.E3.1	Hormigon celular autoclavado Hebel (Termoblock) 20cm	0.70	0.200	0.159	1.43	305	1360
1.2.M.E3.2	Hormigon celular autoclavado Hebel (Termoblock) 20cm	0.70	0.200	0.159	1.43	305	1360
1.2.M.E4.1	Hormigon celular autoclavado Hebel (Termoblock) 22,5cm	0.63	0.225	0.159	1.59	305	1360
1.2.M.E4.2	Hormigon celular autoclavado Hebel (Termoblock) 22,5cm	0.63	0.225	0.159	1.59	305	1360
1.2.M.E5.1	Hormigon celular autoclavado Hebel (Termoblock) 25cm	0.57	0.250	0.158	1.75	305	1360
1.2.M.E5.2	Hormigon celular autoclavado Hebel (Termoblock) 25cm	0.57	0.250	0.158	1.75	305	1360

A 2.3 SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO EN PISOS VENTILADOS MINVU

CODIGO MINVU	SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS	Transmitancia Térmica (W/m ² °C)	Espesor (m)	Conductividad Térmica (W/m°C)	Resistencia Térmica (m ² °C/W)	Densidad (kg/m ³)	Calor Específico (J/kgK)
	SOLUCIONES DE MARCA						
1.3.M.A.	Hormigon armado						
1.3.M.A.1	Panel losa nervada Monoplac	0.46	0.190	0.095	2.17	2400	920

A 2.4 AISLANTES CIELO LISTADO OFICIAL DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO MINVU

CÓDIGO	AISLANTES TÉRMICOS CIELO	Densidad (kg/m ³)	Conductividad Térmica (W/mK)	Calor específico (J/kgK)	Espesor (m)	Transmitancia Térmica (W/m ² k)	Resistencia Térmica (m ² K/W)
2.1.M.1	Lana de vidrio OWENS CORNING						
2.1.M.1.1	FIBERGLASS (colchonetas)	13	0.044	840	0.050	0.78	1.14
		13	0.044	840	0.063	0.64	1.43
		13	0.044	840	0.089	0.46	2.02
		13	0.044	840	0.113	0.37	2.57
		13	0.044	840	0.126	0.33	2.86
		13	0.044	840	0.152	0.28	3.45
		13	0.044	840	0.178	0.24	4.05
2.1.M.2	Lana de vidrio aislante VOLCAN S.A.						
2.1.M.2.1	AISLANGLASS (paneles)	10	0.046	840	0.050	0.82	1.09
		10	0.046	840	0.070	0.60	1.52
		10	0.046	840	0.090	0.48	1.96
		10	0.046	840	0.110	0.40	2.39
		10	0.046	840	0.130	0.34	2.83
		10	0.046	840	0.150	0.29	3.26
		10	0.046	840	0.170	0.26	3.70
2.1.M.2.2	AISLANGLASS (paneles)	12	0.043	840	0.040	0.93	0.93
		12	0.043	840	0.060	0.65	1.40
		12	0.043	840	0.080	0.50	1.86
		12	0.043	840	0.100	0.41	2.33
		12	0.043	840	0.120	0.34	2.79
		12	0.043	840	0.140	0.29	3.26
		12	0.043	840	0.160	0.26	3.72
2.1.M.2.3	AISLANGLASS (paneles)	12.5	0.042	840	0.040	0.92	0.95
		12.5	0.042	840	0.060	0.64	1.43
		12.5	0.042	840	0.080	0.49	1.90
		12.5	0.042	840	0.100	0.40	2.38
		12.5	0.042	840	0.120	0.33	2.86
		12.5	0.042	840	0.140	0.29	3.33
		12.5	0.042	840	0.160	0.25	3.81
2.1.M.2.4	AISLANGLASS (paneles)	13	0.042	840	0.040	0.92	0.95
		13	0.042	840	0.060	0.64	1.43
		13	0.042	840	0.080	0.49	1.90
		13	0.042	840	0.100	0.40	2.38
		13	0.042	840	0.120	0.33	2.86
		13	0.042	840	0.140	0.29	3.33
		13	0.042	840	0.160	0.25	3.81

2.1.M.2.5	AISLANGLASS (paneles)	13.5	0.042	840	0.040	0.92	0.95
		13.5	0.042	840	0.060	0.64	1.43
		13.5	0.042	840	0.080	0.49	1.90
		13.5	0.042	840	0.100	0.40	2.38
		13.5	0.042	840	0.120	0.33	2.86
		13.5	0.042	840	0.140	0.29	3.33
		13.5	0.042	840	0.160	0.25	3.81
2.1.M.2.6	AISLANGLASS (paneles)	14	0.041	840	0.040	0.90	0.98
		14	0.041	840	0.060	0.62	1.46
		14	0.041	840	0.080	0.48	1.95
		14	0.041	840	0.100	0.39	2.44
		14	0.041	840	0.120	0.33	2.93
		14	0.041	840	0.140	0.28	3.41
		14	0.041	840	0.160	0.25	3.90
2.1.M.2.7	AISLANGLASS (paneles)	16	0.039	840	0.040	0.86	1.03
		16	0.039	840	0.060	0.60	1.54
		16	0.039	840	0.080	0.46	2.05
		16	0.039	840	0.100	0.37	2.56
		16	0.039	840	0.120	0.31	3.08
		16	0.039	840	0.140	0.27	3.59
		16	0.039	840	0.150	0.25	3.85
2.1.M.2.8	AISLANGLASS (paneles)	18	0.038	840	0.040	0.84	1.05
		18	0.038	840	0.060	0.58	1.58
		18	0.038	840	0.080	0.45	2.11
		18	0.038	840	0.100	0.36	2.63
		18	0.038	840	0.120	0.30	3.16
		18	0.038	840	0.140	0.26	3.68
		18	0.038	840	0.150	0.24	3.95
2.1.M.2.9	AISLANGLASS (paneles)	20	0.037	840	0.040	0.82	1.08
		20	0.037	840	0.060	0.57	1.62
		20	0.037	840	0.080	0.43	2.16
		20	0.037	840	0.100	0.35	2.70
		20	0.037	840	0.110	0.32	2.97
		20	0.037	840	0.130	0.27	3.51
		20	0.037	840	0.150	0.24	4.05
2.1.M.2.10	AISLANGLASS (paneles)	30	0.034	840	0.040	0.76	1.18
		30	0.034	840	0.060	0.53	1.76
		30	0.034	840	0.070	0.45	2.06
		30	0.034	840	0.090	0.36	2.65
		30	0.034	840	0.100	0.32	2.94
		30	0.034	840	0.120	0.27	3.53
		30	0.034	840	0.130	0.25	3.82

2.1.M.2.11	AISLANGLASS (paneles)	40	0.033	840	0.040	0.74	1.21
		40	0.033	840	0.050	0.60	1.52
		40	0.033	840	0.070	0.44	2.12
		40	0.033	840	0.090	0.35	2.73
		40	0.033	840	0.100	0.32	3.03
		40	0.033	840	0.120	0.26	3.64
		40	0.033	840	0.130	0.25	3.94
2.1.M.2.12	AISLANGLASS (paneles)	50	0.032	840	0.030	0.93	0.94
		50	0.032	840	0.050	0.59	1.56
		50	0.032	840	0.071	0.42	2.22
		50	0.032	840	0.080	0.38	2.50
		50	0.032	840	0.100	0.31	3.13
		50	0.032	840	0.110	0.28	3.44
		50	0.032	840	0.130	0.24	4.06
2.1.M.2.13	AISLANGLASS (granulado)	12	0.063	840	0.070	0.80	1.11
		12	0.063	840	0.100	0.58	1.59
		12	0.063	840	0.130	0.45	2.06
		12	0.063	840	0.160	0.37	2.54
		12	0.063	840	0.190	0.32	3.02
		12	0.063	840	0.220	0.28	3.49
		12	0.063	840	0.250	0.24	3.97
2.1.M.3 Lana de roca compañía industrial EL VOLCAN S.A.							
2.1.M.3.1	AISLANROCK (colchonetas)	40	0.042	1050	0.040	0.92	0.95
		40	0.042	1050	0.060	0.64	1.43
		40	0.042	1050	0.080	0.49	1.90
		40	0.042	1050	0.100	0.40	2.38
		40	0.042	1050	0.120	0.33	2.86
		40	0.042	1050	0.140	0.29	3.33
		40	0.042	1050	0.160	0.25	3.81
2.1.M.3.2	AISLANROCK (granulado)	40	0.059	1050	0.060	0.86	1.02
		40	0.059	1050	0.090	0.60	1.53
		40	0.059	1050	0.120	0.46	2.03
		40	0.059	1050	0.140	0.40	2.37
		40	0.059	1050	0.170	0.33	2.88
		40	0.059	1050	0.200	0.28	3.39
		40	0.059	1050	0.230	0.25	3.90

2.1.M.4		Lana mineral SOUYET S.A.					
2.1.M.4.1	THERMOROLL (colchonetas)	80	0.04	840	0.040	0.88	1.00
		80	0.04	840	0.060	0.61	1.50
		80	0.04	840	0.080	0.47	2.00
		80	0.04	840	0.100	0.38	2.50
		80	0.04	840	0.120	0.32	3.00
		80	0.04	840	0.140	0.27	3.50
		80	0.04	840	0.150	0.26	3.75
2.1.M.5		Poliestireno expandido AISLANTES NACIONALES S.A.					
2.1.M.5.1	TERMOPOL (planchas)	10	0.043	1200	0.040	0.93	0.93
		10	0.043	1200	0.060	0.65	1.40
		10	0.043	1200	0.080	0.50	1.86
		10	0.043	1200	0.100	0.41	2.33
		10	0.043	1200	0.120	0.34	2.79
		10	0.043	1200	0.140	0.29	3.26
		10	0.043	1200	0.160	0.26	3.72
2.1.M.6		Poliestireno expandido AISLAPANEL S.A.					
2.1.M.6.1	AISLAPLUS (planchas)	10	0.043	1200	0.040	0.93	0.93
		10	0.043	1200	0.060	0.65	1.40
		10	0.043	1200	0.080	0.50	1.86
		10	0.043	1200	0.100	0.41	2.33
		10	0.043	1200	0.120	0.34	2.79
		10	0.043	1200	0.140	0.29	3.26
		10	0.043	1200	0.160	0.26	3.72
2.1.M.6.2	AISLAPLUS (planchas)	15	0.043	1200	0.040	0.93	0.93
		15	0.043	1200	0.060	0.65	1.40
		15	0.043	1200	0.080	0.50	1.86
		15	0.043	1200	0.100	0.41	2.33
		15	0.043	1200	0.120	0.34	2.79
		15	0.043	1200	0.140	0.29	3.26
		15	0.043	1200	0.160	0.26	3.72
2.1.M.6.3	AISLAPLUS (planchas)	20	0.043	1200	0.040	0.93	0.93
		20	0.043	1200	0.060	0.65	1.40
		20	0.043	1200	0.080	0.50	1.86
		20	0.043	1200	0.100	0.41	2.33
		20	0.043	1200	0.120	0.34	2.79
		20	0.043	1200	0.140	0.29	3.26
		20	0.043	1200	0.160	0.26	3.72

2.1.M.7		Poliestireno expandido BASF CHILE S.A.					
2.1.M.7.1	AISLAPOL (planchas)	10	0.043	1200	0.040	0.93	0.93
		10	0.043	1200	0.060	0.65	1.40
		10	0.043	1200	0.080	0.50	1.86
		10	0.043	1200	0.100	0.41	2.33
		10	0.043	1200	0.120	0.34	2.79
		10	0.043	1200	0.140	0.29	3.26
		10	0.043	1200	0.160	0.26	3.72
2.1.M.7.2	AISLAPOL (planchas)	15	0.043	1200	0.040	0.93	0.93
		15	0.043	1200	0.060	0.65	1.40
		15	0.043	1200	0.080	0.50	1.86
		15	0.043	1200	0.100	0.41	2.33
		15	0.043	1200	0.120	0.34	2.79
		15	0.043	1200	0.140	0.29	3.26
		15	0.043	1200	0.160	0.26	3.72
2.1.M.7.3	AISLAPOL (planchas)	20	0.043	1200	0.040	0.93	0.93
		20	0.043	1200	0.060	0.65	1.40
		20	0.043	1200	0.080	0.50	1.86
		20	0.043	1200	0.100	0.41	2.33
		20	0.043	1200	0.120	0.34	2.79
		20	0.043	1200	0.140	0.29	3.26
		20	0.043	1200	0.160	0.26	3.72
2.1.M.8		Poliestireno expandido ENVASES TERMOAISLANTES S.A.					
2.1.M.8.1	ETSAPOL (planchas)	10	0.043	1200	0.040	0.93	0.93
		10	0.043	1200	0.060	0.65	1.40
		10	0.043	1200	0.080	0.50	1.86
		10	0.043	1200	0.100	0.41	2.33
		10	0.043	1200	0.120	0.34	2.79
		10	0.043	1200	0.140	0.29	3.26
		10	0.043	1200	0.160	0.26	3.72
2.1.M.8.2	ETSAPOL (planchas)	15	0.043	1200	0.040	0.93	0.93
		15	0.043	1200	0.060	0.65	1.40
		15	0.043	1200	0.080	0.50	1.86
		15	0.043	1200	0.100	0.41	2.33
		15	0.043	1200	0.120	0.34	2.79
		15	0.043	1200	0.140	0.29	3.26
		15	0.043	1200	0.160	0.26	3.72

2.1.M.8.3	ETSAPOL (planchas)	20	0.043	1200	0.040	0.93	0.93
		20	0.043	1200	0.060	0.65	1.40
		20	0.043	1200	0.080	0.50	1.86
		20	0.043	1200	0.100	0.41	2.33
		20	0.043	1200	0.120	0.34	2.79
		20	0.043	1200	0.140	0.29	3.26
		20	0.043	1200	0.160	0.26	3.72
2.1.M.9	Poliestireno expandido NOVA CHEMICALS CHILE LTDA.						
2.1.M.9.1	ISOPAK (planchas)	10	0.043	1200	0.040	0.93	0.93
		10	0.043	1200	0.060	0.65	1.40
		10	0.043	1200	0.080	0.50	1.86
		10	0.043	1200	0.100	0.41	2.33
		10	0.043	1200	0.120	0.34	2.79
		10	0.043	1200	0.140	0.29	3.26
		10	0.043	1200	0.160	0.26	3.72
2.1.M.10	Fibras de poliester NAPAS Y FIELTROS INDUSTRIALES S.A.						
2.1.M.10.1	MAXITHERM (rollos)	8.8	0.066	1050	0.062	0.93	0.94
		8.8	0.066	1050	0.093	0.65	1.41
		8.8	0.066	1050	0.124	0.50	1.88
		8.8	0.066	1050	0.155	0.40	2.35
		8.8	0.066	1050	0.186	0.34	2.82
		8.8	0.066	1050	0.217	0.29	3.29
		8.8	0.066	1050	0.248	0.26	3.76
2.1.M.10.2	MAXITHERM (rollos)	5.8	0.069	1050	0.065	0.92	0.94
		5.8	0.069	1050	0.097	0.65	1.41
		5.8	0.069	1050	0.130	0.49	1.88
		5.8	0.069	1050	0.162	0.40	2.35
		5.8	0.069	1050	0.195	0.34	2.83
		5.8	0.069	1050	0.227	0.29	3.29
		5.8	0.069	1050	0.259	0.26	3.75
2.1.M.11	Fibras de poliester FISIRA S.A.						
2.1.M.11.1	FISITERM ESTANDAR (rollos)	6.1	0.063	1050	0.060	0.92	0.95
		6.1	0.063	1050	0.090	0.64	1.43
		6.1	0.063	1050	0.120	0.49	1.90
		6.1	0.063	1050	0.150	0.40	2.38
		6.1	0.063	1050	0.180	0.33	2.86
		6.1	0.063	1050	0.210	0.29	3.33
		6.1	0.063	1050	0.240	0.25	3.81

2.1.M.11.2	FISITERM ESTANDAR (rollos)	7.5	0.06	1050	0.570	0.10	9.50
		7.5	0.06	1050	0.850	0.07	14.17
		7.5	0.06	1050	0.114	0.49	1.90
		7.5	0.06	1050	0.142	0.40	2.37
		7.5	0.06	1050	0.170	0.34	2.83
		7.5	0.06	1050	0.199	0.29	3.32
		7.5	0.06	1050	0.228	0.25	3.80
2.1.M.12	Espuma rigida de poliuretano OXIQUM S.A.						
2.1.M.12.1	SINOXOL S-2001	30	0.028	1260	0.026	0.94	0.93
		30	0.028	1260	0.039	0.65	1.39
		30	0.028	1260	0.053	0.49	1.89
		30	0.028	1260	0.066	0.40	2.36
		30	0.028	1260	0.079	0.34	2.82
		30	0.028	1260	0.092	0.29	3.29
		30	0.028	1260	0.105	0.26	3.75
2.1.M.12.2	SINOXOL S-2002	31.7	0.026	1260	0.024	0.94	0.92
		31.7	0.026	1260	0.037	0.64	1.42
		31.7	0.026	1260	0.049	0.49	1.88
		31.7	0.026	1260	0.061	0.40	2.35
		31.7	0.026	1260	0.073	0.34	2.81
		31.7	0.026	1260	0.085	0.29	3.27
		31.7	0.026	1260	0.098	0.26	3.77
2.1.M.12.3	SINOXOL S-2003	33.7	0.025	1260	0.024	0.91	0.96
		33.7	0.025	1260	0.035	0.65	1.40
		33.7	0.025	1260	0.047	0.50	1.88
		33.7	0.025	1260	0.059	0.40	2.36
		33.7	0.025	1260	0.071	0.34	2.84
		33.7	0.025	1260	0.082	0.29	3.28
		33.7	0.025	1260	0.094	0.26	3.76
2.1.M.13	Espuma rigida de poliuretano BAYER S.A.						
2.1.M.13.1	BAYMER 4518 AD	32.1	0.025	1260	0.024	0.91	0.96
		32.1	0.025	1260	0.035	0.65	1.40
		32.1	0.025	1260	0.047	0.50	1.88
		32.1	0.025	1260	0.059	0.40	2.36
		32.1	0.025	1260	0.071	0.34	2.84
		32.1	0.025	1260	0.082	0.29	3.28
		32.1	0.025	1260	0.094	0.26	3.76

2.1.M.13.2	BAYMER 4518 EC	31.6	0.026	1260	0.024	0.94	0.92
		31.6	0.026	1260	0.037	0.64	1.42
		31.6	0.026	1260	0.049	0.49	1.88
		31.6	0.026	1260	0.061	0.40	2.35
		31.6	0.026	1260	0.073	0.34	2.81
		31.6	0.026	1260	0.085	0.29	3.27
		31.6	0.026	1260	0.098	0.26	3.77
2.1.M.14	Lana de celulosa CELESTRON LTDA.						
2.1.M.14.1	TERMO-STOP	28.8	0.041	1200	0.040	0.90	0.98
		28.8	0.041	1200	0.060	0.62	1.46
		28.8	0.041	1200	0.080	0.48	1.95
		28.8	0.041	1200	0.100	0.39	2.44
		28.8	0.041	1200	0.120	0.33	2.93
		28.8	0.041	1200	0.135	0.29	3.29
		28.8	0.041	1200	0.155	0.26	3.78
2.1.M.15	Lana de celulosa BECTON S.A.						
2.1.M.15.1	TERM HOGAR	25.8	0.045	1200	0.042	0.93	0.93
		25.8	0.045	1200	0.063	0.65	1.40
		25.8	0.045	1200	0.085	0.49	1.89
		25.8	0.045	1200	0.106	0.40	2.36
		25.8	0.045	1200	0.127	0.34	2.82
		25.8	0.045	1200	0.148	0.29	3.29
		25.8	0.045	1200	0.169	0.26	3.76
2.1.M.16	Lana de celulosa ACCURATEK LTDA.						
2.1.M.16.1	CELBAR LOOSE FILL	22.8	0.042	1200	0.040	0.92	0.95
		22.8	0.042	1200	0.060	0.64	1.43
		22.8	0.042	1200	0.079	0.49	1.88
		22.8	0.042	1200	0.099	0.40	2.36
		22.8	0.042	1200	0.119	0.34	2.83
		22.8	0.042	1200	0.139	0.29	3.31
		22.8	0.042	1200	0.158	0.26	3.76

A 2.5 AISLANTES MURO LISTADO OFICIAL DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO MINVU

CÓDIGO	AISLANTES TÉRMICOS MUROS	Densidad (kg/m ³)	Conductividad térmica (W/mK)	Calor específico (J/kgK)	Espesor (m)	Transmitancia térmica (W/m ² k)	Resistencia Térmica (m ² k/W)
2.2.M.1	Poliestireno Expandido AISLAPLUS						
2.2.M.1.1	Poliestireno expandido Aislaplus de 10kg/m ³	10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200			
		10	0.043	1200	0.035	1.05	0.81
2.2.M.2	Poliestireno expandido ETSA						
2.2.M.2.1	Poliestireno expandido ETSA de 10kg/m ³	10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200			
		10	0.043	1200	0.035	1.05	0.81
2.2.M.3	Poliestireno expandido AISLAPOL						
2.2.M.3.1	Poliestireno expandido AISLAPOL de 10kg/m ³	10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200			
		10	0.043	1200	0.035	1.05	0.81
2.1.M.4	Poliestireno expandido ISOPACK						
2.1.M.4.1	Poliestireno expandido ISOPACK de 10kg/m ³	10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
			0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200			
		10	0.043	1200	0.035	1.05	0.81
2.2.M.5	Poliestireno Expandido AISLAPLUS						
2.2.M.5.1	Poliestireno expandido Aislaplus de 15kg/m ³	15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.035	1.05	0.81
		15	0.043	1200	0.065	0.61	1.51

2.2.M.6	Poliestireno expandido ETSA						
2.2.M.6.1	Poliestireno expandido ETSA de 15kg/m ³	15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.035	1.05	0.81
		15	0.043	1200	0.065	0.61	1.51
2.2.M.7	Poliestireno expandido AISLAPOL						
2.2.M.7.1	Poliestireno expandido AISLAPOL de 15kg/m ³	15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.035	1.05	0.81
		15	0.043	1200	0.065	0.61	1.51
2.1.M.8	Poliestireno expandido ISOPACK						
2.1.M.8.1	Poliestireno expandido ISOPACK de 15kg/m ³	15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.035	1.05	0.81
		15	0.043	1200	0.065	0.61	1.51
2.2.M.9	Poliestireno Expandido AISLAPLUS						
2.2.M.9.1	Poliestireno expandido Aislaplus de 20kg/m ³	20	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		20	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		20	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		20	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		20	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		20	0.043	1200	0.035	1.05	0.81
		20	0.043	1200	0.065	0.61	1.51
2.2.M.10	Poliestireno expandido ETSA						
2.2.M.10.1	Poliestireno expandido ETSA de 20kg/m ³	20	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		20	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		20	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		20	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		20	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		20	0.043	1200	0.035	1.05	0.81
		20	0.043	1200	0.065	0.61	1.51

2.2.M.11		Poliestireno expandido AISLAPOL					
2.2.M.11.1	Poliestireno expandido AISLAPOL de 20kg/m ³	20	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		20	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		20	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		20	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		20	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		20	0.043	1200	0.035	1.05	0.81
		20	0.043	1200	0.065	0.61	1.51
2.1.M.12		Poliestireno expandido ISOPACK					
2.1.M.12.1	Poliestireno expandido ISOPACK de 20kg/m ³	20	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		20	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		20	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		20	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		20	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		20	0.043	1200	0.035	1.05	0.81
		20	0.043	1200	0.065	0.61	1.51

A 2.6 AISLANTES PISO VENTILADO LISTADO OFICIAL DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO MINVU

CÓDIGO	AISLANTES TÉRMICOS PISOS VENTILADOS	Densidad (kg/m ³)	Conductividad térmica (W/mK)	Calor específico (J/kgK)	Espesor (m)	Transmitancia térmica (W/m ² k)	Resistencia térmica (W/m ² k)
2.3.M.1 Poliestireno Expandido AISLAPLUS							
2.3.M.1.1	Poliestireno expandido Aislaplus de 10kg/m ³	10	0.043	1200	0.020	1.46	0.47
		10	0.043	1200	0.045	0.84	1.05
		10	0.043	1200	0.055	0.70	1.28
		10	0.043	1200	0.065	0.61	1.51
		10	0.043	1200	0.080	0.50	1.86
		10	0.043	1200	0.105	0.39	2.44
		10	0.043	1200	0.130	0.32	3.02
2.3.M.2 Poliestireno expandido ETSA							
2.3.M.2.1	Poliestireno expandido ETSA de 10kg/m ³	10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200	0.045	0.84	1.05
		10	0.043	1200	0.055	0.70	1.28
		10	0.043	1200	0.065	0.61	1.51
		10	0.043	1200	0.080	0.50	1.86
		10	0.043	1200	0.105	0.39	2.44
		10	0.043	1200	0.130	0.32	3.02
2.3.M.3 Poliestireno expandido AISLAPOL							
2.3.M.3.1	Poliestireno expandido AISLAPOL de 10kg/m ³	10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200	0.045	0.84	1.05
		10	0.043	1200	0.055	0.70	1.28
		10	0.043	1200	0.065	0.61	1.51
		10	0.043	1200	0.080	0.50	1.86
		10	0.043	1200	0.105	0.39	2.44
		10	0.043	1200	0.130	0.32	3.02
2.3.M.4 Poliestireno expandido ISOPACK							
2.3.M.4.1	Poliestireno expandido ISOPACK de 10kg/m ³	10	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		10	0.043	1200	0.045	0.84	1.05
		10	0.043	1200	0.055	0.70	1.28
		10	0.043	1200	0.065	0.61	1.51
		10	0.043	1200	0.080	0.50	1.86
		10	0.043	1200	0.105	0.39	2.44
		10	0.043	1200	0.130	0.32	3.02

2.3.M.5	Poliestireno Expandido AISLAPLUS						
2.3.M.5.1	Poliestireno expandido Aislaplus de 15kg/m ³	15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.040	0.93	0.93
		15	0.043	1200	0.055	0.70	1.28
		15	0.043	1200	0.065	0.61	1.51
		15	0.043	1200	0.080	0.50	1.86
		15	0.043	1200	0.105	0.39	2.44
		15	0.043	1200	0.130	0.32	3.02
2.3.M.6	Poliestireno expandido ETSA						
2.3.M.6.1	Poliestireno expandido ETSA de 15kg/m ³	15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.040	0.93	0.93
		15	0.043	1200	0.055	0.70	1.28
		15	0.043	1200	0.065	0.61	1.51
		15	0.043	1200	0.080	0.50	1.86
		15	0.043	1200	0.105	0.39	2.44
		15	0.043	1200	0.130	0.32	3.02
2.3.M.7	Poliestireno expandido AISLAPOL						
2.3.M.7.1	Poliestireno expandido AISLAPOL de 15kg/m ³	15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.040	0.93	0.93
		15	0.043	1200	0.055	0.70	1.28
		15	0.043	1200	0.065	0.61	1.51
		15	0.043	1200	0.080	0.50	1.86
		15	0.043	1200	0.105	0.39	2.44
		15	0.043	1200	0.130	0.32	3.02
2.3.M.8	Poliestireno expandido ISOPACK						
2.3.M.8.1	Poliestireno expandido ISOPACK de 15kg/m ³	15	0.043	1200	0.020	1.65	0.47
		15	0.043	1200	0.040	0.93	0.93
		15	0.043	1200	0.055	0.70	1.28
		15	0.043	1200	0.065	0.61	1.51
		15	0.043	1200	0.080	0.50	1.86
		15	0.043	1200	0.105	0.39	2.44
		15	0.043	1200	0.130	0.32	3.02
2.3.M.9	Poliestireno Expandido AISLAPLUS						
2.3.M.9.1	Poliestireno expandido Aislaplus de 20kg/m ³	20	0.043	1200	0.010	2.68	0.23
		20	0.043	1200	0.040	0.93	0.93
		20	0.043	1200	0.050	0.77	1.16
		20	0.043	1200	0.060	0.65	1.40
		20	0.043	1200	0.070	0.57	1.63
		20	0.043	1200	0.095	0.43	2.21
		20	0.043	1200	0.115	0.36	2.67

2.3.M.10		Poliestireno expandido ETSA					
2.3.M.10.1	Poliestireno expandido ETSA de 20kg/m ³	20	0.043	1200	0.010	2.68	0.23
		20	0.043	1200	0.040	0.93	0.93
		20	0.043	1200	0.050	0.77	1.16
		20	0.043	1200	0.060	0.65	1.40
		20	0.043	1200	0.070	0.57	1.63
		20	0.043	1200	0.095	0.43	2.21
		20	0.043	1200	0.115	0.36	2.67
2.3.M.11		Poliestireno expandido AISLAPOL					
2.3.M.11.1	Poliestireno expandido AISLAPOL de 20kg/m ³	20	0.043	1200	0.010	2.68	0.23
		20	0.043	1200	0.040	0.93	0.93
		20	0.043	1200	0.050	0.77	1.16
		20	0.043	1200	0.060	0.65	1.40
		20	0.043	1200	0.070	0.57	1.63
		20	0.043	1200	0.095	0.43	2.21
		20	0.043	1200	0.115	0.36	2.67
2.3.M.12		Poliestireno expandido ISOPACK					
2.3.M.12.1	Poliestireno expandido ISOPACK de 20kg/m ³	20	0.043	1200	0.010	2.68	0.23
		20	0.043	1200	0.040	0.93	0.93
		20	0.043	1200	0.050	0.77	1.16
		20	0.043	1200	0.060	0.65	1.40
		20	0.043	1200	0.070	0.57	1.63
		20	0.043	1200	0.095	0.43	2.21
		20	0.043	1200	0.115	0.36	2.67

A 2.7 MATERIALES TABLA 6 NCh 853 Of. 91

Materiales	Densidad (Kg/m ³)	Conductividad Térmica (W/m°C)	Calor Específico (J/kgK)
Agua líquida a 0 °C	1000	0.59	4187
Agua líquida a 94 °C	1000	0.69	
Aire quieto a 0 °C	0.0012	0.024	1005
Aire quieto a 100 °C	-	0.031	
Adobe	1100 - 1800	0.9	1100
Aluminio	2700	210	898
Arcilla	2100	0.93	920
Arcilla expandida	300	0.09	1100
	450	0.11	1100
Arena	1500	0.58	920
Aserrín de madera	190	0.06	1800
Asfaltos	1700	0.7	1000
Azulejos	-	1.05	1050
Baldosas cerámicas	-	1.75	1042
Betún	1050	0.16	1000
Bronce	8500	64	360
Cascote de ladrillo	1300	0.41	750
Capotillo de arroz	117	0.06	860
Cebada	470	0.07	1000
Cobre	8930	380	377
Escorias	800	0.25	1070
	1000	0.29	1070
	1200	0.34	1070
	1400	0.41	1070
Enlucido de yeso	800	0.35	837
	1000	0.44	837
	1200	0.56	837
Enlucido de yeso con perlitas	570	0.18	837
Fibrocemento	920	0.22	837
	1000	0.23	837
	1135	0.23	837
Fundición y acero	7850	58	500
Grava rodada o de machequeo	1700	0.81	920
Hormigón armado (normal)	2400	1.63	920
Hormigón con áridos ligeros	1000	0.33	920
	1400	0.55	920
Hormigón celular con áridos silíceos	600	0.34	1094
	1000	0.67	1094
	1400	1.09	1094
Hormigón celular sin áridos	305	0.09	1360
Hormigón en masa con grava normal/ con aridos ligeros	1600	0.73	920
Hormigón en masa con grava normal/ con aridos ordinarios y sin vibrar	2000	1.16	920
Hormigón en masa con grava normal/ con aridos ordinarios vibrados	2400	1.63	920
Hormigón en masa con arcilla expandida	500	0.12	1083
	1500	0.55	1083
Hormigón con cenizas	1000	0.41	1055
Hormigón con escorias de altos hornos	600	0.17	1061
	800	0.22	1061
	1000	0.3	1061
Hormigón normal con aridos silíceos	600	0.34	1063
	800	0.49	1063
	1000	0.67	1063
Hormigón de viruta de madera	450 - 650	0.26	920
Hormigón de fibras de madera	300 - 400	0.12	925
	400 - 500	0.14	925
	500 - 600	0.16	925

Hormigon liviano a base de cascarillas de arroz	570	0.128	1071
	780	0.186	1071
	850	0.209	1071
	1200	0.326	1071
Hormigon liviano en base a poliestireno expandido	260	0.088	1094
	320	0.105	1094
	430	0.134	1094
	640	0.214	1094
	840	0.269	1094
	1100	0.387	1094
Ladrillo macizo hecho a máquina	1000	0.46	750
	1200	0.52	750
	1400	0.6	750
	1800	0.79	750
	2000	1	750
Ladrillo hecho a mano	-	0.5	750
Laminas bituminosas	1100	0.19	1000
Lana de amianto	100	0.061	1360
	200	0.063	1360
	400	0.12	1360
Lana mineral, colchoneta libre	40	0.042	840
	50	0.041	840
	70	0.038	840
	90	0.037	840
	110	0.04	840
	120	0.042	840
Lana mineral granulada	20	0.069	840
	30	0.06	840
	40	0.055	840
	60	0.048	840
	80	0.044	840
	100	0.041	840
	120	0.042	840
	140	0.042	840
Linoleo	1200	0.19	837
Madera alamo	380	0.091	1759
Madera alerce	560	0.134	1759
Madera coigüe	670	0.145	1759
Madera lingue	640	0.136	1759
Madera pino insigne	410	0.104	2805
Madera raulí	580	0.121	1759
Madera roble	800	0.157	1759
Maderas, tableros aglomerados de particulas	400	0.095	1420
	420	0.094	1420
	460	0.098	1420
	560	0.102	1420
	600	0.103	1420
	620	0.105	1420
	650	0.106	1420
Maderas, tableros de fibra	850	0.23	2444
	930	0.26	2444
	1030	0.28	2444
Marmol	2500 - 2850	2.0 - 3.5	860
Moquetas, alfombras	1000	0.05	1360
Morteros de cal y bastardos	1600	0.87	980
Mortero de cemento	2000	1.4	920
Papel	1000	0.13	1300
Perlita expandida	90	0.05	1380
Plancha de corcho	100	0.04	2210
	200	0.047	2210
	300	0.058	2210
	400	0.066	2210
	500	0.074	2210
Plomo	11300	35	130

Poliestireno expandido	10	0.043	1200
	15	0.0413	1200
	20	0.0384	1200
	30	0.0361	1200
Poliuretano expandido	25	0.0272	1260
	30	0.0262	1260
	40	0.025	1260
	45	0.0245	1260
	60	0.0254	1260
	70	0.0274	1260
Productos minerales en polvo (kieselgur, polvo mineral)	200	0.08	1090
	400	0.12	1090
	600	0.16	1090
	800	0.21	1090
	1000	0.27	1090
	1200	0.34	1090
	1400	0.4	1090
Rocas compactas	2500 - 3000	3.5	800
Rocas porosas	1700 - 2500	2.33	820
Vermiculita en particulas	99	0.047	1360
Vermiculita expandida	100	0.07	1360
Vidrio plano	2500	1.2	837
Yeso carton	650	0.24	840
	700	0.26	840
	870	0.31	840

A 2.8 OTROS MATERIALES

Materiales	Densidad (Kg/m3)	Conductividad Térmica (W/m°C)	Calor Específico (J/kgK)
"Arquitectura y clima", autor Pierre Lavigne			
Aluminio	2700	230	880
Duraluminio	2800	160	-
Paja comprimida	300 a 400	0.12	-
Paneles contraplacados	450 a 550	0.15	1220
Paneles contraplacados	350 a 450	0.12	-
Zinc	7130	112	380
Base de datos Software ESP-r			
OSB	800	0.15	2093
Bloque de vidrio	3500	0.7	837
Alfombta wilton	186	0.06	1360
PVC	1379	0.16	1004
Silicona	700	0.18	1004
Fardo de paja	240	0.07	1800
Contrachapado	560	0.15	2500
Contrachapado	700	0.15	1420
Vidrio 6mm CF Low_e	2500	1.05	750
Gravilla	1840	0.36	840
Granito rojo	2650	2.9	900
Piedra Caliza	2180	1.5	720
Piedra Pizarra	2700	2	753
Azulejo Arcilla	1900	0.85	837
Azulejo Concreto	2100	1.1	837
Goma dura	1200	0.15	1000
Fibra de vidrio			
Base de datos ECOTECT			
Zinc	7000	113	390
Plata	10500	426	236