

MANUAL PRÁCTICO DEL **AISLAMIENTO TÉRMICO** EN LA CONSTRUCCIÓN

EPS-POLIESTIRENO EXPANDIDO

*De acuerdo a la Ley 13059 de la provincia de Buenos Aires
y su Decreto Reglamentario 1030*

Arq. Pablo Azqueta



AAPE
ASOCIACION ARGENTINA DEL
POLIESTIRENO EXPANDIDO
www.aape.com.ar

Este manual está dedicado a todos aquellos Arquitectos, Ingenieros, Técnicos, otros Profesionales de la Construcción y Estudiantes de las Carreras afines de nuestro País, que nos fueron acompañando en todas las acciones que desde la AAPE | Asociación Argentina del Poliestireno Expandido fuimos realizando desde 2008 en adelante.

Conlleva también un agradecimiento especial a todas aquellas Asociaciones, Empresas, Entidades Profesionales y Académicas y a los Medios de comunicación que nos acompañaron en la Campaña AislarBien. Y a los Profesionales y Expertos que aportaron un enorme valor a las Conferencias, Concursos y otras acciones que hemos realizado.

Este Manual representa un objetivo cumplido en la Misión que nos hemos propuesto de convertirnos en “embajadores” del buen construir y el uso racional de la energía y la aislación térmica en la construcción, como pieza clave de todo buen proyecto.

AAPE | Asociación Argentina del Poliestireno Expandido 

Primera Edición: Abril 2014

Autor: Pablo Enrique Azqueta

© Todos los derechos reservados

AAPE | Asociación Argentina del Poliestireno Expandido.

INDICE

12

PROLOGO

13

INTRODUCCION

Hacia un diseño consciente con criterios de sostenibilidad.

- Ciudad compacta, ciudad dispersa.
- Arquitectura y Construcción Sostenible.
- Pautas para un diseño urbano y arquitectónico con criterios de sostenibilidad.
 1. El énfasis en la adecuación a las condiciones del sitio y a las pautas culturales de los usuarios.
 2. el uso racional y eficiente del agua y de los recursos en general y energéticos en particular basados en:
 - el adecuado aislamiento térmico,
 - la mayor eficiencia de procesos y equipos y
 - la utilización de fuentes renovables de energía,
 - el aprovechamiento de las lluvias y las aguas grises,
 - el uso de materiales y tecnologías apropiadas, con una elevada *eco-eficiencia* (LCA)¹
 - la mitigación de las emisiones de CO² y otros contaminantes (GEI)² que causan la degradación del ambiente y el calentamiento global, y
 - el tratamiento (preferentemente local) de residuos y efluentes, etc.
- Cambio cultural y nuevos paradigmas.
- La energía más limpia y barata... es la que no se consume.
- Sobre leyes, decretos y normativas.
- Cuánto, cómo y dónde aislar.
- Aspectos prácticos para cumplir con la Ley y sus costos.
- Costo unitario de una vivienda o edificio.
- El aislamiento térmico más que un gasto, una rentable inversión.
- Acerca de dónde colocar el aislante.
- Una reflexión sobre el lenguaje arquitectónico.

¹ LCA acrónimo de "Life Cycle Assessment" que mide el impacto ambiental de la existencia – producción, vida y disposición – de productos y procesos y LCEA – "Life Cycle Energy Analysis" – que mide la energía consumida en el ciclo total de vida de productos y procesos.

² GEI's Gases de efecto invernadero, por ejemplo el metano.

21

PRIMERA PARTE

MARCO NORMATIVO

22

- **LEY 13059 Y DECRETO 1030**

31

- **NORMAS IRAM**

35

- **SINOPSIS**

(de las Normas IRAM a cumplimentar y su consideración en este Manual).

35

SEGUNDA PARTE

TRANSFERENCIA DE CALOR Y MATERIA

36

DEFINICIONES, CONCEPTOS, TERMINOS Y UNIDADES

Definiciones, conceptos, términos y unidades utilizados en la normativa a aplicar a fin de establecer un lenguaje común.

- Calor, Temperatura y Equilibrio Térmico.
- Calor Sensible y Latente.
- Calor Específico.
- Cantidad de Calor y Flujo Térmico.
- Densidad de Flujo de Calor.
- Conductividad Térmica y Resistencia Térmica.
- Resistencia Térmica y Resistencias Térmicas Superficiales.
- Transmitancia Térmica.
- Mecanismos de Transferencia de Calor.
- Conducción.
- Convección.
- Radiación.
- Reflectancia, Absortancia y Transmitancia (espectro visible e infrarrojo lejano).
- Superficies Opacas y Semitransparentes.
- La Importancia de estos Aspectos Físicos en el Comportamiento Térmico de los Edificios.
- Los Vidrios y el Efecto Invernadero.
- Retardo Térmico e Inercia Térmica.
- Régimen Variable y Régimen Estacionario.
- La Importancia de la Inercia Térmica en la Construcción.
- La Masa Térmica Efectiva.
- Calor y Aire Húmedo Condensación y Evaporación.
- Presión de Vapor de Saturación y Temperatura de Rocío.
- Humedad Relativa.

- Temperatura de Bulbo Seco y Temperatura de Bulbo Húmedo.
- Diagrama Psicrométrico.
- Tablas de Presiones de Vapor de Saturación.
- Condensación superficial.
- Condensación intersticial.
- Permeabilidad al vapor de agua.
- Permeancia al vapor de agua.
- Resistencia a la difusión del vapor de agua.
- Barrera de vapor.
- Freno de vapor.

50

TERCERA PARTE

MÉTODOS DE CÁLCULO

51

IRAM 11601: *“Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario”*

OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA Y TRANSMITANCIA TÉRMICA

Resistencia térmica. Capas homogéneas

Simbología, unidades y equivalencias

Instructivo para el llenado de la Planilla de Cálculo de Resistencias y Transmitancias térmicas y verificación del K máximo admisible: IRAM 11605

- Datos generales
- Evaluación del resultado
- Nota importante sobre tablas auxiliares

55

IRAM 11603: *“Clasificación Bioambiental de la República Argentina”*

Síntesis de datos climáticos para provincia de Buenos Aires y dos ejemplos de ciudades

ZONAS BIOAMBIENTALES

Zona III: Templada Cálida

Subzona IIIa

Subzona IIIb

Zona IV: Templada Fría

Subzona IVc

Subzona IVd

INDICADORES DE INVIERNO Y VERANO

DATOS CLIMATICOS DE INVIERNO

DATOS CLIMATICOS DE VERANO

(Tablas de las estaciones meteorológicas de la provincia)

(Mapas, diagrama y Nota explicativa)*

61

IRAM 11605: “CONDICIONES DE HABITABILIDAD EN EDIFICIOS. Valores Máximos de Transmitancia Térmica en Cerramientos Opacos”

- Niveles de Confort Higrotérmico:
- Nivel **A**: Recomendado y Nivel **B**: medio (el exigido por Ley 13059).
- Transmitancia Máxima Admisible para Muros y Techos. Condición de Invierno.
- Transmitancia Máxima Admisible para Techos. Condición de Verano.
- Tabla de coeficientes de absorción de la irradiación solar.
- Puentes Térmicos: Breve Síntesis de lo que especifica la Ley 13059 en su Decreto Reglamentario.
- La Definición y Resolución de Puentes Térmicos Geométricos y Constructivos
- Puentes Térmicos Constructivos.

RESOLUCION DE PUENTES TERMICOS (Se desarrollan ejemplos y soluciones en el siguiente ítem).

PATOLOGÍA HIGROTERMICA EN EDIFICIOS

INTRODUCCION

1. Humedad de infiltración.
2. Humedad accidental.
3. Humedad de obra.
4. Humedad de Capilaridad.
5. Humedad de Condensación.

DEFINICION DE ASPECTOS HIGROTERMICOS

- Condensaciones Superficiales.
- Ejemplos de Puentes Térmicos.
 - Puente Térmico Geométrico.
 - Puente Térmico Constructivo.
 - Puente Térmico Geométrico y Constructivo.
- Algunas Sugerencias de Solución.

CONDENSACION DE HUMEDAD, HIGIENE Y SALUBRIDAD

IMAGENES DE PROLIFERACIÓN DE MOHOS POR CONDENSACION SUPERFICIAL

* Se complementa con: RECOMENDACIONES GENERALES DE DISEÑO

68

IRAM 11625 y 11630: Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en los paños centrales y en puntos singulares de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general.

Valores de Resistencia Superficial interior (*Tabla*)

Simbología, Unidades y equivalencias (*Tabla*)

CONDICIONES HIGROTÉRMICAS EXTERIORES

Temperatura exterior de diseño

Humedad relativa exterior

CONDICIONES HIGROTÉRMICAS INTERIORES

Temperatura Interior de Diseño (*Tabla*)

Humedad relativa interior de diseño

METODO DE VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION SUPERFICIAL

Sobre los puntos singulares

EJEMPLO GRAFICO COMPARATIVO DE DOS MUROS DOBLES DE MAMPOSTERIA CON CAMARA DE AIRE ESTANCA Y CON LA INCORPORACION DE AISLAMIENTO TERMICO DE EPS

METODO DE VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION INTERSTICIAL

Ejemplo de cálculo (*planilla e instructivo*) de riesgo de condensación intersticial en un muro doble macizo con barrera de vapor y placa de EPS en Coronel Suárez.

Ejemplos gráficos de riesgo de condensación intersticial (*diagramas de Glaser*). La localización del aislante térmico y el uso adecuado de la barrera de vapor.

Tabla de Presiones de Vapor de Agua Saturado

Diagrama Psicrométrico (*ver sección “tablas” y “definiciones”*)

81

• El Poliestireno Expandido en la Construcción

Un material con historia...

Las innumerables aplicaciones del EPS en la Construcción

Las Características destacadas del EPS

Cuadro de Propiedades Físicas del Poliestireno Expandido EPS.

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA PAREDES, TECHOS Y PISOS

PAREDES

85

A. Muros tradicionales de mampostería

- A.1.** Muro doble macizo con barrera de vapor y placa de EPS.
- A.2.** Muro cerámico estructural del 12 + hoja de ladrillo macizo visto o revocado.
- A.3.** Muro cerámico hueco estructural del 18 con aislamiento exterior tipo EIFS.
- A.4.** Muro de bloques de hormigón con revoque aislante exterior.
- A.5.** Muro con estructura independiente de H°A° (vigas y columnas) y cerramiento de tabiques de cerámico no portante de 18 con aislamiento tipo “EIFS”.

95

B. Sistemas constructivos industrializados y no convencionales

- B.1.** Tabiques de hormigón visto con aislamiento interior de placas de EPS, barrera de vapor y placas de yeso.
- B.2.** Sistema “steel framing” con aislamiento exterior tipo “EIFS”, para evitar los puentes térmicos. Las placas de EPS se fijan mecánicamente o pegadas según sea el sustrato (OSB o placas cementicias).
- B.3.** Sistema de concreto armado con mallas de acero electrosoldadas y alma de EPS.
- B.4. ICF** (“Insulated Concrete Form”). Muros de H°A° con bloques encastrables de EPS, como encofrado perdido. Interior de placas de yeso adheridas con masilla especial y exterior tipo EIFS.

TECHOS

104

C. Techos livianos

- C.1.** Techo ventilado, indicado para cualquier tipo de cubierta pero en especial para cubiertas de tejas cerámicas y pizarra.
- C.2.** Techo “doble capa” con ruptura de puentes térmicos y EPS “estándar”; para cubierta de chapa metálica (galvanizada, aluminizada, etc.) u otra.
- C.3.** Paneles tipo sándwich de chapa de acero galvanizado prepintado, autoportantes (en función a la luz a cubrir y las solicitaciones) con juntas solapadas, agrafadas, envainadas, etc.

110

D. Techos pesados

D.1. Techo pesado tradicional, con barrera de vapor sobre losa estructural, placas de EPS; hormigón de pendiente, carpeta nivelación, aislación hidráulica, mezcla de asiento y piso cerámico.

D.2. Techo pesado con aislamiento térmico superior o “techo invertido”.

D.3. Losa de Forjados de EPS y Aislamiento de H° Liviano de Perlas de EPS aditivadas.

116

TABLAS

1. Simbología, unidades y equivalencias.
2. Instructivo para el llenado de la Planilla de Cálculo de R y K (IRAM 11601) y Verificación del $K_{MAX ADM}$ (IRAM 11605).
3. Resistencias Superficiales.
4. Resistencia térmica de cámaras de aire no ventiladas.
5. Tabla de Conductividades.
6. Emitancia de las Superficies.
7. Datos climáticos de Invierno y verano PBA.
8. Tabla de Transmitancias térmicas máximas admisibles de Muros y Techos.
9. Valores de Rsi para Iram 11625 y 11630.
10. Tabla Permeabilidades y Permeancias al vapor.
11. Diagrama Psicrométrico.
12. Tabla de Presiones de Vapor de Saturación.
13. 11507-1 Infiltración Ventanas.
14. 11507-4 Categorías de Aislación térmica.
15. Transmitancia térmica de ventanas con perfilera de Aluminio y PVC.
16. Transmitancia K y Factor solar FS de vidrios y ventanas.
17. Cuadro de Propiedades físicas del EPS.
18. Ejemplo de cálculo de Riesgo de Condensación intersticial.

144

RECOMENDACIONES GENERALES DE DISEÑO**GENERALES****Zona III: Templada Cálida****Subzona IIIa****Subzona IIIb****Zona IV: Templada Fría****Subzona IVc****Subzona IVd**

Viviendas al sur del paralelo 38°
Viviendas al norte del paralelo 38°

EVALUACIÓN DE ORIENTACIONES POR ZONAS BIOAMBIENTALES

Radiación solar

Zona III: Templada Cálida

Zona IV: Templada Fría

Asoleamiento en invierno

Necesidad de asoleamiento

Requisitos de verificación

Orientaciones de aberturas que permiten obtener 2 horas de asoleamiento mínimo (Tabla)

RECOMENDACIONES SOBRE PROTECCIONES SOLARES

CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE MICROCLIMAS

Características climáticas de una ciudad

Características climáticas de las costas marinas

Modificación del clima por la orografía

Clima de barlovento

Evaluación de los microclimas

Clima templado

Análisis comparativo de orientaciones por zonas bioambientales (Cuadro)

Recomendaciones de carácter general para reducir los riesgos de condensación de humedad superficial e intersticial

Barreras y Frenos de vapor

BIBLIOGRAFIA

Normas IRAM

11549 Aislamiento térmico de edificios. *Vocabulario*.

11601 Aislamiento térmico de edificios. *Métodos de cálculo*. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario.

11603 Acondicionamiento térmico de edificios. *Clasificación bioambiental de la República Argentina*.

11605 Acondicionamiento térmico de edificios. **Condiciones de habitabilidad en edificios.**

Valores máximos de transmitancia térmica en cerramiento opacos.

11625 Aislamiento térmico de edificios. **Verificación de sus condiciones higrotérmicas.**

Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en los paños centrales de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general.

11630 Aislamiento térmico de edificios. **Verificación de sus condiciones higrotérmicas.**

Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en puntos singulares de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general.

11507-1 Carpintería de obra. **Ventanas exteriores.**

Requisitos básicos y clasificación.

11504-4 Carpintería de obra y fachadas integrales livianas. **Ventanas exteriores.**

Parte 4 - Requisitos complementarios. Aislación térmica.

H. Young & R. Freedman, "Sears • Zemansky Física Universitaria". 12a edición - **Vol.1**. Pearson Educación. México, 2009.

J. Neila González - C. Bedoya Frutos, "Técnicas arquitectónicas y constructivas de Acondicionamiento ambiental". 2a edición. Edit. Munilla-Lería, 1997.

Frank Kreith, "Principios de Transferencia de Calor", Herrero Hnos S.A. México; y extractos de "*Fundamentals of Fluid Mechanics and Heat Transfer*". **F. Kreith and J. Kreider**, McGraw-Hill, 1978.

El Vitrubio Ecológico. Principios y Práctica del Proyecto Arquitectónico Sostenible. *University College Dublin, Architects Council of Europe, Energy Research Group, Softech y Suomen Arkkitehtiliitto*, 1999. 1a edición. Editorial Gustavo Gili, 2007.

Notas y apuntes del Clase. Taller de Materialidad 2 / FAPyD UNR (Física aplicada en Luminotécnica, Termodinámica, Acústica y Arquitectura Solar).

"A brief guide to mold, moisture and your home" / EPA United States Environmental Protection Agency / www.epa.gov/mold

"Vocabulario Científico y Técnico". Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid, 1996. 3a edición. Edit. Espasa Calpe S.A. ■

PROLOGO

Este Manual fue pensado como una herramienta tanto para ser aplicada en el cumplimiento de las normativas exigidas por la Ley 13059 de la Provincia de Buenos Aires de Acondicionamiento Térmico de Edificios¹, como un instrumento para la capacitación técnica, la consulta y la difusión de los conceptos involucrados.

Esta es una primera versión que se irá enriqueciendo con nuevas soluciones y nuevos aportes, derivados de los comentarios, críticas y sugerencias que confiamos recibir.

A diferencia de un programa de cálculo cerrado (al que no pretende reemplazar), nuestro objetivo es aportar a aquellos que desean respuestas prácticas adoptando algunas de las soluciones técnicas propuestas sin demasiadas complicaciones, pero sin renunciar, si así lo desearan, a conocer como fueron generadas, todas las veces que su proceso de cálculo puede consultarse libremente.

Es de destacar que la mención, las frecuentes citas y párrafos extraídos de las Normas IRAM de Acondicionamiento Térmico de Edificios pertinentes, no pretenden reemplazarlas sino tan solo coadyuvar a su comprensión y facilitar su aplicación, recalcando que éstas son el material idóneo al que se debe recurrir ante cualquier duda.

Cabe mencionar por último que si bien la provincia de Buenos Aires abarca dos zonas y dos subzonas bioambientales con diversas particularidades climatológicas, estas involucran una ancha franja central del país en donde se encuentra alojada entre el 50% y 60% de la población total del país². Por esta razón se tomó la decisión de que los ejemplos adoptados fueran calculados para dos ciudades representativas de características diversas: la ciudad de **La Plata**, en la Zona III “Clima Templado Cálido”, subzona IIIb con amplitudes térmicas menores a 14 °C y la ciudad de **Coronel Suárez** en la Zona IV “Clima Templado Frío”, subzona IVc de “transición” (entre la de “máxima irradiancia” y la “marítima”) 

¹ En el Anexo se encuentra el texto completo de la Ley 13059/ 2003 y el Decreto Reglamentario 1030 / 2010.

² Censo Nacional 2010: Región Pampeana (interior de Pcia. de Buenos Aires, Córdoba, Entre Ríos, La Pampa y Santa Fe), **34,4%** y Región Metropolitana (CABA y 24 partidos del Gran Buenos Aires) **31,9%**, alcanzando el **66,3%** de la población total del país.

INTRODUCCION

Hacia un diseño consciente con criterios de sustentabilidad

Los **7 mil millones** de habitantes del mundo se convertirán en **2030** en **8,3 mil millones** y a las actuales tasas de crecimiento, la demanda de energía y las emisiones de **CO₂** se incrementarán en algo más del **50%**. En **2020** circularán en nuestras carreteras **1,2 mil millones** de automóviles y en **2025, 2/3 de la población mundial vivirá en ciudades** (porcentaje éste, ya ampliamente superado en nuestro país). Como alimentar, dar vivienda, brindar salud, educación y servicios a tal número de habitantes en ciudades que ya comienzan a mostrar síntomas de colapso, son los grandes desafíos del mundo en que vivimos y su respuesta es apremiante.

Las políticas de estado orientadas a responder a tales demandas son sin duda las que deberían guiar la planificación estratégica del país, sin dejar de considerar el impacto local, regional y global, en especial el de las grandes ciudades, sobre la calidad del aire, el suelo, el agua, la biodiversidad, la flora y fauna y la población humana.

Adicionalmente, como importante país proveedor de alimentos y poseedor de significativas reservas acuíferas que escasean en buena parte del mundo, deberíamos considerar seriamente el cuidado del agua y la preservación de los suelos, fuertemente afectados por el monocultivo y la ausencia de rotación de los mismos, con la consecuente pérdida de productividad de los campos, lo que impedirá cubrir en similar proporción que hoy el incesante incremento de la demanda global de agroalimentos.

En su escala, al Planeamiento Urbano le cabe la responsabilidad de establecer los lineamientos que tiendan a dar respuesta adecuadas a esas demandas a través de políticas sobre el uso del suelo, el transporte público y privado, la densidad urbana, los espacios verdes, la gestión del agua y los residuos, la provisión de energía, salud y educación. Derivadas aquellas de la incesante metropolización a la que se suma la expulsión de las áreas rurales por desaparición de las unidades productivas familiares debido a la concentración monopólica de los grandes “pools” de siembra.

Ciudad compacta, ciudad dispersa

No obstante, por acción u omisión el planeamiento recae en el error de apostar a la dispersión urbana, en uno y otro extremo de la escala social. Desde los “countries” a los barrios de “viviendas de interés social”, estos se diseminan en el territorio generando megalópolis con grandes áreas urbano-rurales de muy difícil y costoso acceso a los servicios, por la dimensión requerida de las redes para la provisión de agua potable, cloacas, gas, energía eléctrica; medios y vías de transporte; la demanda de mayor número y complejidad de efectores de salud, educación, etc.

Un apropiado grado de compacidad edilicia y una adecuada densidad urbana facilitan la provisión de servicios y la distribución de espacios verdes, lo que junto a la diversidad de actividades y multiplicidad de interacciones sociales coadyuvan a una mayor calidad de vida.

Algunas organizaciones sugieren que la densidad de las ciudades debería ser aproximadamente equivalente a una calle con edificios de dos o tres plantas, mientras que el Ministerio del Medio Ambiente británico recomienda: “concentrar urbanizaciones residenciales de alta densidad cerca de los centros de transporte público, manteniendo las densidades existentes o aumentándolas cuando fuera posible”.

Arquitectura y Construcción Sostenible

La Arquitectura padece hoy de un exceso de adjetivación. Si además lo que la califica es su condición de **sostenible**, el problema se agrava. Sostenible, como adjetivo o adverbio, es una expresión ambigua e imprecisa que, aplicada arbitraria e indiscriminadamente a innumerables productos o procesos, se ha ido vaciando de contenido.

Por su parte, “La Academia” y las principales publicaciones ignoran en general el tema, o a lo sumo lo agotan en el mero discurso o en un irrelevante “greenwashing”¹.

El concepto mismo de **Sostenibilidad** resulta hoy polémico. En primer lugar, porque éste no es un hecho relativo que nos permita comparar distintos grados de sostenibilidad. Se es o no se es sostenible. Prefiero en cambio referirme a la **insostenibilidad**, lo que nos permite sí tomar un proyecto o un edificio y contrastarlo.

Fernando Diez, de quien tomé esa contraposición, expresó recientemente que: “Hablar de **sustentabilidad** en lugar de **insustentabilidad** ya es en sí mismo un modo de acomodación que mira lo poco que hacemos en la dirección correcta y se niega a considerar lo mucho que seguimos haciendo en dirección a la catástrofe mundial.”

En un reportaje a Helio Piñón en Buenos Aires, éste aportaba a la polémica diciendo - “Creo que la sustentabilidad **es el último fetiche comercial que se ha lanzado al mundo de la arquitectura**, porque **la arquitectura de calidad siempre ha sido sustentable**”.

¹ Expresión vinculada a acciones que tan sólo aparentan ser amigables con el ambiente.



Por último, Eduardo Souto de Moura, premio Pritzker 2011, respondiendo a un reportaje en el que le preguntaron: “¿Piensa que la sostenibilidad es un problema de ricos?”, respondió: “ Es un problema de malos arquitectos. Los malos arquitectos se organizan siempre con temas secundarios. Dicen cosas del tipo: la arquitectura es sociología, es lenguaje, semántica, semiótica. Inventan la arquitectura inteligente - como si el Partenón fuese estúpido - y ahora, lo último es la arquitectura sostenible. Todo eso son complejos de la mala arquitectura. La arquitectura no tiene que ser sostenible. **La arquitectura, para ser buena, lleva implícito el ser sostenible.** Nunca puede haber una buena arquitectura estúpida. Un edificio en cuyo interior la gente muere de calor, por más elegante que sea será un fracaso. La preocupación por la sostenibilidad delata mediocridad. No se puede aplaudir un edificio porque sea sostenible. Sería como aplaudirlo porque se aguanta”

Un verdadero enfoque de la Arquitectura y del Diseño Urbano que apunte a la reducción de la antedicha insostenibilidad, se debería apoyar al menos, en dos aspectos fundamentales: el uso racional y eficiente de los recursos, tanto energéticos como materiales y la minimización del impacto ambiental de la implantación, producción y uso de los edificios².

Las acciones concretas de diseño que los promueven son:

1. El énfasis en la adecuación a las condiciones del sitio y a las pautas culturales de los usuarios.

Actuando acorde a las características geográficas, topográficas y climáticas del sitio:

- el aprovechamiento o protección de las condiciones de asoleamiento (irradiación y heliofanía), las amplitudes térmicas, los vientos dominantes, los regímenes de lluvia, las escorrentías del agua de lluvia, el control del ruido, etc.; definirán:
- la morfología (grado de compacidad) y orientaciones, las estrategias de iluminación natural y las ventilaciones, el diseño de la envolvente con una apropiada relación entre superficies opacas y vidriadas; que, en concurrencia con aspectos culturales, prefijan la **tipología edilicia** (materiales, tecnología constructiva, expresión, etc.).

2. el uso racional y eficiente del agua y de los recursos en general y energéticos en particular basados en:

- el adecuado aislamiento térmico,
- la mayor eficiencia de procesos y equipos y
- la utilización de fuentes renovables de energía,
- el aprovechamiento de las lluvias y las aguas grises.
- el uso de materiales y tecnologías apropiadas, con una elevada eco-eficiencia (LCA)³
- la mitigación de las emisiones de CO₂ y otros contaminantes (GEI)⁴ que causan la degradación del ambiente y el calentamiento global, y
- el tratamiento (preferentemente local) de residuos y efluentes, etc.

² En mi opinión, deberíamos diferenciar estos dos conceptos que en los últimos tiempos suelen presentarse frecuentemente asociados al de Energía. El Uso **Racional** de la Energía (URE) es un hecho cultural que precede al de la eficiencia, que sí lo implica. La Eficiencia Energética en cambio, es el resultado positivo de comparar el cociente entre el “output” y el “input” energético de dos soluciones tecnológicas o de un mismo proceso medido en lapsos diferentes y asociados en general, a avances en la investigación y el desarrollo tecnológico.

³ LCA acrónimo de “Life Cycle Assessment” que mide el impacto ambiental de la existencia – producción, vida y disposición – de productos y procesos y LCEA – “Life Cycle Energy Analysis” – que mide la energía consumida en el ciclo total de vida de productos y procesos.

⁴ GEI's Gases de efecto invernadero, por ejemplo el metano.

Cambio cultural y nuevos paradigmas

En mi opinión, la arquitectura y el diseño urbano requieren hoy de nuevos paradigmas que expresen estos condicionantes que se tornarán cada día más acuciantes, trascendiendo el mero maquillaje para dar lugar a un nuevo canon arquitectónico.

Deberemos imaginar un **nuevo lenguaje arquitectónico** que exprese de alguna manera, los inmensos **desafíos** globales a los que nos enfrentamos y las acciones que estamos dispuestos a realizar para afrontarlos, donde la **creatividad responsable** deberá imponerse a una vacua y extemporánea “**originalidad**”.

La energía más limpia y barata... es la que no se consume

El incremento del Aislamiento Térmico de los Edificios, produce:

- menores costos iniciales en equipos de acondicionamiento,
- menores gastos de funcionamiento con reducción de las tarifas,
- un significativo ahorro de energía, orientable a procesos productivos y a la generación de nuevos puestos de trabajo,
- una importante reducción de emisiones de CO₂ y
- un incremento del precio del metro cuadrado construido.
- Mientras que, la Política Energética de subsidiar los combustibles resulta imposible de sustentar a corto plazo, es inequitativa y favorece un elevado consumo.

La **energía** es hoy un bien escaso y los recursos no renovables como el gas y el petróleo (de los que ya no nos autoabastecemos sino que debemos en parte importar a costos de miles de millones de dólares anuales), constituyen aproximadamente el **90%** de la matriz energética primaria del país. El horizonte de reservas es de muy corto plazo y su agotamiento, o la inviabilidad económica de obtenerlos debido al creciente costo generado por el incesante aumento de la demanda mundial, están a la vuelta de la esquina.

Pero para dimensionar la incidencia del sector de la construcción en el problema, cabe mencionar que la producción y el funcionamiento de los edificios insumen aproximadamente la **tercera parte** de todos los recursos energéticos primarios del país, valor similar al de la Industria, que genera valor agregado y puestos de trabajo (**31%**) y superior al del Transporte (**27%**). Pero lo que resulta verdaderamente significativo, es que de acuerdo a datos de la Secretaría de Energía de la Nación, al referirse al uso de la energía secundaria, el **18%** (58% del **31%**) corresponden al acondicionamiento térmico de los edificios.

Sobre leyes, decretos y normativas

El 21 de diciembre de 2007, mediante el Decreto Presidencial 140, se creó un importante marco legal al declararse de interés y prioridad nacional el uso racional y eficiente de la energía como una herramienta fundamental de política energética y de la preservación del ambiente, alineándonos de este modo con las políticas que se siguen en innumerables países desde hace ya un par de décadas



y comenzándose a cumplir los compromisos derivados de la firma de tratados internacionales como la “Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Ley 24.295/94) y el Protocolo de Kyoto (Ley 25.438/01).

Surge así, el **Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía PRONUREE**, que se inició con el canje de lámparas de filamento por lámparas de bajo consumo en el sector residencial, el reemplazo de luminarias en el alumbrado público y continuó, entre otros, con el **Etiquetado de Eficiencia Energética de Electrodomésticos** (obligatorio en lámparas, heladeras y equipos de aire acondicionado, y voluntario en lavarropas y motores trifásicos), y la creación de la **Norma IRAM 11900 “Etiqueta de eficiencia energética de calefacción para edificios. Clasificación según la transmitancia térmica de la envolvente”**. (Aún de aplicación voluntaria).

Con anterioridad, ya en abril de 2003 había sido promulgada la **Ley N° 13059** de la Provincia de Buenos Aires, “...cuya finalidad es establecer las condiciones de acondicionamiento térmico exigibles en la construcción de los edificios, para contribuir a una mejor calidad de vida de la población y a la disminución del impacto ambiental a través del uso racional de la energía”, siendo Buenos Aires la primer provincia en legislar sobre el consumo de energía en las construcciones derivado de la climatización de los edificios.

El día 29 de julio de 2010, luego de siete años, se publicó en el Boletín Oficial de la Provincia el **Decreto Reglamentario 1030⁵** a través del cual se exige que toda obra nueva o “intervención sobre una existente, en su totalidad o parcialmente ya sea in-situ o mediante partes para su posterior montaje”; deberá cumplimentar la Normativa IRAM vigente sobre Acondicionamiento Térmico de Edificios y Ventanas (cuyo cumplimiento era hasta entonces, salvo excepciones y parcialmente, de aplicación voluntaria). Tal exigencia es de carácter inmediato, (en rigor su obligatoriedad se remonta a la fecha de su promulgación, el DR lo que hace es facilitar su aplicabilidad aportándole precisiones).

La Ley se propone elevar las condiciones de confort y salubridad en los edificios y reducir el consumo de la energía utilizada, ya sea en calefacción como en refrigeración, a través de la mejora del aislamiento térmico de la envolvente, tanto de muros, de techos como de ventanas, evitando además los riesgos de humedad por la condensación de vapor de agua.

Esto deberá producir, no sólo un ahorro neto de energía que reducirá las tarifas de los usuarios, sino que permitirá derivar los excedentes a sectores productivos, mitigando a la vez las emisiones de **CO₂**.

Adicionalmente la ley se resguarda de volverse rápidamente obsoleta al establecer que ...”las normas técnicas **futuras** que de cualquier forma revisen, modifiquen, corrijan o innoven sobre acondicionamiento térmico de edificios y ventanas, serán de aplicación obligatoria y automática a partir de los noventa días de su publicación.

5 Existen proyectos semejantes en diversas provincias y ciudades (V.g. la **Ordenanza Municipal de Rosario 8757**) que incorporó al Reglamento de Edificación de la ciudad, exigencias de aspectos higrotérmicos y demanda energética en la construcción de edificios, cuya primera etapa entró en vigencia el 1° de julio de 2013 y que irá incrementando en sucesivas etapas anuales mayores niveles de exigencias y el número de edificios involucrados.

Si bien con la Ley y el DR comenzábamos a ponernos aunque tardíamente en sintonía con algunas de las preocupaciones que concitan la atención de gobernantes y estudiosos, y con las normativas más exigentes implementadas en los países centrales, al tomar estado público estas acciones una cierta preocupación se extendió entre profesionales y constructores y, en primera instancia, se magnificaron según mi opinión y en cierta medida, las dificultades que implica su cumplimiento como también el sobrecosto que de éste pudiese derivar.

Cuánto, cómo y dónde aislar

Algunos aspectos prácticos a tener en cuenta para cumplir con los objetivos de la ley y sus costos

Tal como ya se expresara, toda nueva construcción o reforma de una existente o fabricación de partes a ser montadas, deberá cumplir con ciertas exigencias entre las que podríamos destacar la de niveles mínimos de aislación térmica en muros y techos, verificando que sus correspondientes valores de **K** (*transmitancia térmica*) sean igual o menores a los valores de K máximo admisible que para el **Nivel B** (*medio*) establece la Norma **IRAM 11605**, tanto para las condiciones de invierno como para las de verano.

Ahora bien, como la provincia de Buenos Aires presenta dos Zonas Bioclimáticas (**IRAM 11603**): al norte la **Zona III** Templado Cálida y al sur la **Zona IV** Templado Fría, para definir los valores del K máximo admisible de los muros será necesario saber las temperaturas mínimas de diseño de la localidad (que figuran en tablas de la norma antes citada).

De todas maneras, en la práctica, para verificar las exigencias de la norma, basta con la simple incorporación de un aislante adicional de **2 a 3,5** cm a los muros tradicionales sin aislación (sean estos de ladrillo macizo, bloques cerámicos huecos estructurales, bloques de hormigón, etc.).

Desde el punto de vista económico, esta es la porción de la envolvente que puede requerir un costo adicional (además del poco significativo del aislante), toda vez que supone alguna solución complementaria para contener o instalar el aislamiento térmico requerido. Aún así no podemos olvidar que los muros exteriores de una vivienda exenta (sin compartir medianeras) están en el orden del 40% del total de la envolvente cuando la misma está resuelta en una única planta, valor éste semejante al del techo si éste es inclinado.

Para los techos en general, la condición más exigente es la del verano pero estará también condicionada por la reflectancia de la cubierta (definida básicamente por su color).

Como a diferencia de los muros opacos los techos inclinados (en su mayoría con cubiertas de chapa galvanizada o tejas) contemplan en general una cierta cantidad de aislamiento, llegar a los **6 ó 7** cm requeridos para cumplir con la mayoría de las distintas situaciones que contempla la Ley, no implica un sobrecosto significativo en aislamiento ni en elemento constructivo adicional alguno. Lo propio ocurre con las cubiertas pesadas tradicionales con aislamiento intermedio. En el caso de la solución con aislamiento térmico superior (techo invertido) de muy buen comportamiento

higrotérmico, las losetas sobre soportes y junta abierta (terraza seca) reemplazan las baldosas tradicionales de terminación del techo.

Como resulta fácil imaginar, la incidencia porcentual de la aplicación de la Ley en el costo final de un edificio dependerá de muchos otros factores, entre los que la tipología adoptada tiene una destacada importancia (en especial la compacidad del mismo). Si éste es de una, dos o varias plantas, si las unidades son exentas o yuxtapuestas, en tiras o bloques, se afectará la relación de las superficies vidriadas y opacas y la de las paredes y techos. No obstante, y a título de orientación la incidencia del costo del aislamiento adicional deberá estar entre un **3%** y **5%** y quizás menos.

Aun así este porcentaje podría ser mayor debido al incremento del costo de la carpintería, sobre todo si la original fuese de muy baja calidad, y dependerá como es de suponer también, del tamaño de las mismas. No obstante, tales sobrecostos pueden ser rápidamente amortizados por una reducción del costo inicial de equipos de climatización por la menor potencia requerida y por la reducción de los costos de funcionamiento de la energía que hoy se encuentran fuertemente subvaluados.

Costo unitario de una vivienda o edificio

$$CU = \frac{CI + CF + CM + CA}{VU}$$

Donde:

CU es el Costo Unitario (en cualquier valor);

CI es el Costo Inicial (inversión)

CF es el Costo de Funcionamiento;

CM es el Costo de Mantenimiento;

CA es el Costo Ambiental y Ciclo de Vida;

VU es la Vida Útil medida en años.

El aislamiento térmico más que un gasto, es una rentable inversión a muy corto plazo y un significativo aporte a la reducción del consumo energético y a la mitigación de los gases de efecto invernadero.

Acerca de dónde colocar el aislante

Definido aproximadamente el espesor del aislamiento térmico adicional requerido es importante mencionar el diferente comportamiento higrotérmico que éste tendrá según sea su posición en el muro o en el techo. En primer lugar deberá privilegiarse su colocación **lo más externa posible** para prevenir riesgos de condensación intersticial que lo degradarían o afectarían su “performance”, evitando los puentes térmicos. En el caso de un muro simple al exterior, o en la cavidad intermedia si éste fuera de dos hojas, con la interposición de una barrera de vapor (V.g. lámina o film de polietileno PE de unos 200 micrones) siempre del “lado caliente” (interior) del muro. Tal barrera resulta imprescindible cuando, por razones de fuerza mayor, el aislante es colocado en la cara interior de un muro o techo. Esta condición es la menos favorable de todas ya que la barrera de vapor allí localizada, presenta una gran vulnerabilidad al estar expuesta a perforaciones o roturas imprevisibles a lo largo de la vida útil del edificio.

Una reflexión sobre el lenguaje arquitectónico

Los edificios icónicos suelen ser tomados frecuentemente como paradigmas excluyentes de la arquitectura de nuestros días en donde la singularidad y la diferenciación expresada en particular por los valores expresivos de una obra, prevalecen fuertemente por sobre otros condicionantes, al punto de identificarse el término “diseño” con las características formales de una obra. El buen diseño de un edificio se refiere mayoritariamente a sus valores expresivos y distintivos. Es ésta una visión reduccionista y maniquea que debemos superar.

Por otra parte, si analizamos como referencia y de una manera groseramente simplificada el origen de la Arquitectura del Movimiento Moderno, podemos concluir que éste fue el resultado de la concurrencia de factores de la más diversa naturaleza; tanto socioeconómicos, tecnológicos como culturales. Que podríamos puntualizar en el fenomenal impacto de la revolución industrial, el advenimiento del capitalismo y el desplazamiento y concentración de importantes masas obreras acentuando la precarización de las ciudades del siglo XIX a causa del acelerado proceso de urbanización; el desarrollo de nuevos materiales como el hormigón armado, el acero laminado y el vidrio plano; junto a la estética del llamado arte moderno (cubismo, expresionismo, neoplasticismo y futurismo).

Porque no permitírnos entonces imaginar un nuevo lenguaje arquitectónico que exprese de alguna manera, los inmensos desafíos a los que nos enfrentamos y las acciones que estamos dispuestos a realizar a tal efecto.

Aspectos tales como el aumento y el envejecimiento de la población demandará salud y nutrición, alimentos y agua; la creciente urbanización y metropolización requerirá viviendas y construcciones, terrenos y servicios urbanos; la demanda de energía y el cambio climático, exigirán más energía limpia y recursos.

Debemos, entiendo, asumir responsablemente la cuota de protagonismo que la historia nos demande y dejar pronto de lado, permítaseme la irreverencia metafórica, el fatalismo de continuar bailando en la cubierta del Titanic.

Pablo Azqueta, Rosario, mayo de 2013 

PRIMERA PARTE

MARCO NORMATIVO

El Senado y Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires sanciona con fuerza de Ley 13059

Art. 1: La finalidad de la presente Ley es establecer las condiciones de acondicionamiento térmico exigibles en la construcción de los edificios, para contribuir a una mejor calidad de vida de la población y a la disminución del impacto ambiental a través del uso racional de la energía.

DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURA

DECRETO 1.030

LA PLATA, 2 de JULIO de 2010.

VISTO el expediente N° 2416-13646/04 por el que tramita la reglamentación de la Ley N° 13059, y

CONSIDERANDO:

Que por artículo 1° del Decreto N° 140/07 del Poder Ejecutivo Nacional, la Señora Presidenta de la Nación ha declarado de Interés y prioridad nacional el uso racional y eficiente de la energía;

Que por Ley Nacional N° 24.295, la República Argentina, aprobó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y por la Ley N° 25.438, en el año 2001, aprobó el Protocolo de Kyoto (PK) de esa convención;

Que el Protocolo de Kyoto afirma la necesidad de los países firmantes de asegurar el fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional;

Que en el mismo sentido se ha pronunciado el Parlamento europeo (Directiva 2002/91/CE) con relación a la eficiencia energética de los edificios, lo que con posterioridad ha sido receptado por los Códigos Técnicos de diversas ciudades y países de la Unión Europea;

Arq. Pablo Azqueta

LEY 13059 y DECRETO 1030

El Senado y Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires sanciona con fuerza de Ley 13059

Art. 1: La finalidad de la presente Ley es establecer las condiciones de acondicionamiento térmico exigibles en la construcción de los edificios, para contribuir a una mejor calidad de vida de la población y a la disminución del impacto ambiental a través del uso racional de la energía.

Art. 2: Todas las construcciones públicas y privadas destinadas al uso humano (viviendas, escuelas, industrias, hospitales, entre otras) que se construyan en el territorio de la Provincia de Buenos Aires deberán garantizar un correcto aislamiento térmico, acorde a las diversas variables climatológicas, a las características de los materiales a utilizar, a la orientación geográfica de la construcción u otras condiciones que se determinen por vía reglamentaria.

Art. 3: A los efectos indicados en la presente Ley serán de aplicación obligatoria las normas técnicas del Instituto de Racionalización de Materiales (IRAM) referidas a acondicionamiento térmico de edificios y ventanas, en su edición más reciente.

Art. 4: Las Municipalidades serán Autoridad de Aplicación de la presente Ley, debiendo ejercer cada una, el poder de policía en su respectivo territorio. El Poder Ejecutivo Provincial determinará el área de contralor de las obras públicas provinciales.

Art. 5: En todos los casos, la Autoridad de Aplicación deberá exigir previo a la expedición del permiso de inicio de la obra, la presentación de la documentación técnica respectiva, acorde con las normas IRAM, que como mínimo contenga:

cálculo justificado de los valores de transmitancia térmica y lista de los materiales que demande la envolvente de la vivienda, con la indicación de los valores de conductividad térmica y espesor. Los organismos competentes deberán exigir al momento de la aprobación de la documentación técnica de la obra todos los elementos que acrediten el cumplimiento de la presente.

Art. 6: El incumplimiento de la presente, facultará al Municipio a no extender el certificado de final de obra, así como la aplicación de otras sanciones (que correspondan) al titular del proyecto. Los profesionales que suscriban los proyectos de obra serán responsables de dar cumplimiento a la

presente, pudiendo ser sancionados por el incumplimiento con apercibimiento, multa o inhabilitación por parte de la autoridad de aplicación, quien asimismo deberá comunicarlo al colegio profesional respectivo para la aplicación de las medidas disciplinarias que en su caso pudieren corresponder.

Art. 7: Comuníquese al Poder Ejecutivo.

Dada en la Sala de Sesiones de la Honorable Legislatura de la Provincia de Buenos Aires, en la ciudad de La Plata, a los nueve días del mes de abril de dos mil tres.

DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURA

DECRETO 1.030

LA PLATA, 2 de JULIO de 2010.

VISTO el expediente N° 2416-13646/04 por el que tramita la reglamentación de la Ley N° 13059, y

CONSIDERANDO:

Que por artículo 1° del Decreto N° 140/07 del Poder Ejecutivo Nacional, la Señora Presidenta de la Nación ha declarado de interés y prioridad nacional el uso racional y eficiente de la energía;

Que por Ley Nacional N° 24.295, la República Argentina, aprobó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y por la Ley N° 25.438, en el año 2001, aprobó el Protocolo de Kyoto (PK) de esa convención;

Que el Protocolo de Kyoto afirma la necesidad de los países firmantes de asegurar el fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional;

Que en el mismo sentido se ha pronunciado el Parlamento europeo (Directiva 2002/91/CE) con relación a la eficiencia energética de los edificios, lo que con posterioridad ha sido receptado por los Códigos Técnicos de diversas ciudades y países de la Unión Europea;

Que dichos Códigos, entre los que puede citarse el de España (Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, texto refundido con modificaciones del RD 1371/2007, de 19 de octubre, y corrección de errores del BOE de 25 de enero de 2008) determinan que los edificios dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética para alcanzar el bienestar térmico;

Que en la Provincia de Buenos Aires y con fecha 9 de abril de 2003, el Senado y Cámara de Diputados, han sancionado con fuerza de Ley N° 13.059 cuya finalidad es establecer las condiciones de acondicionamiento térmico exigibles en la construcción de los edificios, para contribuir a una mejor

calidad de vida de la población y a la disminución del impacto ambiental a través del uso racional de la energía;

Que sin perjuicio de su vigencia y carácter operativo, se entiende como beneficioso y razonable, reglamentar su ejercicio, bajo la competencia que surge de la Constitución Provincial;

Que por artículo 3° de la mencionada Ley se ha establecido que a nivel técnico se deberán utilizar en forma obligatoria las normas técnicas del Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (IRAM), quien desde fines de la década del 70 y a través del Sub-comité de acondicionamiento térmico ha creado, revisado y modificado las reglas con alto nivel y verdadero valor científico;

Que a fin de elevar la calidad de vida de la población y obtener una economía de energía para su acondicionamiento, la construcción de edificios debe garantizar condiciones de habitabilidad higrotérmica, de higiene y de salubridad, que permitan obtener una reducción de costos en los consumos de energía de calefacción y refrigeración y mejoras en la salud de sus habitantes y en la preservación del patrimonio edilicio y sus bienes;

Que de conformidad con lo dictaminado por Asesoría General de Gobierno, lo informado por Contaduría General de la Provincia y la vista del Fiscal de Estado, procede el dictado del pertinente acto administrativo;

Que la presente medida se dicta en uso de las atribuciones conferidas por el Artículo 144, inciso 2), de la Constitución de la Provincia de Buenos Aires;

Por ello,

EL GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES,

DECRETA:

ARTÍCULO 1°. Aprobar la reglamentación de la Ley N° 13059 sobre “Condiciones de Acondicionamientos Térmico exigibles en la construcción de edificios”, que como Anexo Único que consta de ocho (8) fojas, forma parte integrante del presente.

ARTÍCULO 2°. El presente Decreto será refrendado por la señora Ministra Secretaria en el Departamento de Infraestructura.

ARTÍCULO 3°. Registrar, notificar al Fiscal de Estado, comunicar, publicar, dar al Boletín Oficial y al SINBA, pasar al Ministerio de Infraestructura. Cumplido archivar.

Cristina Álvarez Rodríguez
Ministra de Infraestructura

Daniel Osvaldo Scioli
Gobernador

ANEXO ÚNICO

REGLAMENTO DE APLICACIÓN DE LA LEY N° 13059

ARTÍCULO 1°: Sin reglamentar.

ARTÍCULO 2°: Se entiende por construcción, el conjunto de actividades para la realización física de una obra nueva o intervención sobre una existente, en su totalidad o parcialmente ya sea in-situ o mediante la fabricación de partes para su posterior montaje.

ARTÍCULO 3°: La normativa técnica vigente a cumplimentar, emanada del Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (IRAM) es la que surge del Anexo I que forma parte integrante del presente. Las normas técnicas futuras que de cualquier forma revisen, modifiquen, corrijan o innoven sobre acondicionamiento térmico de edificios y ventanas, serán de aplicación obligatoria y automática a partir de los 90 días de su publicación y sólo para los proyectos a aprobarse por la Autoridad de Aplicación.

ARTÍCULO 4°: Determinar que el Ministerio de Infraestructura se constituirá en el área de contralor de la Ley N° 13.059 de las obras públicas provinciales. En tal carácter podrá dictar las normas aclaratorias y complementarias que fueran necesarias para la correcta implementación de la misma.

ARTÍCULO 5°: Sin reglamentar.

ARTÍCULO 6°: Sin reglamentar.

ANEXO I

NORMATIVAS, ALCANCES Y DISPOSICIONES DE DISEÑO

EN EDIFICIOS DE HABITACIÓN HUMANA

1.- NORMATIVAS

La Normativa vigente a cumplimentar es la siguiente:

1.1 Norma IRAM N° 11549. Aislamiento térmico de edificios. Vocabulario.

1.2 Norma IRAM N° 11601. Aislamiento térmico de edificios. Propiedades térmicas de los materiales para la construcción. Método de cálculo de la resistencia térmica total.

1.3 Norma IRAM N° 11603. Aislamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina.

1.4 Norma IRAM N° 11604. Aislamiento térmico de edificios. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor.

1.5 Norma IRAM N° 11605. Aislamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en viviendas. Valores máximos admisibles de Transmitancia Térmica “K” (como máximo los valores correspondientes a Nivel B).

1.6 Norma IRAM N° 11625. Aislamiento térmico de edificios. Verificación del riesgo de condensación del vapor de agua superficial e intersticial en paños centrales.

1.7 Norma IRAM N° 11630. Aislamiento térmico de edificios. Verificación riesgo de condensación intersticial y superficial en puntos singulares.

1.8 Norma IRAM N° 11507-1. Carpintería de obra. Ventanas exteriores. Requisitos básicos y clasificación.

1.9 Norma IRAM N° 11507-4. Carpintería de obra. Ventanas exteriores. Requisitos complementarios. Aislación térmica.

2.- DISPOSICIONES DE DISEÑO

2.1- La Transmitancia Térmica “K” ($W/m^2.K$) es la inversa de la Resistencia Térmica “R” ($m^2.K/W$), su cálculo se realiza utilizando el método y los valores normalizados de Resistencias Térmicas y Conductividades Térmicas “ λ ” ($W/m.K$), indicados en la Norma IRAM 11601 y empleando la guía para la aplicación de la misma.

2.2- Se deberá confeccionar una planilla de cálculo para verificar el Coeficiente de Transmitancia Térmica “K” para cada componente de la envolvente, (IRAM 11601 tabla C.1), tanto para condición de verano como de invierno.

En esta planilla se deberá especificar cada una de las capas que conforman el cerramiento, definiéndose claramente las características de cada elemento, especificándose su espesor, su conductividad térmica y/o su resistencia térmica.

Los valores de las conductividades térmicas de cada material se obtendrán según Norma IRAM 11601. Los materiales que no estén incluidos dentro de la lista enunciada en la Norma 11601, deberán ser ensayados en organismos certificados y de acuerdo a las Normas IRAM de métodos de ensayo: la 11559 (“Determinación de la resistencia térmica y propiedades conexas en régimen estacionario. Método de la placa caliente con guarda.”) y la 1860 (“Método de ensayo de las propiedades de transmisión térmica en régimen estacionario, mediante el aparato de medición del flujo de calor”).

2.3- La Transmitancia Térmica de aire a aire de los techos, muros y pisos, deberá ser igual o menor a la Transmitancia Térmica Máxima Admisible “K MAX ADM” correspondiente al Nivel B de la Norma IRAM 11605.

Esta condición deberá verificarse tanto para las condiciones de invierno como para las condiciones de verano.

2.3.1 Condición de Invierno: los valores de “K MAX ADM” para condición de invierno son los indicados en la Tabla 1, para el Nivel B, en función de la temperatura exterior de diseño mínima “TDMN” de la localidad en la que se encuentra emplazado el edificio.

Esta temperatura se halla establecida en la norma IRAM 11603, Tabla 2 – Datos Climáticos de Invierno –. En caso de no encontrarse en ésta la localidad donde se ubica el edificio, se adoptarán los TDMN de la localidad más cercana, teniendo en cuenta además lo indicado en el anexo A.2 de la citada norma.

2.3.2 Condición de Verano: los valores de “KMAX ADM” para condición de verano para muros se indican en la Tabla 2 – MUROS - para la Zona Bioambiental III y IV, como máximo los correspondientes al Nivel B. y para techos el indicado en la Tabla 3 – TECHOS - para la Zona Bioambiental III y IV, también como máximo los correspondientes al Nivel B. Los valores de las tablas aplicados deberán ser ajustados según lo indica la norma teniendo en cuenta los colores de las superficies y su absorción de la radiación solar.

2.4- A fin de evitar los Riesgos de Condensación se verificará según las Normas IRAM 11625 y 11630 que, tanto las temperaturas superficiales como las intersticiales en los muros, techos y pisos no sean igual o inferiores en ningún caso a las correspondientes Temperaturas de Rocío, tanto en la superficie como en todo el espesor del paramento, sea éste homogéneo o heterogéneo.

Sobre los métodos de cálculo y datos a utilizar en la verificación del riesgo de condensación tanto intersticial como superficial, se establece:

- a) Para la temperatura superficial y el gradiente de temperaturas interiores se adoptará la Temperatura Exterior de Diseño Mínima “TDMN” correspondiente a la localidad donde se emplace el edificio, Tabla 2, Datos Climáticos de Invierno, IRAM 11603.
- b) Para la verificación del riesgo de condensación superficial en paños centrales, se tomará el valor de Resistencia Térmica Superficial Interior (Rsi) de la Norma IRAM 11625. El valor de la Resistencia Térmica Superficial Exterior (Rse) se tomará de la Norma IRAM 11601, Tabla 2. Para la verificación del riesgo de condensación intersticial en paños centrales, se tomarán los valores de las Resistencias Térmicas Superficial Interior (Rsi) y exterior (Rse) de la Norma IRAM 11601, Tabla 2.

A los fines de aplicación de la presente solamente se verificarán los puntos singulares correspondientes a las aristas verticales y superiores de locales, establecidos en la Norma IRAM 11630.

- c) Los valores de Conductividades Térmicas se obtendrán de la Tabla A1 del Anexo A de la Norma IRAM 11601 o de los ensayos mencionados en el ítem 2.2 según corresponda.

- d) Los valores de Permeabilidad y Permeancia al vapor de agua a considerar en los cálculos serán los establecidos en la Tabla A.6 del Anexo A de la Norma IRAM 11601. Los materiales que no estén incluidos dentro de la lista enunciada en la Norma correspondiente deberán ser ensayados según la Norma IRAM 1735 en organismos acreditados con certificación oficial.
- e) El método de verificación del riesgo de condensación superficial e intersticial de paños centrales y puntos singulares, se encuentra establecido en las Normas IRAM 11625 y 11630, respectivamente.
- f) Los valores de las Temperaturas de Rocío se obtienen a partir de la Temperatura Superficial Interna (Tsi) y la Temperatura Intersticial de las distintas capas, con una humedad relativa exterior del 90%, (Norma IRAM 11625), con Temperatura Interior de Diseño, según tipo de edificio, (Norma IRAM 11625) y del diagrama psicrométrico, Norma IRAM 11625.

Deberá confeccionarse para cada componente de la envolvente la Planilla de Cálculo de las normas IRAM 11625 y 11630. En estas planillas se deberá especificar claramente cada capa del cerramiento constructivo, definiendo el material en cada caso.

De utilizarse un procedimiento informatizado en la verificación del riesgo de condensación deberá adecuarse en un todo a lo establecido en las Normas involucradas.

2.5- Para minimizar la ocurrencia de los puentes térmicos, los materiales aislantes térmicos de masa o soluciones constructivas especificadas en el proyecto, sólo podrán estar interrumpidas por elementos estructurales y/o tuberías, cañerías de las instalaciones de servicios. Los materiales aislantes térmicos de masa o soluciones constructivas especificadas en el proyecto, deberán cubrir el máximo de la superficie de la parte del muro, techo y piso, conformando un elemento continuo por todo el contorno de la envolvente expuesta al aire exterior.

En todos los casos, la transmitancia térmica correspondiente a un puente térmico, no puede ser mayor que una vez y medio el valor de la transmitancia térmica del cerramiento opaco, establecido en Norma IRAM 11605.

En las normas IRAM 11625 y 11630 se dan soluciones que se deben adoptar para evitar los puentes térmicos frecuentes.

2.6- A fin de propender al ahorro de energía en calefacción en las edificaciones y facilitar el planeamiento y gestión energética ambiental del hábitat bonaerense se cumplimentará lo establecido en la Norma IRAM 11604. Se hace extensivo su cumplimiento a cualquier edificación de uso humano. Esta norma establece:

- a) el método de cálculo del coeficiente volumétrico de pérdida de calor Gcal;
- b) fija los parámetros de ahorro de energía para calefaccionar edificios a través de valores máximos admisibles Gadm;
- c) los niveles de aislamiento de pisos en contacto con el terreno – Tabla 2;

- d) el número de renovaciones de aire requerido para el cálculo y el procedimiento cuando se cuente con valores de infiltración o permeabilidad al aire de carpinterías con certificado de eficiencia o etiquetado.
- e) el procedimiento para la obtención de la carga térmica de calefacción anual;
- f) recomendaciones para el aislamiento de cañerías de agua caliente y calefacción y;
- g) recomendaciones para viviendas.

Los valores de cerramientos opacos y vidriados deberán corresponderse con los valores de K obtenidos previamente. Las dimensiones de cada componente de cerramiento deberán corresponderse con la documentación técnica gráfica y escrita presentada.

2.7- A los efectos de cumplir con el ítem referido a ventanas, establecido en el artículo 3° de la Ley N° 13059, las mismas deberán contar como mínimo, con certificación de las propiedades establecidas a continuación, otorgada por laboratorios reconocidos.

2.7.1 Infiltración de aire según el capítulo 4.6 de la norma IRAM N° 11507-1, cumpliendo como mínimo con la Clasificación IRAM A1 para las carpinterías colocadas en edificios de hasta 10 m de altura sobre el nivel del terreno (medidos hasta el dintel de ventana) y con la Clasificación IRAM A2 para las carpinterías colocadas por encima de ese nivel.

2.7.2 Aislación térmica según la tabla 1 de la norma IRAM N° 11507-4, cumpliendo con la Categoría de aislación K5 en edificios de hasta 10 m de altura sobre el nivel del terreno (medidos hasta el dintel de ventana) y K4 para las carpinterías colocadas por encima de ese nivel.

3.- DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

Se deberá anexar a lo requerido por las disposiciones de cada organismo de aplicación y ser presentadas con la firma del propietario y el profesional responsable del diseño, con el fin de obtener el permiso de inicio de obra, la siguiente documentación:

- a) Planilla de cálculo de la Resistencia Térmica “R” y Transmitancia Térmica “K” para cada componente de la envolvente, para condición de invierno y verano. – verificación de la Transmitancia Térmica Máxima Admisible igual o menor a las establecidas para los Niveles A o B de IRAM 11605.
- b) Verificación de las Condiciones Higrotérmicas de los paños centrales, Riesgo de Condensación Superficial y Riesgo de Condensación Intersticial según IRAM 11625.
- c) Verificación de las Condiciones Higrotérmicas de puntos singulares, Riesgo de Condensación Superficial y Riesgo de Condensación Intersticial según IRAM 11630.

Planilla de verificación del coeficiente G y carga térmica admisible según Norma IRAM 11604.



4.- FUNCIONES DE LA AUTORIDAD DE APLICACIÓN

4.1 La autoridad de aplicación deberá verificar el total cumplimiento de las exigencias normativas y de la documentación técnica requerida en el presente, para la iniciación de la construcción y a los efectos de autorizar oportunamente, el correspondiente Certificado de Final de Obra.

4.2 A fin de auspiciar la correcta aplicación de la normativa exigida en el presente, se designará desde el ámbito público una Comisión Técnica encargada de coordinar el asesoramiento y capacitación a los cuerpos técnicos de cada organismo de aplicación.

Dicha comisión tendrá asiento en el Área Evaluadora de Materiales del Instituto de la Vivienda de la Provincia de Buenos Aires, la que será nombrada por el Señor Administrador del Instituto de la Vivienda de la Provincia de Buenos Aires 

NORMAS IRAM

Sinopsis de las Normas IRAM a cumplimentar y su consideración en este Manual

Las normas en general son instrumentos que establecen requisitos comunes a ser tenidos en cuenta en la producción de bienes y servicios que garanticen la calidad y seguridad de funcionamiento. Establecen pautas comunes que se acuerdan seguir y se reglan diversos aspectos que permiten a los diferentes actores involucrados tener un lenguaje claro y preciso.

IRAM es el Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

En los Comités de Estudio de Normas, participan representantes de distintas organizaciones que pertenecen a los tres sectores involucrados en la creación de una norma: los productores, los consumidores y los responsables del velar por el interés general y el bien común.

Las normas suelen ser de aplicación voluntaria aunque en algunos casos adquieren el carácter de cumplimiento obligatorio por imperio de una Ley u Ordenanza. Este es el caso de La Ley 13059 de la Provincia de Buenos Aires y el Decreto Reglamentario 1030 que exige el cumplimiento de de las siguientes Normas IRAM de Acondicionamiento térmico de edificios y de Carpintería de obra:

1. Norma IRAM N° 11549. Aislamiento térmico de edificios. Vocabulario.

Se establecen las definiciones de las magnitudes físicas y sus correspondientes símbolos y unidades, y de otros términos utilizados en el acondicionamiento térmico de edificios.

Las unidades se expresan en el Sistema Métrico Legal Argentino (SIMELA), de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). En su anexo A se encuentran tablas de equivalencias.

En el ítem “Definiciones” desarrollamos “in extenso” los principales conceptos de la 11549 y algunos adicionales que creemos puede ser de interés o de valor pedagógico, tratarlos con mayor profundidad.

De igual modo, concentramos en este punto muchos otros conceptos que aparecen en las normas pertinentes pero algunos de los cuales creímos oportuno agrupar en un único punto.

2. Norma IRAM N° 11601. Aislamiento térmico de edificios. Propiedades térmicas de los materiales para la construcción. Método de cálculo de la resistencia térmica total.

Establece los valores y método simplificados para el cálculo de elementos planos no homogéneos. Esta norma no contempla los puentes térmicos que son tratados en IRAM 11605.

En el este Manual, se explican no sólo como realizar los cálculos necesarios y los pasos a seguir para cumplimentar el llenado de las planillas pertinentes sino que se presentan 15 soluciones constructivas para muros exteriores y techos, que han sido verificadas en 2 localidades de climas diferentes: la ciudad de La Plata y la ciudad de Coronel Suárez. Adicionalmente, se adjuntan las planillas desarrolladas para su verificación tanto para el cumplimiento del K máximo admisible de la **IRAM 11605**, como los de riesgo de condensación superficial y intersticial, tanto en paños centrales como en puntos singulares como aristas verticales, horizontales y rincones (**IRAM 11625 y 11630**); adjuntándose las respectivas planillas que las respaldan. Esto permitiría adoptar tales soluciones sin necesidad de ningún cálculo adicional (salvo en lo referido a carpinterías y a la IRAM 11604 por las razones que exponemos más adelante).

También se presentan, las tablas que brinda la norma y una algo ampliada con los valores de Conductividades térmicas de materiales y Resistencia o Transmitancia de componentes.

3. Norma IRAM N° 11603. Aislamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina.

Establece la zonificación de la República Argentina de acuerdo con un criterio bioambiental, indicando las características climáticas de cada zona.

Se dan pautas generales de diseño, la evaluación de las orientaciones favorables y el cumplimiento de asoleamiento mínimo de los edificios destinados a vivienda. Se establece la caracterización de los microclimas y su evaluación desde el punto de vista del acondicionamiento térmico de edificios. En el anexo A se incluyen datos climáticos correspondientes a estaciones meteorológicas de todo el país.

En el presenta Manual, se extraen y sintetizan los datos correspondientes a las zonas bioambientales de la provincia de Buenos Aires y los datos climáticos de todas las estaciones meteorológicas de la provincia, resultando verosímil la interpolación de tales datos de las localidades más cercanas a aquellas que carezcan de los mismos.

4. Norma IRAM N° 11604. Aislamiento térmico de edificios. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor.

Esta norma establece el método de cálculo del coeficiente volumétrico de pérdida de calor (G_{cal}) el cual permite evaluar el ahorro de energía en calefacción de edificios destinados a vivienda, fijando además, los parámetros de ahorro de energía para calefaccionarlos, a través de los valores máximos admisibles del coeficiente volumétrico de pérdidas de calor (G_{adm}).

Esta Norma (actualmente en revisión) **no será desarrollada en esta primera versión** toda vez que la misma excede los objetivos del presente trabajo pues se interna en el diseño mismo del edificio. El volumen interior del edificio calefaccionado, las áreas interiores de las superficies de cerramientos opacos y no opacos y sus respectivas transmitancias térmicas, el perímetro de piso en contacto con el aire exterior, el número de renovaciones de aire promedio por hora, las orientaciones de las fachadas, etc.

Parámetros estos que superan holgadamente las soluciones aquí presentadas pero que, de ninguna manera, las excluyen.

Se prevé en próximas ediciones incorporar un software abierto para que, introduciendo las variables de diseño correspondientes, poder cumplimentar este requisito.

5. Norma IRAM N° 11605. Aislamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en viviendas. Valores máximos admisibles de Transmitancia Térmica en cerramientos opacos.

Se establecen los valores máximos de transmitancia térmica aplicables a muros y techos de edificios destinados a viviendas (los que por extensión pueden aplicarse a otro tipo de edificios), de manera de asegurar condiciones mínimas de habitabilidad.

Esta norma establece además, los criterios de evaluación de los puentes térmicos.

Presentamos tabla con los valores de Transmitancia Máxima Admisible $K_{MAX ADM}$ para Nivel B de la norma (que es el que exige la ley), correspondientes a **muros**, que dependen de las Temperaturas Mínimas de Diseño TDMN y los de **techos**, que dependen de la Zona Bioambiental (en este caso un único valor de $K_{MAX ADM}$ para condición de **verano** para toda la provincia), sólo afectado por la **absortancia α** de la cubierta, cuya tabla se adjunta.

6. Norma IRAM N° 11625. Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación del riesgo de condensación del vapor de agua superficial e intersticial en puntos singulares de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general.

7. Norma IRAM N° 11630. Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación del riesgo de condensación intersticial y superficial en puntos singulares.

Tanto para el primer caso “verificación de riesgo de condensación superficial e intersticial en paños centrales”, como en el de “puntos singulares” (de los que la ley especifica sólo aristas verticales y superiores de locales); se presentan:

Conceptos y definiciones (en el ítem “Definiciones”). Planillas de cálculo y su aplicación, tabla de permeabilidades y permeancia al vapor de agua (de IRAM 11601), tabla de Humedades relativas interiores en función de las TDMN, tabla de Presiones de vapor de Saturación y, adicionalmente, el desarrollo del cálculo en las Planillas de todos los ejemplos para La Plata y Coronel Suárez.

8. Norma IRAM N° 11507-1. Carpintería de obra. Ventanas exteriores. Requisitos básicos y clasificación.

Esta norma establece los requisitos básicos que deben cumplir las ventanas y ventanas balcón exteriores de los edificios, con todos sus componentes, vidrios, accesorios y herrajes incluidos, permitiendo su clasificación para los requisitos de resistencia a la acción del viento la estanquidad al agua y la infiltración de aire.

La Ley exige clasificar **IRAM A1** para carpinterías colocadas en edificios de hasta 10 m de altura sobre el nivel del terreno (medido hasta el dintel de la ventana), e **IRAM A2** para carpinterías colocadas por encima de ese nivel. Se adjunta la tabla correspondiente.

9. Norma IRAM N° 11507-4. Carpintería de obra. Ventanas exteriores. Requisitos complementarios. Aislación térmica.

Esta norma establece los requisitos complementarios de aislación térmica que deben cumplir las ventanas exteriores que satisfacen los requisitos establecidos en IRAM 11507-1 e IRAM 11507-2 (Resistencia mecánica).

Se exige cumplir con la Categoría de **aislación K5** en edificios de hasta 10 m de altura sobre el nivel del terreno (medidos hasta el dintel de ventana) y **K4** para las carpinterías colocadas por encima de ese nivel. Se adjuntan tablas de: Categoría de aislación de ventanas (transmistancia térmica **K**); transmitancia térmica de vidrios; transmitancia de perfiles de aluminio; transmitancia de perfiles de PVC; transmitancia térmica (**K**) de ventanas con perfilera de aluminio y transmitancia térmica (**K**) de ventanas cn perfilera de PVC.

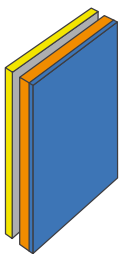
NOTA IMPORTANTE:

*(Se transcribe aquí literalmente el **Artículo 3°** del Anexo Unico. Reglamento de Aplicación de la Ley N° 13059):*

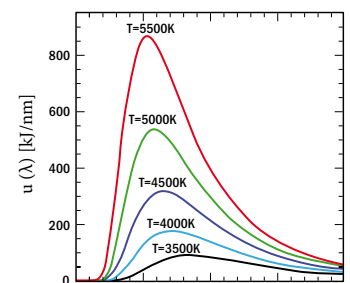
“ARTÍCULO 3°: La normativa técnica vigente a cumplimentar, emanada del Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (IRAM) es la que surge del Anexo I que forma parte integrante del presente. Las normas técnicas futuras que de cualquier forma revisen, modifiquen, corrijan o innoven sobre acondicionamiento térmico de edificios y ventanas, serán de aplicación obligatoria y automática a partir de los 90 días de su publicación y sólo para los proyectos a aprobarse por la Autoridad de Aplicación”. **(El subrayado es nuestro)** ■

SEGUNDA PARTE

TRANSFERENCIA DE CALOR Y MATERIA



$$K = 1/R_T$$
$$R_T = R_{si} + R_1 + R_c + R_2 + R_3 + R_{se}$$
$$R_1 = e_1/\lambda_1$$



NOCIONES DE TRANSFERENCIA DE CALOR Y MATERIA

Definiciones, conceptos, términos y unidades utilizados en la normativa a aplicar a fin de establecer un lenguaje común

Algunas de los conceptos y definiciones fueron tomados de IRAM 11549. "Vocabulario", aunque la mayoría son reinterpretaciones y adecuaciones de diversa bibliografía y ajustada a un lenguaje de divulgación técnica general.¹

• Calor, Temperatura y Equilibrio Térmico

El **calor** es energía en tránsito entre dos sistemas o entre un sistema y su entorno debido a una diferencia de **temperatura** entre estos.

La temperatura es una propiedad física de la materia que, cuantitativamente expresa las nociones comunes de calor y frío. Objetos que poseen baja temperatura se perciben fríos, mientras que a diversos grados de temperaturas más altas se los percibe tibios o calientes. La temperatura es un parámetro termodinámico del estado de un sistema. El calor siempre fluye desde el cuerpo o sistema de mayor temperatura hacia el cuerpo o sistema de menor temperatura, ocurriendo la transferencia de calor hasta que ambos cuerpos se encuentren en **equilibrio térmico**.²

Muchas de las propiedades de la materia que podemos medir dependen de la temperatura. La dimensión de los objetos (*se contraen y dilatan*)³, la longitud de una barra de metal, la presión de vapor de un gas, la conductividad eléctrica de un alambre, todo esto depende de la temperatura.

Estas características nos permiten realizar diversos termómetros. La expansión del mercurio en un tubo cerrado cuando éste se calienta. El aumento o disminución de la presión de un gas contenido en un recipiente de volumen constante al calentarse o enfriarse.

¹ Consultar "Bibliografía" y las 9 Normas IRAM cuya aplicación demanda el cumplimiento de la Ley 13059.

² A nivel molecular la temperatura es el resultado del movimiento de las partículas que constituyen la materia. Las partículas en movimiento portan la energía cinética. La temperatura aumenta con el incremento de este movimiento y el de la energía cinética. El movimiento puede ser el de traslación de las partículas, o la energía de la partícula debido a la vibración molecular o a la excitación de un nivel electrónico de energía. En un sentido termodinámico, el calor no se considera que se almacene dentro de un sistema. Al igual que el trabajo, éste sólo existe como energía en tránsito de un sistema a otro o entre un sistema y su entorno. Cuando la energía en forma de calor se añade a un sistema, se almacena en él en forma de energía cinética y potencial de sus átomos y moléculas lo que incrementa la **energía interna** del sistema.

³ La dilatación volumétrica o superficial de los objetos por cambios de temperatura no es un tema menor en la construcción ya que suelen dar lugar a numerosos procesos patológicos de la envolvente edilicia.

Cuando sumergimos un termómetro en un líquido caliente, el termómetro se calienta y el líquido se enfría un poco. Al estabilizarse la temperatura del termómetro el sistema está en *equilibrio* y podemos leer la temperatura en la escala convencional adoptada.

Si interponemos un **material aislante** entre dos sistemas a distintas temperaturas lo que lograremos es retardar el **equilibrio térmico**.

- **Calor Sensible y Latente**

Calor sensible es aquel que aportado a un cuerpo o sustancia hace que aumente su temperatura sin afectar su estado. En términos generales la cantidad de calor necesaria para calentar o enfriar un cuerpo es directamente proporcional a la masa del cuerpo y a la diferencia de temperaturas. La constante de proporcionalidad recibe el nombre de **calor específico**. Sintéticamente se denomina **calor sensible** a aquel que aplicado a una sustancia modifica su temperatura.

Calor latente o calor de cambio de estado, es la energía absorbida por una cantidad de sustancia para cambiar de fase, de sólido a líquido (calor latente de fusión L_f) o de líquido a gaseoso (calor latente de vaporización L_v). Durante el proceso inverso, al cambiar de gaseoso a líquido y de líquido a sólido se libera la misma cantidad de energía (*a la misma presión atmosférica*). Su unidad es el **J/kg** (*joule/kilogramo*).

El calor de fusión del agua a presión atmosférica normal es 334,4 kJ/kg a 0°C mientras que el de vaporización es 2257 kJ/kg a 100°C.

A presiones atmosféricas distintas a la normal se modifican, tanto los valores de *Calor Latente de cambio de fase* como la *temperatura* a la que éste se produce.⁴

- **Calor Específico**

El **calor específico** (*también **capacidad calorífica específica***) es una magnitud física que se define como la *cantidad de calor* que hay que suministrar a la unidad de masa de una sustancia para elevar su temperatura en una unidad (kelvin o grado Celsius). En general, el valor del calor específico depende de dicha temperatura inicial. Se la simboliza con la letra **c** (minúscula) y su unidad es **J/kg.K** (*joule/kilogramo.kelvin*).

De forma análoga, se define la **capacidad calorífica** como la cantidad de calor que hay que suministrar a toda la masa de una sustancia para elevar su temperatura en una unidad (kelvin o grado Celsius). Se la representa con la letra **C** (mayúscula).

Por lo tanto, el calor específico es el cociente entre la capacidad calorífica y la masa, esto es **$c = C/m$** donde **m** es la masa de la sustancia.

⁴ Como tanto L_v como la temperatura de ebullición dependen de la presión, a medida que aumenta la altura respecto al nivel del mar, la presión atmosférica media decrece, el agua hierve a menor temperatura y el calor de vaporización se incrementa.



El calor específico del agua líquida es de 4190 J/kg.K (aproximadamente 1 kcal/kg.K).⁵

- **Cantidad de Calor y Flujo de Calor**

Como ya fue expresado el **calor** es energía en tránsito entre dos sistemas o entre un sistema y su entorno debido a una diferencia de temperatura entre estos. La **cantidad de calor** se simboliza con la letra **Q** y su unidad es el **J (joule)**.

El **flujo de calor** es el cociente entre la cantidad de calor que pasa de un sistema a otro y el tiempo requerido (se lo puede expresar como la densidad temporal de la energía). Su símbolo es **Φ** (aunque se usa frecuentemente **F**) y su unidad es el **W (watt)**.

- **Densidad de Flujo de Calor**

La **densidad de flujo de calor** es el cociente entre el **flujo** de calor y el área en **W/m²**.

A los efectos de la física aplicada en la construcción, el **Flujo de Calor** es directamente proporcional a la **diferencia de temperatura** entre dos ámbitos e inversamente proporcional a la **Resistencia térmica** del elemento que los separa $F = \Delta t / R_T$.

- **Conductividad Térmica y Resistencia Térmica**

La **conductividad térmica** es el **flujo de calor** transmitido a través de un material de espesor unitario por unidad de área, cuando el gradiente de temperatura sea unitario. Su símbolo es **λ** y su unidad (resultado de la simplificación del espesor y el área) es **W/m.K**, depende de la naturaleza del material y del rango de temperatura.

Hay materiales que son buenos **conductores** del calor como el aluminio, la plata y los metales en general y otros son muy buenos **aislantes térmicos** como el corcho o el **poliestireno expandido** que mantienen aire confinado en microscópicas celdillas.

- **Resistencia Térmica y Resistencias Térmicas Superficiales**

En el campo del aislamiento térmico de edificios y en **régimen estacionario** (en el que las condiciones permanecen estables a lo largo de un tiempo y existe proporcionalidad entre la diferencia de temperatura de uno y otro lado de un elemento constructivo y el gradiente de temperaturas dentro del mismo), la **resistencia térmica** para placas planas es el cociente entre el espesor **e** y la conductividad térmica **λ**⁶. Su unidad es **m².K/W**

$$R = e / \lambda$$

La **resistencia térmica** es una característica propia de las capas de materiales, elementos constructivos,

⁵ En las construcciones este valor reviste importancia ya que el mismo es del orden de 4 veces mayor al calor específico de otros materiales usuales en obra por lo que a una densidad similar se requerirá 4 veces más energía para aumentar la temperatura de una masa semejante de agua que de otro material de construcción.

⁶ Si esta propiedad es constante o varía linealmente con la temperatura.

superficies y cámaras de aire. En **IRAM 11601** se dan valores de las resistencias térmicas de superficies y cámaras de aire, al igual que valores de conductividades térmicas de numerosos materiales.

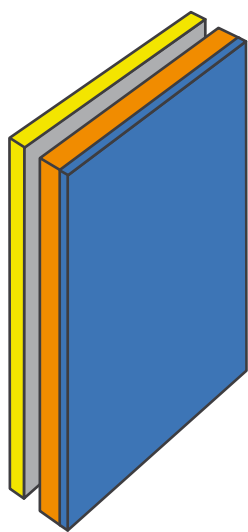
Las **resistencias térmicas superficiales, interna R_{si} y externa R_{se}** expresan las resistencias térmicas de las capas superficiales de aire adyacente a las superficies interna y externa, respectivamente, de un elemento que transmite calor por radiación y convección al aire circundante.

• Transmisancia Térmica

La **transmisancia térmica K** (simbolizada en algunos medios con " U ") es el cociente entre el flujo de calor en régimen estacionario y el área y la diferencia de temperatura entre los medios circundantes a cada lado del sistema. Su unidad es **$W/m^2.K$** .

Nota: la **transmisancia térmica** indica el flujo de calor a través de la unidad de superficie de un elemento constructivo sujeto a una diferencia de temperatura del aire a ambos lados del elemento de $1^\circ C$. Se calcula de acuerdo a lo indicado en **IRAM 11601** que sintéticamente puede expresarse:

$$K = 1/R_T = 1/ R_{si} + \sum R_n + R_{se}$$



$$K = 1/R_T$$

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_c + R_2 + R_3 + R_{se}$$

$$R_1 = e_1/\lambda_1$$

Donde:

K : es la transmisancia en $W/m^2.K$

R_T : es la resistencia total del elemento incluyendo las Resistencias Superficiales interior y exterior **R_{si}** y **R_{se}** y las resistencias de **n** número de capas homogéneas de materiales, incluso cámaras de aire **R_c** .

Siendo **$R = e/\lambda$** en el que " **e** " es el espesor en **m** y **λ** la conductividad del material en $W/m.K$

• Mecanismos de Transferencia de Calor

Existen tres mecanismos de transferencia de calor. Estos son **conducción**, **convección** y **radiación**.

Conducción

Para que se dé una transferencia de calor, dos elementos (o dos regiones dentro de un cuerpo), deberán estar a **diferente temperatura** y entonces el calor fluirá siempre de la zona de mayor temperatura a la que está más fría. La magnitud del flujo dependerá de la diferencia de temperatura y, en un sólido además, de su **conductividad térmica**.

Dentro del sólido la transferencia se produce por "contigüidad" sin desplazamiento de "materia".

En algunos buenos conductores térmicos como es el caso de la mayoría de los metales (que en general son también buenos conductores eléctricos), estos poseen además electrones libres que se desplazan portando energía velozmente de las zonas más calientes a las más frías siendo por tal motivo muy buenos conductores. A esta forma de transferencia térmica se la llama **conducción**.

Convección

La **convección** es *transferencia de calor* por movimiento de la masa de un fluido (líquido o gaseoso) de una región a otra del mismo.

Cuando ponemos a calentar agua en una cacerola de metal sobre el fuego, el calor se transmite rápidamente calentando primero la que está más próxima al fondo de la misma. El aumento de la temperatura expande el agua tornándola más ligera que la que está más fría y, en consecuencia ésta tiende a ascender. A medida que asciende va cediendo calor hasta equilibrar la temperatura mientras que es "empujada" por otras moléculas más calientes, produciéndose una corriente llamada **termo-convección natural** hasta que la temperatura se homogeniza al comenzar la **ebullición**.

Si el fluido circula impulsado por un ventilador o una bomba, la **convección es forzada**.

La corriente de calor causada por convección es directamente proporcional al área superficial. (Esto explica las grandes áreas superficiales de intercambio de los radiadores y las aletas de enfriamiento).

La **viscosidad** de los fluidos frena la **convección natural** cerca de una superficie estacionaria, formando una película superficial que tiene un cierto valor aislante. La **convección forzada** reduce el espesor de esta película, aumentando la transferencia de calor.

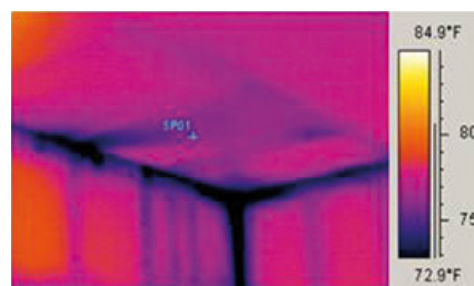
Radiación

La **radiación** es la transferencia de calor a través de ondas electromagnéticas como lo son, entre muchas otras: *la luz visible, el infrarrojo y la radiación ultravioleta y los rayos X*.

La transferencia se producirá entre medios a diferente temperatura aunque los separe el vacío.

La magnitud y el tipo de radiación dependerá de la temperatura de los cuerpos desde el 0° absoluto (-273,15 kelvin) hasta millones de kelvin de las estrellas.

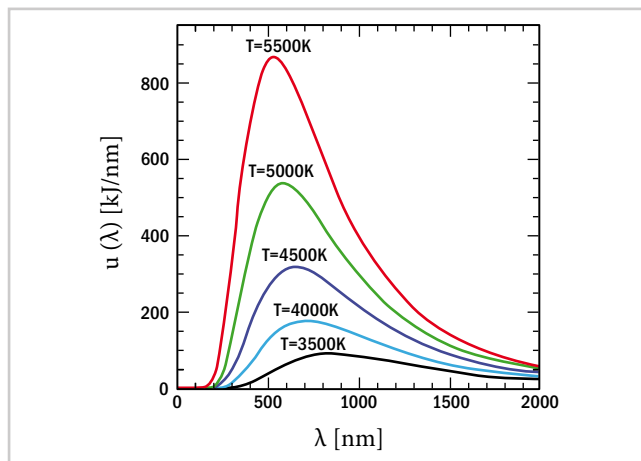
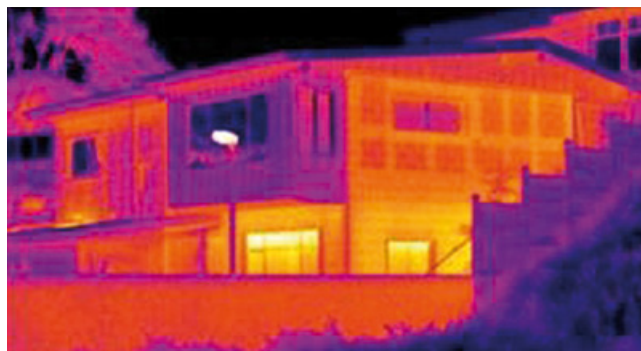
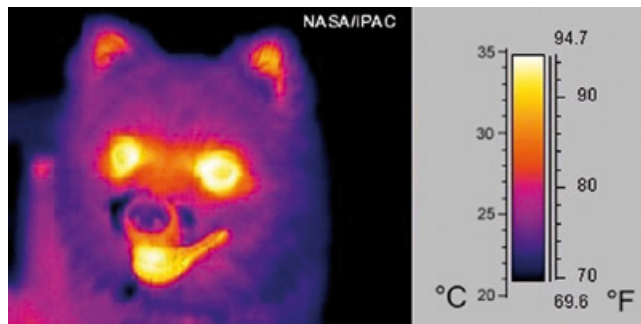
La **radiación de energía** aumenta rápidamente con la temperatura (según la cuarta potencia de la temperatura absoluta T^4 kelvin) al tiempo que se reduce la longitud de onda de su *pico de emisión*. A temperaturas ordinarias 27 °C (300K) casi toda la energía se transporta en ondas del *infrarrojo lejano IR* con longitudes de onda de unos 10 micrones (10^{-5} m), mucho mayores que las de la luz visible (el cuerpo humano a través de su 2 m² de piel a 310K emite unos 100W).



Al aumentar la temperatura, la radiación se incrementa y las longitudes de onda se desplazan hacia valores mucho más cortos. "A 800 °C, un cuerpo emite suficiente radiación visible para convertirse en un objeto luminoso "al rojo vivo" aunque a esta temperatura la mayor parte de la energía se transporta en ondas de IR." A 3000 °C la radiación contiene suficiente luz visible para que el cuerpo se vea "al rojo blanco".

La fotosfera solar está a una temperatura de 5780K y emite radiación de un espectro electromagnético continuo de distintas longitudes con un pico de emisión de 475 nm (1 nanómetro = 10^{-9} m) que corresponde a una luz amarillo verdosa. Todo el espectro visible (la luz "blanca" que abarca los colores del arco iris) van de los 400 a los 740 nm de longitudes de onda.⁷

En las construcciones las radiaciones que más nos interesan son las de la Radiación Solar en su espectro visible, en UV e IR (infrarrojo cercano), y las de IR lejano que emiten los cuerpos a temperaturas cercanas a la ambiente.



- **Reflectancia, Absortancia y Transmitancia (espectro visible e infrarrojo lejano)**

La interacción de la radiación electromagnética con los materiales en general, y de construcción en particular, dependerá tanto de la magnitud y las características cualitativas de aquella, como de la naturaleza de estos otros.

La superficie que recibe una cierta cantidad y tipo de energía radiante (definida por las longitudes de onda que la componen), se comportará ante ésta de acuerdo al ángulo de incidencia y a las características físicas y espesor del material irradiado.

⁷ A los efectos de este manual podemos explicar las características de este fenómeno mediante el modelo de la mecánica ondulatoria que explica los fenómenos acústicos.

No obstante la energía involucrada y su velocidad de propagación son radicalmente diferentes. La velocidad del sonido en el aire es del orden de los 340 m/s en tanto que la radiación electromagnética se propaga, en el vacío a la velocidad de la luz es decir unos 300.000 km/s.

La **radiación solar** I cuya unidad es W/m^2 , al incidir en una superficie **irradiada** E^8 es: en parte **reflejada**, en parte **absorbida** y, en parte **transmitida**.

En superficies "semitransparentes" los valores dependerán del ángulo de incidencia i , de la longitud de onda λ de la radiación y del espesor e .

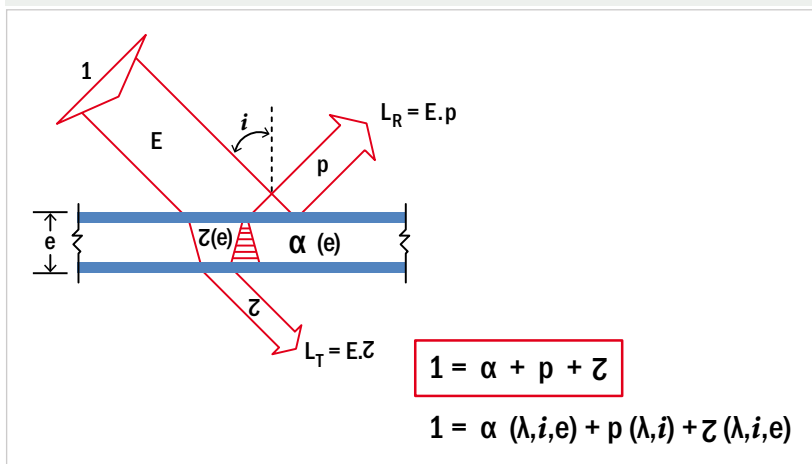
$$E_i = E_R + E_A + E_T$$

(Donde: la Irradiación incidente es igual a la radiación reflejada + la radiación absorbida + la radiación emitida).

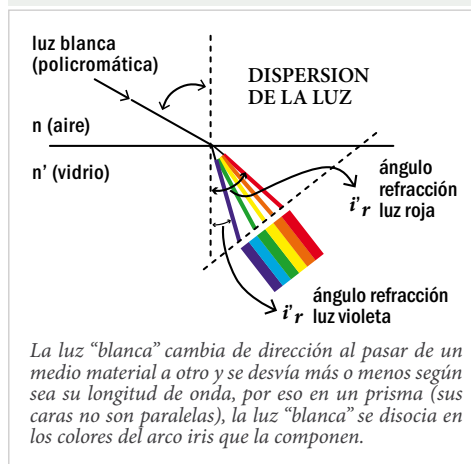
• Superficies Opacas y Semitransparentes

La **reflectancia** ρ es la relación E_R/E_i , la **absortancia** α es la relación E_A/E_i y la **transmitancia** τ es la relación E_T/E_i por lo tanto, $\rho + \alpha + \tau = 1$. En superficie "opacas" podemos asumir que $\rho + \alpha = 1$.

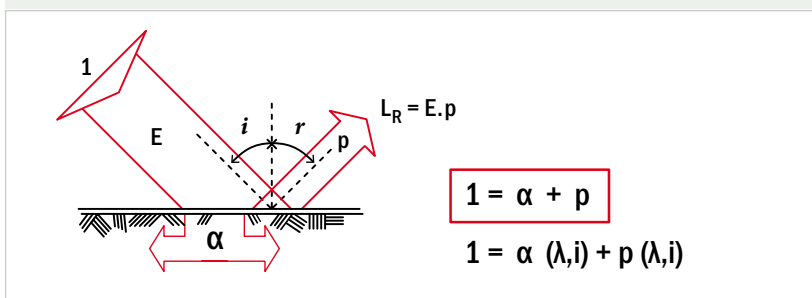
MATERIALES SEMITRANSSPARENTES



REFRACCION DE LA LUZ



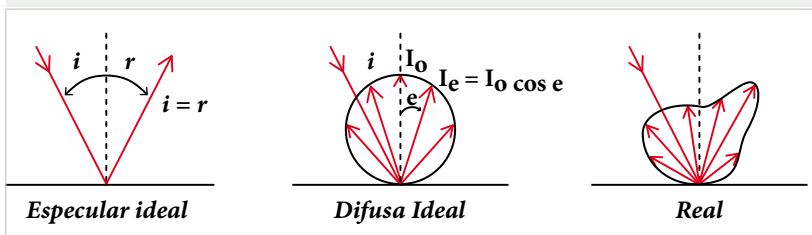
MATERIALES OPACOS



Es importante destacar que la energía absorbida **aumenta la temperatura de la superficie**.

También podemos asumir, que la **absortancia** α de los materiales es igual a su **emitancia** o **emisividad** ϵ lo que dependerá, básicamente de si se trata del **espectro visible e infrarrojo cercano o del infrarrojo lejano**, antes mencionados.

REFLEXION DE SUPERFICIES OPACAS



8 IRAM 11549 no diferencia "Radiación" (la emitida por un cuerpo) de "Irradiación" (energía radiante recibida). El símbolo asignado para ambos es "I" preferimos utilizar una antigua denominación "E"

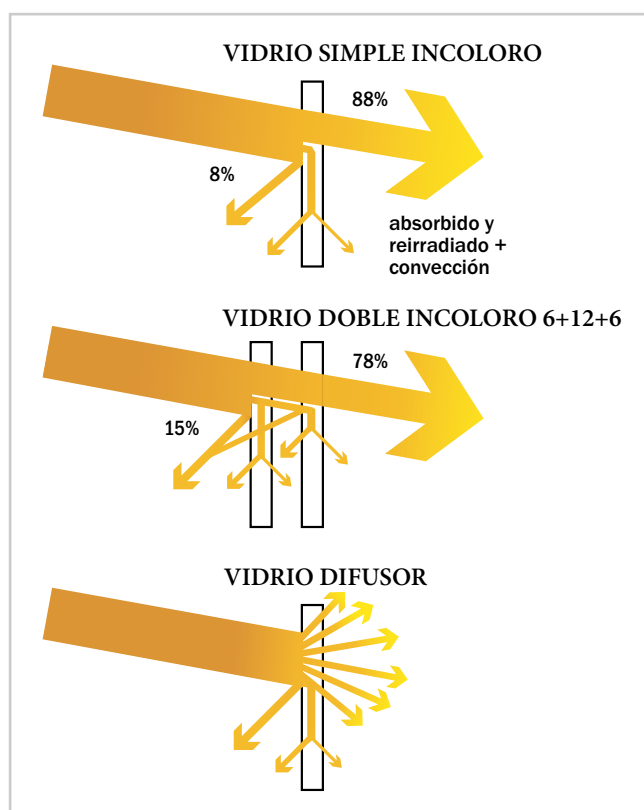
- **La importancia de estos aspectos físicos en el comportamiento térmico de los edificios**

Los elementos expuestos a la radiación solar, absorben energía en una proporción que dependerá del *color* de su *superficie*. (En menor medida los de colores claros de **baja absorptancia**, y en una medida mucho mayor en los oscuros de **alta absorptancia**).

Esto aumentará la temperatura de los mismos que será transmitida en mayor o menor medida a los espacios interiores, lo que no es deseable en climas cálidos, especialmente en verano y conveniente en los inviernos de climas templados o fríos.

Por el contrario, a la temperatura ambiente, o a la de algunos pocos cientos de grados por encima de ésta, el pico de emisión estará en el **infrarrojo lejano** (calor radiante) y en este caso, lo que importa no es el color sino que las superficies sean o no metálicas y cuánto más bruñidas y limpias, mejor. Por eso, los llamados sistemas de aislación reflectiva, no tienen el mismo comportamiento en condiciones invernales que estivales, deben mantenerse limpios y pulidos y requieren de condiciones particulares de uso.

- **Los Vidrios⁹ y el Efecto Invernadero**

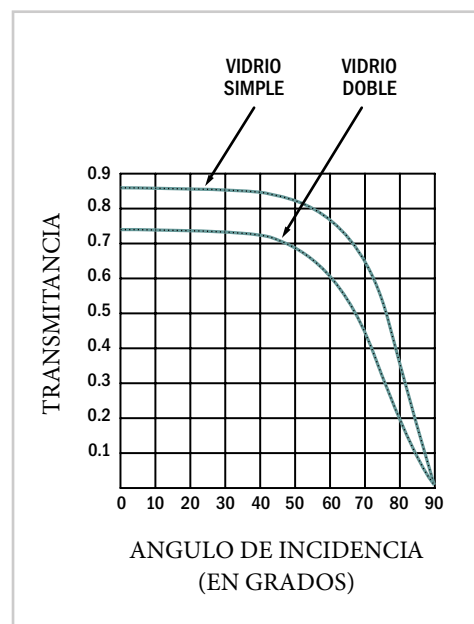
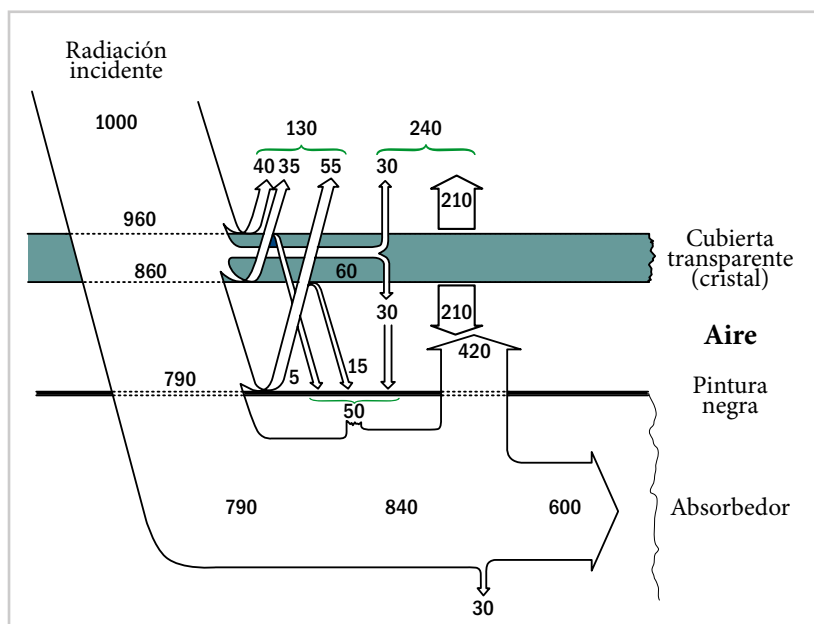


Un vidrio simple común incoloro usado en la construcción tiene una transmitancia en el espectro visible y en un ángulo de incidencia próximo a la normal, del orden de 88% y una reflectancia de un 8%.

Ese mismo vidrio es prácticamente opaco al infrarrojo lejano, por lo que la luz que lo atraviesa e incide sobre una superficie oscura es, en su mayoría absorbida, lo que aumenta la temperatura del elemento e incrementa la radiación de onda larga (IR lejano) a la que el vidrio es opaco.

Este fenómeno que produce el sobrecalentamiento de los espacios interiores (y que fácilmente perceptible en los automóviles que han permanecido expuestos al sol) es el llamado efecto invernadero.

⁹ Existen hoy en el mercado numerosos tipos de vidrios con propiedades especiales que incrementan algunas prestaciones de modo significativo y adecuados para cada necesidad específica.



El efecto invernadero puede ser racionalmente aprovechado en los edificios, reduciendo las necesidades de calefacción invernal o producir un sobrecalentamiento indeseado que incrementará significativamente el consumo de energía para el acondicionamiento térmico.

• Retardo Térmico e Inercia Térmica

Se llama **retardo térmico** al desfase (thermal delay) en el tiempo de la transmisión de una onda de calor a través de un elemento constructivo sujeto a un **régimen periódico**¹⁰ de flujo de calor debido a la **inercia térmica** del elemento.

Una regla práctica o "de dedo" a ser utilizado como una referencia, sería que, en un material "pasado" de obra (cuya densidad es de unos 1000 a 3000 kg/m³), el pulso térmico se desplaza a razón de unos 4 cm/hora. Si suponemos a modo de ejemplo, que el pico de la temperatura exterior (varios grados por encima de la temperatura interior), se da a las 3 PM, el efecto del flujo de calor en la cara interior de una pared de ladrillo macizo de 30 cm se sentirá, **retardada y amortiguada**, alrededor de 7½ horas después.

Conviene recordar que el **régimen periódico o variable** es la contracara de un **régimen estacionario** y este último estado es en el que se consideran prácticamente todos los modelos de cálculo y las estimaciones en que se basan las Normas IRAM de Acondicionamiento de edificios.

Como ya dijéramos, en un elemento de construcción en **régimen estacionario** existe **proporcionalidad** entre la diferencia de temperatura a uno y otro lado del mismo y la Resistencia Térmica Total R_T de éste, por lo que si se tratara de un elemento homogéneo expuesto a una diferencia de temperaturas Δt de digamos 12°C, en el centro del mismo la temperatura sería 6°C mayor o menor que la de las temperaturas superficiales a ambos lados del componente.

¹⁰ También llamado **régimen variable**.

Si en cambio se tratase de un elemento heterogéneo compuesto de varias capas de diferentes materiales (incluso cámaras de aire) bastaría con graficarlo en una escala arbitraria de resistencias térmicas y superponerle una grilla de temperaturas donde aparecerían los valores de t_e y t_i y, consecuentemente el valor de la Δt . Uniendo los puntos correspondientes a dichas temperaturas obtendríamos una recta que nos permitiría determinar, incluso gráficamente, las temperatura de cada una de las "interficies" (superficies interiores de cada una de las capas), y cuya **pendiente** sería un indicador claro del **flujo térmico F** .¹¹

Tal *proporcionalidad no existe* si el elemento constructivo está sometido a *fluctuaciones de temperatura* como suele ser el caso general de las temperaturas exteriores en donde los métodos de cálculo simplificados en *régimen estacionario* no pueden aplicarse.

La **inercia térmica** de un elemento constructivo depende de la **masa**, la **conductividad térmica** y la **capacidad calorífica específica** de cada componente y del orden en que estos se hallan.

- **La Importancia de la Inercia Térmica en la Construcción**

Como estrategia de **diseño pasivo**, los edificios de alta inercia son adecuados para climas de grandes amplitudes térmicas diarias (climas mediterráneos y de montaña), que se dan en general, en regiones alejadas de grandes masas de agua y, consecuentemente, con elevada **heliofanía**. Otra condición necesaria, es que los **locales sean de uso permanente**.

El calor generado por las altas temperaturas y la elevada Irradiación solar que se dan durante el día, generan un pulso térmico que se va desplazando hacia el interior (que permanece fresco) actuando la masa térmica de la envolvente, como un virtual acumulador de energía térmica y un **retardante** de la variación de la temperatura ambiente. Al descender ésta, parte del flujo invierte su dirección al encontrarse tanto la t_i como la t_e por debajo de la temperatura interior del elemento. No obstante varias horas después en que ocurrió el pico de temperatura parte de la energía térmica llega al interior del local colaborando en la calefacción natural del mismo.

Cuando por el contrario, los **locales son de uso eventual**, la elevada inercia térmica de un cerramiento pesado no resulta adecuado, toda vez que de ser necesario su acondicionamiento térmico, su puesta en régimen demandará muchas horas e incluso días, consumiendo una excesiva cantidad de energía para alcanzar mínimas condiciones de confort.

Si como puede ocurrir, nos encontramos ante un edificio muy masivo al que nos encomiendan **reciclar** y **refuncionalizar** para usos eventuales, nos encontraremos con uno de los pocos casos en donde **las características higrotérmicas de un aislamiento interior resultan ventajosas**, como es el caso de edificios o locales de uso intermitente.

Esta ubicación permitirá aislar la masa térmica y facilitará la rápida puesta en régimen de los locales con un consumo razonable de energía. Por el contrario, esta disposición acrecienta el **riesgo de condensaciones** de humedad y la generación de **puentes térmicos**.

¹¹ Este tema es de particular importancia pues interviene activamente en el cálculo del riesgo de **condensación superficial e intersticial**.

• La Masa Térmica Efectiva

La **ubicación del aislante térmico** en el espesor de la envolvente edilicia definirá la masa **térmica efectiva** como la que se halla al interior del aislante, siendo la posición más favorable la más próxima a la cara **exterior**, y en segundo término: **la posición intermedia**, entre hojas del cerramiento.

El **sobrecalentamiento** producido por la **ganancia solar directa** a través de ventanas no protegidas e **invernáculos** (indeseada en cálidos veranos o racionalmente proyectada para su aprovechamiento invernal) requiere de masa térmica interior para almacenar la energía y atemperar los picos de temperatura.

En la práctica, la **masa térmica interior** tiene un espesor **efectivo** del orden de los 20 cm.

Por último, también en **verano** la masa térmica colabora en **atenuar las fluctuaciones de la temperatura exterior**. Aunque deberá tenerse la precaución de garantizar una adecuada ventilación nocturna y, por sobre todas las cosas, evitar el sobrecalentamiento causado por el ingreso de radiación solar a través de los vidriados, los que deberán protegerse tanto de la radiación directa, como de la difusa y también de la reflejada por las superficies aledañas como los solados (incluso, la de las mismas protecciones solares, como resulta la reflejada en parasoles altamente reflejantes).

En algunos casos, además de la adecuada ventilación nocturna, puede ser incluso necesaria la refrigeración artificial, en especial en aquellos días en donde la temperatura exterior no descienda suficientemente por las noches.

• Calor y Aire Húmedo. Condensación y Evaporación

En la mezcla de aire húmedo, al vapor de agua se lo considera como ejerciendo una presión parcial de la presión atmosférica total (P_A) que, fue normalizada definiéndosela como la presión atmosférica media al nivel del mar y cuyo valor se estableció en **101,3 kPa** (lo que corresponde a 1 atmósfera),¹² equivalente a 760 mmHg, 1 kgf/cm², 10 m de columna de agua o 1 bar.

Como el aire se dilata o se contrae según sea su temperatura, de ésta dependerá la cantidad de vapor de agua que una masa de aire seco pueda contener sin que el vapor se condense.

A la cantidad de vapor de agua en un ambiente se la expresa como **Presión de Vapor Interior P_{vi}** en **kPa**; en gramos de agua por **metro cúbico** de aire seco: **Humedad Absoluta**; o en gramos de agua por kilogramo de aire seco: **Humedad Específica HE** .

Por lo tanto, a cada valor de temperatura le corresponderá una **Presión de Vapor de Saturación P_{vs}** que es la máxima cantidad de vapor de agua que una masa de aire seco puede admitir sin cambiar de fase.

Por su parte, llamamos **Humedad Relativa HR** a la relación: P_{vi} / P_{vs} . El vapor de agua se condensará cuando la **HR** sea del **100%**.

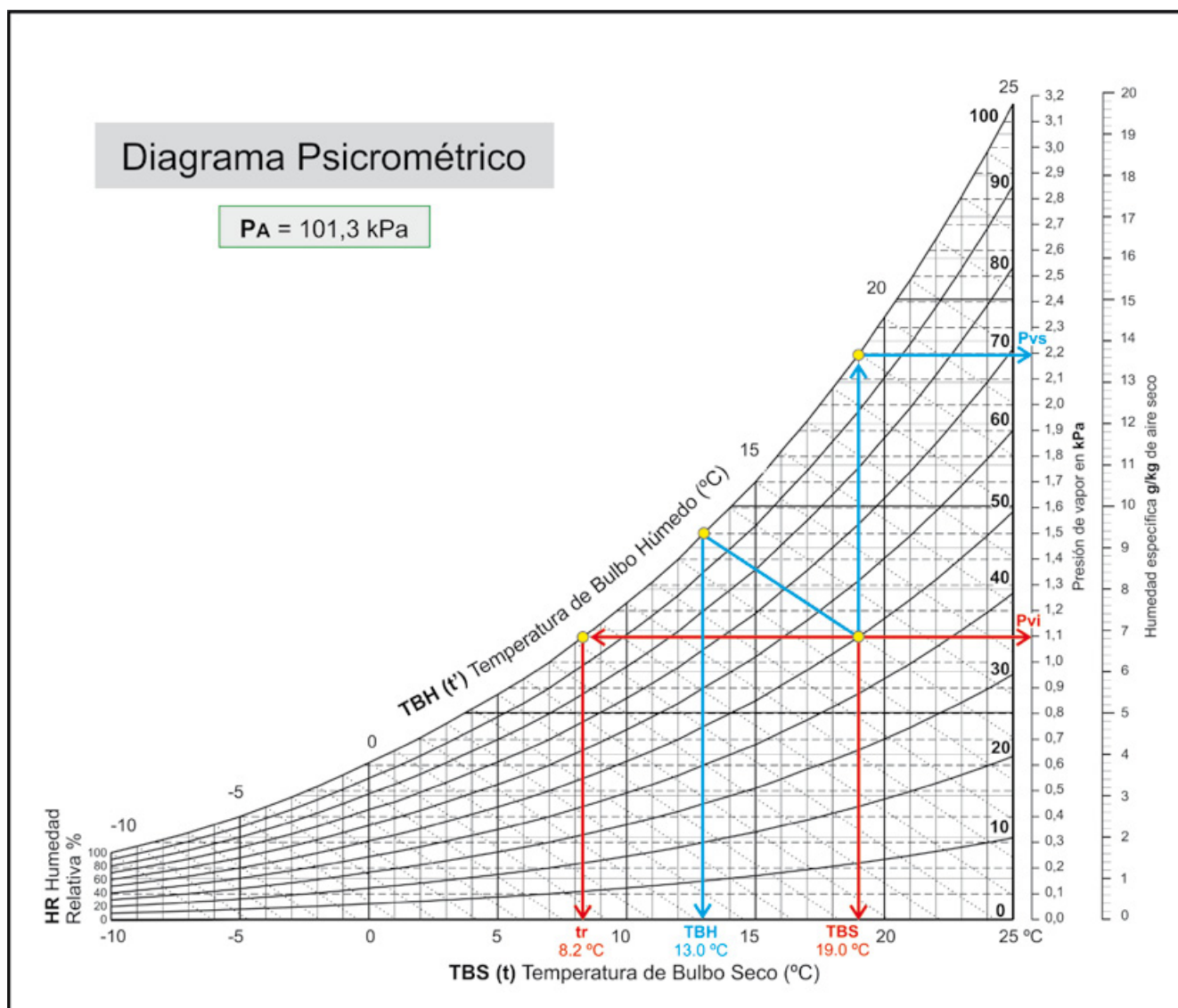
¹² "La cantidad de vapor de agua contenido en el aire que respiramos es pequeña, menos de un 3%. Sin embargo, sus efectos tanto sobre los individuos como sobre los materiales, son muy notables."

En otras palabras, la **HR** es el porcentaje de vapor de agua (o la humedad) que hay en un ambiente a una determinada temperatura.

Ahora bien, si mantuviésemos una temperatura constante, la **HR** aumentará en la medida que incorporemos vapor de agua al ambiente, como es lo que ocurre en un ambiente débilmente ventilado o sin ventilación, al hervir agua, al ducharnos, al calefaccionarlo con una estufa de fuego abierto, al secar ropa o simplemente al respirar.

Podría ocurrir también que lo que permanezca constante sea la **Pvi** y que la temperatura sea la que decrezca. Esto producirá también el aumento de la **HR** hasta llegar a la **Temperatura de rocío tr**. (La **tr** es a una dada **Pvi** lo que la **Pvs** es a una cierta temperatura).

Esto es lo que ocurre cuando sacamos del refrigerador una botella de alguna bebida fría en cuya superficie se condensará la humedad del ambiente o también en las superficies interiores frías de muros exteriores e insuficientemente aislados, en los que se condensará la humedad ambiente provocando el deterioro de los materiales de acabado y la reducción de la calidad del aire interior por el desarrollo de colonia de mohos que las altas humedades promueven.



- **Temperatura de Bulbo Seco y Temperatura de Bulbo Húmedo**

La **temperatura de bulbo seco TBS (t)** es la temperatura del aire que podemos medir con cualquier termómetro, de los que entre los más comunes son los que consisten en un tubo de vidrio al vacío con un bulbo lleno de mercurio. Al dilatarse el Hg este asciende por el tubo donde se ha inscripto un escala termométrica convencional.

Si a otro termómetro similar le cubrimos el bulbo que contiene el Hg con un paño, al que mantenemos embebido en agua, este agua se evaporará en mayor o menor medida según sea la **humedad relativa** del local. Al hacerlo, el agua extraerá calor latente de **evaporación** del bulbo, haciendo descender la temperatura del mismo, obteniéndose la **TBH (t')**. Por último, si las temperaturas de ambos termómetros permanecieran iguales esto indicaría que el ambiente está saturado de agua o, lo que es lo mismo que **HR=100%**.

- **Diagrama Psicrométrico**

En el **diagrama psicrométrico** adjunto podemos leer los siguientes datos: $TBS=19,0^{\circ}\text{C}$; $TBH=13,0^{\circ}\text{C}$; $P_{vi}=1,1\text{ kPa}$; $HR=50\%$; $t_r=8,4^{\circ}\text{C}$; $P_{vs}=2,2\text{ kPa}$ y la humedad específica $HE= 6,8\text{g}$ de agua por kg de aire seco.

- **Tablas de Presiones de Vapor de Saturación**

Se pueden consultar las Tablas de P_{vs} y un Diagrama Psicrométrico disponibles en este manual.

- **Condensación superficial**

Condensación del vapor de agua sobre la superficie interna de los cerramientos exteriores, que se produce cuando la temperatura de dichas superficies sea igual o menor que la temperatura de rocío del aire del recinto que limitan.

- **Condensación intersticial**

Condensación que se produce en la masa interior de un cerramiento exterior, como consecuencia de que el vapor de agua que lo atraviesa alcanza la presión de saturación y por lo tanto la temperatura de rocío, en algún punto interior de dicha masa.

- **Permeabilidad al vapor de agua (δ)**

Cantidad de vapor de agua que pasa por unidad de tiempo a través de la unidad de superficie de un material o elemento constructivo, de caras plano paralelas y de espesor unitario, cuando la diferencia de presión de vapor entre sus caras es la unidad.

- **Permeancia al vapor de agua (Δ)**

Cantidad de vapor de agua que pasa por unidad de tiempo a través de la unidad de superficie de un material o elemento constructivo de cierto espesor, cuando la diferencia de presión de vapor entre sus caras es la unidad. Cuando el material o elemento constructivo es homogéneo en todo su espesor (e), se cumple que: $\Delta = \delta / e$.¹³

- **Resistencia a la difusión del vapor de agua (R_v)**

Inversa de la permeancia al vapor de agua, suma de las resistencias de las capas uniformes y homogéneas de permeabilidad al vapor de agua (δ_i) y espesor (e_i), que constituyen el elemento constructivo de permeancia al vapor de agua (Δ), despreciándose las resistencias superficiales, de manera que: $R_v = 1 / \Delta = \sum e_i / \delta_i$

- **Barrera de vapor**

Capa de material que, generalmente de espesor pequeño, ofrece una alta resistencia al pasaje del vapor. Para que un material se considere barrera de vapor, su permeancia debe ser menor que $0,75 \text{ g/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{kPa}$. ($\Delta < 0,75 \text{ g/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{kPa}$).¹⁴

- **Freno de vapor**

Capa cuyo valor de permeancia al vapor de agua es mayor que $0,75 \text{ g/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{kPa}$ y que tiene por función reducir el pasaje de vapor de agua a un valor compatible con la verificación del riesgo de condensación intersticial 

¹³ **Nota:** A la permeancia al vapor de agua se lo simbolizaba anteriormente con la letra μ .

¹⁴ **Nota:** El solo cumplimiento de este valor no garantiza evitar la condensación intersticial, por lo que en todos los casos se deberá realizar la verificación prescripta en IRAM 11625.

TERCERA PARTE

METODOS DE CALCULO



Arq. Pablo Azqueta

IRAM 11601

“Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario”

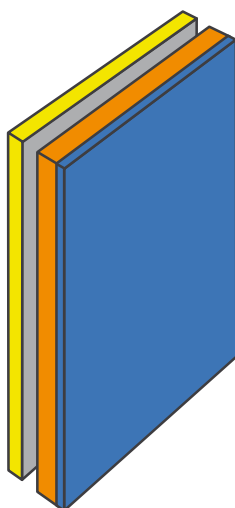
OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

Tal como fuera expresado en “Definiciones” el comportamiento térmico de los componentes de la envolvente de los edificios, sean estos opacos como semitransparentes o se hallen conformando paredes o techos, puede caracterizarse por su **transmitancia térmica K** (simbolizada en algunos medios como “ U ”) y ésta resulta ser el cociente entre el flujo de calor y el área y la diferencia de temperatura entre los medios circundantes a cada lado del sistema, siendo su unidad el $W/m^2.K$

La IRAM 11601 tiene como objeto establecer los valores y los métodos para el cálculo de las propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en **régimen estacionario**.¹

CALCULO DE LA RESISTENCIA Y TRANSMITANCIA TERMICAS

Siendo la transmitancia térmica de un elemento constructivo, de aire a aire, la inversa de la **resistencia térmica total** de un elemento transversalmente heterogéneo, podemos sintéticamente expresar que:



$$K = 1/R_T = 1/ R_{si} + \sum R_n + R_{se}$$

$$K = 1/R_T$$

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_c + R_2 + R_3 + R_{se}$$

$$R_1 = e_1 / \lambda_1$$

Donde:

K: es la transmitancia en $W/m^2.K$

R_T : es la resistencia total del elemento incluyendo las Resistencias

Superficiales interior y exterior **R_{si}** y **R_{se}** y las resistencias de **n** número de capas homogéneas de materiales, incluso cámaras de aire **R_c** .

Siendo **$R = e/\lambda$** en el que “ **e** ” es el espesor en **m** y **λ** la conductividad del material en $W/m.K$

¹ Esta norma contiene métodos simplificados para el cálculo de elementos planos no homogéneos. Los métodos de cálculo no tienen en cuenta ni las infiltraciones de aire a través de los elementos, ni la radiación solar sobre las superficies o a través de elementos transparentes.

Simbología, unidades y equivalencias (extraído de IRAM 11601)

Magnitud	Símbolo	Unidades		Equivalencia
		Sistema tradicional	SÍMELA	
Área	A	m ²	m ²	
Espesor de una capa	e	m	m	
Densidad aparente	ρ	kg/m ³	kg/m ³	
Conductividad térmica	λ	kcal/(m.h. °C)	W/(m.K)	1 kcal/(m.h. °C) = 1,163 W/(m.K)
Resistencia térmica	R	m ² .h. °C/kcal	m ² .K/W	1 m ² .h. °C/kcal = 0,86 m ² .K/W
Transmitancia térmica	K*	kcal/(m ² .h. °C)	W/(m ² .K)	1 kcal/(m ² .h. °C) = 1,163 W/(m ² .K)
Permeabilidad al vapor de agua	S	g.cm/mmHg.m ² .d	g.m/(MN.s)	1 g.cm/(mmHg.m ² .d) = 0,868 x 10 ⁻³ g.m/(MN.s) 1 g.cm/(mmHg.m ² .d) = 0,3125 x10 ⁻² g/(m.h.kPa)
Resistencia a la difusión del vapor de agua	R_v	mmHg.m ² .d/g	MN.s/g	1 mmHg.m ² .d/g = 11,52 MN.s/g 1 mmHg.m ² .d/g = 3,2 m ² .h.kPa/g
Permeancia al vapor de agua	Δ	g/(mmHg.m ² .d)	g/(MN.s)	1 g/(mmHg.m ² .d) = 0,868 x10 ⁻¹ g/(MN.s) 1 g/(mmHg.m ² .d) = 0,3125g/(m ² .h.kPa)

* También se la simboliza con la letra **U**.

NOTA. Las diferencias de temperatura (*At*) medidas en grados Celsius o en Kelvin son exactamente iguales por definición. Por lo tanto tienen el mismo valor numérico si se las expresa en °C o si se lo hace en K.

INSTRUCTIVO PARA EL LLENADO DE LA PLANILLA DE CALCULO DE RESISTENCIA Y TRANSMITANCIA TERMICA Y VERIFICACIÓN DEL K MAXIMO ADMISIBLE: IRAM 11605

Algunas de las tablas requeridas para el cálculo se adjuntan a continuación, otras por su menor pertinencia o por su magnitud se ubican en “Tablas”, por último, en algunos casos las mismas se encuentran en ambos sitios.

Instructivo para el llenado de la Planilla de Cálculo de R y K (IRAM 11601) y Verificación de $K_{MAX ADM}$ (IRAM 11605)	
NORMA IRAM 11601	CALCULO DE LA TRANSMITANCIA TERMICA
PROYECTO (1)	
ELEMENTO (2)	
EPOCA DEL AÑO (3)	FLUJO DE CALOR (4)
ZONA BIOAMBIENTAL (5)	
Nivel de confort según IRAM 11605 (11)	

Capa del elemento constructivo (6)		espesor (8)	λ (9)	R (10)
		mm	W/m.K	m ² .K/W
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
Resistencia superficial exterior (13)				
RESISTENCIA TERMICA TOTAL		(14)		(15)

Transmitancia Térmica del componente (W/m ² .K) (16)			
---	--	--	--

Transmitancia Térmica del acuerdo a IRAM 11605 (W/m ² .K) (12)			(17)
---	--	--	------

Cumple con Norma IRAM 11605 Nivel B (18): SI / NO	
Comentarios y cálculos suplementarios (19)	

NOTA I. Esta planilla se deberá confeccionar para condiciones de **verano** y de **invierno**, debiendo adoptarse la situación de mayor exigencia, correspondiendo ésta, al de menor valor de transmitancia térmica.

NOTA II. Si bien la planilla de IRAM 11601 establece un orden de capas de exterior a interior; en IRAM 11625 el orden es inverso. Hemos tomado la decisión de utilizar este último criterio en ambos casos.

Datos generales

- 1) Se identifica el proyecto en el cual se utiliza el componente.
- 2) Se indica la denominación del componente en estudio, incluyendo tipo (techo, pared, piso sobre espacio exterior), identificación de la variante, etc.
- 3) Se define la época del año considerada en el cálculo: **invierno** o **verano**.
- 4) Se indica el sentido del flujo de calor (ascendente, horizontal o descendente).
- 5) Se indica la zona y sub-zona bioambiental donde se utilizará el componente, según las indicaciones de la IRAM 11603.
- 6) Capa del elemento constructivo. Se indican las capas del elemento constructivo, desde el exterior hacia el interior.
- 7) Resistencia térmica superficial interior (**Rsi**): Se adopta el valor de la tabla de Resistencias superficiales según el sentido del flujo de calor.
- 8) Espesor (**e**): Se indican los espesores de cada capa.
- 9) Conductividad térmica (**λ**): Se indica el valor de la conductividad térmica de cada capa homogénea, obtenido mediante ensayos en organismos acreditados o de la Tabla de Conductividades que se adjunta. En el caso de cámaras de aire, de bloques y ladrillos huecos cerámicos o de hormigón, de forjados de bloques cerámicos huecos, concreto o EPS, se colocan los valores de la Resistencias; mientras que las capas de poco espesor que no contribuyen a la resistencia térmica, tales como barreras de vapor, láminas de aluminio, etc. éstas se obvian.
- 10) Resistencia térmica (**R**): Se indica la resistencia térmica de cada capa, según las siguientes alternativas:
 - Para capas homogéneas, se calcula la resistencia térmica dividiendo el espesor (**e**) indicado en (8) por la conductividad (**λ**), indicada en (9).
 - Para ladrillos y bloques cerámicos huecos o para bloques de hormigón, se utilizan los valores de resistencia térmica obtenidos de ensayo o los valores orientativos dados en la Tabla adjunta de correspondiente.
 - Para forjados (con bovedillas cerámicas, de concreto o de EPS), se utilizan los valores de resistencia térmica de ensayo (algunos figuran en la Tabla), o los valores orientativos de Transmitancia Térmica (**K**) dados en la misma. A partir de estos últimos, se calcula la resistencia térmica total (**1/K**) y **se restan las resistencias térmicas superficiales interior y exterior**, obteniéndose de esta forma la resistencia térmica del forjado.
 - Para las cámaras de aire no ventiladas, se utilizan los valores de Resistencia térmica dados en la tabla correspondiente, que tiene en cuenta el espesor de la cámara, la dirección del flujo de calor y las características de **emisividad** de las superficies de la cámara, habitualmente de mediana o alta emitancia (caso de la mayoría de los materiales no metálicos). (Ver Tabla de Emitancia de las Superficies).
 - Para cámaras de aire ventiladas en **verano**, se considera a la cámara como no ventilada, usando los valores de la tabla correspondiente.
 - Para cámaras de aire ventiladas en invierno, se utiliza el procedimiento de cálculo indicado en tal fin en IRAM 11601, que tienen en cuenta el área de ventilación, si son componentes verticales u horizontales o áticos ventilados. Se las clasifica además según su grado de ventilación en: débilmente ventiladas, medianamente o muy ventilada. (Consultar la citada Norma).
- 11) Se indicará el nivel de confort especificado por el comitente según IRAM 11605, que a los efectos del cumplimiento de la Ley 13059 es como mínimo el **Nivel B**.
- 12) Los requisitos para las condiciones de invierno y de verano establecidos en la IRAM 11605.
- 13) Resistencia térmica superficial exterior: $R_{se} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
- 14) Se suman los espesores de las capas para obtener el espesor total del componente.
- 15) Se suman las resistencias térmicas de las capas para obtener la resistencia térmica total del componente.

Evaluación del resultado

- 16) Transmitancia térmica del componente (**K**): se calcula con la siguiente fórmula: **$K = 1/RT$** . En el caso de ventanas se toman los valores indicados por IRAM 11507-4 y se obtienen de las Tablas de Transmitancia térmica de vidrios y ventanas que se adjunta.
- 17) La Transmitancia térmica máxima admisible (**K_{MAX ADM}**) se obtiene de acuerdo con IRAM 11605 Nivel **B**
- 18) Cuando la transmitancia térmica **K** obtenida en (16) es menor que la máxima admisible para el nivel de confort determinado en (17), tanto para condiciones de **invierno** como de **verano**, el componente cumple la IRAM 11605.
- 19) En el recuadro final de la planilla se pueden agregar comentarios sobre el componente y presentar los cálculos suplementarios.

NOTA IMPORTANTE

Las tablas requeridas para el llenado de la planilla se encuentran en el apartados "Tablas" y son: 11601 Resistencias Superficiales; 11601 Resistencia térmica de cámaras de aire no ventiladas; 11601 Emitancia de las Superficies y 11601 Tabla de Conductividades.

IRAM 11603

“Clasificación Bioambiental de la República Argentina”

SINTESIS DE DATOS CLIMATICOS PARA PROVINCIA DE BUENOS AIRES Y DOS EJEMPLOS DE CIUDADES* (Fuente: IRAM 11603.2012)

ZONAS BIOAMBIENTALES (IRAM 11603-2012)

“Las zonas bioambientales se definen de acuerdo con el mapa de la **figura 1**. Esta clasificación se ha desarrollado teniendo en cuenta los índices de confort de la temperatura efectiva corregida (TEC), correlacionada con el voto medio predecible (VMP) y el índice de Beldin y Hatch (IBH), desarrollados para las zonas cálidas. La evaluación de las zonas frías no se ha realizado con los índices de confort, sino con los grados días para las necesidades de calefacción.”

“Los valores de temperatura efectiva corregida (TEC) fueron utilizados exclusivamente para la realización de la clasificación bioambiental. Estos valores no deben ser utilizados para efectuar balances térmicos tendientes a dimensionar instalaciones de aire acondicionado. A tal efecto, se deben usar los valores de temperatura de bulbo seco y de humedad relativa o temperatura de bulbo húmedo para los días típicos de diseño.”**

* Las TDMIN (destacadas en las tablas a los efectos de los ejemplos), son necesarias para definir: los $K_{MAX ADM}$ de muros, según sea el nivel de Confort Higrotérmico requerido (Nivel B: Medio) de Iram 11605, y para el cálculo del riesgo de condensación (Normas Iram 11625 y 116230). Para las cubiertas el $K_{MAX ADM}$ dependerá del Nivel (B: Medio) y de la la Zona Bioclimática (en este caso es un solo valor para ambas zonas: III y IV), para condición de verano (la más desfavorable para techos).

** Para mayor ampliación consultar la Norma Iram correspondiente.

Zona III: templada cálida

Limitada por las isolíneas de TEC 24,6 °C y 22,9 °C, esta zona ocupa una ancha franja central del país que en sentido Este-Oeste se extiende alrededor del paralelo 35° (próximo a ciudades como Buenos Aires, La Plata, Rosario y San Luis) y una estrecha franja Norte-Sur, ubicada en las primeras estribaciones montañosas al Nordeste del país, sobre la Cordillera de los Andes.

Los veranos son relativamente calurosos y presentan temperaturas medias comprendidas entre 20 °C y 26 °C, con máximas medias mayores que 30 °C, sólo en la faja de extensión Este-Oeste.

El invierno no es muy frío y presenta valores medios de temperatura comprendidos entre 8 °C y 12 °C, y valores mínimos que rara vez son menores que 0 °C.

Las presiones parciales de vapor de agua son bajas durante todo el año, con valores máximos en verano que no superan, en promedio, los 1870 Pa (14 mm Hg).

En general, en esta zona se tienen inviernos relativamente benignos, con veranos no muy calurosos. Esta zona se subdivide en dos subzonas: a y b, en función de las amplitudes térmicas.

Subzona **IIIa**: amplitudes térmicas mayores que 14 °C.

Subzona **IIIb**: amplitudes térmicas menores que 14 °C.

Zona IV: templada fría

Esta zona tiene como límite superior la isolínea de 1170 grados días (coincidente con la isolínea de 22,9 °C de TEC), y como límite inferior la isolínea de 1950 grados días. Centrada alrededor del paralelo 35° y la de extensión Norte-Sur, ubicada en las primeras estribaciones montañosas al Nordeste del país, sobre la Cordillera de los Andes.

Esta zona tiene como límite superior la isolínea de 1170 grados días (coincidente con la isolínea de 22,9 °C de TEC), y como límite inferior la isolínea de 1950 grados días.

Presenta una faja meridional paralela a la correspondiente en la zona III, ubicada a mayor altura de la Cordillera de los Andes y la región llana del Centro y Sur del territorio, que alcanza la costa atlántica de la Provincia de Buenos Aires y Río Negro.

Los veranos no son rigurosos y presentan máximas promedio que rara vez son mayores que 30 °C. Los inviernos son fríos, con valores medios comprendidos entre 4 °C y 8 °C, y las mínimas medias alcanzan muchas veces valores menores que 0 °C.

Las presiones parciales de vapor de agua son bajas durante todo el año, alcanzando en verano sus valores máximos, con valores medios de 1333 Pa (10 mm Hg) como máximo.

Esta zona se subdivide en cuatro sub-zonas mediante las líneas de amplitud térmica de 14 °C y 18 °C que, a los efectos de provincia de Buenos Aires, la pertinentes son las **IVc** y **IVd**. (**Fig 1.a**)

Subzona **IVc**: de transición.

Subzona **IVd**: marítima.

INDICADORES DE INVIERNO Y VERANO

LAT	Latitud
LONG	Longitud
ASNM	Altura sobre el nivel del mar en metros
TMED, TMAX y TMIN	Temperaturas Media, Máxima y Mínima, promedio de los meses de invierno y de los meses de verano, respectivamente, en grados Celsius
TDMN	Temperatura de diseño mínima, en grados Celsius
TMA	Temperatura mínima absoluta, en grados Celsius
TDMX	Temperatura de diseño máxima, en grados Celsius
PREC	Precipitación media de los meses de invierno y verano, respectivamente, en milímetros
HR	Humedad relativa media mensual de los meses de invierno y de verano, respectivamente, en por ciento
HELRE	Heliofanía relativa
VM	Velocidad del viento, en kilómetros por hora
GDnn	Grados día de calefacción en función de diversas temperaturas base de confort, en grados Celsius

DATOS CLIMATICOS DE INVIERNO

ESTACIÓN	Prov.	Lat	Long	ASNM	TMED	TMAX	TMIN	TMA	TDMN	PREC	HR	Hel. Rel.	VM	GD18	GD20	GD22
BUENOS AIRES (Aeroparque)	BAC	-34,57	-58,42	6	12,8	16,0	9,7	-1,0	1,7	248	76	5,2	14,1	852	1256	1743
BUENOS AIRES	BAC	-34,58	-58,48	25	12,9	17,1	8,8	-2,1	0,1	278	77	5,0	9,7	854	1249	1723
PERGAMINO (INTA)	BAP	-33,93	-60,55	65	11,4	17,3	5,6	-7,0	-4,4	140	79	5,6	11,0	1163	1605	2125
PEHUAJÓ (AERO)	BAP	-35,87	-61,9	87	10,1	15,7	4,5	-7,8	-5,2	132	79	5,1	10,4	1369	1853	2415
JUNÍN (AERO)	BAP	-34,55	-60,92	81	10,9	16,8	5,1	-8,0	-5,0	151	77	5,1	11,3	1215	1672	2211
NUEVE DE JULIO	BAP	-35,45	-60,88	76	10,9	16,4	5,4	-6,3	-3,8	172	76	-	10,6	1216	1674	2210
SAN FERNANDO	BAP	-34,45	-58,58	3	12,3	17,0	7,5	-5,4	-2,3	252	78	-	11,1	968	1382	1886
DON TORCUATO (AERO)	BAP	-34,48	-58,62	4	12,0	16,6	7,5	-4,7	-2,7	253	80	5,3	10,5	1012	1436	1937
SAN MIGUEL	BAP	-34,55	-58,73	26	12,0	16,9	7,2	-4,8	-2,2	247	81	5,1	8,2	1018	1441	1944
EL PALOMAR (AERO)	BAP	-34,6	-58,6	12	11,4	16,8	6,1	-7,0	-4,5	234	79	5,1	11,0	1133	1575	2097
EZEIZA (AERO)	BAP	-34,82	-58,53	20	11,4	16,6	6,2	-5,8	-3,5	228	78	3,5	12,6	1139	1583	2107
LA PLATA (AERO)	BAP	-34,97	-57,9	23	11,08	15,7	6,5	-4,3	-2,5	264	83	5,1	13	1210	1678	2228
PUNTA INDIO B.A.	BAP	-35,37	-57,28	22	11,1	15,5	6,8	-4,4	-1,9	273	86	5,0	13,5	1188	1657	2207
CORONEL SUÁREZ (AERO)	BAP	-37,43	-61,88	233	7,96	13,9	2	-13,5	-7,7	143	79	4,9	11,8	1908	2472	3100
TANDIL (AERO)	BAP	-37,23	-59,25	175	8,5	14,1	2,9	-11,6	-6,6	180	80	4,4	13,4	1839	2409	3046
BENITO JUÁREZ (AERO)	BAP	-37,72	-59,78	207	8,5	13,8	2,8	-8,7	-5,5	172	81	5,0	12,1	1793	2344	2960
PIGÜÉ (AERO)	BAP	-37,6	-62,38	304	8,0	13,5	2,6	-12,2	-6,4	124	75	4,6	9,3	1858	2405	3019
LAPRIDA	BAP	-37,57	-60,77	212	8,4	14,6	2,5	-8,9	-6,1	173	69		11,3	1815	2362	2979
TRES ARROYOS	BAP	-38,03	-60,25	115	9,2	14,2	4,3	-10,0	-4,4	180	75	4,4	12,0	1629	2163	2763
MAR DEL PLATA (AERO)	BAP	-37,93	-57,58	21	9,4	14,4	4,4	-9,3	-4,4	239	82	3,1	14,3	1707	2277	2917
BAHÍA BLANCA (AERO)	BAP	-38,73	-62,02	83	9,6	15,3	4,0	-11,8	-5,6	142	73	5,0	21,8	1477	1966	2524

DATOS CLIMATICOS DE VERANO

ESTACIÓN	Prov.	Lat	Long	ASNM	TMED	TMAX	TMIN	TMA	TDMN	PREC	HR	Hel. Rel.	VM
BUENOS AIRES (Aeroparque)	BAC	-34,57	-58,42	6	23,3	27,0	19,6	39,6	34,4	451,5	69,3	8,5	16,7
BUENOS AIRES	BAC	-34,58	-58,48	25	23,7	28,5	18,8	40,5	36,5	515,8	67,6	8,2	11,1
PERGAMINO	BAP	-33,93	-60,55	65	22,3	28,7	15,9	40,3	37,7	465,9	70,7	8,7	10,2
PEHUAJÓ (AERO)	BAP	-35,87	-61,9	87	21,5	28,1	14,9	39,0	36,5	472,5	72,2	9,0	11,9
JUNIN (AERO)	BAP	-34,55	-60,92	81	21,9	28,4	15,4	41,3	36,9	182,3	71,8	8,3	11,5
NUEVE DE JULIO	BAP	-35,45	-60,88	76	22,3	29,0	15,6	41,8	37,4	475,4	67,5	–	10,8
SAN FERNANDO	BAP	-34,45	-58,58	3	22,8	27,8	17,8	39,4	35,6	453,9	69,2	–	13,6
DON TORCUATO (AERO)	BAP	-34,48	-58,62	4	23,0	28,0	18,0	40,0	36,4	444,3	71,0	8,7	12,9
SAN MIGUEL	BAP	-34,55	-58,73	26	22,9	28,5	17,4	40,5	36,5	465,1	72,9	8,7	9,5
EL PALOMAR (AERO)	BAP	-34,6	-58,6	12	22,5	28,3	16,8	39,7	36,4	459,0	69,2	8,1	12,9
EZEIZA (AERO)	BAP	-34,82	-58,53	20	22,4	28,5	16,4	41,2	36,9	422,4	69,8	6,4	13,7
LA PLATA (AERO)	BAP	-34,97	-57,9	23	21,9	27,4	16,4	39,9	35,5	446,2	76,2	8,7	15,1
PUNTA INDIO B.A.	BAP	-35,37	-57,28	22	21,9	26,6	17,1	39,8	35,3	394,9	78,9	8,1	16,6
CORONEL SUÁREZ (AERO)	BAP	-37,43	-61,88	233	19,7	27,0	12,4	39,2	35,5	378,6	67,9	8,6	15,0
TANDIL	BAP	-37,23	-59,25	175	19,5	26,4	12,6	37,4	34,9	377,0	71,2	7,7	14,8
BENITO JUÁREZ (AERO)	BAP	-37,72	-59,78	207	20,1	26,8	12,6	39,7	35,6	360,0	72,9	9,2	13,3
PIGÜÉ (AERO)	BAP	-37,6	-62,38	304	20,2	27,1	13,0	39,5	36,0	373,5	64,0	8,4	9,6
LAPRIDA	BAP	-37,57	-60,77	212	20,2	28,3	12,4	39,7	36,7	391,6	66,9	–	12,1
TRES ARROYOS	BAP	-38,03	-60,25	115	20,2	27,4	13,9	40,5	36,6	344,9	64,2	8,5	13,3
MAR DEL PLATA (AERO)	BAP	-37,93	-57,58	21	19,4	25,2	13,6	39,3	35,6	372,9	76,3	6,0	16,6
BAHIA BLANCA (AERO)	BAP	-38,73	-62,02	83	22,0	29,2	14,8	43,8	39,0	271,9	58,2	9,2	24,4

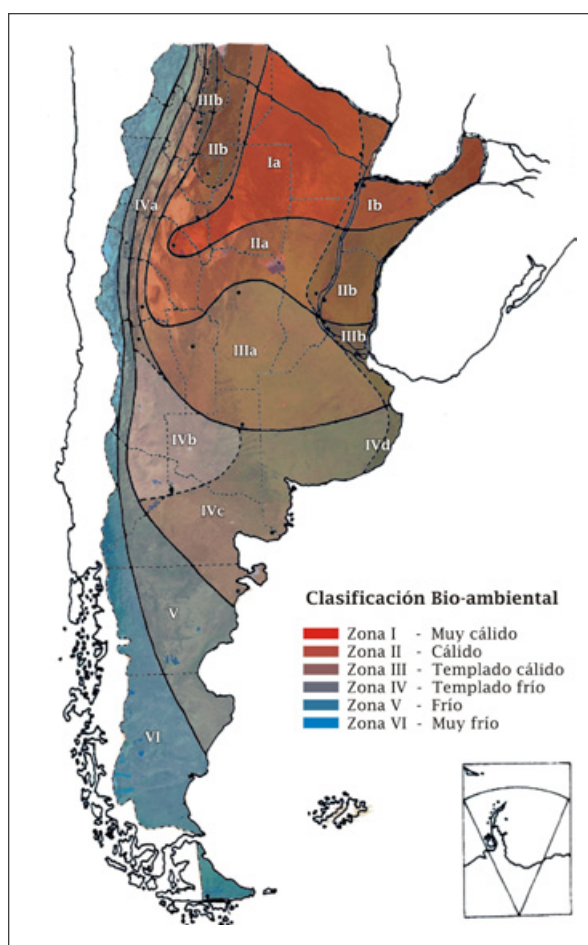


Figura 1



Figura 1.a

NOTA IMPORTANTE

En el cuadro anterior de datos climáticos de invierno de la Provincia de Buenos Aires es fácil visualizar que las temperaturas mínimas de diseño (TDMN), variable ésta de particular importancia pues de ella dependen las Transmitancias Máximas Admisibles ($K_{MAX ADM}$) para Muros y la Humedad Relativa Interior (HR), necesaria para el cálculo del Riesgo de Condensación, (la HR exterior se fija por norma para todos los casos en **90%**). El rango de TDMN en la provincia, va de **1,7 °C a -7,7 °C**. En este trabajo se seleccionaron como ejemplo de aplicación, 2 ciudades que resultan de interés por una suma de factores: **La Plata**, capital provincial y representativa de una región densamente poblada, perteneciente a la Sub Zona Bioambiental **IIIb** Templado cálida con reducida amplitud térmica diaria (TDMN=-2,5 °C y HR interior 65%) y **Coronel Suárez**, que se encuentra en una región mediterránea de la Sub Zona Bioambiental **IVc** Templado fría (TDMN=-7,7 °C y HR interior 58%)

IRAM 11605

“CONDICIONES DE HABITABILIDAD EN EDIFICIOS. Valores Máximos de Transmitancia Térmica en Cerramientos Opacos”

Mediante esta Norma, se establecen los valores máximos de transmitancia térmica K aplicables a muros y techos de edificios destinados a viviendas (los que por extensión pueden aplicarse a otro tipo de edificios), de manera de asegurar condiciones mínimas de habitabilidad.*

Se establecen los valores máximos de transmitancia térmica aplicables a muros y techos de edificios destinados a viviendas (los que por extensión pueden aplicarse a otro tipo de edificios), de manera de asegurar condiciones mínimas de habitabilidad.

Esta norma establece además, los criterios de evaluación de los puentes térmicos.

*Esta norma establece además, los criterios de evaluación de los puentes térmicos.

NIVELES DE CONFORT HIGROTÉRMICO

Esta norma establece tres niveles diferentes, los cuales corresponden en grado decreciente a condiciones de confort:

Nivel A:	Recomendado	
Nivel B:	Medio	Que es el mínimo establecido para el cumplimiento de la Ley 13059
Nivel C:	Mínimo	NO VERIFICA

$K_{MAX ADM}$ de Muros y Techos Condición de invierno*

Temperatura exterior mín. de diseño (TDMN) [°C]	Nivel A [W/m²K]		Nivel B [W/m²K]	
	Muros	Techos	Muros	Techos
-8	0,28	0,24	0,74	0,63
-7	0,29	0,25	0,77	0,65
-6	0,3	0,26	0,8	0,67
-5	0,31	0,27	0,83	0,69
-4	0,32	0,28	0,87	0,72
-3	0,33	0,29	0,91	0,74
-2	0,35	0,3	0,95	0,77
-1	0,36	0,31	0,99	0,8
>0	0,38	0,32	1	0,83

*Para valores de t_e intermedios, los $K_{MAX ADM}$ se obtienen por interpolación lineal

Los valores de Transmitancias Máximas Admisibles de Muros y Techos para las condiciones climáticas de la Provincia de Buenos Aires dependen: para **Muros**, de las temperaturas mínimas de diseño (TDMN) y para **Techos**, de las Zonas Bioambientales a la que pertenezcan (aunque para **III** y **IV** este valor es uno solo para toda la provincia) $K_{MAX ADM} = 0,48$ W/m².K. No obstante, este valor es aplicable a superficies con coeficientes de absorción de la radiación solar α de $0,7 \pm 0,1$ (es decir para superficies de colores intermedios). Para coeficientes menores $\alpha < 0,6$ (superficies claras) se deberá incrementar un 30% resultando el $K_{MAX ADM} = 0,62$ W/m².K; en tanto que para cubiertas cuyo coeficiente de absorción de la radiación solar sea mayor $\alpha > 0,8$ (superficies oscuras), dicho valor se deberá disminuir un 20% resultando un $K_{MAX ADM} = 0,38$ W/m².K.

K_{MAX ADM} de Techos [W/m²K] Condición de verano		
Zona Bioambient.	Nivel A [W/m²K]	Nivel B [W/m²K]
III y IV	0,19	0,48
Nivel B $\alpha > 0,8$	-20%	0,38
Nivel B $\alpha < 0,6$	+30%	0,62
Color de la superficie: Claro Mediano Oscuro		

Valores orientativos de coeficientes de absorción de irradiación solar α			
Materiales	Coefficiente de absorción α		
Ladrillo común		0,70	
Ladrillos negros oscuros		0,75 a 0,85	
Ladrillos rojos claros		0,50 a 0,60	
Tejas Cerámicas Rojas (s/color)		0,75 a 0,85	
Hormigón a la vista		0,70	
Hormigón a la vista (texturado)		0,80	
Hormigón con agregado y cemento blanco		0,50	
Revoque		0,55	
Revoque claro		0,40	
Marfil blanco		0,40 a 0,50	
Baldosas rojas		0,85	
Aluminio anodizado (natural)		0,45	
Aluminio envejecido		0,80	
Chapa galvanizada		0,50	
Pintura	Clara	Mediana	Oscura
Amarillo	0,30	0,50	0,7
Castaño claro (beige)	0,35	0,55	0,90
Castaño	0,45	0,75	0,98
Rojo	0,65	0,80	0,90
Verde	0,40	0,70	0,85
Azul	0,40	0,75	0,90
Gris	0,45	0,65	0,75
Anaranjado	0,40	0,60	0,75
Rosa	0,45	0,55	0,70
Púrpura	0,60	0,80	0,90
Aluminio		0,45	
Negro			0,95

Que especifica la Ley 13059 y su Decreto Reglamentario sobre los PUENTES TERMICOS*

“Para minimizar la ocurrencia de los puentes térmicos, los materiales aislantes térmicos de masa o soluciones constructivas especificadas en el proyecto, sólo podrán estar interrumpidas por elementos estructurales y/o tuberías, cañerías de las instalaciones de servicios. Los materiales aislantes térmicos de masa o soluciones constructivas especificadas en el proyecto, deberán cubrir el máximo de la superficie de la parte del muro, techo y piso, conformando un elemento continuo por todo el contorno de la envolvente expuesta al aire exterior.

En todos los casos, **la transmitancia térmica correspondiente a un puente térmico, no puede ser mayor que una vez y medio el valor de la transmitancia térmica del cerramiento opaco, establecido en Norma IRAM 11605.**

En las normas **IRAM 11625** y **11630** se dan soluciones que se deben adoptar para evitar los puentes térmicos frecuentes.”

* En **IRAM 11605** se establecen los criterios de evaluación y método de cálculo de los puentes térmicos.

PATOLOGIA HIGROTERMICA EN EDIFICIOS

INTRODUCCION

La humedad es causa y efecto de numerosos procesos patológicos que afectan el confort de los usuarios, menoscaban el patrimonio edilicio y comprometen la salud de sus habitantes.

Considerados por su origen, en los edificios se detectan **5 tipos de humedad**¹:

1. **Humedad por infiltración** de agua, a través de fisuras y grietas, juntas, etc. de la envolvente edilicia².
2. **Humedad accidental**, por rotura de tuberías por las que circula agua, sean éstas presurizadas, como las de provisión de agua sanitaria o de calefacción; o en las que el agua escurre por gravedad y se encuentra a la presión atmosférica normal, como es el caso de los desagües pluviales o cloacales.
3. **Humedad de obra**. La construcción tradicional de obra “húmeda” insume importantes cantidades de agua en su producción, una mínima proporción de la cual, queda incorporada en la obra como componente (por ejemplo la que se consume en el proceso de fragüe de los aglomerantes que se fijan por las transformaciones químicas de los mismos).
Otra importante proporción de agua, necesaria para la trabajabilidad de morteros y hormigones en el proceso de ejecución de la obra húmeda, debe ser evaporada al medio, lo que insume un tiempo que podría demandar muchos meses, dependiendo de la temperatura y humedad ambiente y de la estructura porosa de los materiales.
La **evaporación** es un cambio de fase del agua a temperatura ambiente por el efecto deshidratante del **aire no saturado** (tanto más ávido de agua cuanto menor sea su **humedad relativa**). La interfase agua-aire se presenta en la superficie exterior o en el interior de la masa del elemento constructivo.

¹ Los distintos procesos patológicos pueden producirse simultáneamente, actuar sinérgicamente, potenciándose unos a otros, o incluso promover el desarrollo de otros procesos patológicos concomitantes.

² La **absorción de agua líquida** se produce cuando el agua penetra en un material como consecuencia de una dada **presión hidrostática**. La **humedad de equilibrio** se logra mediante procesos de **adsorción y desorción de vapor de agua**.

4. **Humedad de capilaridad.** Es el resultado de un fenómeno físico complejo de penetración y desplazamiento de agua líquida, dentro de las **redes capilares** de un material poroso debido a: **fuerzas electromoleculares, tensión superficial y presión atmosférica.**

5. **Humedad de condensación**

La humedad de condensación, cuyas variables principales pueden verse en el ítem “**definiciones**”, es un cambio de fase del vapor de agua contenido en el aire al estado de líquido. Esa transformación puede producirse en la superficie de un componente constructivo o en el interior del mismo (si éste es poroso como buena parte de los materiales de construcción).

DEFINICIONES DE ASPECTOS HIGROTÉRMICOS

Un buen número de los conceptos y definiciones pertinentes al tema ya fueron desarrollados en el ítem: “**Definiciones**”.

- **Condensaciones Superficiales**

En los climas templados la condensación superficial de agua en los edificios es un fenómeno preponderantemente estacional, propio de las condiciones invernales pero, como resulta evidente, en los climas fríos el factor de riesgo se incrementa y el fenómeno puede manifestarse a lo largo de todo el año. Tal situación se produce por un exceso de la presión de vapor interior P_{vi} , lo que incrementa la **humedad relativa HR** hasta la saturación del aire interior ($HR = 100\%$) cuando se llega a la **presión de vapor de saturación P_{vs}** .

El incremento de la HR se debe a numerosos factores entre los que podemos mencionar algunos como los procesos de cocción de alimentos, las estufas de fuego abierto que utilizan distintos combustibles, sean estos sólidos, líquidos o gaseosos; el secado de ropa, los procesos metabólicos de los habitantes, la higiene personal, etc.

La ausencia de una **adecuada ventilación** es un factor concurrente fundamental ya que de producirse en la medida necesaria, las presiones de vapor interior y exterior se equilibran rápidamente reduciendo el riesgo de condensación.

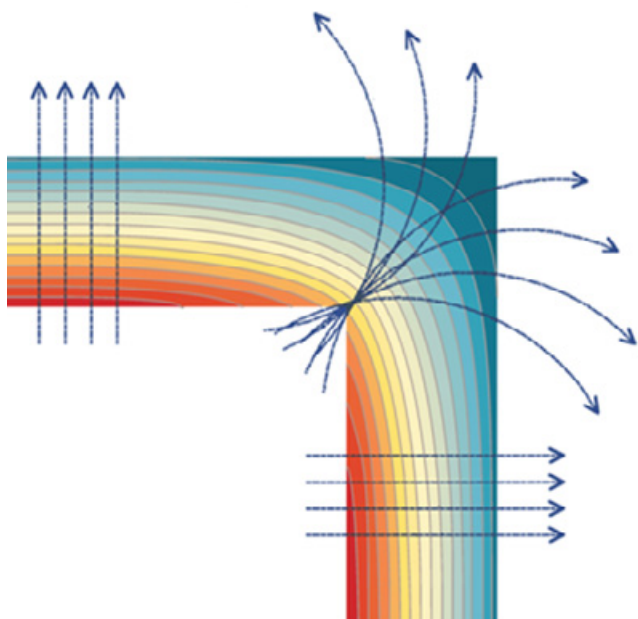
La **temperatura de las superficies interiores** es otro factor de suma importancia ya que por motivos antes expuestos, la **humedad relativa** puede incrementarse también al reducirse la temperatura hasta que la misma alcance la **temperatura de rocío**.

La condensación de humedad superficial se producirán entonces en los lugares más fríos de las superficies interiores de un edificio que en general (pero no excluyentemente) se verifica en las caras interiores de la envolvente, debido a un **insuficiente aislamiento térmico** de la misma.

Por último, el riesgo de condensación de humedad se incrementa con la presencia de **puentes térmicos**, tanto **geométricos** como **constructivos**, que provocan áreas de menor temperatura superficial interior que el resto de la envolvente.

El adecuado tratamiento en la resolución de los **puentes térmicos** es una indelegable responsabilidad del proyectista.

EJEMPLOS DE PUENTES TERMICOS



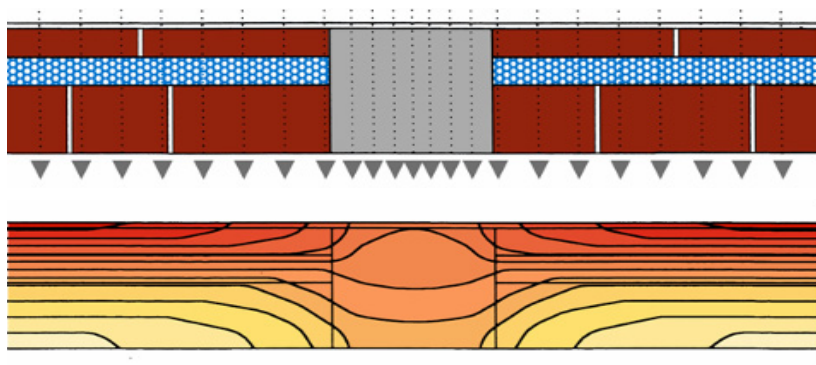
PUENTE TERMICO GEOMETRICO

Las aristas interiores de la envolvente de los edificios son puentes térmicos geométricos por antonomasia. En ellas, en invierno, las temperaturas son en general inferiores a las de los áreas aledañas, por dos motivos:

Por un lado, el mayor rozamiento que el aire encuentra en diedros y triedros reducen su movilidad e impide la homogeneización de las temperaturas superficiales interiores. Por otro lado, un área más reducida en el interior, la de los ángulos, pierde calor hacia una mayor superficie envolvente exterior, respecto a la de una plano central.

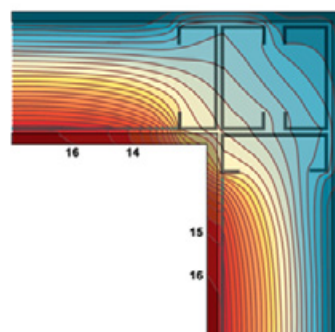
PUENTE TERMICO CONSTRUCTIVO

Los puentes térmicos constructivos son sectores heterogéneos de la envolvente con transmitancias térmicas mayores a la del resto que en invierno van a estar más fría por su mayor pérdida térmica al exterior.

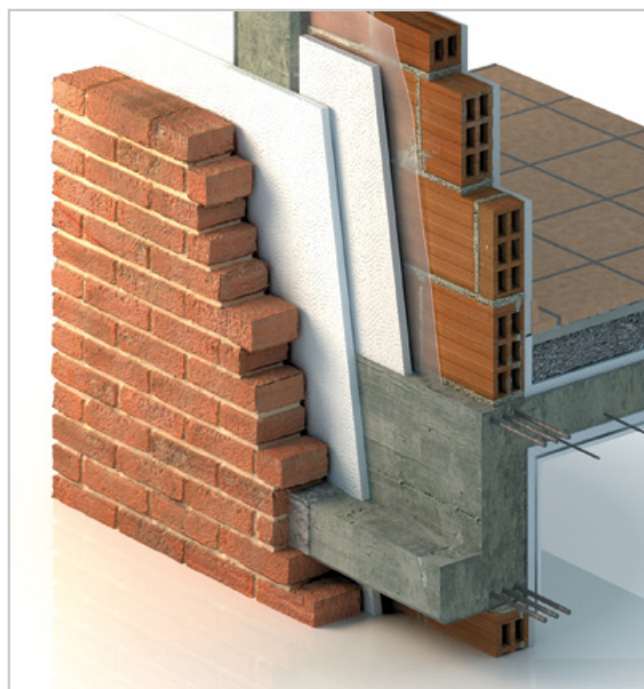
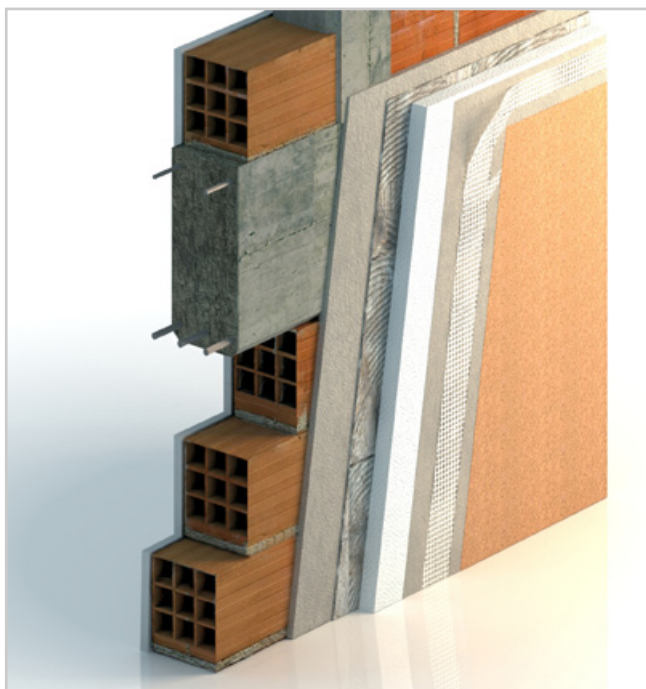


PUENTE TERMICO GEOMETRICO Y CONSTRUCTIVO

Esta es la situación en donde se combinan ambos aspectos negativos y que suele darse en las estructuras independientes de hormigón embebidas en los cerramientos de los edificios o en los sistemas constructivos del tipo "steel framing" que, si bien están aislados interiormente, no resuelven per se el puente térmico de la esquina.



ALGUNAS SUGERENCIAS DE SOLUCION



CONDENSACION DE HUMEDAD, HIGIENE Y SALUBRIDAD³

Elevados tenores de humedad ambiente y la condensación superficial del vapor de agua favorecen el desarrollo de distintos tipos de microorganismos como lo mohos.

Existen muchos tipos de mohos y ninguno crecerá sin agua o humedad.



*Moho creciendo en hojas caídas.
EPA en www.epa.gov/mold*

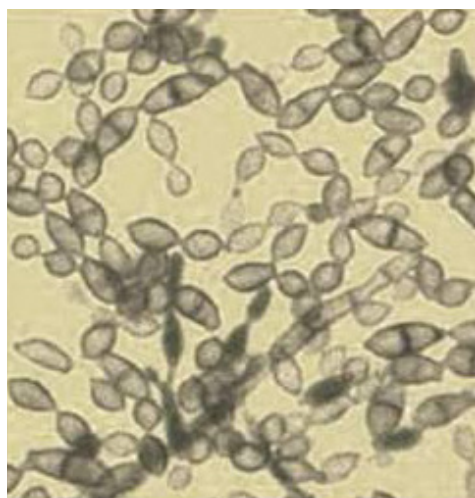
Los mohos no suelen ser un problema, forman parte del medio ambiente natural. Al exterior, los mohos juegan un papel en la naturaleza al degradar la materia orgánica como las hojas que se han caído o los mismos árboles muertos. No obstante, al interior, es necesario evitar el moho.

Los mohos se reproducen mediante esporas; las esporas son invisibles a simple vista y flotan en el aire exterior e interior.

Las esporas de mohos se hallan normalmente presentes en el aire, tienen una elevada latencia pero al entrar en contacto con una superficie mojada o húmeda se reproducen rápidamente y empiecen a desarrollarse formando colonias que generan más esporas.

³ Varios de los conceptos de este ítem fueron extraídos de EPA U.S. Environmental Protection Agency en www.epa.gov/mold

Los mohos pueden crear problemas de salud pues producen alérgenos (sustancias que causan reacciones alérgicas), irritantes y, en ciertos casos, sustancias posiblemente tóxicas (micotoxinas).



Esporas de moho

Inhalar o tocar moho o esporas de moho puede causar reacciones alérgicas en personas sensibles.

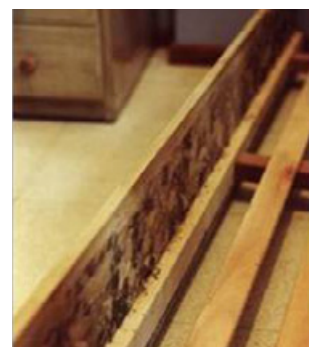
Las reacciones alérgicas pueden incluir síntomas febriles, tales como los estornudos, goteo nasal (rinitis), ojos rojos y la erupción cutánea (dermatitis). Las reacciones alérgicas al moho son comunes.

Pueden ser inmediatas o demorarse. Los mohos también pueden causar ataques de asma en personas asmáticas que son alérgicas al moho. Además, la exposición al moho puede irritar los ojos, la piel, la nariz, la garganta y los pulmones de personas alérgicas y no alérgicas al moho.

En síntesis la proliferación de mohos afecta significativamente la calidad del aire interior y es causante directo o factor agravante de diversas patologías que comprometen la salud de los usuarios.

IMAGENES DE PROLIFERACION DE MOHOS POR CONDENSACION SUPERFICIAL

Las imágenes que se adjuntan son de diversas situaciones en las que se detecta la proliferación de colonias de mohos por las razones antes expuestas



IRAM 11625 Y 11630

Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en los paños centrales y en puntos singulares de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general

Esta normas son aplicables tanto a los **paños centrales** como a los **puntos singulares** de los elementos que conforman la envolvente de un edificio, como muros exteriores, techos y pisos de edificios en general.

Se considera **pañó central** hasta una distancia de 0,5 m de las aristas, que los limiten en su contorno.

Los puntos singulares, como aristas, rincones y otros, a cuyo efecto fue realizada la IRAM 11630, sólo se diferencia de la IRAM 11625 en los valores de **Resistencia Superficial Interior** con los que se calcula el Riesgo de Condensación Superficial, que son los que figuran en la siguiente tabla.

Valores de Resistencia Superficial Interior	
LUGAR	Rsi
	m ² .K/W
Paños centrales (IRAM 11625)	0,17
Aristas superiores y rincones	0,25
Aristas verticales a altura media	0,25
Aristas y rincones inferiores	0,34
Vidrios	0,15
Rincones y aristas "protegidas" (como interiores de placares sobre muros exteriores)	0,50
Detrás de muebles en muros externos	0,50

Simbología, unidades y equivalencias				
Magnitud	Símbolo	Unidades		Equivalencia
		Sistema tradicional	SIMELA	
Area	A	m ²	m ²	
Espesor de una capa	e	m	m	
Densidad aparente	ρ	kg/m ³	kg/m ³	
Conductividad térmica	λ	kcal/(m.h. °C)	W/(m.K)	1 kcal/(m.h. °C) = 1,163 W/(m.K)
Resistencia térmica	R	m ² .h. °C/kcal	m ² .K/W	1 m ² .h. °C/kcal = 0,86 m ² .K/W
Transmitancia térmica	K*	kcal/(m ² .h. °C)	W/(m ² .K)	1 kcal/(m ² .h. °C) = 1,163 W/(m ² .K)
Presión de vapor de agua	P	mmHg	Pa	1 Pa = 1 N / m ² = 0,102 kgf / m ² 1 mmHg = 133,322 Pa 1 Pa = 10 ⁻⁵ bar
Permeabilidad al vapor de agua	δ	g.cm/mmHg.m ² .d	g.m/(MN.s)	1 g.cm/(mmHg.m ² .d) = 0,868 x 10 ⁻³ g.m/(MN.s) 1 g.cm/(mmHg.m ² .d) = 0,3125 x 10 ⁻² g/(m.h.kPa)
Resistencia a la difusión del vapor de agua	Rv	mmHg.m ² .d/g	MN.s/g	1 mmHg.m ² .d/g = 11,52 MN.s/g 1 mmHg.m ² .d/g = 3,2 m ² .h.kPa/g
Permeancia al vapor de agua	Δ	g/(mmHg.m ² .d)	g/(MN.s)	1 g/(mmHg.m ² .d) = 0,868 x 10 ⁻¹ g/(MN.s) 1 g/(mmHg.m ² .d) = 0,3125 g/(m ² .h.kPa)

* También se la simboliza con la letra **U**.

NOTA. Las diferencias de temperatura (At) medidas en grados Celsius o en Kelvin son exactamente iguales por definición. Por lo tanto tienen el mismo valor numérico si se las expresa en °C o si se lo hace en K.

CONDICIONES HIGROTÉRMICAS EXTERIORES

Temperatura exterior de diseño:

La temperatura exterior de diseño será la correspondiente a la localidad donde se proyecte el edificio. Se adoptarán los valores Temperaturas Mínimas de Diseño **TDMN** extraídos de los datos climáticos de invierno de la norma **IRAM 11603** para temperaturas mínimas de diseño.

Humedad relativa exterior:

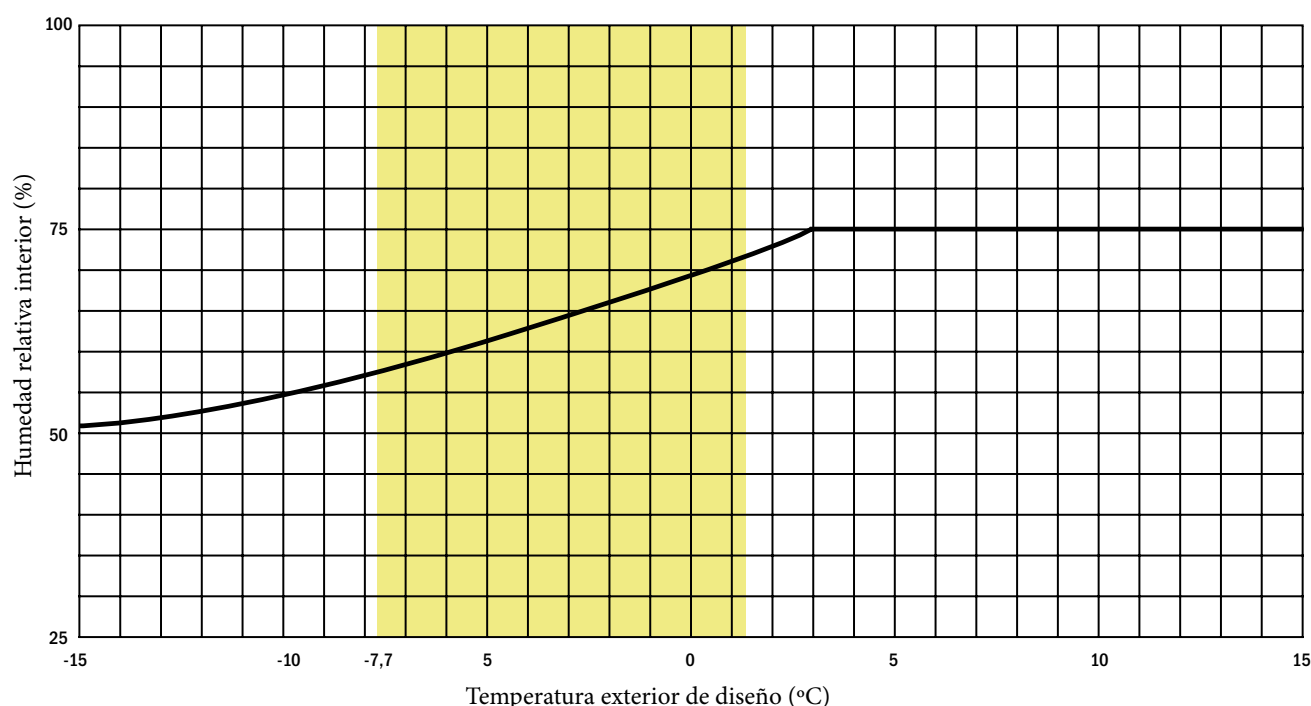
Se adoptará el valor del **HR = 90%** para todas las localidades.

CONDICIONES HIGROTÉRMICAS INTERIORES¹

TEMPERATURA INTERIOR DE DISEÑO	
Edificio o local	Temperatura (°C)
Destinado a vivienda, enseñanza, comercio, trabajo sedentario y cultura	18
Salones de actos, gimnasios y locales para trabajo ligero	15
Locales para trabajo pesado	12
Espacios para almacenamiento general	10

Humedad relativa interior de diseño

El valor de la humedad relativa interior de diseño se obtendrá de la siguiente figura, en función de la temperatura exterior de diseño, considerando hábitos de uso normales.



NOTA. La franja amarilla encierra el entorno de TDMN de la Provincia de Buenos Aires con cuyo datos se obtiene la HR interior.

Resistencia térmica superficial

Para la verificación del riesgo de condensación **superficial** se adoptará como valor de la resistencia térmica superficial interior **0,17 m² K/W**, siendo el valor de la resistencia térmica superficial exterior el indicado en la norma IRAM 11601 (**R_{se} = 0,04 m²·K/W**).

Para la verificación del riesgo de **condensación intersticial** los valores de resistencia térmica superficial interior y exterior, la conductividad térmica de materiales de construcción y los valores de permeabilidad y permeancia se obtendrán de la norma IRAM 11601.

¹ Nota: Para los edificios cuyo uso no está indicado en la siguientes tablas, como el caso de hospitales y, especialmente, piletas climatizadas, deberán adoptarse condiciones higrotérmicas interiores a partir de un análisis de la producción interior de vapor estimado.

Los valores de **conductividad térmica de materiales** de construcción se obtendrán a partir de ensayos según norma o de la Tabla de Conductividades Térmicas que se encuentra en este manual.

De igual modo, los valores de **permeabilidad y permeancia** a considerar en los cálculos serán los obtenidos de la tabla pertinente que se adjunta.

METODO DE VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION SUPERFICIAL

La disminución de temperatura en la superficie interna se calcula mediante la fórmula:

$$\tau = \frac{R_{si} \Delta}{R_T}$$

Siendo:

- τ la disminución de temperatura en la superficie interior del cerramiento en grados Celsius.
- R_{si} la resistencia térmica superficial interior, en metro cuadrado kelvin por watt.
- R_T la resistencia térmica total del cerramiento, en metro cuadrado kelvin por watt.
- Δ_t la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior en grados Celsius.

La temperatura superficial interna se calcula con la fórmula siguiente:

$$\Theta_i = t_i - \tau$$

Siendo:

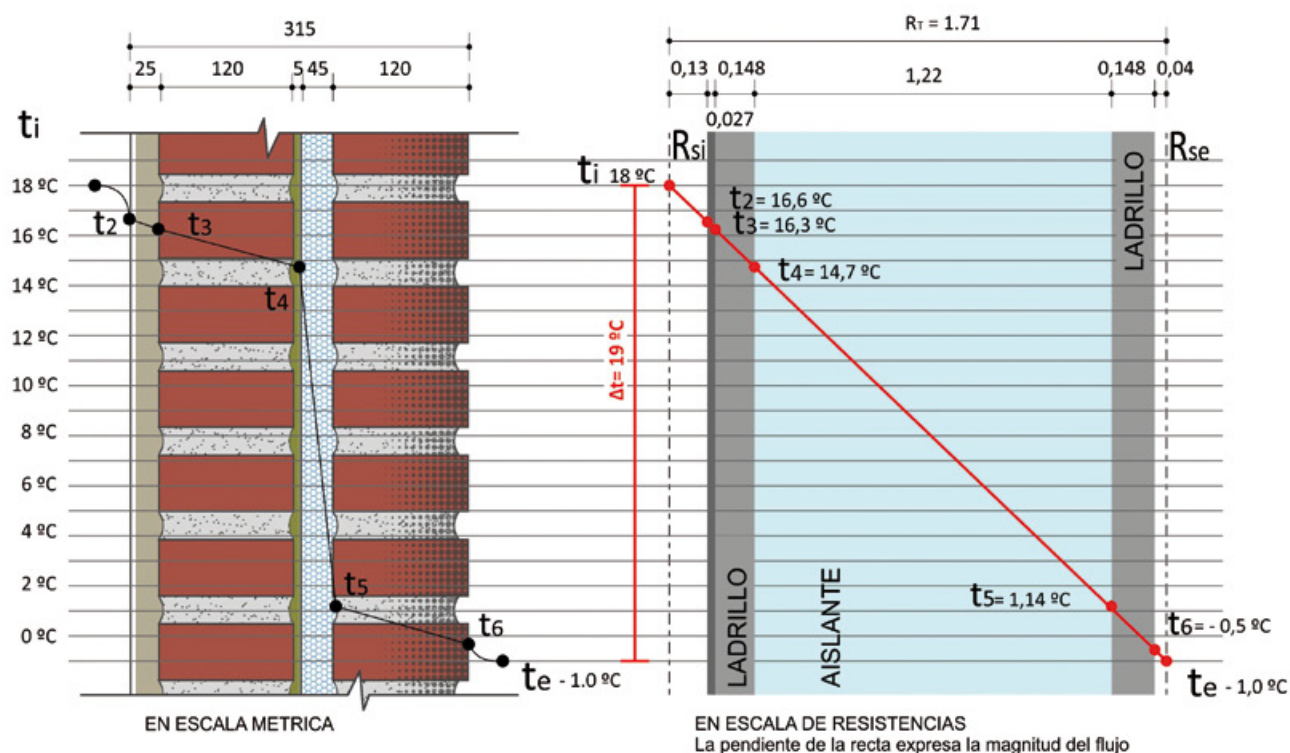
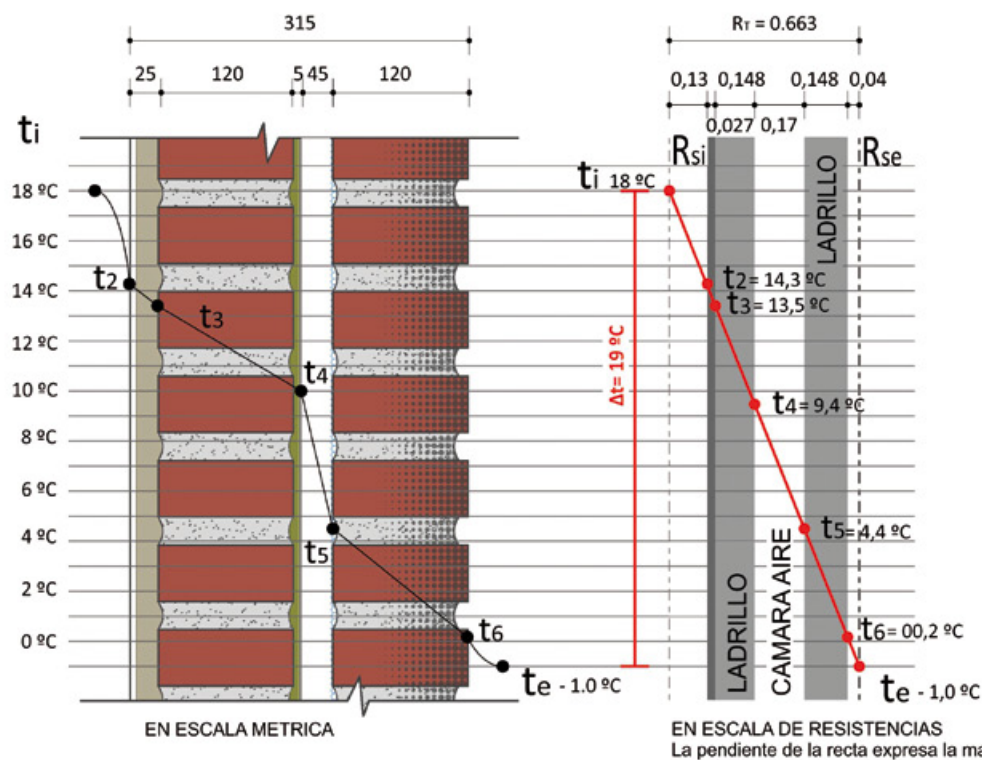
- Θ_i la temperatura superficial interior del cerramiento en grados Celsius.
- t_i la temperatura interior del local en grados Celsius.
- τ la disminución de temperatura en la superficie interior del cerramiento en grados Celsius.

Con los valores de la temperatura superficial interior (Θ_i) y la humedad relativa interior que se obtiene, como fue anteriormente explicado, en la figura anterior y a partir de la **temperatura mínima de diseño TDMN** de la localidad se obtiene el valor de la HR interior. A partir de éstas se determina la **Pvi** y, utilizando el **diagrama psicrométrico** o la **tabla de presiones de vapor de agua saturado**, se obtiene la **temperatura de rocío t_R** debiéndose verificar que $t_R < \Theta_i$ en cuyo caso podremos afirmar que en tales condiciones no se producirá condensación de vapor de agua sobre la superficie interior del cerramiento considerado, fueran estas paredes o techos.

Sobre los puntos singulares

Para verificar el riesgo de condensación superficial en los **puntos singulares** (IRAM 11630) se procede de forma análoga. Sólo se debe aplicar la **Rsi** que corresponda, indicada en la tabla de **valores de resistencia superficial interior** que antecede. (Vale mencionar, que este valor se utilizará también para el cálculo de la **resistencia térmica total R_T**) para determinar luego la Θ_i correspondiente.

EJEMPLO GRAFICO COMPARATIVO DE DOS MUROS DOBLES DE MAMPOSTERIA CON CAMARA DE AIRE ESTANCA Y CON LA INCORPORACION DE AISLAMIENTO TERMICO DE EPS



Ejemplo gráfico comparativo de un muro doble de mampostería revocado interiormente, y hoja exterior de ladrillo visto con junta tomada y cámara de aire; y el mismo pero con la incorporación de aislante térmico de EPS en dicha cámara. Se los representa además en *escala métrica* y en *escala de resistencias térmicas*.

Comparación:

Del gráfico anterior se desprenden algunos datos interesantes.

En primer lugar se muestra, en 2 formas distintas de representación, como varía, en **régimen estacionario**, la temperatura de cada una de las **interficies** de los distintos componentes de un cerramiento heterogéneo en función de la **resistencia térmica total** R_T y la **diferencia de temperaturas** Δt . También se verifica los beneficios de incorporar un aislante térmico de EPS en la cámara de aire.

Por último resulta interesante ver cómo, en los mismo casos, la representación en escala de resistencias permite visualizar rápidamente los diferentes comportamientos, establecer incluso los valores de temperatura de cada capa gráficamente y que además, la pendiente de la recta exprese con claridad la magnitud del **flujo térmico** involucrado.

METODO DE VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION INTERSTICIAL

El cálculo del riesgo de condensación intersticial no presenta ninguna diferencia entre las normas IRAM 11625 y 11630.

En primer lugar se calculan las temperaturas en los distintos planos de un cerramiento formado por varias capas de la manera siguiente:

$$t_1 = t_i$$

$$t_2 = \frac{t_i - \Delta_t \cdot R_i}{R_T}$$

$$t_n = t_e$$

siendo:

$t_1; t_2; \dots t_n$	la temperatura en los planos considerados en grados celsius;
t_i	la temperatura interior de diseño, en grados celsius;
t_e	la temperatura exterior de diseño, en grados celsius;
Δ_t	la diferencia de temperatura entre la interior y el exterior, en grados celsius;
R_i	la resistencia térmica de la parte del cerramiento ubicada hacia el interior del local respecto del plano considerado, o bien, cuando corresponda, la resistencia térmica superficial interior, en metro cuadrado kelvin por watt;
R_T	la resistencia térmica total, en metro cuadrado kelvin por watt.

La **resistencia a la difusión del vapor de agua de un cerramiento**, compuesto por una serie de capas sucesivas de distintos materiales, se calcula con la fórmula siguiente (IRAM 11625 y 11630):

$$R_v = e_1 / \delta_1 + e_2 / \delta_2 + \dots + e_n / \delta_n + 1 / \Delta$$

siendo:

R_v	la resistencia a la difusión del vapor de agua del componente constructivo considerado, en metro cuadrado hora kilopascal por gramo;
$e_1; e_2; \dots e_n$	el espesor de las capas sucesivas de materiales homogéneos del componente anterior en metros;
$\delta_1; \delta_2; \dots \delta_n$	la permeabilidad al vapor de agua de las capas sucesivas de materiales homogéneos del componente anterior, en gramo por metro hora kilopascal;
Δ	la permeancia de la barrera o freno de vapor , si los hubiere, en gramo por metro cuadrado hora kilopascal.

Conociendo las **temperaturas y humedades relativas internas y externas**, mediante el **diagrama psicrométrico** o utilizando la **tabla de presiones de vapor de agua saturado** que se encuentra más adelante, pueden calcularse las **presiones de vapor de agua** P_{vi} y P_{ve} del lado interior y exterior, respectivamente.

Admitiendo la hipótesis de $\delta = \text{cte}$, dentro de cada capa, se calculan las presiones de vapor de agua en los distintos planos del cerramiento mediante el procedimiento siguiente:

$$P_1 = P_{vi}$$

$$P_2 = P_{vi} - \Delta P \cdot R_{vi} / R_v$$

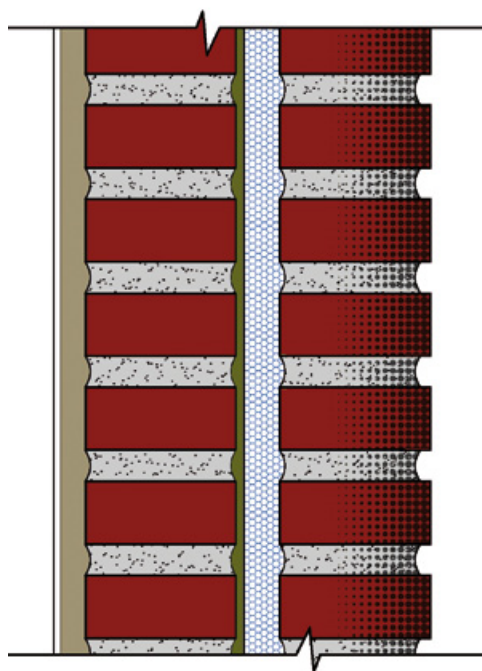
$$P_n = P_{ve}$$

siendo:

$P_1; P_2; \dots P_n$	la presión de vapor de agua en los planos considerados, el kilopascal;
P_{vi}	la presión de vapor de agua interior, en kilopascal;
P_{ve}	la presión de vapor de agua exterior, en kilopascal;
ΔP	la diferencia de presión de vapor de agua entre el interior y el exterior, en kilopascal;
R_{vi}	la resistencia al vapor de agua de la parte del cerramiento ubicada hacia el interior del local respecto del plano considerado, en metro cuadrado hora kilopascal por gramo;
R_v	la resistencia al vapor de agua del cerramiento, en metro cuadrado hora kilopascal por gramo.

De modo análogo a las temperaturas interiores, se determina la variación de presiones de vapor de agua en el seno del cerramiento.

Si bien la variación de presiones dentro de un material no es lineal, podemos asumir que obteniendo los valores de presión en cada interface, y consecuentemente las temperaturas de rocío correspondientes utilizando el diagrama psicrométrico o bien calculándolas en base a la tabla pertinente, podemos luego verosímilmente unir los puntos obtenidos mediante rectas, lo que generará una **gráfica de temperatura de rocío** que podremos superponer a la de las temperaturas interiores, las que deberán permanecer siempre por encima de la primeras indicando que no existe riesgo de condensación intersticial de vapor de agua.



El ejemplo de cálculo presentado es sobre un tipo de construcción tradicional de mampostería de doble hoja y de un excelente comportamiento higrotérmico para climas templados en donde se requiere de una cierta masa térmica que la posición del aislante define.

La cámara de aire o “cavity wall” era, en un principio débilmente ventilada y permitía el escurrimiento al exterior, a través de las juntas verticales (“llagas”) próximas a la base, del agua eventualmente infiltrada en la hoja externa que actuaba como muro de sacrificio. (Ver también: muros “capuchinos”). Usualmente la cámara es no ventilada y rellena parcial o totalmente con un aislante térmico.

Ahora bien, en invierno la mayor presión de vapor de agua se produce en el interior y busca nivelarse con la presión del exterior migrando a través de los materiales porosos. Como la máxima diferencia de temperaturas se da entre las caras de un placa térmicamente aislante, el riesgo de condensación intersticial en la misma es grande y se incrementa cuanto más cerca está el aislante de la cara interior del muro. Por el contrario el riesgo decrece cuando se ubica el aislante próximo al exterior. Puede verse también en el ejemplo, que el azotado hidrófugo como freno de vapor es insuficiente y en esas condiciones, es necesario incorporar una barrera de vapor.

EJEMPLO DE CALCULO DE RIESGO DE CONDENSACION INTERSTICIAL • NORMAS IRAM 11625 / 11630

Flujo de calor horizontal: Muro doble macizo con barrera de vapor y placa de EPS Coronel Suarez (BA), zona bioambiental IVc Templada Fría

Capa del elemento constructivo [1]	espe- sor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	tR	Δt
	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]
	mm	W/m.K	m ² .K/W	°C	g/m ² .h.kPa	g/m.h.kPa	m ² .h.kPa/g		kPa	°C	°C
Temperatura Interior del Aire				18,0			0	58%	1,195		
Resistencia superficial interior R_{si}			0,13	15,66			0,10		1,195	9,60	6,06
1 Revoque fino interior	5	0,700	0,01	15,53	0	0,050	0,45		1,194	9,59	5,95
2 Revoque grueso interior	20	0,930	0,02	15,15	0	0,044	1,50		1,189	9,53	5,62
3 Hoja interior de ladrillo macizo "común"	120	0,810	0,15	12,48		0,080	0,23		1,174	9,33	3,15
4 Azotado hidrófugo	5	1,130	0,00	12,40	0	0,022	83,33		1,172	9,30	3,10
5 Film de PE de 150 micrones	0,15			12,40	0,012		1,56		0,318	-7,73	20,13
6 Placa de Poliestireno Expandido EPS de 15 kg/m ³	35	0,037	0,95	-4,61		0,023	1,50		0,302	-8,30	3,69
7 Hoja exterior de ladrillo macizo "visto"	120	0,910	0,13	-6,98		0,080			0,286	-8,90	1,92
8											
Resistencia superficial exterior R_{se}	0		0,04		0						
Temperatura de Diseño Mínima TDMN para Coronel Suarez (Zona Bioclimática IVc)				-7,7				90%	0,286		
Resistencia térmica total			1,43	25,7	R_{vt} total al vapor		88,67		0,909		

Referencias

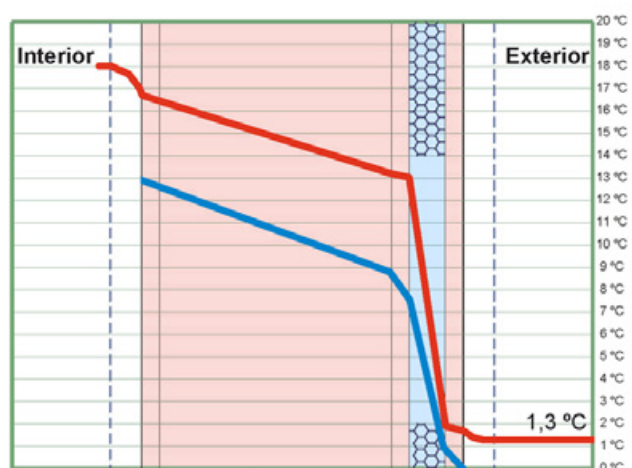
- [1] Capa de cerramiento: Se indican las capas del elemento constructivo desde el interior (1 Resistencia térmica superficial interior R_{si}), hacia el exterior.
- [2] Espesor (e): Se indican los espesores de cada capa.
- [3] Conductividad térmica (λ): Se indica la conductividad térmica de cada capa homogénea según los valores de ensayo o de la Tabla de conductividades de IRAM 11601.
- [4] Resistencia térmica (R): Se indica la resistencia térmica de cada capa: Los materiales homogéneos se los calculan con la fórmula oportunamente indicada: $R = e / \lambda$
- Las Cámaras de aire sin ventilar se obtienen de IRAM 11601 (se adjunta).
- Las Cámaras ventiladas, se obtienen de acuerdo a IRAM 11 601 según corresponda.
- De igual modo, las Resistencias térmicas superficiales se obtienen de IRAM 11601 (se adjunta tabla).
- Se indica en el último renglón la Resistencia térmica total, como la suma de la columna [4] y la Resistencia a la difusión del vapor de agua, como la suma de la columna [8].
- [5] Temperaturas (T): Se indican la temperatura interior de diseño (aire interior) y la temperatura exterior de diseño (aire exterior): TDMN de la localidad.
- Se calcula la temperatura entre cada capa con la fórmula oportunamente dada: $t_2 = t_1 - \frac{\Delta t \cdot R_i}{R_t}$
- En el último renglón, al final de la columna [5], se indica la diferencia entre la temperatura interior y exterior Δt .
- [6] Cuando correspondiere, se indica la Permeancia al vapor de agua Δ .
- [7] Permeabilidad al vapor de agua (δ): se indica la permeabilidad al vapor de agua de cada capa homogénea.
- [8] Resistencia al vapor de agua (RV): se calcula la resistencia al vapor de agua de cada capa homogénea de acuerdo a lo oportunamente indicado.
- Si la capa fuese una barrera de vapor, la resistencia al vapor de agua se calcula según:
- $$R_v = 1 / \Delta$$
- siendo:
- RV la resistencia al vapor de agua de la barrera de vapor, en metro cuadrado hora kilopascal por gramo; Δ la permeancia al vapor de agua de la barrera de vapor, en gramos por metro cuadrado hora kilopascal.
- Se indica en el último renglón la resistencia al vapor de agua R_v , como la suma de la columna [8].
- [9] Humedad relativa HR: Se indican las humedades relativas de diseño interior y exterior, siendo la primera derivada de la TDMN local en el cuadro respectivo (al principio de este ítem) y la exterior establecida en 90%.
- [10] Presión de vapor de agua (P): Se indican las presiones de vapor de agua del aire interior y exterior (P_{vi}) y (P_{ve}), las que se obtienen del diagrama psicrométrico o calculándolas a partir de la tabla de vapor de agua saturado teniendo como datos las temperaturas y las humedades relativas.
- Se calcula la presión de vapor de agua entre cada capa de acuerdo a lo establecido anteriormente.
- En el último renglón al final de la columna [10] se indica la diferencia entre la presión de vapor interior y exterior ΔP .
- [11] Temperatura de rocío (tR): Se indican las temperaturas de rocío del aire interior y exterior, además de las correspondientes a cada junta entre capas, las cuales se obtienen mediante el diagrama psicrométrico o la tabla de presiones de vapor de agua.
- [12] Diferencia de temperaturas (Δt): Se indica la diferencia entre la temperatura de bulbo seco TBS de la columna [5] y la temperatura de rocío tR de la columna [11]. Si alguna de las diferencias es **negativa**, este resultado indica la existencia de condensación.

Ejemplos gráficos de riesgo de condensación intersticial (diagramas de Glaser). La localización del aislante térmico y el uso adecuado de la barrera de vapor

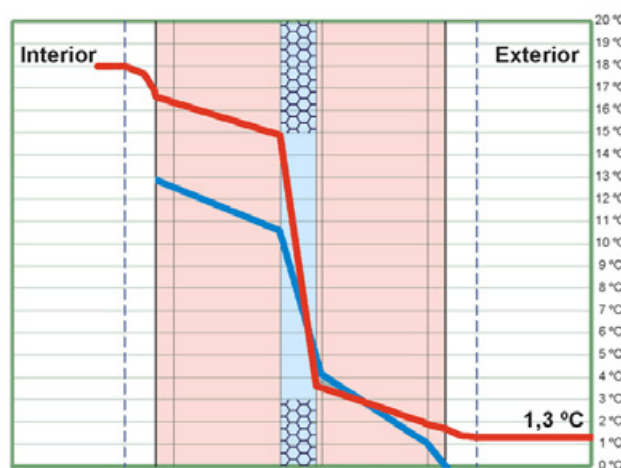
Las barreras o frenos de vapor **pueden no ser necesarios** para controlar los riesgos de condensación intersticial de acuerdo a donde se localice el aislante térmico (cuanto más al exterior esté mejor cumple su función y además define la “masa térmica” edilicia que, según sea el uso del edificio y las condiciones bioambientales, puede resultar beneficiosa).

En las gráficas siguientes (diagramas de Glaser) se puede comprobar cómo varían las temperaturas de bulbo seco en régimen estacionario en el interior de un muro de ladrillo macizo y las temperaturas de rocío que decrecen con la reducción de la presión de vapor. En a), b) y c) se detecta como el riesgo de condensación es mayor cuanto más al interior se encuentra el aislante. La gráfica d) muestra el ejemplo calculado en donde se incorpora una **barrera de vapor** que reduce la difusión del vapor de agua.

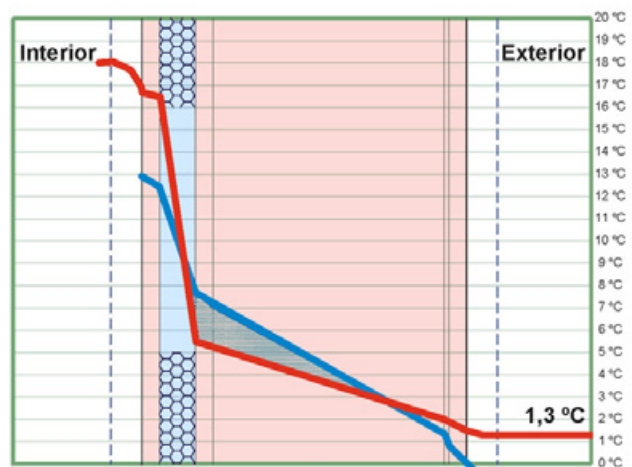
a) Aislante térmico en la cara exterior del cerramiento



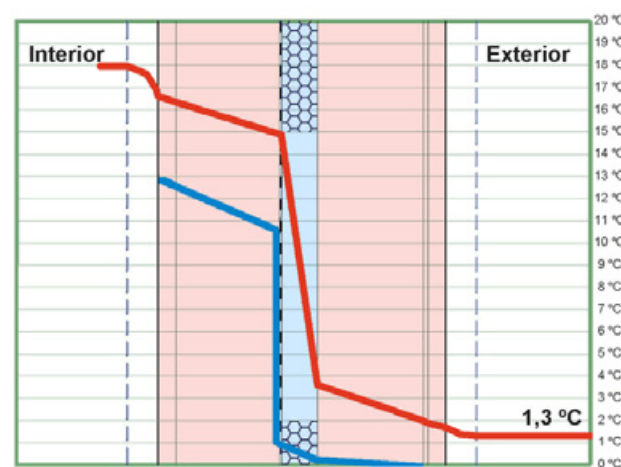
b) Aislante térmico en el medio del cerramiento



c) Aislante térmico en la cara interior del cerramiento



d) Ejemplo con la inclusión de una barrera de vapor



Su función, como fuera descripta en “Definiciones”, consiste en reducir la presión parcial de vapor dentro de la pared o techo, en las partes en las que comienza a disminuir la temperatura. Se la define convencionalmente como “la capa de material que, generalmente de espesor pequeño, ofrece una alta resistencia al pasaje del vapor.

Para que un material se considere barrera de vapor, su permeancia debe ser menor que **0,75 g/m².h.kPa. ($\Delta < 0,75 \text{ g/m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{kPa}$)**”.

La efectividad de una barrera de vapor se reduce e incluso puede volverse perjudicial por una incorrecta ubicación o por defectos en su colocación.

Es importante la realización de las juntas: se deben superponer las películas o mejor aún solaparlas. Las grietas o perforaciones reducen asimismo la efectividad de la barrera de vapor.

Sin embargo se recomienda considerar esta posibilidad y, de ser posible entonces deberán preverse los medios que permitan la salida del vapor que atraviesa dicha barrera.

La barrera de vapor se coloca en la cara caliente de la pared o en el lado caliente del aislante. De esta manera frena el vapor de agua en el lugar más adecuado e imposibilita que atraviese capas frías, evitando la condensación.

Al encontrarse con la barrera “caliente” el vapor no puede condensarse en ella. Situada en un lugar inadecuado, la barrera de vapor imposibilita por un lado la difusión de vapor, e impide la evaporación de la humedad del o los materiales componentes del elemento (muro o techo), facilitando la condensación del vapor sobre sus caras.

Temperatura	Presiones de vapor de agua									
°C	kPa									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
30	4,244	4,269	4,294	4,319	4,344	4,369	4,394	4,419	4,445	4,469
29	4,006	4,030	4,053	4,077	4,101	4,148	4,148	4,172	4,196	4,219
28	3,781	3,803	3,826	3,848	3,871	3,894	3,916	3,939	3,961	3,984
27	3,566	3,588	3,609	3,631	3,652	3,674	3,695	3,717	3,793	3,759
26	3,362	3,382	3,403	3,423	3,443	3,463	3,484	3,504	3,525	3,544
25	3,169	3,188	3,208	3,227	3,246	3,266	3,284	3,304	3,324	3,343
24	2,985	3,003	3,021	3,040	3,059	3,077	3,095	3,114	3,132	3,151
23	2,810	2,827	2,845	2,863	2,880	2,897	2,915	2,932	2,950	2,968
22	2,645	2,661	2,678	2,695	2,711	2,727	2,744	2,761	2,777	2,794
21	2,487	2,504	2,518	2,535	2,551	2,566	2,582	2,598	2,613	2,629
20	2,340	2,354	2,369	2,384	2,399	2,413	2,428	2,443	2,457	2,473
19	2,197	2,212	2,227	2,241	2,254	2,268	2,283	2,297	2,310	2,324
18	2,065	2,079	2,091	2,105	2,119	2,132	2,145	2,158	2,172	2,185
17	1,937	1,950	1,963	1,976	1,988	2,001	2,014	2,027	2,039	2,052
16	1,818	1,830	1,841	1,854	1,866	1,878	1,889	1,901	1,914	1,926
15	1,706	1,717	1,729	1,739	1,750	1,762	1,773	1,784	1,795	1,806
14	1,599	1,610	1,621	1,631	1,642	1,653	1,663	1,674	1,684	1,695
13	1,498	1,508	1,518	1,528	1,538	1,548	1,559	1,569	1,578	1,588
12	1,403	1,413	1,422	1,431	1,441	1,451	1,460	1,470	1,479	1,488
11	1,312	1,321	1,330	1,340	1,349	1,358	1,367	1,375	1,385	1,394
10	1,228	1,237	1,245	1,254	1,262	1,270	1,279	1,287	1,296	1,304
9	1,148	1,156	1,163	1,171	1,179	1,187	1,195	1,203	1,211	1,218
8	1,073	1,081	1,088	1,096	1,103	1,110	1,117	1,125	1,133	1,140
7	1,002	1,008	1,016	1,023	1,030	1,038	1,045	1,052	1,059	1,066
6	0,935	0,942	0,949	0,955	0,961	0,968	0,975	0,982	0,988	0,995
5	0,872	0,878	0,884	0,890	0,896	0,902	0,907	0,913	0,919	0,925
4	0,813	0,819	0,825	0,831	0,837	0,843	0,849	0,854	0,861	0,866
3	0,759	0,765	0,770	0,776	0,781	0,787	0,793	0,798	0,803	0,808
2	0,705	0,710	0,716	0,721	0,727	0,732	0,737	0,743	0,748	0,753
1	0,657	0,662	0,667	0,672	0,677	0,682	0,687	0,691	0,696	0,700
0	0,611	0,616	0,621	0,626	0,630	0,635	0,640	0,645	0,648	0,653

Temperatura	Presiones de vapor de agua									
°C	kPa									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	0,611	0,605	0,600	0,595	0,592	0,587	0,582	0,577	0,572	0,567
-1	0,562	0,557	0,552	0,547	0,543	0,538	0,534	0,531	0,527	0,522
-2	0,517	0,514	0,509	0,505	0,501	0,496	0,492	0,489	0,484	0,480
-3	0,476	0,472	0,468	0,464	0,461	0,456	0,452	0,448	0,444	0,440
-4	0,437	0,433	0,430	0,426	0,423	0,419	0,415	0,412	0,408	0,405
-5	0,401	0,398	0,395	0,391	0,388	0,385	0,382	0,379	0,375	0,372
-6	0,368	0,365	0,362	0,359	0,356	0,353	0,350	0,347	0,343	0,340
-7	0,337	0,336	0,333	0,330	0,327	0,324	0,321	0,318	0,315	0,312
-8	0,310	0,306	0,304	0,301	0,298	0,296	0,294	0,291	0,288	0,286
-9	0,284	0,281	0,279	0,276	0,274	0,272	0,269	0,267	0,264	0,262
-10	0,260	0,258	0,255	0,253	0,251	0,249	0,246	0,244	0,242	0,239
-11	0,237	0,235	0,233	0,231	0,229	0,228	0,226	0,224	0,221	0,219
-12	0,217	0,215	0,213	0,211	0,209	0,208	0,206	0,204	0,202	0,200
-13	0,198	0,197	0,195	0,193	0,191	0,190	0,188	0,186	0,184	0,182
-14	0,181	0,180	0,178	0,177	0,175	0,173	0,172	0,170	0,168	0,167
-15	0,165	0,164	0,162	0,161	0,159	0,158	0,157	0,155	0,153	0,152
-16	0,150	0,149	0,148	0,146	0,145	0,144	0,142	0,141	0,139	0,138
-17	0,137	0,136	0,135	0,133	0,132	0,131	0,129	0,128	0,127	0,126
-18	0,125	0,124	0,123	0,122	0,121	0,120	0,118	0,117	0,116	0,115
-19	0,114	0,113	0,112	0,111	0,110	0,109	0,107	0,106	0,105	0,104
-20	0,103	0,102	0,101	0,100	0,099	0,098	0,097	0,096	0,095	0,094

EL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA CONSTRUCCION

Un material con historia... y más vigente que nunca

Fue inventado por BASF en 1951 y es fabricado, desde entonces, en plantas distribuidas por todo el mundo. Sus inmejorables características técnicas, entre las que cabe destacar: su elevado aislamiento térmico, su capacidad amortiguante, ligereza y resistencia mecánica; lo han convertido en un material irremplazable en múltiples aplicaciones en diversos sectores: tanto en la industria de la construcción, de la alimentación y en el “packaging” de los más variados objetos, desde electrodomésticos hasta medicamentos.

La construcción actual y de un modo creciente, la del futuro, se caracterizará sustancialmente por las exigencias en el **ahorro de energía** y en la preservación del medio ambiente. En la actualidad, en casi todos los países industrializados se regulan, mediante disposiciones legales, exigencias mínimas para el aislamiento térmico en la construcción de edificios. Ello se debe tanto a la necesidad de hacer un uso racional de la energía invertida en el acondicionamiento térmico de las edificaciones, como a razones de salubridad de los usuarios.

En tal sentido, en nuestro medio cabe destacar la **Ley 13059** de la Provincia de Buenos Aires sobre Uso Racional de la Energía, de 2003, reglamentada en 2010; el **Decreto Presidencial 140** de 2007, declarando de Interés y Prioridad Nacional el Uso Racional y Eficiente de la Energía y promotor del Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía **PRONUREE**.

El primero de julio del corriente año, entrará en vigencia la **Ordenanza Municipal de la ciudad de Rosario, N° 8.757** sobre la regulación de “**Aspectos Higrotérmicos y Demanda Energética de las Construcciones**”.

El **Poliestireno Expandido EPS** no sólo juega un sobresaliente rol en la industria de la construcción debido a sus excelentes propiedades como aislante térmico de edificios, sino que el profesional encuentra hoy en éste una herramienta que le brinda un espectro de aplicaciones casi ilimitado, con una insuperable relación de costo / beneficio.

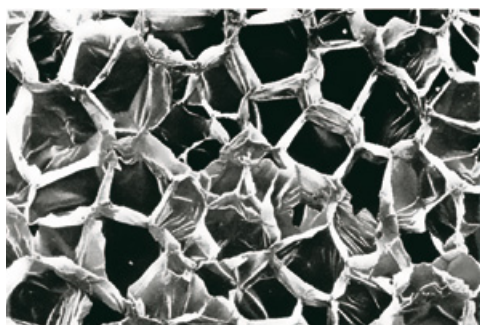
Las innumerables aplicaciones del EPS en la construcción

Encofrados perdidos y recuperables de losas casetonadas, bloques para forjados de losas alivianadas, molduras para interior y exterior, placas especiales para sistemas de calefacción por losa radiante, placas elastificadas para entrepisos flotantes, placas lisas y especiales para techo ventilado con cubierta de tejas, techo invertido y terrazas ajardinadas, hormigones livianos de perlas aditivadas, aislamiento térmico exterior de paredes y techos (sistema EIFS), sistemas constructivos integrales; son sólo algunas de sus innumerables aplicaciones en la construcción.

Las características destacadas del EPS

- Posee una elevada capacidad de aislamiento térmico.
- No absorbe prácticamente agua líquida aún sumergido y presenta una muy baja difusión al vapor de agua. No se apelmaza por efecto de la humedad o el envejecimiento.
- Tiene un elevado poder amortiguante y, debidamente elastificado, se vuelve insuperable en la ejecución de entrepisos flotantes para la eliminación de ruidos de impacto.
- Mantiene su eficiencia a lo largo del tiempo aún en las peores condiciones de uso.
- Presenta una inmejorable relación: densidad / resistencia mecánica.
- No contamina, es un material inerte, reciclable y biológicamente inocuo.
- No agrede la piel ni las vías respiratorias.
- El EPS tipo “F” (usado mayoritariamente en la construcción), posee un poderoso “retardante de llama” que lo torna “difícilmente inflamable” o “de muy baja propagación de llama” de acuerdo a los diversos estándares nacionales e internacionales.

Sus principales virtudes se deben a su estructura microscópica de celdas cerradas, conformadas por 2 por ciento de material plástico y **98 por ciento de aire**.



Un caso especial lo constituyen los hormigones alivianados con perlas de EPS. Livianos y con excelente capacidad aislante que pueden alcanzar una densidad en seco de hasta 250 kg/m³. Además, los elementos constructivos elaborados con este material muestran un excelente comportamiento en casos de incendio, siendo muy aptos, incluso para **muros cortafuego**. Ello se debe a que en el caso de un incendio prolongado en un lado del muro, con desarrollo de altas

temperaturas, las perlititas de poliestireno preexpandidas incluidas en el hormigón, cercanas a la cara caliente, se resumen, tomando las características de un hormigón alveolar, de muy buenas propiedades de aislamiento térmico a altas temperaturas. En las secciones más alejadas al lado caliente, donde el calor no alcanza para sinterizar las perlas de EPS, el muro mantiene sus propiedades aislantes aproximadamente originales.

Es obvio que ningún material es útil para todo, y al elegir, se debería optar por el que brinde la mejor relación costo/prestación a los fines requeridos.

La incombustibilidad es un beneficio adicional a los materiales, pero no siempre hace a su función específica.

Al hablar de seguridad contra incendios de las construcciones se debe tener en cuenta el comportamiento y la resistencia al fuego de los elementos constructivos completos, como conjunto en su condición de uso y *no sólo de la reacción al fuego de los materiales* que los componen considerados aisladamente; condición de por sí exigente pues, en general, no tiene en cuenta el reducidísimo aporte del aislante térmico en caso de incendio, al comparárselo con los innumerables elementos que conforman el mobiliario, la decoración y tantos otros elementos de uso cotidiano que configuran el hábitat humano.

Un buen diseño, que contemple las condiciones de uso y concentre su atención en la prevención, mediante una clara señalización de las salidas de emergencia, la detección de humos y llama, la ubicación estratégica de extintores, la eventual instalación de rociadores, y una rápida evacuación de los locales mediante la provisión de adecuados y estratégicamente localizados medios de escape, resulta infinitamente más eficiente y seguro frente al riesgo de incendio que una mera adopción de materiales aislados

CUADRO DE PROPIEDADES FISICAS DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS						
Propiedad		Unidad	Densidad aparente			
Densidad aparente		kg/m³	15	20	25	30
Resistencia mínima a la compresión o tensión mínima de compresión al 10 % de deformación (el valor que resulte menor)		kPa	65	110	150	200
Conductividad térmica máxima a 20°C temperatura media, 28 días de estacionado, si corresponde		W/(m.K)	0,037	0,035	0,033	0,032
Deformación máxima después de 48 h a 70°C		%	5	5	5	5
Deformaciones lentas máximas después de 48 h a 80°C con 20 kPa de carga		%	-	5	5	5
Deformaciones lentas máximas después de 7 d a 70°C con 40 kPa de carga		%	-	-	-	5
Permeabilidad al vapor de agua		g/mhkPa	de 0,75 x 10 ⁻² a 2,25 x 10 ⁻²			
Absorción de agua por inmersión (porcentaje de volumen)	después de 7 días	% Vol.	0,5 - 1,5			
	después de 28 días	% Vol.	1,0 - 3,0			
Equivalencias: 100 kPa = 0,1 N/mm² = 1kgf/cm² 1,16 W/mK = 1 kcal/hm°C						

CUARTA PARTE

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

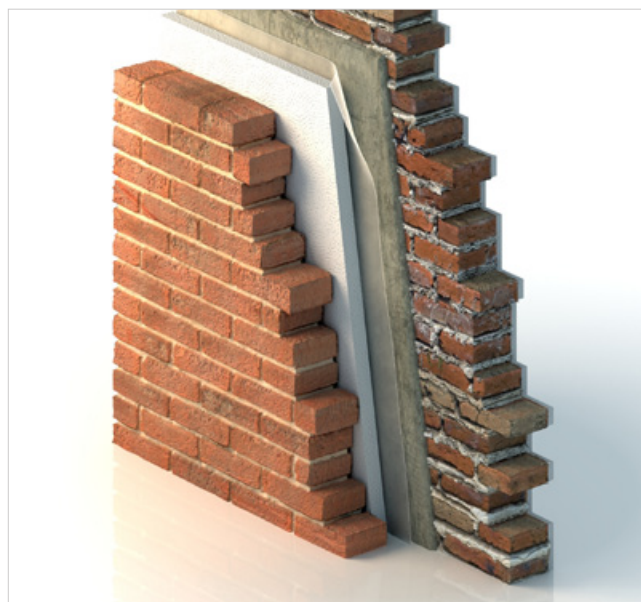
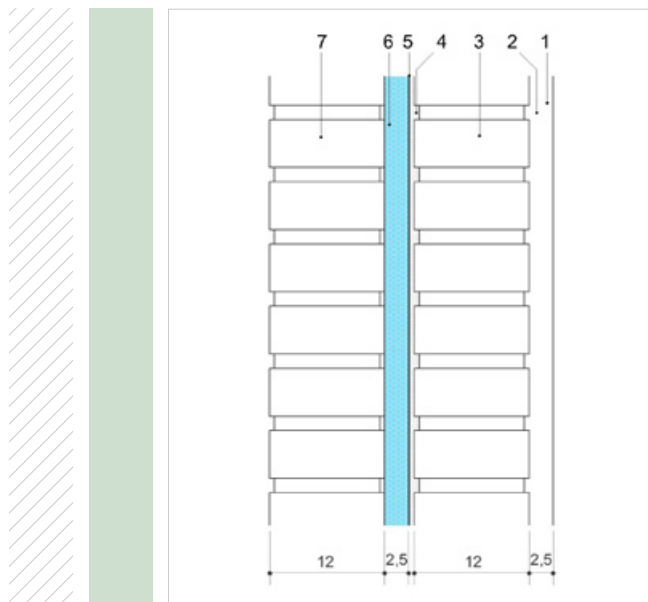
PARA PAREDES



Arq. Pablo Azqueta

A. Muros tradicionales de mampostería

A.1. Muro doble macizo con barrera de vapor y placa de EPS



NORMA IRAM 11601				CALCULO DE TRANSMITANCIA TERMICA			
ELEMENTO		EPOCA DEL AÑO			FLUJO DE CALOR		
Muro exterior doble		INVIERNO			Horizontal		
ZONA BIOAMBIENTAL		III - CIUDAD DE LA PLATA Pcia. de Buenos Aires			IV - CORONEL SUAREZ Pcia. de Buenos Aires		
Capa del elemento constructivo		espesor	λ	R	espesor	λ	R
		mm	W/m.K	m².K/W	mm	W/m.K	m².K/W
Resistencia superficial interior R _{si}				0,13			0,13
1	Revoque fino interior	5	0,700	0,01	5	0,700	0,01
2	Revoque grueso interior	20	0,930	0,02	20	0,930	0,02
3	Hoja interior de ladrillo macizo "común"	120	0,810	0,15	120	0,810	0,15
4	Azotado hidrófugo	5	1,130	0,00	5	1,130	0,00
5	Film de PE de 150 micrones	0,15			0,15		
6	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 15 kg/m³	25	0,037	0,68	35	0,037	0,95
7	Hoja exterior de ladrillo macizo "visto"	120	0,910	0,13	120	0,910	0,13
Resistencia superficial exterior R _{se}				0,04			0,04
espesor total aproximado		295			305		
RESISTENCIAS TERMICAS TOTALES				1,16			1,43
Transmitancia Térmica del componente K [W/m².K] = 1/R				0,86			0,70
Transmitancia Máxima Admisible K _{MAX ADM} , según IRAM 11605 Nivel B [W/m².K]				0,93			0,75
Cumple con Norma IRAM 11605: SI / NO				SI			SI

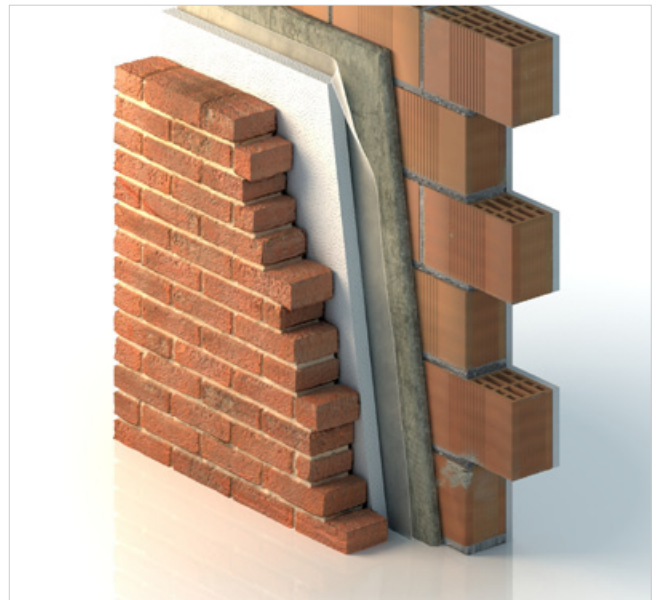
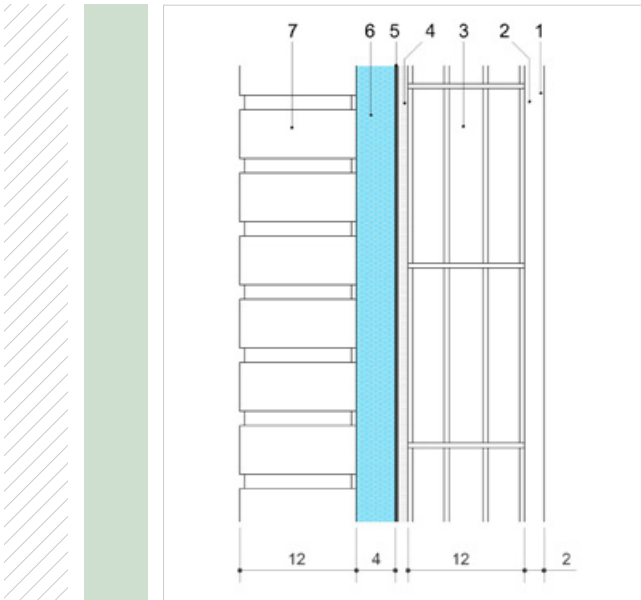
IRAM 11625 y 11630				VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION INTERSTICIAL										
ELEMENTO		Muro exterior doble		EPOCA DEL AÑO		INVIERNO		FLUJO DE CALOR		Horizontal				
ZONA BIOAMBIENTAL				III - CIUDAD DE LA PLATA (Pcia. de Buenos Aires)										
Capa del elemento constructivo				espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	t _r	ΔT
				mm	W/m.K	m².K/W	°C	g/m².h.kPa	g/m.h.kPa	m².h.kPa/g		kPa	°C	°C
Tempertura Interior del Aire							18,0				65%	1,339		
Resistencia superficial interior R _{si}						0,13	15,70					1,339	11,30	4,40
1	Revoque fino interior			5	0,700	0,01	15,57		0,050	0,10		1,339	11,29	4,28
2	Revoque grueso interior			20	0,930	0,02	15,19		0,044	0,45		1,336	11,26	3,94
3	Hoja interior de ladrillo macizo "común"			120	0,810	0,15	12,57		0,080	1,50		1,325	11,14	1,43
4	Azotado hidrófugo			5	1,130	0,00	12,49		0,022	0,23		1,324	11,13	1,37
5	Film de PE de 150 micrones			0,15			12,49	0,012		83,33		0,465	-3,28	15,77
6	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 15 kg/m³			25	0,037	0,68	0,54		0,023	1,11		0,457	-3,47	4,01
7	Hoja exterior de ladrillo macizo “visto”			120	0,910	0,13	-1,79		0,080	1,50		0,447	-3,47	1,95
Resistencia superficial exterior R _{se}						0,04								
espesor total aproximado				295										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN							-2,5				90%	0,447		
RESISTENCIAS TOTALES				TÉRMICA		1,16		AL VAPOR		88,23				

ZONA BIOAMBIENTAL		IV - CORONEL SUAREZ (Pcia. de Buenos Aires)									
Capa del elemento constructivo	espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	t_r	ΔT
	mm	W/m.K	m ² .K/W	°C	g/m ² .h.kPa	g/m.h.kPa	m ² .h.kPa/g		kPa	°C	°C
Tempertura Interior del Aire				18,0				58%	1,195		
Resistencia superficial interior R_{si}			0,13	15,66					1,195	9,60	6,06
1 Revoque fino interior	5	0,700	0,01	15,53		0,050	0,10		1,194	9,59	5,95
2 Revoque grueso interior	20	0,930	0,02	15,15		0,044	0,45		1,189	9,53	5,62
3 Hoja interior de ladrillo macizo "común"	120	0,810	0,15	12,48		0,080	1,50		1,174	9,33	3,15
4 Azotado hidrófugo	5	1,130	0,00	12,40		0,022	0,23		1,172	9,30	3,10
5 Film de PE de 150 micrones	0,15			12,40	0,012		83,33		0,318	-7,73	20,13
6 Placa de Poliestireno Expandido EPS de 15 kg/m ³	35	0,037	0,95	-4,61		0,023	1,56		0,302	-8,30	3,69
7 Hoja exterior de ladrillo macizo "visto"	120	0,910	0,13	-6,98		0,080	1,50		0,286	-8,90	1,92
Resistencia superficial exterior R_{se}			0,04								
espesor total aproximado	305										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN				-7,7				90%	0,286		
RESISTENCIAS TOTALES		TÉRMICA	1,43		AL VAPOR		88,67				

IRAM 11625 y 11630				VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION SUPERFICIAL					
LA PLATA	P. C.	A. I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)	CNEL. SUAREZ	P. C.	A. I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)
Rsi (m².K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 11,3	Rsi (m².K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 9,6
Temp. Sup. Int. (°C)	15,09	13,99	12,91		Temp. Sup. Int. (°C)	15,03	13,85	12,67	
P.C. Paños centrales / A.I. y R. Aristas superiores, verticales y rincones / A.S. y R. Aristas y rincones inferiores / Tr temperatura de rocío (°C)									

A. Muros tradicionales de mampostería

A.2. Muro cerámico estructural del 12 + hoja de ladrillo macizo visto o revocado



NORMA IRAM 11601				CALCULO DE TRANSMITANCIA TERMICA			
ELEMENTO		EPOCA DEL AÑO			FLUJO DE CALOR		
Muro exterior doble		INVIERNO			Horizontal		
ZONA BIOAMBIENTAL		III - CIUDAD DE LA PLATA Pcia. de Buenos Aires			IV - CORONEL SUAREZ Pcia. de Buenos Aires		
Capa del elemento constructivo		espesor	λ	R	espesor	λ	R
		mm	W/m.K	m².K/W	mm	W/m.K	m².K/W
Resistencia superficial interior R _{si}				0,13			0,13
1	Revoque fino interior	5	0,490	0,01	5	0,490	0,01
2	Revoque grueso interior	15	0,930	0,02	15	0,930	0,02
3	Ladrillo cerámico hueco estructural	120		0,43	120		0,43
4	Azotado hidrófugo	5	1,130	0,00	5	1,130	0,00
5	Film de PE de 150 micrones	0,15			0,15		
6	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 15 kg/m³	40	0,037	1,08	40	0,037	1,08
7	Hoja exterior de ladrillo macizo "visto"	120	0,910	0,13	120	0,910	0,13
		1					
Resistencia superficial exterior R _{se}				0,04			0,04
espesor total aproximado		305			305		
RESISTENCIAS TERMICAS TOTALES				1,84			1,84
Transmitancia Térmica del componente K [W/m².K] = 1/R				0,54			0,54
Transmitancia Máxima Admisible K _{MAX ADM} , según IRAM 11605 Nivel B [W/m².K]				0,93			0,75
Cumple con Norma IRAM 11605: SI / NO				SI			SI

IRAM 11625 y 11630		VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION INTERSTICIAL			
ELEMENTO	Muro exterior doble	EPOCA DEL AÑO	INVIERNO	FLUJO DE CALOR	Horizontal

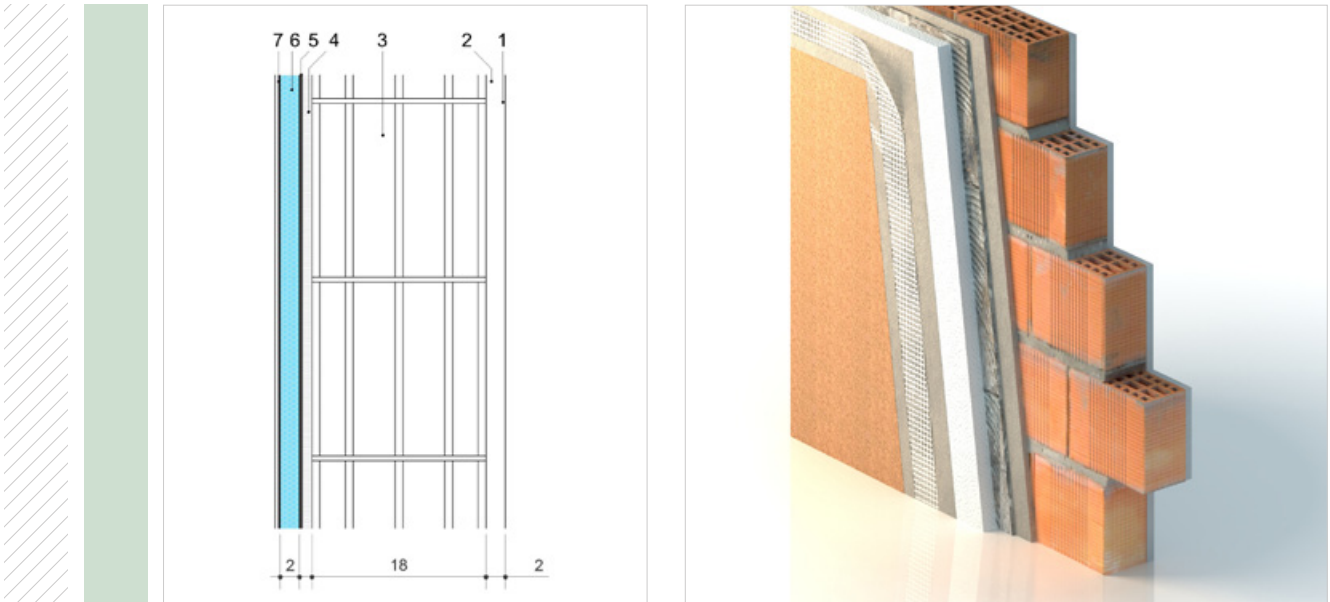
ZONA BIOAMBIENTAL			III - CIUDAD DE LA PLATA (Pcia. de Buenos Aires)										
Capa del elemento constructivo			espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	t _r	ΔT
			mm	W/m.K	m².K/W	°C	g/m².h.kPa	g/m.h.kPa	m².h.kPa/g		kPa	°C	°C
Tempertura Interior del Aire						18,0				65%	1,339		
Resistencia superficial interior R _{si}					0,13	16,55			0		1,339	11,30	5,26
1	Revoque fino interior		5	0,490	0,01	16,44		0,050	0,10		1,338	11,29	5,15
2	Revoque grueso interior		15	0,930	0,02	16,26		0,044	0,34		1,335	11,25	5,01
3	Ladrillo cerámico portante		120		0,43	11,48		0,100	1,20		1,323	11,12	0,36
4	Azotado hidrófugo		5	1,130	0,00	11,43		0,022	0,23		1,321	11,09	0,34
5	Film de PE de 150 micrones		0,15			11,43	0,012		83,33		0,485	-2,78	14,21
6	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 15 kg/m³		40	0,037	1,08	-0,59		0,018	2,29		0,462	-3,35	2,76
7	Hoja exterior de ladrillo macizo "visto"		120	0,910	0,13	-2,06		0,080	1,50		0,447	-3,74	1,69
Resistencia superficial exterior R _{se}					0,04								
espesor total aproximado			305										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN						-2,5				90%	0,447		
RESISTENCIAS TOTALES			TÉRMICA		1,84		AL VAPOR		88,99				

ZONA BIOAMBIENTAL			IV - CORONEL SUAREZ (Pcia. de Buenos Aires)										
Capa del elemento constructivo			espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	t _r	ΔT
			mm	W/m.K	m².K/W	°C	g/m².h.kPa	g/m.h.kPa	m².h.kPa/g		kPa	°C	°C
Tempertura Interior del Aire						18,0				58%	1,195		
Resistencia superficial interior R _{si}					0,13	16,19			0		1,195	9,60	6,59
1	Revoque fino interior	5	0,490	0,01	16,05		0,050	0,10			1,194	9,59	6,46
2	Revoque grueso interior	15	0,930	0,02	15,82		0,044	0,34			1,191	9,54	6,28
3	Ladrillo cerámico portante	120		0,43	9,83		0,100	1,20			1,178	9,39	0,44
4	Azotado hidrófugo	5	1,130	0,00	9,77		0,022	0,23			1,176	9,36	0,41
5	Film de PE de 150 micrones	0,15			9,77	0,012		83,33			0,325	-7,46	17,23
6	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 15 kg/m³	40	0,037	1,08	-5,30		0,018	2,29			0,302	-8,30	3,00
7	Hoja exterior de ladrillo macizo "visto"	120	0,910	0,13	-7,14		0,080	1,50			0,286	-8,90	1,76
Resistencia superficial exterior R _{se}					0,04								
espesor total aproximado			305										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN						-7,7				90%	0,286		
RESISTENCIAS TOTALES			TÉRMICA		1,84		AL VAPOR		88,99				

IRAM 11625 y 11630		VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION SUPERFICIAL							
LA PLATA	P.C.	A.I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)	CNEL. SUAREZ	P.C.	A.I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)
Rsi (m ² .K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 11,3	Rsi (m ² .K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 9,6
Temp. Sup. Int. (°C)	16,15	15,39	14,61		Temp. Sup. Int. (°C)	15,68	14,73	13,75	
P.C. Paños centrales / A.I. y R. Aristas superiores, verticales y rincones / A.S. y R. Aristas y rincones inferiores / Tr temperatura de rocío (°C)									

A. Muros tradicionales de mampostería

A.3. Muro cerámico hueco estructural del 18 con aislamiento exterior tipo “EIFS”



NORMA IRAM 11601				CALCULO DE TRANSMITANCIA TERMICA			
ELEMENTO		EPOCA DEL AÑO			FLUJO DE CALOR		
Muro exterior		INVIERNO			Horizontal		
ZONA BIOAMBIENTAL		III - CIUDAD DE LA PLATA Pcia. de Buenos Aires			IV - CORONEL SUAREZ Pcia. de Buenos Aires		
Capa del elemento constructivo		espesor	λ	R	espesor	λ	R
		mm	W/m.K	m².K/W	mm	W/m.K	m².K/W
Resistencia superficial interior R _{si}				0,13			0,13
1	Revoque fino interior	5	0,490	0,01	5	0,490	0,01
2	Revoque grueso interior	15	0,930	0,02	15	0,930	0,02
3	Ladrillo cerámico portante	180		0,46	180		0,46
4	Revoque hidrófugo				5	1,130	0,00
5	Pintura asfáltica emulsionada				1	1,000	0,00
6	Revoque grueso	15	0,930	0,02	15	0,930	0,02
7	Base coat	5	1,130	0,00	5	1,130	0,00
8	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 15 kg/m³	20	0,037	0,54	25	0,037	0,68
9	Base coat armado con malla de vidrio y acabado	7	1,130	0,01	7	1,130	0,01
Resistencia superficial exterior R _{se}				0,04			0,04
espesor total aproximado		247			251		
RESISTENCIAS TERMICAS TOTALES				1,22			1,36
Transmitancia Térmica del componente K [W/m².K] = 1/R				0,82			0,74
Transmitancia Máxima Admisible K _{MAX ADM} , según IRAM 11605 Nivel B [W/m².K]				0,93			0,75
Cumple con Norma IRAM 11605: SI / NO				SI			SI

IRAM 11625 y 11630		VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION INTERSTICIAL			
ELEMENTO	Muro exterior	EPOCA DEL AÑO	INVIERNO	FLUJO DE CALOR	Horizontal

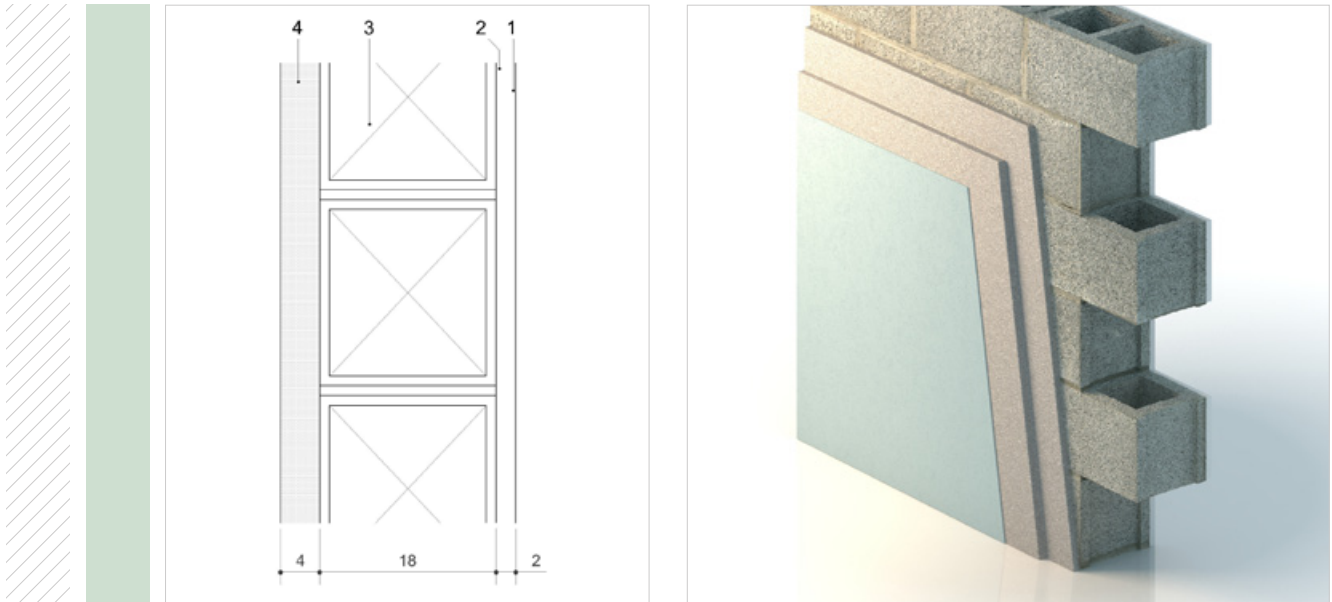
ZONA BIOAMBIENTAL		III - CIUDAD DE LA PLATA (Pcia. de Buenos Aires)									
Capa del elemento constructivo	espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	t _r	ΔT
	mm	W/m.K	m ² .K/W	°C	g/m ² .h.kPa	g/m.h.kPa	m ² .h.kPa/g		kPa	°C	°C
Temperatura Interior del Aire				18,0				65%	1,339		
Resistencia superficial interior R _{si}			0,13	15,82			0		1,339	11,30	4,52
1 Revoque fino interior	5	0,490	0,01	15,65		0,050	0,10		1,317	11,06	4,60
2 Revoque grueso interior	15	0,930	0,02	15,38		0,044	0,34		1,241	10,16	5,22
3 Ladrillo cerámico portante	180		0,46	7,67		0,100	1,80		0,841	4,47	3,20
4 Revoque grueso	15	0,930	0,02	7,40		0,044	0,34		0,766	3,12	4,29
5 Base coat	5	1,130	0,00	7,33		0,022	0,23		0,715	2,19	5,14
6 Placa de Poliestireno Expandido EPS de 15 kg/m ³	20	0,037	0,54	-1,73		0,023	0,89		0,518	-1,99	0,26
7 Base coat armado con malla de vidrio y acabado	7	1,130	0,01	-1,83		0,022	0,32		0,447	-3,74	1,91
Resistencia superficial exterior R _{se}			0,04								
espesor total aproximado	247										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN				-2,5				90%	0,447		
RESISTENCIAS TOTALES		TÉRMICA	1,22		AL VAPOR		4,02				

ZONA BIOAMBIENTAL		IV - CORONEL SUAREZ (Pcia. de Buenos Aires)									
Capa del elemento constructivo	espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	t _r	ΔT
	mm	W/m.K	m ² .K/W	°C	g/m ² .h.kPa	g/m.h.kPa	m ² .h.kPa/g		kPa	°C	°C
Temperatura Interior del Aire				18,0				58%	1,195		
Resistencia superficial interior R _{si}			0,13	15,54			0		1,195	9,60	5,94
1 Revoque fino interior	5	0,490	0,01	15,35		0,050	0,10		1,179	9,39	5,95
2 Revoque grueso interior	15	0,930	0,02	15,04		0,044	0,34		1,123	8,67	6,37
3 Ladrillo cerámico portante	180		0,46	6,34		0,100	1,80		0,828	4,25	2,09
4 Revoque hidrófugo	5	1,130	0,00	6,25		0,022	0,23		0,791	3,57	2,68
5 Pintura asfáltica emulsionada	1	1,000	0,00	6,23			1,08		0,614	0,06	6,18
6 Revoque grueso	15	0,930	0,02	5,93		0,044	0,34		0,558	-1,09	7,02
7 Base coat	5	1,130	0,00	5,84		0,022	0,23		0,521	-1,92	7,76
8 Placa de Poliestireno Expandido EPS de 15 kg/m ³	25	0,037	0,68	-6,94		0,023	1,11		0,338	-6,96	0,01
9 Base coat armado con malla de vidrio y acabado	7	1,130	0,01			0,022	0,32		0,286		
Resistencia superficial exterior R _{se}			0,04								
espesor total aproximado	251										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN				-7,7				90%	0,286		
RESISTENCIAS TOTALES		TÉRMICA	1,36		AL VAPOR		5,55				

IRAM 11625 y 11630		VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION SUPERFICIAL							
LA PLATA	P. C.	A. I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)	CNEL. SUAREZ	P. C.	A. I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)
Rsi (m².K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 11,3	Rsi (m².K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 9,6
Temp. Sup. Int. (°C)	15,23	14,17	13,12		Temp. Sup. Int. (°C)	14,89	13,67	12,45	
P.C. Paños centrales / A.I. y R. Aristas superiores, verticales y rincones / A.S. y R. Aristas y rincones inferiores / Tr temperatura de rocío (°C)									

A. Muros tradicionales de mampostería

A.4. Muro de bloques de hormigón con revoque aislante exterior de microperlas de EPS



NORMA IRAM 11601				CALCULO DE TRANSMITANCIA TERMICA			
ELEMENTO		EPOCA DEL AÑO			FLUJO DE CALOR		
Muro exterior		INVIERNO			Horizontal		
ZONA BIOAMBIENTAL		III - CIUDAD DE LA PLATA Pcia. de Buenos Aires			IV - CORONEL SUAREZ Pcia. de Buenos Aires		
Capa del elemento constructivo		espesor	λ	R	espesor	λ	R
		mm	W/m.K	m².K/W	mm	W/m.K	m².K/W
Resistencia superficial interior R _{si}				0,13			0,13
1	Enlucido de yeso	5	0,490	0,01	5	0,490	0,01
2	Revoque grueso interior	15	0,650	0,02	15	0,650	0,02
3	Block de hormigón	180		0,19	180		0,19
4	Revoque termoaislante	55	0,076	0,72	75	0,076	0,99
Resistencia superficial exterior R _{se}				0,04			0,04
espesor total aproximado		255			275		
RESISTENCIAS TERMICAS TOTALES				1,12			1,38
Transmitancia Térmica del componente K [W/m².K] = 1/R				0,89			0,72
Transmitancia Máxima Admisible K _{MAX ADM} , según IRAM 11605 Nivel B [W/m².K]				0,93			0,75
Cumple con Norma IRAM 11605: SI / NO				SI			SI

IRAM 11625 y 11630		VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION INTERSTICIAL			
ELEMENTO	Muro exterior	EPOCA DEL AÑO	INVIERNO	FLUJO DE CALOR	Horizontal

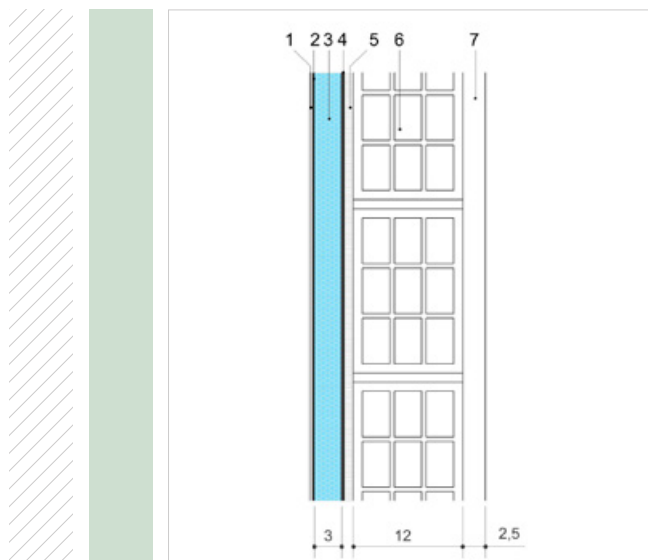
ZONA BIOAMBIENTAL		III - CIUDAD DE LA PLATA (Pcia. de Buenos Aires)									
Capa del elemento constructivo	espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	t_r	ΔT
	mm	W/m.K	m ² .K/W	°C	g/m ² .h.kPa	g/m.h.kPa	m ² .h.kPa/g		kPa	°C	°C
Tempertura Interior del Aire				18,0				65%	1,339		
Resistencia superficial interior R_{si}			0,13	15,61			0		1,339	11,30	4,32
1 Enlucido de yeso	5	0,490	0,01	15,43		0,070	0,07		1,317	11,06	4,38
2 Revoque grueso interior	15	0,650	0,02	15,00		0,065	0,23		1,246	10,21	4,80
3 Block de hormigón	180		0,19	11,52		0,100	1,80		0,690	1,67	9,87
4 Revoque termoaislante	55	0,076	0,72	-1,77		0,070	0,79		0,447	-3,74	2,03
Resistencia superficial exterior R_{se}			0,04								
espesor total aproximado	255										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN				-2,5				90%	0,447		
RESISTENCIAS TOTALES		TÉRMICA	1,12		AL VAPOR		2,89				

ZONA BIOAMBIENTAL		IV - CORONEL SUAREZ (Pcia. de Buenos Aires)									
Capa del elemento constructivo	espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	P	t_r
	mm	W/m.K	m ² .K/W	°C	g/m ² .h.kPa	g/m.h.kPa	m ² .h.kPa/g		kPa	kPa	°C
Tempertura Interior del Aire				18,0				58%	1,195		
Resistencia superficial interior R_{si}			0,13	15,58			0		1,195	9,60	5,98
1 Enlucido de yeso	5	0,490	0,01	15,39		0,070	0,07		1,175	9,34	6,05
2 Revoque grueso interior	15	0,650	0,02	14,96		0,065	0,23		1,109	8,48	6,48
3 Block de hormigón	180		0,19	11,42		0,100	1,80		0,593	-0,37	11,79
4 Revoque termoaislante	75	0,076	0,99	-6,96		0,070	1,07		0,286	-8,90	1,95
Resistencia superficial exterior R_{se}			0,04								
espesor total aproximado	275										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN				-7,7				90%	0,286		
RESISTENCIAS TOTALES		TÉRMICA	1,38		AL VAPOR		3,17				

IRAM 11625 y 11630		VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION SUPERFICIAL							
LA PLATA	P.C.	A.I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)	CNEL. SUAREZ	P.C.	A.I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)
R_{si} (m ² .K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 11,3	R_{si} (m ² .K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 9,6
Temp. Sup. Int. (°C)	15,66	14,73	13,8		Temp. Sup. Int. (°C)	14,91	13,7	12,48	
P.C. Paños centrales / A.I. y R. Aristas superiores, verticales y rincones / A.S. y R. Aristas y rincones inferiores / Tr temperatura de rocío (°C)									

A. Muros tradicionales de mampostería

A.5. Muro con estructura independiente de H°A° (vigas y columnas) y cerramiento de tabiques de cerámico no portante de 18 con aislamiento tipo “EIFS”



NORMA IRAM 11601				CALCULO DE TRANSMITANCIA TERMICA			
ELEMENTO		EPOCA DEL AÑO			FLUJO DE CALOR		
Muro exterior		INVIERNO			Horizontal		
ZONA BIOAMBIENTAL		III - CIUDAD DE LA PLATA Pcia. de Buenos Aires			IV - CORONEL SUAREZ Pcia. de Buenos Aires		
Capa del elemento constructivo		espesor	λ	R	espesor	λ	R
		mm	W/m.K	m².K/W	mm	W/m.K	m².K/W
Resistencia superficial interior R _{si}				0,13			0,13
1	Revoque fino interior	5	0,490	0,01	5	0,490	0,01
2	Revoque cementicio grueso interior	15	0,930	0,02	15	0,930	0,02
3	Ladrillo cerámico 18x18x33	180		0,31	180		0,31
4	Revoque cementicio grueso	15	0,930	0,02	15	0,930	0,02
5	Base coat	5	1,130	0,00	7	1,130	0,01
6	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 15 kg/m³	25	0,037	0,68	30	0,037	0,81
7	Base y finish coat	7	1,130	0,01	5	1,130	0,00
Resistencia superficial exterior R _{se}				0,04			0,04
espesor total aproximado		252			257		
RESISTENCIAS TERMICAS TOTALES				1,21			1,34
Transmitancia Térmica del componente K [W/m².K] = 1/R				0,85			0,74
Transmitancia Máxima Admisible K _{MAX ADM} , según IRAM 11605 Nivel B [W/m².K]				0,93			0,75
Cumple con Norma IRAM 11605: SI / NO				SI			SI

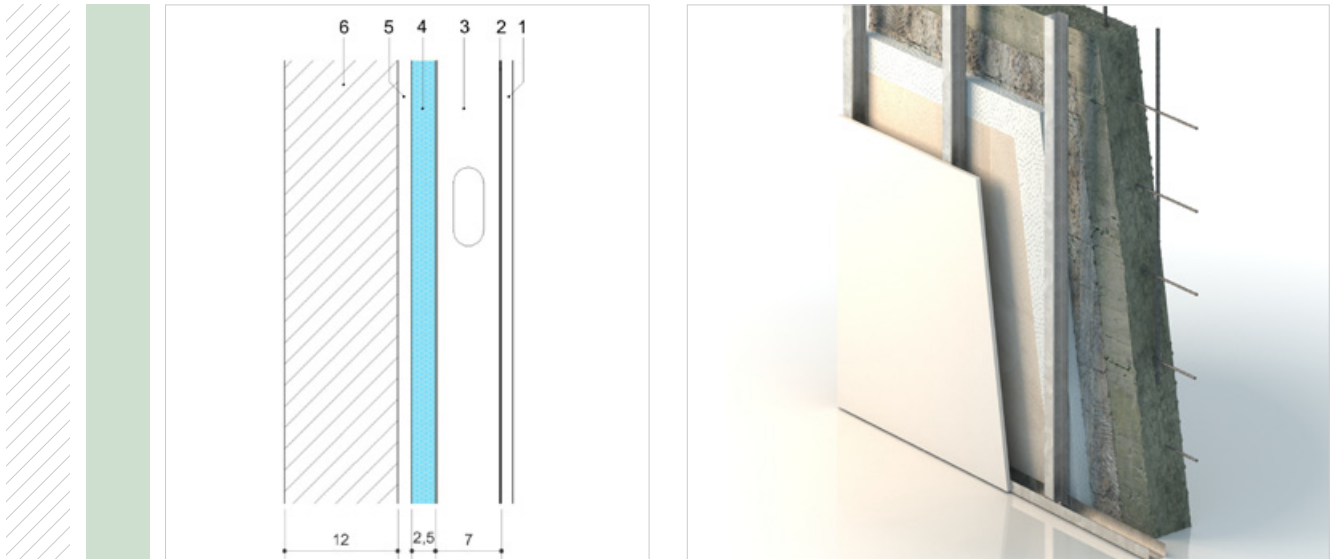
IRAM 11625 y 11630				VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION INTERSTICIAL								
ELEMENTO		Muro exterior		EPOCA DEL AÑO		INVIERNO		FLUJO DE CALOR		Horizontal		
ZONA BIOAMBIENTAL				III - CIUDAD DE LA PLATA (Pcia. de Buenos Aires)								
Capa del elemento constructivo		espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	t _r	ΔT
		mm	W/m.K	m².K/W	°C	g/m².h.kPa	g/m.h.kPa	m².h.kPa/g		kPa	°C	°C
Tempertura Interior del Aire					18,0				65%	1,339		
Resistencia superficial interior R _{si}				0,13	15,80			0		1,339	11,30	4,50
1	Revoque fino interior	5	0,490	0,01	15,62		0,050	0,10		1,318	11,07	4,55
2	Revoque grueso interior	15	0,930	0,02	15,35		0,044	0,34		1,247	10,22	5,13
3	Ladrillo cerámico 18x18x33	180		0,31	10,09		0,100	1,80		0,867	4,92	5,17
4	Revoque grueso interior	15	0,930	0,02	9,82		0,044	0,34		0,796	3,67	6,15
5	Base coat	5	1,130	0,00	9,74		0,022	0,23		0,748	2,79	6,95
6	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 15 kg/m³	25	0,037	0,68	-1,72		0,023	1,11		0,514	-2,07	0,36
7	Base y finish coat	7	1,130	0,01	-1,82		0,022	0,32		0,447	-3,74	1,92
Resistencia superficial exterior R _{se}				0,04								
espesor total aproximado		252										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN					-2,5				90%	0,447		
RESISTENCIAS TOTALES		TÉRMICA		1,21		AL VAPOR		4,24				

ZONA BIOAMBIENTAL											
IV - CORONEL SUAREZ (Pcia. de Buenos Aires)											
Capa del elemento constructivo	espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	t_r	ΔT
	mm	W/m.K	m ² .K/W	°C	g/m ² .h.kPa	g/m.h.kPa	m ² .h.kPa/g		kPa	°C	°C
Tempertura Interior del Aire				18,0				58%	1,195		
Resistencia superficial interior R_{si}			0,13	15,51			0		1,195	9,60	5,91
1 Revoque fino interior	5	0,490	0,01	15,32		0,050	0,10		1,177	9,38	5,94
2 Revoque grueso interior	15	0,930	0,02	15,01		0,022	0,68		1,057	7,77	7,24
3 Ladrillo cerámico 18x18x33	180		0,31	9,08		0,100	1,80		0,739	2,63	6,46
4 Revoque grueso interior	15	0,930	0,02	8,77		0,022	0,68		0,618	0,15	8,62
5 Base coat	7	1,130	0,01	8,66		0,022	0,32		0,562	-1,00	9,65
6 Placa de Poliestireno Expandido EPS de 15 kg/m ³	30	0,037	0,81	-6,85		0,023	1,33		0,326	-7,41	0,56
7 Base y finish coat	5	1,130	0,00	-6,94		0,022	0,23		0,286	-8,90	1,97
Resistencia superficial exterior R_{se}			0,04								
espesor total aproximado	257										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN				-7,7				90%	0,286		
RESISTENCIAS TOTALES		TÉRMICA	1,34		AL VAPOR		5,14				

IRAM 11625 y 11630					VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION SUPERFICIAL				
LA PLATA	P.C.	A. I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)	CNEL. SUAREZ	P.C.	A. I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)
Rsi (m².K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 11,3	Rsi (m².K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 9,6
Temp. Sup. Int. (°C)	15,21	14,14	13,09		Temp. Sup. Int. (°C)	14,85	13,63	12,39	
P.C. Paños centrales / A.I. y R. Aristas superiores, verticales y rincones / A.S. y R. Aristas y rincones inferiores / Tr temperatura de rocío (°C)									

B . Sistemas constructivos industrializados y no convencionales

B.1. Tabiques de hormigón visto con aislamiento interior de placas de EPS, barrera de vapor y placas de yeso



NORMA IRAM 11601				CALCULO DE TRANSMITANCIA TERMICA			
ELEMENTO		EPOCA DEL AÑO			FLUJO DE CALOR		
Muro exterior doble		INVIERNO			Horizontal		
ZONA BIOAMBIENTAL		III - CIUDAD DE LA PLATA Pcia. de Buenos Aires			IV - CORONEL SUAREZ Pcia. de Buenos Aires		
Capa del elemento constructivo		espesor	λ	R	espesor	λ	R
		mm	W/m.K	m².K/W	mm	W/m.K	m².K/W
Resistencia superficial interior R _{si}				0,13			0,13
1	Placas de yeso	12,5	0,440	0,03	12,5	0,440	0,03
2	Cámara de aire	35		0,17	35		0,17
3	Film de polietileno de 200 micrones	0,2			0,2		
4	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 15 kg/m²	25	0,037	0,68	35	0,037	0,95
5	Revoque impermeable	15	1,130	0,01	15	1,130	0,01
6	Tabique de Hormigón armado	120	1,630	0,07	120	1,630	0,07
Resistencia superficial exterior R _{se}				0,04			0,04
espesor total aproximado		208			218		
RESISTENCIAS TERMICAS TOTALES				1,13			1,40
Transmitancia Térmica del componente K [W/m².K] = 1/R				0,88			0,71
Transmitancia Máxima Admisible K _{MAX ADM} , según IRAM 11605 Nivel B [W/m².K]				0,93			0,75
Cumple con Norma IRAM 11605: SI / NO				SI			SI

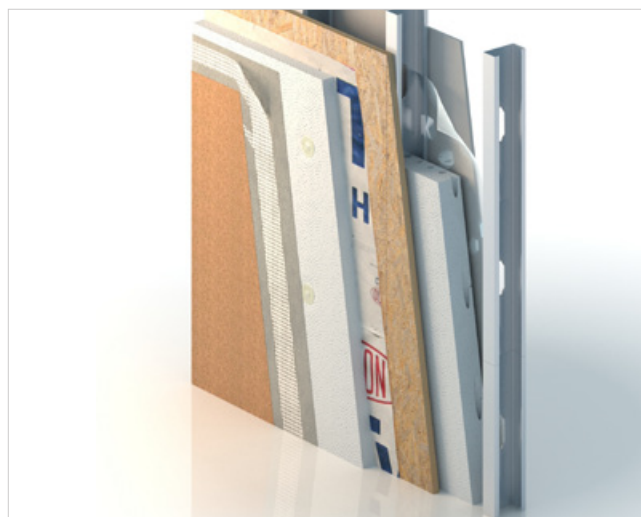
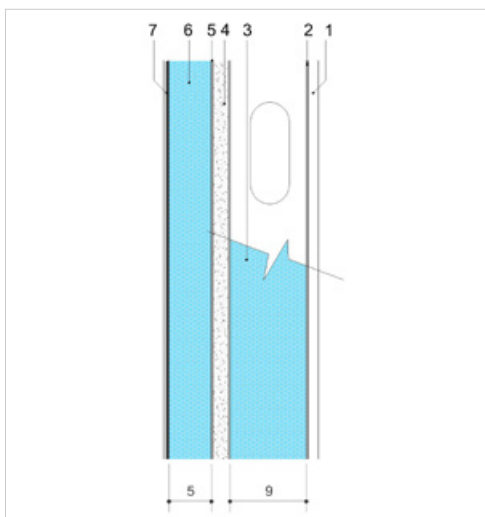
IRAM 11625 y 11630				VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION INTERSTICIAL										
ELEMENTO		Muro exterior doble		EPOCA DEL AÑO		INVIERNO		FLUJO DE CALOR		Horizontal				
ZONA BIOAMBIENTAL				III - CIUDAD DE LA PLATA (Pcia. de Buenos Aires)										
Capa del elemento constructivo				espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	t _r	ΔT
				mm	W/m.K	m².K/W	°C	g/m².h.kPa	g/m.h.kPa	m².h.kPa/g		kPa	°C	°C
Tempertura Interior del Aire							18,0				65%	1,339		
Resistencia superficial interior R _{si}						0,13	15,64			0		1,339	11,30	4,35
1	Placas de yeso	12,5	0,440	0,03	15,13		0,110	0,11				1,339	11,29	3,84
2	Cámara de aire	35		0,17	12,05							1,339	11,29	0,76
3	Film de polietileno de 200 micrones	0,2			12,05	0,008		125,00				0,499	-2,42	14,47
4	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 15 kg/m²	25	0,037	0,68	-0,20		0,023	1,11				0,492	-2,61	2,41
5	Revoque impermeable	15	1,130	0,01	-0,44		0,022	0,68				0,487	-2,72	2,28
6	Tabique de Hormigón armado	120	1,630	0,07	-1,77		0,02	6,00				0,447	-3,74	1,97
Resistencia superficial exterior R _{se}						0,04								
espesor total aproximado				208										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN							-2,5				90%	0,447		
RESISTENCIAS TOTALES				TÉRMICA		1,13		AL VAPOR		132,91				

ZONA BIOAMBIENTAL			IV - CORONEL SUAREZ (Pcia. de Buenos Aires)										
Capa del elemento constructivo			espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	t _r	ΔT
			mm	W/m.K	m².K/W	°C	g/m².h.kPa	g/m.h.kPa	m².h.kPa/g		kPa	°C	°C
Tempertura Interior del Aire						18,0				58%	1,195		
Resistencia superficial interior R _{si}					0,13	15,62			0		1,195	9,60	6,02
1	Placas de yeso		12,5	0,440	0,03	15,09		0,110	0,11		1,194	9,59	5,51
2	Cámara de aire		35		0,17	11,98					1,194	9,59	2,39
3	Film de polietileno de 200 micrones		0,2			11,98	0,008		125,00		0,342	-6,83	18,81
4	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 15 kg/m²		35	0,037	0,95	-5,37		0,023	1,56		0,332	-7,20	1,83
5	Revoque impermeable		15	1,130	0,01	-5,62		0,022	0,68		0,327	-7,38	1,76
6	Tabique de Hormigón armado		120	1,630	0,07	-6,97		0,02	6,00		0,286	-8,90	1,94
Resistencia superficial exterior R _{se}					0,04								
espesor total aproximado			218										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN						-7,7				90%	0,286		
RESISTENCIAS TOTALES			TÉRMICA		1,40		AL VAPOR		133,35				

IRAM 11625 y 11630				VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION SUPERFICIAL					
LA PLATA	P. C.	A. I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)	CNEL. SUAREZ	P. C.	A. I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)
Rsi (m².K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 11,3	Rsi (m².K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 9,6
Temp. Sup. Int. (°C)	15,02	13,9	12,8		Temp. Sup. Int. (°C)	14,94	13,74	12,53	
P.C. Paños centrales / A.I. y R. Aristas superiores, verticales y rincones / A.S. y R. Aristas y rincones inferiores / Tr temperatura de rocío (°C)									

B . Sistemas constructivos industrializados y no convencionales

B.2. Sistema “steel framing” con aislamiento exterior tipo “EIFS”, para evitar los puentes térmicos. Las placas de EPS se fijan mecánicamente o pegadas según sea el sustrato (OSB o placas cementicias)



NORMA IRAM 11601				CALCULO DE TRANSMITANCIA TERMICA			
ELEMENTO		EPOCA DEL AÑO			FLUJO DE CALOR		
Muro exterior Steel Framing con EIFS		INVIERNO			Horizontal		
ZONA BIOAMBIENTAL		III - CIUDAD DE LA PLATA Pcia. de Buenos Aires			IV - CORONEL SUAREZ Pcia. de Buenos Aires		
Capa del elemento constructivo		espesor	λ	R	espesor	λ	R
		mm	W/m.K	m².K/W	mm	W/m.K	m².K/W
Resistencia superficial interior R _{si}				0,13			0,13
1	Placas de yeso	12,5	0,440	0,03	12,5	0,440	0,03
2	Film de polietileno de 200 micrones	0,2			0,2		
3	Placa de Poliestireno Expandido EPS	90	0,040	2,25	90	0,040	2,25
4	Tablero de OSB (Oriented Strand Board)	15	0,120	0,13	15	0,120	0,13
5	Membrana hidrófuga macroporosa	0,2			0,2		
6	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 15 kg/m²	20	0,037	0,54	20	0,037	0,54
7	Basecoat con malla de vidrio de refuerzo y finish	15	1,130	0,01	15	1,130	0,01
Resistencia superficial exterior R _{se}				0,04			0,04
espesor total aproximado		153			153		
RESISTENCIAS TERMICAS TOTALES				3,13			3,13
Transmitancia Térmica del componente K [W/m².K] = 1/R				0,32			0,32
Transmitancia Máxima Admisible K _{MAX ADM} , según IRAM 11605 Nivel B [W/m².K]				0,93			0,75
Cumple con Norma IRAM 11605: SI / NO				SI			SI

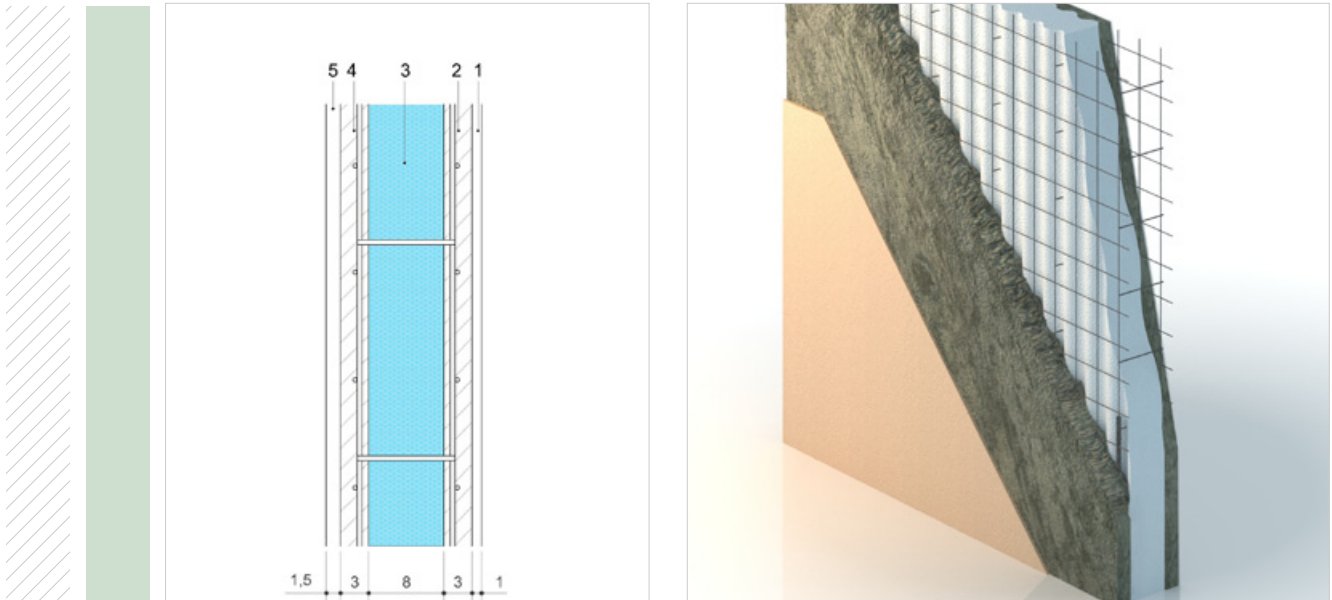
IRAM 11625 y 11630				VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION INTERSTICIAL										
ELEMENTO		Muro exterior Steel Framing con EIFS		EPOCA DEL AÑO		INVIERNO		FLUJO DE CALOR		Horizontal				
ZONA BIOAMBIENTAL				III - CIUDAD DE LA PLATA (Pcia. de Buenos Aires)										
Capa del elemento constructivo				espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	t _r	ΔT
				mm	W/m.K	m².K/W	°C	g/m².h.kPa	g/m.h.kPa	m².h.kPa/g		kPa	°C	°C
Tempertura Interior del Aire							18,0				65%	1,339		
Resistencia superficial interior R _{si}						0,13	17,15			0		1,339	11,30	5,85
1	Placas de yeso			12,5	0,440	0,03	16,96		0,110	0,11		1,339	11,29	5,67
2	Film de polietileno de 200 micrones			0,2			16,96	0,008		125,00		0,531	-1,66	18,62
3	Placa de Poliestireno Expandido EPS			90	0,040	2,25	2,21		0,023	4,00		0,505	-2,28	4,49
4	Tablero de OSB (Oriented Strand Board)			15	0,120	0,13	1,39		0,002	7,50		0,457	-3,48	4,87
5	Membrana hidrófuga macroporosa			0,2			1,39					0,457	-3,48	4,87
6	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 15 kg/m²			20	0,037	0,54	-2,15		0,023	0,89		0,451	-3,62	1,47
7	Basecoat con malla de vidrio de refuerzo y finish			15	1,130	0,01	-2,24		0,022	0,68		0,447	-3,74	1,50
Resistencia superficial exterior R _{se}						0,04								
espesor total aproximado				153										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN							-2,5				90%	0,447		
RESISTENCIAS TOTALES				TÉRMICA		3,13		AL VAPOR		138,18				

ZONA BIOAMBIENTAL		IV - CORONEL SUAREZ (Pcia. de Buenos Aires)										
Capa del elemento constructivo		espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	t _r	ΔT
		mm	W/m.K	m².K/W	°C	g/m².h.kPa	g/m.h.kPa	m².h.kPa/g		kPa	°C	°C
Tempertura Interior del Aire					18,0				58%	1,195		
Resistencia superficial interior R _{si}				0,13	16,93			0		1,195	9,60	7,33
1	Placas de yeso	12,5	0,440	0,03	16,70		0,110	0,11		1,194	9,59	7,11
2	Film de polietileno de 200 micrones	0,2			16,70	0,008		125,00		0,372	-5,87	22,57
3	Placa de Poliestireno Expandido EPS	90	0,040	2,25	-1,79		0,023	4,00		0,346	-6,72	4,93
4	Tablero de OSB (Oriented Strand Board)	15	0,120	0,13	-2,82		0,002	7,50		0,297	-8,48	5,66
5	Membrana hidrófuga macroporosa	0,2			-2,82					0,297	-8,48	5,66
6	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 15 kg/m²	20	0,037	0,54	-7,26		0,023	0,89		0,291	-8,72	1,46
7	Basecoat con malla de vidrio de refuerzo y finish	15	1,130	0,01	-7,37		0,022	0,68		0,286	-8,90	1,53
Resistencia superficial exterior R _{se}				0,04								
espesor total aproximado		153										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN					-7,7				90%	0,286		
RESISTENCIAS TOTALES		TÉRMICA		3,13		AL VAPOR		138,18				

IRAM 11625 y 11630					VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION SUPERFICIAL				
LA PLATA	P. C.	A. I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)	CNEL. SUAREZ	P. C.	A. I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)
Rsi (m².K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 11,3	Rsi (m².K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 9,6
Temp. Sup. Int. (°C)	16,9	16,42	15,91		Temp. Sup. Int. (°C)	16,62	16,02	15,38	
P.C. Paños centrales / A.I. y R. Aristas superiores, verticales y rincones / A.S. y R. Aristas y rincones inferiores / Tr temperatura de rocío (°C)									

B. Sistemas constructivos industrializados y no convencionales

B.3. Sistema de concreto armado con mallas de acero electrosoldadas y alma de EPS



CALCULO DE TRANSMITANCIA TERMICA

ELEMENTO	EPOCA DEL AÑO			FLUJO DE CALOR		
Muro exterior	INVIERNO			Horizontal		
ZONA BIOAMBIENTAL	III - CIUDAD DE LA PLATA Pcia. de Buenos Aires			IV - CORONEL SUAREZ Pcia. de Buenos Aires		
Capa del elemento constructivo	espesor	λ	R	espesor	λ	R
	mm	W/m.K	m ² .K/W	mm	W/m.K	m ² .K/W
Resistencia superficial interior R_{si}			0,13			0,13
1 Placas de yeso	12,5	0,440	0,03	12,5	0,440	0,03
2 Polietileno 200 micrones	0,2	0,350	0,00	0,2	0,350	0,00
3 Hormigón armado con malla electrosoldada	30	1,630	0,02	30	1,630	0,02
4 Placa de Poliestireno Expandido EPS de 15 kg/m ²	80	0,037	2,16	80	0,037	2,16
5 Hormigón armado con malla electrosoldada	30	1,630	0,02	30	1,630	0,02
6 Revoque monocapa	15	1,130	0,01	15	1,130	0,01
Resistencia superficial exterior R_{se}			0,04			0,04
espesor total aproximado	168			168		
RESISTENCIAS TERMICAS TOTALES			2,41			2,41
Transmitancia Térmica del componente $K [W/m^2.K] = 1/R$			0,41	0,41		
Transmitancia Máxima Admisible $K_{MAX ADM}$, según IRAM 11605 Nivel B $[W/m^2.K]$			0,93	0,75		
Cumple con Norma IRAM 11605: SI / NO			SI	SI		

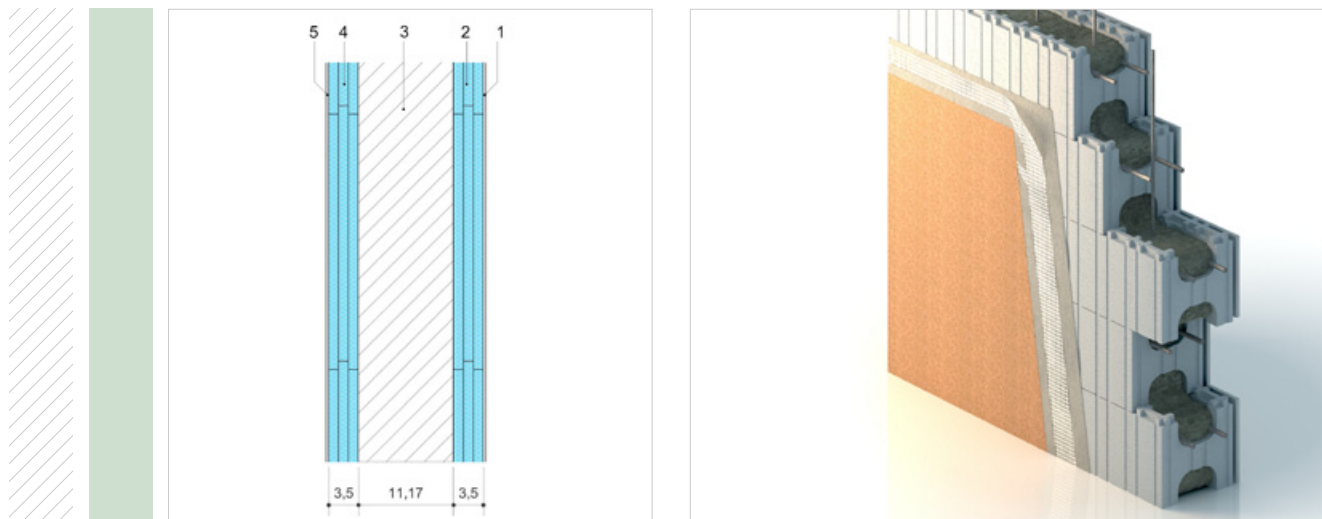
IRAM 11625 y 11630				VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION INTERSTICIAL										
ELEMENTO		Muro exterior		EPOCA DEL AÑO		INVIERNO	FLUJO DE CALOR		Horizontal					
ZONA BIOAMBIENTAL				III - CIUDAD DE LA PLATA (Pcia. de Buenos Aires)										
Capa del elemento constructivo				espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	t _r	ΔT
				mm	W/m.K	m².K/W	°C	g/m².h.kPa	g/m.h.kPa	m².h.kPa/g		kPa	°C	°C
Tempertura Interior del Aire							18,0				65%	1,339		
Resistencia superficial interior R _{si}						0,13	16,89			0		1,339	11,30	5,60
1	Placas de yeso	12,5	0,440	0,03	16,65		0,110	0,11				1,339	11,29	5,36
2	Polietileno 200 micrones	0,2	0,350	0,00	16,65			125,00				0,496	-2,51	19,16
3	Hormigón armado con malla electrosoldada	30	1,630	0,02	16,49	0,008	0,020	1,50				0,486	-2,76	19,25
4	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 15 kg/m²	80	0,037	2,16	-1,89		0,023	3,56				0,462	-3,36	1,47
5	Hormigón armado con malla electrosoldada	30	1,630	0,02	-2,05		0,020	1,50				0,451	-3,62	1,57
6	Revoque monocapa	15	1,130	0,01	-2,16		0,022	0,68				0,447		
Resistencia superficial exterior R _{se}						0,04								
espesor total aproximado				168										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN						-2,5				90%	0,447			
RESISTENCIAS TOTALES				TÉRMICA		2,41		AL VAPOR		132,35				

ZONA BIOAMBIENTAL			IV - CORONEL SUAREZ (Pcia. de Buenos Aires)										
Capa del elemento constructivo			espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	t _r	ΔT
			mm	W/m.K	m².K/W	°C	g/m².h.kPa	g/m.h.kPa	m².h.kPa/g		kPa	°C	°C
Tempertura Interior del Aire						18,0				58%	1,195		
Resistencia superficial interior R _{si}					0,13	16,61			0		1,195	9,60	7,02
1	Placas de yeso		12,5	0,440	0,03	16,31		0,110	0,11		1,194	9,59	6,72
2	Polietileno 200 micrones		0,2	0,350	0,00	16,31			125,00		0,336	-7,04	23,34
3	Hormigón armado con malla electrosoldada		30	1,630	0,02	16,11	0,008	0,020	1,50		0,326	-7,44	23,54
4	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 15 kg/m²		80	0,037	2,16	-6,94		0,023	3,56		0,301	-8,31	1,38
5	Hormigón armado con malla electrosoldada		30	1,630	0,02	-7,13		0,020	1,50		0,291	-8,71	1,58
6	Revoque monocapa		15	1,130	0,01	-7,27		0,022	0,68		0,286		
											0,286		
Resistencia superficial exterior R _{se}					0,04								
espesor total aproximado			168										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN						-7,7				90%	0,286		
RESISTENCIAS TOTALES			TÉRMICA		2,41		AL VAPOR		132,35				

IRAM 11625 y 11630				VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION SUPERFICIAL					
LA PLATA	P. C.	A. I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)	CNEL. SUAREZ	P. C.	A. I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)
Rsi (m².K/W)	0,17	0,25	0,34	≤11,3	Rsi (m².K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 9,6
Temp. Sup. Int. (°C)	16,59	15,99	15,36		Temp. Sup. Int. (°C)	16,23	15,48	14,69	
P.C. Paños centrales / A.I. y R. Aristas superiores, verticales y rincones / A.S. y R. Aristas y rincones inferiores / Tr temperatura de rocío (°C)									

B . Sistemas constructivos industrializados y no convencionales

B.4. ICF (“Insulated Concrete Form”). Muros de H°A° con bloques encastrables de EPS, como encofrado perdido. Interior de placas de yeso adheridas con masilla especial y exterior tipo EIFS



NORMA IRAM 11601				CALCULO DE TRANSMITANCIA TERMICA			
ELEMENTO		EPOCA DEL AÑO			FLUJO DE CALOR		
Muro exterior de Hormigón con ICF		INVIERNO			Horizontal		
ZONA BIOAMBIENTAL		III - CIUDAD DE LA PLATA Pcia. de Buenos Aires			IV - CORONEL SUAREZ Pcia. de Buenos Aires		
Capa del elemento constructivo		espesor	λ	R	espesor	λ	R
		mm	W/m.K	m².K/W	mm	W/m.K	m².K/W
Resistencia superficial interior R _{si}				0,13			0,13
1	Placas de yeso	12,5	0,440	0,03	12,5	0,440	0,03
2	Film de polietileno de 100 ó 150 micrones	0,1			0,1		
3	Revoque cementicio especial armado con malla de vidrio y acabado	7	1,130	0,01	7	1,130	0,01
4	Capa de EPS	35	0,037	0,95	35	0,037	0,95
5	Capa de hormigón armado	117,5	1,630	0,07	117,5	1,630	0,01
6	Capa de EPS	35	0,037	0,95	35	0,037	0,95
7	Revoque cementicio especial	7	1,130	0,01	7	1,130	0,01
Resistencia superficial exterior R _{se}				0,04			0,04
espesor total aproximado		214			214		
RESISTENCIAS TERMICAS TOTALES				2,17			2,17
Transmitancia Térmica del componente K [W/m².K] = 1/R				0,46			0,46
Transmitancia Máxima Admisible K _{MAX ADM} , según IRAM 11605 Nivel B [W/m².K]				0,93			0,75
Cumple con Norma IRAM 11605: SI / NO				SI			SI

IRAM 11625 y 11630		VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION INTERSTICIAL			
ELEMENTO	Muro exterior de Hormigón con ICF	EPOCA DEL AÑO	INVIERNO	FLUJO DE CALOR	Horizontal

ZONA BIOAMBIENTAL		III - CIUDAD DE LA PLATA (Pcia. de Buenos Aires)										
Capa del elemento constructivo		espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	t_r	ΔT
		mm	W/m.K	m ² .K/W	°C	g/m ² .h.kPa	g/m.h.kPa	m ² .h.kPa/g		kPa	°C	°C
Temperatura Interior del Aire					18,0				65%	1,339		
Resistencia superficial interior R_{si}				0,13	16,77			0		1,339	11,30	5,48
1	Placas de yeso	12,5	0,440	0,03	16,51		0,110	0,11		1,338	11,28	5,22
2	Film de polietileno de 100 ó 150 micrones	0,1			16,51			62,50		0,559	-1,07	17,58
3	Revoque cementicio especial	7	1,130	0,01	16,45	0,016	0,022	0,32		0,555	-1,15	17,60
4	Capa de EPS	35	0,037	0,95	7,53		0,023	1,56		0,535	-1,56	9,10
5	Capa de hormigón armado	117,5	1,630	0,07	6,85		0,0225	5,22		0,470	-3,14	10,00
6	Capa de EPS	35	0,037	0,95	-2,06		0,023	1,56		0,451		
7	Revoque cementicio especial	7	1,130	0,01	-2,12		0,022	0,32		0,447		
Resistencia superficial exterior R_{se}				0,04								
espesor total aproximado		214										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN					-2,5				90%	0,447		
RESISTENCIAS TOTALES		TÉRMICA		2,17		AL VAPOR		71,58				

ZONA BIOAMBIENTAL		IV - CORONEL SUAREZ (Pcia. de Buenos Aires)										
Capa del elemento constructivo		espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	t_r	ΔT
		mm	W/m.K	m ² .K/W	°C	g/m ² .h.kPa	g/m.h.kPa	m ² .h.kPa/g		kPa	°C	°C
Temperatura Interior del Aire					18,0				58%	1,195		
Resistencia superficial interior R_{si}				0,13	16,46			0		1,195	9,60	6,86
1	Placa de roca-yeso	12,5	0,440	0,03	16,13		0,110	0,11		1,194	9,58	6,55
2	Film de polietileno de 100 ó 150 micrones	0,1			16,13			62,50		0,400	-5,03	21,15
3	Revoque cementicio especial	7	1,130	0,01	16,05	0,016	0,022	0,32		0,396	-5,15	21,21
4	Capa de EPS	35	0,037	0,95	4,88		0,023	1,56		0,376	-5,75	10,63
5	Capa de hormigón armado	117,5	1,630	0,07	4,02		0,0225	5,22		0,310	-8,00	12,02
6	Capa de EPS	35	0,037	0,95	-7,15		0,023	1,56		0,290		
7	Revoque cementicio especial	7	1,130	0,01	-7,23		0,022	0,32		0,286		
Resistencia superficial exterior R_{se}				0,04								
espesor total aproximado		214										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN					-7,7				90%	0,286		
RESISTENCIAS TOTALES		TÉRMICA		2,17		AL VAPOR		71,58				

IRAM 11625 y 11630		VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION SUPERFICIAL							
LA PLATA	P.C.	A.I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)	CNEL. SUAREZ	P.C.	A.I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)
R_{si} (m ² .K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 11,3	R_{si} (m ² .K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 9,6
Temp. Sup. Int. (°C)	16,43	15,77	15,36		Temp. Sup. Int. (°C)	16,03	15,2	14,34	
P.C. Paños centrales / A.I. y R. Aristas superiores, verticales y rincones / A.S. y R. Aristas y rincones inferiores / Tr temperatura de rocío (°C)									

CUARTA PARTE

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

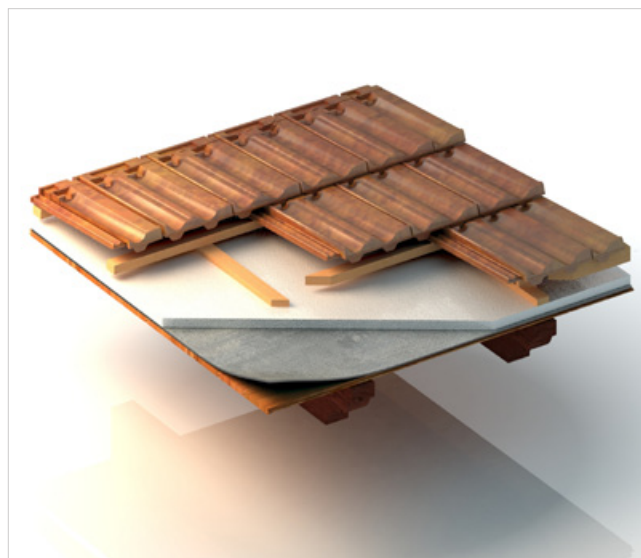
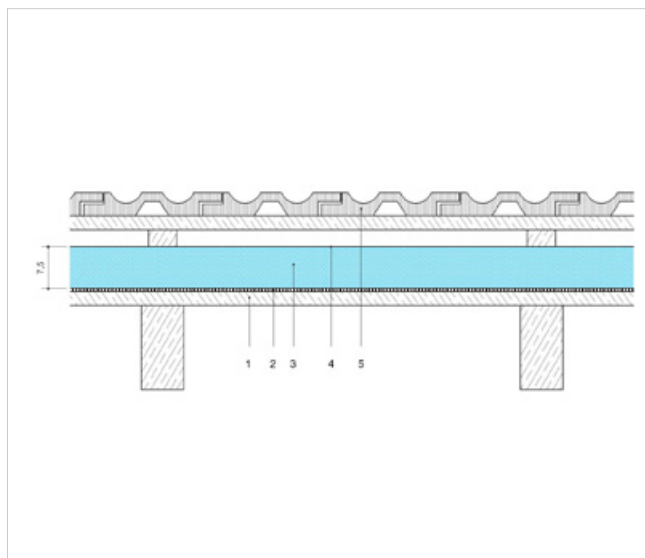
PARA TECHOS



Arq. Pablo Azqueta

C. Techos livianos

C.1. Techo ventilado, indicado para cualquier tipo de cubierta pero en especial para cubiertas de tejas cerámicas y pizarra



NORMA IRAM 11601				CALCULO DE TRANSMITANCIA TERMICA			
ELEMENTO		EPOCA DEL AÑO			FLUJO DE CALOR		
Cubierta Liviana		VERANO - INVIERNO			Vertical ascendente		
ZONA BIOAMBIENTAL		III - CIUDAD DE LA PLATA Pcia. de Buenos Aires			IV - CORONEL SUAREZ Pcia. de Buenos Aires		
Capa del elemento constructivo		espesor	λ	R	espesor	λ	R
		mm	W/m.K	m².K/W	mm	W/m.K	m².K/W
Resistencia superficial interior R _{si}				0,10			0,10
1	Entablonado de pino	22	0,190	0,12	22	0,190	0,12
2	Membrana asfáltica	4	0,170	0,02	4	0,170	0,02
3	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 20 kg/m²	70	0,035	2,00	70	0,035	2,00
4	Tejas	30	0,760	0,04	30	0,760	0,04
Resistencia superficial exterior R _{se}				0,04			0,04
espesor total aproximado		126			126		
RESISTENCIAS TERMICAS TOTALES				2,32			2,32
Transmitancia Térmica del componente K [W/m².K] = 1/R (valor para verano)				0,42			0,42
Transmitancia Máxima Admisible K _{MAX ADM} , según IRAM 11605 Nivel B [W/m².K]				0,48			0,48
Cumple con Norma IRAM 11605 (18): SI / NO				SI			SI

IRAM 11625 y 11630		VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION INTERSTICIAL			
ELEMENTO	Cubierta Liviana	EPOCA DEL AÑO	VERANO INVIERNO	FLUJO DE CALOR	Vertical ascendente

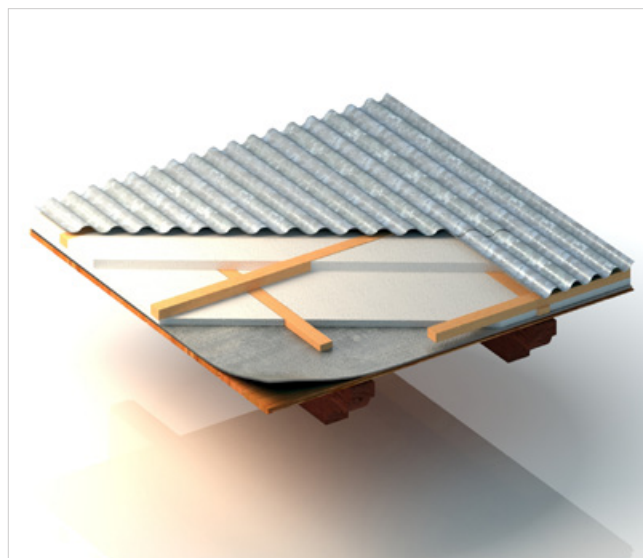
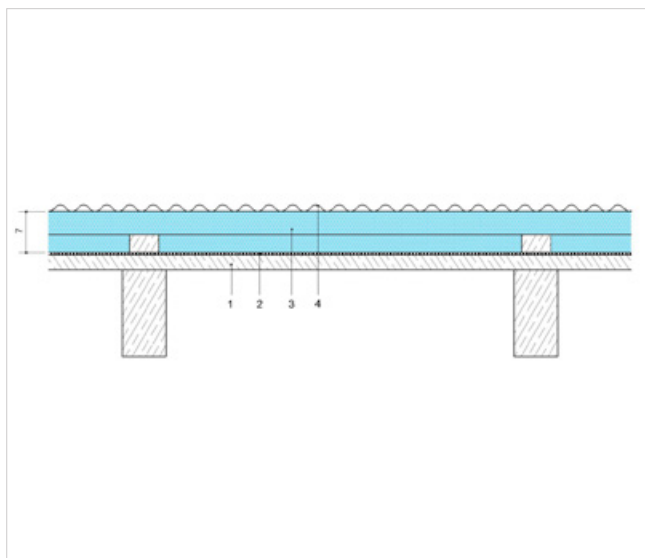
ZONA BIOAMBIENTAL		III - CIUDAD DE LA PLATA (Pcia. de Buenos Aires)										
Capa del elemento constructivo		espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	t _r	ΔT
		mm	W/m.K	m².K/W	°C	g/m².h.kPa	g/m.h.kPa	m².h.kPa/g		kPa	°C	°C
Tempertura Interior del Aire					18,0				65%	1,339		
Resistencia superficial interior R _{si}				0,10	17,12					1,339	11,30	5,82
1	Entablado de pino	22	0,190	0,12	16,09		0,044	0,50		1,318	11,07	5,03
2	Film de polietileno de 100 ó 150 micrones	4	0,170	0,02	15,88	0,065		15,38		0,661	1,07	14,81
3	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 20 kg/m²	70	0,035	2,00	-1,80		0,014	5,00		0,447	-3,74	1,94
4	Tejas	30	0,760	0,04	-2,15					0,447	-3,74	1,59
Resistencia superficial exterior R _{se}				0,04								
espesor total aproximado		126										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN					-2,5				90%	0,447		
RESISTENCIAS TOTALES		TÉRMICA		2,32		AL VAPOR		20,88				

ZONA BIOAMBIENTAL			IV - CORONEL SUAREZ (Pcia. de Buenos Aires)										
Capa del elemento constructivo			espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	t _r	ΔT
			mm	W/m.K	m².K/W	°C	g/m².h.kPa	g/m.h.kPa	m².h.kPa/g		kPa	°C	°C
Tempertura Interior del Aire						18,0				58%	1,195		
Resistencia superficial interior R _{si}					0,10	16,89					1,195	9,60	7,29
1	Entablado de pino		22	0,190	0,12	15,61		0,044	0,50		1,173	9,33	6,28
2	Film de polietileno de 100 ó 150 micrones		4	0,170	0,02	15,35	0,065		15,38		0,504	-2,31	17,66
3	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 20 kg/m²		70	0,035	2,00	-6,82		0,014	5,00		0,286	-8,90	2,09
4	Tejas		30	0,760	0,04	-7,26					0,286	-8,90	1,65
Resistencia superficial exterior R _{se}					0,04								
espesor total aproximado			126										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN						-7,7				90%	0,286		
RESISTENCIAS TOTALES			TÉRMICA		2,32		AL VAPOR		20,88				

IRAM 11625 y 11630		VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION SUPERFICIAL							
LA PLATA	P. C.	A. I. y R.	A. S. y R.	Tr (°C)	CNEL. SUAREZ	P. C.	A. I. y R.	A. S. y R.	Tr (°C)
Rsi (m ² .K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 11,3	Rsi (m ² .K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 9,6
Temp. Sup. Int. (°C)	16,54	15,92	15,28		Temp. Sup. Int. (°C)	16,17	15,4	14,59	
P.C. Paños centrales / A.I. y R. Aristas superiores, verticales y rincones / A.S. y R. Aristas y rincones inferiores / Tr temperatura de rocío (°C)									

C. Techos livianos

C.2. Techo “doble capa” con ruptura de puentes térmicos y EPS “estándar”; para cubierta de chapa metálica (galvanizada, aluminizada, etc.) u otra



NORMA IRAM 11601				CALCULO DE TRANSMITANCIA TERMICA			
ELEMENTO		EPOCA DEL AÑO			FLUJO DE CALOR		
Cubierta Liviana de chapa galvanizada ventilada		VERANO - INVIERNO			Vertical ascendente		
ZONA BIOAMBIENTAL		III - CIUDAD DE LA PLATA Pcia. de Buenos Aires			IV - CORONEL SUAREZ Pcia. de Buenos Aires		
Capa del elemento constructivo		espesor	λ	R	espesor	λ	R
		mm	W/m.K	m².K/W	mm	W/m.K	m².K/W
Resistencia superficial interior R _{si}				0,10			0,10
1	Entablado de pino	22	0,190	0,12	22	0,190	0,12
2	Film de PE de 200 micrones u otra barrera de vapor	0,2			0,2		
3	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 15 kg/m²	50	0,037	1,35	50	0,037	1,35
4	Chapa de acero galvanizado	0,5	58,000	0,00	0,5	58,000	0,00
Resistencia superficial exterior R _{se}				0,04			0,04
espesor total aproximado		110			110		
RESISTENCIAS TERMICAS TOTALES				1,61			1,61
Transmitancia Térmica del componente K [W/m².K] = 1/R (valor para verano)				0,60			0,60
Transmitancia Máxima Admisible K _{MAX ADM} , según IRAM 11605 Nivel B [W/m².K]				0,62			0,62
Cumple con Norma IRAM 11605: SI / NO				SI			SI

IRAM 11625 y 11630		VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION INTERSTICIAL			
ELEMENTO	Cubierta Liviana de chapa galvanizada ventilada	EPOCA DEL AÑO	VERANO INVIERNO	FLUJO DE CALOR	Vertical ascendente

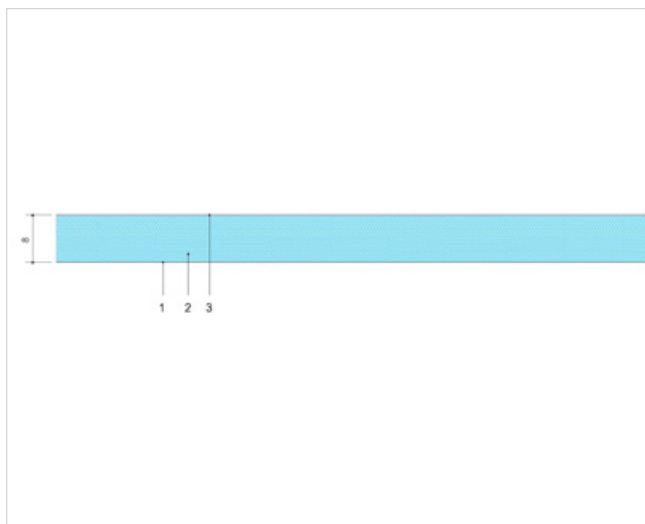
ZONA BIOAMBIENTAL			III - CIUDAD DE LA PLATA (Pcia. de Buenos Aires)										
Capa del elemento constructivo			espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	t _r	ΔT
			mm	W/m.K	m².K/W	°C	g/m².h.kPa	g/m.h.kPa	m².h.kPa/g		kPa	°C	°C
Tempertura Interior del Aire						18,0				65%	1,339		
Resistencia superficial interior R _{si}					0,10	16,72			0		1,339	11,30	5,43
1	Entablado de pino		22	0,190	0,12	15,25		0,044	0,50		1,336	11,26	3,99
2	Film de PE de 200 micrones u otra barrera de vapor		0,2			15,25	0,008		125,00		0,467	-3,23	18,48
3	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 15 kg/m²		50	0,037	1,35	-1,99		0,018	2,86		0,447	-3,74	1,75
4	Chapa de acero galvanizado		0,5	58,000	0,00	-1,99	Techo ventilado sin puentes térmicos				0,447	-3,74	1,75
Resistencia superficial exterior R _{se}					0,04								
espesor total aproximado			73										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN						-2,5				90%	0,447		
RESISTENCIAS TOTALES			TÉRMICA		1,61		AL VAPOR		128,36				

ZONA BIOAMBIENTAL			IV - CORONEL SUAREZ (Pcia. de Buenos Aires)										
Capa del elemento constructivo			espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	t _r	ΔT
			mm	W/m.K	m².K/W	°C	g/m².h.kPa	g/m.h.kPa	m².h.kPa/g		kPa	°C	°C
Tempertura Interior del Aire						18,0				58%	1,195		
Resistencia superficial interior R _{si}					0,10	16,40			0		1,195	9,60	6,80
1	Entablado de pino		22	0,190	0,12	14,55		0,044	0,50		1,192	9,56	4,99
2	Film de PE de 200 micrones u otra barrera de vapor		0,2			14,55	0,008		125,00		0,307	-8,12	22,67
3	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 25 kg/m²		50	0,037	1,35	-7,06		0,018	2,86		0,286	-8,90	1,84
4	Chapa de acero galvanizado		0,5	58,000	0,00	-7,06	Techo ventilado sin puentes térmicos				0,286	-8,90	1,84
Resistencia superficial exterior R _{se}					0,04								
espesor total aproximado			73										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN						-7,7				90%	0,286		
RESISTENCIAS TOTALES			TÉRMICA		1,61		AL VAPOR		128,36				

IRAM 11625 y 11630				VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION SUPERFICIAL					
LA PLATA	P. C.	A. I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)	CNEL. SUAREZ	P. C.	A. I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)
Rsi (m².K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 11,3	Rsi (m².K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 9,6
Temp. Sup. Int. (°C)	15,92	15,08	14,23		Temp. Sup. Int. (°C)	15,39	14,34	13,27	
P.C. Paños centrales / A.I. y R. Aristas superiores, verticales y rincones / A.S. y R. Aristas y rincones inferiores / Tr temperatura de rocío (°C)									

C. Techos livianos

C.3. Paneles tipo sándwich de chapa de acero galvanizado prepintado, autoportantes (en función a la luz a cubrir y las solicitaciones) con juntas solapadas, agrafadas, envainadas, etc.



NORMA IRAM 11601				CALCULO DE TRANSMITANCIA TERMICA			
ELEMENTO		EPOCA DEL AÑO		FLUJO DE CALOR			
Cubierta Liviana de paneles sandwich		VERANO - INVIERNO		Vertical ascendente			
ZONA BIOAMBIENTAL		III - CIUDAD DE LA PLATA Pcia. de Buenos Aires		IV - CORONEL SUAREZ Pcia. de Buenos Aires			
Capa del elemento constructivo		espesor	λ	R	espesor	λ	R
		mm	W/m.K	m².K/W	mm	W/m.K	m².K/W
Resistencia superficial interior R_{si}				0,10			0,10
1	Chapa de acero galvanizado	0,5	58,000	0,00	0,5	58,000	0,00
2	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 20 kg/m²	80	0,035	2,29	80	0,035	2,29
3	Chapa de acero galvanizado	0,5	58,000	0,00	0,5	58,000	0,00
Resistencia superficial exterior R_{se}				0,04			0,04
espesor total aproximado		81			81		
RESISTENCIAS TERMICAS TOTALES				2,43			2,43
Transmitancia Térmica del componente K [W/m².K] = 1/R (valor para verano)				0,40			0,40
Transmitancia Máxima Admisible K_{MAX ADM} , según IRAM 11605 Nivel B [W/m².K]				0,48			0,48
Cumple con Norma IRAM 11605: SI / NO				SI			SI

IRAM 11625 y 11630		VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION INTERSTICIAL			
ELEMENTO	Cubierta Liviana de paneles sandwich	EPOCA DEL AÑO	VERANO INVIERNO	FLUJO DE CALOR	Vertical ascendente

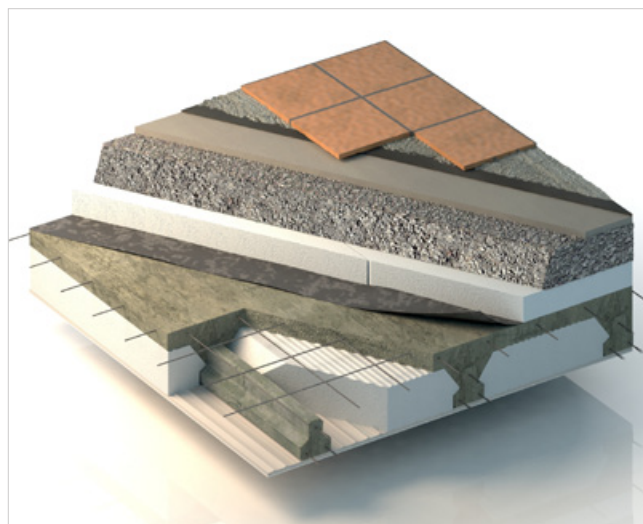
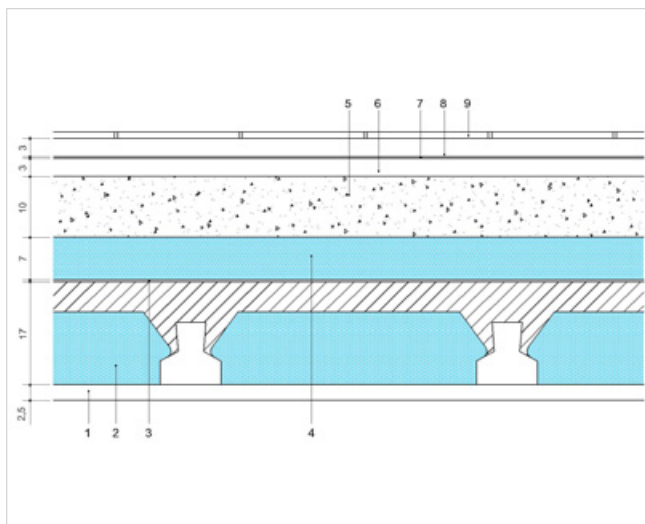
ZONA BIOAMBIENTAL		III - CIUDAD DE LA PLATA (Pcia. de Buenos Aires)										
Capa del elemento constructivo		espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	t _r	ΔT
		mm	W/m.K	m².K/W	°C	g/m².h.kPa	g/m.h.kPa	m².h.kPa/g		kPa	°C	°C
Tempertura Interior del Aire					18,0				65%	1,339		
Resistencia superficial interior R _{si}				0,10	17,15					1,339	11,30	5,85
1	Chapa de acero galvanizado	0,5	58,000	0,00	17,15		0,000	500,00		0,895	5,04	12,11
2	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 20 kg/m²	80	0,035	2,29	-2,16	0,178	0,014	5,63		0,891	5,03	
3	Chapa de acero galvanizado	0,5	58,000	0,00	-2,16		0,000	500,00		0,447		
Resistencia superficial exterior R _{se}				0,04								
espesor total aproximado		81										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN					-2,5				90%	0,447		
RESISTENCIAS TOTALES		TÉRMICA		2,43		AL VAPOR		1005,63				

ZONA BIOAMBIENTAL		IV - CORONEL SUAREZ (Pcia. de Buenos Aires)										
Capa del elemento constructivo		espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	t_r	ΔT
		mm	W/m.K	m².K/W	°C	g/m².h.kPa	g/m.h.kPa	m².h.kPa/g		kPa	°C	°C
Tempertura Interior del Aire					18,0				58%	1,195		
Resistencia superficial interior R_{si}				0,10	16,94					1,195	9,60	7,34
1	Chapa de acero galvanizado	0,5	58,000	0,00	16,94		0,000	500,00		0,743	2,70	14,24
2	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 20 kg/m²	80	0,035	2,29	-7,28	0,178	0,014	5,63		0,738	2,60	
3	Chapa de acero galvanizado	0,5	58,000	0,00	-7,28		0,000	500,00		0,286		
Resistencia superficial exterior R_{se}				0,04								
espesor total aproximado		81										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN					-7,7				90%	0,286		
RESISTENCIAS TOTALES		TÉRMICA		2,43		AL VAPOR		1005,63				

IRAM 11625 y 11630		VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION SUPERFICIAL							
LA PLATA	P.C.	A.I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)	CNEL. SUAREZ	P.C.	A.I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)
R_{si} (m ² .K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 11,3	R_{si} (m ² .K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 9,6
Temp. Sup. Int. (°C)	16,6	16,01	15,39		Temp. Sup. Int. (°C)	16,25	15,51	14,72	
P.C. Paños centrales / A.I. y R. Aristas superiores, verticales y rincones / A.S. y R. Aristas y rincones inferiores / Tr temperatura de rocío (°C)									

D. Techos pesados

D.1. Techo pesado tradicional, con barrera de vapor sobre losa estructural, placas de EPS; hormigón de pendiente, carpeta nivelación, aislación hidráulica, mezcla de asiento y piso cerámico



NORMA IRAM 11601				CALCULO DE TRANSMITANCIA TERMICA			
ELEMENTO		EPOCA DEL AÑO			FLUJO DE CALOR		
Cubierta Pesada convencional		VERANO - INVIERNO			Vertical ascendente		
ZONA BIOAMBIENTAL		III - CIUDAD DE LA PLATA Pcia. de Buenos Aires			IV - CORONEL SUAREZ Pcia. de Buenos Aires		
Capa del elemento constructivo		espesor	λ	R	espesor	λ	R
		mm	W/m.K	m².K/W	mm	W/m.K	m².K/W
Resistencia superficial interior R _{si}				0,10			0,10
1	Revoque interior a la cal aplicado	25	0,930	0,03	25	0,930	0,03
2	Losa de viguetas y forjados de EPS con 5 cm de H°A° (CSTB)	170		0,54	170		0,54
3	Doble film de PE de 200 ó 250 micrones o foil de Al	0,4			0,5		
4	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 20 kg/m²	60	0,035	1,71	60	0,035	1,71
5	Pendiente de Hormigón de cascotes	100	0,930	0,11	100	0,930	0,11
6	Carpeta de nivelación (concreto)	30	1,300	0,02	30	1,300	0,02
7	Aislación hidráulica	4	0,700	0,01	4	0,700	0,01
8	Mezcla adhesiva cementicia	30	1,100	0,03	30	1,100	0,03
9	Baldosas rojas (Coeficiente de absorción α = 0,85)	8	0,700	0,01	4	0,700	0,01
Resistencia superficial exterior R _{se}				0,04			0,04
espesor total aproximado		427			428		
RESISTENCIAS TERMICAS TOTALES				2,58			2,58
Transmitancia Térmica del componente K [W/m².K] = 1/R (valor para verano)				0,38			0,38
Transmitancia Máxima Admisible K _{MAX ADM} , según IRAM 11605 Nivel B [W/m².K]				0,38			0,38
Cumple con Norma IRAM 11605: SI / NO				SI			SI

IRAM 11625 y 11630 VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION INTERSTICIAL

ELEMENTO	Cubierta Pesada convencional	EPOCA DEL AÑO	VERANO INVIERNO	FLUJO DE CALOR	Vertical ascendente
----------	------------------------------	---------------	--------------------	----------------	---------------------

ZONA BIOAMBIENTAL											
III - CIUDAD DE LA PLATA (Pcia. de Buenos Aires)											
Capa del elemento constructivo	espesor mm	λ W/m.K	R m².K/W	T °C	Δ g/m².h.kPa	δ g/m.h.kPa	RV m².h.kPa/g	HR	P kPa	t _r °C	ΔT °C
Tempertura Interior del Aire				18,0				65%	1,339		
Resistencia superficial interior R _{si}			0,10	17,21			0		1,339	11,30	5,91
1 Revoque interior a la cal aplicado	25	0,930	0,03	16,99		0,044	0,57		1,338	11,28	5,72
2 Losa de viguetas y forjados de EPS con 5 cm de H°A° (CSTB)	170		0,54	12,71			8,02		1,312	11,01	1,71
3 Doble film de PE de 200 micrones o foil de Al	0,4			12,71	0,004		250,00		0,530	-1,70	14,41
4 Placa de Poliestireno Expandido EPS de 20 kg/m²	60	0,035	1,71	-0,89		0,014	4,23		0,516	-2,01	1,13
5 Pendiente de Hormigón de cascotes	100	0,930	0,11	-1,74		0,044	2,72		0,509	-2,18	0,45
6 Carpeta de nivelación (concreto)	30	1,300	0,02	-1,92		0,022	1,36		0,505	-2,29	0,36
7 Aislación hidráulica	4	0,700	0,01	-1,97	0,065		15,38		0,457	-3,48	1,51
8 Mezcla adhesiva cementicia	30	1,100	0,03	-2,18		0,044	0,68		0,455	-3,53	1,35
9 Baldosas rojas (Coeficiente de absorción $\alpha = 0,85$)	8	0,700	0,01	-2,27		0,003	2,50		0,447	-3,74	1,47
Resistencia superficial exterior R _{se}			0,04								
espesor total aproximado	424										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN				-2,5				90%	0,447		
RESISTENCIAS TOTALES		TÉRMICA	2,58			AL VAPOR	285,02				

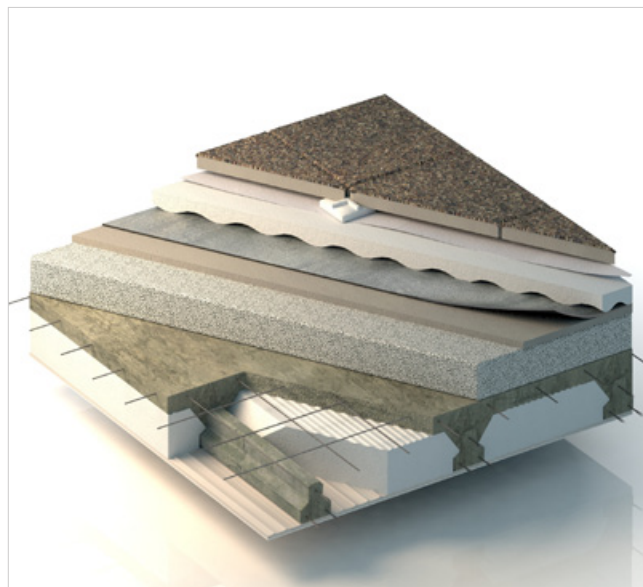
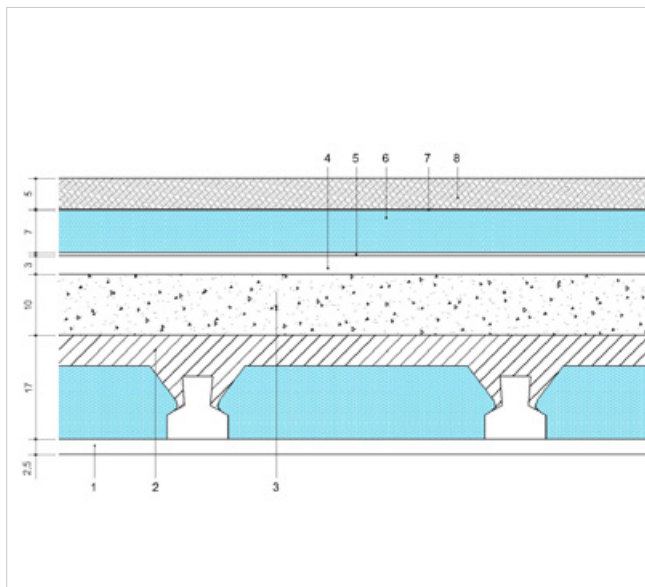
ZONA BIOAMBIENTAL											
IV - CORONEL SUAREZ (Pcia. de Buenos Aires)											
Capa del elemento constructivo	espesor mm	λ W/m.K	R m².K/W	T °C	Δ g/m².h.kPa	δ g/m.h.kPa	RV m².h.kPa/g	HR	P kPa	t _r °C	ΔT °C
Tempertura Interior del Aire				18,0				58%	1,195		
Resistencia superficial interior R _{si}			0,10	17,01			0		1,195	9,60	7,41
1 Revoque interior a la cal aplicado	25	0,930	0,03	16,74		0,044	0,57		1,194	9,58	7,16
2 Losa de viguetas y forjados de EPS con 5 cm de H°A° (CSTB)	170		0,54	11,37			8,02		1,174	9,33	2,04
3 Doble film de PE de 250 micrones o foil de Al	0,50			11,37	0,003		333,33		0,351	-6,55	17,92
4 Placa de Poliestireno Expandido EPS de 20 kg/m²	60	0,035	1,71	-5,68		0,014	4,23		0,341	-6,87	1,20
5 Pendiente de Hormigón de cascotes	100	0,930	0,11	-6,74		0,044	2,72		0,335	-7,06	0,31
6 Carpeta de nivelación (concreto)	30	1,300	0,02	-6,97		0,022	1,36		0,332	-7,19	0,21
7 Aislación hidráulica	4	0,700	0,01	-7,03	0,065		15,38		0,294	-8,58	1,55
8 Mezcla adhesiva cementicia	30	1,100	0,03	-7,30		0,044	0,68		0,292	-8,65	1,35
9 Baldosas rojas (Coeficiente de absorción $\alpha = 0,85$)	8	0,700	0,01	-7,42		0,003	2,50		0,286	-8,90	1,49
Resistencia superficial exterior R _{se}			0,04								
espesor total aproximado	425										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN				-7,7				90%	0,286		
RESISTENCIAS TOTALES		TÉRMICA	2,58			AL VAPOR	368,35				

IRAM 11625 y 11630 VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION SUPERFICIAL

LA PLATA	P.C.	A.I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)	CNEL. SUAREZ	P.C.	A.I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)
Rsi (m².K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 11,3	Rsi (m².K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 9,6
Temp. Sup. Int. (°C)	16,66	16,09	15,49		Temp. Sup. Int. (°C)	16,33	15,61	14,86	
P.C. Paños centrales / A.I. y R. Aristas superiores, verticales y rincones / A.S. y R. Aristas y rincones inferiores / Tr temperatura de rocío (°C)									

D. Techos pesados

D.2. Techo pesado con aislamiento térmico superior o “techo invertido”



NORMA IRAM 11601				CALCULO DE TRANSMITANCIA TERMICA			
ELEMENTO		EPOCA DEL AÑO			FLUJO DE CALOR		
Cubierta Pesada con techo invertido		VERANO - INVIERNO			Vertical ascendente		
ZONA BIOAMBIENTAL		III - CIUDAD DE LA PLATA Pcia. de Buenos Aires			IV - CORONEL SUAREZ Pcia. de Buenos Aires		
Capa del elemento constructivo		espesor	λ	R	espesor	λ	R
		mm	W/m.K	m².K/W	mm	W/m.K	m².K/W
Resistencia superficial interior R _{si}				0,10			0,10
1	Revoque interior a la cal aplicado	25	0,700	0,04	25	0,700	0,04
2	Losa de viguetas y forjados de EPS con 5 cm de H°A° (estim.)	170		0,54	170		0,54
3	Pendiente de Hormigón de cascotes	100	0,930	0,11	100	0,930	0,11
4	Carpeta de nivelación (concreto)	30	1,300	0,02	30	1,300	0,02
5	Aislación hidráulica	4	0,700	0,01	4	0,700	0,01
6	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 20 kg/m²	50	0,035	1,43	50	0,035	1,43
7	Geotextil de 120 a 160 g/m²	5	0,700	0,01	5	0,700	0,01
8	Canto rodado o losetas tipo terraza seca o deck	80 a 100	1,160	0,07	80 a 100	1,160	0,07
Resistencia superficial exterior R _{se}				0,04			0,04
espesor total aproximado		461			461		
RESISTENCIAS TERMICAS TOTALES				2,35			2,35
Transmitancia Térmica del componente K [W/m².K] = 1/R (valor para verano)				0,41			0,41
Transmitancia Máxima Admisible K _{MAX ADM} , según IRAM 11605 Nivel B [W/m².K]				0,48			0,48
Cumple con Norma IRAM 11605: SI / NO				SI			SI

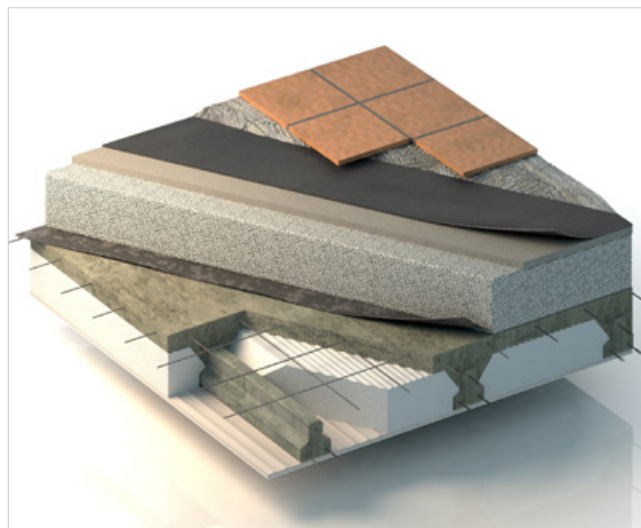
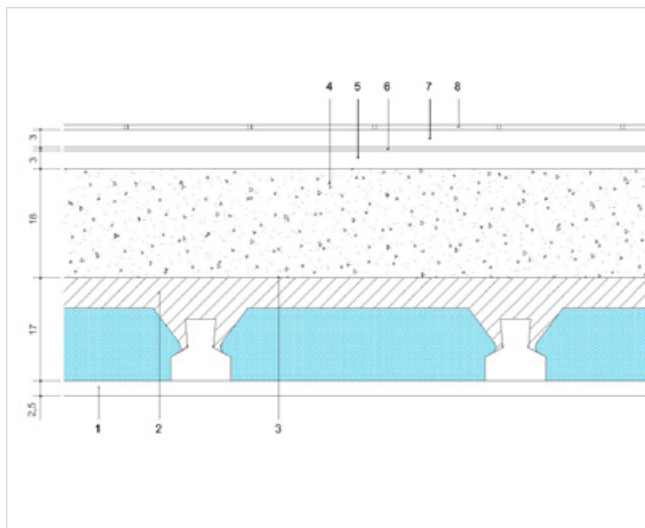
IRAM 11625 y 11630			VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION INTERSTICIAL										
ELEMENTO		Cubierta Pesada con techo invertido		EPOCA DEL AÑO		VERANO INVIERNO		FLUJO DE CALOR		Vertical ascendente			
ZONA BIOAMBIENTAL			III - CIUDAD DE LA PLATA (Pcia. de Buenos Aires)										
Capa del elemento constructivo			espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	t _r	ΔT
			mm	W/m.K	m².K/W	°C	g/m².h.kPa	g/m.h.kPa	m².h.kPa/g		kPa	°C	°C
Tempertura Interior del Aire						18,0				65%	1,339		
Resistencia superficial interior R _{si}					0,10	17,13					1,339	11,30	5,83
1	Revoque interior a la cal aplicado		25	0,700	0,04	16,82		0,044	0,57		1,309	10,96	5,86
2	Losa de viguetas y forjados de EPS con 5 cm de H° A° (estim.)		170		0,54	12,11			8,02		0,877	5,08	7,03
3	Pendiente de Hormigón de cascotes		100	0,930	0,11	11,17		0,044	2,27		0,755	2,92	8,26
4	Carpeta de nivelación (concreto)		30	1,300	0,02	10,97		0,022	1,36		0,681	1,48	9,49
5	Aislación hidráulica		4	0,700	0,01	10,92	0,67		1,49		0,601	0,21	11,13
6	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 20 kg/m²		50	0,035	1,43	-1,53		0,014	3,52		0,447	-3,74	2,21
7	Geotextil de 120 a 160 g/m²		5	0,700	0,01	-1,55			0,00		0,447	-3,74	2,19
8	Canto rodado o losetas tipo terraza seca o deck		80 a 100	1,160	0,07						0,447		
Resistencia superficial exterior R _{se}					0,04								
espesor total aproximado			461										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN						-2,5				90%	0,447		
RESISTENCIAS TOTALES			TÉRMICA		2,35		AL VAPOR		17,24				

ZONA BIOAMBIENTAL			IV - CORONEL SUAREZ (Pcia. de Buenos Aires)										
Capa del elemento constructivo			espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	t _r	ΔT
			mm	W/m.K	m².K/W	°C	g/m².h.kPa	g/m.h.kPa	m².h.kPa/g		kPa	°C	°C
Tempertura Interior del Aire						18,0				58%	1,195		
Resistencia superficial interior R _{si}					0,10	16,91			0		1,195	9,60	7,31
1	Revoque interior a la cal aplicado		25	0,700	0,04	16,52		0,044	0,57		1,165	9,22	7,30
2	Losa de viguetas y forjados de EPS con 5 cm de H°A° (estim.)		170		0,54	10,62			8,02		0,742	2,69	7,92
3	Pendiente de Hormigón de cascotes		100	0,930	0,11	9,44		0,044	2,27		0,623	0,24	9,20
4	Carpeta de nivelación (concreto)		30	1,300	0,02	9,19		0,022	1,36		0,551	-1,23	10,43
5	Aislación hidráulica		4	0,700	0,01	9,13	0,67		1,49		0,472	-3,10	12,23
6	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 20 kg/m²		50	0,035	1,43	-6,48		0,014	3,52		0,287	-8,90	2,42
7	Geotextil		5	0,700	0,01	-6,51			0,00		0,286	-8,90	2,40
8	Canto rodado o losetas tipo terraza seca o deck		80 a 100	1,160	0,07						0,286		
Resistencia superficial exterior R _{se}					0,04								
espesor total aproximado			461										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN						-7,7				90%	0,286		
RESISTENCIAS TOTALES			TÉRMICA		2,35		AL VAPOR		17,24				

IRAM 11625 y 11630					VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION SUPERFICIAL					
LA PLATA	P.C.	A. I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)	CNEL. SUAREZ	P.C.	A. I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)	
Rsi (m².K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 11,3	Rsi (m².K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 9,6	
Temp. Sup. Int. (°C)	16,66	16,08	15,48		Temp. Sup. Int. (°C)	16,31	15,6	14,84		
P.C. Paños centrales / A.I. y R. Aristas superiores, verticales y rincones / A.S. y R. Aristas y rincones inferiores / Tr temperatura de rocío (°C)										

D. Techos pesados

D.3. Losa de Forjados de EPS y Aislamiento de H° Liviano de Perlas de EPS aditivadas



NORMA IRAM 11601				CALCULO DE TRANSMITANCIA TERMICA			
ELEMENTO		EPOCA DEL AÑO			FLUJO DE CALOR		
Losa de Forjados de EPS y Aislamiento de H° Liviano de Perlas de EPS aditivadas		VERANO - INVIERNO			Vertical ascendente		
ZONA BIOAMBIENTAL		III - CIUDAD DE LA PLATA Pcia. de Buenos Aires			IV - CORONEL SUAREZ Pcia. de Buenos Aires		
Capa del elemento constructivo		espesor	λ	R	espesor	λ	R
		mm	W/m.K	m².K/W	mm	W/m.K	m².K/W
Resistencia superficial interior R_{si}				0,10			0,10
1	Revoque interior a la cal aplicado	25	0,930	0,03	25	0,930	0,03
2	Losa de viguetas y forjados de EPS con 5 cm de H° A° (estim.)	170		0,54	170		0,54
3	Doble film de PE de 200 ó 250 micrones o foil de Al	0,4			0,5		
4	Pendiente de Hormigón Alivianado 300 Kg/m³	160	0,087	1,84	160	0,087	1,84
5	Carpeta de nivelación (concreto)	30	1,300	0,02	30	1,300	0,02
6	Aislación hidráulica	4	0,700	0,01	4	0,700	0,01
7	Mezcla adhesiva cementicia	30	1,100	0,03	30	1,100	0,03
8	Baldosas rojas (Coeficiente de absorción α = 0,85)	8	0,700	0,01	8	0,700	0,01
Resistencia superficial exterior R_{se}				0,04			0,04
espesor total aproximado		420			420		
RESISTENCIAS TERMICAS TOTALES				2,62			2,62
Transmitancia Térmica del componente K [W/m².K] = 1/R (valor para verano)				0,38			0,38
Transmitancia Máxima Admisible K_{MAX ADM.} , según IRAM 11605 Nivel B [W/m².K]				0,38			0,38
Cumple con Norma IRAM 11605: SI / NO				SI			SI

IRAM 11625 y 11630		VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION INTERSTICIAL			
ELEMENTO	Losa de Forjados de EPS y Aislamiento de H° Liviano de Perlas de EPS aditivadas	EPOCA DEL AÑO	VERANO INVIERNO	FLUJO DE CALOR	Vertical ascendente

ZONA BIOAMBIENTAL			III - CIUDAD DE LA PLATA (Pcia. de Buenos Aires)										
Capa del elemento constructivo			espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	t _r	ΔT
			mm	W/m.K	m².K/W	°C	g/m².h.kPa	g/m.h.kPa	m².h.kPa/g		kPa	°C	°C
Temperatura Interior del Aire						18,0				65%	1,339		
Resistencia superficial interior R _{si}					0,10	17,22					1,339	11,30	5,92
1	Revoque interior a la cal aplicado		25	0,930	0,03	17,00		0,044	0,57		1,338	11,28	5,73
2	Losa de viguetas y forjados de EPS con 5 cm de H°A° (CSTB)		170		0,54	12,77			12,00		1,302	10,88	1,89
3	Doble film de PE de 200 micrones o foil de A		0,4			12,77	0,004		250,00		0,554	-1,17	13,94
4	Pendiente de Hormigón Alivianado 300 Kg/m³		160	0,087	1,84	-1,66		0,018	8,89		0,527	-1,75	0,10
5	Carpeta de nivelación (concreto)		30	1,300	0,02	-1,84		0,022	1,36		0,523	-1,85	0,01
6	Aislación hidráulica		4	0,700	0,01	-1,88	0,05		20,00		0,457	-3,48	1,59
7	Geotextil		30	1,100	0,03	-2,10		0,044	0,68		0,455	-3,53	1,43
8	Canto rodado o losetas tipo terraza seca o deck		8	0,700	0,01	-2,19		0,003	2,67		0,447	-3,74	1,55
Resistencia superficial exterior R _{se}					0,04								
espesor total aproximado			420										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN						-2,50				90%	0,447		
RESISTENCIAS TOTALES			TÉRMICA		2,62		AL VAPOR		296,17				

ZONA BIOAMBIENTAL		IV - CORONEL SUAREZ (Pcia. de Buenos Aires)										
Capa del elemento constructivo		espesor	λ	R	T	Δ	δ	RV	HR	P	t _r	ΔT
		mm	W/m.K	m².K/W	°C	g/m².h.kPa	g/m.h.kPa	m².h.kPa/g		kPa	°C	°C
Tempertura Interior del Aire					18,0				58%	1,195		
Resistencia superficial interior R _{si}				0,10	17,02					1,195	9,60	7,42
1	Revoque interior a la cal aplicado	25	0,930	0,03	16,76		0,044	0,57		1,194	9,58	7,17
2	Losa de viguetas y forjados de EPS con 5 cm de H° A° (CSTB)	170		0,54	11,46			12		1,165	9,21	2,24
3	Doble film de PE de 250 micrones o foil de Al	0,5			11,46	0,003		333,33		0,357	-6,38	17,84
4	Pendiente de Hormigón Alivianado 300 Kg/m³	160	0,087	1,84	-6,58		0,018	8,89		0,335	-7,08	0,49
5	Carpeta de nivelación (concreto)	30	1,300	0,02	-6,81		0,022	1,36		0,332	-7,20	0,40
6	Aislación hidráulica	4	0,700	0,01	-6,86	0,05		20,00		0,294	-8,57	1,70
7	Geotextil	30	1,100	0,03	-7,13		0,044	0,68		0,293	-8,63	1,50
8	Canto rodado o losetas tipo terraza seca o deck	8	0,700	0,01	-7,24		0,003	2,67		0,286	-8,90	1,66
Resistencia superficial exterior R _{se}				0,04								
espesor total aproximado		420										
Temperatura de Diseño Mínima TDMN					-7,7				90%	0,286		
RESISTENCIAS TOTALES		TÉRMICA		2,62		AL VAPOR		379,50				

IRAM 11625 y 11630				VERIFICACION DEL RIESGO DE CONDENSACION SUPERFICIAL					
LA PLATA	P. C.	A. I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)	CNEL. SUAREZ	P. C.	A. I. y R.	A.S. y R.	Tr (°C)
Rsi (m².K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 11,3	Rsi (m².K/W)	0,17	0,25	0,34	≤ 9,6
Temp. Sup. Int. (°C)	16,32	15,6	14,85		Temp. Sup. Int. (°C)	16,66	16,09	15,48	
P.C. Paños centrales / A.I. v R. Aristas superiores, verticales v rincones / A.S. v R. Aristas v rincones inferiores / Tr temperatura de rocío (°C)									

TABLAS

1. Simbología, unidades y equivalencias

Magnitud	Símbolo	Unidades		Equivalencia
		Sistema tradicional	SIMELA	
Area	A	m ²	m ²	
Espesor de una capa	e	m	m	
Densidad aparente	ρ	kg/m ³	kg/m ³	
Conductividad térmica	λ	kcal/(m.h. °C)	W/(m.K)	1 kcal/(m.h. °C) = 1,163 W/(m.K)
Resistencia térmica	R	m ² .h. °C/kcal	m ² .K/W	1 m ² .h. °C/kcal = 0,86 m ² .K/W
Transmitancia térmica	K*	kcal/(m ² .h. °C)	W/(m ² .K)	1 kcal/(m ² .h. °C) = 1,163 W/(m ² .K)
Presión de vapor de agua	P	mmHg	Pa	1 Pa = 1 N / m ² = 0,102 kgf / m ² 1 mmHg = 133,322 Pa 1 Pa = 10 ⁻⁵ bar
Permeabilidad al vapor de agua	δ	g.cm/mmHg.m ² .d	g.m/(MN.s)	1 g.cm/(mmHg.m ² .d) = 0,868 x 10 ⁻³ g.m/(MN.s) 1 g.cm/(mmHg.m ² .d) = 0,3125 x 10 ⁻² g/(m.h.kPa)
Resistencia a la difusión del vapor de agua	Rv	mmHg.m ² .d/g	MN.s/g	1 mmHg.m ² .d/g = 11,52 MN.s/g 1 mmHg.m ² .d/g = 3,2 m ² .h.kPa/g
Permeancia al vapor de agua	Δ	g/(mmHg.m ² .d)	g/(MN.s)	1 g/(mmHg.m ² .d) = 0,868 x 10 ⁻¹ g/(MN.s) 1 g/(mmHg.m ² .d) = 0,3125 g/(m ² .h.kPa)

* También se la simboliza con la letra **U**.

NOTA. Las diferencias de temperatura (Δt) medidas en grados Celsius o en Kelvin son exactamente iguales por definición. Por lo tanto tienen el mismo valor numérico si se las expresa en °C o si se lo hace en K.

2. Instructivo para el llenado de la Planilla de Cálculo de R y K (IRAM 11601) y Verificación del $K_{MAX ADM}$ (IRAM 11605)

Instructivo para el llenado de la Planilla de Cálculo de R y K (IRAM 11601) y Verificación de $K_{MAX ADM}$ (IRAM 11605)				
NORMA IRAM 11601		CALCULO DE LA TRANSMITANCIA TERMICA		
PROYECTO (1)				
ELEMENTO (2)				
EPOCA DEL AÑO (3)		FLUJO DE CALOR (4)		
ZONA BIOAMBIENTAL (5)				
Nivel de confort según IRAM 11605 (11)				
Capa del elemento constructivo (6)		espesor (8)	λ (9)	R (10)
		mm	W/m.K	m ² .K/W
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
Resistencia superficial exterior (13)				
RESISTENCIA TERMICA TOTAL		(14)		(15)
Transmitancia Térmica del componente (W/m ² .K) (16)				
Transmitancia Térmica del acuerdo a IRAM 11605 (W/m ² .K) (12)				(17)
Cumple con Norma IRAM 11605 Nivel B (18): SI / NO				
Comentarios y cálculos suplementarios (19)				
NOTA I. Esta planilla se deberá confeccionar para condiciones de verano y de invierno, debiendo adoptarse la situación de mayor exigencia, correspondiendo ésta, al de menor valor de transmitancia térmica. NOTA II. Si bien la planilla de IRAM 11601 establece un orden de capas de exterior a interior; en IRAM 11625 el orden es inverso. Hemos tomado la decisión de utilizar este último criterio en ambos casos. Datos generales 1) Se identifica el proyecto en el cual se utiliza el componente. 2) Se indica la denominación del componente en estudio, incluyendo tipo (techo, pared, piso sobre espacio exterior), identificación de la variante, etc. 3) Se define la época del año considerada en el cálculo: invierno o verano. 4) Se indica el sentido del flujo de calor (ascendente, horizontal o descendente). 5) Se indica la zona y sub-zona bioambiental donde se utilizará el componente, según las indicaciones de la IRAM 11603. 6) Capa del elemento constructivo. Se indican las capas del elemento constructivo, desde el exterior hacia el interior. 7) Resistencia térmica superficial interior (Rsi): Se adopta el valor de la tabla de Resistencias superficiales según el sentido del flujo de calor. 8) Espesor (e): Se indican los espesores de cada capa. 9) Conductividad térmica (λ): Se indica el valor de la conductividad térmica de cada capa homogénea, obtenido mediante ensayos en organismos acreditados o de la Tabla de Conductividades que se adjunta. En el caso de cámaras de aire, de bloques y ladrillos huecos cerámicos o de hormigón, de forjados de bloques cerámicos huecos, concreto o EPS, se colocan los valores de la Resistencias; mientras que las capas de poco espesor que no contribuyen a la resistencia térmica, tales como barreras de vapor, láminas de aluminio, etc. éstas se obvian. 10) Resistencia térmica (R): Se indica la resistencia térmica de cada capa, según las siguientes alternativas: - Para capas homogéneas, se calcula la resistencia térmica dividiendo el espesor (e) indicado en (8) por la conductividad (λ), indicada en (9). - Para ladrillos y bloques cerámicos huecos o para bloques de hormigón, se utilizan los valores de resistencia térmica obtenidos de ensayo o los valores orientativos dados en la Tabla adjunta de correspondiente. - Para forjados (con bovedillas cerámicas, de concreto o de EPS), se utilizan los valores de resistencia térmica de ensayo (algunos figuran en la Tabla), o los valores orientativos de Transmitancia Térmica (K) dados en la misma. A partir de estos últimos, se calcula la resistencia térmica total (1/K) y se restan las resistencias térmicas superficiales interior y exterior, obteniéndose de esta forma la resistencia térmica del forjado. - Para las cámaras de aire no ventiladas, se utilizan los valores de Resistencia térmica dados en la tabla correspondiente, que tiene en cuenta el espesor de la cámara, la dirección del flujo de calor y las características de emisividad de las superficies de la cámara, habitualmente de mediana o alta emitancia (caso de la mayoría de los materiales no metálicos). (Ver Tabla de Emitancia de las Superficies). - Para cámaras de aire ventiladas en verano, se considera a la cámara como no ventilada, usando los valores de la tabla correspondiente. - Para cámaras de aire ventiladas en invierno, se utiliza el procedimiento de cálculo indicado en tal fin en IRAM 11601, que tienen en cuenta el área de ventilación, si son componentes verticales u horizontales o áticos ventilados. Se las clasifica además según su grado de ventilación: débilmente ventiladas, medianamente o muy ventilada. (Consultar la citada Norma). 11) Se indicará el nivel de confort especificado por el comitente según IRAM 11605, que a los efectos del cumplimiento de la Ley 13059 es como mínimo el Nivel B. 12) Los requisitos para las condiciones de invierno y de verano establecidos en la IRAM 11605. 13) Resistencia térmica superficial exterior: $R_{se} = 0,13 \text{ m}^2.K/W$ 14) Se suman los espesores de las capas para obtener el espesor total del componente. 15) Se suman las resistencias térmicas de las capas para obtener la resistencia térmica total del componente. Evaluación del resultado 16) Transmitancia térmica del componente (K): se calcula con la siguiente fórmula: $K = 1/R_T$. En el caso de ventanas se toman los valores indicados por IRAM 11507-4 y se obtienen de las Tablas de Transmitancia térmica de vidrios y ventanas que se adjunta. 17) La Transmitancia térmica máxima admisible ($K_{MAX ADM}$) se obtiene de acuerdo con IRAM 11605 Nivel B 18) Cuando la transmitancia térmica K obtenida en (16) es m enor que la máxima admisible para el nivel de confort determinado en (17), tanto para condiciones de invierno como de verano, el componente cumple la IRAM 11605. 19) En el recuadro final de la planilla se pueden agregar comentarios sobre el componente y presentar los cálculos suplementarios.				

3. Resistencias Superficiales

Resistencias superficiales (*) en m ² .K/W					
Interior R _{se}			Exterior R _{se}		
Dirección del flujo de calor			Dirección del flujo de calor		
Horizontal (Muros)	Ascendente (Pisos o techos)	Descendente (Pisos o techos)	Horizontal (Muros)	Ascendente (Pisos o techos)	Descendente (Pisos o techos)
0,13	0,1	0,17	0,04	0,04	0,04

(*) La resistencia térmica superficial varía en función de numerosos parámetros, tales como las propiedades de la superficie, en particular la emisividad de la misma, su temperatura, la velocidad del aire incidente sobre la misma, y también las temperaturas del aire ambiente y las de las superficies circundantes.

Esta norma no considera expresamente los posibles aumentos de las **R_{si}** o **R_{se}** que pudieran lograrse aplicando terminaciones de baja absorción y/o emisividad de la radiación, por cuanto se considera que el mantenimiento en el tiempo de tales propiedades, no puede asegurarse en las condiciones reales de las obras.

4. Resistencia térmica de cámaras de aire no ventiladas

Resistencia térmica de cámaras de aire no ventiladas, en las cuales las medidas superficiales son mucho mayores que el espesor (1)				
Estado de las superficies de la cámara de aire (2)	Espesor de la capa de aire (mm)	Resistencia térmica (m ² . K/W)		
		Dirección del flujo de calor		
		Horizontal (Muros)	Ascendente (Pisos o techos)	Descendente (Pisos o techos)
Superficies de mediana o alta emitancia (caso general)	5	0,11	0,11	0,11
	10	0,14	0,13	0,15
	20	0,16	0,14	0,18
	50 a 100	0,17	0,14	0,21
Una o ambas superficies de baja emitancia	5	0,17	0,17	0,17
	10	0,29	0,23	0,29
	20	0,37	0,25	0,43
	50 a 100	0,34	0,27	0,61

(1) Estos valores corresponden a cámaras de aire cerradas, y son válidos para una temperatura media de la cámara de aire comprendida entre 0 y + 20 °C, y con una diferencia de temperatura entre las superficies límites inferior a 15 °C.

(2) Los valores dados para una cámara de aire con una o ambas superficies reflectivas **sólo pueden ser utilizados si la emitancia de la superficie es controlada, debiéndose lograr que la superficie permanezca limpia y exenta de grasa, polvo o condensación de agua.** En la tabla A.7 se establece una clasificación de los materiales de construcción según su emitancia.

5. Tabla de Conductividades

Tabla de Conductividades, Transmitancias y Resistencias Térmicas Según IRAM 11601 y valores de fabricantes avalados por ensayos				
Material			Densidad aparente (kg/m³)	Conductividad térmica (W/m.K)
ROCAS Y SUELOS NATURALES				
ROCAS Y TERRENOS			1200	0,31
MARMOL			2500 a 2800	3,2 a 3,5
GRANITO			2600 a 2900	2,9 a 4,1
ARCILLA			1200	0,37
SUELO NATURAL	* Depende de la composición, grado de compactación y humedad. Si no se dispone de datos, adoptar λ=1,2 W/m.K		1600 a 1900	0,28 a 2,8
MATERIALES PARA RELLENO DE SUELOS DESECADOS AL AIRE, EN FORJADOS, ETC.				
ARENA	Arena Seca		1300 a 1500	0,30
	De río Humedad 2 %		1300 a 1500	0,58
	De río Humedad 10 %			0,93
	De río Humedad 20 %			1,33
	De río Saturada			1,88
GRAVA			1500 a 1800	0,93
MORTEROS, HORMIGONES Y YESOS				
Revestimientos continuos: - Morteros de revoques y juntas (exterior) - Morteros de revoques y juntas (interior)			1800 a 1200 1900	1,16 0,93
Mortero de cemento y arena	1:3	Humedad 0 % Humedad 6 % Humedad 10%	1900 2000 2100	0,89 1,13 1,30
	1:4	Humedad 0 % Humedad 5 %	1950 2000	0,92 1,10
Mortero con perlita		Humedad 12 %	800	0,40
Mortero de yeso y arena			1000	0,49
Mortero de cal y yeso			1200	0,64
Yeso	Enlucido		600	0,31
			800	0,37
			1000	0,44
	En placas		1200	0,51
			800	0,37
			1000	0,44
			1200	0,51

Tabla de Conductividades, Transmitancias y Resistencias Térmicas Según IRAM 11601 y valores de fabricantes avalados por ensayos		
Material	Densidad aparente (kg/m ³)	Conductividad térmica (W/m.K)
HORMIGONES NORMALES Y LIVIANOS		
Hormigón normal con agregados pétreos	1800	0,97
	1900	1,09
	2000	1,16
	2200	1,40
	2400	1,63
	2500	1,74
Hormigón de ladrillo triturado (cascote)	1600	0,76
	1800	0,93
Hormigón normal con escoria de alto horno	2200 a 2400	1,40
Hormigón con arcilla expandida	700	0,22
	800	0,29
	900	0,35
	1000	0,42
	1400	0,57
Hormigón con vermiculita	500	0,14
	600	0,16
HORMIGONES LIVIANOS (TIPO PUZOLANICOS, PIEDRA POMEZ, ESCORIA EXPANDIDA)	1200 a 1400	0,44
	1400 a 1600	0,52
Hormigón celular HCCA Hormigón celular (incluye hormigones gaseosos y hormigones espumosos)	680	0,12
	600	0,16
	800	0,22
	1000	0,30
	1200	0,40
	1400	0,50
Hormigón de perlas de poliestireno expandido (EPS) aditivadas	250	0,067
	300	0,087
	350	0,103
HORMIGON CON FIBRAS CELULOSICAS	300	0,09
	400	0,14
HORMIGONES VARIOS	CON REFRACTARIOS	900
	CON CARBON	600
	CON VIRTUAS DE MADERA	400
		500
PANELES O PLACAS		
PLACAS DE YESO	600	0,31
	800	0,37
	1000	0,44
	1200	0,51
PLACAS DE FIBROCEMENTO	600	0,15
	700	0,26
	800	0,30
	1200	0,39
	1300	0,45
PLACAS DE FIBROCEMENTO	1400	0,51
	1500	0,58
	1700	0,7
	1800	0,87
	1800 A 2200	0,95

**Tabla de Conductividades, Transmitancias y Resistencias Térmicas
Según IRAM 11601 y valores de fabricantes avalados por ensayos**

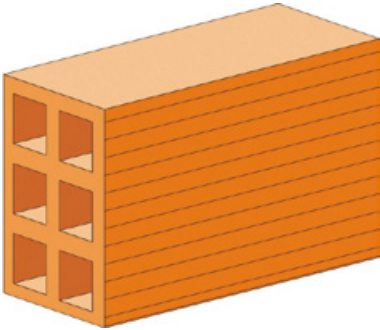
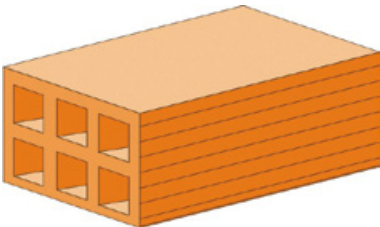
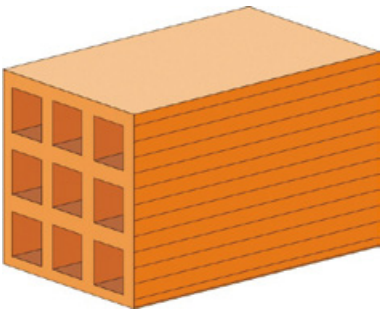
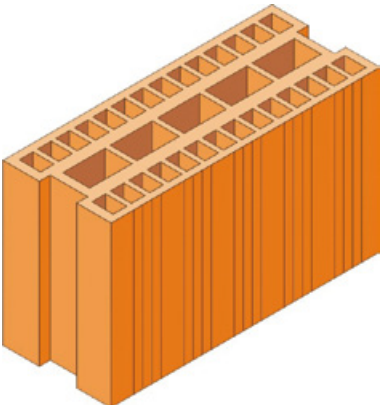
Material		Densidad aparente (kg/m ³)	Conductividad térmica (W/m.K)
MAMPOSTERIA DE LADRILLOS Y BLOQUES MACIZOS			
LADRILLOS CERAMICOS MACIZOS		1600	0,81
		1800	0,91
		2000	1,10
BLOQUES DE SUELO CEMENTO MACIZOS		1800	0,62
PLÁSTICOS RÍGIDOS EN PLANCHAS			
Resina acrílica Policarbonato		1140	0,20
		1150	0,23
Polietileno, PE	De baja densidad	920	0,35
	De alta densidad	960	0,50
Polipropileno, PP Poliestireno, PS Poli(cloruro de vinilo) rígido, PVC		915	0,24
		1050	0,17
		1350	0,16
METALES			
Acero de construcción		7800	58
Fundición		7200	50
Aluminio		2700	204
Cobre		8900	384
Latón		8600	110
Bronce		8800	42
Acero inoxidable		8100 a 9000	14,5 a 20,9
MADERAS			
Fresno	Paralelo a las fibras Perpendicular a las fibras	740	
Alerce	Perpendicular a las fibras	600	0,14
Arce	Paralelo a las fibras	700	0,42
	Perpendicular a las fibras		0,16
Roble		650	0,24
Pino spruce, abeto	Paralelo a las fibras	400 a 600	0,28
	Perpendicular a las fibras		0,13 a 0,19
Teca	Paralelo a las fibras	720	0,16
	Perpendicular a las fibras		0,14
Nogal		700	0,27
Madera dura		1200 a 1400	0,34
Madera terciada		600	0,11
Madera enchapada		600	0,15
Tableros de partículas aglomeradas en general		200	0,06
		300	0,07
		400	0,08
Tableros de partículas aglomeradas en general		500	0,09
		600	0,09
		700	0,11
		800	0,13
		900	0,15
		1000	0,17
Tableros de fibra de madera aglomerada		200	0,05
		300	0,05
		350	0,06
Tableros lignocelulósicos de partículas aglomeradas mediante resinas sintéticas (con o sin impregnación en aceite)		100	0,24
Laminado plástico decorativo	en una cara	1400	0,49
	en ambas caras	1400	0,44

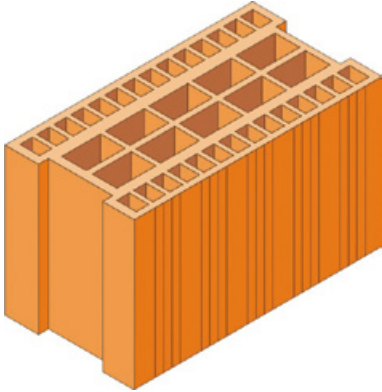
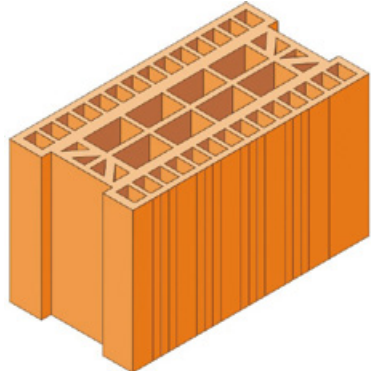
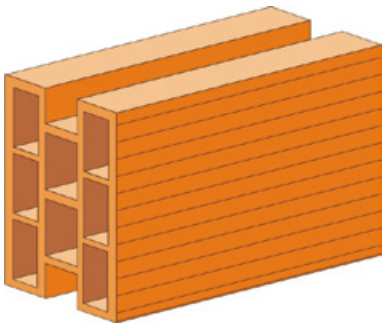
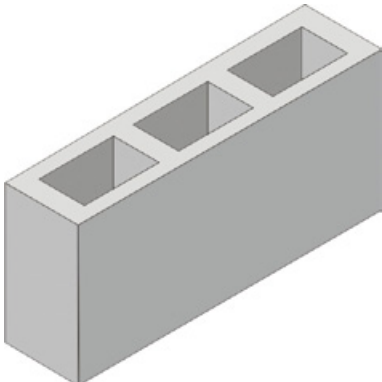
**Tabla de Conductividades, Transmitancias y Resistencias Térmicas
Según IRAM 11601 y valores de fabricantes avalados por ensayos**

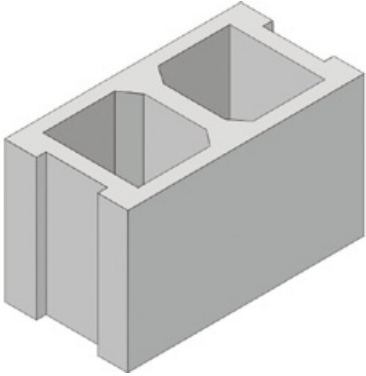
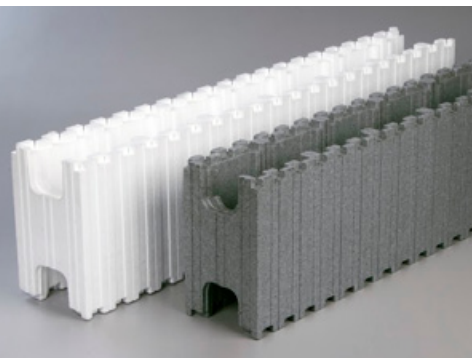
Material		Densidad aparente (kg/m³)	Conductividad térmica (W/m.K)		
PISOS					
Baldosas	cerámicas		0,70		
	de hormigón	2100	1,15		
	de plástico	1000	0,51		
	de corcho	530	0,08		
Caucho		800 1300 1500	0,11 0,13 0,19		
Parquet		500 700	0,17 0,23		
CUBIERTAS					
CUBIERTAS	Asfalto (espesor mínimo 7 mm y membranas asfálticas)	2000	0,70		
	Techado y fieltro asfáltico	1100 a 1200	0,17		
	Bitumen	1050	0,16		
	Cartón embreado	1100	0,14		
	Chapas onduladas metálicas		58,00		
	Tejas curvas		0,70		
	Tejas planas		0,76		
PIZARRA	Paralelo a los estratos	2700	2,8		
	Perpendicular a los estratos	2700	1,7		
MATERIALES AISLANTES TÉRMICOS					
Lana de vidrio		8 a 10 11 a 14 15 a 18 19 a 30 31 a 45 46 a 100	0,045 0,043 0,040 0,037 0,034 0,033		
Lana mineral		30 - 50 51 - 70 71 - 150	0,042 0,040 0,038		
Perlita	Suelta (granulado volcánico expandido)	30 a 130	0,054		
	Mortero de perlita con yeso	400 500 600 700	0,10 0,12 0,14 0,18		
		Mortero de perlita con cemento	300 400 500 600 700	0,088 0,093 0,12 0,14 0,18	
			Poliestireno expandido (EPS)	15 20 25 30	0,037 0,035 0,033 0,032
				En copos a granel	
	Poliestireno expandido gris (Neopor)			15 20	0,034 0,031
Revoque termoaislante premezclado de perlas de EPS aditivadas				0,076	

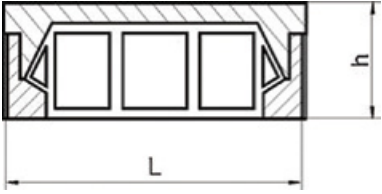
**Tabla de Conductividades, Transmitancias y Resistencias Térmicas
Según IRAM 11601 y valores de fabricantes avalados por ensayos**

Material		Densidad aparente (kg/m³)	Conductividad térmica (W/m.K)
MATERIALES AISLANTES TÉRMICOS			
Poli uretano (PUR) (espumas rígidas)	Entre capas o placas que hacen de barrera de vapor, según el agente expansor utilizado	30 – 60	0,022 - 0,024
	Placas aislantes sin protección	30 – 60	0,027
	Proyectadas in situ, protegidas entre barreras de vapor	30 – 60	0,022
	Proyectadas in situ, protegidas entre frenos de vapor	30 – 60	0,024
Vermiculita	Suelta	80 a 130	0,070
	Con cemento	400	0,11
		500	0,13
		600	0,17
		700	0,20
		800	0,24
	Con yeso (placas o revoques)	200	0,11
		400	0,13
		500	0,15
		600	0,19
		700	0,22
		800	0,26
		900	0,29
		1000	0,34
MATERIALES VARIOS			
Hielo	917	2,21	
Nieve	150	0,12	
	300	0,23	
	500	0,47	
	800	1,28	
Crin	173	0,052	
Yute	100	0,037	

Resistencia térmica de bloques cerámicos, bloques de hormigón y ICF de EPS					
ESQUEMA	Medidas (cm)			Masa	R _t
	e	h	l	kg/m ³	m ² . K/W
LADRILLOS CERAMICOS					
	8,00	15,00	25,00	69,00	0,21
	8,00	18,00	40,00	69,00	0,23
	18,00	8,00	25,00	168,00	0,35
	20,00	18,00	40,00	142,00	0,33
	12	18	25/33	96	0,36
	15	18	33	106	0,4
	18	18	25/33	125	0,41
	18	18	40	155	0,31
	20	18	40	162	0,32
	12	18	40	104	0,43
	12	19	40	104	0,43
	18	19	33	140	0,46

Resistencia térmica de bloques cerámicos, bloques de hormigón y ICF de EPS					
ESQUEMA	Medidas (cm)			Masa	R_t
	e	h	l	kg/m ³	m ² . K/W
LADRILLOS CERAMICOS					
	18	19	40	145	0,54
	18	19	33	127	0,43
	18	18	25	122	0,5
BLOQUES DE HORMIGON					
	10	19	39	130	0,17
	20	20	40	236	0,2

Resistencia térmica de bloques cerámicos, bloques de hormigón y ICF de EPS					
ESQUEMA	Medidas (cm)			Masa	R_t
	e	h	l	kg/m ³	m ² . K/W
BLOQUES DE HORMIGON					
	19,5	19,5	39,5	172	0,31
ESQUEMA	Ladrillo de 12 cm.		Ladrillo de 18 cm.		
	EPS	NEOPOR	EPS	NEOPOR	
MUROS DE ICF					
	0,507	0,429	0,410	0,347	

Losa de forjados con bovedillas de cerámica, de concreto y de EPS				
TRANSMITANCIAS Y RESISTENCIAS TERMICAS DE FORJADOS				
TIPOS DE FORJADO	Medidas de forjado		Transmitancia térmica (K)	
	(h) cm	(L) cm	Invierno	Verano
			W/m ² .K	W/m ² .K
		50	3,61	2,9
	12	50 < L < 60	3,48	2,79
		50	3,37	2,79
	16	50 < L < 60	3,24	2,67
		50	3,14	2,56
	20	50 < L < 60	3,02	2,44
		50	3,02	2,44
	25	50 < L < 60	2,9	2,33

Forjado con bovedilla cerámica, sin capa de compresión o con capa de compresión de hormigón con árido pesado ($1800-1900 \text{ kg/m}^3$)

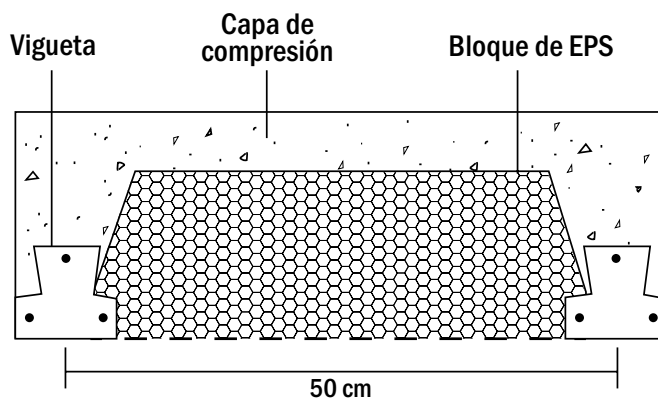


Altura de Bovedilla en cm: 12
Distancia entre eje de viguetas: $50 \leq E \leq 60$
Resistencia térmica: $0,19 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Forjado con bovedilla de mortero sin capa de compresión o con capa de compresión de hormigón con áridos pesados ($1800-2200 \text{ kg/m}^3$)



Altura de Bovedilla en cm: 12
Distancia entre eje de viguetas: $50 \leq E \leq 60$
Resistencia térmica: $0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$



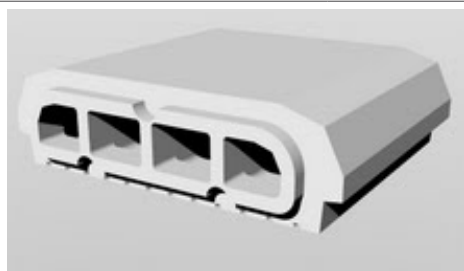
Forjados con BOVEDILLA de EPS con capa de compresión de hormigón de 5 cm

Altura de la bovedilla	Ancho talón vigueta	Distancia entre ejes de vigueta	Resistencia térmica del forjado
mm (d)	mm (IT)	mm (If)	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
120	$95 \leq IT \leq 125$	$550 \leq If < 600$	0,54
150	$95 \leq IT \leq 125$	$550 \leq If < 600$	0,60
170	$95 \leq IT \leq 125$	$550 \leq If < 600$	0,63
200	$95 \leq IT \leq 125$	$550 \leq If < 600$	0,68

tabla basada en publicaciones del CSTB y NBE-CT-79

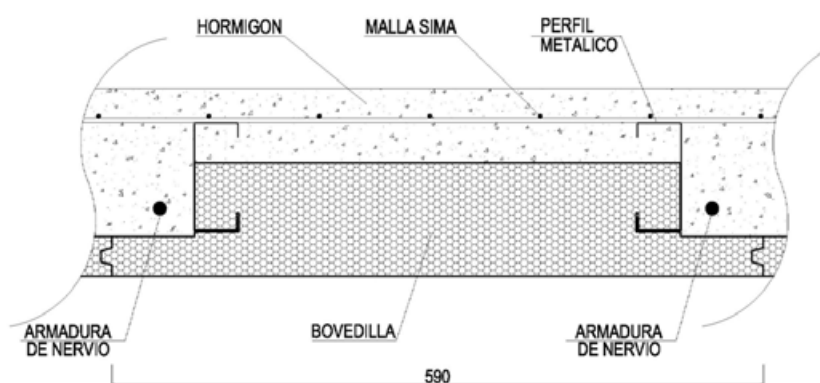


Forjado con bovedilla de EPS moldeada (TIPO B) enrasada con capa de compresión de hormigón de 5 cm.



Altura de Bovedilla en cm: 12
 Ancho del talón de la vigueta: $95 \leq l_e \leq 125$
 Distancia entre eje de viguetas: $50 \leq E \leq 60$
Resistencia térmica: $0.50 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

LOSA NERVURADA CON ENCOFRADO DE EPS



LE 160	LE 185	LE 225
$d = h + 6$ $\text{cm} = 16$ cm	$d = h + 6$ $\text{cm} = 18,5$ cm	$d = h + 6$ $\text{cm} = 22,5$ cm
$K = 0,338$ $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	$K = 0,274$ $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$	$K = 0,210$ $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$
$R = 2,96$ $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	$R = 3,65$ $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	$R = 4,76$ $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$

6. Emitancia de las Superficies

Superficies de mediana o alta emitancia (no reflectivas)*
Aluminio anodizado u oxidado
Cobre oxidado
Hierro galvanizado
Fieltro bituminoso
Fieltro con superficie mate
Pintura blanca "a la cal"
Pintura de alumnio
Pinturas rojas (tipo óxido de hierro)
Pinturas amarillas
Negro mate
Pintura verde militar
Hormigón
Poliestireno Expandido
Vidrio transparente
Mampostería de ladrillos comunes y cerámicos (rojos)
Tejas cerámicas
Tejas de pizarra
Tejas asfálticas
Mármol blanco
Revestimiento de yeso
Granítico (rojizo)
Tierra
Arena
Madera
Pasto
Superficies de baja emitancia (reflectivas)*
Película de aluminio (muy brillante)
Lámina de aluminio
Cinc pulido
Cobre pulido
* NOTA. La reflectividad o la emisividad se refieren a radiaciones electromagnéticas en el rango del Infrarrojo lejano IRL siendo las del espectro visible, IR cercano y UV, las dominantes de la Radiación solar en el que su absortancia α está definida básicamente por el color de las superficies.

7. Datos climáticos de Invierno y verano PBA

INDICADORES DE INVIERNO Y VERANO	
LAT	Latitud
LONG	Longitud
ASN	Altura sobre el nivel del mar en metros
TMED, TMAX y TMIN	Temperaturas Media, Máxima y Mínima, promedio de los meses de invierno y de los meses de verano, respectivamente, en grados Celsius
TDMN	Temperatura de diseño mínima, en grados Celsius
TMA	Temperatura mínima absoluta, en grados Celsius
TDMX	Temperatura de diseño máxima, en grados Celsius
PREC	Precipitación media de los meses de invierno y verano, respectivamente, en milímetros
HR	Humedad relativa media mensual de los meses de invierno y de verano, respectivamente, en por ciento
HELRE	Heliofanía relativa
VM	Velocidad del viento, en kilómetros por hora
GDnn	Grados día de calefacción en función de diversas temperaturas base de confort, en grados Celsius

DATOS CLIMATICOS DE INVIERNO																
ESTACIÓN	Prov.	Lat	Long	ASN	TMED	TMAX	TMIN	TMA	TDMN	PREC	HR	Hel. Rel.	VM	GD18	GD20	GD22
BUENOS AIRES (Aeroparque)	BAC	-34,57	-58,42	6	12,8	16,0	9,7	-1,0	1,7	248	76	5,2	14,1	852	1256	1743
BUENOS AIRES	BAC	-34,58	-58,48	25	12,9	17,1	8,8	-2,1	0,1	278	77	5,0	9,7	854	1249	1723
PERGAMINO (INTA)	BAP	-33,93	-60,55	65	11,4	17,3	5,6	-7,0	-4,4	140	79	5,6	11,0	1163	1605	2125
PEHUAJÓ (AERO)	BAP	-35,87	-61,9	87	10,1	15,7	4,5	-7,8	-5,2	132	79	5,1	10,4	1369	1853	2415
JUNÍN (AERO)	BAP	-34,55	-60,92	81	10,9	16,8	5,1	-8,0	-5,0	151	77	5,1	11,3	1215	1672	2211
NUEVE DE JULIO	BAP	-35,45	-60,88	76	10,9	16,4	5,4	-6,3	-3,8	172	76	-	10,6	1216	1674	2210
SAN FERNANDO	BAP	-34,45	-58,58	3	12,3	17,0	7,5	-5,4	-2,3	252	78	-	11,1	968	1382	1886
DON TORCUATO (AERO)	BAP	-34,48	-58,62	4	12,0	16,6	7,5	-4,7	-2,7	253	80	5,3	10,5	1012	1436	1937
SAN MIGUEL	BAP	-34,55	-58,73	26	12,0	16,9	7,2	-4,8	-2,2	247	81	5,1	8,2	1018	1441	1944
EL PALOMAR (AERO)	BAP	-34,6	-58,6	12	11,4	16,8	6,1	-7,0	-4,5	234	79	5,1	11,0	1133	1575	2097
EZEIZA (AERO)	BAP	-34,82	-58,53	20	11,4	16,6	6,2	-5,8	-3,5	228	78	3,5	12,6	1139	1583	2107
LA PLATA (AERO)	BAP	-34,97	-57,9	23	11,08	15,7	6,5	-4,3	-2,5	264	83	5,1	13	1210	1678	2228
PUNTA INDIO B.A.	BAP	-35,37	-57,28	22	11,1	15,5	6,8	-4,4	-1,9	273	86	5,0	13,5	1188	1657	2207
CORONEL SUÁREZ (AERO)	BAP	-37,43	-61,88	233	7,96	13,9	2	-13,5	-7,7	143	79	4,9	11,8	1908	2472	3100
TANDIL (AERO)	BAP	-37,23	-59,25	175	8,5	14,1	2,9	-11,6	-6,6	180	80	4,4	13,4	1839	2409	3046
BENITO JUÁREZ (AERO)	BAP	-37,72	-59,78	207	8,5	13,8	2,8	-8,7	-5,5	172	81	5,0	12,1	1793	2344	2960
PIGÜÉ (AERO)	BAP	-37,6	-62,38	304	8,0	13,5	2,6	-12,2	-6,4	124	75	4,6	9,3	1858	2405	3019
LAPRIDA	BAP	-37,57	-60,77	212	8,4	14,6	2,5	-8,9	-6,1	173	69		11,3	1815	2362	2979
TRES ARROYOS	BAP	-38,03	-60,25	115	9,2	14,2	4,3	-10,0	-4,4	180	75	4,4	12,0	1629	2163	2763
MAR DEL PLATA (AERO)	BAP	-37,93	-57,58	21	9,4	14,4	4,4	-9,3	-4,4	239	82	3,1	14,3	1707	2277	2917
BAHÍA BLANCA (AERO)	BAP	-38,73	-62,02	83	9,6	15,3	4,0	-11,8	-5,6	142	73	5,0	21,8	1477	1966	2524

DATOS CLIMATICOS DE VERANO

ESTACIÓN	Prov.	Latitud	Longitud	ASNM	TMED	TMAX	TMIN	TMA	TDMX	PREC	HR	Hel. Rel.	VM
BUENOS AIRES (Aeroparque)	BAC	-34,57	-58,42	6	23,3	27,0	19,6	39,6	34,4	451,5	69,3	8,5	16,7
BUENOS AIRES	BAC	-34,58	-58,48	25	23,7	28,5	18,8	40,5	36,5	515,8	67,6	8,2	11,1
PERGAMINO	BAP	-33,93	-60,55	65	22,3	28,7	15,9	40,3	37,7	465,9	70,7	8,7	10,2
PEHUAJÓ (AERO)	BAP	-35,87	-61,9	87	21,5	28,1	14,9	39,0	36,5	472,5	72,2	9,0	11,9
JUNIN (AERO)	BAP	-34,55	-60,92	81	21,9	28,4	15,4	41,3	36,9	182,3	71,8	8,3	11,5
NUEVE DE JULIO	BAP	-35,45	-60,88	76	22,3	29,0	15,6	41,8	37,4	475,4	67,5	–	10,8
SAN FERNANDO	BAP	-34,45	-58,58	3	22,8	27,8	17,8	39,4	35,6	453,9	69,2	–	13,6
DON TORCUATO (AERO)	BAP	-34,48	-58,62	4	23,0	28,0	18,0	40,0	36,4	444,3	71,0	8,7	12,9
SAN MIGUEL	BAP	-34,55	-58,73	26	22,9	28,5	17,4	40,5	36,5	465,1	72,9	8,7	9,5
EL PALOMAR (AERO)	BAP	-34,6	-58,6	12	22,5	28,3	16,8	39,7	36,4	459,0	69,2	8,1	12,9
EZEIZA (AERO)	BAP	-34,82	-58,53	20	22,4	28,5	16,4	41,2	36,9	422,4	69,8	6,4	13,7
LA PLATA (AERO)	BAP	-34,97	-57,9	23	21,9	27,4	16,4	39,9	35,5	446,2	76,2	8,7	15,1
PUNTA INDIO B.A.	BAP	-35,37	-57,28	22	21,9	26,6	17,1	39,8	35,3	394,9	78,9	8,1	16,6
CORONEL SUÁREZ (AERO)	BAP	-37,43	-61,88	233	19,7	27,0	12,4	39,2	35,5	378,6	67,9	8,6	15,0
TANDIL	BAP	-37,23	-59,25	175	19,5	26,4	12,6	37,4	34,9	377,0	71,2	7,7	14,8
BENITO JUÁREZ (AERO)	BAP	-37,72	-59,78	207	20,1	26,8	12,6	39,7	35,6	360,0	72,9	9,2	13,3
PIGÜÉ (AERO)	BAP	-37,6	-62,38	304	20,2	27,1	13,0	39,5	36,0	373,5	64,0	8,4	9,6
LAPRIDA	BAP	-37,57	-60,77	212	20,2	28,3	12,4	39,7	36,7	391,6	66,9	–	12,1
TRES ARROYOS	BAP	-38,03	-60,25	115	20,2	27,4	13,9	40,5	36,6	344,9	64,2	8,5	13,3
MAR DEL PLATA (AERO)	BAP	-37,93	-57,58	21	19,4	25,2	13,6	39,3	35,6	372,9	76,3	6,0	16,6
BAHIA BLANCA (AERO)	BAP	-38,73	-62,02	83	22,0	29,2	14,8	43,8	39,0	271,9	58,2	9,2	24,4

8. Tabla de Transmitancias térmicas máximas admisibles de Muros y Techos

K_{MAX ADM} de Muros y Techos Condición de invierno*				
Temperatura exterior mín. de diseño (TDMN) [°C]	Nivel A [W/m²K]		Nivel B [W/m²K]	
	Muros	Techos	Muros	Techos
-8	0,28	0,24	0,74	0,63
-7	0,29	0,25	0,77	0,65
-6	0,3	0,26	0,8	0,67
-5	0,31	0,27	0,83	0,69
-4	0,32	0,28	0,87	0,72
-3	0,33	0,29	0,91	0,74
-2	0,35	0,3	0,95	0,77
-1	0,36	0,31	0,99	0,8
>0	0,38	0,32	1	0,83

*Para valores de **te** intermedios, los **K_{MAX ADM}** se obtienen por intepolación lineal

Los valores de Transmitancias Máximas Admisibles de Muros y Techos para las condiciones climáticas de la Provincia de Buenos Aires dependen: para **Muros**, de las temperaturas mínimas de diseño (TDMN) y para **Techos**, de las Zonas Bioambientales a la que pertenezcan (aunque para **III** y **IV** este valor es uno solo para toda la provincia) **K_{MAX ADM} = 0,48 W/m².K**. No obstante, este valor es aplicable a superficies con coeficientes de **absorción de la radiación solar α** de **0,7 ± 0,1** (es decir para superficies de colores intermedios). Para coeficientes menores **α < 0,6** (superficies claras) se deberá incrementar un **30%** resultando el **K_{MAX ADM} = 0,62 W/m²K**; en tanto que para cubiertas cuyo coeficiente de absorción de la radiación solar sea mayor **α > 0,8** (superficies oscuras), dicho valor se deberá disminuir un **20%** resultando un **K_{MAX ADM} = 0,38 W/m²K**.

K_{MAX ADM} de Techos [W/m²K] Condición de verano*		
Zona Bioambient.	Nivel A [W/m²K]	Nivel B [W/m²K]
III y IV	0,19	0,48
Nivel B α > 0,8	-20%	0,38
Nivel B α < 0,6	+30%	0,62

Color de la superficie: Claro Mediano Oscuro

Valores orientativos de coeficientes de absorción de irradiación solar α		
Materiales	Coeficiente de absorción α	
Ladrillo común	0,70	
Ladrillos negros oscuros	0,75 a 0,85	
Ladrillos rojos claros	0,50 a 0,60	
Tejas Cerámicas Rojas (s/ color)	0,75 a 0,85	
Hormigón a la vista	0,70	
Hormigón a la vista (texturado)	0,80	
Hormigón con agregado y cemento blanco	0,50	
Revoque	0,55	
Revoque claro	0,40	
Marfil blanco	0,40 a 0,50	
Baldosas rojas	0,85	
Aluminio anodizado (natural)	0,45	
Aluminio envejecido	0,80	
Chapa galvanizada	0,50	

Valores orientativos de coeficientes de absorción de irradiación solar α

Materiales	Coeficiente de absorción α		
	Clara	Mediana	Oscura
Amarillo	0,30	0,50	0,7
Castaño claro (beige)	0,35	0,55	0,90
Castaño	0,45	0,75	0,98
Rojo	0,65	0,80	0,90
Verde	0,40	0,70	0,85
Azul	0,40	0,75	0,90
Gris	0,45	0,65	0,75
Anaranjado	0,40	0,60	0,75
Rosa	0,45	0,55	0,70
Púrpura	0,60	0,80	0,90
Aluminio		0,45	
Negro			0,95

Que especifica la Ley 13059 y su Decreto Reglamentario sobre los PUENTES TÉRMICOS*

“Para minimizar la ocurrencia de los puentes térmicos, los materiales aislantes térmicos de masa o soluciones constructivas especificadas en el proyecto, sólo podrán estar interrumpidas por elementos estructurales y/o tuberías, cañerías de las instalaciones de servicios. Los materiales aislantes térmicos de masa o soluciones constructivas especificadas en el proyecto, deberán cubrir el máximo de la superficie de la parte del muro, techo y piso, conformando un elemento continuo por todo el contorno de la envolvente expuesta al aire exterior.

En todos los casos, **la transmitancia térmica correspondiente a un puente térmico, no puede ser mayor que una vez y medio el valor de la transmitancia térmica del cerramiento opaco, establecido en Norma IRAM 11605.**

En las normas **IRAM 11625** y **11630** se dan soluciones que se deben adoptar para evitar los puentes térmicos frecuentes.”

* En **IRAM 11605** se establecen los criterios de evaluación y método de cálculo de los puentes térmicos.

9. Valores de Rsi para Iram 11625 y 11630

VALORES DE RESISTENCIA SUPERFICIAL INTERIOR

LUGAR	Rsi
	m ² .K/W
Paños centrales (IRAM 11625)	0,17
Aristas superiores y rincones	0,25
Aristas verticales a altura media	0,25
Aristas y rincones inferiores	0,34
Vidrios	0,15
Rincones y aristas "protegidas" (como interiores de placares sobre muros exteriores)	0,50
Detrás de muebles en muros externos	0,50

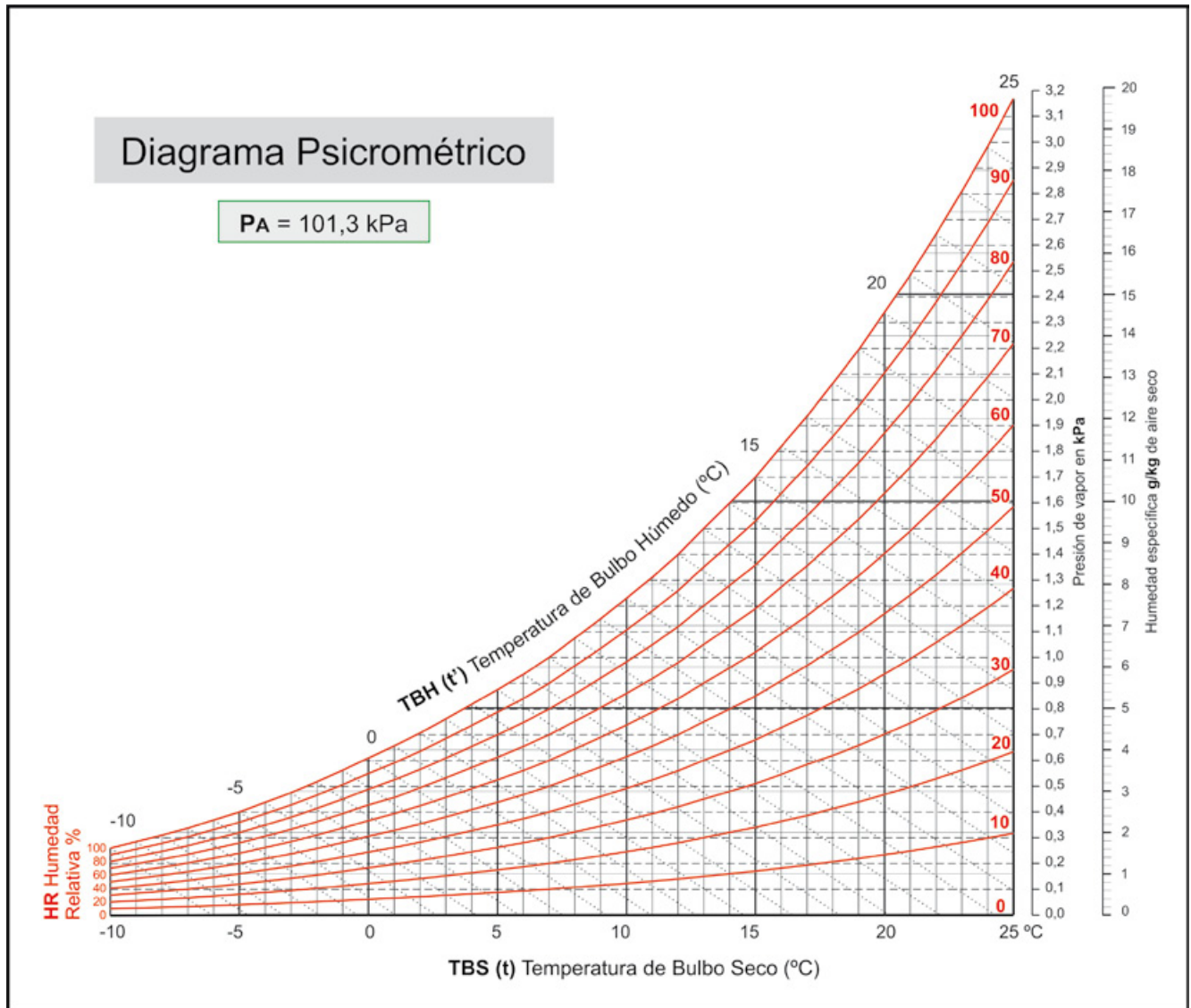
10. Tabla Permeabilidades y Permeancias al vapor

MATERIAL		Densidad (ρ)	Permeabilidad al vapor de agua (δ)	Permeancia al vapor de agua (Δ)
		kg/m ³	g/m ² ·h·kPa	g/m ² ·h·kPa
Aire en reposo			0,626	
MATERIALES AISLANTES				
Lana de roca			0,6	
Lana de vidrio			0,5	
Poliestireno expandido	en planchas	30	$0,75 \cdot 10^{-2}$	
		25	$1,08 \cdot 10^{-2}$	(estimado)
		20	$1,42 \cdot 10^{-2}$	ensayo
		15	$1,84 \cdot 10^{-2}$	(estimado)
		10	$2,25 \cdot 10^{-2}$	
	en copos		$2,25 \cdot 10^{-2}$	
HORMIGONES				
Hormigón armado			$0,75 \cdot 10^{-2}$	
Hormigones livianos			0,4	
Hormigón celular			$11,0 \cdot 10^{-2}$	
MORTEROS				
de cemento		2000	$2,2 \cdot 10^{-2}$	
de cal y cemento		1800	$4,4 \cdot 10^{-2}$	
de cal y cemento con siliconas		2100	$2,7 \cdot 10^{-2}$	
de cal y cemento con impermeabilizantes de cal		1700	$3,7 \cdot 10^{-2}$	
de cal y yeso		1400	$5,0 \cdot 10^{-2}$	
de yeso con arena		1400	$6,5 \cdot 10^{-2}$	
de yeso		1200	$7,0 \cdot 10^{-2}$	
MAMPOSTERÍA				
De ladrillos comunes macizos con mortero de asiento y sin revoque		1500	$8,0 \cdot 10^{-2}$	
De bloque cerámico portante con agujeros verticales con asiento de mortero y sin revoque		850 a 1200	$10,0 \cdot 10^{-2}$	
De bloque cerámico portante con agujeros horizontales, con asiento de mortero y sin revoque		850 a 1100	$13,0 \cdot 10^{-2}$	
MADERAS				
Tableros porosos asiento y sin revoque		300	0,33	
Tableros duros (tipo "hardboard") con asiento de mortero y sin revoque			$0,7 \cdot 10^{-2}$	
Madera terciada con pegamentos resinosos			$0,09 \cdot 10^{-2}$ a	
Madera enchapada		600	$0,2 \cdot 10^{-2}$	
Tablero de fibras duras		600	$4,3 \cdot 10^{-2}$	
		800	$1,6 \cdot 10^{-2}$	
		1000	$0,9 \cdot 10^{-2}$	
Maderas en general			$2,25 \cdot 10^{-2}$ a	
			$4,50 \cdot 10^{-2}$	
Placas		1400	$2,6 \cdot 10^{-2}$	
		1800	$1,0 \cdot 10^{-2}$	

MATERIAL			Densidad (ρ)	Permeabilidad al vapor de agua (δ)	Permeancia al vapor de agua (Δ)
			kg/m³	g/m·h·kPa	g/m²·h·kPa
REVESTIMIENTOS					
Cerámicos, tipo porcelana con mortero de cemento			1900	0,32 · 10 ⁻²	
Azulejos con mortero de cemento			1700	0,32 · 10 ⁻²	
Baldosas de pavimentación con mortero de cemento			2300	0,2 · 10 ⁻²	
Placas de clinker con mortero de cemento			2000	0,2 · 10 ⁻²	
Linóleo			1200	0,13 · 10 ⁻²	
De plástico y de caucho			1300	0,08 · 10 ⁻²	
VIDRIO				6,4 · 10 ⁻⁵	
METALES				0	
MASILLAS Y ADHESIVOS		Espesor (mm)			
Bituminosa, asfalto		5,0			6,5 · 10 ⁻²
Caucho artificial de polisulfuros (Thiokol)		10,0			2,2 · 10 ⁻²
Resina epoxi		0,5			0,13 · 10 ⁻²
		2,0			0,16
PINTURAS		Espesor (mm)			
Una capa	En frío, bituminosa	0,1			1,08
Dos capas	Asfáltica sobre madera terciada	Variable			0,08
	Aluminizada sobre madera				0,66 a 0,19
	Esmalte sobre revestimiento liso				0,1 a 0,3
	Selladora sobre tablero aislante				0,19 a 0,43
	Imprimación y pintura al óleo liviana sobre revestimiento				0,62
	Al agua, tipo emulsión				16,0
Tres capas	Pintura exterior al óleo sobre madera	Variable			0,21
	Látex				1,13
	Mástic polietileno cloro-sulfonado (1130 g/m² a 2260 g/m²)				0,012
	Mástic asfáltico				0,10
PINTURAS		Espesor (mm)			
Pintura a la cal					75
Pintura tipo "epoxi"					1,13
Pintura a base de siliconas					3,75
Pintura esmalte aplicada sobre enlucido					0,4
Resina acrílica de vinil-tolueno					
Resina acrílica		200-210			
Terpolímero de acetato, cloruro y laurato de vinilo		205			
Poliisocianato más poliéster		133			
Resina acrílica de estireno (pintura texturada)		1000			
Copolímero de cloruro de vinilo-acetato de vinilo más ácido maleico		220			
Resinas de poliuretano		200			

MATERIAL			Densidad (ρ)	Permeabilidad al vapor de agua (δ)	Permeancia al vapor de agua (Δ)
			kg/m ³	g/m·h·kPa	g/m ² ·h·kPa
PELÍCULAS Y BARRERAS DE VAPOR		Espesor (μm)			
Hoja de aluminio		25			0
		8			$1,12 \cdot 10^{-2}$
Poliétileno		50			$3,3 \cdot 10^{-2}$
		100			$1,6 \cdot 10^{-2}$
		150			$1,2 \cdot 10^{-2}$
		200			$0,8 \cdot 10^{-2}$
		250			$0,6 \cdot 10^{-2}$
Poliéster		25			0,15
BARRERAS Y FRENOS DE VAPOR		Espesor (μm)			
Policlo- ruro de vinilo	no plastificado	50			0,14
	plastificado	100			0,29
Fieftros	Alquitranado	Variable de 50 a 100			2,28
	Asfáltico				0,67
	Saturado y revestido en rollos pesados para cubiertas				0,03
	Bituminado con hoja de aluminio				0,03
Papel	Kraft y láminas de asfalto refor- zado				0,15
	Kraft (500 g/m ²)				7,60
Lámina de papel embreado y revestido					0,23
Película plástica (*)		25			0,01
Hule					0,015
(*) NOTA. Tipo "MYLAR"					

11. Diagrama Psicrométrico



12. Tabla de Presiones de Vapor de Saturación

Temperatura	Presiones de vapor de agua									
°C	kPa									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
30	4,244	4,269	4,294	4,319	4,344	4,369	4,394	4,419	4,445	4,469
29	4,006	4,030	4,053	4,077	4,101	4,148	4,148	4,172	4,196	4,219
28	3,781	3,803	3,826	3,848	3,871	3,894	3,916	3,939	3,961	3,984
27	3,566	3,588	3,609	3,631	3,652	3,674	3,695	3,717	3,793	3,759
26	3,362	3,382	3,403	3,423	3,443	3,463	3,484	3,504	3,525	3,544
25	3,169	3,188	3,208	3,227	3,246	3,266	3,284	3,304	3,324	3,343
24	2,985	3,003	3,021	3,040	3,059	3,077	3,095	3,114	3,132	3,151
23	2,810	2,827	2,845	2,863	2,880	2,897	2,915	2,932	2,950	2,968
22	2,645	2,661	2,678	2,695	2,711	2,727	2,744	2,761	2,777	2,794
21	2,487	2,504	2,518	2,535	2,551	2,566	2,582	2,598	2,613	2,629
20	2,340	2,354	2,369	2,384	2,399	2,413	2,428	2,443	2,457	2,473
19	2,197	2,212	2,227	2,241	2,254	2,268	2,283	2,297	2,310	2,324
18	2,065	2,079	2,091	2,105	2,119	2,132	2,145	2,158	2,172	2,185
17	1,937	1,950	1,963	1,976	1,988	2,001	2,014	2,027	2,039	2,052
16	1,818	1,830	1,841	1,854	1,866	1,878	1,889	1,901	1,914	1,926
15	1,706	1,717	1,729	1,739	1,750	1,762	1,773	1,784	1,795	1,806
14	1,599	1,610	1,621	1,631	1,642	1,653	1,663	1,674	1,684	1,695
13	1,498	1,508	1,518	1,528	1,538	1,548	1,559	1,569	1,578	1,588
12	1,403	1,413	1,422	1,431	1,441	1,451	1,460	1,470	1,479	1,488
11	1,312	1,321	1,330	1,340	1,349	1,358	1,367	1,375	1,385	1,394
10	1,228	1,237	1,245	1,254	1,262	1,270	1,279	1,287	1,296	1,304
9	1,148	1,156	1,163	1,171	1,179	1,187	1,195	1,203	1,211	1,218
8	1,073	1,081	1,088	1,096	1,103	1,110	1,117	1,125	1,133	1,140
7	1,002	1,008	1,016	1,023	1,030	1,038	1,045	1,052	1,059	1,066
6	0,935	0,942	0,949	0,955	0,961	0,968	0,975	0,982	0,988	0,995
5	0,872	0,878	0,884	0,890	0,896	0,902	0,907	0,913	0,919	0,925
4	0,813	0,819	0,825	0,831	0,837	0,843	0,849	0,854	0,861	0,866
3	0,759	0,765	0,770	0,776	0,781	0,787	0,793	0,798	0,803	0,808
2	0,705	0,710	0,716	0,721	0,727	0,732	0,737	0,743	0,748	0,753
1	0,657	0,662	0,667	0,672	0,677	0,682	0,687	0,691	0,696	0,700
0	0,611	0,616	0,621	0,626	0,630	0,635	0,640	0,645	0,648	0,653
0	0,611	0,605	0,600	0,595	0,592	0,587	0,582	0,577	0,572	0,567
-1	0,562	0,557	0,552	0,547	0,543	0,538	0,534	0,531	0,527	0,522
-2	0,517	0,514	0,509	0,505	0,501	0,496	0,492	0,489	0,484	0,480
-3	0,476	0,472	0,468	0,464	0,461	0,456	0,452	0,448	0,444	0,440
-4	0,437	0,433	0,430	0,426	0,423	0,419	0,415	0,412	0,408	0,405
-5	0,401	0,398	0,395	0,391	0,388	0,385	0,382	0,379	0,375	0,372
-6	0,368	0,365	0,362	0,359	0,356	0,353	0,350	0,347	0,343	0,340
-7	0,337	0,336	0,333	0,330	0,327	0,324	0,321	0,318	0,315	0,312
-8	0,310	0,306	0,304	0,301	0,298	0,296	0,294	0,291	0,288	0,286
-9	0,284	0,281	0,279	0,276	0,274	0,272	0,269	0,267	0,264	0,262
-10	0,260	0,258	0,255	0,253	0,251	0,249	0,246	0,244	0,242	0,239
-11	0,237	0,235	0,233	0,231	0,229	0,228	0,226	0,224	0,221	0,219
-12	0,217	0,215	0,213	0,211	0,209	0,208	0,206	0,204	0,202	0,200
-13	0,198	0,197	0,195	0,193	0,191	0,190	0,188	0,186	0,184	0,182
-14	0,181	0,180	0,178	0,177	0,175	0,173	0,172	0,170	0,168	0,167
-15	0,165	0,164	0,162	0,161	0,159	0,158	0,157	0,155	0,153	0,152
-16	0,150	0,149	0,148	0,146	0,145	0,144	0,142	0,141	0,139	0,138
-17	0,137	0,136	0,135	0,133	0,132	0,131	0,129	0,128	0,127	0,126
-18	0,125	0,124	0,123	0,122	0,121	0,120	0,118	0,117	0,116	0,115
-19	0,114	0,113	0,112	0,111	0,110	0,109	0,107	0,106	0,105	0,104
-20	0,103	0,102	0,101	0,100	0,099	0,098	0,097	0,096	0,095	0,094

13. 11507-1 Infiltración Ventanas

Caudal de aire para una presión de 100 Pa (10 mm H ₂ O)		
Clasificación según la infiltración de aire	Caudal de aire por metro de junta	Designación
	(m ³ /h.m)	
IRAM A1	Mayor que 4,01 hasta 6,00	Normal
IRAM A2	Mayor que 2,01 hasta 4,00	Mejorada
IRAM A3	Hasta 2,00	Reforzada

La Ley exige clasificar **IRAM A1** para carpinterías colocadas en edificios de **hasta 10 m de altura** sobre el nivel del terreno (medido hasta el dintel de la ventana), e **IRAM A2** para carpinterías colocadas por encima de ese nivel.

14. 11507-4 Categorías de Aislación térmica

IRAM 11507-4 Tabla de categoría de aislación	
Categoría de aislación	Transmitancia térmica K W/K m ²
K ₁	K < 1,0
K ₂	1,0 ≤ K ≤ 1,5
K ₃	1,5 ≤ K ≤ 2,0
K ₄	2,0 ≤ K ≤ 3,0
K ₅	3,0 ≤ K ≤ 4,0
No clasificable	K > 4,0

IMPORTANTE: Se exige cumplir con la Categoría de aislación **K₅** en edificios de **hasta 10 m de altura** sobre el nivel del terreno (medidos hasta el dintel de ventana) y **K₄** para las carpinterías colocadas por encima de ese nivel.

15. Transmitancia térmica de ventanas con perfilaría de Aluminio y PVC

Transmitancia térmica (K) de ventanas con perfilaría de aluminio y perfilaría de PVC									
Transmitancia térmica (K) de ventanas con perfilaría de aluminio en [W/(m ² . K)]					Transmitancia térmica (K) de ventanas con perfilaría de aluminio en [W/(m ² . K)]				
TIPOLOGIA	Vidrio simple 6 (mm)	DVH 6-12-6 (mm)	DVH Low E 6-12-6 (mm)	DVH Low E con argon 4-15-4 (mm)	TIPOLOGIA	Vidrio simple 6 (mm)	DVH 6-12-6 (mm)	DVH Low E 6-12-6 (mm)	DVH Low E con argon 4-15-4 (mm)
Ventana simple sin ruptor de puente térmico	5,86	3,82	3,14	2,8	Ventana simple PVC de 2 cámaras	4,65	2,61	1,93	1,59
Ventana simple con ruptor de puente térmico	4,86	2,82	2,13	1,79	Ventana simple PVC de 3 cámaras	4,59	2,55	1,86	1,52
Doble ventana con ruptor de puente térmico	1,99	1,25	0,97	0,83	Ventana doble PVC de 3 cámaras	1,9	1,14	0,86	0,71
Doble ventana con cortina de enrollar cerrada	1,52	1,05	0,84	0,74	Ventana doble PVC de 3 cámaras con cortina de enrollar cerrada	1,47	0,97	0,76	0,64

16. Transmitancia K y Factor solar FS de vidrios y ventanas

Tabla de transmitancia térmica K y factor solar FS de vidrios y ventanas										
	Sin Protección		Persiana exterior de madera, PVC o aluminio.		Parasol horizontal fijo con proporción 1:2 saliente - altura		Parasoles verticales fijos o móviles		Cortina exterior	
Tipo de vidrio	Transmitancia térmica K	FACTOR SOLAR (FS)	Transmitancia térmica K	FES	Transmitancia térmica K	FACTOR SOLAR (FS)	Transmitancia térmica K	FACTOR SOLAR (FS)	Transmitancia térmica K	FACTOR SOLAR (FS)
	W/m ² .K		W/m ² .K		W/m ² .K		W/m ² .K		W/m ² .K	
Incoloro (3 mm)	5,80	1,00	2,80	0,22	5,80	0,40	5,80	0,30	5,80	0,25
Incoloro (4 mm)	5,80	0,98	2,80	0,22	5,80	0,40	5,80	0,30	5,80	0,25
Incoloro (5 mm)	5,80	0,96	2,80	0,21	5,80	0,40	5,80	0,30	5,80	0,24
Incoloro (6 mm)	5,80	0,95	2,80	0,21	5,80	0,40	5,80	0,30	5,80	0,24
Incoloro (10 mm)	5,80	0,89	2,80	0,20	5,80	0,40	5,80	0,30	5,80	0,22
Laminado (3+3) o (4+4)	5,70	0,95	2,80	0,21	5,70	0,40	5,70	0,30	5,70	0,22
Laminado 4+4 reflectivo cara 2	5,60	0,30	2,70	0,07	5,60	0,31	5,60	0,15	5,60	0,15
Coloreado en su masa Gris (3 mm)	5,80	0,85	2,70	0,19	5,80	0,37	5,80	0,30	5,80	0,21
Coloreado en su masa Gris (6 mm)	5,70	0,73	2,70	0,16	5,70	0,37	5,70	0,30	5,70	0,18
Coloreado en su masa Bronce (3 mm)	5,80	0,85	2,70	0,19	5,80	0,37	5,80	0,29	5,80	0,21
Coloreado en su masa Bronce (6 mm)	5,70	0,73	2,70	0,16	5,70	0,37	5,70	0,27	5,70	0,18
Coloreado en su masa Verde (3 mm)	5,80	0,82	2,70	0,18	5,80	0,37	5,80	0,27	5,80	0,21
Coloreado en su masa Verde (6 mm)	5,70	0,68	2,70	0,15	5,70	0,35	5,70	0,25	5,70	0,17
Coloreado en su masa Azul (6 mm)	5,70	0,72	2,70	0,16	5,70	0,35	5,70	0,27	5,70	0,18
Monolítico de 6 mm reflectivo en cara 2	3,80	0,60	2,25	0,10	3,80	0,40	3,80	0,30	3,80	0,30
Monolítico de 6 mm tonalizado con baja emisividad	3,68	0,52	2,20	0,10	3,68	0,40	3,68	0,30	3,68	0,30
DVH Incoloro ext; incoloro interior (3+12+3 mm)	2,80	0,88	2,15	0,19	2,80	0,35	2,80	0,27	2,80	0,22
DVH Incoloro ext; incoloro interior (4+12+4 mm)	2,80	0,86	2,15	0,18	2,80	0,35	2,80	0,30	2,80	0,20
DVH Incoloro ext; incoloro interior (6+12+6 mm)	2,80	0,81	2,15	0,18	2,70	0,35	2,70	0,30	2,70	0,18
DVH Color Gris ext; incoloro interior (3+12+3 mm)	2,70	0,72	2,15	0,16	2,70	0,35	2,70	0,30	2,70	0,15
DVH Color Gris ext; incoloro interior (6+12+6 mm)	2,70	0,59	2,15	0,13	2,70	0,35	2,70	0,20	2,70	0,18
DVH Color Bronce ext; incoloro interior (3+12+3 mm)	2,70	0,70	2,15	0,15	2,70	0,35	2,70	0,30	2,70	0,14
DVH Color Bronce ext; incoloro interior (6+12+6 mm)	2,70	0,54	2,15	0,12	2,70	0,35	2,70	0,20	2,70	0,18

Tabla de transmitancia térmica K y factor solar FS de vidrios y ventanas										
	Sin Protección		Persiana exterior de madera, PVC o aluminio.		Parasol horizontal fijo con proporción 1:2 saliente - altura		Parasoles verticales fijos o móviles		Cortina exterior	
Tipo de vidrio	Transmitancia térmica K	FACTOR SOLAR (FS)	Transmitancia térmica K	FES	Transmitancia térmica K	FACTOR SOLAR (FS)	Transmitancia térmica K	FACTOR SOLAR (FS)	Transmitancia térmica K	FACTOR SOLAR (FS)
	W/m².K		W/m².K		W/m².K		W/m².K		W/m².K	
DVH Color Verde ext; incoloro interior (3+12+3 mm)	2,70	0,70	2,15	0,15	2,70	0,35	2,70	0,30	2,70	0,14
DVH Color Verde ext; incoloro interior (6+12+6 mm)	2,70	0,54	2,15	0,12	2,70	0,35	2,70	0,25	2,70	0,15
DVH Color Azul ext; incoloro interior (6+12+6 mm)	2,70	0,58	2,15	0,13	1,80	0,32	1,80	0,25	1,80	0,14
DVH Reflectivo Incoloro ext; incoloro int (6+12+6 mm)	1,80	0,54	1,40	0,12	1,80	0,32	1,80	0,25	1,80	0,09
DVH Reflectivo Gris ext; incoloro int (6+12+6 mm)	1,80	0,35	1,40	0,08	1,80	0,35	1,80	0,20	1,80	0,10
DVH Reflectivo Bronce ext; incoloro int (6+12+6 mm)	1,80	0,38	1,40	0,08	1,80	0,35	1,80	0,15	1,80	0,09
DVH Reflectivo Blue-Green ext; incoloro int (6+12+6 mm)	1,80	0,36	1,40	0,08	1,80	0,35	1,80	0,15	1,80	0,07
DVH - Reflectivo Verde ext; incoloro int (6+12+6 mm)	1,80	0,28	1,40	0,06	1,80	0,28	1,80	0,15	1,80	0,08
DVH Reflectivo Azul ext; incoloro int (6+12+6 mm)	1,80	0,30	1,40	0,07	1,80	0,30	1,80	0,15	1,80	0,20
DVH Incoloro ext; Low-e interior (3+12+3 mm)	1,80	0,81	1,40	0,18	1,80	0,40	1,80	0,30	1,80	0,19
DVH - Incoloro ext; Low-e interior (6+12+6 mm)	1,80	0,75	1,40	0,17	1,80	0,40	1,80	0,30	1,80	0,16
DVH Color Gris exterior Low-e interior (3+12+3 mm)	1,80	0,63	1,40	0,14	1,80	0,37	1,80	0,30	1,80	0,12
DVH Color Gris exterior Low-e interior (6+12+6 mm)	1,80	0,46	1,40	0,1	1,80	0,32	1,80	0,25	1,80	0,17
DVH Color Bronce exterior; Low-e interior (3+12+3 mm)	1,80	0,66	1,40	0,15	1,80	0,35	1,80	0,30	1,80	0,13
DVH Color Bronce exterior; Low-e interior (6+12+6 mm)	1,80	0,52	1,40	0,11	1,80	0,33	1,80	0,30	1,80	0,16
DVH Color Verde exterior; Low-e interior (3+12+3 mm)	1,80	0,63	1,40	0,14	1,80	0,33	1,80	0,30	1,80	0,12
DVH Color Verde exterior; Low-e interior (6+12+6 mm)	1,80	0,48	1,40	0,11	1,70	0,32	1,70	0,24	1,70	0,13
DVH Reflectivo incoloro ext, Low-e int (6+12+6 mm)	1,70	0,50	1,30	0,11	1,70	0,32	1,70	0,24	1,70	0,08
DVH Reflectivo Gris ext; Low-e interior (6+12+6 mm)	1,70	0,31	1,30	0,07	1,70	0,31	1,70	0,22	1,70	0,09

Tabla de transmitancia térmica K y factor solar FS de vidrios y ventanas										
	Sin Protección		Persiana exterior de madera, PVC o aluminio.		Parasol horizontal fijo con proporción 1:2 saliente - altura		Parasoles verticales fijos o móviles		Cortina exterior	
Tipo de vidrio	Transmitancia térmica K	FACTOR SOLAR (FS)	Transmitancia térmica K	FES	Transmitancia térmica K	FACTOR SOLAR (FS)	Transmitancia térmica K	FACTOR SOLAR (FS)	Transmitancia térmica K	FACTOR SOLAR (FS)
	W/m².K		W/m².K		W/m².K		W/m².K		W/m².K	
DVH Reflectivo Bronce ext; Low-e interior (6+12+6 mm)	1,70	0,34	1,30	0,07	1,70	0,32	1,70	0,20	1,70	0,06
DVH Reflectivo Verde ext; Low-e interior (6+12+6 mm)	1,70	0,31	1,30	0,05	1,70	0,31	1,70	0,20	1,70	0,06
DVH Incoloro ext., Low E c/argon (4+15+4)	1,30	0,75	1,05	0,08	1,30	0,40	1,30	0,30	1,30	0,30
DVH Reflectivo Incoloro ext., Low E c/argon (4+15+4)	1,30	0,50	1,05	0,05	1,30	0,40	1,30	0,25	1,30	0,25
DVH Lam. 4+4 reflectivo cara 2+12 + incoloro int. 6mm	2,70	0,20	1,80	0,07	2,70	0,20	2,70	0,15	2,70	0,15
DVH Lam. 4+4 reflectivo cara 2+12+6mm Low E cara 5	1,80	0,17	1,34	0,07	1,80	0,17	1,80	0,17	1,80	0,17
U Glass simple	5,80	0,80			5,80	0,40	5,80	0,30	5,80	0,30
U Glass doble	1,80	0,60			1,80	0,40	1,80	0,30	1,80	0,30
Ladrillos de vidrio de 8 cm con una cámara	2,80	0,81			2,80	0,40	2,80	0,30	2,80	0,30
Ladrillos de vidrio de 16 cm con dos cámaras	1,80	0,65			1,80	0,40	1,80	0,30	1,80	0,30
Polycarbonato macizo transparente incoloro de 3 mm	5,46	0,89			5,46	0,40	5,46	0,30	5,46	0,30
Polycarbonato incoloro con 2 cámaras espesor 10 mm	2,70	0,76			2,70	0,35	2,70	0,20	2,70	0,20
Polycarbonato opalino con 2 cámaras espesor 10 mm	2,70	0,65			2,70	0,35	2,70	0,20	2,70	0,20
Factor solar (FS): Es la ganancia de energía solar total relativa a la energía solar incidente. Incluye la energía solar transmitida directamente a través del vidrio más la energía solar absorbida, y en parte transmitida al interior por irradiación infrarroja de onda larga y convección.										
Coefficiente de sombra (CS): Es la relación entre la ganancia solar total, incidiendo en forma normal respecto de un vidrio incoloro de 3 mm de espesor.										

17. Cuadro de propiedades físicas del EPS

CUADRO DE PROPIEDADES FISICAS DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS						
Propiedad		Unidad	Densidad aparente			
Densidad aparente		kg/m³	15	20	25	30
Resistencia mínima a la compresión o tensión mínima de compresión al 10 % de deformación (el valor que resulte menor)		kPa	65	110	150	200
Conductividad térmica máxima a 10°C temperatura media, 28 días de estacionado, si corresponde		W/(m.K)	0,037	0,034	0,033	0,032
Deformación máxima después de 48 h a 70°C		%	5	5	5	5
Deformaciones lentas máximas después de 48 h a 80°C con 20 kPa de carga		%	-	5	5	-
Deformaciones lentas máximas después de 7 d a 70°C con 40 kPa de carga		%	-	-	-	5
Permeabilidad al vapor de agua		g/mhkPa	de 0,75 x 10 ⁻² a 2,25 x 10 ⁻²			
Absorción de agua por inmersión (porcentaje de volumen)	después de 7 días	% Vol.	0,5 - 1,5			
	después de 28 días	% Vol.	1,0 - 3,0			
Equivalencias: 100 kPa = 0,1 N/mm² = 1kgf/cm² 1,16 W/mK = 1 kcal/hm°C						

18. Ejemplo de cálculo de Riesgo de Condensación intersticial

EJEMPLO DE CALCULO DE RIESGO DE CONDENSACION INTERSTICIAL • NORMAS IRAM 11625 / 11630 •												
Flujo de calor horizontal: Muro doble macizo con barrera de vapor y placa de EPS Coronel Suarez (BA), zona bioambiental IVc Templada Fría												
Capa del elemento constructivo [1]		espe- sor [2]	λ [3]	R [4]	T [5]	Δ [6]	δ [7]	R _V [8]	HR [9]	P [10]	t _r [11]	ΔT [12]
		mm	W/m.K	m².K/W	°C	g/m².h.kPa	g/m.h.kPa	m².h.kPa/g		kPa	°C	°C
Tempertura Interior del Aire					18,0				58%	1,195		
Resistencia superficial interior R _{si}				0,13	15,66			0		1,195	9,6	6,06
1	Revoque fino interior	5	0,700	0,01	15,53		0,050	0,10		1,194	9,59	5,95
2	Revoque grueso interior	20	0,930	0,02	15,15		0,044	0,45		1,189	9,53	5,62
3	Hoja interior de ladrillo macizo "común"	120	0,810	0,15	12,48		0,080	1,50		1,174	9,33	3,15
4	Azotado hidrófugo	5	1,130	0,00	12,40		0,022	0,23		1,172	9,3	3,1
5	Film de PE de 150 micrones	0,15			12,40	0,012		83,33		0,318	-7,73	20,13
6	Placa de Poliestireno Expandido EPS de 15 kg/m³	35	0,037	0,95	-4,61		0,023	1,56		0,302	-8,3	3,69
7	Hoja exterior de ladrillo macizo "visto"	120	0,910	0,13	-6,98		0,080	1,50		0,286	-8,9	1,92
8												
Resistencia superficial exterior R _{se}				0,04								
Temperatura de Diseño Mínima TDMN para Coronel Suarez (Zona Bioclimática IVc)					-7,7				90%	0,286		
Resistencia térmica total				1,43	25,7	R _{VT} total al vapor		88,67		0,909		
NOTA: La descripción de los ítems y el procedimiento de cálculo están desarrollados en el capítulo referido al tema "cálculo de riesgo de condensación".												

RECOMENDACIONES GENERALES SOBRE DISEÑO

Se recomienda respetar los siguientes principios básicos de manera prioritaria:

- a) tomar los recaudos necesarios para evitar condensación en la zona del litoral marítimo y fluvial teniendo en cuenta que tiene un alto tenor de humedad relativa;
- b) respetar las orientaciones dadas en la figura al pie.
- c) en la **zona IV** (*dentro de las que aquí nos ocupamos: centro y sur de la provincia de Buenos Aires*), la protección contra el viento es de suma importancia.

Zona III: Templada Cálida

Subzona IIIa.

Se caracteriza por grandes amplitudes térmicas, por lo que es aconsejable el uso de viviendas agrupadas y de todos los elementos y/o recursos que tiendan al mejoramiento de la inercia térmica¹. Tanto en la faz de la orientación como en las necesidades de ventilación, por tratarse de una zona templada, las exigencias pueden ser menores.

- a) En las edificaciones orientadas al oeste es aconsejable prever protecciones solares adecuadas.
- b) Se recomienda que las aberturas estén provistas de sistemas de protección a la radiación solar. Los colores claros exteriores son altamente recomendables.

Subzona IIIb.

Si bien las amplitudes térmicas durante todo el año son pequeñas, para el resto de las consideraciones valen las recomendaciones dadas en el punto anterior.

^{*}**Nota importante:** Las siguientes recomendaciones generales fueron extractadas en su mayoría de la IRAM 11603 de 2012. Esta son sólo son referidas a las zonas y subzonas de la provincia de Buenos Aires. Para el resto de las localidades se recomienda consultar la citada norma.

¹ Como ya fuera tratado en "Definiciones", en el punto "La importancia de la Inercia Térmica en la Construcción", es significativo considerar si el edificio o local será **de uso permanente o eventual**. Luego importará **la ubicación del aislante térmico** en el espesor de la envolvente edilicia que definirá **la masa térmica efectiva**, como la que se halla al interior del aislante, siendo la posición más favorable la más próxima a la cara **exterior**.

Zona IV: Templada Fría

Subzona IVc.

Zona de transición que se extiende desde la zona de mayores amplitudes térmicas hacia las de menores amplitudes térmicas.

Subzona IVd.

Las amplitudes térmicas son pequeñas durante todo el año. El alto tenor de humedad relativa caracteriza esta subzona. Se recomienda protección solar eficiente en el verano.

Viviendas al sur del paralelo 38°

Es primordial un diseño urbanístico que posibilite simultáneamente un asoleamiento correcto de las viviendas y una adecuada protección del viento en los espacios comunes, zonas abiertas de recreación y circulaciones peatonales.

La rigurosidad del clima indica la conveniencia de agrupamientos que permitan minimizar las superficies expuestas al exterior.

Viviendas al norte del paralelo 38°

Zona con altos valores de amplitud térmica durante gran parte del año. Se recomienda prever las medidas necesarias para conferir una mayor inercia térmica.

EVALUACIÓN DE ORIENTACIONES POR ZONAS BIOAMBIENTALES

Radiación solar

Para cada una de las zonas bioambientales se detallan las orientaciones térmicas óptimas, regulares y netamente desfavorables (*ver figura*).

Para las regiones cálidas, las orientaciones térmicamente favorables coinciden con las de mínimo asoleamiento, mientras que para las regiones templadas y frías, las orientaciones con asoleamiento son las deseables.

Zona III: Templada Cálida

Para latitudes mayores que 30°, la orientación óptima es la NO, N, NE y E.

Para latitudes menores que 30° , la orientación óptima es la NO, N, NE, E y SE.

Si bien toda la zona tiene una característica climática homogénea, esto no ocurre con el asoleamiento, pues las características del mismo dependen de la latitud.

Zona IV: Templada Fría

Para latitudes mayores que 30° la orientación favorable es la NO, N, NE y E.

Para latitudes menores que 30° la orientación favorable es la NO, N, NE, E y SE.

Asoleamiento en invierno

Necesidad de asoleamiento

El asoleamiento directo que penetra a través de ventanas en invierno proporciona beneficios psicosigiénicos, mejora la calidad de la iluminación natural y disminuye la demanda de energía convencional para calefacción.

Las recomendaciones mínimas de asoleamiento invernal de esta norma facilitan la verificación y aseguran niveles mínimos de aporte de energía solar, tomando en cuenta la variación de radiación directa según la altura del sol, la transmisión de la radiación a través de vidrios según el ángulo de incidencia y la relación entre el costo del proyecto y los beneficios del asoleamiento.

Requisitos de verificación

En localidades ubicadas al norte de la latitud 47° Sur, se recomienda que en cada edificio a construir se contemplen los siguientes requisitos:

- a) un mínimo de dos horas de sol directo en el solsticio de invierno (23 de junio) a través de las ventanas como mínimo la mitad de los locales habitables;
- b) se acepta el período de asoleamiento sólo cuando la altura del sol es mayor que 10° ;
- c) no se considera el asoleamiento cuando el ángulo de incidencia es mayor que $67^\circ 30'$.

En la tabla siguiente se indican las orientaciones que permiten obtener el asoleamiento mínimo en zonas residenciales de media y baja densidad. En los casos en los cuales la altura angular de edificios u otros obstáculos es mayor que 20° , es recomendable verificar el asoleamiento utilizando métodos gráficos o simulaciones en escala.

En conjuntos de viviendas multifamiliares, se acepta hasta un 10% de las unidades sin asoleamiento, siempre y cuando el agrupamiento resultante logre beneficios bioambientales, tales como protección del viento en los espacios exteriores o formas compactas que disminuyan las pérdidas de calor.

En edificios que aprovechen la radiación solar a través de sistemas solares pasivos, es recomendable obtener como mínimo seis horas de asoleamiento para optimizar la captación de energía. En este caso se recomienda que los niveles de aislación térmica del edificio sean mayores que las exigencias de la IRAM 11604.

Orientaciones de aberturas que permiten obtener 2 horas de asoleamiento mínimo

LATITUD SUR	Fecha de verificación	Orientaciones respecto del Norte	
		(con edificación)*	(sin edificación)*
33° a 38°	23 de Junio	267° a 93°	270° a 90°
38° a 42°	23 de Junio	270° a 90°	
*NOTA:			
“con edificación”	Con edificación u otros obstáculos típicos de zonas urbanas y suburbanas, con una altura angular menor de 20°. Cuando los obstáculos sean mayores que 20° se debe realizar la verificación con métodos específicos.		
“sin edificación”	Terrenos sin edificios, árboles u otros obstáculos que disminuyen el asoleamiento. Angulo máximo de obstáculos = 10°.		

Análisis comparativo considerando la Radiación solar y el Asoleamiento en invierno

En el cuadro de la figura al pie, se realiza un análisis gráfico comparativo por zona climática (de la provincia), teniendo en cuenta los aspectos térmicos (radiación solar) y psicosigiénico (mínimo asoleamiento).

La tercera columna del cuadro muestra las orientaciones que cumplen simultáneamente con las condiciones impuestas por los criterios térmicos y psicosigiénicos.

RECOMENDACIONES SOBRE PROTECCIONES SOLARES

Se aconseja para las zonas bioambientales I a IV y para las orientaciones SO, O, NO, N, NE, E y SE el uso de sistemas de protección solar, como por ejemplo parasoles horizontales y verticales, cortinas de enrollar de color claro.

Se recomienda el uso de los parasoles para cuyo cálculo se aconseja el empleo de los instrumentos gráficos o digitales idóneos (*cartas solares o programas informáticos*) para la determinación de las proporciones adecuadas al “*ocultamiento*” que se desea obtener.

CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE MICROCLIMAS

Causas que pueden dar origen a microclimas y sus características

Siempre es conveniente realizar estudios locales sobre microclimas.

Características climáticas de una ciudad

Las ciudades producen las llamadas islas calientes. En el período frío, la energía liberada por las instalaciones de acondicionamiento térmico, por el tránsito vehicular y por los sistemas de iluminación, contribuye al aumento de temperatura. Pueden registrarse incrementos de como máximo 3 °C con respecto a las zonas de baja densidad edilicia.

En el período caliente la presencia de edificios contribuye a aumentar considerablemente la superficie expuesta, y con ello, la radiación solar absorbida (inercia térmica edilicia), con el consiguiente aumento de temperatura. Si la circulación general del aire determina calma, el calentamiento diferencial es generador de zonas de baja y alta presión, provocando circulaciones internas. Si la circulación general produce vientos, el aumento de la fricción por la ciudad reduce su velocidad.

Características climáticas de las costas marinas

Los fenómenos que se producen en la costa también se desarrollan en menor escala en presencia de lagos, lagunas y ríos. La ausencia de vientos (calma) permite el desarrollo de las circulaciones que a continuación se detallan.

Durante el día, la diferencia de capacidad calorífica entre la tierra y el agua motiva que la tierra aumente su temperatura con respecto al agua. Este calentamiento diferencial da como resultado un descenso de la presión sobre la tierra, lo que permite una circulación de aire desde el agua hacia la costa, llamada brisa de mar.

En las mismas condiciones, o sea calma, durante la noche se produce la situación inversa. El mayor enfriamiento ocurre para la tierra y esto produce un aumento de la presión, que da como resultado vientos que soplan desde la costa hacia el agua.

Cuando la circulación general implica vientos desde el mar hacia la costa, la mayor fricción sobre el suelo origina una convergencia del aire sobre la costa, favoreciendo los movimientos ascendentes que posibilitan la condensación y hacen sumamente probables las precipitaciones.

Estos vientos portadores de masas de aire muy húmedas, hacen sentir los efectos moderadores del agua con pequeñas amplitudes térmicas, temperaturas mínimas relativamente altas y temperaturas máximas relativamente bajas.

Modificación del clima por la orografía²

Cuando una masa de aire atraviesa un obstáculo orográfico, *del lado de donde sopla el viento* (barlovento³) el aire se ve obligado a ascender y, por consiguiente, a condensar su humedad; por lo tanto, son frecuentes las lluvias.

Al ascender el aire va perdiendo su vapor de agua que condensa en forma de gotas. Por esto, al superar la cima de obstáculos (región de sotavento) lo hace como aire seco que se calienta adiabáticamente a razón de 1 °C por cada 100 m de descenso.

Clima de barlovento⁴

Sus características dominantes son: aire húmedo, gran nubosidad, abundantes precipitaciones, escasa radiación y pequeñas amplitudes térmicas.

Evaluación de los microclimas

Clima templado

En las zonas III y IV (templadas), es importante una ubicación que aproveche favorablemente las manifestaciones microclimáticas durante todo el año.

² Creemos conveniente mencionar que desde el punto de vista de la geografía física, en la provincia de Buenos Aires, predomina la llanura pampeana con una inclinación suave hacia el Mar Argentino. Esta planicie está interrumpida por dos pequeños sistemas serranos, el de Tandilia de unos 500 msnm (metros sobre el nivel del mar) y el de Ventania de unos 1.100 msnm; siendo su punto más alto es el Cerro Tres Picos con 1.239 msnm.

³ Según el DRAE, barlovento significa “Parte de donde viene el viento, con respecto a un punto o lugar determinado” y sotavento, hacia donde se dirige.

Barlovento es el lado de un accidente orográfico expuesto a los vientos dominantes y, en general, el lado más húmedo. El lado de sotavento es el protegido del viento y generalmente, el más seco.

En la llanura pampeana suele decirse barlovento a un viento fuerte del Este o Sudoeste, en tanto que en Chile, por ejemplo, el viento fuerte y húmedo es del Oeste.

⁴ Por las razones antes expuestas en la provincia de Buenos Aires tiene poca significación el “clima de sotavento”.

Análisis comparativo de orientaciones por zonas bioambientales

ZONAS BIOAM.		ORIENTACION CON PROTECCION SOLAR NECESARIA	ORIENTAC. DONDE SE RECIBEN 2 HORAS DE ASOLEAMIENTO	ORIENTACIONES FAVORABLES Y OPTIMAS
ZONA III	TEMPLADA CALIDA			
	TEMPLADA FRIA			
		Protección solar opcional	Fecha de verificación: 21 de Junio	Aberturas necesarias para ventilación cruzada

Recomendaciones de carácter general para reducir los riesgos de condensación de humedad superficial e intersticial.

En lugares donde se produzcan habitualmente condensaciones superficiales transitorias, tales como vidrios o paredes opacas de cocinas y baños, por superarse allí comúnmente las condiciones higrotérmicas establecidas las normas correspondientes, deben utilizarse materiales que sean resistentes a posibles deterioros por efectos del agua.

Se recomienda que el valor máximo de transmitancia térmica **K** en baños y cocinas sea igual o menor que el indicado en la norma IRAM 11605, Nivel **B**, para controlar el fenómeno de condensación superficial, si simultáneamente se dispone de una ventilación adecuada.

En viviendas, el riesgo de condensaciones aumenta considerablemente cuando el volumen sea reducido, el grado de ventilación sea bajo o la producción de vapor de agua supere los niveles corrientes. En estos casos es conveniente, a los efectos de realizar las verificaciones que establece esta norma, **augmentar el valor de la humedad relativa interior de diseño.**

Se indican a continuación, una serie de pautas de diseño que deberán ser tenidas en cuenta para disminuir el riesgo de condensación en viviendas.

- d) Favorecer la ventilación cruzada interior (teniendo en cuenta las pérdidas de calor que esto ocasiona).
- e) No instalar calefactores de gas sin tiraje exterior y, en lo posible, que sean de tiro balanceado.
- f) Favorecer la extracción de aire en baños y cocinas por medios naturales o mecánicos.

Barreras y frenos de vapor

Las barreras o frenos de vapor pueden ser necesarios para controlar los riesgos de condensación intersticial. Su función consiste en reducir la presión parcial de vapor dentro de la pared o techo, en las partes en las que comienza a disminuir la temperatura.

La efectividad de una barrera de vapor se reduce e incluso puede volverse perjudicial por una incorrecta ubicación o por defectos en su colocación.

Es importante la realización de las juntas: se deben superponer las películas o mejor aún solaparlas.

Las grietas o perforaciones reducen asimismo la efectividad de la barrera de vapor.

Sin embargo se recomienda considerar esta posibilidad y, de ser posible entonces deberán preverse los medios que permitan la salida del vapor que atraviesa dicha barrera.

La barrera de vapor se coloca en la cara caliente de la pared o en el lado caliente del aislante. De esta manera frena el vapor de agua en el lugar más adecuado e imposibilita que atraviese capas frías, evitando la condensación.

Al encontrarse con la barrera “caliente” el vapor no puede condensarse en ella. Situada en un lugar inadecuado, la barrera de vapor imposibilita por un lado la difusión de vapor, e impide la evaporación de la humedad del o los materiales componentes del elemento (muro o techo), facilitando la condensación del vapor sobre sus caras 

Pablo Enrique Azqueta



Arquitecto. Profesor Adjunto FAPyD, UNR. Máster en Restauración Arquitectónica. Universidad Politécnica de Madrid. Títulos de Postgrado: “Especialista en Patología y Terapéutica de la Edificación” y “Especialista en Teoría, Historia e Intervención en la Rehabilitación de Edificios”. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, UPM.

Postgrado en Seguridad Contra Incendios en la Edificación. INTI - UNSAM.

Ex miembro de la Carrera de Investigador Científico de la UNR. Integrante de la Unidad de Investigación en “Calidad, Patología y Rehabilitación de Edificios”, FAPyD, UNR.

Consultor en Eficiencia Energética, Acústica Arquitectónica, Luminotécnica, Patología Edilicia y Acondicionamiento Higrotérmico de Edificios. Asesor y Proyectista de edificios con criterios de sustentabilidad.

Asesor Técnico de la Cámara Argentina del Poliestireno Expandido AAPE y de la Asociación Nacional de Industrias de Materiales Aislantes ANDIMA. Consultor de BASF Argentina S.A. y autor de la “CasaE” de la Eficiencia Energética.

Miembro del Instituto Argentino de Racionalización de Materiales IRAM. Miembro del Comité Ejecutivo del Centro de Investigación y Desarrollo en Construcciones del Instituto Nacional de Tecnología Industrial INTI. Consultor de la Dirección de Tecnología e Industrialización de la Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Secretaría de Obras Públicas de la Nación. Miembro de la Comisión Técnica de Asesoramiento y Capacitación sobre Aislamiento Térmico del Instituto de Vivienda de la Provincia de Buenos Aires IVBA.

Miembro por FAPyD de la Comisión Especial para la Reglamentación de la Ordenanza Municipal de Rosario N° 8757.

Disertante y Profesor Invitado en diversas Instituciones y Universidades del país y de Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Uruguay, Bolivia, España e Italia.

1° de mayo 2563 | S2000FNQ Rosario | Argentina
Celular: (++ 54 9 341) 315 7383 | Tel. (++54 341) 481 6598 / 4290
E-mails: pabloazqueta@gmail.com | estudio@pabloazqueta.com.ar
Internet: www.pabloazqueta.com.ar | www.lacasae.com

Más información sobre el EPS-Poliestireno Expandido y la Aislación Térmica en la Construcción

AISLAR BIEN

www.aislarbien.com.ar



AAPE
ASOCIACION ARGENTINA DEL
POLIESTIRENO EXPANDIDO

www.aape.com.ar

ISBN 978-987-3607-35-6



9 789873 607356

 **BASF**
The Chemical Company

GRUPO
ESTISOL
Soluciones para aislar mejor

 **MASTROPOR®**