



TABLAS PRENORMATIVAS: COEFICIENTES DE PELÍCULA Y REDISTRIBUCIÓN RADIANTE

Análisis del comportamiento energético de los cerramientos de hormigón en base a la maximización de las ventajas derivadas de su inercia térmica

Universidad de Sevilla (Grupo Termotecnia)

Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA)

Estudio de Arquitectura SAMLER



1. INTRODUCCION

El proyecto que aquí se presenta tiene como objetivo reducir la demanda energética de calefacción y refrigeración de los edificios potenciando la inercia térmica de un material tradicional en la construcción como es el hormigón.

La potenciación de la inercia se debe a su capacidad para utilizar de manera óptima las fuentes y sumideros medioambientales de calor. En las aplicaciones de calefacción la fuente medioambiental por excelencia es el sol. En las aplicaciones de refrigeración el sumidero medioambiental de calor tradicional es el aire exterior en las aplicaciones de ventilación nocturna.

En numerosas zonas climáticas españolas y especialmente en Andalucía se da la paradoja de que existen muchas localidades en las que la disponibilidad de radiación solar en invierno y de bajas temperaturas nocturnas en verano es más que suficiente como para compensar respectivamente las pérdidas del edificio durante el periodo de calefacción y las ganancias del mismo durante el periodo de refrigeración.

En general el efecto de la inercia térmica en los cerramientos es una variable no considerada habitualmente en el diseño del edificio. Además de su difícil modelización para proyectistas y prescriptores, las herramientas de cálculo no han sido sensibles a este parámetro y el conocimiento de sus potenciales beneficios no ha sido considerado adecuadamente por la comunidad técnica y científica.

El **objetivo principal** del proyecto es parametrizar las variables fundamentales que caracterizan la inercia térmica de los edificios con vistas a mejorar sustancialmente su tratamiento en los procedimientos de cálculo del comportamiento térmico de edificios.

Este producto final responde al **Paquete de Trabajo T4: Modelos de caracterización para los fenómenos de inercia basados en el contorno y la estructura del edificio** como muestra la tabla de tareas a continuación.

TAREAS DEL PROYECTO	
T0	Coordinación y gestión técnica del proyecto
T1	Desarrollo o adaptación de modelos de referencia específicos para fenómenos de inercia basados en el contorno y la estructura del edificio
T2	Desarrollo de modelos de referencia específicos para fenómenos de inercia basados en elementos innovadores de la envolvente del edificio
T3	Validación de modelos previos mediante ensayos
T4	Desarrollar modelos de caracterización para los fenómenos de inercia basados en el contorno y la estructura del edificio
T5	Módulo de cálculo específico para la evaluación de los elementos innovadores citados en la tarea 2
T6	Procedimiento para incluir el módulo de cálculo específico de la tarea 5 en otras aplicaciones informáticas existentes
T7	Potencial de aplicación de las soluciones propuestas
T8	Explotación y difusión de los resultados



Este paquete de trabajo proporciona información a dos niveles: global y de detalles. Para cada nivel se desarrolla un documento que se agrupan en este documento.

Estas **Tablas pre-normativas** sirven como indicación de las condiciones necesarias para conseguir activar las diferentes superficies de los recintos en las que eventualmente se concentrará la inercia térmica. Pueden utilizarse como dato de entrada para programas e simulación si los recintos reales responden a las tipologías estudiadas. Se han confeccionado dos tipos de tablas que se corresponden respectivamente con:

- *Análisis de los coeficientes de película* en cada cerramiento de un recinto para diferentes patrones de flujo y en función de las renovaciones hora.
- *Análisis de la distribución de la radiación* para diferentes relaciones de aspecto de los recintos, diferente orientación y porcentaje acristalado

Se han desarrollado en el proyecto modelos y tablas pre normativas que permitirán tratar adecuadamente **Soluciones tradicionales basadas en el contorno y la estructura del edificio**, y poder facilitar el conocimiento sobre los fenómenos de inercia que son tratados incorrectamente en los programas de simulación, en concreto:

- Interacción de la inercia y la radiación solar (que influye tanto en el aprovechamiento de las ganancias solares gratuitas en invierno como la modulación de la carga solar indeseable en régimen de refrigeración) mediante las Tablas de *Análisis de la distribución de la radiación*.
- Tratamiento de la inercia en estrategias de ventilación nocturna para preenfriar los elementos estructurales del edificio y reducir la carga de refrigeración el día siguiente (mediante las Tablas de *Análisis de los coeficientes de película*).

En general el efecto de la inercia térmica en los cerramientos es una variable no considerada habitualmente en el diseño del edificio. Además de su difícil modelización para proyectistas y prescriptores, las herramientas de cálculo no han sido sensibles a este parámetro y el conocimiento de sus potenciales beneficios no ha sido considerado adecuadamente por la comunidad técnica y científica.

El objetivo de este documento es proporcionar, por un lado, las **distribuciones de radiación solar en espacios**, en función de la forma y las ventanas que estos tienen, para ofrecer al usuario mayor información en cuanto al control de la radiación incidente en el interior; y por otro lado ofrecer al usuario los **coeficientes de película en recintos** en función de su geometría y de la posición de los huecos, de manera que el proyectista pueda utilizarlos en las herramientas informáticas de cálculo de demanda energética.

Estas tablas han sido generadas para los escenarios más comunes en las edificaciones actuales, sin embargo es normal que existan casos en la vida real que no responden a los modelos aquí presentados por lo que, junto a las tablas, cada uno de estos grupos de estudio lleva asociado un software específico con el que poder calcular casos fuera de los modelos aquí presentados.

El manual de usuario anexo a cada herramienta ofrece al usuario una guía de apoyo asequible para el uso de la misma.



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



COEFICIENTES DE PELÍCULA EN RECINTOS

Las siguientes tablas muestran las consideraciones necesarias en el diseño de habitaciones para que se den las condiciones para lograr un coeficiente de película determinado en una superficie concreta del espacio.

Estas consideraciones dependen de la situación de entrada y salida del aire, las dimensiones de estas aperturas, la velocidad de entrada, y por supuesto, de la forma del espacio.

Las tablas presentadas se muestran coloreadas de menor a mayor intensidad en una gradación de blanco a verde para reforzar los casos en los que el coeficiente de película se consigue con mayor viabilidad, o donde las condiciones para cumplir los requisitos marcados son más factibles. Por tanto, la lectura de las tablas indica cuál o cuáles son las superficies donde se consiguen más fácilmente el cumplir los requerimientos para obtener coeficientes de película superiores a 2, 4 y 6 W/m^2K . Es en esos paramentos donde se deben prever soluciones de alta carga de inercia.

Se definen dos tipologías distintas: la tipología 1 con entrada y salida en paredes opuestas; la tipología 2 con entrada y salida en paredes contiguas. Así se muestran en la siguiente figura:

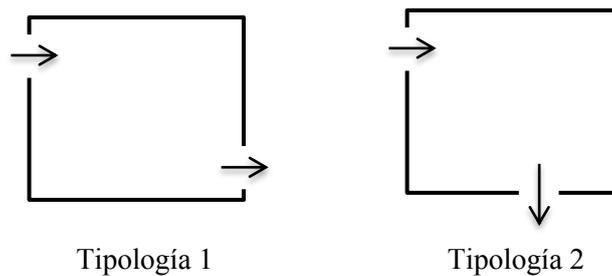
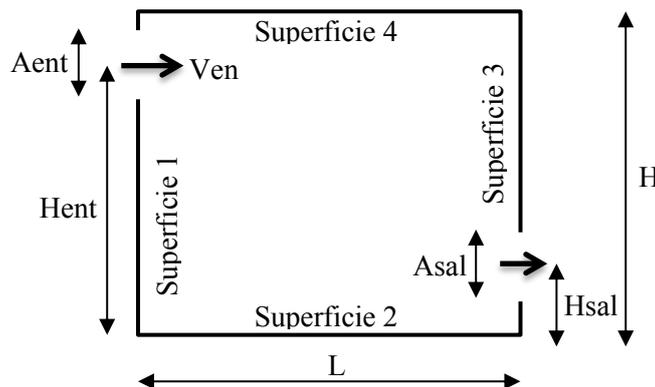


Figura 1.1. Distintos tipos de tipología en modelos 2D y convección forzada.

APERTURAS EN CARAS ENFRENTADAS

La tipología 1 se refiere a ventilación cruzada, donde la abertura de entrada y salida se encuentran en paredes opuesta. Los parámetros a estudiar son los mostrados en la siguiente figura:



Dónde: H = altura del espacio; L = longitud del espacio; A_{ent} = anchura de la abertura de entrada; A_{sal} = anchura de la abertura de salida; H_{ent} = cota del centro de la abertura de entrada; H_{sal} = cota del centro de la abertura de salida; V_{en} = velocidad de entrada.

Se presentan a continuación las tablas pre normativas en las que se realiza un análisis de sensibilidad para ver en qué condiciones se deben dar en cada pared de cada tipología para que se

supere el valor de 2, 4 y 6 W/m²K, además también se diferencia entre recintos cuadrados y rectangulares.

CONCLUSIONES PARA APERTURAS EN CARAS ENFRENTADAS:

Se observa en las tablas siguientes que las renovaciones hora juegan un papel importante en los coeficientes de película.

En el análisis de sensibilidad se han probado valores de renovaciones hora desde 1 a 40 que originan un aumento de los coeficientes de película de todas las paredes, en todas las configuraciones.

En las tipologías 1, 2 y 4, los valores más altos se dan en la pared 2, mientras que en las tipologías 3 y 5 los máximos corresponden a las paredes 3 y 4, teniendo todas las tipologías en común que el valor mínimo se encuentra siempre en la pared 1.

Comparando las 5 tipologías entre sí, se observa que el valor más alto de coeficiente de película se da en la tipología 1 para la pared 2, que alcanza un valor de 13 m/s para el caso de 40 renovaciones hora.

Tanto el aumento del ancho de la apertura de entrada, como el de la apertura de salida, hacen disminuir los coeficientes de película en todas las paredes y tipología, si bien, esta disminución es mucho más acusada con el aumento de la apertura de entrada.

Fijar la posición de la apertura de salida y variar la de la entrada, es comparar las tipologías 2 con la 5, mientras que fijar la entrada y variar la salida, es comparar las tipologías 1, 2 y 3.

En ambos casos las conclusiones son las mismas: separar las aperturas de entrada o salida de la pared 2, hacen que disminuya el coeficiente de película sobre dicha pared, mientras que aumenta el del resto de paredes.

Por último, aumentar la distancia de separación entre las paredes con las aperturas de entrada y salida, supone una ligera disminución en todos los coeficientes de película sobre todas las paredes, y en todas las tipologías.

En la siguiente tabla se ve que en las paredes 1 y 4 rara vez se supera este valor, que en todo caso sólo ocurre para valores de renovaciones horas muy altas.

Lo contrario ocurre en las paredes 2 y 3, pero especialmente en la 2, para la que las condiciones para superar el valor anterior son poco exigentes.

En cualquier caso, incluso para las situaciones menos exigentes, siempre es necesario tener al menos 5 renovaciones hora, una apertura de entrada menor de 0.8m, y una de salida menor de 1.7m.

Tabla 1. Condiciones necesarias para que el coeficiente de película sea superior a $2 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($L/H=1$)

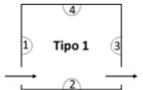
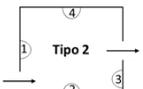
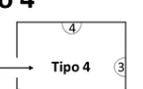
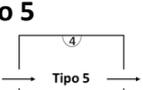
Recinto Cuadrado $L/H=1$	Superf. 1	Superf. 2	Superf. 3	Superf. 4
Tipo 1 	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.5 Renov. Hora = 40	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 2 Renov. Hora = 10	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1 Renov. Hora = 20	
Tipo 2 	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1 Renov. Hora = 40	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 2 Renov. Hora = 10	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1 Renov. Hora = 20	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1 Renov. Hora = 40
Tipo 3 	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1 Renov. Hora = 40	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 2 Renov. Hora = 20	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1 Renov. Hora = 20	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 2 Renov. Hora = 20
Tipo 4 		Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1 Renov. Hora = 20	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1 Renov. Hora = 20	
Tipo 5 	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.1 Renov. Hora = 40	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.1 Renov. Hora = 40	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1 Renov. Hora = 20	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1 Renov. Hora = 40

Tabla 1a. Condiciones necesarias para que el coeficiente de película sea superior a $2 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($L/A=2$)

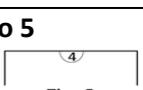
Recinto Rectangular $L/H=2$	Superf. 1	Superf. 2	Superf. 3	Superf. 4
Tipo 1 		Ancho entrada = 0.5 Ancho salida = 2 Renov. Hora = 5	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1 Renov. Hora = 20	
Tipo 2 	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.1 Renov. Hora = 40	Ancho entrada = 0.5 Ancho salida = 2 Renov. Hora = 10	Ancho entrada = 0.5 Ancho salida = 1 Renov. Hora = 10	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 2 Renov. Hora = 20
Tipo 3 	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.5 Renov. Hora = 40	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 2 Renov. Hora = 20	Ancho entrada = 0.5 Ancho salida = 1 Renov. Hora = 10	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 2 Renov. Hora = 10
Tipo 4 		Ancho entrada = 0.5 Ancho salida = 1 Renov. Hora = 10	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1 Renov. Hora = 10	
Tipo 5 		Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.5 Renov. Hora = 40	Ancho entrada = 0.5 Ancho salida = 1 Renov. Hora = 10	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1 Renov. Hora = 20

Tabla 2. Condiciones necesarias para que el coeficiente de película sea superior a $4 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($L/H=1$)

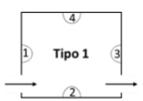
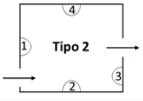
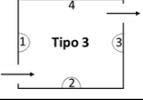
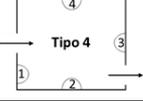
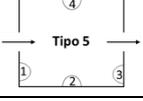
Recinto Cuadrado $L/H=1$	Superf. 1	Superf. 2	Superf. 3	Superf. 4
Tipo 1 		Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 2 Renov. Hora = 20	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.1 Renov. Hora = 40	
Tipo 2 		Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1 Renov. Hora = 40	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.1 Renov. Hora = 40	
Tipo 3 			Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.5 Renov. Hora = 40	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.5 Renov. Hora = 40
Tipo 4 		Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.5 Renov. Hora = 40	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.1 Renov. Hora = 40	
Tipo 5 			Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.5 Renov. Hora = 40	

Tabla 2a. Condiciones necesarias para que el coeficiente de película sea superior a $4 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($L/H=2$)

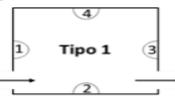
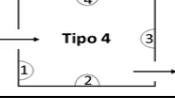
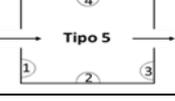
Recinto Rectangular $L/H=2$	Superf. 1	Superf. 2	Superf. 3	Superf. 4
Tipo 1 		Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 2 Renov. Hora = 10	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.5 Renov. Hora = 40	
Tipo 2 		Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 2 Renov. Hora = 20	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.5 Renov. Hora = 40	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.5 Renov. Hora = 40
Tipo 3 		Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1 Renov. Hora = 40	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1 Renov. Hora = 20	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1 Renov. Hora = 20
Tipo 4 		Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1 Renov. Hora = 20	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.5 Renov. Hora = 40	
Tipo 5 			Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1 Renov. Hora = 20	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.1 Renov. Hora = 40

Tabla 3. Condiciones necesarias para que el coeficiente de película sea superior a $6 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($L/H=1$)

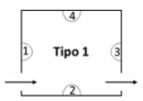
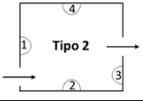
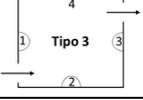
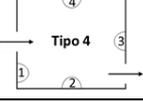
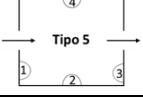
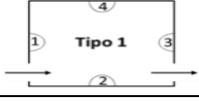
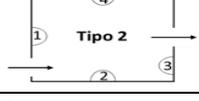
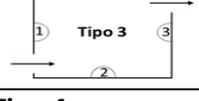
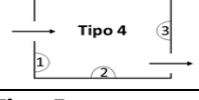
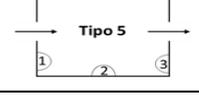
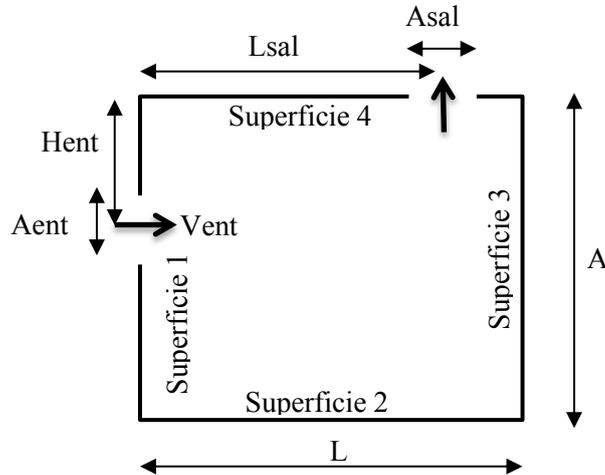
Recinto Cuadrado $L/H=1$	Superf. 1	Superf. 2	Superf. 3	Superf. 4
Tipo 1 		Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1 Renov. Hora = 40		
Tipo 2 		Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.1 Renov. Hora = 40		
Tipo 3 				
Tipo 4 				
Tipo 5 				

Tabla 3a. Condiciones necesarias para que el coeficiente de película sea superior a $6 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($L/A=2$)

Recinto Rectangular $L/H=2$	Superf. 1	Superf. 2	Superf. 3	Superf. 4
Tipo 1 		Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 2 Renov. Hora = 20		
Tipo 2 		Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1 Renov. Hora = 40	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.1 Renov. Hora = 40	
Tipo 3 			Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.5 Renov. Hora = 40	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.5 Renov. Hora = 40
Tipo 4 		Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.5 Renov. Hora = 40	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.1 Renov. Hora = 40	
Tipo 5 			Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.5 Renov. Hora = 40	

APERTURAS EN CARAS CONTIGUAS

La tipología 2 se refiere a ventilación cruzada, donde la abertura de entrada y salida se encuentran en paredes contiguas. Los parámetros a estudiar son los mostrados en la siguiente figura:



Dónde: A = anchura del espacio; L = longitud del espacio; A_{ent} = anchura de la abertura de entrada; A_{sal} = anchura de la abertura de salida; H_{ent} = cota del centro de la abertura de entrada; L_{sal} = cota del centro de la abertura de salida; V_{ent} = velocidad de entrada.

Se presentan a continuación las tablas pre normativas en las que se realiza un análisis de sensibilidad para ver en qué condiciones se deben dar en cada pared de cada tipología para que se supere el valor de 2, 4 y 6 W/m^2K , además también se diferencia entre recintos cuadrados y rectangulares.

CONCLUSIONES PARA APERTURAS EN CARAS CONTIGUAS:

Se observa que las renovaciones hora juegan un papel importante en los coeficientes de película.

En el análisis de sensibilidad se han probado valores de renovaciones hora desde 1 a 40 que originan un aumento de los coeficientes de película de todas las paredes, en todas las configuraciones.

En todas las tipologías los valores más altos se dan en las superficies 3 y 4, que corresponden a la pared donde se encuentra la abertura de salida, y en la pared opuesta a la abertura de entrada.

De todas las variables analizadas, se observa que la el tamaño de la abertura de entrada y el número de renovaciones son las variables que más influyen en los coeficientes de película.

Tanto el aumento del ancho de la abertura de entrada, como el de la abertura de salida, hacen disminuir los coeficientes de película en todas las paredes y tipología, si bien, esta disminución es mucho más acusada con el aumento de la abertura de entrada.

Por último, manteniendo el número de renovaciones y aumentar la distancia de separación entre las paredes con las aperturas de entrada y salida, supone una ligera aumento en todos los coeficientes de película sobre todas las paredes, y en todas las tipologías.

Tabla 4. Condiciones necesarias para que el coeficiente de película sea superior a $2 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($L/A=1$)

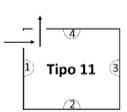
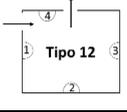
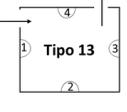
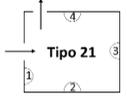
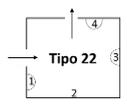
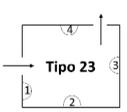
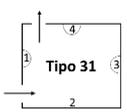
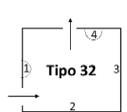
Recinto Cuadrado $L/H=1$	Superf. 1	Superf. 2	Superf. 3	Superf. 4
Tipo 1 	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.1 Renov. Hora = 20			Ancho entrada = 0.5 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 5
Tipo 2 				
Tipo 3 			Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10	Ancho entrada = 0.5 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 5
Tipo 4 	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 15	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 15		Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 5
Tipo 5 	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 20	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 15	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 5
Tipo 6 		Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 5	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 5
Tipo 7 	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 20	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10
Tipo 8 	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 15	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 5	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10
Tipo 9 	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 15	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 5	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 5	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10

Tabla 4a. Condiciones necesarias para que el coeficiente de película sea superior a $2 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($L/A=2$)

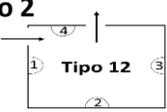
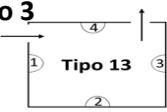
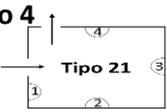
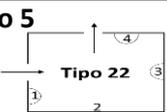
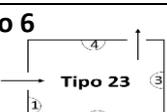
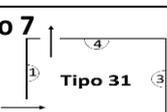
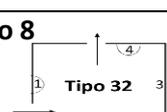
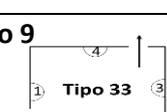
Recinto Rectangular $L/A=2$	Superf. 1	Superf. 2	Superf. 3	Superf. 4
Tipo 1 	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10		Ancho entrada = 1.2 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 2	Ancho entrada = 1.2 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 2
Tipo 2 				
Tipo 3 			Ancho entrada = 1.2 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 2	Ancho entrada = 1.2 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 2
Tipo 4 	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 15	Ancho entrada = 1.2 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 2	Ancho entrada = 1.2 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 2
Tipo 5 	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 20	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10	Ancho entrada = 1.2 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 2	Ancho entrada = 1.2 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 2
Tipo 6 		Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10	Ancho entrada = 1.2 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 2	Ancho entrada = 1.2 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 2
Tipo 7 	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 5	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10	Ancho entrada = 1.2 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 2	Ancho entrada = 1.2 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 2
Tipo 8 	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 5	Ancho entrada = 1.2 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 2	Ancho entrada = 1.2 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 2
Tipo 9 		Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 5	Ancho entrada = 1.2 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 2	Ancho entrada = 1.2 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 2

Tabla 5. Condiciones necesarias para que el coeficiente de película sea superior a $4 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($L/A=1$)

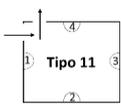
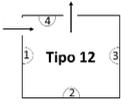
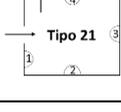
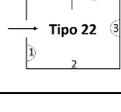
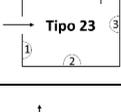
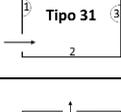
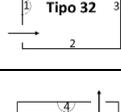
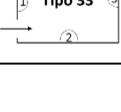
Recinto Cuadrado $L/A=1$	Superf. 1	Superf. 2	Superf. 3	Superf. 4
Tipo 1 				Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10
Tipo 2 				
Tipo 3 			Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.5 Renov. Hora = 15	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10
Tipo 4 				Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10
Tipo 5 				Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10
Tipo 6 			Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 15	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10
Tipo 7 	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.1 Renov. Hora = 20	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 20		Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.5 Renov. Hora = 15
Tipo 8 		Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 15	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.5 Renov. Hora = 20	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.5 Renov. Hora = 15
Tipo 9 		Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 15	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 15	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.5 Renov. Hora = 15

Tabla 5a. Condiciones necesarias para que el coeficiente de película sea superior a $4 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($L/A=2$)

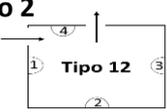
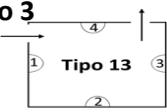
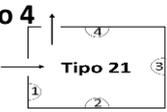
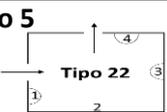
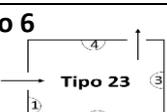
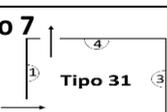
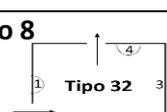
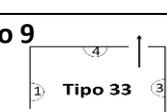
Recinto Rectangular $L/A=2$	Superf. 1	Superf. 2	Superf. 3	Superf. 4
Tipo 1 				Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 5
Tipo 2 				
Tipo 3 			Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 5
Tipo 4 	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 15		Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 20	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 5
Tipo 5 			Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 5
Tipo 6 		Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 15	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 5	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 5
Tipo 7 	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 20	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 20	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10
Tipo 8 	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 20	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 15	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10
Tipo 9 		Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 5	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10

Tabla 6. Condiciones necesarias para que el coeficiente de película sea superior a $6 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($L/A=1$)

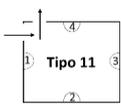
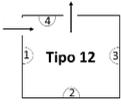
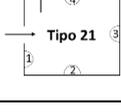
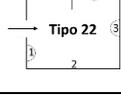
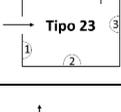
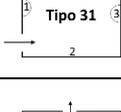
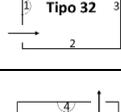
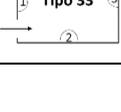
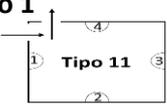
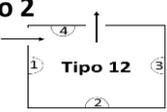
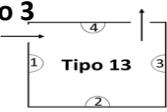
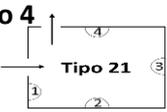
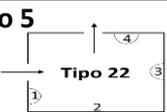
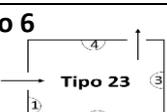
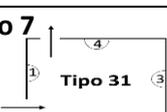
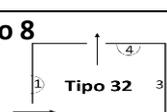
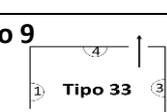
Recinto Cuadrado $L/A=1$	Superf. 1	Superf. 2	Superf. 3	Superf. 4
Tipo 1 				
Tipo 2 				Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 15
Tipo 3 				
Tipo 4 				
Tipo 5 				
Tipo 6 			Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.1 Renov. Hora = 20	
Tipo 7 				
Tipo 8 				
Tipo 9 		Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.1 Renov. Hora = 20	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.5 Renov. Hora = 20	

Tabla 6a. Condiciones necesarias para que el coeficiente de película sea superior a $6 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($L/A=2$)

Recinto Rectangular $L/A=2$	Superf. 1	Superf. 2	Superf. 3	Superf. 4
Tipo 1 				Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10
Tipo 2 				
Tipo 3 			Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10
Tipo 4 	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.1 Renov. Hora = 20			Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10
Tipo 5 			Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 15	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10
Tipo 6 			Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10
Tipo 7 	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 15			Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.5 Renov. Hora = 15
Tipo 8 			Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 15	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.5 Renov. Hora = 15
Tipo 9 		Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 20	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 1.2 Renov. Hora = 10	Ancho entrada = 0.1 Ancho salida = 0.5 Renov. Hora = 15

ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR

Distribuciones de radiación

Las tablas de distribuciones de radiación solar en espacios generadas para este documento, en función de la forma, orientación de las aperturas y el porcentaje de huecos de estos espacios ofrecen al usuario mayor información en cuanto al control de la radiación incidente en el interior de las habitaciones, por tanto, es posible controlar las posibles ganancias de invierno como el conocimiento de las necesidades de control solar en verano.

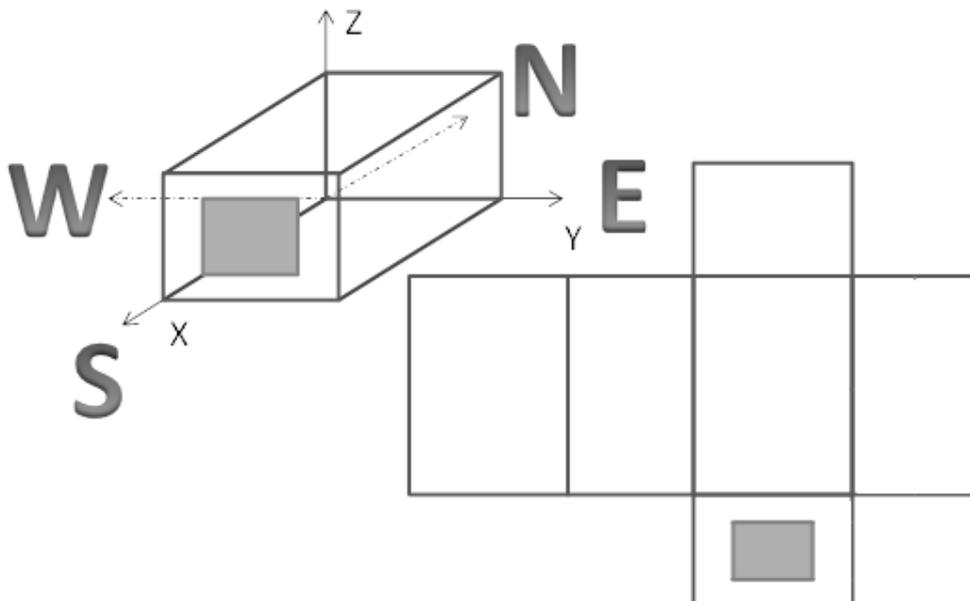
Las tablas presentadas se muestran coloreadas de menor a mayor intensidad en una gradación de blanco a naranja para reforzar los casos en los que el porcentaje de radiación es mayor.

Por tanto, la lectura de las tablas indica cuál o cuáles son las superficies donde existe una mayor radiación solar, y por tanto es en esos paramentos donde se deben prever soluciones de alta carga de inercia.

Se muestran los resultados de evaluar la radiación incidente en diferentes situaciones:

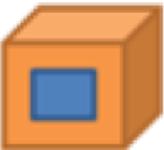
- Análisis de la radiación directa incidente según la **RELACION DE ASPECTO** del espacio (INVIERNO – VERANO)
- Análisis de la radiación directa incidente según la **ORIENTACIÓN** del local (INVIERNO)
- Análisis de la radiación directa incidente según el **PORCENTAJE ACRISTALADO** (INVIERNO – VERANO)

Para más detalle, el gráfico de distribuciones de superficies siguiente:



ANÁLISIS DE LA RADIACIÓN DIRECTA INCIDENTE SEGÚN LA RELACION DE ASPECTO DEL ESPACIO

INVIERNO

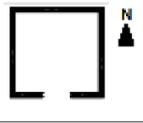
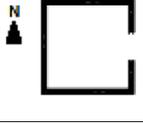
RELACIÓN ASPECTO	F _r Techo	F _r Suelo	F _r Pared Izquierda	F _r Pared Derecha	F _r Pared Fondo	F _r Pared Exterior	F _r Ventana
 3x6m.	5%	58%	12%	16%	2%	4%	3%
 4.24x4.24m.	6%	66%	4%	7%	10%	4%	3%
 6x3m.	6%	66%	4%	7%	10%	4%	3%

VERANO

RELACIÓN ASPECTO	F _r Techo	F _r Suelo	F _r Pared Izquierda	F _r Pared Derecha	F _r Pared Fondo	F _r Pared Exterior	F _r Ventana
 3x6m.	4%	67%	9%	10%	1%	5%	4%
 4.24x4.24m.	5%	74%	3%	7%	3%	5%	4%
 6x3m.	5%	74%	3%	3%	4%	5%	6%

ANÁLISIS DE LA RADIACIÓN DIRECTA INCIDENTE SEGÚN LA **ORIENTACIÓN** DEL LOCAL

INVIERNO

ORIENTACIÓN	F _r Techo	F _r Suelo	F _r Pared Izquierda	F _r Pared Derecha	F _r Pared Fondo	F _r Pared Exterior
	6%	30%	45%	5%	4%	7%
	5%	52%	22%	4%	10%	3%
	6%	63%	7%	6%	10%	4%
	5%	64%	8%	12%	4%	4%
	5%	69%	4%	9%	6%	4%
	5%	59%	4%	20%	4%	4%
	5%	42%	4%	35%	4%	7%

*Superficie 4.24 x 4.24 m y % acristalado = 30%

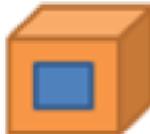
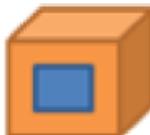
El porcentaje que representa la parte que sale por la ventana no aparece reflejada en la tabla. Estos valores serán, respectivamente, los complementos hasta el 100% para cada orientación

ANÁLISIS DE LA RADIACIÓN DIRECTA INCIDENTE SEGÚN EL PORCENTAJE ACRISTALADO

INVIERNO

PORCENTAJE ACRISTALADO	F _r Techo	F _r Suelo	F _r Pared Izquierda	F _r Pared Derecha	F _r Pared Fondo	F _r Pared Exterior	F _r Ventana
7% 	6%	53%	15%	19%	1%	5%	1%
15% 	5%	59%	12%	16%	2%	4%	2%
20% 	5%	59%	12%	16%	2%	3%	3%
25% 	5%	58%	12%	16%	2%	3%	4%
30% 	5%	58%	12%	16%	2%	2%	5%

VERANO

PORCENTAJE ACRISTALADO	F _r Techo	F _r Suelo	F _r Pared Izquierda	F _r Pared Derecha	F _r Pared Fondo	F _r Pared Exterior	F _r Ventana
7% 	5%	66%	10%	10%	1%	7%	1%
15% 	5%	69%	9%	9%	1%	6%	2%
20% 	5%	69%	9%	9%	1%	5%	3%
25% 	5%	67%	9%	9%	1%	5%	4%
30% 	4%	67%	9%	9%	1%	5%	5%