

Horas teóricas	4.0
Horas prácticas	0.0
Total de horas	4.0
Créditos institucionales	8.0
Título del material	Fenestración
Tipo de unidad de aprendizaje	Curso
Carácter de la unidad de aprendizaje	Optativa
Núcleo de formación	Integral
Programa educativo	Ingeniería Mecánica
Espacio académico	Facultad de Ingeniería
Responsable de la elaboración	Juan Carlos Posadas Basurto

UA: ACONDICIONAMIENTO DE AIRE

	Página
Presentación	1
Estructura de la unidad de aprendizaje	2
Contenido de la presentación	4
Coeficiente de ganancia de calor solar	7
Radiación difusa	8
Marco opaco y otros elementos	9
Cálculo de ganancia de calor solar	11
Sombreado	13
Proyecciones horizontales y verticales	15
Accesorios de fenestración	18

ÍNDICE

	página
Fenestración compleja	19
Metodología simplificada	20
Definición de <i>IAC</i>	21
Quitasol tipo tablillas	22
Geometría de quitasol tipo tablillas	23
Pañería	25
Factor de abertura de tejido	26
Propiedades de telas de cortinas	27
Eficacia operativa de los dispositivos de sombreado	31
Infiltración a través de la fenestración	33

	página
Movimiento del aire interior	34
Luz de día	36
Transmitancia visible	37
Selectividad espectral de varios acristalamientos	39
Selección de fenestración	40
Comodidad y aceptación del ocupante	41
Efectos sobre el confort térmico	42
Bibliografía	43

- ▶ La unidad de aprendizaje Acondicionamiento de Aire es optativa y se sugiere cursarla en el décimo período. No tiene antecedentes ni consecuentes pero se pide que el discente tenga conocimientos de termodinámica, ingeniería térmica, transferencia de calor, mecánica de fluidos y termoquímica (Unidades de Aprendizaje impartidas en el plan de estudios de Ingeniería Mecánica en periodos anteriores).
- ▶ El docente debe estar consiente de que la UA de Acondicionamiento de Aire es de aplicación de conocimientos, por lo que tiene que estar capacitado en las mismas áreas que se le solicita al discente.

PRESENTACIÓN

1. Con base en los distintos arreglos de los sistemas de acondicionamiento de aire, entender su aplicación y diferenciar los elementos que los componen.
2. De las propiedades termodinámicas del aire húmedo y seco, y del agua a la saturación, realizar balances de energía en dispositivos de calentamiento, enfriamiento, humidificación y deshumidificación.
3. Con el conocimiento del manejo e interpretación de la carta psicrométrica, realizar balances de energía en procesos que se realizan para acondicionar el aire.

ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

4. A partir de la calidad ambiental en el interior de un recinto y las condiciones exteriores al mismo, determinar los procesos que acondicionarán el aire para el confort de las personas, animales y/o procesos de manufactura.
5. De la transferencia de calor a través de la construcción en estudio, calcular las cargas de enfriamiento o de calentamiento presentes en recintos residenciales y no residenciales.
6. Con las dimensiones del recinto y la cantidad de aire a suministrar, calcular y seleccionar el sistema de distribución de aire y equipo.

- ▶ La presentación comprende parte del punto 5 donde se calculan las cargas de calentamiento provocadas por radiación solar a través de fenestración (ventanaje) en recintos residenciales y no residenciales. Por su extensión, el tema se divide en dos presentaciones siendo ésta la segunda.
- ▶ Inicia con el coeficiente de ganancia de calor solar, radiación difusa, y marco opaco y otros elementos.
- ▶ Continúa con el cálculo de la ganancia de calor solar, sombreado y proyecciones horizontales y verticales.
- ▶ Sigue con accesorios de fenestración y fenestración compleja.

CONTENIDO DE LA PRESENTACIÓN

- ▶ Se da una metodología simplificada y la definición del coeficiente de atenuación solar interior (*IAC*).
- ▶ Se estudia el quita sol tipo tablillas y la pañería.
- ▶ Se describe la eficacia operativa de los dispositivos de sombreado y se dan datos de la Infiltración a través de la fenestración.
- ▶ Se revisa la luz de día, la selectividad espectral de varios acristalamientos y los efectos sobre el confort térmico.
- ▶ La información ha sido tomada del ASHRAE handbook fundamentals (2013). Sin embargo, se da bibliografía sugerida al final del trabajo para que tanto los discentes como el docente puedan revisar otros criterios o profundizar en alguno de los temas.

ACONDICIONAMIENTO DE AIRE

Ventanaje
(parte 2)

- ▶ Si $E_D = E_D \cos \theta$ es la irradiancia solar directa incidente en el vidrio, con la transmitancia solar T , la absorción solar A , y N la fracción que fluye hacia adentro de la radiación absorbida, entonces la ganancia solar total (por unidad de área) q_b que entra al espacio debido a la radiación solar incidente es

$$q_b = E_D(T + NA) \text{ [W/m}^2\text{]}$$

- ▶ Donde el coeficiente de ganancia de calor solar $SHGC$ es

$$SHGC = (T + NA)$$

$$SHGC(\theta, \lambda) = T(\theta, \lambda) + NA(\theta, \lambda)$$

- ▶ θ es el ángulo de incidencia y λ la longitud de onda.

COEFICIENTE DE GANANCIA DE CALOR SOLAR

- ▶ Para radiación difusa incidente, debe utilizarse el coeficiente de ganancia de calor solar hemisférica promedio

$$\langle SHGC(\theta) \rangle_D = \frac{\iint_{hem} SHGC(\theta) \cos \theta d\bar{w}}{\iint_{hem} \cos \theta d\bar{w}} = 2 \int_0^{\pi/2} SHGC(\theta) \cos \theta d\theta$$

- ▶ Equivalentemente, T y A pueden promediarse hemisféricamente

$$\langle SHGC(\theta) \rangle_D = \langle T^f \rangle_D + \sum_{k=1}^L N_k \langle A_k^f \rangle_D$$

- ▶ En cualquier caso, N_k no se afecta en el promedio porque no depende del ángulo de incidencia o la longitud de onda. En contraste, T y A dependen de la longitud de onda.

RADIACIÓN DIFUSA

- ▶ El coeficiente de ganancia de calor solar a través de elementos opacos puede calcularse por la ponderación de áreas de los coeficientes de ganancia de calor solar del acristalamiento, marco y elementos divisores M .

$$SHGC = \frac{SHGC_g A_g + SHGC_f A_f + \sum_i^M SHGC_i A_i}{A_g + A_f + \sum_i^M A_i}$$

- ▶ Donde $SHGC_g, SHGC_f$ y $SHGC_i$, son los coeficientes de ganancia de calor solar del acristalamiento, el marco y el divisor i , A_g, A_f y A_i son las áreas proyectadas correspondientes.

MARCO OPACO Y OTROS ELEMENTOS

- ▶ En algunos casos, es útil tener un promedio de $SHGC$ para los elementos opacos únicamente, y se define por

$$SHGC_{op} = \frac{SHGC_f A_f + \sum_i^M SHGC_i A_i}{A_{op}}$$

$$\text{Donde } A_{op} = A_f + \sum_i^M A_i$$

- ▶ Para calcular los flujos de energía solar, en primer lugar se calcula el ángulo de incidencia θ de la hora estándar local y la longitud. Las irradiaciones solar directa normal E_{DN} , difusa del cielo E_d , reflejada en tierra E_r y la total incidente E_t .
- ▶ El flujo de energía solar a través de una fenestración puede dividirse en dos partes: opaca y acristalamiento. El flujo de energía solar por acristalamiento se pueden dividir en la radiación del haz incidente y radiación difusa incidente, que incluye tanto la radiación difusa del cielo y de la radiación dispersada (reflejada) del suelo.

CÁLCULO DE LA GANANCIA DE CALOR SOLAR

- ▶ El flujo de energía solar a través del acristalamiento causado por la radiación del haz incidente se calcula a partir de

$$q_b = E_{DN} \cos \theta SHGC(\theta)$$

- ▶ El flujo de energía solar a través del acristalamiento causado por la radiación incidente difusa se calcula a partir

$$q_d = (E_d + E_r)(SHGC)_D$$

- ▶ El flujo de energía solar a través de la porción opaca se calcula a partir

$$q_{op} = (E_{DN} \cos \theta + E_d + E_r)SHGC_{op}$$

- ▶ La manera más eficaz para reducir la carga solar en la fenestración es interceptar la radiación directa del sol antes de que alcance el sistema de acristalamiento.
- ▶ La fenestración puede sombreadarse por medio de aleros, proyecciones arquitectónicas horizontales y verticales, toldos, persianas exteriores fuertemente proporcionadas, o una variedad de tonos vegetativas, incluyendo árboles, setos, enredaderas y enrejado.
- ▶ Es necesario considerar la relativa geometría de la estructura a los cambios de posición del sol para determinar los tiempos y cantidades de penetración de la luz solar directa.

SOMBREADO

- ▶ El efecto general del sombreado es atenuar la radiación solar.
- ▶ Parte de la radiación directa puede llegar a la fenestración no afectada por la sombra, dando una fracción no sombreada F_u .
- ▶ Suponiendo que la sombra no transmite o difunde la radiación solar, la ganancia de calor solar de la fenestración se puede aproximar mediante la ecuación

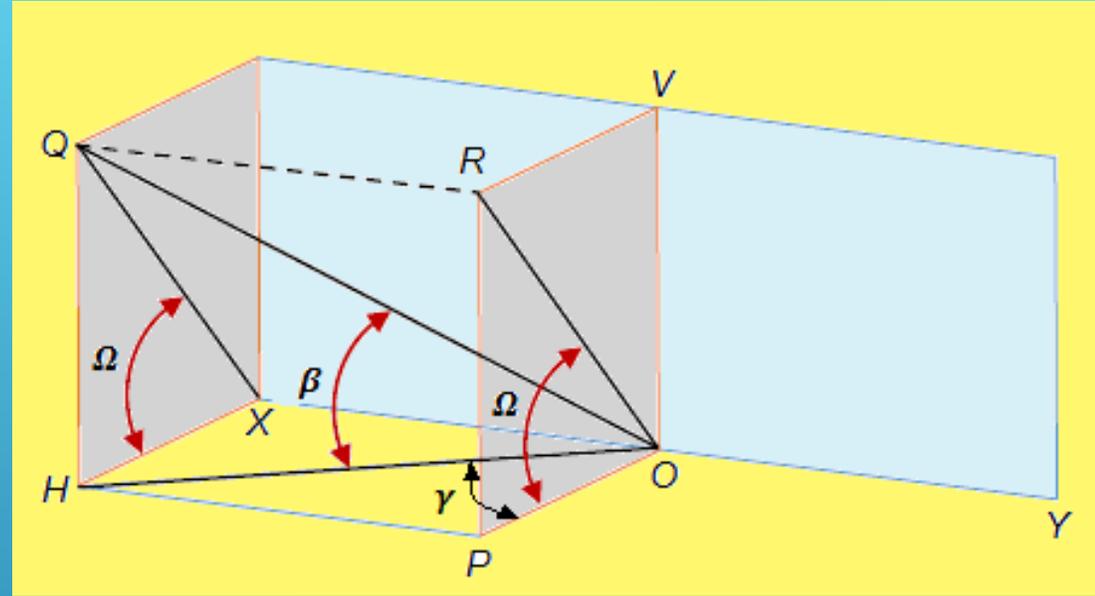
$$q_s = F_u q_b + q_{d,shaded}$$

- ▶ El término $q_{d,shaded}$ indica que un nuevo SHGC debe determinarse para tener en cuenta el hecho de que el dispositivo de sombreado restringe la cantidad de radiación difusa del cielo en el sistema de fenestración.

- ▶ La capacidad de las proyecciones horizontales para interceptar la componente directa de la radiación solar depende de su geometría y el perfil o ángulo Ω de la línea de sombra.

$$\tan \Omega = \frac{\tan \beta}{\cos \gamma}$$

- ▶ Donde β es el ángulo de azimut solar y γ el azimut solar.



Ángulo de perfil para proyecciones horizontales orientadas hacia el sur

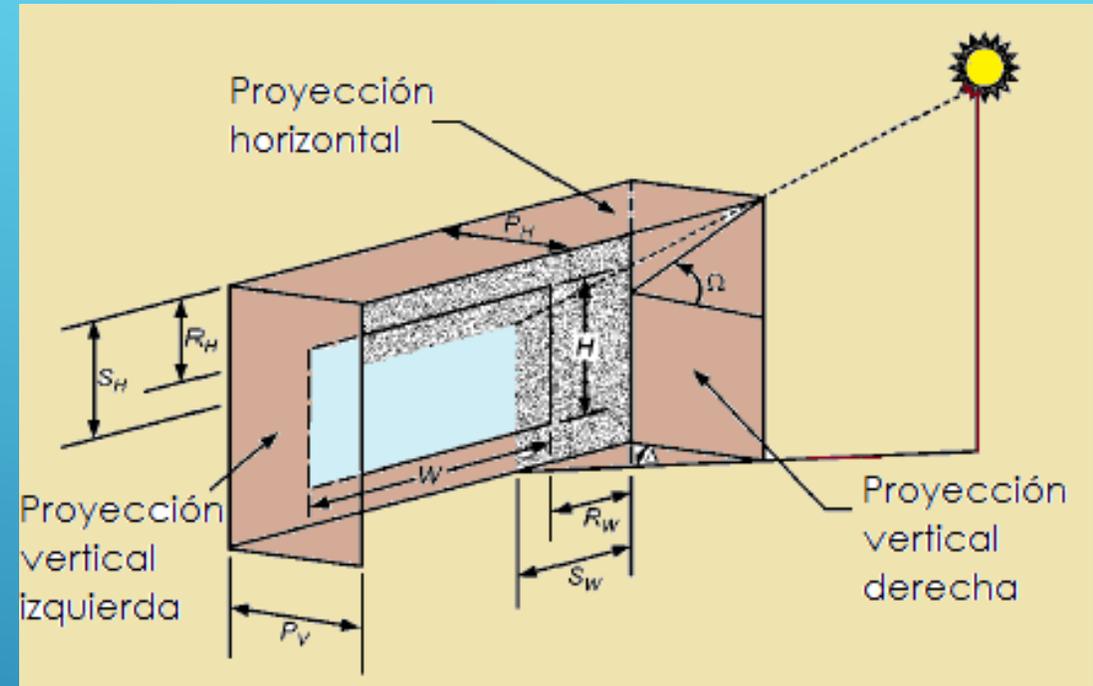
PROYECCIONES HORIZONTALES Y VERTICALES

- ▶ El ancho S_W y la altura S_H de sombra generadas por las proyecciones verticales y horizontales (P_V y P_H), se pueden calcular por la ecuación

$$S_W = P_V |\tan \gamma|$$

$$S_H = P_H \tan \Omega$$

- ▶ Para $90^\circ \leq \gamma \leq 270^\circ$, el producto de fenestración está completamente a la sombra; $S_W = W + R_W$ y el área de luz solar $A_{SL} = 0$.

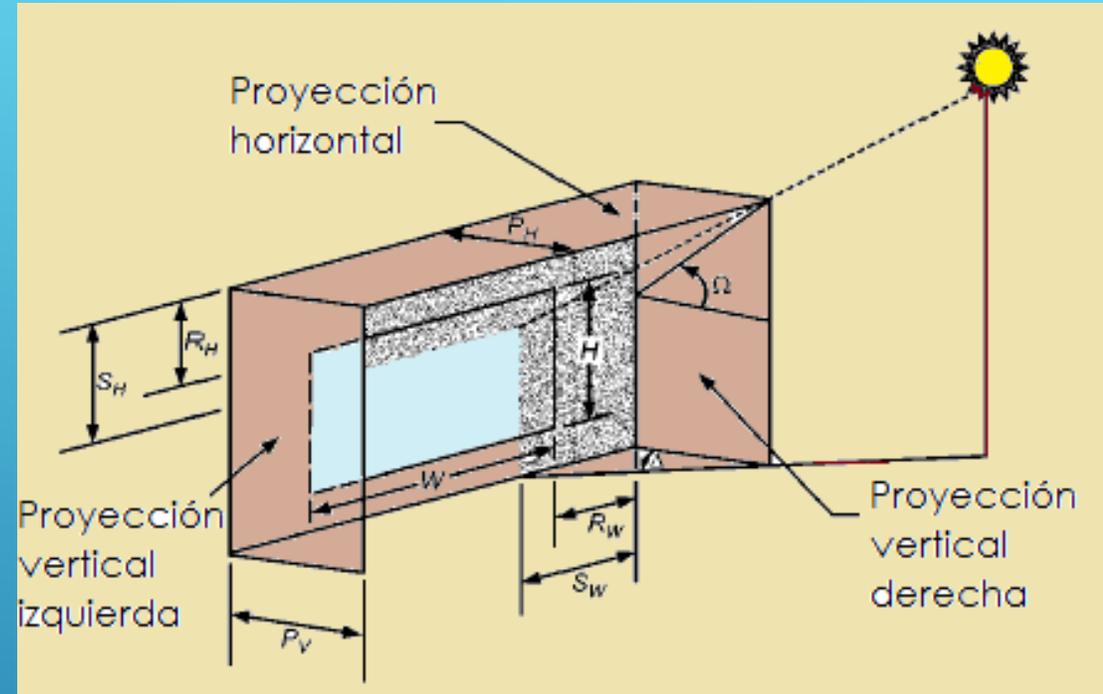


- ▶ Las áreas iluminadas por el sol (A_{SL}) y sombreadas (A_{SH}) del producto de fenestración son variables durante el día y pueden calcularse para cada momento usando las siguientes relaciones:

$$A_{SL} = [W - (S_W - R_W)][H - (S_H - R_H)]$$

$$A_{SH} = A - A_{SL}$$

- ▶ Donde A es el área del producto de fenestración.



- ▶ Los accesorios de la fenestración proporcionan el control solar y de luz de día, así como aislamiento, estética, y la comodidad para los ocupantes del edificio.
- ▶ Del lado interior de la fenestración pueden incluir persianas horizontales (persianas venecianas), persianas verticales, cortinas de rodillos, pantallas de insectos y cortinas.
- ▶ Entre los acristalamientos se pueden incorporar persianas horizontales y persianas enrollables.
- ▶ En el lado exterior, pueden agregarse pantallas de insectos, así como persianas horizontales en el plano de la fenestración.

ACCESORIOS DE FENESTRACIÓN

- ▶ Fenestraciones con dispositivos de sombreado tienen un grado de complejidad térmica y óptica mayor que las fenestraciones sin sombrear y se denominan fenestración compleja.
- ▶ Los métodos para determinar el factor U y las fracciones que fluyen hacia dentro de los sistemas de fenestración no pueden aplicarse a la fenestración compleja.
- ▶ Puede tener un elemento óptico no especular (elemento para el cual la luz incidente sobre el elemento desde una sola dirección espacial no emerge viajando en una única dirección transmitida y / o en una única dirección reflejada.)

FENESTRACIÓN COMPLEJA

- ▶ Del flujo total de calor aproximado a través de la fenestración, las mediciones realizadas en una fenestración bajo un conjunto de condiciones pueden extrapolarse a otras fenestraciones y condiciones para dar una respuesta adecuada. El flujo de calor a través de la región central del vidrio está representado por

$$q = E_{DN} \cos \theta SHGC(\theta) IAC(\theta, \Omega) + (E_d + E_r) \langle SHGC \rangle_D IAC_D$$

- ▶ El coeficiente de atenuación solar interior (IAC) representa la fracción de flujo de calor que entra en la habitación, habiendo sido excluida alguna energía por el sombreado.

METODOLOGÍA SIMPLIFICADA

- ▶ El *IAC* se define como

$$IAC(\theta, \Omega) = \frac{SHGC(\theta, \Omega)_{cg,shaded}}{SHGC(\theta)_{cg}}$$

$$IAC_D = \frac{\langle SHGC \rangle_{D,cg,shaded}}{\langle SHGC \rangle_{D,cg}}$$

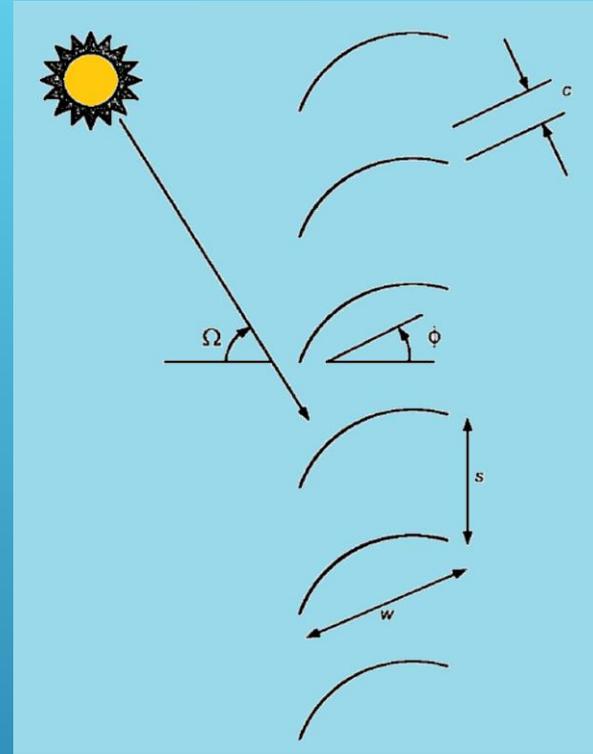
- ▶ Este enfoque simplificado se aplica sólo a la *SHGC* de la región de vidrio central del producto de fenestración.

DEFINICIÓN DE *IAC*

- ▶ Los quita sol tipo tablilla consisten en persianas horizontales o verticales situadas en el plano de la fenestración.
- ▶ Pueden ser instalados en el lado exterior e interior de la fenestración, o entre acristalamientos en un sistema de acristalamiento multicapa.
- ▶ La radiación solar transmitida puede consistir en elementos directos, transmitidos difusos y reflejados a través de los componentes.

QUITA SOL TIPO TABLILLAS

- ▶ Las tablillas tienen ancho w , corona c , separación s y ángulo ϕ .
- ▶ Las relaciones w/s y w/c son 1.2 y 16 respectivamente.
- ▶ El ángulo Ω puede representar el perfil vertical Ω_V o el horizontal Ω_H . El ángulo de perfil vertical se utiliza para persianas horizontales, y el ángulo de perfil horizontal se utiliza para las persianas verticales y es igual al azimut solar de pared γ .



GEOMETRÍA DE QUITA SOL TIPO TABLILLAS

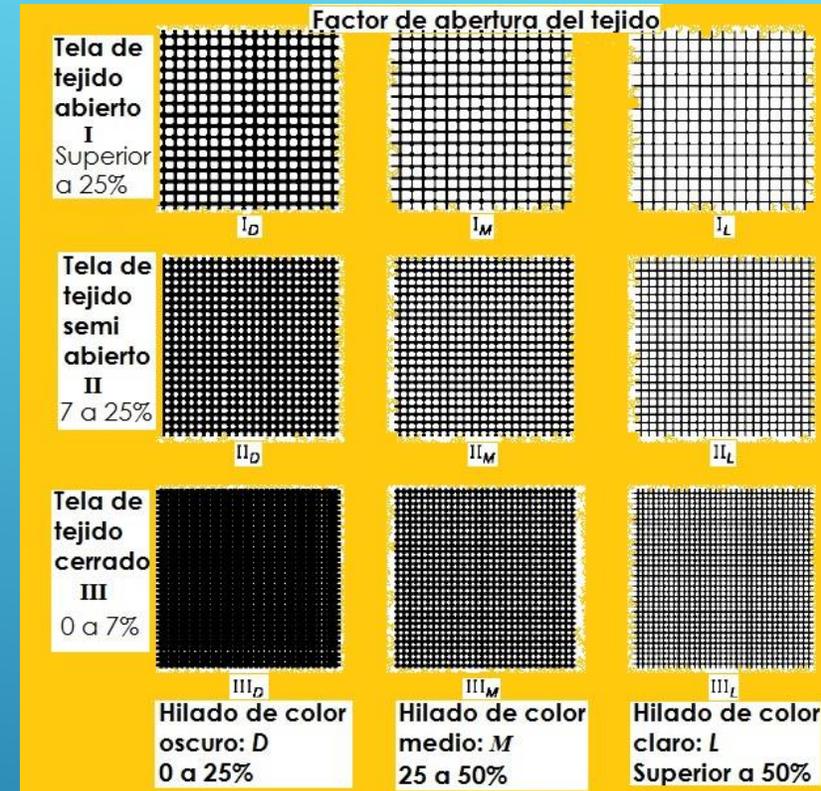
- ▶ IAC varía con el ángulo de perfil donde puede ser vertical (para persianas horizontales) u horizontal (para persianas verticales).
- ▶ La variación de IAC con el ángulo de perfil se puede determinar a partir de

$$IAC(\theta, \Omega) = IAC_0 + IAC_x \times \text{mín}(1, 0.02\Omega)$$

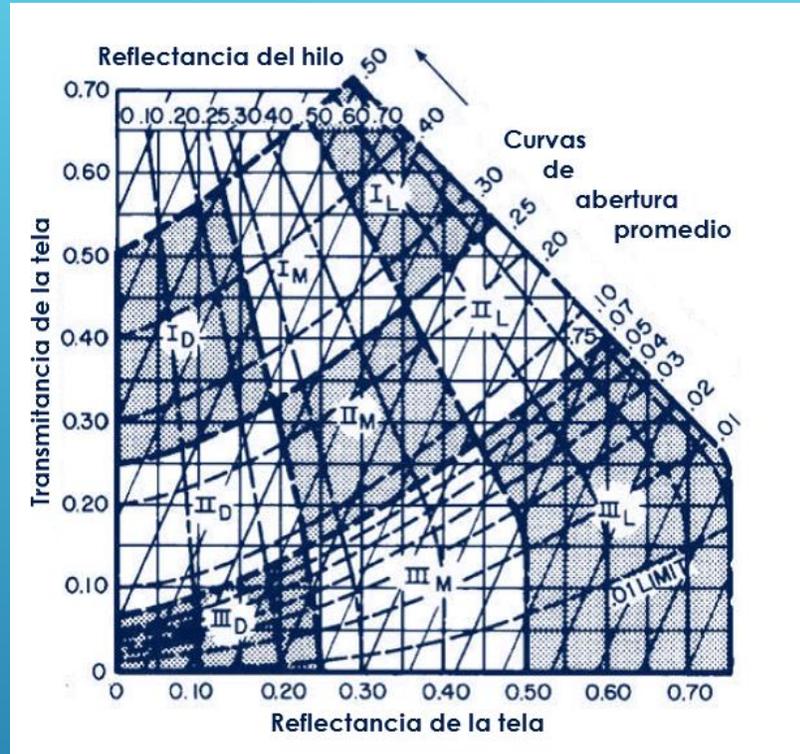
- ▶ Los tejidos de cortinas pueden clasificarse en términos de sus propiedades ópticas solares por sus valores específicos de transmitancia de tejido y reflectancia.
- ▶ La reflectancia de la tela es el factor principal en la determinación de la capacidad de un tejido para reducir la ganancia de calor solar.
- ▶ Basándose en su apariencia, las cortinas también se pueden clasificar por el color del hilo como oscuro, medio y ligero y por el tejido como cerrado, semiabierto y abierto. El color aparente de una tela está determinado por la reflectancia del propio hilo.

PAÑERÍA

- ▶ Las telas de pañerías se clasifican en nueve tipos de acuerdo a la transparencia y la reflectancia del hilado.
- ▶ Los tejidos pueden apreciarse a simple vista.



FACTOR DE ABERTURA DEL TEJIDO

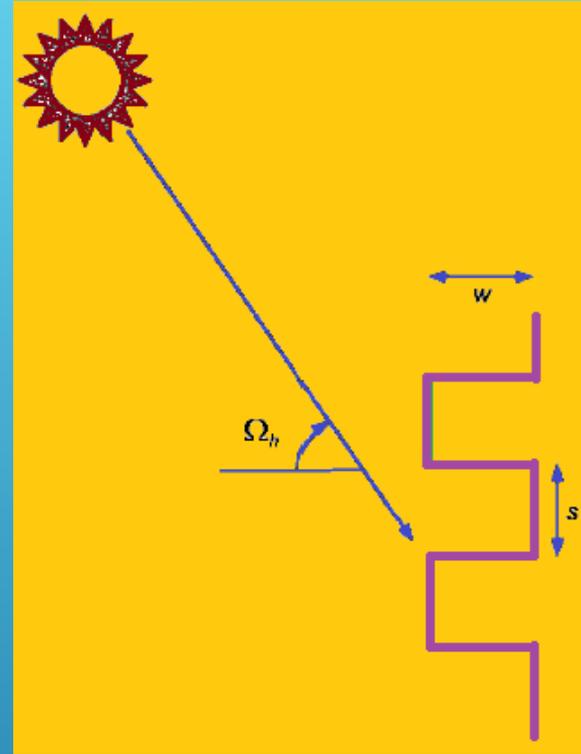


PROPIEDADES DE TELAS DE CORTINAS

- ▶ Con los tejidos cerrados no se ven objetos a través del material, pero pueden aparecer grandes áreas claras u oscuras.
- ▶ Los tejidos semiabiertos no permiten ver los detalles y los objetos grandes están claramente definidos.
- ▶ Los tejidos abiertos permiten ver los detalles y la visión general es relativamente clara, sin confusión de la visión.
- ▶ El color del hilo o la sombra de la luz u oscuridad se puede observar para determinar si el tejido es claro, medio u oscuro.

- ▶ Las estimaciones visuales de la transparencia y de la reflectancia del hilo son valiosas para juzgar la efectividad de las cortinas para:
 1. protección contra la radiación excesiva de la luz solar o del acristalamiento calentado por el sol,
 2. control de brillo,
 3. privacidad, y
 4. control de sonido.

- ▶ Las propiedades ópticas solares de la capa de cortina se entienden con la plenitud de la cortina.
- ▶ Se supone un plisado del paño cuadrado (profundidad de pliegue w y anchura s).
- ▶ Para plenitud del 100%, el ancho de la tela es el doble de la fenestración. Si la cortina es plana, como un sombreado de la fenestración, la plenitud es 0%.



- ▶ En general, tanto las cortinas enrollables como las pantallas de insectos son equivalentes a cortinas de 0% de plenitud. Gran parte de la metodología aplicada a los tejidos de cortinas se aplica también a estos dispositivos.
- ▶ Es importante evaluar la efectividad operativa al considerar el potencial real de rechazo de calor de los dispositivos de sombreado.
- ▶ Los dispositivos pasivos, como los elementos arquitectónicos y el entintado del acristalamiento, se consideran 100% eficaces en funcionamiento. Los revestimientos de acristalamiento y las películas adherentes pueden degradarse con el tiempo.

EFICACIA OPERATIVA DE LOS DISPOSITIVOS DE SOMBREADO

- ▶ Las pantallas de sombra son removibles y operan estacionalmente. Algunas permanecerán en su lugar durante todo el año y otras no serán instaladas o eliminadas en los momentos adecuados.
- ▶ Los dispositivos de sombreado automatizados controlados para un funcionamiento térmico óptimo se consideran más eficaces que los dispositivos manuales, pero los controles requieren un mantenimiento continuo y algunos ocupantes pueden objetar la falta de control personal con dispositivos totalmente automatizados. Los dispositivos de sombreado automatizados también pueden funcionar para propósitos no térmicos, como la optimización del brillo y la iluminación natural, lo que puede reducir la eficacia térmica.
- ▶ Los dispositivos manuales están sujetos a una amplia variación en la eficacia del uso, y esta diversidad en el uso efectivo debe ser considerada al evaluar el desempeño.

- ▶ La infiltración de aire a través de productos de fenestración afecta la comodidad del ocupante y el consumo de energía. La infiltración es la fuga hacia el interior incontrolada del aire causada por los efectos de la presión del viento o las diferencias en la densidad del aire, como el efecto de la chimenea.
- ▶ La norma de energía ASHRAE para todos los edificios que no sean residenciales de poca altura, establece un máximo de fuga de aire de $0.3 \text{ L}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ para muro cortina y fenestración de la tienda y $1.0 \text{ L}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ de la zona de producto de la fenestración bruta para la mayoría de los demás productos, ($5.0 \text{ L}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$) para las puertas de entrada y puertas giratorias, $2.0 \text{ L}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ para las puertas opacas sin costuras, y $1.5 \text{ L}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ para las claraboyas de la unidad.

INFILTRACIÓN A TRAVÉS DE LA FENESTRACIÓN

- ▶ Las rejillas de suministro de aire se encuentran con frecuencia debajo de los productos de fenestración, y el aire barre la superficie de acristalamiento de interiores.
- ▶ El aire de suministro caliente debe dirigirse lejos del acristalamiento para evitar diferencias de temperatura entre el centro y los bordes del acristalamiento.
- ▶ El flujo directo de aire caliente sobre la superficie del vidrio puede aumentar el coeficiente de transferencia de calor y la diferencia de temperatura, causando un aumento sustancial en la pérdida de calor, así como conducir a la tensión inducida térmicamente y el riesgo de rotura del vidrio.

MOVIMIENTO DEL AIRE INTERIOR

- ▶ Los sistemas diseñados predominantemente para enfriar bajan la temperatura de acristalamiento y recogen rápidamente la carga de enfriamiento.
- ▶ El espacio con aire acondicionado tiene un aumento en la ganancia de calor neta causada por incrementos en el coeficiente de ganancia de calor solar (*SHGC*) causado por la entrega de más calor absorbido al espacio interior, el factor *U* de fenestración debido al mayor efecto de convección en la superficie interior y la diferencia de temperatura aire-aire porque el aire de suministro en lugar del aire ambiente está en contacto con la superficie de acristalamiento interior.
- ▶ El aumento principal en la ganancia de calor con acristalamiento transparente es el resultado del aumento de la temperatura y la diferencia de temperaturas aire-aire.

- ▶ La luz de día ilumina interiores de edificios con luz solar y luz del cielo, afectando la visibilidad, la iluminación, la salud, el rendimiento humano, el estado de ánimo y el rendimiento energético.
- ▶ Su variación temporal, intensidad, contenido espectral y variación diurna y temporal se utilizan para combatir el desfase horario, el síndrome del edificio enfermo, y otros problemas de salud.
- ▶ Elimina iluminación eléctrica en zonas perimetrales con ventanas verticales y en la zona central con claraboyas y otros sistemas de luz solar especiales con buena calidad de iluminación.

LUZ DE DÍA

- ▶ La propiedad transmisora de la luz de un producto de fenestración se llama la transmitancia visible T_v . Es similar a la transmitancia solar excepto que se necesita una función de ponderación adicional, en este caso para tener en cuenta la respuesta espectral del ojo humano.
- ▶ Para el diseño de iluminación natural, una regla general es seleccionar una unidad de acristalamiento con una transmitancia visible 1.5 a 2.0 veces mayor que su *SHGC*. Para obtener la máxima luz con una ganancia solar mínima, hay productos de fenestración disponibles que tienen una transmitancia visible tan alta como 3 veces la *SHGC*.

TRANSMITANCIA VISIBLE

- ▶ La relación entre T_v y $SHGC$ da el grado de selectividad espectral alcanzado por un sistema de acristalamiento. Un índice de selectividad espectral denominado relación de ganancia solar a luz (LSG), se define como

$$LSG = \frac{T_v}{SHGC}$$

- ▶ Es difícil y poco probable un sistema de acristalamiento con un valor LSG mayor que 3.0. Valores inferiores a 0.3 indicarían mayor transmisión de calor que luz y serían candidatos poco probables para uso general.
- ▶ Para un producto de fenestración de baja-e, un valor de LSG debajo de 1.0 es apropiado en climas fríos para edificios residenciales y edificios no residenciales sin grandes cargas de refrigeración interna.

Acristalamiento	Tv	SHGC	LSG
Reflectivo azul - verde	0.33	0.38	0.87
Película sobre vidrio transparente	0.19	0.22	0.86
Entintado verde, medio	0.75	0.69	1.09
Verde de baja-e	0.71	0.49	1.45
Control solar bajo-e y verde	0.36	0.23	1.56
Súper bajo-e y claro	0.71	0.40	1.77
Súper bajo-e y verde	0.60	0.30	2.00

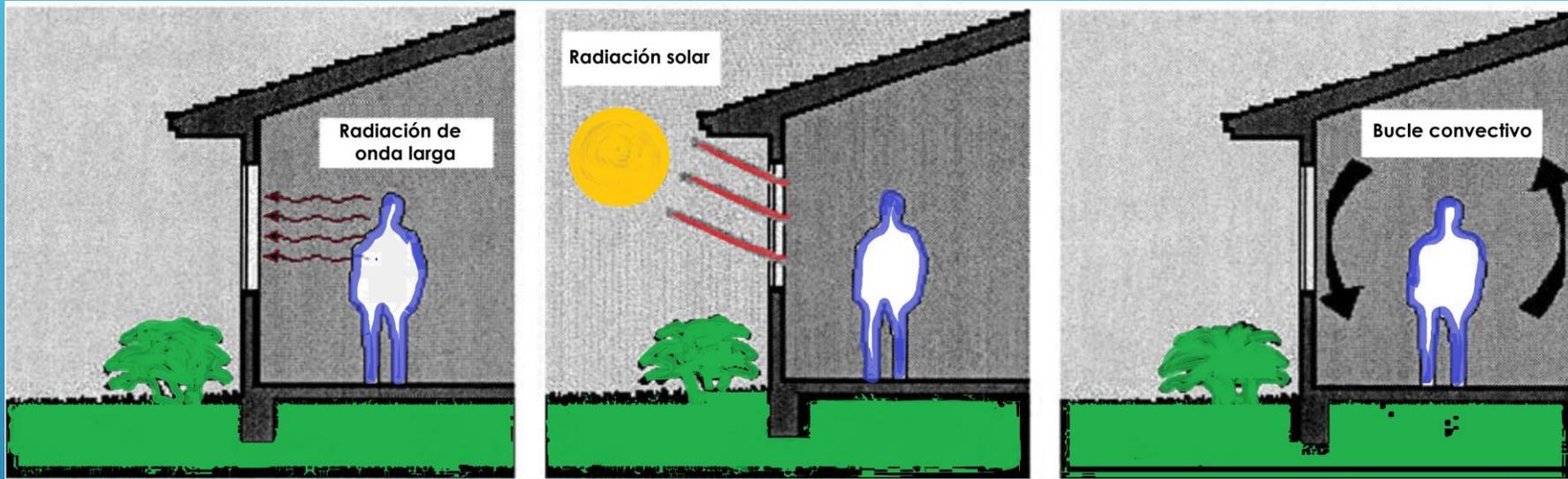
SELECTIVIDAD ESPECTRAL DE VARIOS ACRISTALAMIENTOS

- ▶ Deben tenerse en cuenta cuatro mecanismos básicos del rendimiento energético de la fenestración (transferencia térmica, aumento del calor solar, fugas de aire y luz diurna).
- ▶ No son independientes de muchos otros parámetros que influyen en el rendimiento.
- ▶ El rendimiento energético anual puede determinarse con precisión cuando se consideran muchas variables: el tipo y orientación del edificio, el clima (clima, temperatura, velocidad del viento), el microclima (sombreado de edificios adyacentes, árboles, terreno), los patrones de uso de ocupantes y ciertos parámetros de HVAC.

SELECCIÓN DE FENESTRACIÓN

- ▶ La fenestración influye en el confort térmico a través de una combinación de tres mecanismos: intercambio de radiación de onda larga, absorción de radiación solar y tiro convectivo.
- ▶ En los climas dominados por la calefacción, la fenestración con el factor U más bajo tiende a dar los mejores resultados de confort. Es probable que haya un equilibrio entre los objetivos de maximizar el confort instantáneo y minimizar el consumo anual de energía.
- ▶ En el caso de climas dominados por frío, la fenestración con el menor aumento de la temperatura superficial para una *SHGC* dada tiende a dar los mejores resultados de confort.

COMODIDAD Y ACEPTACIÓN DEL OCUPANTE



EFFECTOS SOBRE EL CONFORT TÉRMICO

- ▶ ASHRAE. (2013). *2013 ASHRAE HANDBOOK. FUNDAMENTALS*. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, Inc.
- ▶ Carrier, A. C. (s.f.). *Handbook of air conditioning systema design*. New York, N. Y.: McGraw-Hill.
- ▶ Díaz, V. S., & Barreneche, R. O. (2005). *Acondicionamiento térmico de edificios*. Buenos Aires: Librerías Juan O'Gorman, nobuko.
- ▶ Pita, E. G. (1997). *Acondicionamiento de aire. Principios y sistemas*. México: CECSA.
- ▶ Quadri, N. (2001). *Sistemas de aire acondicionado. Calidad del aire interior*. Buenos Aires: Librería Editorial Alsina.

BIBLIOGRAFÍA