



Primeras Jornadas de Uso Racional,
Eficiencia Energética y Construcción
Sustentable.



Primeras Jornadas de Uso Racional, Eficiencia Energética y Construcción Sustentable

VIDRIOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA



**COMISION
DE POLITICA ENERGETICA,
PLANEAMIENTO Y MEDIO AMBIENTE**



**CONSEJO PROFESIONAL
DE ARQUITECTURA E INGENIERIA
DE MISIONES**

Vidrio como elemento importante de fachadas y como envolvente de edificios de arquitectura moderna.



VILLA ANGELA - POSADAS



TORRE BOSTON – B.A.

NORMAS ARGENTINAS – BALANCE TERMICO
GANANCIA POR TRANSMISIÓN Y CONVENCION IRAM 11659-1 y 2 Mod. 2007

$Q_{t\text{vidrio}} = Q_c + Q_s$ (en normas internacionales se llama U)

GANANCIA POR TRANSMISIÓN Y CONVENCION

$$Q_c = k_i * A_i * (t_e - t_i)$$

El Valor de transmitancia térmica k_i IRAM 11601 y de fabricante del vidrio

El valor t_i para verano se obtiene de la Tabla 1 11659-1 según el nivel de confort

Por ejemplo para un Nivel A que es el recomendado: Cines y teatros: 24 °, Y humedad 50 %

Temperatura exterior de verano IRAM 11603 – Tabla 3 IRAM 11603, Posadas 35.60 y humedad 40 %

GANANCIA POR RADIACION

$$Q_s = A_i * I_s * F_s$$

Radiación solar Incidente I_s = Tabla 10 d por ejemplo 15 horas oeste 380 w/m²

F_s = Tabla 13 del de la norma IRAM 11659-1:mod 2007 – de fabricante del vidrio

CÁLCULO DEL COEFICIENTE K S/IRAM 11659-1 Y 2



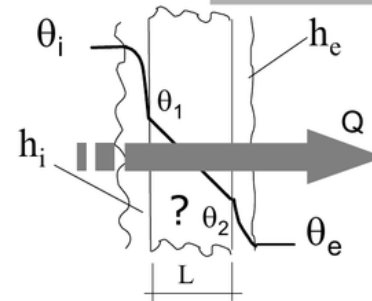
Cálculo coeficiente transmisión de calor K de cerramientos

2.1 Cerramiento simple

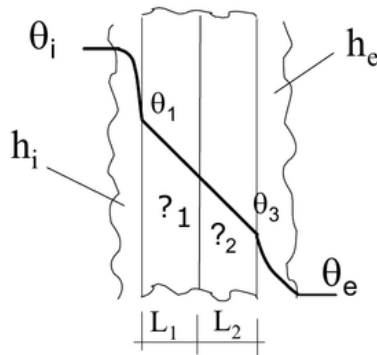
$$Q = K A (\theta_i - \theta_e)$$

$$K = 1 / [1 / h_i + L / ? + 1 / h_e]$$

Tabla 2.1 Tabla 2.8 Tabla 2.1



2.2 Cerramiento compuesto



$$K = 1 / [1 / h_i + S(L_i / ?_i) + 1 / h_e]$$

Puertas y ventanas: Tablas 2.12, 2.13

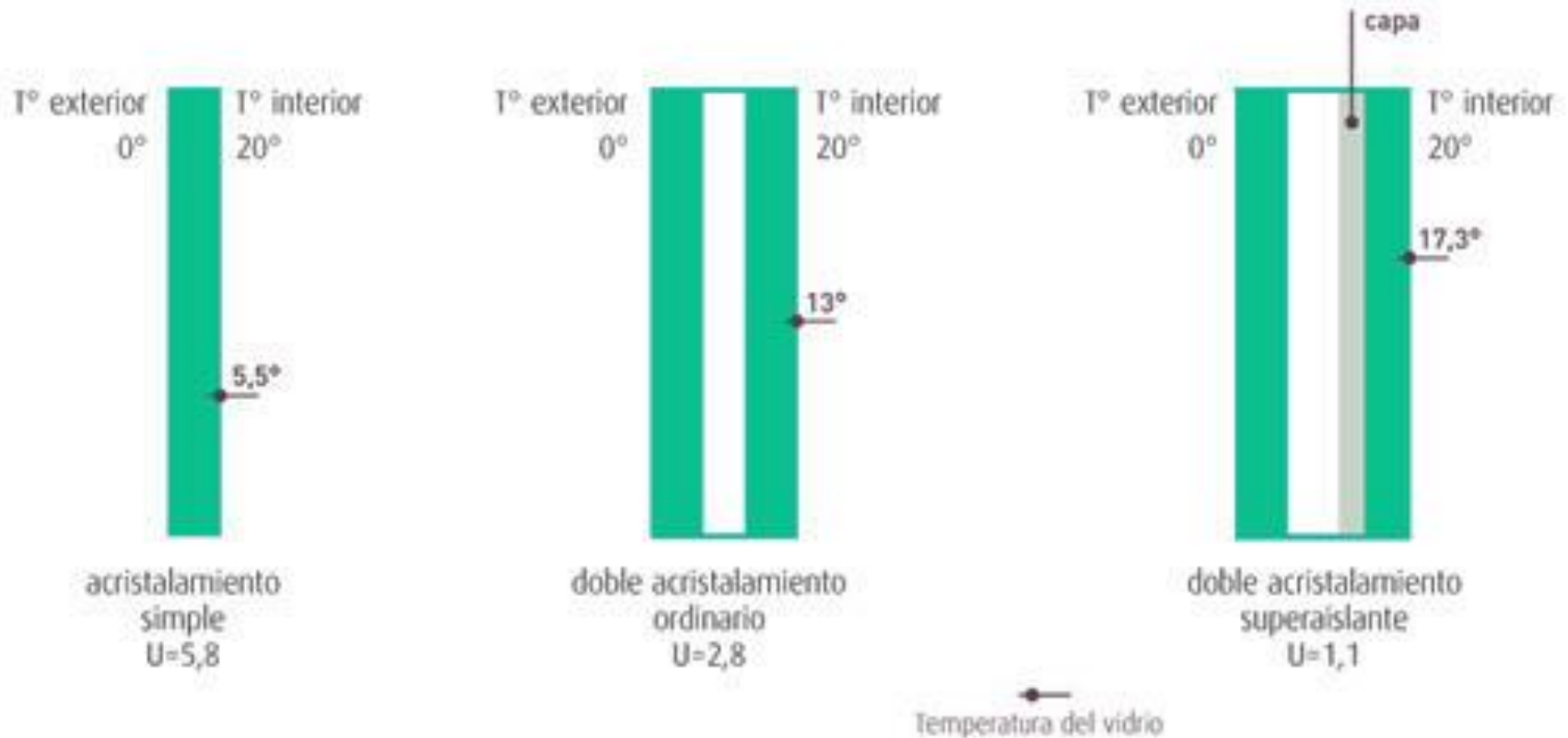
Pared con heterogeneidades:

$$K = 1 / [1 / h_i + S R_u + 1 / h_e]$$

Tablas 2.9, 2.10, 2.11



GANANCIA POR TRANSMISIÓN Y CONVECCIÓN SEGÚN IRAM – SUMA DE LAS AISLACIONES ($U = K$)



GANANCIA POR RADIACION

Se denomina radiación térmica o radiación calorífica a la emitida por un cuerpo debido a su temperatura.

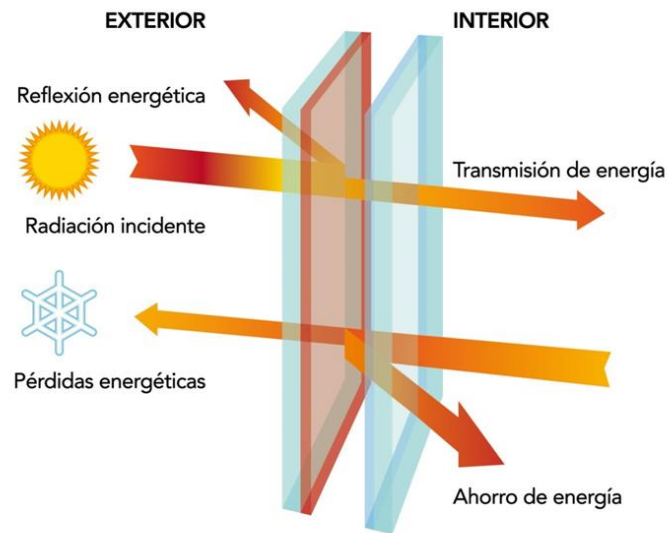
Todos los cuerpos emiten radiación electromagnética, siendo su intensidad dependiente de la temperatura y de la longitud de onda considerada.

En lo que respecta a la transferencia de calor la radiación relevante es la comprendida en el rango de longitudes de onda de $0,1\mu\text{m}$ a $1000\mu\text{m}$, abarcando por tanto la región infrarroja del espectro electromagnético.

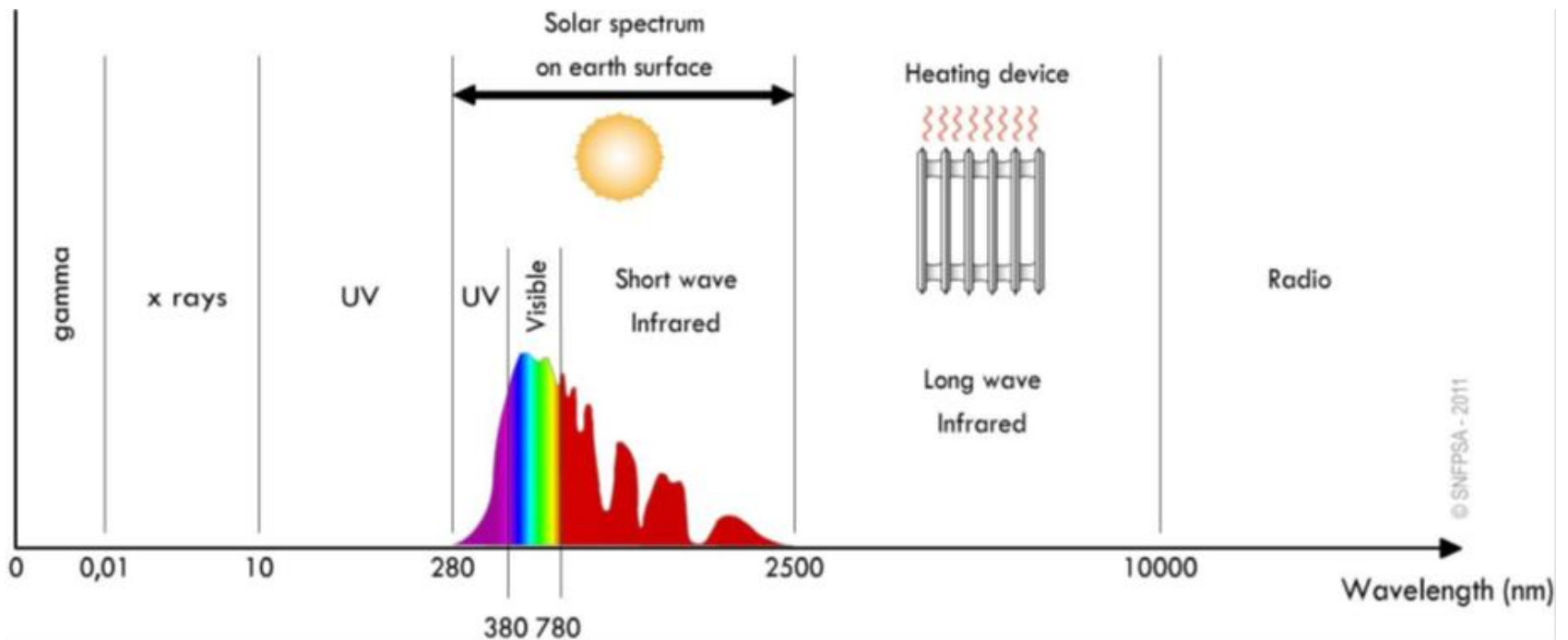
Constante de Radiación solar es 1366 w/m^2 en la parte esterna de la atmósfera terrestre , luego disminuye por Scattering en las partículas de Ozono y otros gases en la atmósfera terrestre.

SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINAMICA

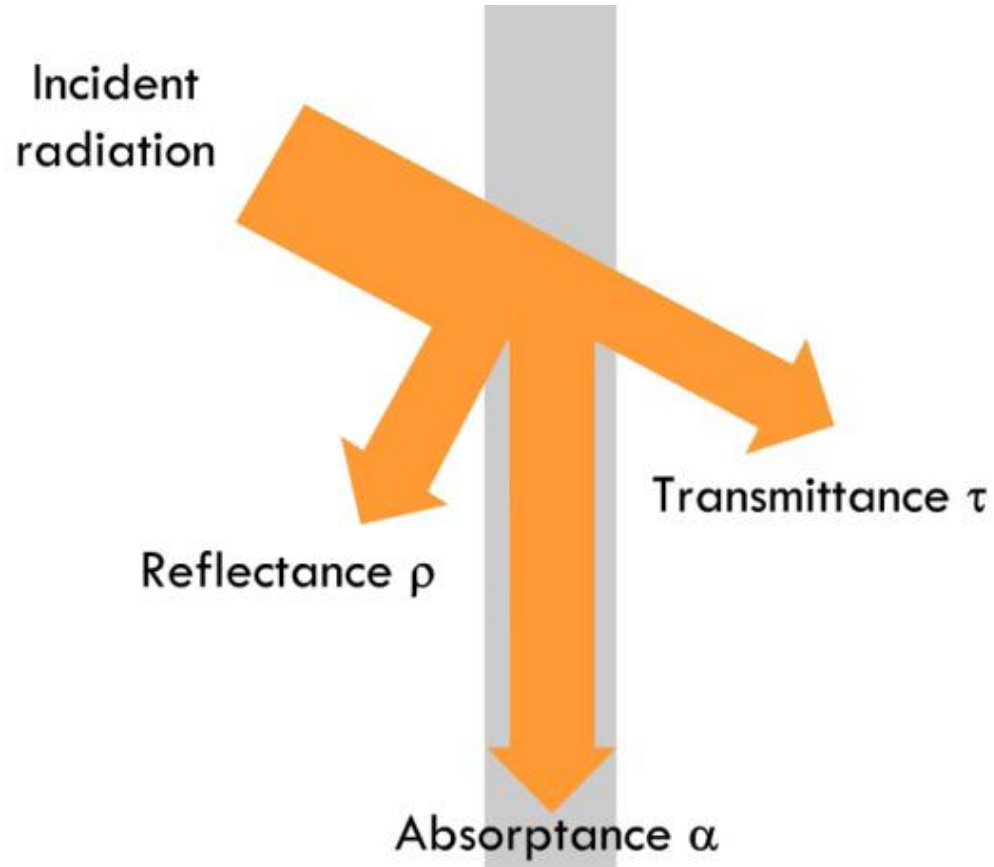
Segundo principio de termodinámica, enunciado por Clausius es que el calor fluye espontáneamente, siempre de una fuente de mayor calor temperatura a una de menor de temperatura , hasta que las mismas se igualan. Proceso Irreversible



Espectro de radiación Solar



Propiedades Físicas (ópticas) de los Materiales Semitransparentes para radiación Solar



$$1 = \alpha_{\lambda} + \rho_{\lambda} + \tau_{\lambda}$$

absortancia reflectancia transmitancia

Determinación de FS (FACTOR Solar)



ISO 15099 Y EN 410 (EUROPA)
Calculo del Factor de Ganancia Solar

Posición del Vidrio: vertical;

La superficie de afuera: Velocidad del viento es 4 m/s

La superficie interior convección natural

La superficie interior, no es ventilada

Tem Int: 25 ° , Tem exterior 30°

Radiación Incidente 500 w/m²

Obtención de la Ganancia por radiación solar

National Fenestration Rating Council

NFRC norteamerica

Consejo Nacional de Evaluación de Fachadas

ANSI/NFRC 200-2014

Ganancia por Radiación Solar:

Solar Heat Gain Coefficient and Visible Transmittance at Normal Incidence

Obtención de la ganancia de por radiación solar

Ensayo para determinar SHGC (similar al FGS argentino):

Velocidad del viento exterior: 2.75 m/seg

Coefficiente transmitancia superficial antes del vidrio= 7.7 w/m²k)

Temperatura Interior 24°

Temperatura exterior 32°

Radiación Incidente 783 w/m²

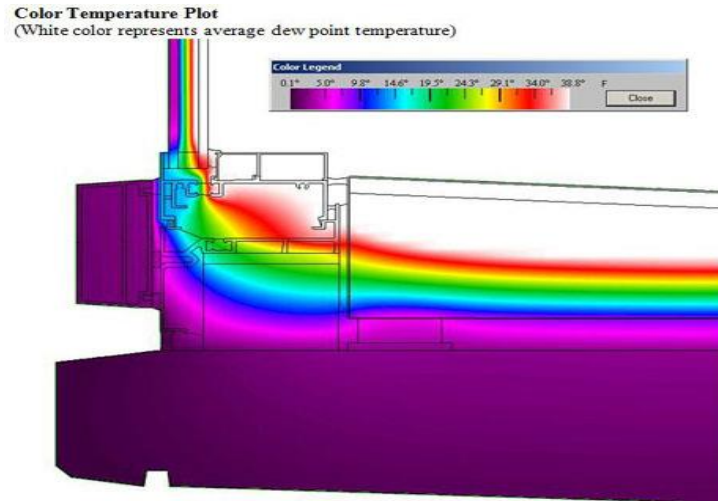
Angulo de incidencia < 5°

Se coloca un solarímetro afuera y otro adentro de una habitación totalmente cerrada con una ventana de 1 x 1 con, en un día totalmente despejado sin incidencia de la radiación reflejada producida ,medidas Estándar de marcos.

Obtención de SHGC - NFRC



Medición de la energía solar incidente el vidrio y la que se transmite con condiciones de borde preestablecidas



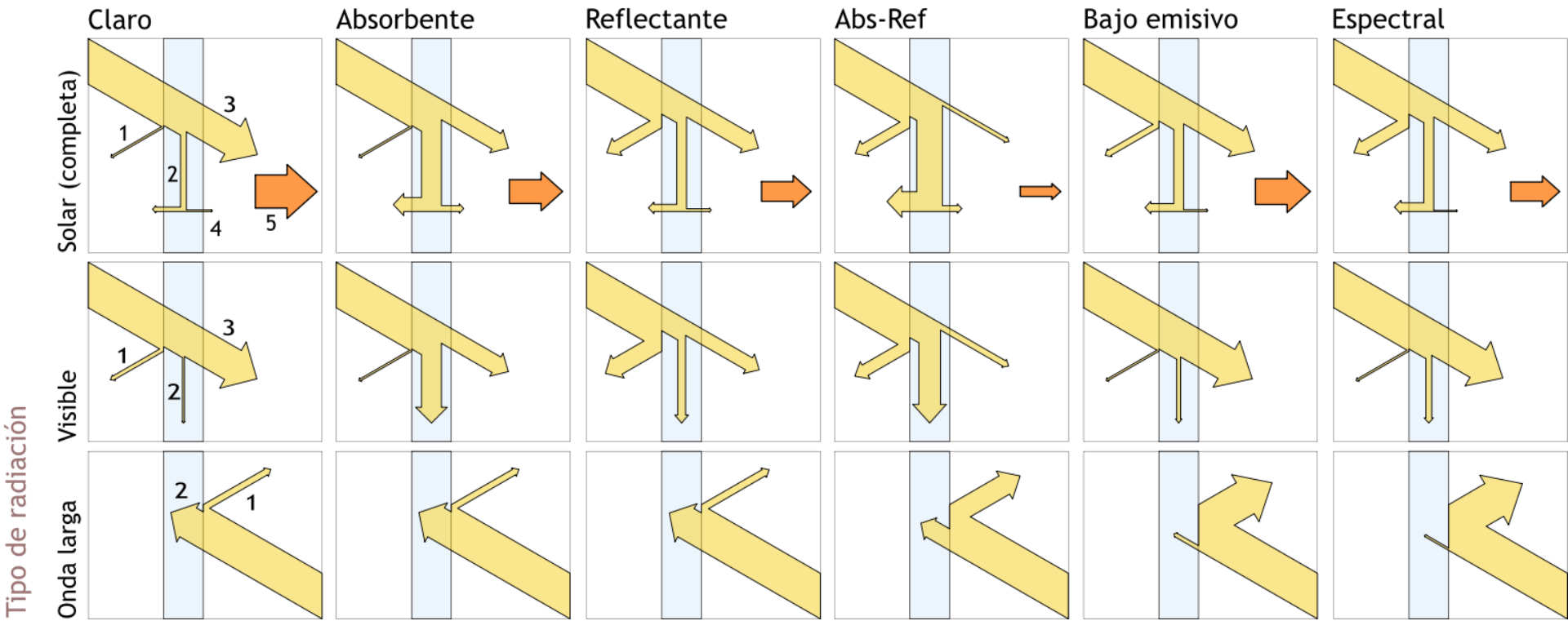
Modelado en un Soft del Therm 7,2 - LIBRE

Vidrios según sus cualidades ópticas en análisis ambiental y energético (clasificación de 6 vidrios)

- CLARO
- ABSORVENTE
- REFLECTANTE
- ABSORVENTE-REFLECTANTE
- BAJO EMISIVO
- ESPECTRAL -SELECTIVO

Comportamiento de los vidrios ante los diferentes tipos de radiación.

Tipo de vidrio



(1) Reflexión

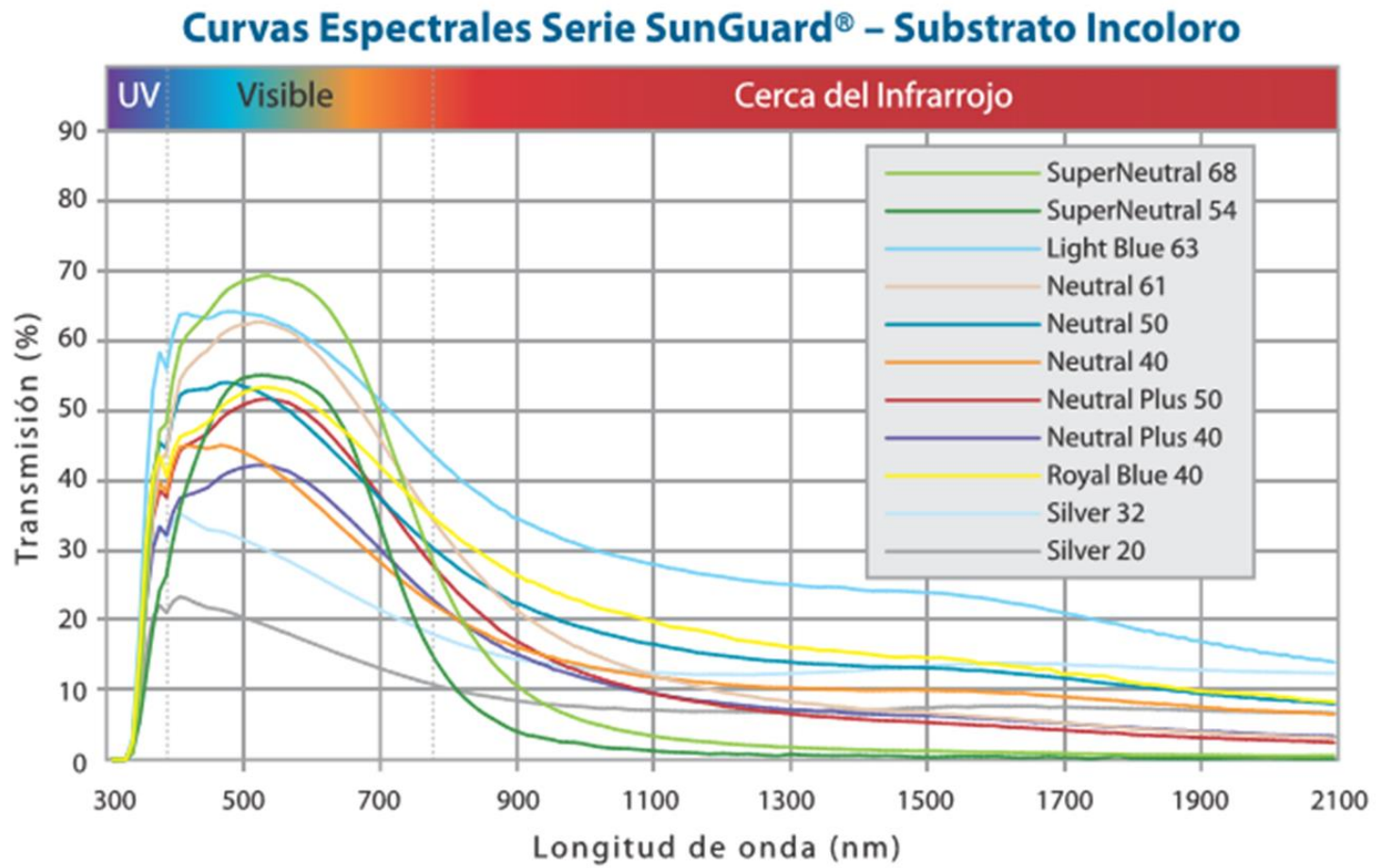
(2) Absorción

(3) Transmisión

(4) Parte de la radiación absorbida que luego es emitida al interior en forma de calor

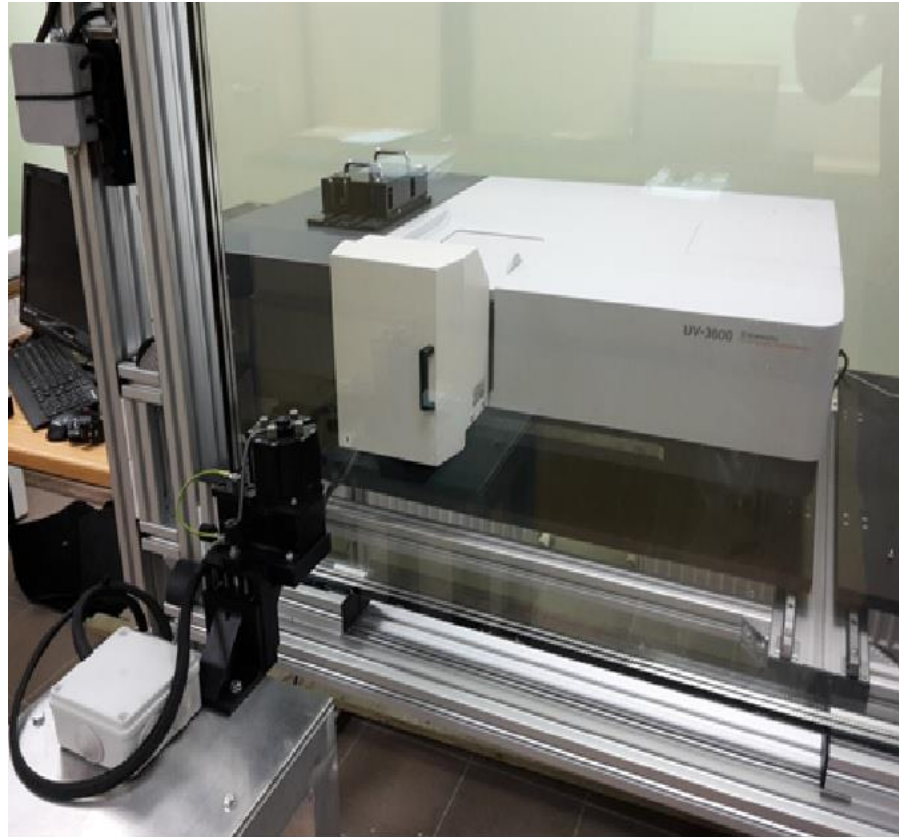
(5) Aporte global de calor solar

Espectro de transmision de los Vidrios



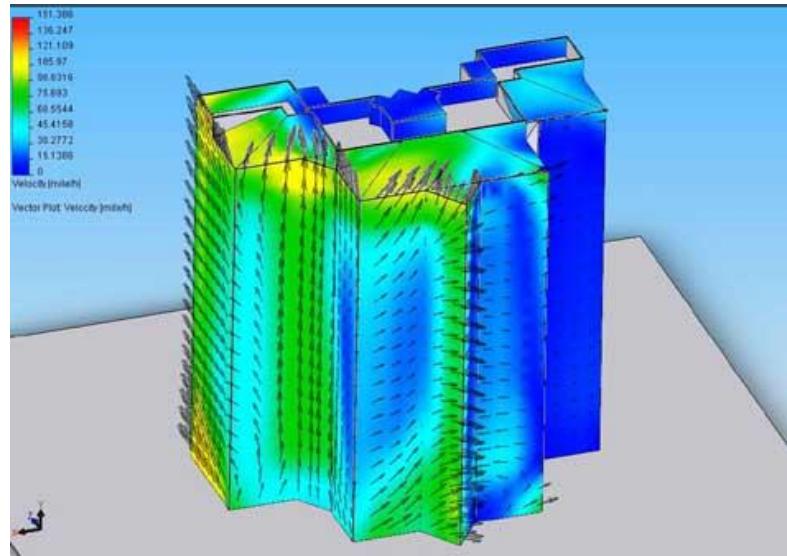
Espectrofotómetro

Sensa la Reflectividad, absortancia, transmisibilidad en diferentes longitudes de onda con o sin viento- método exacto

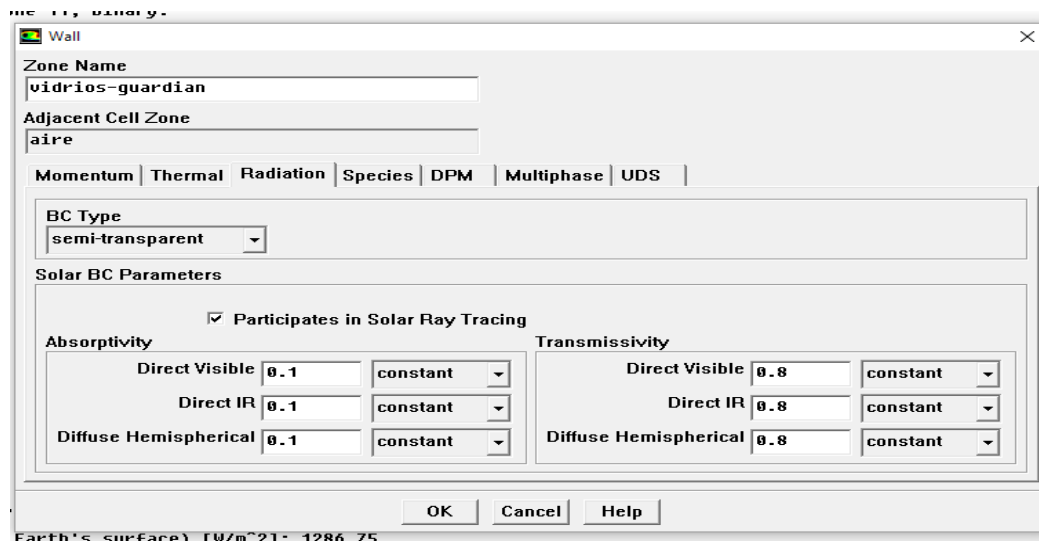


Espectrofotómetro, para medir la transmisión y reflectancia en diferentes longitudes de onda del vidrio. Lo convierte en una serie de Fourier para medir, emisividad, reflectancia y absortancia

METODOS MATEMATICOS-COMPUTACIONALES DE OBTENCION DE FACTOR DE GANANCIA SOLAR

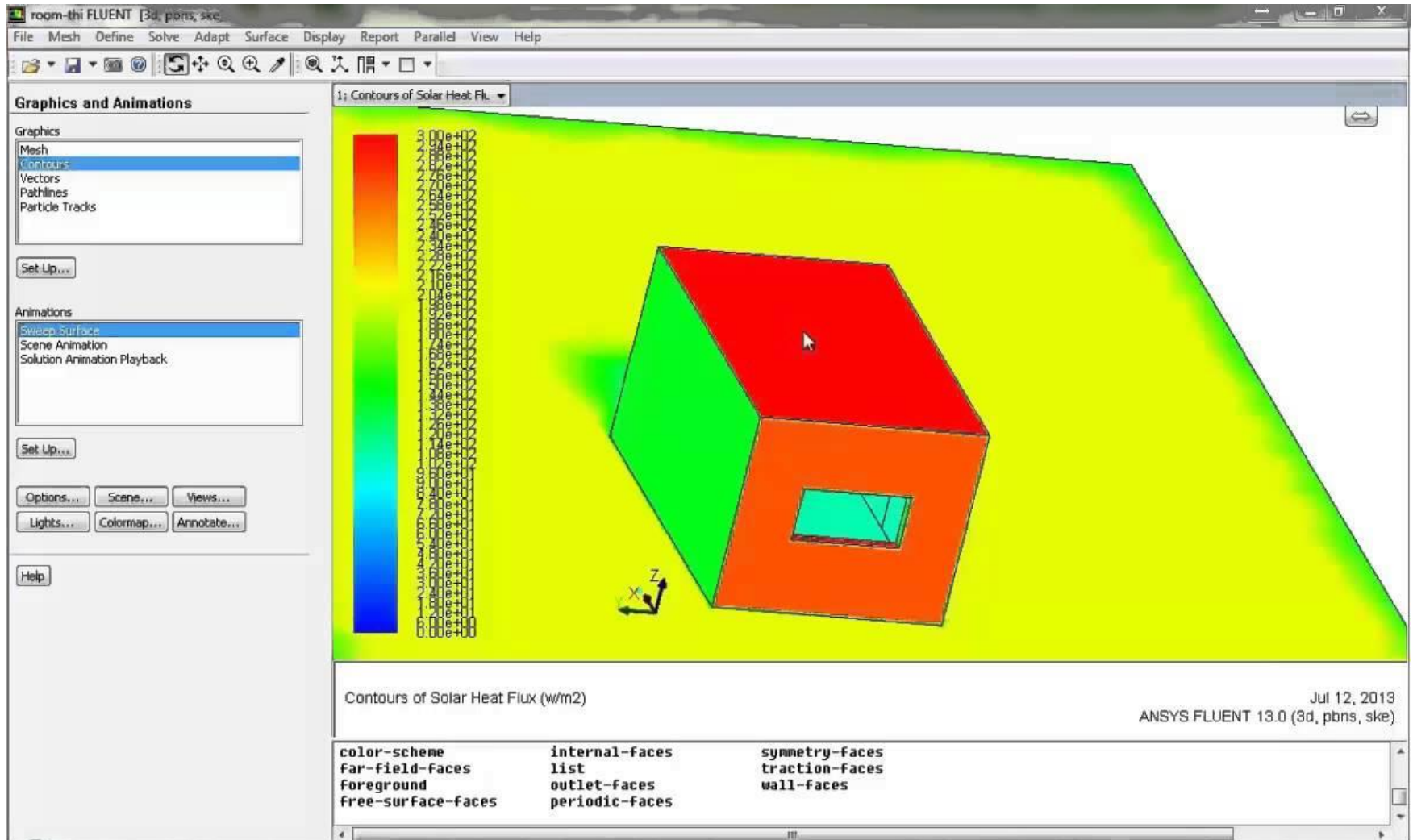


MODELADO MODELADO CFD DEL EDIFICIO – FLUENT- AUTODESK



Variables de entrada, Absotividad y Transmidibilidad

SIMULACION EN FLUENT DE GANANCIA SOLAR



VIDRIOS CLAROS

Los vidrios claros, como indica su nombre, son vidrios casi completamente transparentes e incoloros. Transmiten el 90 % de la radiación solar . Se producen a partir de mezclas de compuestos como la arena de sílice (alrededor del 75%), el carbonato sódico y la roca caliza, que cumplen funciones vitrificantes, fundentes y estabilizantes, respectivamente. Estas mezclas se funden a una temperatura de aproximadamente 1,600 °C y luego se procesan para producir las hojas de vidrio.

VIDRIOS ABSORBENTES

Los vidrios absorbentes, también conocidos como **tintados**, se producen añadiendo óxidos metálicos al vidrio claro normal. Al absorber la radiación solar, los vidrios absorbentes se calientan mucho más que un vidrio claro, lo cual puede incluso percibirse al tacto. Ya que una parte del calor absorbido es re-irradiado hacia el interior, los beneficios de reducir la transmisión directa disminuyen. En ese sentido los vidrios absorbentes, por si solos, pueden no ser tan efectivos para reducir el coeficiente de ganancia de calor solar como otros tipos de vidrio.

Cuando son muy oscuros, los vidrios absorbentes reducen en gran medida la transmisión de luz. Eso puede aumentar la demanda de iluminación artificial, y con ello las cargas de refrigeración. También pueden obstruir demasiado la visibilidad al exterior.

VIDRIOS REFLECTANTES

Los vidrios reflectantes han sido concebidos para aumentar la cantidad de radiación solar reflejada hacia el exterior, reduciendo de esa manera la radiación transmitida y absorbida por el propio vidrio. Este efecto se suele conseguir revistiendo una de las superficies del vidrio con una delgada capa metálica, de cuyo espesor dependerá en buena medida su coeficiente de reflectancia. Los vidrios reflectantes suelen ser bastante efectivos para reducir el coeficiente de ganancia solar (SHGC), así como el deslumbramiento en los espacios interiores, por lo que se recomiendan para climas cálidos con elevados niveles de radiación solar incidente.

VIDRIOS ABSORBENTE-REFLECTANTES

Los vidrios absorbente-reflectantes son básicamente una combinación de los dos tipos de vidrio de los cuales toman su nombre.

VIDRIOS BAJO EMISIVOS (LOW-E)

Los vidrios bajo emisivos se producen con las mismas tecnologías que los vidrios reflectantes, tanto con el método pirolítico como el magnetrónico, pero son diseñados para reflejar principalmente la **radiación térmica infrarroja**, siendo por lo general bastante transparentes al resto del espectro solar. La aplicación más eficiente de los vidrios bajo emisivos suele ser en climas fríos y en edificios con elevados requerimientos de calefacción. se recomienda aplicar el recubrimiento Low-E en la superficie #3 es en los sistemas de doble vidrio con un vidrio tintado absorbente al exterior. En ese caso el recubrimiento impide el flujo de calor radiante desde el vidrio absorbente, mejorando significativamente el valor de SHGC.

VIDRIOS ESPECTRAL-SELECTIVOS

Los vidrios espectral-selectivos, en ocasiones denominados "de control solar", se producen con tecnologías similares a las de los vidrios bajo emisivos. De hecho suelen considerarse una variable de ellos. Su diferencia principal es que además de reflejar de manera eficiente la radiación de onda larga también reflejan la radiación ultravioleta (UV), mientras que permiten un buen aprovechamiento de la luz natural. En otras palabras, los vidrios espectral-selectivos ofrecen una baja transmitancia solar global, una elevada transmitancia visible y una baja emisividad.

Debido a sus propiedades, los vidrios espectral-selectivos se pueden considerar los más avanzados y los que ofrecen un mayor rango de aplicaciones hoy en día, al menos entre los vidrios de propiedades constantes. En todo caso es importante tener en cuenta que su mayor utilidad suele darse en climas cálidos y en edificios con riesgo de sobrecalentamiento. Por otro lado, además de su impacto en el desempeño energético, al reducir el ingreso de rayos ultravioleta estos vidrios también ayudan a minimizar el deterioro de muebles y objetos dentro de los edificios.

Como en el caso de los vidrios bajo emisivos, se recomienda emplear el recubrimiento espectralselectivo en la superficie #2 (superficie interior del vidrio exterior) de sistemas de acristalamiento de doble vidrio. También se recomienda, si se desea mejorar aún más la transmitancia visible, aplicar dicho recubrimiento sobre vidrios extra-claros.

Tecnologías de fabricación de vidrios reflectivos / selectivos

Existen dos maneras de aplicar la capa que da al vidrio float convencional las propiedades de vidrio de eficiencia energética:

- PIROLÍTICO (on line)
- MAGNETRÓNICO (off line)

- **PIROLÍTICO:** La capa se aplica durante la fabricación del vidrio (capa dura).
- **MAGNETRÓNICO:** Se aplica en una instalación de deposición catódica separada mediante el proceso MSVD (Magnetron Sputter Vacuum Deposition) Es una tecnología nueva que ofrece múltiples ventajas respecto a los pirolíticos. Se utilizan gases argón, nitrógeno y oxígeno.

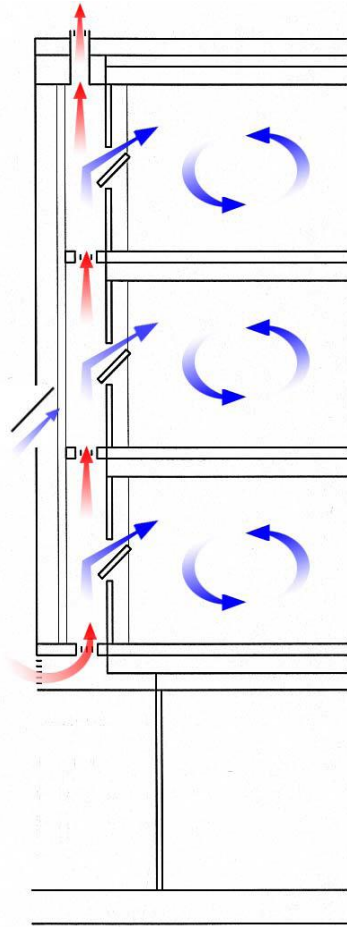
Ejemplos de aplicación de vidrios de alta eficiencia

El **Complejo Juan Felipe Ibarra** es un conjunto de edificios gubernamentales que está ubicado en la ciudad de [Santiago del Estero, Argentina](#). El mismo alberga a los ministerios de Economía y Educación del Gobierno de la [Provincia de Santiago del Estero](#),

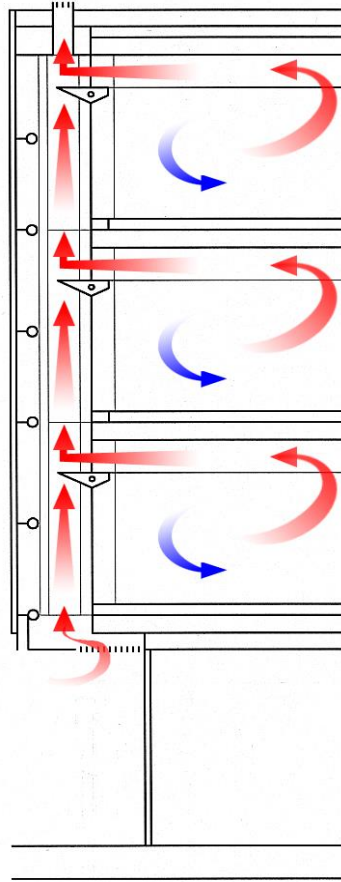


EJEMPLOS DE SOLUCIONES TERMICAS EN LUGARES EXIGENTES

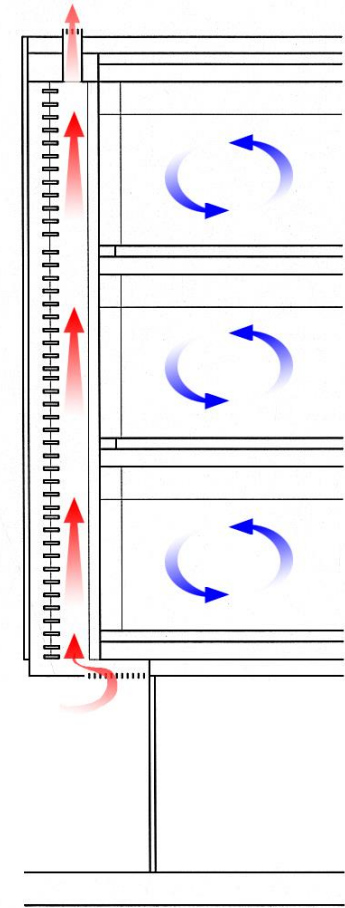
DOBLE FACHAS



Fachadas gemelas de Vidrio



Fachadas de extracción



Fachadas de convección

BURJ CALIFA – VIDRIOS ALTAMENTE REFLECTIVOS



REFERENCIAS

- [1] “Windows Optics, The International Glazing Database,” 2015. [Online]. Available: <http://windowoptics.lbl.gov/data/igdb>. [Accessed: 10-Nov-2015].
- [2] A. Ordoñez García, “Effects of architectural design variables on energy and environmental performance of office buildings,” Ph.D. Thesis, Universitat Rovira i Virgili, 2016.
- [3] LBNL, “Output Details and Examples. EnergyPlus Outputs, Example Inputs and Data Set Files,” Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, 2013.
- [4] M. Bojić and F. Yik, “Application of advanced glazing to high-rise residential buildings in Hong Kong,” *Building and Environment*, vol. 42, no. 2, pp. 820–828, 2007.
- [5] M. Gijón-Rivera, G. Álvarez, I. Beausoleil-Morrison, and J. Xamán, “Appraisal of thermal performance of a glazed office with a solar control coating: Cases in Mexico and Canada,” *Building and Environment*, vol. 46, no. 5, pp. 1223–1233, 2011.
- [6] “NFRC 300-2014 Test Method for Determining the Solar Optical Properties of Glazing Materials and Systems,” National Fenestration Rating Council, Greenbelt, MD, 2013.
- [7] J. Córdoba, M. Macías, and J. M. Espinosa, “Study of the potential savings on energy demand and HVAC energy consumption by using coated glazing for office buildings in Madrid,” *Energy and Buildings*, vol. 27, no. 1, pp. 13–19, 1998.
- [8] F. Noh-Pat, J. Xamán, G. Álvarez, Y. Chávez, and J. Arce, “Thermal analysis for a double glazing unit with and without a solar control film (SnS–Cu_xS) for using in hot climates,” *Energy and Buildings*, vol. 43, no. 2–3, pp. 704–712, 2011.



MUCHAS GRACIAS

**CONSEJO PROFESIONAL DE ARQUITECTURA E
INGENIERIA DE MISIONES**



**COMISION DE POLITICA ENERGETICA,
PLANEAMIENTO Y MEDIO AMBIENTE**