

LINEAMIENTOS DE CARBONO NEUTRALIDAD PARA EDIFICIOS

ISE – CAPC

2021



ESTRATEGIAS DE CONTROL PARA LOGRAR UNA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE, EFICIENTE Y NO CONTAMINANTE

Esta es la base del diseño sostenible en la construcción e implica analizar energía, agua y emisión de CO2 en el funcionamiento de un edificio dentro del contexto de su entorno.

1. Diseño de localización y sitio

- Estrategias de diseño bioclimático en la toma de partido inicial.
- Cobertura Vegetal

2. Ingeniería de la envolvente

- Verificación de las propiedades energéticas de la envolvente
- Aislación selectiva en envolventes
- Inercia térmica
- Iluminación Natural
- Ventilación Natural
- Eficiencia en el uso de la tecnología constructiva que permita el uso flexible de la misma
- Utilización de tecnología y/o materiales que requieran bajo mantenimiento en su uso
- Utilización de tipologías funcionales que impliquen la incorporación de espacios semicubiertos y peri-cubiertos aprovechables en los distintos ciclos estacionales

3. Contaminación

- ❖ efluentes
 - Aprovechamiento pluvial
 - Eficientización del consumo de agua potable
 - Reciclaje de aguas grises
- ❖ Disminución de los valores de emisión de GEI para la edificación standard.
 - Reflectancia superficial de la envolvente (IRS)
- ❖ RSU

4. Climatización

- Utilización de recursos pasivos para la climatización

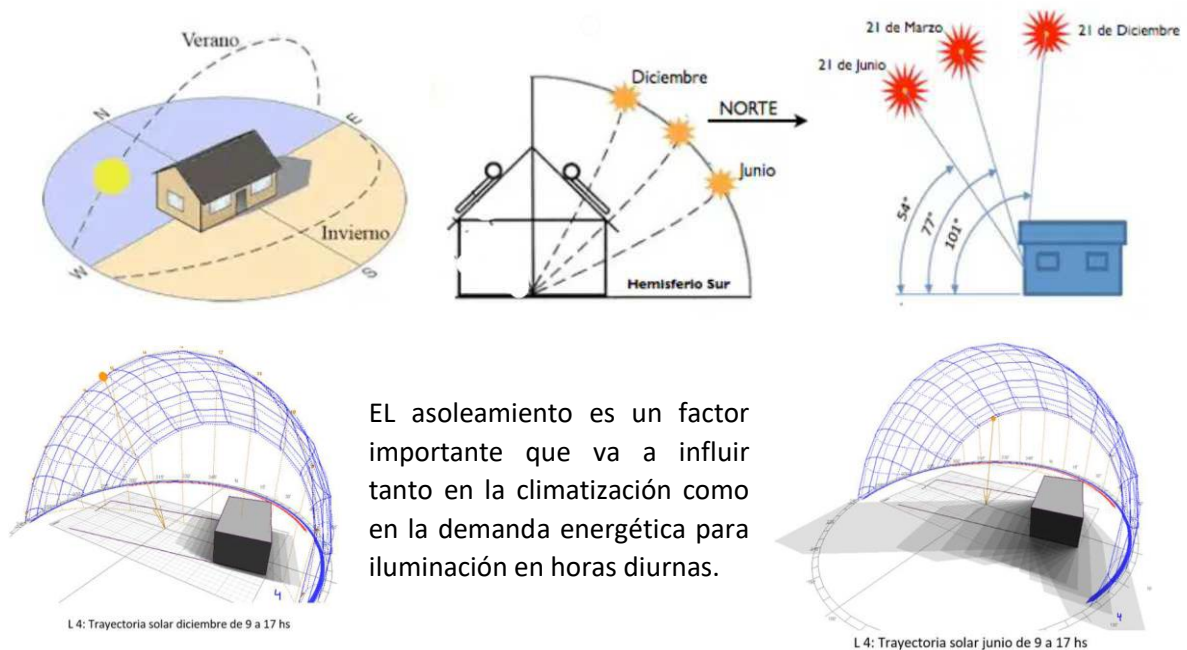
1- ESTRATEGIAS DE DISEÑO DE LOCALIZACIÓN Y SITIO

Lo primero y más importante por definir son los correctos criterios de emplazamiento de los proyectos, por la Revitalización de terrenos subutilizados o abandonados, la conectividad o cercanía al transporte público, la protección o restauración del hábitat y el adecuado manejo y control de aguas lluvias en el terreno seleccionado

El funcionamiento correcto de un edificio involucra múltiples cuestiones que no deben minimizarse ya que conforman un factor importante en la calidad ambiental del mismo y en la demanda energética que éste genera en su funcionamiento. Por tal motivo se establecerá en este informe una serie de consideraciones que hacen a la sustentabilidad del edificio y su entorno.

IMPLANTACIÓN EN EL SITIO:

La orientación de la edificación en el terreno es fundamental como premisa de diseño. También es importante considerar el **ángulo de incidencia solar** que varía entre las temporadas de verano e invierno. Dependiendo de la orientación de cada fachada, se obtendrá distinta calidad e intensidad de luz natural.



3-4 Cobertura Vegetal

Es necesario y de suma importancia cambiar el paradigma de arbolado estético a servicio eco-sistémico de cobertura vegetal y calidad ambiental. La vegetación incorporada al parque edilicio genera múltiples beneficios ecosistémicos

Implementar medidas piloto de Adaptación al Cambio Climático, a la mitigación del fenómeno denominado Isla de Calor Urbana (ICU) y a la mejora de la calidad de vida, mediante un Plan Integral.

La vegetación mejora la calidad de vida en los espacios edificados y su valor estético y su funcionalidad, ofrece otros beneficios y usos ambientales debido a la ecofisiología de los árboles y su comportamiento, y que pueden explicarse como aportes al mejoramiento del microclima urbano:

- La temperatura ambiente es reducida debido al efecto de sombra y consumo de energía calórica por evapotranspiración, Este efecto disminuye la intensidad del efecto "isla de calor".
- Humectación del aire. Un árbol aislado puede transpirar hasta 400 mm de agua por día, aumentando el nivel de humedad relativa del aire.
- Intercepción del agua de lluvia, las copas interceptan agua de lluvia que luego cae gradualmente al suelo y evita intensas escorrentías y una mayor infiltración en el suelo
- Regulación de la iluminación natural y control de la radiación ultravioleta en climas con importantes niveles de radiación solar.
- Disminución de la incidencia de los vientos mediante la conformación de cortinas forestales que efectúan el control mediante obstrucción, conducción, desviación y filtración.
- Los árboles reducen la contaminación del aire al interceptar e incorporar contaminantes atmosféricos gaseosos y sólidos
- La conversión de CO₂ atmosférico en materia orgánica remueve parte de este contaminante de la atmósfera
- La retícula que crean las raíces previene la erosión de suelos y mejora su textura y estructura.
- Confieren confort visual y calidad estética del paisaje urbano, incrementando el valor urbanístico y contribuyendo al uso social de los espacios públicos
- Conservación y aumento de la biodiversidad.

BOSQUE DE DIVERSAS ESPECIES



Se considera una cobertura vegetal óptima la que representa la vegetación del bosque autóctono antes de ser edificado siendo ésta el 60% de la superficie del lote donde se implanta la construcción.

Al referirse a cobertura vegetal se hace mención no sólo a los ejemplares arbóreos sino también a especies arbustivas de 50 cm o más que servirán de soporte durante la etapa de crecimiento del árbol.

2- INGENIERÍA DE LA ENVOLVENTE

2.1- VERIFICACIÓN DE LAS PROPIEDADES ENERGÉTICAS DE LA ENVOLVENTE

Es fundamental promover la implementación de técnicas y componentes constructivos de las envolventes con mayor eficiencia en sus propiedades térmicas, con el objetivo de optimizar el control de las condiciones de habitabilidad interior de las mismas, además de su performance energética en los distintos regímenes estacionales según la zona climática correspondiente y una baja demanda en los niveles de climatización.

Es fundamental, para apostar a la eficiencia de un edificio, considerar la utilización de una adecuada elección de los materiales empleados en la envolvente, ya sea por su combinación según criterios de máxima funcionalidad y por el óptimo diseño de espacios, vanos y orientaciones.

Se deberán considerar dos criterios como parámetro para evaluar las envolventes:

- Tecnológicos:** Consideran la tecnología, materialidad y constructibilidad de las propuestas. Verificación normas IRAM 11605, 11507, y 11625. Considerar en su **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** de pérdida de calor de cálculo sea menor o igual al Coeficiente **K admisible** según la norma IRAM 11601.

- De diseño:** Evalúan las características de la disposición, superficies, orientaciones de las envolventes propuestas. Masa térmica, factor de forma. **Una envolvente térmica bien diseñada reduce las pérdidas energéticas en invierno, el sobrecalentamiento en verano, potencia el uso solar pasivo y genera mayor confort térmico.** En cambio, una envolvente térmica mal diseñada significa: Alto costo, riesgos de daños a la construcción, riesgos de contaminación interior, gran demanda energética.

La elección de los componentes de cerramiento deberá realizarse a través de determinar la capacidad energética utilizando el índice K de transmitancia térmica IRAM 11605, verificar el riesgo a la condensación IRAM 11625 y calcular el retardo térmico, permitiendo determinar la masa implicada en cada muro o techo.

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.

Tabla 1 - Valores de $K_{MAX,ADM}$ para condición de invierno *

Temperatura exterior de diseño ($t_{e,d}$) [°C]	Nivel A		Nivel B		Nivel C	
	Muros	Techos	Muros	Techos	Muros	Techos
-15	0,23	0,20	0,60	0,52	1,01	1,00
-14	0,23	0,20	0,61	0,53	1,04	1,00
-13	0,24	0,21	0,63	0,55	1,08	1,00
-12	0,25	0,21	0,65	0,56	1,11	1,00
-11	0,25	0,22	0,67	0,58	1,15	1,00
-10	0,26	0,23	0,69	0,60	1,19	1,00
-9	0,27	0,23	0,72	0,61	1,23	1,00
-8	0,28	0,24	0,74	0,63	1,28	1,00
-7	0,29	0,25	0,77	0,65	1,33	1,00
-6	0,30	0,26	0,80	0,67	1,39	1,00
-5	0,31	0,27	0,83	0,69	1,45	1,00
-4	0,32	0,28	0,87	0,72	1,52	1,00
-3	0,33	0,29	0,91	0,74	1,59	1,00
-2	0,35	0,30	0,95	0,77	1,67	1,00
-1	0,36	0,31	0,99	0,80	1,75	1,00
≥ 0	0,38	0,32	1,00	0,83	1,85	1,00

* Para valores de $t_{e,d}$ intermedios, los valores de $K_{MAX,ADM}$ se obtienen por interpolación lineal.

Valores máximos de transmitancia térmica para condiciones de verano para muros IRAM 11605

en $W/m^2 \cdot K$

Zona Bioambiental	Nivel A	Nivel B	Nivel C
I y II	0,45	1,10	1,80
III y IV	0,50	1,25	2,00

Valores máximos de transmitancia térmica para condiciones de verano en techos

en $W/m^2 \cdot K$

Zona Bioambiental	Nivel A	Nivel B	Nivel C
I y II	0,18	0,45	0,72
III y IV	0,19	0,48	0,76

Por otra parte será necesario tener presente que los elementos constructivos que conforman las envolventes del edificio no se comportan de una forma estática, sino que están influenciados por variables (ocupación, ganancias internas, pérdidas de calor, equipamiento, etc.) que influirán en el análisis del comportamiento de dichos elementos constructivos y su influencia hacia el interior y exterior del edificio que refiere al desconfort higrotérmico para ambos ciclos térmicos y se materializa en grados hora mensuales para todo el año, repercutiendo en la demanda energética del edificio.

La demanda energética de un edificio para climatización va a variar conforme el tipo de envolvente que lo contenga. Las distintas tecnologías podrían hacer variar la demanda energética del edificio conforme a la performance de la envolvente.

Ejemplo Gráfico fuente: Atlas dinámico de envolvente ISE-CAPC

PARÁMETROS A EVALUAR EN LA ENVOLVENTE

- VERIFICACION 11605 (PAÑOS OPACOS)
- VERIFICACION 11625 (CONDENSAC)
- VERIFICACION 11507 (ABERT EXT)
- MASA TERMICA
- F.F. COMPACIDAD

Para el análisis de las envolventes ejemplificadas a continuación se verificó la capacidad energética de la envolvente, aislación térmica "K" (IRAM 11605), condensación superficial e intersticial (IRAM 11625-30), retardo y amortiguamiento, (ciclos calefacción y refrigeración), sobre-exposición solar y aspectos técnicos de su interacción energética con el ambiente. También se verificó el **confort ambiental**: Iluminación Natural, Confort Higro-térmico (ambos ciclos térmicos), y renovación del aire. Luego, el proceso permitió establecer el análisis comparativo de las líneas de base de referencia.

ENTRAMADO ESTRUCTURAL DE ACERO CON TERMINACION EXTERIOR DE PLACA DE CEMENTO E INTERIOR DE PLACA DE YESO, CON AISLACION TERMICA SIMPLE: CELULOSA PROYECTADA 75MM, HIDROFUGA Y BARRERA CORTAVAPOR.

MURO CONCRETO PROYECTADO Y ALMA EPS- ESPESOR 12 CM (EMEDUE) PM60 + TERMINACIÓN INTERIOR REVOQUE GRUESO Y FINO+ EXTERIOR CON REVOQUE AISLANTE.

PANEL STEEL FRAME

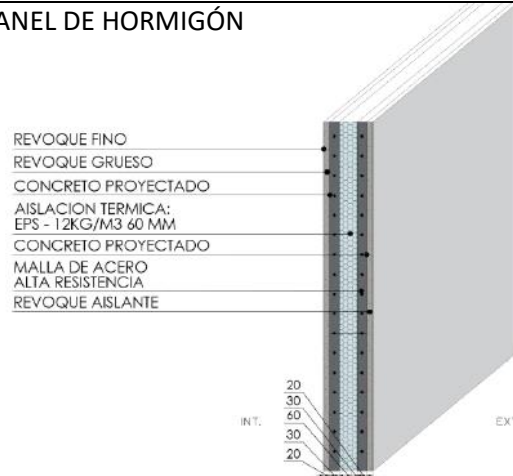


Índice de transmitancia K (REGIMEN ESTATICO ESTACIONA L -IRAM 11.605-)

0,46	0,46
verifica verano	verifica invierno

CALCULO DE RETARDO TERMICO Y AMORTIGUAMIENTO		REGIMEN ESTATICO	
	verano	Invierno	
(s/ Método Mackey y Wright)	Admisividad Equivalente: 4,6	Admisividad Equivalente: 4,5	
	Retardo Térmico: horas 6,0	Retardo Térmico: horas 5,9	
	Amortiguamiento: 0,107	Amortiguamiento: 0,112	
(s/ Método Raychaudhury y Chaudhury)	Retardo Térmico: horas 5,5	Retardo Térmico: horas 4,2	
	Amortiguamiento: 0,237	Amortiguamiento: 0,335	

PANEL DE HORMIGÓN

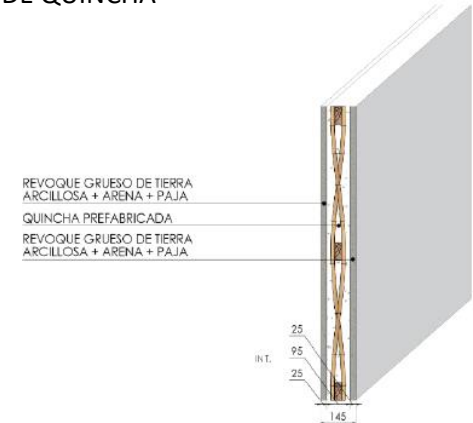


Índice de transmitancia K (REGIMEN ESTATICO ESTACIONAL -IRAM 11.605-)

0,59	0,59
verifica verano	verifica invierno

CALCULO DE RETARDO TERMICO Y AMORTIGUAMIENTO		REGIMEN ESTATICO	
	verano	Invierno	
(s/ Método Mackey y Wright)	Admisividad Equivalente: 3,3	Admisividad Equivalente: 2,3	
	Retardo Térmico: horas 3,8	Retardo Térmico: horas 5,6	
	Amortiguamiento: 0,247	Amortiguamiento: 0,124	
(s/ Método Raychaudhury y Chaudhury)	Retardo Térmico: horas 4,0	Retardo Térmico: horas 5,5	
	Amortiguamiento: 0,347	Amortiguamiento: 0,237	

MURO DE QUINCHA

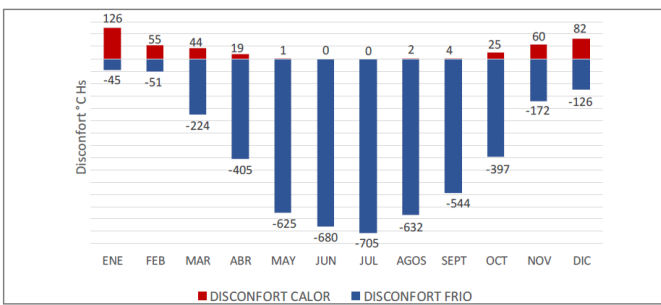


Índice de transmitancia K (REGIMEN ESTATICO ESTACIONAL -IRAM 11.605-)

1,14	1,14
verifica verano	NO verifica invierno

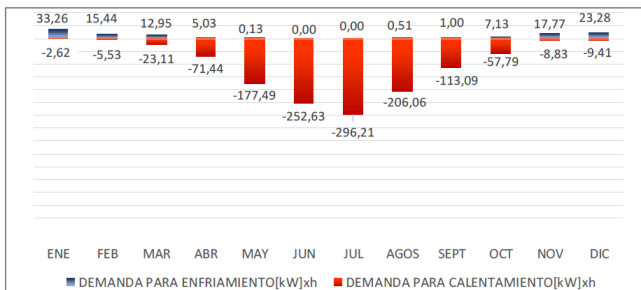
CALCULO DE RETARDO TERMICO Y AMORTIGUAMIENTO		REGIMEN ESTATICO	
	verano	Invierno	
(s/ Método Mackey y Wright)	Admisividad Equivalente: 11,4	Admisividad Equivalente: 9,7	
	Retardo Térmico: horas 3,3	Retardo Térmico: horas 3,1	
	Amortiguamiento: 0,308	Amortiguamiento: 0,323	
(s/ Método Raychaudhury y Chaudhury)	Retardo Térmico: horas 3,4	Retardo Térmico: horas 3,1	
	Amortiguamiento: 0,410	Amortiguamiento: 0,448	

DISCONFORT HIGROTÉRMICO - °C h REGIMEN DINAMICO E-PLUS /8760 HS



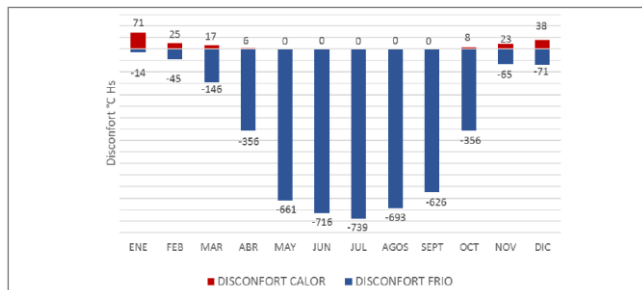
	CANT	°C Hs	PORC
HORAS DE DISCONFORT POR CALOR	418	°C Hs	5%
HORAS DE DISCONFORT POR FRÍO	4.606	°C Hs	53%
HORAS DE DISCONFORT TOTAL (SOBRE BASE 8760 HS)	5.024	°C Hs	58%

DEMANDA ENERGÉTICA PARA CLIMATIZACIÓN-kWh REGIMEN DINAMICO E-PLUS /8760 HS



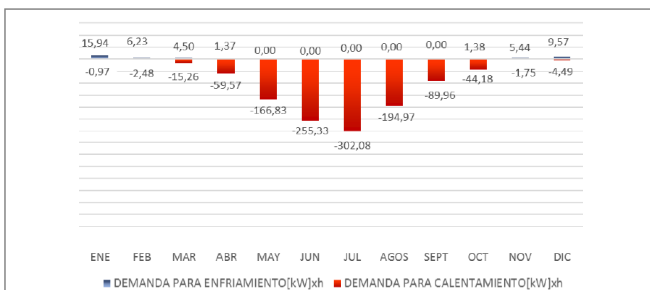
	CANT	IPe
DEMANDA ENERGÉTICA TOTAL PARA REFRIGERACIÓN	116,50 kWh	3,33 kWh/m2/año
DEMANDA ENERGÉTICA TOTAL PARA CALEFACCIÓN	1.224,21 kWh	34,98 kWh/m2/año
DEMANDA ENERGÉTICA TOTAL (ANUAL)	1.340,71 kWh	38,31 kWh/m2/año

DISCONFORT HIGROTÉRMICO - °C h REGIMEN DINAMICO E-PLUS /8760 HS



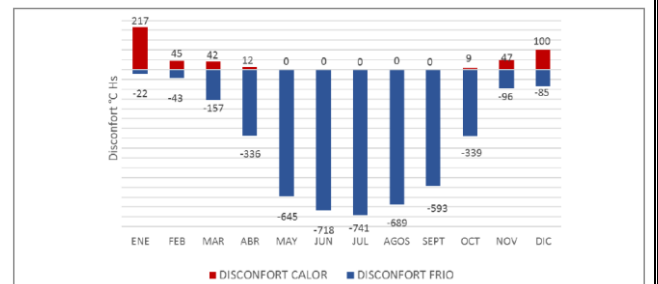
	CANT	°C Hs	PORC
HORAS DE DISCONFORT POR CALOR	188	°C Hs	2%
HORAS DE DISCONFORT POR FRÍO	4.489	°C Hs	51%
HORAS DE DISCONFORT TOTAL (SOBRE BASE 8760 HS)	4.677	°C Hs	53%

DEMANDA ENERGÉTICA PARA CLIMATIZACIÓN-kWh REGIMEN DINAMICO E-PLUS /8760 HS



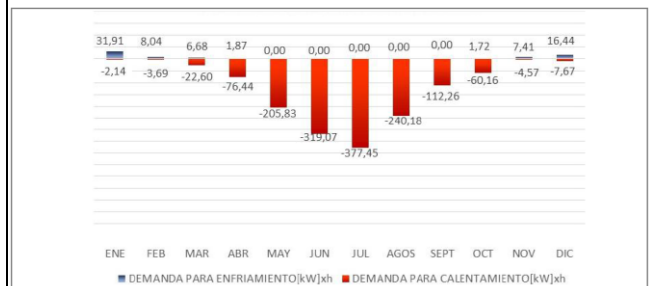
	CANT	IPe
DEMANDA ENERGÉTICA TOTAL PARA REFRIGERACIÓN	44,43 kWh	1,27 kWh/m2/año
DEMANDA ENERGÉTICA TOTAL PARA CALEFACCIÓN	1.137,85 kWh	32,54 kWh/m2/año
DEMANDA ENERGÉTICA TOTAL (ANUAL)	1.182,28 kWh	33,78 kWh/m2/año

DISCONFORT HIGROTÉRMICO - °C h REGIMEN DINAMICO E-PLUS /8760 HS



	CANT	°C Hs	PORC
HORAS DE DISCONFORT POR CALOR	472	°C Hs	5%
HORAS DE DISCONFORT POR FRÍO	4.466	°C Hs	51%
HORAS DE DISCONFORT TOTAL (SOBRE BASE 8760 HS)	4.938	°C Hs	56%

DEMANDA ENERGÉTICA PARA CLIMATIZACIÓN-kWh REGIMEN DINAMICO E-PLUS /8760 HS



	CANT	IPe
DEMANDA ENERGÉTICA TOTAL PARA REFRIGERACIÓN	74,06 kWh	2,12 kWh/m2/año
DEMANDA ENERGÉTICA TOTAL PARA CALEFACCIÓN	1.432,06 kWh	40,93 kWh/m2/año
DEMANDA ENERGÉTICA TOTAL (ANUAL)	1.506,11 kWh	43,03 kWh/m2/año

Nota aclaratoria: El ejemplo se basa en el "Atrás de envolvente dinámica" proyecto 182 ADEC-ISE CAPC donde se propone tomar la base de referencia existente (atlas de envolventes estáticas) y realizar protocolos comparativos que permitan resignificar el conjunto de soluciones disponibles. Para dotarlo de las condiciones de simulación dinámica, partiendo de un prototipo base y modificando las envolventes para evaluar su performance.

Es un Atlas de Envolventes en régimen dinámico que se elaboró en la ciudad de Córdoba y que se fundamenta específicamente en las condiciones climáticas horarias y estacionales-locales.)

Por otra parte, uno de los principales factores de calidad de ambiente interior es el confort higrotérmico, que corresponde a la ausencia de incomodidad térmica. Las variables que influyen en un adecuado confort térmico dependen tanto de las **características del edificio**, como de la fisiología de los **ocupantes**. Los parámetros cuantificables del confort higrotérmico son la temperatura interior, humedad relativa, el movimiento de aire, la vestimenta y actividad que desarrollan los usuarios del edificio. También influyen factores como una adecuada luminosidad y aire interior, es decir, la concentración de contaminantes presentes en el aire dentro del recinto. Una buena calidad de ambiente debe evitar generar molestias y problemas de salud a las personas que usan el edificio.

Incorporar estrategias desde el diseño bioclimático pasivo y activo como complemento que permitan alcanzar sistemas y/o dispositivos para conseguir los parámetros de confort necesarios para cubrir las demandas térmicas de climatización.

CARPINTERÍA

A los efectos de cumplir con el ítem referido a ventanas, las mismas deberán contar como mínimo, con certificación de las propiedades establecidas a continuación, otorgada por laboratorios reconocidos.

- 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.
- 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.

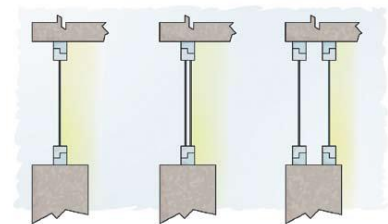
Ventanas termopanel (DVH) o dobles ventanas

Con el fin de minimizar las pérdidas de calor a través de las ventanas, se puede reemplazar las ventanas de vidrio simple por una con termopanel (DVH) o colocar una segunda ventana.

El valor de la transmitancia de un vidrio simple es 5.8 w/ m²K, para un vidrio termopanel (DVH) con cámara de aire de 12 mm., la transmitancia es 2.8 w/m²K y por último para una ventana doble es entre 2.4 y 3.6 k/m²K.

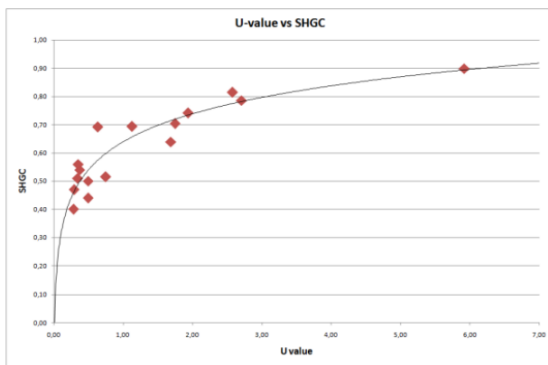
Control de filtraciones de aire

Con el fin de controlar la pérdida o ingreso de calor por ranuras en ventanas y puertas se recomienda sellar marcos de ventanas, revisar y reparar sellos de felpa en ventanas de aluminio, colocar sellos perimetrales en puertas al exterior.

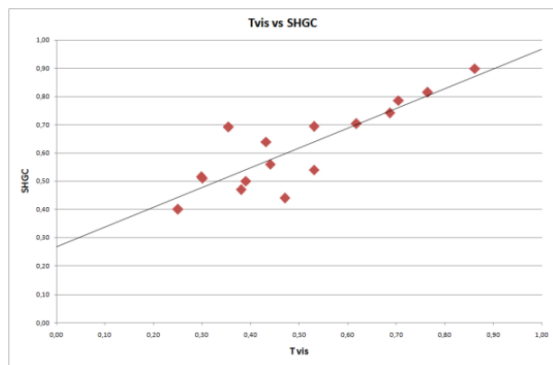


Transmitancia de las aberturas:

Actualmente existe en el mercado una gran cantidad de productos de ventana de altas prestaciones, tanto térmicas como ópticas. Estos productos pueden considerarse activos si varían algunas de sus propiedades físicas automáticamente de acuerdo a algunos parámetros de control, como las ventanas electro-crómicas, o considerarse pasivos si no varían sus propiedades y requieren de la acción del usuario o de un elemento de regulación ajeno al producto. A pesar de que el propósito principal de una ventana es admitir luz natural y crear un contacto visual entre el interior y el exterior, caracterizado por su transmitancia visible, la mayoría de los avances tecnológicos relacionados con los elementos que componen el sistema de la ventana, el conjunto formado por el acristalamiento y el marco, realmente van encaminados a conseguir sistemas con una baja transmitancia térmica (K) y un alto Factor Solar (g) o Coeficiente de Ganancias Solares para minimizar las pérdidas de calor por conducción y maximizar las ganancias por radiación solar directa en invierno.



Relación entre la *transmitancia térmica* y el *Coeficiente de Ganancia Solar (SHGC)*



Relación entre el *Coeficiente de Ganancia Solar* y la *Transmitancia visible*

En este contexto, los acristalamientos al vacío, las nuevas soluciones y materiales para los espaciadores, las ventanas electrocrómicas, los acristalamientos fotovoltaicos y los acristalamientos de aerogel parecen tener actualmente el mayor potencial para mejorar su comportamiento térmico, solar y de iluminación natural.

Tabla A.5 - Transmitancia térmica de ventanas (en posición vertical) (*) IRAM 11601

Tipo	Transmitancia térmica (K)
	W/m ² ·K
Vidrio incoloro común	5,82
Vidrio incoloro común con cortina de madera (cerrada)	2,79
Vidrio incoloro común con cortinas internas	5,00
Polycarbonato transparente incoloro de 3 mm de espesor	5,46
Doble vidriado hermético, con vidrio incoloro común y cortina de madera (cerrada)	2,15
Doble vidriado hermético, compuesto por 2 vidrios comunes incoloros de 3 mm cada uno y una cámara de aire de 6 mm	3,23
Doble vidriado hermético, compuesto por 2 vidrios comunes incoloros de 3 mm cada uno y una cámara de aire de 12 mm	3,08
Triple vidriado hermético, compuesto por 3 vidrios comunes incoloros de 3 mm cada uno y 2 cámaras de aire de 6 mm cada una	2,23
Doble vidriado hermético, compuesto por un vidrio reflectante obtenido por proceso pirolítico de 4 mm de espesor sobre base gris, cara reflectante hacia el exterior y vidrio incoloro común de 3 mm hacia el interior, cámara de aire de 6 mm	3,45
Doble vidriado hermético, compuesto por un vidrio reflectante obtenido por proceso pirolítico de 4 mm de espesor sobre base gris, cara reflectante hacia el interior de la cámara de aire de 6 mm de espesor, y vidrio incoloro común de 3 mm hacia el interior	2,80

(*) NOTA: Para el caso de ventanas en posición horizontal o inclinada, deberá calcularse la transmitancia térmica utilizando los valores dados en esta tabla, pero modificándolos mediante la adopción de las resistencias térmicas superficiales que corresponden a la posición adoptada.

<https://etiquetadoventanas.energia.gob.ar/>

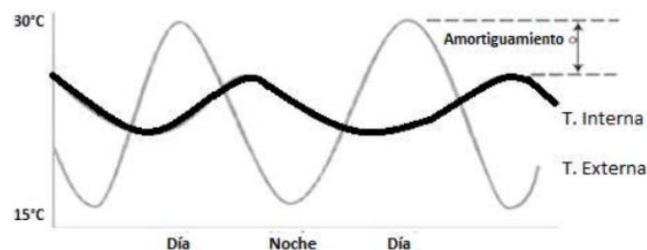
2.2- AISLACIÓN SELECTIVA EN ENVOLVENTES

2.3- INERCIA TÉRMICA

La **inercia térmica** es la propiedad que indica la cantidad de calor que puede conservar un cuerpo y la velocidad con la que cede o absorbe. Esta depende de la masa, del calor específico de sus **materiales** y del coeficiente de conductividad **térmica** de estos.

La inercia térmica en el diseño y construcción de los edificios, es un recurso fundamental en zonas climáticas donde la diferencia de temperatura entre el día y la noche es elevada, para alcanzar el confort térmico de sus usuarios en el interior de los mismos. Dicha inercia se consigue mediante el empleo de materiales capaces de almacenar energía durante el día y liberarla durante la noche. Esta medida pasiva permite ahorrar en consumo de energía en calefacción e incluso en refrigeración, manteniendo una temperatura estable en los espacios interiores a lo largo del día.

La temperatura del medio ambiente, generalmente, varía de forma sinusoidal a lo largo del día, mientras que la temperatura al interior de una edificación, tiende a seguir la misma curva solo que de una manera amortiguada, entre mayor sea esta amortiguación se tiene una mayor inercia térmica, es decir que la inercia térmica es la capacidad que tiene una edificación para mantener su temperatura ganada e ir liberándola lentamente, disminuyendo de esta forma la necesidad de aportación climatizada. En la imagen de abajo se muestra el comportamiento de la inercia térmica en una edificación; la temperatura exterior se muestra como una onda sinusoidal de color tenue y gran amplitud, la temperatura interior como una onda sinusoidal de color sólido con una amplitud pequeña, la diferencia entre la máxima temperatura interior y la máxima temperatura exterior es la amortiguación térmica. El retraso térmico en una edificación está definido como el tiempo que tarda en pasar el calor a través de un material depende de las propiedades del material de la envolvente, como la conductividad térmica que es la capacidad que tiene un material para conducir el calor, el espesor y la densidad del material de la envolvente, en la Figura se puede apreciar el 28 retraso térmico entre el desfase de las dos ondas sinusoidales, cuando la temperatura exterior es mínima, la temperatura interior tiende a ser máxima.



Ejemplo de Inercia térmica para un recinto cerrado. (EHSmith, 2013).

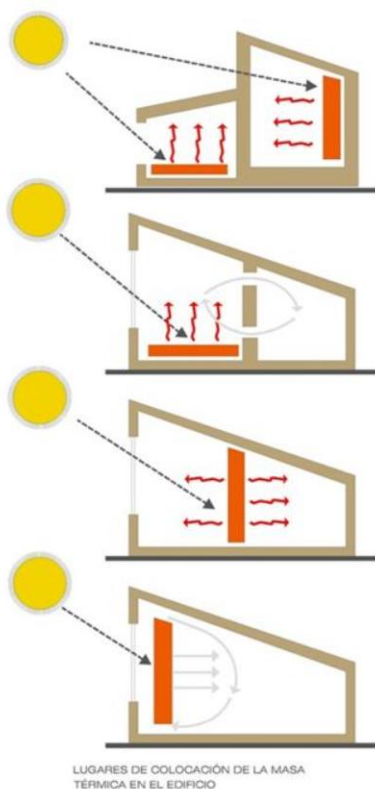
Entre más grande sea una edificación, tendrá mayor **inercia térmica**, debido a que es más difícil que varíe la temperatura en volumen de aire grande con respecto a un volumen de aire pequeño y mejor comportamiento tendrá en regiones de gran oscilación diaria de temperatura. Eligiendo adecuadamente el espesor y tipo de materiales de una envolvente como los muros perimetrales, pisos y techos se puede tener un buen retraso térmico y por ende una mejor inercia térmica.

Por otro lado, la **inercia térmica depende** de las características del material de dicho elemento:

- **Su calor específico (c)** o capacidad para almacenar calor ($c = J/Kg.K$).
- **Su masa (Kg)**: la capacidad calorífica (C), mide relación entre la energía o calor transmitida a un cuerpo y la variación de temperatura que experimenta ($C = J/K$). Cuanto mayor es la capacidad calorífica de un cuerpo, mayor energía hay que transmitirle para que aumente su temperatura en un grado; y cuanto mayor es su masa ($C = c \times \text{masa (Kg)}$), mayor es la capacidad calorífica, y por tanto su inercia térmica.
- **Su densidad (Kg/m³)**. Relaciona el volumen y la masa del elemento. A mayor densidad, mayor inercia térmica.

La inercia térmica de materiales utilizados en la construcción permite mantener la temperatura estable a lo largo del día, en los espacios interiores habitables. En verano, un muro másico, que presenta una gran inercia térmica, absorbe calor durante el día del ambiente interior, debido a la diferencia de temperatura entre ambos, lo va almacenando de manera progresiva, y se disipa durante la noche, con una ventilación adecuada. A la mañana siguiente, dicho muro ha reducido su temperatura, para empezar de nuevo el ciclo: absorbe calor durante el día, y lo emite durante la noche, manteniendo una temperatura constante y reduciendo la necesidad de utilizar el equipo de refrigeración

Evidentemente, el aprovechamiento efectivo de estos sistemas implica un estudio previo del clima en el que se ubica el edificio – orientación, asoleamiento, horas de radiación, etc.-, y una adecuada aplicación del mecanismo, que evite temperaturas elevadas en estancias donde no se requiere, junto con un buen sistema de ventilación, que permita enfriar la masa térmica en verano.



LUGARES DE COLOCACIÓN DE LA MASA TÉRMICA EN EL EDIFICIO

Materiales con elevada inercia térmica

El uso de medidas pasivas en la construcción, permite reducir el consumo de energía de las instalaciones térmicas por lo tanto para alcanzar el confort deseado en el interior de los edificios. Entre estas medidas, destacamos el uso de materiales con gran inercia o capacidad calorífica como el **agua, el granito, la tierra seca o el adobe** (capacidad calorífica entre 500 y 1000 Kcal/m³°C); para la construcción de elementos constructivos bioclimáticos.

Otros materiales más habituales en la construcción y que también tienen una capacidad calorífica aceptable son **la madera, el ladrillo o el hormigón**, por un lado (en torno a 400 Kcal/m³°C), y los **aislantes térmicos** (capacidad calorífica inferior a 40 Kcal/m³°C) como la lana mineral, el EPS y el poliuretano, o la celulosa que se utiliza como aislamiento térmico, por otro.

La inercia térmica de los materiales es una propiedad que, bien aprovechada, puede servir como **estrategia pasiva para estabilizar la temperatura en los espacios interiores**, ahorrando el uso de sistemas mecánicos de apoyo. (Ejemplos en ítem 4 “climatización utilización de recursos pasivos”)

2-4- ILUMINACIÓN NATURAL

Promover e implementar estrategias de iluminación natural incrementando el confort lumínico dentro del edificio y lograr niveles adecuados de iluminación interior según lo requiera la actividad a realizarse. Potenciar y equilibrar el ingreso de luz natural en el interior del edificio de manera controlada y minimizar el uso de luz artificial mientras haya luz solar.

El estudio de la iluminación natural supone la valoración de la iluminación generada por las fuentes naturales (Sol y cielo) en un punto determinado. Esta iluminación que generan las fuentes se expresa habitualmente mediante la distribución discrecional de luminancias de la bóveda celeste. Esta luminancia, en la realidad, tiene una alta variabilidad en función de una serie de parámetros meteorológicos, estacionales y geométricos de difícil sistematización. En base a estos parámetros los niveles de iluminación provenientes de las fuentes de luz natural tienen una alta variabilidad temporal y cuantitativa

Para poder evaluar y considerar la influencia de la luz natural sobre los edificios deben considerarse también sus efectos térmicos. La radiación solar directa, entra en un espacio a través de sus vanos o elementos semitransparentes, y se conoce como ganancia solar térmica directa. Pero esta misma radiación solar directa, en el ámbito de la iluminación natural, se conoce como soleamiento. En este sentido, la insolación integra ambos aspectos, **térmico y lumínico**, del efecto de la radiación solar directa en un espacio. Las herramientas de simulación son elementos importantes para analizar el comportamiento de un edificio, ya que permiten considerar desde el diseño la variabilidad y particularidad de las condiciones climáticas locales, expresadas mediante indicadores que muestran la **evolución anual** del comportamiento del edificio.

Pero la luz natural en arquitectura no debe ser una cuestión exclusivamente cualitativa; para aprovechar el potencial de la iluminación natural es necesario poder cuantificarla; de esta forma se podrán obtener valores de iluminancia que permitan gestionar y controlar los requisitos de visibilidad para el desarrollo de tareas visuales.

La norma que regula los niveles de iluminación óptimos para cada uso de los espacios es la NORMA UNE-EN 12464-1:2003

Se deberá establecer una secuencia de cálculo promedio anual, en las edificaciones o proyectos para establecer:

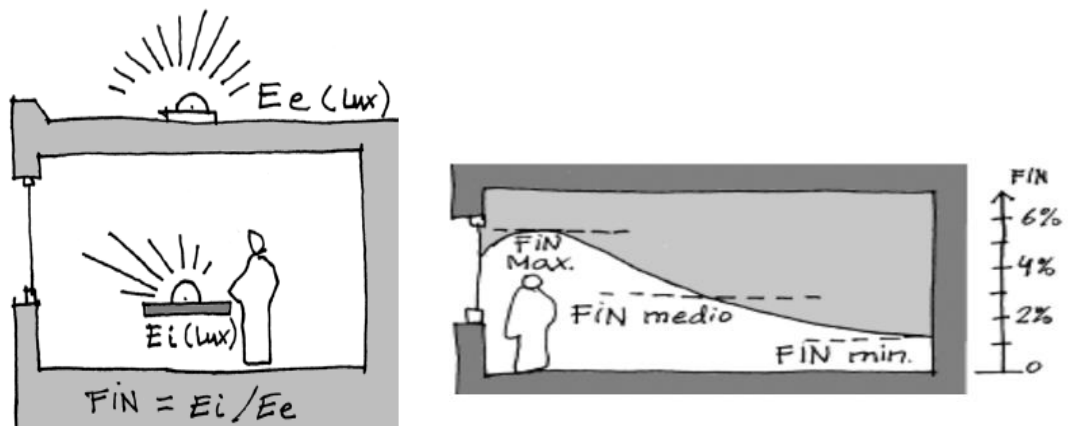
- 1- **Niveles de ILUMINANCIA (E)** o nivel de iluminación, que es la cantidad de luz que recibe una superficie, su unidad es el lux, que es el flujo luminoso recibido por unidad de superficie $\text{lux} = \text{lumen/m}^2$.

FIN factor de iluminación natural (Daylight Factor o DF) es la relación entre el nivel de iluminación de un punto interior de un local (E_i) respecto al nivel de iluminación difusa horizontal al exterior del espacio E_e : $\text{FIN} = E_i / E_e \times 100 (\%)$. (%) Es una constante característica de los huecos, geometría y reflectancia de las superficies del local.

En general, se recomienda alcanzar valores de factor de iluminación natural de $\text{FIN} = 3$ a 5% para usos generales.

Una vez calculados los valores de iluminancia o el Factor de Iluminación Natural (% FIN o % DF), podemos evaluar los niveles de iluminación natural que obtenemos en cada espacio.

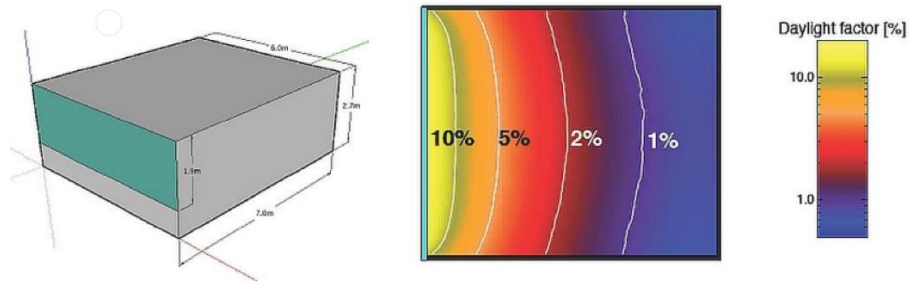
- **FIN mínimo / FIN medio:** Es un índice de falta de iluminación en la zona más oscura del lugar, que es recomendable mejorar cuando sean inferiores a 1/3 utilizando para ello, las distintas estrategias de diseño de aberturas que hay disponibles o de dispositivos de introducción de luz natural (linternas) hasta de tipos de superficies reflectantes para “introducir” la luz en el espacio interior.
- **FIN máximo / Fin medio:** Es un índice de exceso de brillo en la zona más iluminada, que puede llegar a provocar deslumbramiento, los valores superiores a 3, provocan discomfort y deben compensarse con superficies no reflectantes, o difusores de distinto tipo.
- **FIN máximo / FIN mínimo:** Es un índice del contraste total entre las zonas con mayor y menor nivel de iluminación, que pueden causar deslumbramiento y sensación subjetiva de oscuridad al mismo tiempo en la misma habitación (en cada extremo), los valores superiores a 10 deben compensarse.



VALORES DE LUMINANCIA ÓPTIMOS PARA DIFERENTES ACTIVIDADES

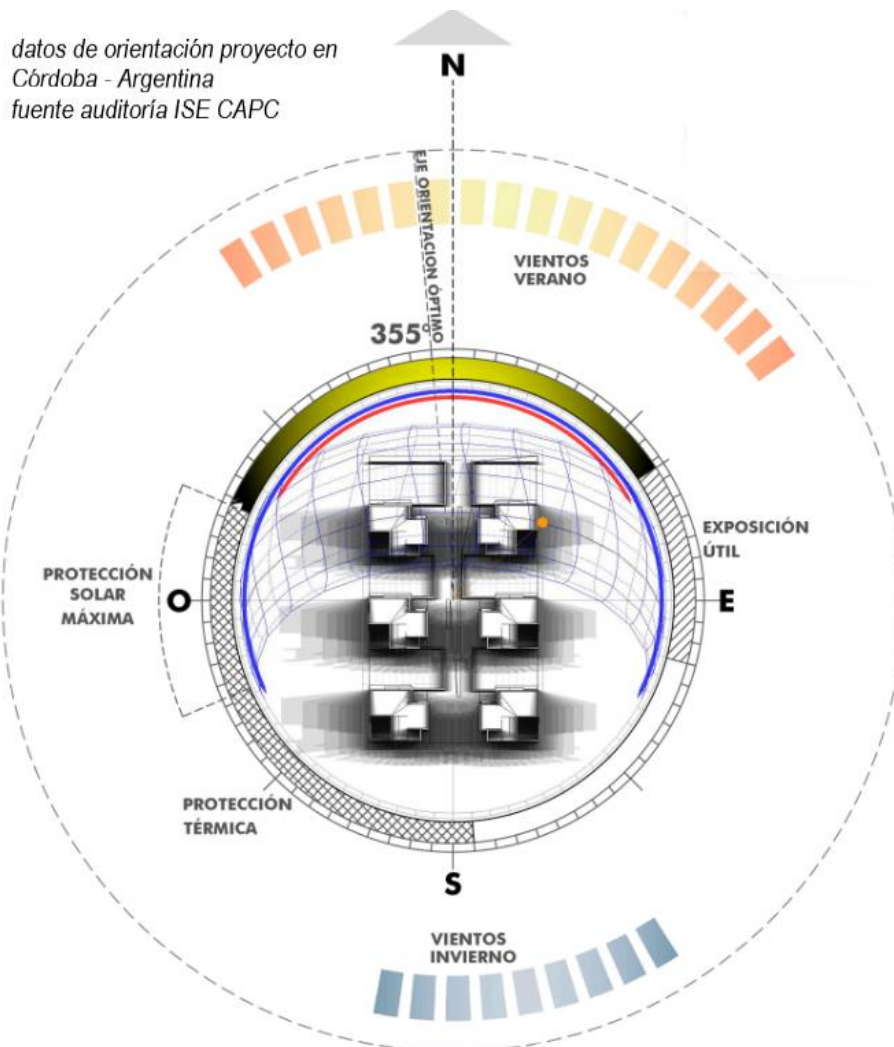
Lux	Ambiente	Actividad cómoda
100000	Mediodía pleno sol	Umbral máximo, empieza el dolor por exceso de luz
30000	Día semicubierto	Circulación exterior diurna, paseo
10000	Día cubierto	Actividad excepcional (quirófanos)
3000	Zonas de transición	Actividad muy detallada, iluminación puntual
1000	Interior luminoso	Actividad detallada (cocina, aseo), iluminación zonal
300	Interior medio	Estancia, actividad media, iluminación general diurna
100	Interior bajo	Reposo, actividad baja, iluminación general nocturna
30	Calle iluminación alta	Circulación interior, calle de noche con mucho tráfico
10	Calle media	Calle con tráfico medio, densidad urbana media
3	Calle baja	Calle con tráfico bajo, densidad urbana baja
1	Calle mínima	Aparcamientos o muelles, sólo orientación
0.1	Luz de luna	Necesita periodo de adaptación para orientarse
0.01	Luz de estrellas	Umbral mínimo, oscuridad prácticamente absoluta

Recuperado de <http://editorial.cda.ulpgc.es/ftp/icaro/Manual-1-ILUMINACION.pdf>/pág.23

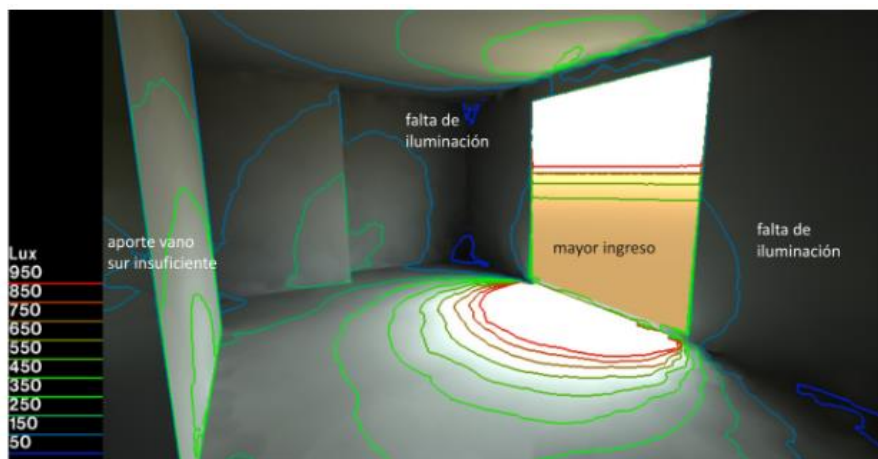
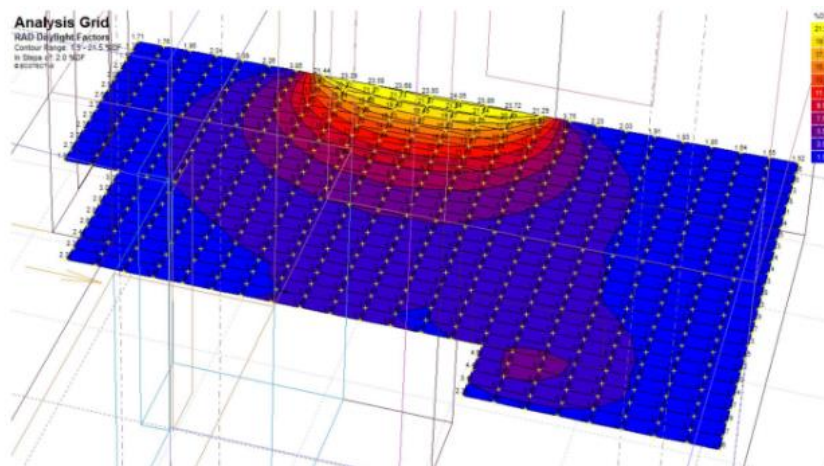
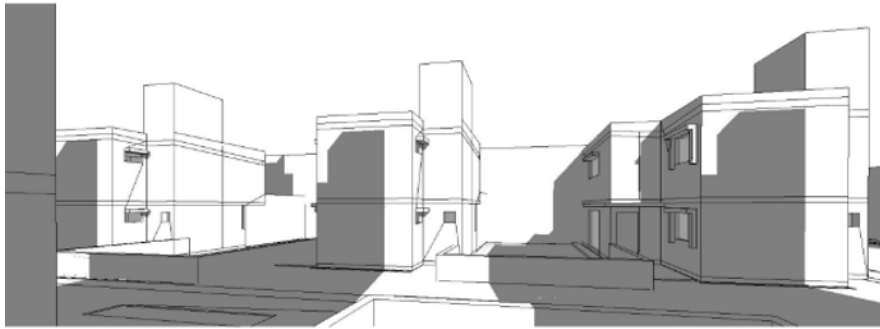


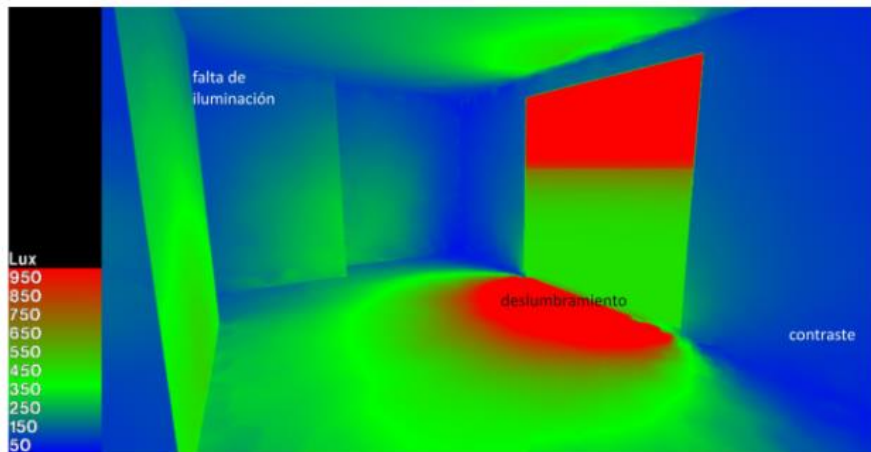
Representación gráfica del *Factor de Iluminación Natural* mediante isolíneas

La disponibilidad de luz natural **no sólo depende de la localización sino también de la orientación** del edificio; cada orientación requiere unas determinadas estrategias de diseño. Además, el emplazamiento del edificio vendrá determinado por los elementos que configuran su entorno y que representan obstáculos del acceso de la radiación solar al edificio. Estas obstrucciones exteriores como la presencia de árboles u otros edificios pueden alterar permanentemente la cantidad de luz que puede entrar por una ventana. El patrón de obstrucciones normalmente varía con la posición de cada ventana del edificio por lo que el estudio de los elementos del entorno, por tanto, permite conocer el potencial de exposición a la radiación solar, térmica y lumínica, de cada una de las fachadas del edificio, y establecer estrategias de diseño a partir de sus resultados.

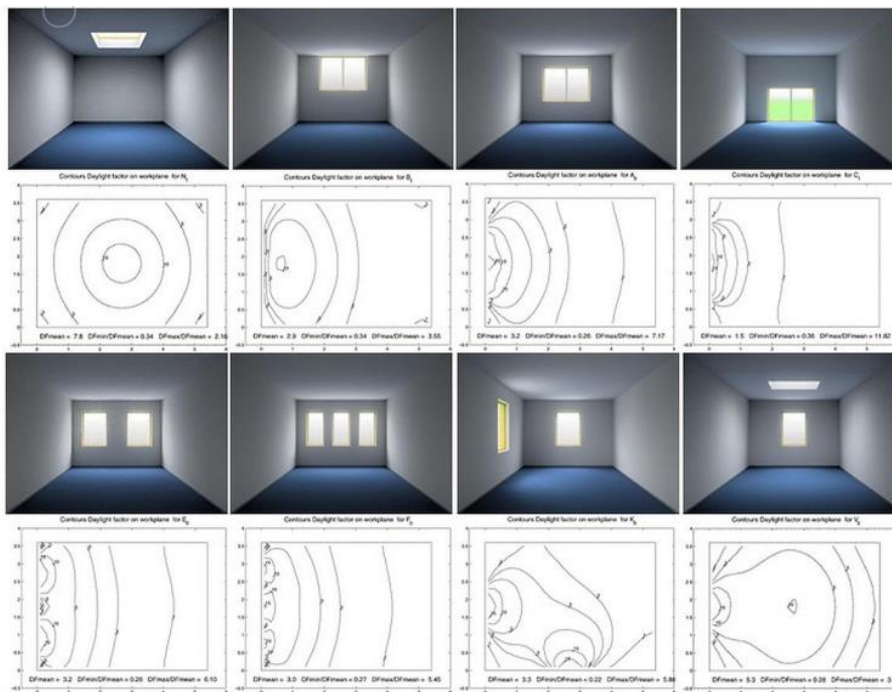


Es importante considerar también los obstáculos que pueden arrojar sombra impidiendo la captación lumínica de una abertura, y reduciendo la ganancia de calor solar en invierno.





Se muestra el impacto de diferentes configuraciones de ventana sobre un espacio. Para ello, además de variar la superficie total de hueco, la forma, posición y distribución del mismo, se muestra la distribución del Factor de Iluminación Natural tanto en planta como en sección de cada modelo.



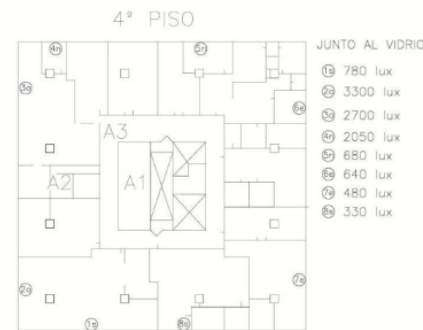
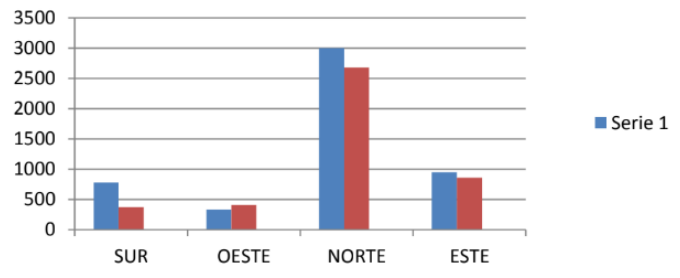
: Algunas de las variaciones mostradas en 'Daylight Design Variations Book'

Mediciones comparativas sobre plano de trabajo a 50 cm de ventana en las cuatro caras (piso 4 de un edificio), sobre referencia de día soleado en verano (heliofanía 98%), el equipo utilizado para realizar dichas mediciones, fue un Luxómetro 337, homologado INTI certificado 160212 / calibrado: marzo 2016.



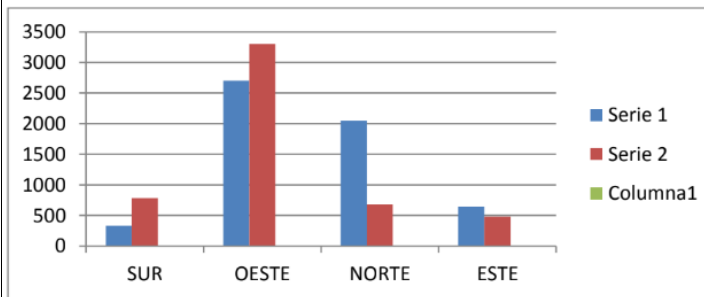
Promedio mediciones 10 hs

Fachada NORTE 2840 lux
 Fachada SUR 575 lux
 Fachada ESTE 905 lux
 Fachada OESTE 366 lux

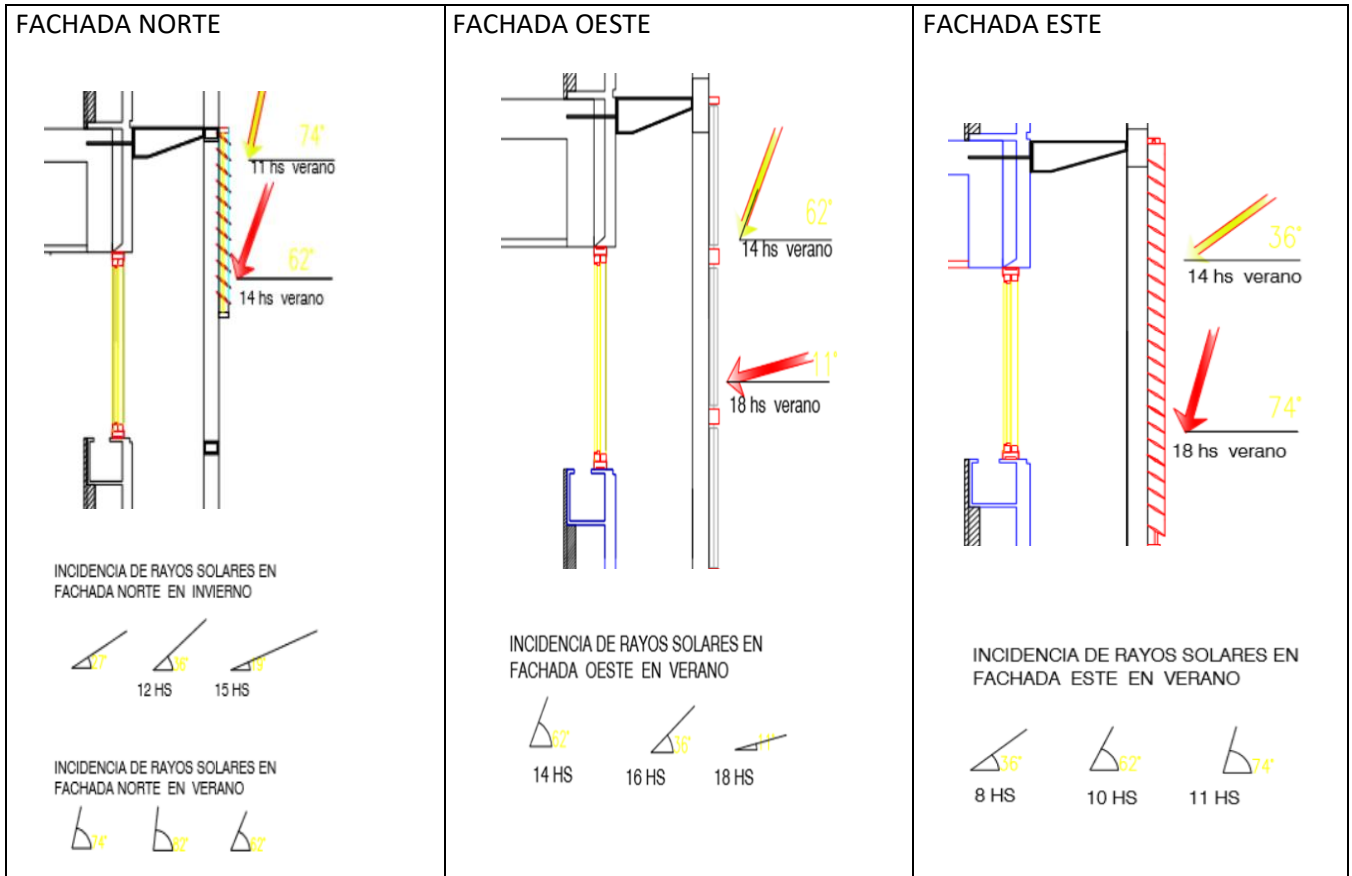


Promedio mediciones 15hs

Fachada NORTE 1365 lux
 Fachada SUR 555 lux
 Fachada ESTE 560 lux
 Fachada OESTE 3000 lux



Es necesario la utilización de elementos de control, es decir, elementos de protección solar, no sólo para evitar el sobrecalentamiento de los espacios interiores sino también para controlar el nivel de iluminación interior y evitar que se produzcan problemas de calentamiento o deslumbramiento. De hecho, el control del soleamiento y de las ganancias solares a través de los huecos implica una configuración diferente por cada orientación debido al movimiento diario y estacional del Sol.



FUENTE. Estudio de asoleamiento Auditoría edificio EPEC ISE 2017

Si no se proporcionan desde el proyecto arquitectónico unas adecuadas condiciones de iluminación natural y de protección solar, el control de las condiciones interiores entonces suele relegarse a la acción de los ocupantes mediante el empleo de persianas, cortinas o cualquier dispositivo similar, o bien a la acción de los sistemas de regulación.

Cuál es el nivel de iluminación adecuado, luxes necesarios para iluminar un ambiente según la tarea a realizar (Valores recomendados por la CIE)

E (lux)	
20	Valor mínimo en interiores fuera de las zonas de trabajo. Iluminancia necesaria para reconocer rasgos de fisonomía.
200	Iluminancia mínima en puestos de trabajo con ocupación permanente.
2000	Iluminancia máxima en puestos de trabajo normales.
20000	Iluminancia para tareas visuales especiales, por ejemplo, iluminación en campo de operaciones.

Iluminancias características E en espacios interiores.

E (lux)	
20-50	Caminos y áreas de trabajo en el exterior.
50-100	Orientación en espacios de permanencias breves.
100-200	Espacios de trabajo no siempre ocupados.
200-500	Tareas visuales con escaso grado de dificultad.
300-750	Tareas visuales con mediano grado de dificultad.
500-1000	Tareas visuales con elevadas exigencias (trabajos de oficina, etc.).
750-1000	Tareas visuales con elevada dificultad (montajes de precisión, etc.).
1000-2000	Tareas visuales con dificultad muy elevada (tareas de control, etc.).
> 2000	Iluminación adicional para tareas difíciles y especiales.

Iluminancias recomendadas E según CIE para diferentes tipos de actividad.

ESTRATEGIAS DE DISEÑO

1. Estudiar la implantación en el sitio teniendo en cuenta, con respecto al entorno, su relación potenciadora o de-preciadora de la ganancia lumínica natural, a partir de interferencias físicas naturales o artificiales.
 - a) Exposición de las aberturas, a proyecciones de sombras linderas, como aspectos de depreciación lumínica.
 - b) Exposición sobre las aberturas, a reflexiones de superficies influyentes del entorno, tanto horizontales, verticales como sus texturas, como variables de potenciación lumínica.
2. Considerar en la etapa de diseño las variables de: forma, tamaños, orientaciones, colores, proporciones, de los vanos y aberturas. Priorizando la mayor exposición a la bóveda celeste.
3. Considerar en el diseño, la distribución espacial y funcional de los ambientes que permitan ser iluminados de manera natural, siempre teniendo presente la diferencia entre los ambientes de uso diurno y los de uso nocturno.
4. Considerar y disponer de Protecciones fijas y/o móviles, para una apropiada neutralización por deslumbramiento y/o sobreexposición de proyección solar.



Captura
Tecnología Raybender® 3000
Una cúpula patentada con lentes, que:

- Redirige los rayos de sol de ángulo bajo para lograr una máxima captura
- Rechaza la luz del verano que, durante el mediodía, es demasiado brillante
- Provee luz natural consistentemente a lo largo del día

Reflector
LightTracker®
Un reflector dentro del domo, que:

- Redirige los rayos de baja altura del invierno para lograr una máxima captura
- Aumenta el ingreso de luz para una mayor cantidad de luz de entrega
- Ofrece un rendimiento a lo largo de todo el año que no se compara con el de productos de la competencia

Transfiere
Tubos de Spectralight® Infinity
Tubos hechos con el material más reflectivo del mundo, que:

- Entrega un 99,7%* de reflectividad especular para una transferencia de luz solar máxima
- Provee la radiación más pura de color posible por lo que los colores son más verdaderos y brillantes
- Permite extenderse hasta 9 mts. para entregar luz

Entrega
Difusores decorativos
Forma y función combinadas para una difusión óptima de la luz, con:

- Difusores decorativos exclusivos de Solatube®
- Lentes para hacer la luz más cálida o fría, según la preferencia
- Opciones de ventilación y luz eléctrica

* Reflectividad especular superior al 99% con reflectancia específica de hasta el 99,7% del espectro visible

Existen en el mercado dispositivos que captan la luz solar desde el exterior y la transmiten al interior a través de reflexiones en su interior. Esta es una buena alternativa para edificios que no cuentan con la posibilidad de tener luz natural de forma directa.

2-5 Ventilación Natural

Asegurar una adecuada renovación del aire interior del edificio, de manera tal que, percibir aire fresco y respirar libremente, no suponga ningún riesgo para la salud de sus ocupantes.

La eficiencia en la renovación del aire viciado interior y el control de caudal del mismo, son necesarios para regular el control de contaminantes y componentes perjudiciales, (exceso de vapor de agua y CO₂, oxígeno insuficiente, presencia de otros gases, compuestos orgánicos volátiles, aerosoles, partículas en suspensión, microbios, toxinas, esporas, polen, etc.). Para garantizar el correcto funcionamiento de la ventilación de manera que los olores de un ambiente no se filtren en las zonas no deseadas y para evitar la posible entrada de humedad en la estructura, es necesario dotar a la vivienda de un sistema de extracción por depresión (presión negativa).

La ventilación natural de locales se realiza por medio de una renovación del aire que se produce por la circulación a través de aberturas, chimeneas, cerramientos, fisuras, etc. El movimiento del aire se produce por diferencias térmicas y de presión de origen natural o propias del proceso que se está ejecutando. Para lograr una ventilación por depresión, es necesario regular el sistema de ventilación de la vivienda para que se extraiga más aire del que pueda entrar, de manera que se garantice una presión negativa permanente de 20 Pa.

Esta presión es suficientemente elevada como para garantizar el caudal correcto del aire por la vivienda a través de los aireadores y a la vez suficientemente baja como para no causar molestias a los ocupantes.

Para garantizar una presión negativa de 20 Pa, el cálculo de la instalación debe hacerse de manera que la extracción sea un 10% superior a la admisión o, como mínimo, 5 l/s superior.

El volumen de aire fresco por persona (Q en m³/h) para mantener una concentración interior de dióxido de carbono (CO₂) menor al 0,5%, está dada por:

$$Q = \frac{q \times 100}{0,5 - 0,05 \times 1000} = \frac{q}{4,5}$$

Donde: q(l/h) es el volumen de dióxido de carbono producido por persona. Para actividades sedentarias se puede estimar q=18l/h, obteniéndose Q=4m³/h por persona y para trabajos manuales q=54l/h, resultando Q=12m³/h por persona.

PRINCIPIOS BÁSICOS Y CONDICIONES DEL SISTEMA

PRINCIPIO 1: Flujo que entra = Flujo que sale.

PRINCIPIO 2: Ingreso por locales secos y extracción por locales húmedos y/o "sucios".

PRINCIPIO 3: Conducir el aire a través de todos los locales posibles.

PRINCIPIO 4: Disponer para todos los locales de ventilación específica

Los sistemas de ventilación natural mediante la instalación en cubierta o fachada de aireadores naturales, ofrecen diversas ventajas frente a otros sistemas convencionales de ventilación, siendo el ahorro energético, ya que éstos no requieren energía para su funcionamiento, una de las ventajas a tener muy en cuenta.

Para minimizar el riesgo de contaminación del aire exterior introducido en el edificio, ya sea por exposición a fuentes de contaminación externa y aire de extracción, o por agentes propios del aire, se debe contemplar, en primer lugar, la demanda del aire en todo espacio interior, tanto de los ambientes públicos como de los privados, para cada unidad habitacional, considerando las siguientes variables:

NIVEL DE FILTRADO

Considerar el correcto filtrado del aire para asegurar su calidad, tanto del que ingresa como el que egresa, es decir, se deberá atender y capturar, en los ingresos o infiltraciones, la presencia de agentes de contaminación, partículas en suspensión, ácaros u hongos. Estos pueden ser de forma natural, o de manera mecánica, teniendo en cuenta que la utilización de la tecnología no perjudique otros aspectos a analizar.

PRESIÓN DEL AIRE

Considerar la correcta presión de aire en cada ambiente según su utilización, por ej: la nave industrial y el baño, tiene presión negativa constante (extracción de aire), evitando que los contaminantes que se provoquen en estos espacios, se distribuyan o invadan a los espacios de estar y oficinas.

ABERTURAS

Teniendo en cuenta la clasificación de las aberturas según la infiltración por la Norma IRAM 11507 tendrá que determinarse si es necesario el uso de aberturas de admisión, en función del tamaño de la puerta o ventana, el tipo de local y cantidad de ocupantes del mismo.

Caudal de aire para una presión de 100 Pa (10 mm H₂O)

Clasificación según la infiltración	Caudal de aire por metro de junta (m ³ /h.m)	Designación
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


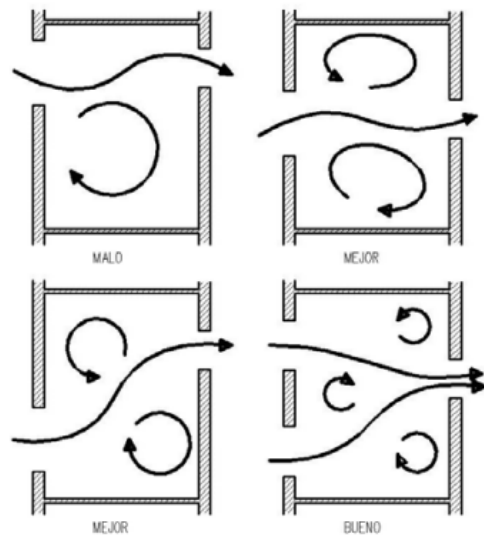
Renovación de Aire	Ventana de 1x1		
	m ³ /h.m	m ³ /h	m de junta
IRAM A1	6	27,7	4,61
IRAM A2	4	18,4	4,61
IRAM A3	2	9,2	4,61

(Elaboración ISE-CAPC)

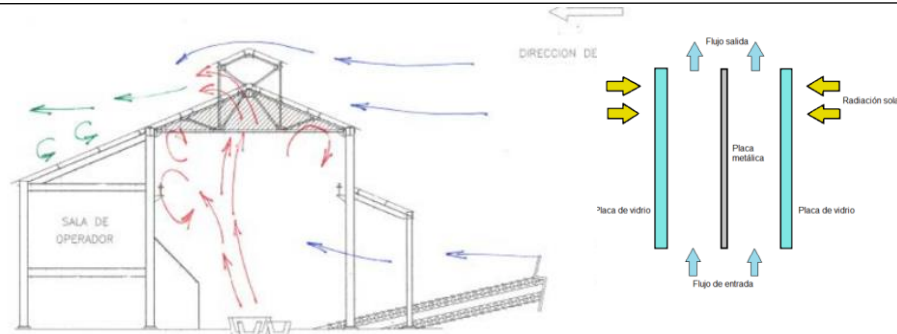
No se recomienda el uso de aberturas que no tengan clasificación según Norma IRAM 11507 puesto que, determinando el caudal de aire infiltrado en una abertura, se puede mejorar su hermeticidad pudiendo llegar a alcanzarse un ahorro de hasta un 85% de energía.

RENOVACIÓN DEL AIRE - SOLUCIONES PASIVAS

Considerar como deseable la utilización de estrategias pasivas para la renovación del aire. Es decir, mientras más se recurra a ellas, mayor será la eficiencia global, desde el punto de vista energético, sustentable y no invasivo ambiental.

Sobrepresión y depresión	Diferentes barridos de espacios
<p>Circulación del aire</p> <ul style="list-style-type: none">• por diferencia de presiones entre dos zonas, se mueve desde donde la presión es mayor hacia donde es menor.• se puede conseguir diferencias de presión entre dos zonas por medios naturales o por medios mecánicos (ventiladores).• Al extraer aire se produce una depresión, cuando se impulsa aire se produce una sobrepresión (prever respectivamente entradas y salidas de aire).• La diferencia de presión es muy pequeña, de entre 10 y 15 Pa, prácticamente inapreciable para las personas (presión atmosférica = 101.300 Pa). Por lo que es probable que, la diferencia de presiones se consiga por medios mecánicos. 	<p>Barrido del espacio</p> <ul style="list-style-type: none">• Se debe barrer adecuadamente el espacio a ventilar.• las entradas y salidas se dispondrán de tal modo que el aire que entra recorra la mayor parte del espacio a ventilar, antes de llegar a la salida. 

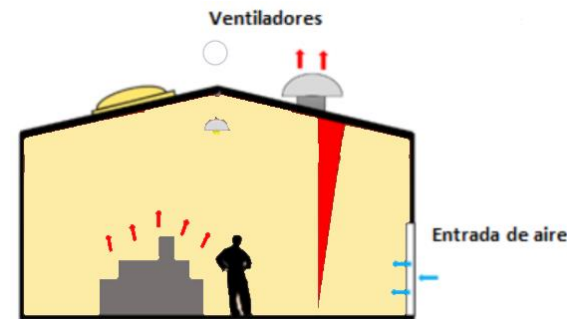
Chimenea solar



Un buen sistema de dispositivo pasivo es una chimenea solar como sistema de ventilación es un dispositivo que aprovecha la energía solar, las fuerzas de convección natural y los cambios de densidad del aire que pasa a través de esta, esto con el objetivo de ventilar o proveer de calefacción a un área determinada.

Ventilación más radiación solar: la radiación solar puede ser empleada para hacer más eficiente el uso de la ventilación natural como medio de enfriamiento. Esta estrategia es implementada mediante dispositivos conocidos como chimeneas solares. Las chimeneas solares son fundamentalmente una variación de las torres de extracción, se distinguen en que las chimeneas solares utilizan la radiación solar para hacer más eficiente su funcionamiento, o para reducir la altura de las torres. La estrategia consiste en hacer que una parte de la torre tenga la capacidad de absorber importantes cantidades de radiación solar

Sistemas de ventilación mixto



Los sistemas de ventilación mixta, combina los aireadores naturales y los ventiladores mecánicos. Este sistema de ventilación está formado por una entrada o salida de

aire forzada, y una salida o entrada de aire natural.

En el caso de que la entrada sea forzada, el sistema queda en sobrepresión, por lo que no existirán entradas de aire descontroladas al interior del edificio.

Sin embargo, cuando la salida es forzada, el sistema queda en depresión, por lo tanto, no habrá flujos de aire que puedan desplazarse hacia otros espacios adyacentes dentro del mismo edificio.

Este sistema siendo una muy buena opción en función de las necesidades que queramos conseguir, también ofrece como todos los sistemas ventajas y/o desventajas.

Ventajas destacables:

- Consiguen un índice de renovación aire constante.
- No requieren de gradiente térmico.

Inconvenientes:

- Consumo eléctrico elevado en función de las potencias de los ventiladores a instalar.
- Transmiten ruido al interior del edificio.mm

La permanencia extendida de personas en un ambiente cerrado tiene como consecuencia el deterioro de la calidad del aire interior por el desprendimiento del calor corporal, humedad y aumento del dióxido de carbono, disminución del oxígeno disponible, producto de la respiración de las personas que allí se encuentran, temperatura, polvos; además de elementos que pudieran ser tóxicos y en suspensión, resultado de las actividades que allí se desarrollan. Los procesos de ventilación, que consisten en el reemplazo del aire interior del aire con calidad deteriorada, por aire del exterior de modo de controlar la temperatura, la humedad, los gases y cualquier sólido en suspensión que pudiera estar presente, que afectan a las personas que se encuentran en el interior del local donde se desarrollan las actividades.

Los requerimientos de ventilación para edificios de grandes volúmenes internos, naves industriales, silos o edificios para oficinas varían notablemente y por ello lo hace también el diseño para la ventilación. En silos, la ventilación debe disminuir la temperatura del material depositado en el interior, para eliminar la presencia y generación de gases tóxicos y combustibles, reemplazando continuamente el aire y disminuyendo la humedad relativa del mismo (ventilación para secado), donde el tiempo constituye una variable relevante. De forma similar, en pabellones industriales, la concentración de personas y elementos emisores de calor requieren de ventilación para obtener confort térmico y calidad del aire en niveles aceptables para las personas, en zonas localizadas (ventilación diluidora y exhaustora). Mientras que en estos dos tipos de configuraciones estructurales, el aprovechamiento de las condiciones ambientales locales interna y externa para estimular procesos de ventilación natural es factible, en los edificios la resistencia al desplazamiento de aire, por sus espacios densamente compartimentados, induce al uso de ventilación forzada por medio de dispositivos mecánicos (ventilación para confort térmico).

El empleo de la ventilación forzada en edificios de grandes volúmenes internos se limita al tipo localizado, denominada ventilación local exhaustor en áreas específicas de generación de contaminantes, calor o en espacios reducidos que requieran condiciones de confort térmico.

La ventilación natural usa fuerzas naturales, como las del viento y la flotabilidad para entregar aire fresco dentro de las construcciones para diluir olores, limitar la concentración de contaminantes como el polvo, humo o proveer oxígeno para la respiración e incrementar el confort térmico.

Velocidad del aire

- Una condición básica de «confort» en las instalaciones de ventilación es que la velocidad del aire en los espacios habitados, esté dentro de ciertos límites para evitar sensación de incomodidad.
- Siempre debe haber un cierto movimiento: el aire en reposo no es cómodo.
- La velocidad media admisible del aire en los espacios interiores deberá ser de 0,15 a 0,30 m/s.
- En ambientes fríos, tendrá una velocidad máxima de 0,125 m/s; con temperaturas del ambiente más altas se admiten velocidades mayores, aunque con ciertos límites:

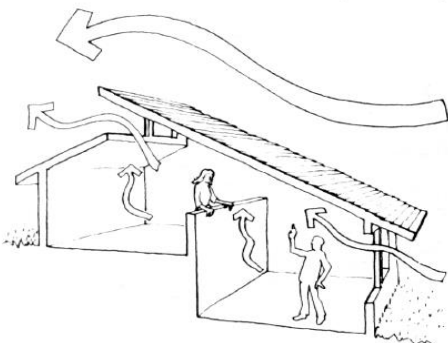
- 2) el máximo en oficinas sería de unos 0,25 m/s; a partir de 0,55 m/s se mueven (se vuelan) los papeles (para dar más velocidad al aire, en tiempo cálido se utilizan ventiladores)
- 3) si no hay esta limitación, con temperaturas altas, en algunos casos podría llegarse hasta 1 m/s. [En días cálidos y al aire libre, pueden ser agradables velocidades de hasta 1,5 m/s durante ratos cortos.

ESTRATEGIAS DE DISEÑO

- La ventilación o renovación de aire se puede realizar de forma natural por viento o movimientos térmicos de aire, o de forma mecánica a través de ventiladores (preferentemente sistemas mixtos).
- El diseño de los edificios debe contemplar el adecuado movimiento del aire de su interior, asegurando una renovación básica que garantice, en cualquier circunstancia, la introducción de un caudal de aire "fresco" exterior que disipe los contaminantes del interior.
- También interesa que se pueda producir una ventilación complementaria en condiciones de calor, con un caudal muy superior a la renovación básica, que disipe el exceso de calor y de humedad, y con una elevada velocidad del aire para que contribuya a que los ocupantes puedan soportar altas temperaturas, facilitando el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** por convección y evaporación del sudor.
- El fundamento de la ventilación cruzada es la conexión de locales en contacto con fachadas opuestas, una a barlovento y otra a sotavento, que permita una circulación del aire que recorra el interior de todas las habitaciones. En ambientes donde hay ventana en una sola cara, el aire se renueva 0,7 veces por hora aproximadamente. Cuando hay ventanas en lados opuestos, la renovación puede hacerse a un ritmo de 1 a 1,5 veces por hora.
- En el caso de ventilación convectiva se precisa que los huecos estén conectados al exterior a diferente altura h (m), ya que la presión diferencial es proporcional a dicha distancia, por lo cual será importante que los huecos de ventana estén dispuestos a diferente nivel, como por ejemplo ventanas con huecos a nivel de suelo y de techo.

VENTILACIÓN BÁSICA. Se dispondrá en todos los locales habitables de las edificaciones, por medio de una ventilación conjunta, que puede no ser exclusivamente natural, mediante conductos y con las ventanas cerradas, en los que las habitaciones serán locales con admisión y los servicios serán locales de extracción. Además, se dispondrá de una ventilación adicional en cocinas mediante extracción mecánica.

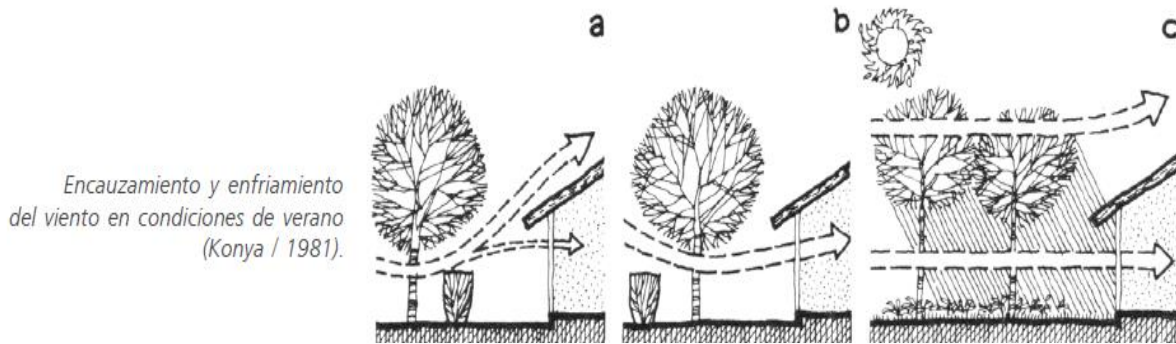
Se recomienda iniciar el estudio de la calidad del aire con el diseño de la ventilación complementaria natural, a través de huecos de ventanas, porque depende de las condiciones ambientales exteriores lo cual condiciona el proyecto formal de todo el edificio, mientras que la ventilación o renovación básica por conductos tiene una mayor flexibilidad de diseño que apenas depende de las condiciones del entorno.



La ventilación complementaria será favorable siempre que la temperatura interior sea superior o similar a la exterior ($T_i \Rightarrow T_e$), si $T_i > T_e$, interesa aumentar el caudal para disipar el calor por renovación, e incluso cuando $T_i = T_e$ también interesan grandes caudales para disipar el vapor de agua por renovación y crear corrientes de aire que refresquen a los ocupantes.

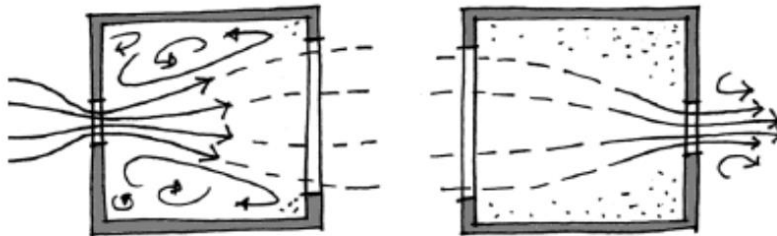
APROVECHAMIENTO DEL VIENTO PARA LA VENTILACIÓN NATURAL

El viento es la fuerza más idónea para generar la ventilación complementaria natural. Conviene conocer por tanto el régimen de vientos del entorno de la parcela para configurar la orientación y volumetría del edificio. Dependiendo de la dirección y la fuerza del viento dominante en época de verano se podrá estimar, la presión del viento sobre las diferentes fachadas del edificio, actuando en sobrepresión sobre las fachadas a barlovento y como succión en las de sotavento o en remanso.



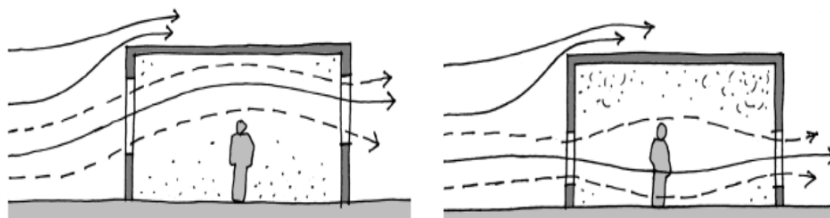
El fundamento de la ventilación cruzada es la conexión de locales en contacto con fachadas opuestas, una a barlovento y otra a sotavento, que permita una circulación del aire que recorra el interior de todas las habitaciones.

Cuando uno de los huecos sea relativamente pequeño ($S_1 < \frac{1}{4} S_2$) actuará como regulador del caudal, sin que apenas tenga influencia el hueco mayor, produciendo un flujo de velocidad elevada. Es mejor utilizar el hueco pequeño como boca de entrada, ya que induce un flujo turbulento en el interior del local que mezcla el aire de todo el volumen. Si por el contrario deseamos un gran caudal sin turbulencia habrá que colocar el hueco pequeño de salida, generando un flujo laminar en la boca de entrada grande.



FLUJOS TURBULENTOS Y LAMINARES SEGÚN EL TAMAÑO DE LAS ABERTURAS DE ENTRADA Y SALIDA

La inducción suele dirigir el techo, lo interesante aire cálido y estratifica con los pretenda aire en la habitación, para refrescar a los ocupantes, se recomienda efectuar la entrada y salida del aire mediante huecos a baja altura.



SECCIÓN DE LA HABITACIÓN BARRIDA POR LA VENTILACIÓN CRUZADA SEGÚN LA ALTURA DE LAS ABERTURAS

del viento interior el flujo del aire hacia cual puede ser porque arrastra el húmedo, que se en la zona alta junto olores. Cuando se crear corrientes de zona baja de la

3- ESTRATEGIAS DE DISMINUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

3.1 EFLUENTES

3.1.1 Aprovechamiento pluvial

Es importante maximizar el aprovechamiento de agua de lluvia disponible, tanto en la capacidad de absorción de la misma como así también en el retardo controlado del drenaje, posibilitando la acumulación de ésta durante los meteoros y reduciendo así los peligros de inundaciones y haciendo posible su posterior reutilización con fines prácticos.

Será necesario entonces:

- Emplear estrategias para diseñar e instalar superficies permeables aptas para la absorción del agua de lluvia.
- Prevaler las superficies vegetadas como principal fuente de absorción.

TEST DE DRENAJE DEL SUELO

- ✓ Tasa de infiltración más de 3,00 cm/hora = muy buen drenaje
 - ✓ Tasa de infiltración 1,30 a 2,5 cm/hora = buen drenaje
 - ✓ Tasa de infiltración 0,30 a 1.20 cm/hora = drenaje pobre
 - ✓ Tasa de infiltración 0,10 a 0,25 cm/hora = agua estancada presente durante largos periodos en meses lluviosos.
 - ✓ Tasa de infiltración menor o igual a 0,05 cm/hora= sin drenaje
- Recolectar el excedente de agua de lluvia proveniente de las superficies permeables para su reutilización y/o retardo, creando conciencia de la importancia de este recurso.

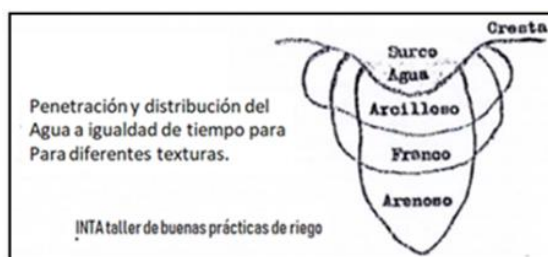
Para determinar la permeabilidad de un suelo se considera de manera principal, la conductividad hidráulica (constante k), esta es usada como parámetro para la evaluación de la resistencia que ofrece el suelo al flujo de agua, esta depende de la estructura del suelo, siendo las propiedades que influyen en la conductividad hidráulica:

El tamaño de partículas.

- La gradación del suelo.
- El índice de vacíos del suelo.
- La textura y rugosidad de las partículas.
- Temperatura.
- Viscosidad del fluido.

Permeabilidad media para diferentes texturas de suelo en cm/hora	
Arenosos	5.0
Franco arenosos	2.5
Franco	1.3
Franco arcillosos	0.8
Arcilloso limosos	0.25
Arcilloso	0.05

fuentes FAO Food and Agriculture Organization- ONU



El aumento de **la impermeabilidad** redundará en una reducción de la infiltración. Como consecuencia de todo ello, se generan volúmenes de escorrentía netamente mayores y además, se aceleran los tiempos de respuesta, por lo que aumentan el riesgo de inundaciones.

El uso de sistemas no convencionales para la absorción de agua de lluvia, (como un Sistema de Drenajes Sostenible) tiene como objetivo mitigar tanto los problemas de cantidad como de calidad de las escorrentías urbanas, minimizando los impactos del desarrollo urbanístico y maximizando la integración paisajística y los valores sociales y ambientales.

ESTRATEGIAS DE ABSORCIÓN E INFILTRACIÓN DE AGUA DE LLUVIA		
<ul style="list-style-type: none"> Jardines de lluvia Un jardín de lluvia es un jardín que aprovecha las precipitaciones y la escorrentía de las aguas pluviales en su diseño y la selección de plantas. Se utiliza con el objetivo específico de disminuir picos de caudal de las zonas urbanizadas hasta los valores naturalmente generados antes de su urbanización 	de tipo: <ul style="list-style-type: none"> Infiltración completa Infiltración total con depósito Infiltración parcial Infiltración parcial con reducción de flujo. 	
<ul style="list-style-type: none"> Solados permeables 	Adoquines permeables Hormigón permeable	
<ul style="list-style-type: none"> Cubierta vegetada 	<ul style="list-style-type: none"> Extensivas Intensivas 	

CÁLCULO

Conforme a datos meteorológicos de la región y tomando un período histórico de precipitación superior a 15 años determinar la precipitación promedio mensual por m² para determinar la cantidad de agua posible de recolectar por m² de superficie impermeable.

CAPTACIÓN SUPERFICIES IMPERMEABLES	SECTOR	Descripción superficies impermeables	Área	Unidad
	A	Techos planos		m ²
	B	Techos inclinados		m ²
	C	Terrazas impermeables		m ²
	D	Veredas y pavimentos		m ²
Total de superficies impermeables				m ²
CAPTACIÓN SUPERFICIES PERMEABLES	SECTOR	Descripción superficies permeables	Área	Unidad
	a	Patio - jardín verde		m ²
	b	Techo verde		m ²
	c	Losetas cribadas		m ²
	d	Jardín de lluvia		m ²
Total de superficies permeables				

- ✓ Verificación de porcentajes de absorción del suelo de acuerdo al diseño y el FIS
- ✓ Determinar la superficie relativa de las diferentes áreas permeables e impermeables
- ✓ De acuerdo a su pendiente se aplica un coeficiente de reducción.
- ✓ Se determina el porcentaje de absorción total y de recolección de excedentes.

F.I.S. Factor de impermeabilización del suelo, que es el porcentaje de superficie impermeabilizada respecto a la superficie total disponible. Obligatoria para ciertas tipologías, F.I.T. Factor de impermeabilidad Total, que representa el grado de impermeabilización o superficie no absorbente total. Se utiliza para establecer las distintas exigencias de FIS de acuerdo a cada FIT.

Del total de agua de lluvia que se prevé recolectar, entre un 20 – 25% se pierde antes de llegar al reservorio debido a la evaporación, infiltración, viento, clima en general.

Debido a la contaminación atmosférica que contienen las grandes ciudades no es conveniente recolectar las primeras lluvias que, después de períodos largos de sequía arrastran consigo todo tipo de contaminantes del aire y de las superficies impermeables. Este volumen a eliminar como **primera lluvia** corresponde a 1 L por m² de superficie impermeable.

De acuerdo a la pendiente del terreno, se aplican coeficientes de disminución de captación

CLASIFICACION POR PENDIENTE (%)		ABSORVE %
ALTA	mayor 20 %	10%
INTERMEDIA	entre 10 % y 20 %	20%
SUAVE	menor 10 %	80%

Vincular el agua acumulada a un sistema de gestión de agua de lluvia que debe incluir dispositivos de filtrado, aireación, control de provisión y distribución, de manera tal que su utilización sea factible desde lo operacional y del correcto mantenimiento del sistema.

Todos los sistemas de almacenamiento y reutilización de agua de lluvia son complementables con los dispositivos de retardamiento, mediante válvulas bypass y/o canaletas de desborde. Establecer el nivel de reserva utilizable y el volumen mínimo de drenaje durante el pico de la tormenta. Los tanques de captación, aquellos que direccionan su uso dentro del edificio deben estar emplazados en espacios protegidos del sol y las temperaturas extremas, para impedir la rápida descomposición de su contenido. Es necesario incorporar un sistema de filtrado a la entrada y salida del tanque de almacenamiento, como así también prever los cuidados necesarios para mantener los niveles de sanidad del fluido.

TIPO DE REUTILIZACIÓN DE AGUA DE LLUVIA	
DENTRO DEL EDIFICIO	EXTERIOR AL EDIFICIO
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cisternas de inodoros. ✓ Limpieza de superficies. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Riego de zonas ajardinadas ✓ Depósito de almacenamiento de agua contra incendios ✓ Limpieza de superficies. ✓ Lavado de vehículos

ES DE SUMA IMPORTANCIA LA COLOCACIÓN DE CARTELERÍA TANTO EN LA CAÑERÍA COMO EN LOS GRIFOS DE ABASTECIMIENTO ADVIRTIENDO LA PROCEDENCIA DEL FLUIDO, SI ÉSTE NO CUENTA CON LOS DEBIDOS PROCESOS DE POTABILIZACIÓN PARA CONSUMO HUMANO.

3.1.2 EFICIENTIZACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE

Es fundamental en un edificio maximizar la eficiencia, tanto en el consumo como en el ahorro del recurso disponible de agua potable.

Esto requerirá emplear estrategias que involucren el uso de todo tipo de dispositivos y/o sistemas que permitan aumentar la eficiencia, tanto en la gestión de uso como en la distribución de agua potable del edificio.

ESTRATEGIAS DE AHORRO

UTILIZACIÓN DE DISPOSITIVOS EN GRIFERÍAS.

1) DISPOSITIVO LIMITADOR DE CAUDAL DE GRIFERÍAS (PERLIZADOR)

- Limita el caudal máximo del grifo del lavabo, cocina o ducha al indicado, cualquiera que sea la presión de su instalación, mezclando aire al flujo de agua, más comúnmente llamado “perlizador”.
- Algunos dispositivos con perlizador posibles:
 - L6: Limitador de 6 litros/minuto.
 - L8: Limitador de 8 litros/minuto.
 - L10: Limitador de 10 litros/minuto

2) DISPOSITIVO LIMITADOR DE CAUDAL + TEMPERATURA DE GRIFERÍAS

- Reduce el caudal de agua hasta un 50%.
- Simultánea o independientemente, girándolo ligeramente hacia la izquierda (sentido antihorario), se disminuye la temperatura máxima del agua mezclada hasta el punto deseado, con el consiguiente ahorro de agua y energía.

3) DISPOSITIVO LIMITADOR DE CAUDAL DE GRIFERÍAS (HIDROCONTROL)

- Permite diferenciar entre zonas, de caudal económico y de gran consumo. Al levantar la manecilla para obtener más caudal, un tope elástico, que ofrece una ligera resistencia, advierte que se pasa a la zona de máximo caudal.
- Dispone también de limitador de la temperatura máxima del agua mezclada.

4) DISPOSITIVO LIMITADOR ELECTRÓNICO DEL CAUDAL DE GRIFERÍA (DETECTOR DE PRESENCIA)

- Reduce el caudal hasta 50 %.
- Mezcladoras o no, son alimentadas por pilas alcalinas o por la energía eléctrica de la red. Tienen apertura y cierre mediante detectores de presencia: Al acercar las manos el grifo se abre y al retirarlas se cierra.

5) DISPOSITIVO TERMOSTÁTICO

- Reduce el caudal hasta 60%.
- Permite seleccionar la temperatura deseada de en la mezcla.
- Se equipan con botón limitador de caudal y botón limitador de temperatura (ahorro de energía).

- Estos grifos mantienen una relación constante entre el agua fría y el agua caliente, con el fin de mantener la temperatura total de la misma y previenen aumentos repentinos.

6) DISPOSITIVO REGULADOR DE CAUDAL

- Regulan el Caudal de las griferías entre 7,5 y 9 litros dependiendo de la presión de la instalación.
- Ej. R9, Regulador de 9 litros/minuto (a 3 bar).

7) CANILLA TIEMPO + FLUXER REGULABLE (LLUVIA / CHORRO AIREADO):

Sistemas de canillas temporizadas

- Otorga un caudal de agua de 0,38 litros por cada ciclo de accionamiento de 12 segundos a una presión de 60 psi
- Canilla de cierre automático temporizado
- Incorporación de aire al chorro de agua para la disminución del caudal
- Sistema Fluxer regulado en origen para optimizar el ahorro de agua
- El ahorro en el consumo de agua es un 60% menor a la base establecida de (0,95 litros por cada ciclo de 12 segundos) en edificación ecológica.

8) FLUXER DUCHA, PARA AHORRO DE AGUA EN DUCHAS: CAUDAL DE 4 - 6 - 8 LITROS POR MINUTO

- Otorgan caudal de agua de 4, 6 u 8 litros por minuto a una presión de 80 psi (5,5 bar aprox.)
- El ahorro en el consumo de agua es entre 15% y 58% menor a la base establecida de (9,5 litros por minuto) en edificación ecológica.
- Otorga un caudal de agua de 0,38 litros por cada ciclo de accionamiento de 12 segundos a una presión de 60 psi
- Canilla de cierre automático temporizado
- Incorporación de aire al chorro de agua para la disminución del caudal
- El ahorro en el consumo de agua es un 60% menor a la base establecida de (0,95 litros por cada ciclo de 12 segundos) en edificación ecológica.

9) DISPOSITIVO REGULADOR DE CAUDAL CON PRESION MANUAL Y CIERRE AUTOMATICO (PRESSMATIC o ECOMATIC)

- Es un sistema de accionamiento hidromecánico, el usuario presiona manualmente en el momento de uso y se cierra automáticamente luego de haber liberado una cantidad determinada de agua en un tiempo limitado.
- Ahorra entre un 33% a 77% el consumo de agua
- Caudal por accionamiento: 0.6 L
- Caudal mínimo de salida: 5L/min
- Tiempo de accionamiento: 8seg
- Presión estática requerida: 0.4 Bar y 20 L/min. de alimentación

3.1.2. DISPOSITIVOS DE RESTRICCIÓN DE CONSUMO EN DEPÓSITOS DE INODORO

1) MECANISMO DUAL

MOCHILAS Y DEPÓSITOS DE EMBUTIR DE DOBLE DESCARGA 3/6 LITROS

- Poseen sistema de descarga DUAL (descarga parcial y descarga total)
- La descarga parcial es de 3 litros
- La descarga total puede regularse a 6 litros a solicitud del usuario (la descarga total por defecto es de 9 litros)
- El ahorro en el consumo de agua varía si la instalación cuenta con mingitorios
- Para instalaciones sanitarias en baños donde no hay mingitorios, el ahorro de agua es equivalente para mujeres y hombres
- El ahorro diario en el consumo de agua por persona para instalaciones que cuentan con mingitorios (suponiendo misma cantidad de hombres y mujeres), es un 25% menor a la base establecida de (6 litros por descarga) en edificación ecológica
- El ahorro diario en el consumo de agua por persona para instalaciones que NO cuentan con mingitorios, es un 33% menor a la base establecida de (6 litros por descarga) en edificación ecológica

2) MECANISMO DE DESCARGA INTERRUMPIBLE

- Es un mecanismo de interrupción voluntaria. Accionando una vez el pulsador, comienza la descarga; una segunda pulsación la interrumpe, consumiendo así justo el agua que se precisa.

3) MECANISMO DE DESCARGA INTERRUMPIBLE PARA CISTERNAS ANTIGUAS

Se trata de un mecanismo de descarga de interrupción voluntaria con pulsador elevado. Accionando una vez el pulsador, comienza la descarga; una segunda pulsación la interrumpe

3.1.3- RECICLAJE DE AGUAS GRISES

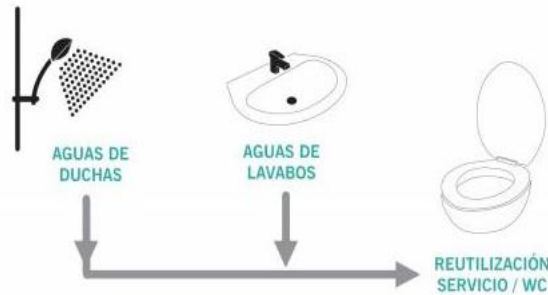
Una estrategia importante de ahorro de agua es reutilizar el agua potable, luego de su primer uso en el sistema sanitario dentro del edificio, con el objetivo de disminuir su consumo, en actividades que prescinden de su potabilidad. (descarga de inodoros, algún proceso industrial, etc.)

a) REUSO DE AGUAS GRISES PARA CISTERNAS DE INODORO

Disponer para su reutilización de las denominadas *aguas grises*, específicamente para la provisión en dispositivos de descarga cloacales. Para lo cual será necesario implementar el sistema de instalación sanitario de un edificio, de manera tal que, el circuito de los fluidos denominados grises, (duchas, bañaderas, lavamanos y piletas de cocina, líquido para enfriamiento en un sistema productivo, etc.), esté conectado para su uso en cisternas de inodoro, con tratamiento posterior al primer uso y previo a su reutilización.

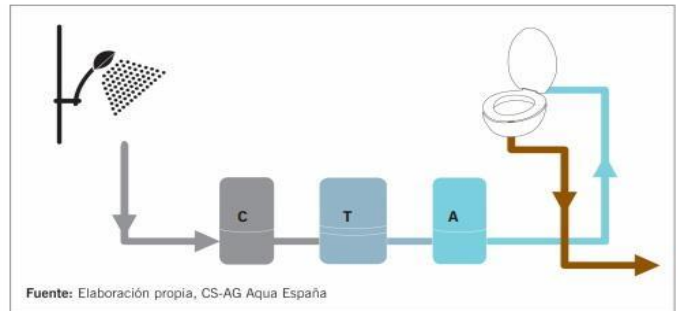
1. SISTEMAS SIN TRATAMIENTO

Son aquellos que utilizan dispositivos simples de recolección de las aguas grises, para luego enviarlas directamente a los puntos de re-uso, sin tratamiento previo y con ausencia o un mínimo de almacenaje pre-cisterna de wc:



2. SISTEMAS CON TRATAMIENTO:

Dichos sistemas generalmente incluyen las siguientes etapas, antes de su re-utilización efectiva:



Fuente: Elaboración propia, CS-AG Aqua España

C = Captación y almacenamiento de aguas grises. T = Tratamiento. A = Almacenamiento e impulsión del agua tratada.

Fuente: CS-AG Aqua España

b) REUSO DE AGUAS GRISES: USO SANITARIO + RIEGO

Reutilizar las aguas grises clorada para su uso en dispositivos de descarga cloacales, lavado doméstico de vehículos, limpiezas de suelos, cisternas especialmente diseñadas para operar con agua gris reciclada y sistemas de riego, etc.

Al diseñar el sistema de red sanitaria de un edificio, considerar los siguientes aspectos, antes de decidir qué tipo de sistema utilizar:

Demanda de agua tratada:

El dimensionado está basado en la demanda de agua simultánea para todos los tipos de uso, a los que se pretende destinar el agua tratada, con el objetivo de evitar el almacenamiento que puede ser muy complejo desde lo técnico y poco conveniente desde lo sustentable. El cálculo de necesidades se estima teniendo en cuenta los siguientes rangos de demanda:

Aplicación	Demanda estimada	Observación
Recarga de cisternas de inodoro	18-45 litros/persona/día	Es una de las aplicaciones más habituales
Riego de jardines	2-6 litros/m ² /día	Variable en función del tipo de vegetal y de la estación del año
Lavado de suelos en interior	½ - 1 litros/m ²	
Baldeo de pavimentos exteriores	2 - 6 litros/m ²	
Lavado de vehículos	250 litros	Lavado de un turismo
Otras aplicaciones que permitan el uso de aguas grises tratadas. Consultar sus consumos al fabricante.		

La selección del sistema más adecuado dependerá de varios factores, entre ellos:

- Características de las aguas grises a tratar
- Uso del agua tratada
- Especificaciones requeridas en el agua tratada
- Otros aportes de agua a recuperar (pluviales, sobrantes de proceso productivo, etc.)
- Aspectos económicos

ESTRATEGIAS

Los sistemas para reciclado de aguas grises, varían significativamente en tamaño, complejidad, calidad de agua obtenida en función de su costo asociado.

Las distintas estrategias de reciclado se pueden clasificar de la siguiente manera:

1. SISTEMAS FISICO - QUIMICOS:

Se utilizan para la separación de aceites-grasas, emulsiones, partículas en suspensión, materia orgánica y turbidez.



- Uso de un pre-filtro para eliminar los residuos y las partículas previas al almacenamiento.
- Dosificación de coagulantes / floculantes.
- Filtración de afino (arena, multi-estrato, etc.).
- Desinfección para evitar el crecimiento microbiológico (hipoclorito sódico, UV, etc.).

2. SISTEMAS BIOLÓGICOS

Los sistemas biológicos varían en forma y complejidad, pero el concepto siempre es el mismo: degradación de la materia orgánica presente en las aguas grises mediante microorganismos, cuyo crecimiento se produce aportando oxígeno al sistema.

Dicha aportación puede realizarse de distintas maneras según el tipo de sistema, entre los más utilizados se destacan los reactores secuenciales, los reactores biológicos de membrana y los sistemas biológicos naturalizados:

- Reactores secuenciales, utilizan un proceso biológico con fangos activos, en el cual el tratamiento se realiza en forma discontinua en varias etapas: llenado, aireación, decantación y separación.
- Reactores biológicos de membrana, además del proceso biológico utilizan membranas de microfiltración o ultrafiltración para la separación de los sólidos en suspensión, y/o coloides, la mayoría de bacterias y virus, así como compuestos orgánicos de elevado peso molecular.
- Sistemas biológicos naturalizados, utilizan un determinado tipo de vegetación para la aportación natural de oxígeno a los microorganismos, que se encuentran en forma de una bio-capa sobre un sustrato que está en contacto con el agua a tratar.

TIPOS DE TRATAMIENTOS

Las estrategias de tratamiento de aguas utilizadas (tanto grises como negras) pueden clasificarse en:

❖ PROCESOS SUAVES

Son aquellos que pueden filtrar aguas grises para convertirlas en agua limpia, (no potable).

❖ PROCESOS DUROS ó DIRECTOS

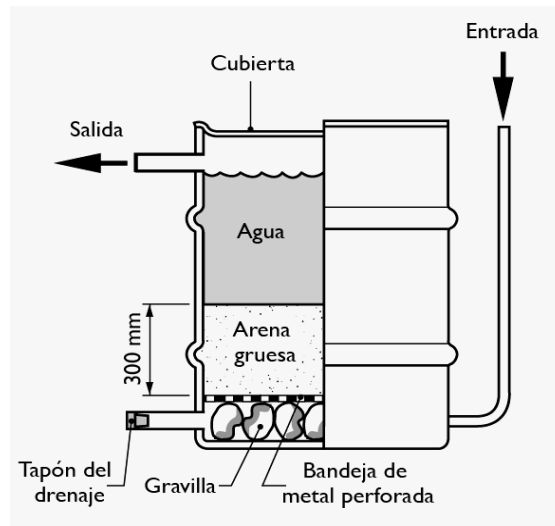
Son capaces de tratar grandes volúmenes de agua para crear agua potable o cerca de la potabilidad, utilizando tecnología conocida pero aún poco desarrollada a nivel comercial adecuada para ser usada en el ámbito doméstico.

PROCESOS SUAVES

SISTEMAS MECÁNICOS DE FILTRACIÓN DE ARENA

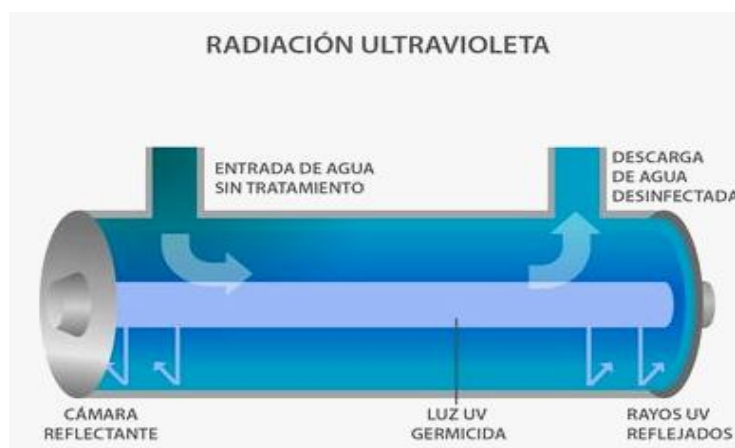
Proceso que purifica el agua al ser pasada a través de material poroso, para la remoción de organismos, produciendo agua clara y libre de impurezas suspendidas, aunque sólo funciona adecuadamente con agua de baja turbiedad.

En la superficie del lecho se forma una película filtrante que consiste en material orgánico e inorgánico retenido y una amplia variedad de microorganismos activos biológicos, los cuales descomponen la materia orgánica.



SISTEMAS BASADOS EN UV (RADIACIÓN ULTRAVIOLETA)

Proceso de purificación del agua, usado como auxiliar de la filtración y la desinfección química. La luz UV es efectiva contra bacterias, virus y otros microorganismos que se encuentran en el agua, no dejando residuos. Se utiliza una cámara de desinfección que cuenta en su interior con una lámpara de rayos ultravioleta, llamada luz germicida.



SISTEMAS BIOLÓGICOS DE TRATAMIENTO MEDIANTE ESTANQUES (LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN)

Proceso en que el agua residual es sometida a un tratamiento natural, que consigue la estabilización aeróbica de la materia orgánica mediante la acción de microorganismos naturales.



SISTEMAS BIOLÓGICOS DE TRATAMIENTO MEDIANTE HUMEDALES ARTIFICIALES

Proceso definido por el confinamiento de humedales construidos mecánicamente, impermeabilizados para evitar filtraciones al subsuelo. Sus componentes principales son:

- El sustrato: sirve de soporte a la vegetación, permitiendo la fijación de la población microbiana, que va a participar en la mayoría de los procesos de eliminación de los contaminantes.
- La vegetación: (macrófitas): contribuye a la oxigenación del sustrato, a la eliminación de nutrientes y sobre la que su parte subterránea también se desarrolla la comunidad microbiana.
- El agua a tratar: circula a través del sustrato y de la vegetación.



3-2 DISMINUCIÓN DE LOS VALORES DE EMISIONES GEI PARA LA EDIFICACIÓN STANDARD

La energía necesaria para la generación de Agua Caliente Sanitaria (ACS), para la iluminación y carga de equipos o dispositivos eléctricos junto a la climatización de los ambientes, representan más del 90 % del consumo de energía primaria para el funcionamiento de un edificio. Considerar estos tres aspectos como las variables directas a controlar en referencia a las emisiones de GEI y la variable envolvente como indirecta.

INDICE DE REFLECTANCIA SUPERFICIAL DE LAS ENVOLVENTES (IRS)

La ciudad está conformada por un mosaico de diferentes materiales, texturas y colores, a los que se denomina “Envolvente urbana”, cada uno de ellos muestra distintos comportamientos energéticos en función de sus propiedades ópticas y térmicas, lo que impacta en forma directa dentro del microclima de la ciudad. Según al material que compone la envolvente urbana será la diferente capacidad de reflejar la radiación solar recibida. La combinación de baja reflectancia solar y alta absorción calorífica afectara tanto el consumo de energía para el acondicionamiento térmico de los edificios como así también las temperaturas del entorno exterior. Por ende, intervenir positivamente sobre estos componentes del hábitat contribuye a alcanzar un diseño edilicio y un desarrollo urbano sustentables.

El principal objetivo de este análisis es contribuir a la **selección de los materiales más adecuados** para que, a través de su comportamiento térmico, disminuir las temperaturas urbanas y de ese modo combatir la isla de calor, mejorar la habitabilidad de los espacios comunes y disminuir el consumo energético de los edificios.

El IRS es un indicador que incorpora la reflectancia y la emitancia en un único término que representa la temperatura de una superficial de un material opaco expuesto al sol. Permitiendo una comparación directa entre superficies con diferentes propiedades ópticas (albedo y emisividad). Se calcula utilizando ecuaciones basadas en datos previamente definidos y medidos de reflectancia y emitancia solar, y se expresa como un valor (0,0 a 1,0) o como porcentaje (0% a 100%). El SRI cuantifica el calor que acumularía un material en relación a una superficie patrón blanca y una negra, bajo condiciones ambientales estándar. Se define como patrón negro a un material con una reflectancia de 0.05 y una emitancia 0.90, cuyo valor es igual a 0; y el patrón blanco equivale a 1 (o 100%), con una reflectancia 0.80 y una emitancia 0,90.

CALCULO

El **IRS** se calcula de acuerdo a lo establecido por la norma ASTM E1980, sobre la base de las siguientes variables:

- **emisividad (ϵ):** la emisividad o emitancia infrarroja mide la capacidad de una superficie para liberar -a través de radiación infrarroja – el calor absorbido por el material, en relación con un cuerpo negro de igual temperatura. Cuando más caliente es un objeto, más energía infrarroja emitirá. La emisividad puede tener un valor de 0 (espejo brillante, reflector perfecto) a 1,0 (radiador de planck, emisor perfecto). la mayoría de las superficies orgánicas, pintadas u oxidadas tienen valores de emisividad cercanos a 0,95. Un objeto que emite la máxima energía posible para su temperatura, se conoce como cuerpo negro.

La emisividad de un objeto es el cociente entre la energía emitida y aquella que emitiría si este fuese cuerpo negro a la misma temperatura.

$$\text{Emisividad} = \frac{\text{Radiación emitida por un objeto a temperatura (T)}}{\text{Radiación emitida por un cuerpo negro a temperatura (t)}}$$

- **albedo (â) REFLECTANCIA** - El albedo es el porcentaje de radiación que cualquier superficie refleja respecto a la radiación que incide sobre la misma. Las superficies claras tienen valores de albedo superiores a las oscuras, y las brillantes más que las mates. Un albedo alto enfría el planeta, porque la luz (radiación) absorbida y aprovechada para calentarlo es mínima. Por el contrario, un albedo bajo calienta el planeta, porque la mayor parte de la luz es absorbida por el mismo.
- coeficiente convección (hc)
- temperatura superficial (Ts).

Se calcula el Índice de Reflectancia Solar (IRS) de los materiales seleccionados basado en la medida de:

- Reflectividad solar
- Emisividad térmica
- Temperatura superficial

El índice de Reflectividad Solar se define como:

$$\text{SRI} = 100 \frac{T_b - T_s}{T_b - T_w}$$

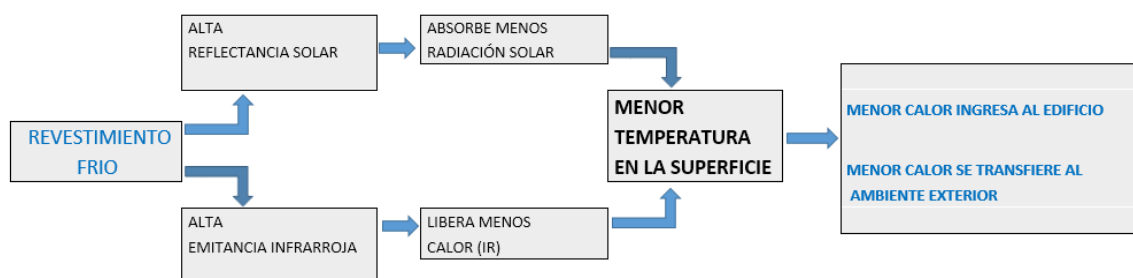
T_s = temp. superficial en estado estacionario. K;
 T_b = temperatura superficial patrón negro. K;
 T_w = temperatura superficial patrón blanco. K.

Los materiales fríos “selectivos fríos”

- Tienen alta reflectancia solar
- Alta emitancia de infrarrojo

	MATERIALES ABSORTIVOS	MATERIALES REFLECTIVOS	SELECTIVO CALIENTE	SELECTIVO FRÍO
REFLECTANCIA SOLAR	0 - 0,7	0,5 - 1	hasta 0,5	0,7 - 1
EMISIVIDAD INFRAROJA	0,85 - 1	0,7 - 0,85	0,7 - 0,85	0,85 - 1

Si se aplica un material frío en el revestimiento de una envolvente se comprobará que esto repercute en la disminución de calor que penetra en el ambiente interior y en la demanda por climatización del ambiente.



De acuerdo a sus características se ha comprobado que la mayoría de los materiales que componen la ciudad se comportan como absorbivos, pocos como reflectivos y un grupo reducido responde a las características de los **selectivos fríos «materiales fríos»**. Siendo estos últimos los más importantes a la hora de lograr una disminución en las temperaturas urbanas. Estos “materiales fríos” lo conforman en su mayoría los materiales que se utiliza en los revestimientos de superficies verticales tanto en pinturas de colores claros como así también algunos Texturados.

REVESTIMIENTOS HORIZONTALES: Pavimentos y tejados:

Promover la implantación de materiales sobre las cubiertas de techos, solados y pavimentos que posean un coeficiente de reflectividad solar alto. (IRS) los que rechazan en un gran porcentaje la radiación solar durante el día y garantizan el enfriamiento nocturno asociado con la porción de bóveda celeste visible disponible.

En los **planos horizontales** también se encuentran “materiales fríos” en algunas tejas cerámicas, en pinturas blancas, fibrados, pinturas atérmicas y muy escasos pavimentos peatonales que se ofrecen en el mercado. Tan sólo el 13 % de los materiales de disposición horizontal evaluados se comportan como selectivos fríos, en cambio el 46 % de los materiales verticales alcanzan esta característica. La terminación pulida en la mayoría de los casos tiene un mejor desempeño térmico que el acabado rústico. Por ejemplo, los pavimentos “liso mosaico negro con terminación pulida” son 2 °C más fríos que con terminación rústica. Con respecto al color, el mejor comportamiento térmico está vinculado a las tonalidades claras (travertinos, gris, rojo y amarillo) para todas las formas, composiciones y acabado. Estos colores registran temperaturas superficiales entre 30 y 50 °C.

Según se puede observar en el cuadro 1, en los **pavimentos peatonales** el “cementicio rústico circular abanico negro”, muy común para el uso de veredas, es el más ineficiente ya que tiene una TS de 62° y un IRS de 52%. Si se compara este con “cementicio rústico circular araña negro” o “cementicio rústico Liso mosaico negro” se observa que, a igual color, la rugosidad es un factor que influye en la disminución del IRS y en el aumento de su TS en 4°. Es decir que a **mayor rugosidad habrá menor reflectancia y por ende un aumento de la TS**. De los pavimentos evaluados se observa que la mejor respuesta térmica la da el “granito pulido liso mosaico travertino” con un TS de 30° y un IRS de 100.

Con respecto a las **tejas** se evidencia que la composición cerámica es mejor que la cementicia. Por ejemplo, la teja Cerámica natural colonial terracota -T01- tiene una TS 43 °C y SRI = 90 % mientras que la Cementicia natural colonial terracota -T11- TS 55 °C y SRI = 64 %. El mismo fenómeno se observa sobre las tejas de colores oscuros donde las cerámicas tienen un mejor desempeño térmico. La terminación esmaltada y natural son térmicamente más eficientes que la mate y envejecido. En las tejas de composición cementicia francesa negra, la terminación acrílica resulta más eficiente que la mate. Se observaron diferencias térmicas de 3 °C menos en la tipología acrílica y 5 grados más que la opción terracota mate.

REVESTIMIENTOS VERTICALES: muros

Con respecto a los **revestimientos de muros verticales**, se evidencia que la alternativa acrílica tiene mayor capacidad reflectiva que la cementicia, siendo la opción más fría la que se ubica en un rango de SRI = 100 a 80 % y una $T_s = 35$ a 46 °C. La mayoría de las alternativas de composición cementicia se agrupan en un rango intermedio de SRI entre 60 a 40 % ($T_s = 58$ a 68 °C). Estos registros indican que el uso de revestimientos cementicios muestra un comportamiento más ineficiente.

En los revestimientos texturados acrílicos el color es fundamental para determinar su eficiencia térmica, pero, si aparte de los colores claros se le suma el tipo de texturado la eficiencia puede variar positivamente, como es el caso de:

Texturado acrílico llanado fino marfil $T_s 60^\circ$ y IRS 55%

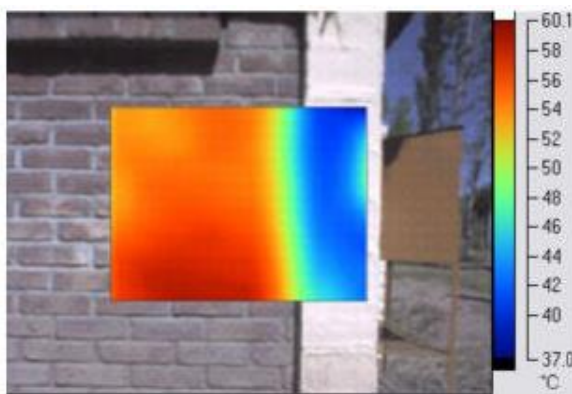
Texturado acrílico travertino grueso marfil $T_s 38^\circ$ y IRS 99%

Donde se comprobó que, contrario a los pavimentos, en superficies verticales una textura más rugosa la eficiencia es mayor.

Con respecto a las **pinturas para exteriores** La composición impermeable es levemente más eficiente que la acrílica, alcanzando una temperatura superficial entre 31 a 43 °C y SRI entre 100 y 88 %. Mientras que la temperatura superficial de las alternativas de composición acrílica se ubica en un rango de $44,5$ °C y 40 °C y SRI entre 94 a 86 %.

Cabe destacar, que la pintura de composición atérmica-L01-, a pesar de su condición, no presenta un comportamiento notablemente mejor que el resto de las alternativas, con registros de temperatura superficial de $10,5$ °C por encima de la opción más eficiente evaluada (Impermeable satinada blanca L07). Es decir, que no basta con elegir una pintura atérmica, de acuerdo a lo que ofrece el mercado, sino que es necesario un estudio más profundo, que pondere el potencial de enfriamiento pasivo; y de esta forma asegurar que su aplicación en la envolvente edilicia sea efectiva. ⁽¹⁾

Aun así, no deja de tener gran importancia la incorporación de los colores claros en cualquier superficie vertical como una forma de disminuir el índice de reflectancia de los materiales como vemos en el siguiente ejemplo



La imagen muestra cómo es posible alterar significativamente la temperatura superficial de un material con sólo cambiar el color.

En la misma pared de ladrillos se pintó una columna blanca disminuyendo la temperatura superficial del muro en 11°C menos que el sector sin pintura.

1) Análisis realizado en "Reflectancia solar de las envolventes opacas de la ciudad y su efecto sobre las temperaturas urbanas" AUTORES: N. Alchapar, E. Correa

2) Representación de la emitancia térmica y reflectancia solar de diferentes materiales de construcción; se puede observar cómo materiales con colores similares presentan

reflectancias solares y emittancias térmicas distintas, y por lo tanto, su temperatura será diferente

CUADRO 1

COD.	CARACTERÍSTICAS	T _s	SRI	COD.	CARACTERÍSTICAS	T _s	SRI
P02	Cementicio rústico circular araña negro	58	59	T11	Cementicia natural colonial terracota	55	64
P05	Cementicio rústico circular abanico negro	62	52	T12	Cementicia mate francesa negra	64	47
P07	Cementicio rústico recto cuadrado negro	60	55	T13	Cementicia acrílica francesa negra	61	53
P19	Cementicio rústico liso mosaico negro	58	59	T15	Cementicia mate colonial negra	56	63
P20	Cementicio rústico recto cuadrado gris	49	77	T16	Cementicia mate francesa terracota	56	63
P25	Granítico pulido liso mosaico gris multicolor	45	85	CW 72	Cementicio Salpicrate planchado gris plomo	68	40
P27	Cementicio rústico circular andalucía negro	61	52	CW 76	Cementicio Granitex medio ocre	59	57
P29	Granítico pulido liso mosaico negro murcia	56	62	CW 80	Cementicio Granitex medio gris plomo	47	80
P30	Cementicio-pétreo pulido recto cuadrado gris multicolor	49	76	SIP 10	Acrílico Rulato-travertino grueso marfil	38	99
P31	Granítico pulido liso mosaico verde jade	53	69	SIP 11	Acrílico Rulato-travertino grueso piedra paris	40	94
P33	Cementicio rústico recto cuadrado negro	58	59	SIP 18	Acrílico llaneado fino marfil	60	55
P34	Granítico pulido liso mosaico travertino	30	100	SIP 27	Acrílico llaneado grueso piedra paris	57	61,5
P35	Cementicio-cal cáreo pulido recto dos panes negro	58	58	SIP 36	Acrílico Granitex medio ocre	47	80,5
P36	Cementicio-cal cáreo pulido recto dos panes rojo	51	72	SIP 40	Acrílico Granitex medio gris plomo	70	35
P37	Cementicio-cal cáreo pulido recto dos panes amarillo	53	69	Lo1	Atérmica mate blanca	41,5	92
P38	Cementicio-cal cáreo pulido recto vainilla amarillo	50	74	Lo2	Acrílica mate negra	70	36,5
To1	Cerámica natural colonial terracota	43	90	Lo7	Impermeable satinada blanca	31	100
	Cerámica brillante				Impermeable satinada		

ESTRATEGIAS DE DISEÑO

- Diseñar cubiertas “frías”, utilizando distintos tipos de estrategias simples, que involucren el uso de:
 - a) Materiales “fríos” ó de alto Índice de Reflectancia Solar (IRS)
 - b) Elementos arquitectónicos de ensombrecimiento (pergolado, parasoles, etc.)
 - c) Incorporación de cubiertas con altas pendientes en función de su posición respecto al Sur.
- Reducir las superficies pavimentadas o selladas con solados, prefiriendo el uso de superficies de alto IRS o pavimentos cribados o permeables

- Adicionar la sombra de cobertura vegetal con prioridad a la autóctona, para protección de las superficies duras.

La intensidad de la energía de los rayos solares disminuye cuando el sol se aleja de la posición vertical o zenit por dos razones:

- Variación del área irradiada con el mismo flujo de energía
- Aumento de la longitud del trayecto recorrido por los rayos solares a medida que disminuye la altura del Sol sobre el plano de incidencia

Por lo tanto, la radiación solar tiene mayor o menor incidencia en relación a la altura del Sol sobre plano horizontal.

Tabla 8 - Valores orientativos del coeficiente de absorción para superficies exteriores IRAM 11605

Materiales	Coeficiente de absorción		
Ladrillo común	0,7		
Ladrillos negros oscuros	0,75 a 0,85		
Ladrillos rojos claros	0,50 a 0,60		
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		
Fibro cemento	0,60		
Aluminio anodizado (natural)	0,45		
Aluminio envejecido	0,80		
Chapa galvanizada	0,50		
Pintura	Claro	Mediano	Oscuro
Amarillo	0,30	0,50	0,70
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

Otra variable que debe ser considerada es la **resistencia de los materiales al envejecimiento**. La capacidad reflectiva (albedo) de los materiales disminuye considerablemente con el paso del tiempo. Sólo el 30 % de los materiales consigue un SRI superior al 50 % luego de 3 años de exposición, siendo los polímeros (pinturas) la tipología de material más resistente al envejecimiento.

Como se planteó anteriormente, el Índice de Reflectancia Solar (SRI) está inicialmente influenciado por dos factores: la **composición del material** y la **textura superficial**. Con el tiempo, el SRI puede ser modificado como resultado del desgaste, y decoloración.

Un dato importante a considerar en las **calzadas vehiculares** es el asfalto, ya que los valores de reflectancia del mismo son 15% menores que del hormigón lo cual es un valor significativo a la hora de cambiarle la temperatura al ambiente exterior.

Un incremento de un 1% del albedo en una superficie se corresponde con una reducción de la

Tabla Valores de albedo de varios materiales.

	ALBEDO
Suelo expuesto	35%
Hormigón	15 a 25%
Asfalto	5 a 10%

radiación de 1,27 W/m². Esta reducción de la radiación tiene como efecto la ralentización del calentamiento global. Sus cálculos indican que este retraso en el calentamiento equivale a reducir las emisiones de CO₂ en 2,5 kg por m² en la superficie de la Tierra.

Calzadas de hormigón

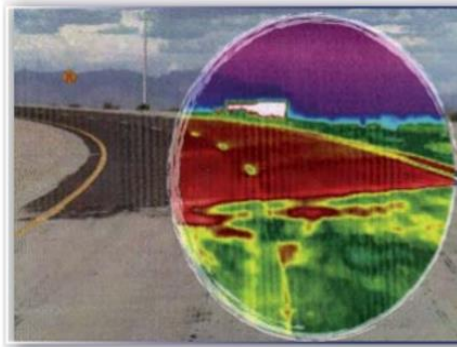
Analizando estudios acerca de los beneficios del hormigón, se ha encontrado conveniente incorporar éste como pavimento vehicular reemplazando los de origen bituminoso (asfalto).

Propiedades benéficas del hormigón:

- Su robustez y larga vida útil (30 – 40 o más años) los hacen duraderos.
- Necesita escaso mantenimiento.
- Gran reflectancia. Los pavimentos de hormigón suponen un incremento del albedo de entre un 10 y un 15%, lo que equivale a una reducción de las emisiones de CO₂ de 25 a 38 kg por m². Incluso el valor mínimo de 25 kg de CO₂ por m² representa un gran beneficio, equivalente a un 60% del CO₂ requerido para la producción del cemento de un m² de una losa de hormigón de 20 cm de espesor
- 100% reciclado. El reciclado del hormigón en pavimentos es perfectamente viable cuando se utiliza como árido en la base del pavimento. Además, se puede sustituir el 60% del árido grueso por árido reciclado procedente de un pavimento de hormigón.
- Las superficies claras del hormigón, **absorben menos calor y contribuyen de esta forma a la reducción de los efectos de las islas de calor** que se producen en las grandes áreas urbanas.
- Bajo impacto económico de las obras de mantenimiento, como así también los costos sociales que representan las demoras por los

atascos causados por los trabajos en la carretera y la reducción de la disponibilidad de la infraestructura.

- Es capaz de soportar las condiciones climáticas más adversas sin deformaciones.
- La **mayor reflectancia** del hormigón, debido a su superficie más clara, permite ahorrar en la iluminación de las calles y carreteras, colocando menos postes de iluminación o usando farolas de menor luminosidad.



La Figura muestra una imagen térmica de un lugar donde se encuentra un pavimento de hormigón contiguo a un pavimento bituminoso. Estas mediciones fueron realizadas en condiciones ligeramente nubladas, aproximadamente a las 17:00 horas del mes de agosto de 2007 (verano en EE.UU.). La diferencia de temperatura entre los dos pavimentos es de 11°C.

Imagen térmica de una carretera en Mesa, Arizona. La diferencia de temperatura entre el pavimento bituminoso de la parte trasera respecto del pavimento de hormigón de la parte frontal es sorprendente.

3.3 GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

Implementar prácticas tendientes a la reducción del uso de recursos, la disminución de residuos generados durante el proceso de obra y el mejoramiento de los hábitos durante el uso del edificio deberán tender a un mayor respeto ambiental, que minimice los impactos ya generados por la actividad y de esta forma se logra:

- Optimizar el uso productivo de los recursos naturales
- Reducir los impactos ambientales.
- Minimizar los riesgos para las personas y las comunidades.

El desarrollo sostenible implica utilizar recursos materiales, agua y energía de la manera más eficiente posible. En un edificio, la eficiencia de los recursos es fundamental tanto durante su etapa de construcción como así también su posterior uso y gestión del edificio. Reducir los impactos ambientales de la fabricación y promover la reutilización de componentes arquitectónicos, materiales de construcción y residuos de demolición son tareas fundamentales para disminuir la huella ecológica.

Re-utilizar es volver a utilizar un material o componente arquitectónico sin procesamiento ni modificación fundamental de su materia.

- Los materiales factibles de ser re-utilizados pueden ser: maderas de encofrados, ladrillos, adoquines, vidrios, cañerías, chapas de zinc, conductos etc.



Los componentes arquitectónicos posibles de ser re-utilizados pueden ser: carpintería, columnas y perfiles de hierro, baldosas, escaleras, barandas y ménsulas metálicas, vigas y cabriadas de madera artefactos sanitarios etc. Según el destino final de dicha re-utilización puede ser:

- **Re- utilización directa** en la obra donde fueron generados los materiales recuperados.
- **Re-utilización indirecta** exportadas a otras obras (propias o ajenas)

RECICLAR MATERIAL PROPIO DE LA OBRA

Reciclar consiste en someter a un objeto o material existente a un proceso físico-químico en forma total o parcial para obtener un nuevo producto. Los materiales y/o Residuos de Obra y Demolición (ROD) que permiten un proceso de reciclaje para ser utilizados en la propia obra son los Escombros.

Posibles usos con reciclaje de los escombros:

- Los escombros de demolición que contienen grandes mezclas de hormigón, morteros y material cerámico como baldosas rotas al ser triturados se utilizan para la confección de nuevos concretos y/o bloques para mampostería que no tengan fines estructurales.

- Creación de esculturas de diferentes escalas emplazadas en espacios públicos o privados. Intervención en paseos peatonales, veredas, calles, senderos (con cambio de texturas y materialidad) y mobiliario público, como aporte a la imagen urbana.



- Pavimentación de vías de tráfico pesado, para lo cual ha demostrado ser de mejor calidad que la piedra convencional.



- Relleno de gaviones de contención o separación.

- Evitar la generación de basura.
- No recalentar el clima del planeta.
- Preservar y conservar la diversidad biológica.
- Utilizar fuentes de energía renovables y ahorrar energía.
- Incorporar a la práctica ciudadana conceptos como: Reducir, Reutilizar, Reciclar, Reparar, Recuperar, Recargar, Recrear, etcétera

Es importante señalar que la cobertura de los residuos sólidos abarca tanto el ámbito público (residuos sólidos urbanos) como al privado (residuos sólidos industriales), donde el énfasis debe estar dado en la construcción de un Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos y en la Producción Limpia, respectivamente.

4-CLIMATIZACIÓN

UTILIZACIÓN DE RECURSOS PASIVOS

Cuando se diseña un local, uno de los aspectos primordiales es lograr integrar el bienestar térmico, la ventilación, la iluminación natural etc. Para ello es necesario conocer las variables bioclimáticas, con miras a un edificio carbono neutral. Para ello se plantea contar con técnicas de acondicionamiento ambiental pasivo adaptadas al entorno, optimizando el aprovechamiento de los factores climáticos, como el sol, la temperatura, el viento y la radiación; cuando sean favorables y su modificación o protección cuando sean perjudiciales.

La matriz que se presenta en la figura permite visualizar en forma simple las acciones y estrategias que podrían ser aplicadas en condiciones cálidas o de verano, o en lugares templados o fríos, en función del potencial de enfriamiento o calentamiento con que cuenta el lugar.

			Conducción	Convección	Radiación	Evaporación
Estrategias de diseño	Invierno	Promover ganancia	Promover ganancia con la tierra		Promover ganancia solar	
		Evitar pérdidas	Minimizar perdidas por conducción	Minimizar flujo aire exterior		
	Minimizar infiltración					
	Verano	Evitar Ganancias	Minimizar ganancia por conducción	Minimizar infiltración	Minimizar ganancia solar	
		Promover pérdidas	Promover enfriamiento hacia la tierra	Promover enfriamiento convectivo	Promover enfriamiento radiativo	Promover enfriamiento evaporativo
		Fuentes de calor		Aire	Sol	
	Pozos térmicos	Tierra	Aire	Cielo	Aire	

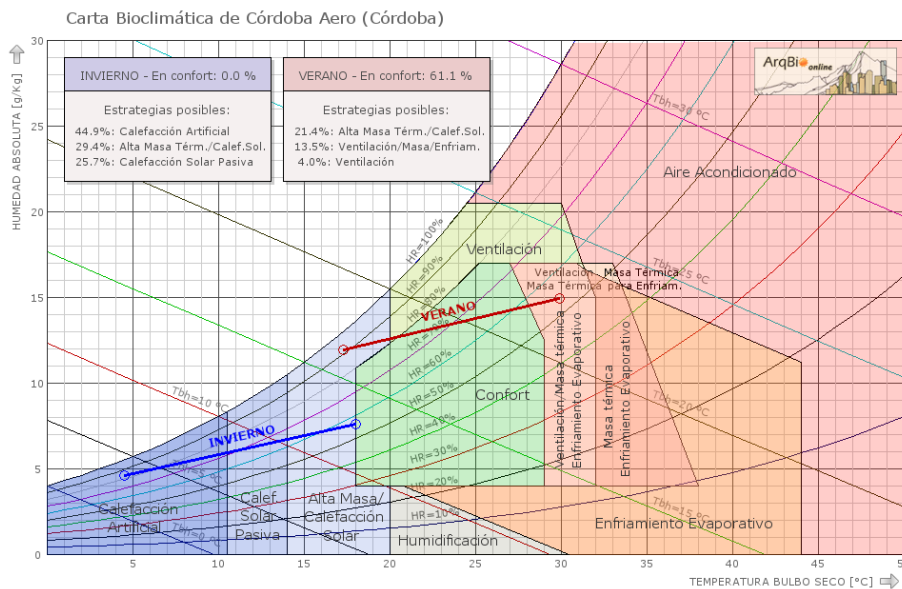
MATRIZ DE ESTRATEGIAS DE DISEÑO (fuente Gonzales E. 2007)

Las técnicas pasivas en la climatización son aquellas que ayudan a disminuir las ganancias o pérdidas de calor en una edificación, sin necesidad de un consumo energético de sistemas convencionales de HVAC.

- Disponer de aleros sobre aventanamientos, en las orientaciones con mayor exposición solar.
- Favorecer sombreados en horas críticas solares, sobre techos o paramentos externos expuestos.
- Utilizar métodos de ventilación natural para refrigerar los ambientes. En las regiones donde hay una significativa diferencia de temperatura entre la noche y el día, la incorporación de refrigeración pasiva a través de la ventilación natural es una de las aplicaciones más viables para reducir las ganancias de calor de un edificio

Los sistemas de climatización solar son considerados sistemas de climatización sustentables activos. Estos tienen la ventaja de hacer coincidir los horarios de mayor demanda térmica con la disponibilidad solar. Es necesario desarrollar estrategias desde el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. y/o ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** que permitan incorporar sistemas y/o dispositivos para alcanzar los parámetros de confort necesarios para cubrir las demandas térmicas de calefacción para cada localidad seleccionada y sólo en caso de ser necesario recurrir a sistemas activos.

Los criterios básicos relacionados con el confort térmico son la **temperatura** (temperatura del aire influenciada por la radiación de las superficies colindantes), la **humedad** y la **velocidad del aire**. En el en el diagrama psicrométrico de la figura, correspondiente a las características



climáticas de Córdoba, se pueden introducir los datos de temperatura mínima, media y máxima con su humedad relativa correspondiente, ya sea mensual o estacional y determinar el rango de comportamiento higrotérmico correspondiente a cada fecha el que a su vez refiere una

Parámetros del Confort		
Parámetros Ambientales	Temperatura del aire	Todos tienen variabilidad temporal y espacial
	Humedad relativa	
Velocidad del aire		
Temperatura radiante		
Parámetros Arquitectónicos	Adaptabilidad del espacio	
	Contacto visual y auditivo	
Factores del Confort		
Factores Personales	Metabolismo (Alimentación, Actividad)	Base o Basal De trabajo o Muscular
	Ropa. Grado de aislamiento	
	Tiempo de permanencia (Aclimatación)	
	Salud y color de la piel	
	Historial térmico, lumínico, visual y acústico	Inmediato Mediato (Situación geográfica, época del año)
	Sexo, edad, peso (constitución corporal)	
Factores Socio-culturales	Educación Expectativas para el momento y lugar considerados	

estrategia específica para ubicarse dentro del área de confort.

ESTRATEGIAS DE DISEÑO DE CLIMATIZACIÓN PASIVA:

La climatización pasiva es un método utilizado en arquitectura, con el fin de construir edificaciones con acondicionamiento ambiental mediante procedimientos naturales, como calefacción por ganancias solares, efectos de enfriamiento por ventilación natural, características propias de los materiales de construcción y orientación, entre otras

- a) Incorporar Recursos Bioclimáticos de CAPTACIÓN DE RADIACIÓN SOLAR (entre otros)
 - **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** para aporte calórico retardado al ambiente.
 - **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, para aporte calórico mediato al ambiente.
 - **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, para aporte calórico mediato / rápido, al ambiente.
 - **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** para calentamiento de aire, y aporte calórico inmediato al ambiente.
 - Incorporar en frentes soleados N-NE-NO, recursos de **acumulación pasiva de calor solar**, tanto en pisos como en muros, con **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.
- b) Incorporar recursos de TRASLADO PASIVO DE AIRE, calentado en los frentes con mayor exposición solar hacia zonas no asoleadas directamente.
- c) Incorporar recursos de bajo consumo energético, para traslado activo del aire (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), calentado en los frentes con mayor exposición solar, hacia zonas no asoleadas directamente, y aportarlo a ellas.
- d) Atender a una eficiente **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, de superficies de cierres verticales al exterior.
- e) Atender a una eficiente **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, de superficies de cierres horizontales al exterior.
- f) Atender a la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** de Juntas de contacto, entre componentes de cierre al exterior.
- g) Orientaciones más adecuadas -horas de exposición- de cerramientos externos del edificio (N, NE, NO).
- h) Eliminación o elusión de obstáculos, de Captación Solar por interposición (excepto Aleros).
- i) Procurar eficiencia en el control higrotérmico, dentro del edificio, para proporcionar confort climático en el ciclo de refrigeración (verano).
- j) Captar y provocar, movimientos de aire no contaminados, hacia el interior de la edificación, que favorezcan la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** del cuerpo y consecuentemente, la sensación de alivio a la sofocación, por exceso de humedad, en los ambientes
- k) Potenciar las orientaciones, de los vientos dominantes en el ciclo estival.
- l) Introducir sistemas de sombreado pasivo, para proteger la fachada de la luz directa del sol
- m) Equipar las ventanas con cristales reflectantes, persianas y cortinas, y protecciones exteriores, como toldos o pérgolas.

- n) Evitar los flujos de calor innecesarios al interior del edificio, tales como una iluminación desmesurada, equipos que desprendan excesivo calor, alta ocupación por superficie (hacinamiento), etc.
- o) Considerar diseños con doble frente, y según orientaciones mencionadas, favoreciendo la ventilación cruzada
- p) Emplear según los casos, fachadas con cámaras de aire en **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**
- q) Disponer recursos de captación de aire fresco de subsuelos, e inducirlos por ductos "Chimeneas", a los pisos altos
- r) Disponer de rejillas regulables, por piso conectado a la chimenea y por ambiente del piso, para generar el movimiento de aire fresco interior, requerido.
- s) Estrategias que involucren el diseño de sistemas de ventilación pasivos

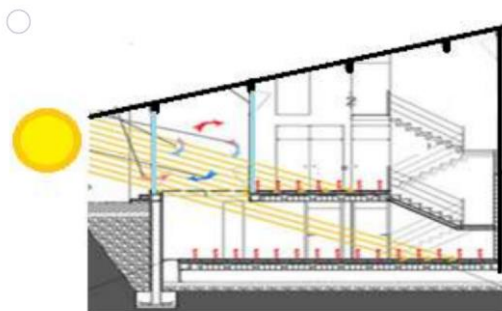
Se pueden diferenciar **dos tipos de sistemas solares pasivos de acondicionamiento en fachadas:**

- **Sistemas pasivos que captan energía solar.** Al contrario que los sistemas de protección solar, estos tienen el objetivo de atraer más sol en el interior de la vivienda. Por ello, se utiliza en invierno y en climas fríos.
- **Sistemas pasivos de protección solar.** Tienen el objetivo de proteger la vivienda del sol, por lo que se utilizan principalmente en verano. Contribuyen a evitar el calor excesivo en el interior de la vivienda.

Los sistemas de calefacción que captan la energía solar son aquellos que permiten el ingreso de la radiación solar a través de ventanas proporcionando una ganancia de calor en el interior, son los más simples de todos y generalmente los más económicos. La estrategia consiste en generar aberturas acristaladas dispuestas de tal manera que tengan la máxima captación posible de radiación solar durante el invierno y la mínima durante el verano, por lo que se requiere una buena orientación de la edificación produciendo el conocido "efecto invernadero".

Efecto invernadero

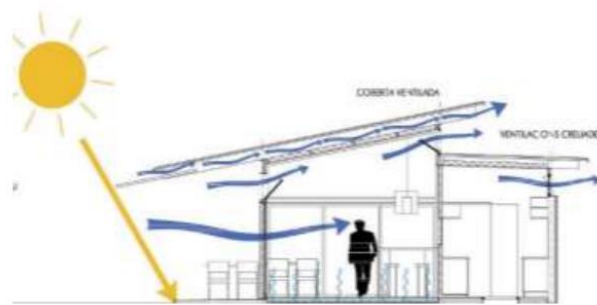
El llamado efecto invernadero se refiere al fenómeno donde las ondas cortas de luz visible provenientes del Sol, pasan a través de medios transparentes, mientras que las ondas más largas re-irradiadas del infrarrojo, proveniente de los objetos calentados, son incapaces de pasar a través del medio transparente, la contención de la longitud de onda larga lleva a un mayor calentamiento y a una mayor temperatura resultante. En la Figura se muestra un



Esquema de efecto invernadero en edificaciones. Imagen tomada de Sara (2009)

ejemplo del efecto invernadero en un recinto con radiación solar hacia una fachada acristalada, donde se observa los rayos del sol entrar por las superficies acristaladas y cómo estas calientan las superficies del lugar, al no salir de este.

El control y regulación del confort ambiental dentro de los ambientes que utilizan el recurso de efecto invernadero para calefacción deberán contar con estrategias de climatización del edificio a través de sistemas de ventilación pasivos o forzadas que modifiquen las condiciones térmicas del ambiente en períodos veraniegos donde sea necesario el enfriamiento del aire interno, para lo cual se recomienda la incorporación de zonas elevadas de cubierta para la extracción del aire caliente. Esto se basa en la disposición del aire caliente a elevarse, por la cual si se consigue un flujo de aire por el techo conseguiremos sacar todo el calor del edificio.



SISTEMAS DE PROTECCIÓN SOLAR

La incidencia de los rayos solares directos ayuda a calentar los edificios en invierno, pero también suponen un gran problema en verano, porque sobrecalientan los ambientes.

La protección solar de parasoles exteriores horizontales y verticales

Se suelen emplear en las grandes fachadas acristaladas, pudiéndose abrir o cerrar dependiendo de si es verano o invierno. En verano absorbe y refleja radiación solar sin evitar la entrada de luz natural en el interior de la estancia. Existen láminas móviles que pueden reorientarse, lo cual resulta muy funcional, porque dependiendo de la época del año el sol y las necesidades de los usuarios del edificio permiten que se adapten con facilidad.

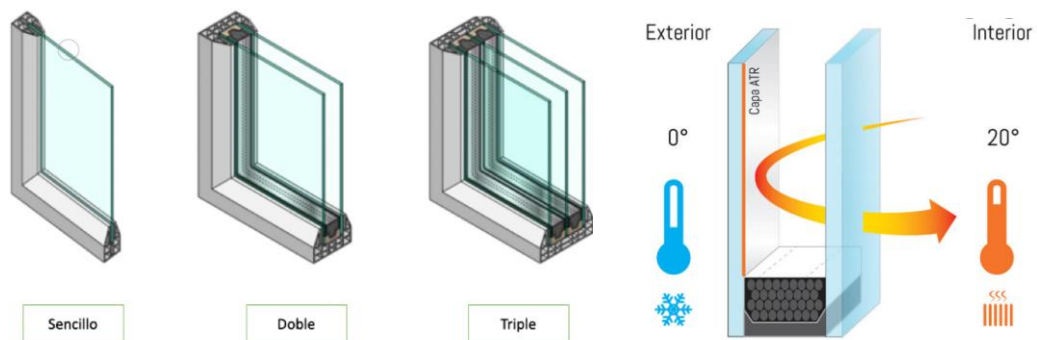
Estas **protecciones solares** son sistemas que ayudan a evitar el sobrecalentamiento de la edificación debido al sol. Como las ventanas son el punto más débil, los sistemas de protección solar más eficientes son los **exteriores**, pues protegen también el cristal de los rayos solares e impiden que el calor ingrese en el ambiente.



Es conveniente que los parasoles se despeguen de la piel de la fachada, generando circulación de aire entre la envolvente y el sistema de protección solar.

La disposición de los mismos difiere según la orientación de la fachada a proteger, debido a la incidencia de los rayos solares que determinaran la horizontalidad o verticalidad de la protección a usar. (ver punto 2.5 iluminación natural).

Las **ventanas eficientes y pasivas** son el elemento clave de una **edificación pasiva** para captar **radiación solar** y aprovecharla para **conseguir luz natural** y calentar los ambientes en invierno de forma natural. Al mismo tiempo, las **ventanas son puntos débiles de la fachada**, su mala elección o puesta en obra pueden provocar gran cantidad de **puentes térmicos** que evitan una estanqueidad adecuada del edificio, por eso es muy importante colocar unas ventanas de calidad.



Protección Solar para Fachadas y Ventanas

Toldos móviles

Sirven perfectamente para proteger al edificio de la incidencia solar directa en verano y se puede cerrar en invierno para permitir la entrada de sol.

Existen toldos automatizados, con programas de funcionamiento y con sensores de lluvia que facilitan su uso dependiendo de las necesidades de la vivienda. Si bien lo óptimo es trabajar el asoleamiento desde un diseño arquitectónico, los toldos pueden ser una buena estrategia para edificios construidos en los que no fue tenido en cuenta un diseño adecuado de protección solar.



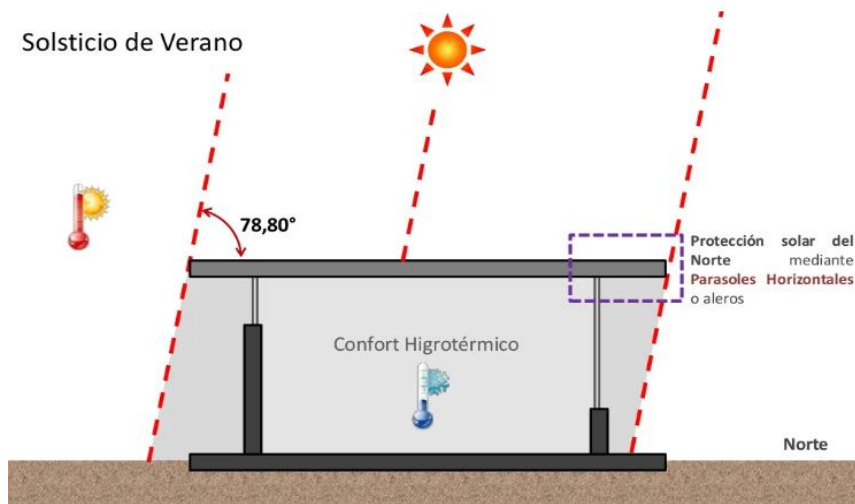
Cortinas y forros térmicos en el interior

Las cortinas son un buen aislante tanto en verano como en invierno. En invierno disminuye las pérdidas de calor que se producirían a través de las ventanas, y en verano protegen el ambiente de los rayos solares. La mayoría de las cortinas son opacas, resultando un problema porque disminuye la luz natural en los interiores. **A pesar de que esta opción es la más usada para protecciones internas, lo óptimo es realizar las protecciones desde el exterior, así se evitará el ingreso de calor al edificio en verano.**



Voladizos

Son protecciones solares que se encuentran en la fachada, comúnmente en la parte superior de las ventanas, tapando los rayos de sol. Son elementos constructivos fijos y se pueden aprovechar como balcones. Estos son óptimos ya que son incorporados desde el diseño del edificio y se deben diseñar teniendo en cuenta la incidencia de los rayos solares en períodos estacionarios según el ángulo de inclinación del sol.



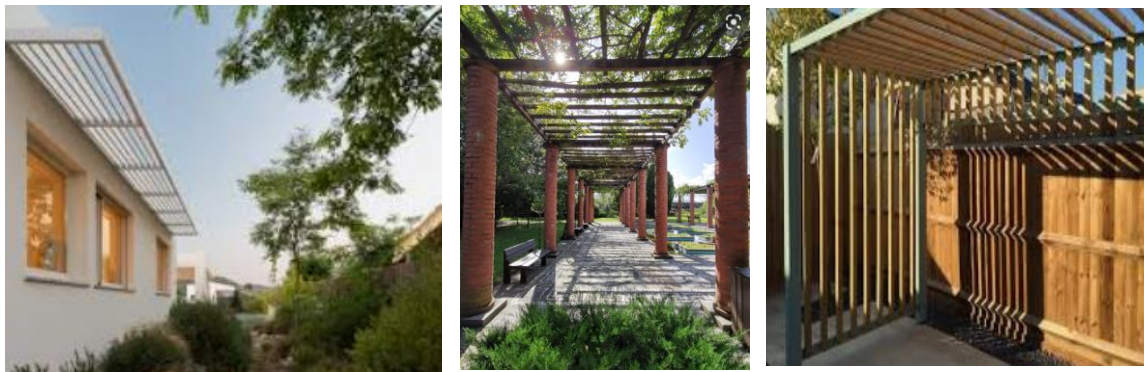
Color de las 5 fachadas exteriores del edificio

El color de la fachada puede garantizarnos un mayor calentamiento o enfriamiento, se estima un ahorro de energía hasta un 20% en sistemas de refrigeración cuando se emplean colores claros. (ver punto 3.2 de este informe)

Entorno, pérgolas y vegetación en los alrededores de la edificación.

Las pérgolas son elementos que si se usan bien protegen de forma efectiva al edificio, si se combina con otros elementos como toldos o vegetación de hoja caduca, que permite la entrada de sol en invierno y en verano limita el asoleamiento.

“Forrar” toda la fachada con una especie de vegetación de hoja caduca también resultaría un buen método de protección solar, aunque requiere de bastante mantenimiento.



Láminas de protección solar para ventanas

Existen muchos tipos de láminas para ventanas, entre todos ellos **las más adecuadas para la protección solar son las láminas reflectantes exteriores.**

- Ayuda a proporcionar un mejor desempeño de aislamiento, muy similar a remplazar ventanas de vidrio simple por unas de vidrio doble, o unas de vidrio doble por unas de vidrio triple.

- En INVIERNO: impide que el calor que se genera para calefaccionar se transmita a través del vidrio. Esto se refleja en un gran ahorro energético y un microclima. Al acercarse a la ventana ya no hay sensación de frío. Ayuda a mejorar la incomodidad durante los meses fríos de invierno.
- En VERANO: rechaza el calor que ingresa en forma de radiación por la ventana y que calienta el interior del ambiente, evitando zonas calientes próximas al vidrio.
- Ayuda a proporcionar comodidad y ahorrar energía en los meses de verano a través del rechazo del calor.
- Película con alta transmisión de la luz visible, con una apariencia neutral que ayuda a conservar el aspecto actual del edificio.
- Filtra el 99% de los rayos UV. Ayuda a prolongar la vida útil de los muebles, ya que reduce significativamente el traspaso de los nocivos rayos UV, que son la causa principal de la decoloración.

luz visible transmitida	fitro UV	fitro Infrarojos	emisividad	SHGC	SC	U-Value
60%	99%	70%	0.37	0.78	0.89	3.34



SISTEMAS BIOCLIMÁTICOS:

Climatización a través de circulación de aire:

El enfriamiento evaporativo de flujo descendente (Passive Downdraught Evaporative Cooling – PDEC-) basa su funcionamiento en el cambio de densidad que sufre el aire al enfriarse como resultado de la evaporación de agua. Al enfriarse el aire se hace más denso y desciende generando un flujo continuo de aire. Los sistemas de PDEC difieren en función del tipo de pulverización de agua y lugar o dispositivo utilizado para producir el flujo descendente. La figura muestra el caso del Centro de visitantes del Parque Nacional Zion, donde en periodo de verano el PDEC suministra un flujo de aire de aproximadamente 226.5 m³ /min de acuerdo con la evaluación de NREL. Los elementos fundamentales del proyecto son las torres de PDEC y de ventilación.

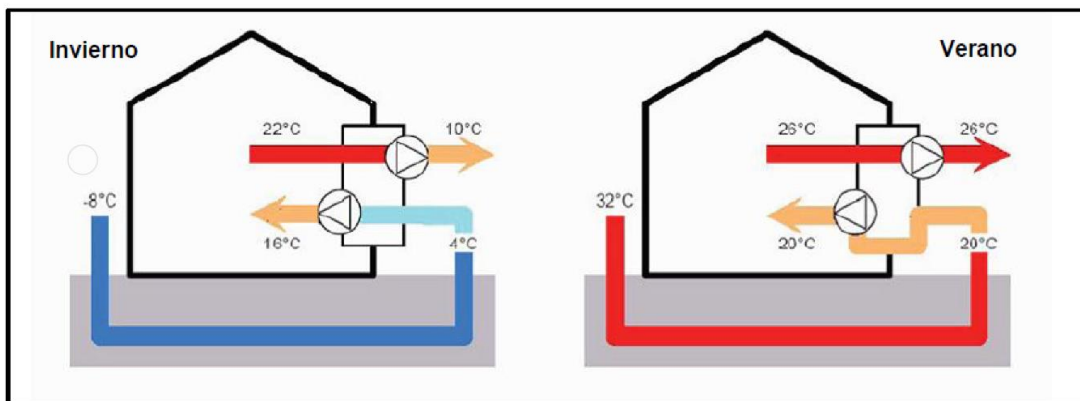


Figura 4. El Centro de Investigación Torrent. Abhikram arch (Ahmedabad. India).

Enfriamiento conductivo

Enfriamiento conductivo Los edificios pueden aprovechar de forma indirecta el pozo térmico que representa el suelo a baja temperatura, mediante intercambiadores de calor. La temperatura del suelo se va estabilizando con la profundidad hasta alcanzar un nivel (aproximadamente 10 m) donde se encontrará estabilizada durante todo el año, con un valor semejante a la temperatura media exterior; esto representa un potencial de enfriamiento importante para aplicar en verano.

La Figura muestra el proceso de intercambio de calor entre el suelo y el flujo circulante.



Esquema básico del funcionamiento del tubos enterrados

Ventilación Natural

La renovación del aire al interior de la edificación se debería dar de manera natural a través de todos los ambientes de un edificio en contacto entre ellos y orientadas a diferentes fachadas. También se podrá contar con un extractor que funciona por el “Principio de Venturi”, el que provoca una ventilación estática del calor acumulado mediante renovaciones constantes (24 h/días), sin consumo y no necesita mantenimiento. El diseño deberá priorizar las ventilaciones cruzadas naturales, es decir, los espacios interiores están proyectados para facilitar las ventilaciones cruzadas entre plantas.

