



# UNIDAD IV

ARQUITECTURA SUSTENTABLE

abril | BIOCLIMATISMO Y  
2024 | RESILIENCIA

Dra. Victoria Mercado



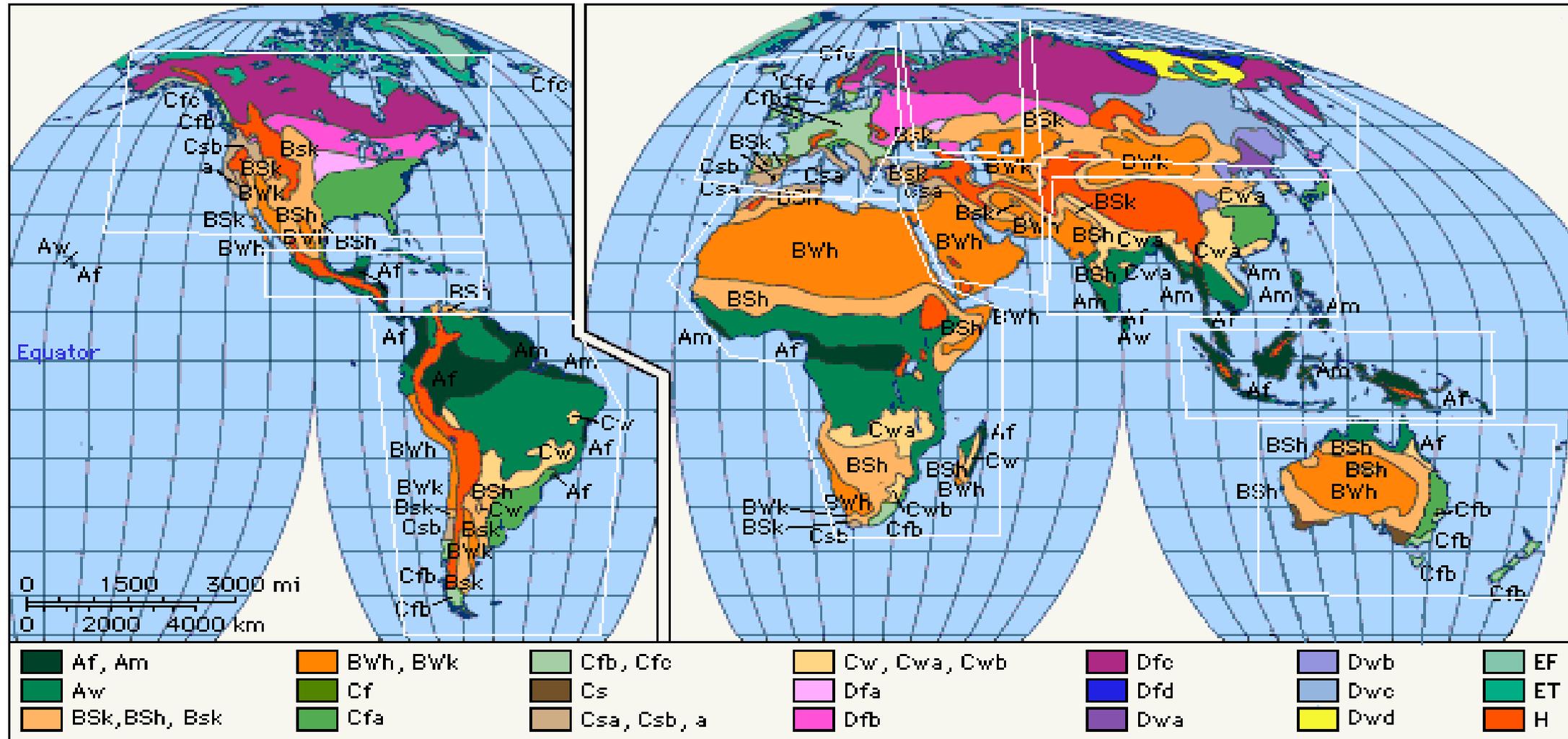
**El diseño bioclimático aprovecha los recursos climáticos de un lugar particular para la climatización natural de un edificio**

Es el conjunto de componentes de un edificio que tienen como función principal mejorar el comportamiento climático naturalmente.

Actúan con los fenómenos de intercambio de calor y de movimiento del aire que se producen naturalmente en arquitectura.

# DISEÑO BIOCLIMÁTICO

## CLIMA



Clasificación mundial de climas según Köppen-Gelger

## CLIMA

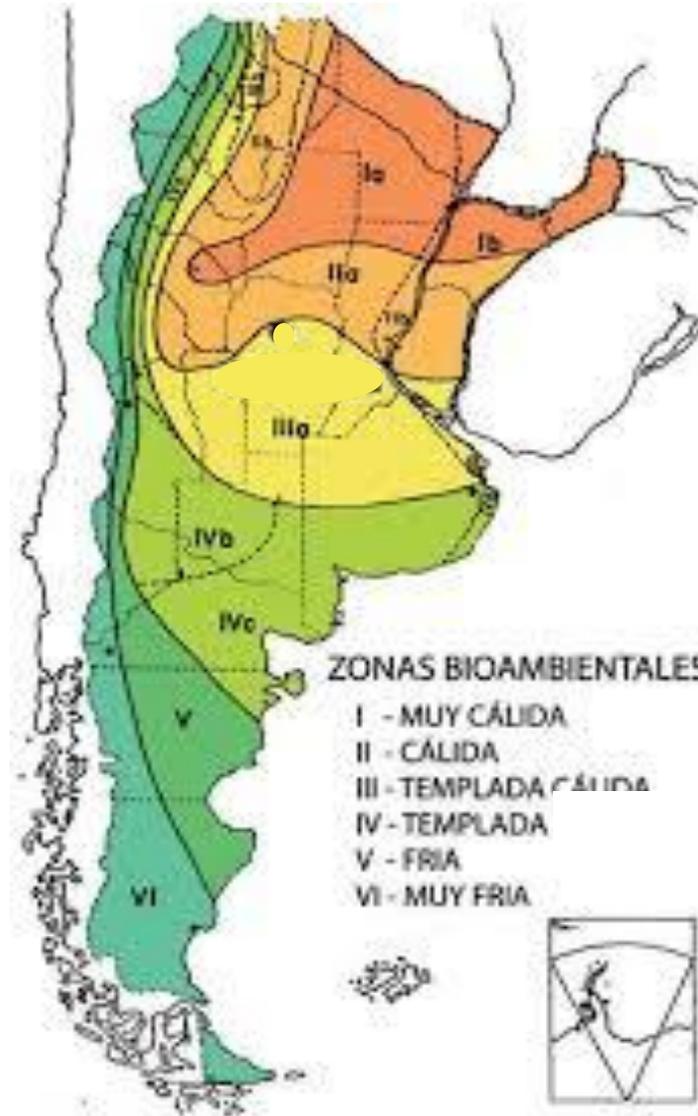
### APROXIMACIÓN SIMPLISTA

Temperatura del aire

Radiación solar

Humedad del aire

Movimiento del aire



# CLIMA

## APROXIMACIÓN SIMPLISTA

Temperatura del aire

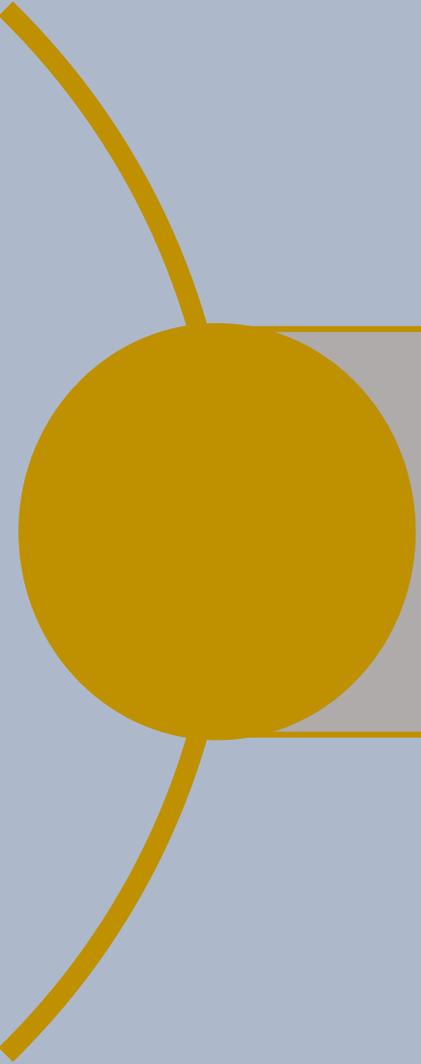
Radiación solar

Humedad del aire

Movimiento del aire

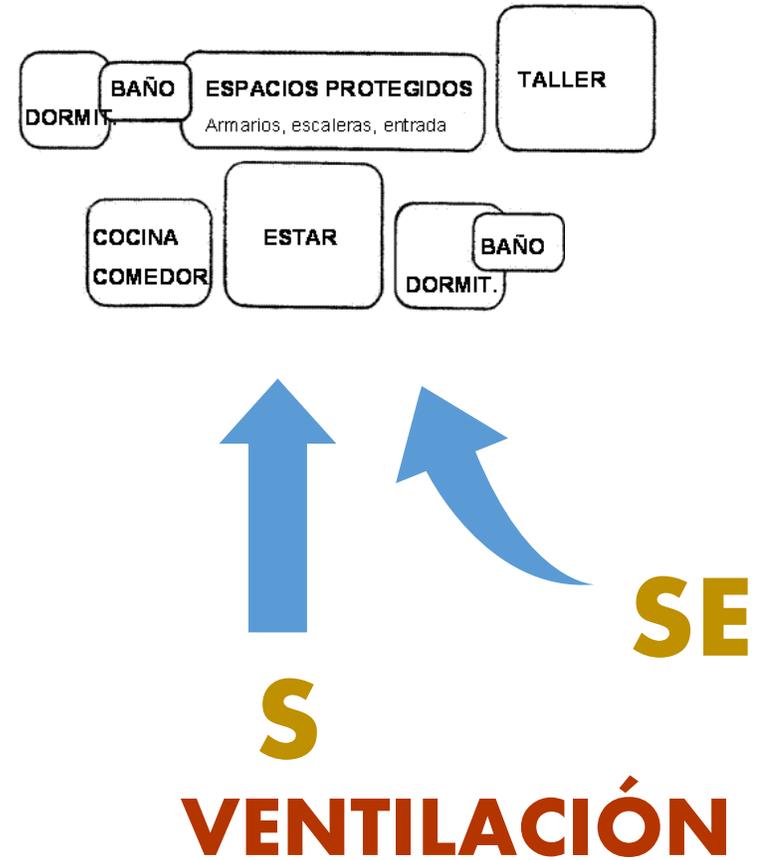
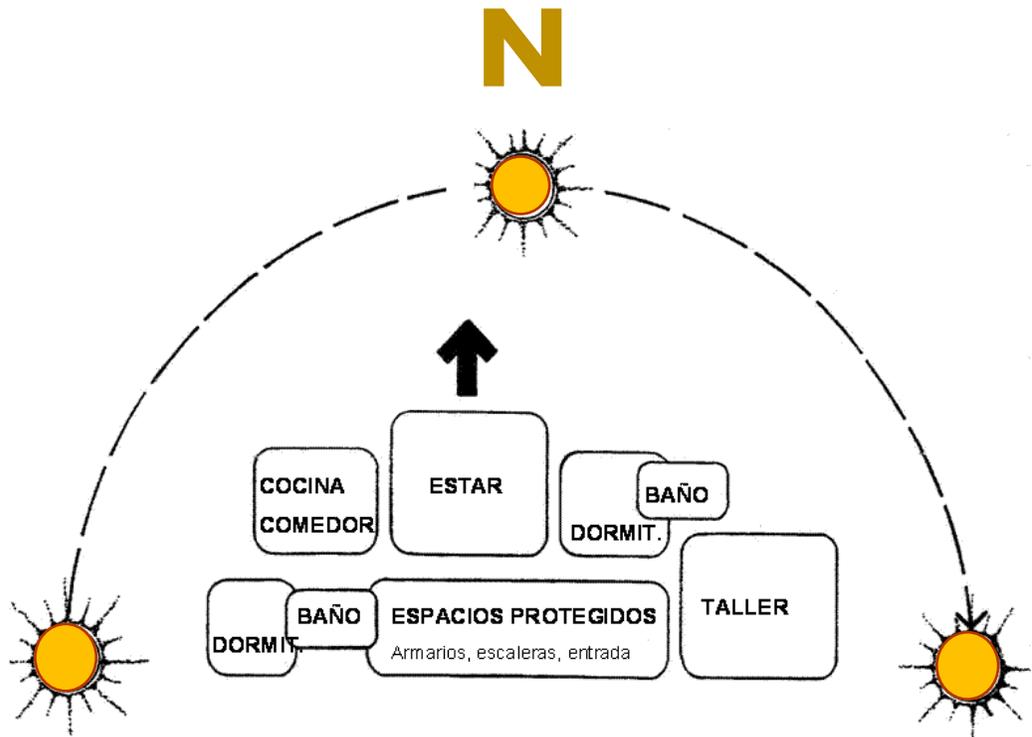




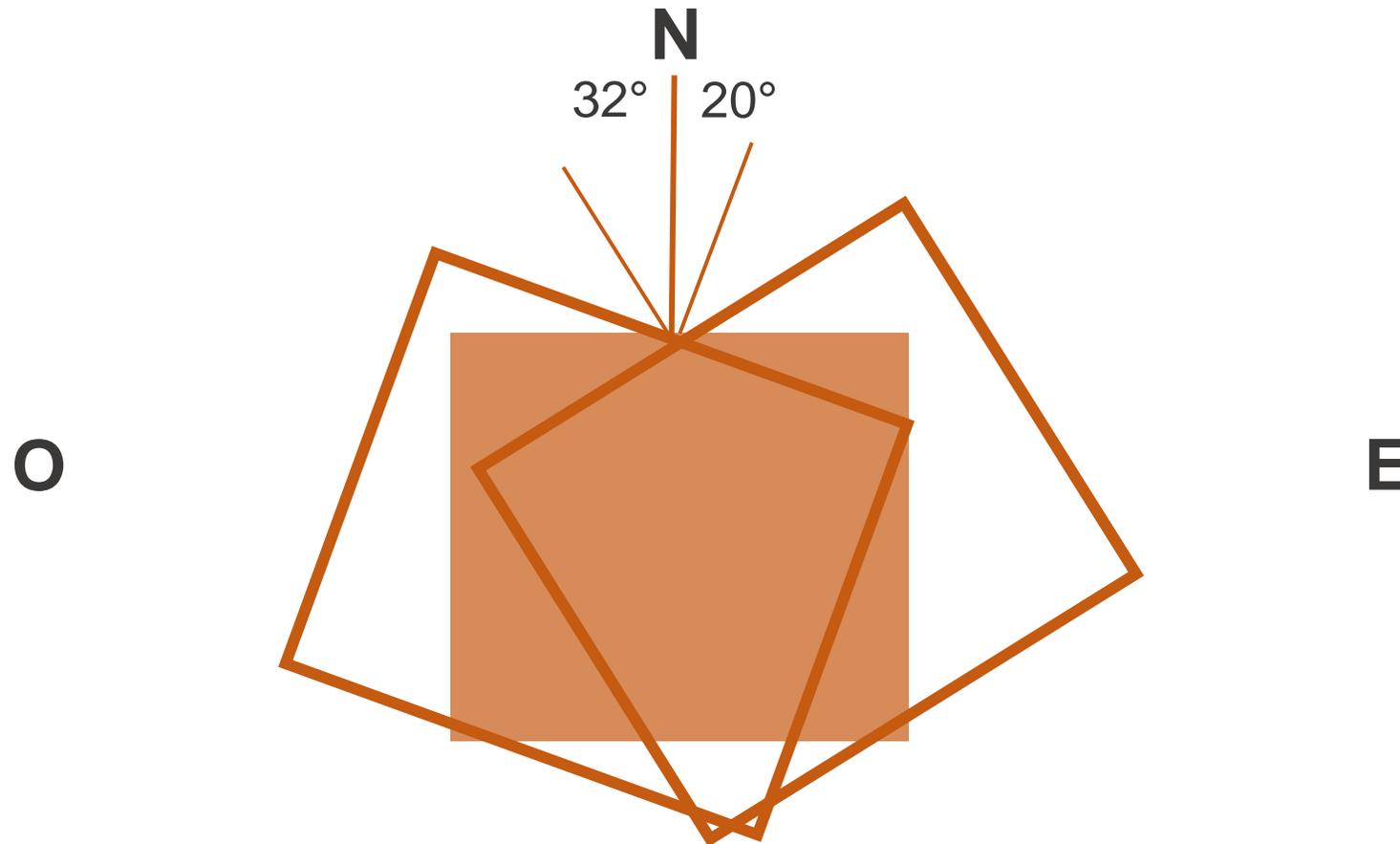


# ORIENTACIÓN Y ENTORNO

# ASOLEAMIENTO

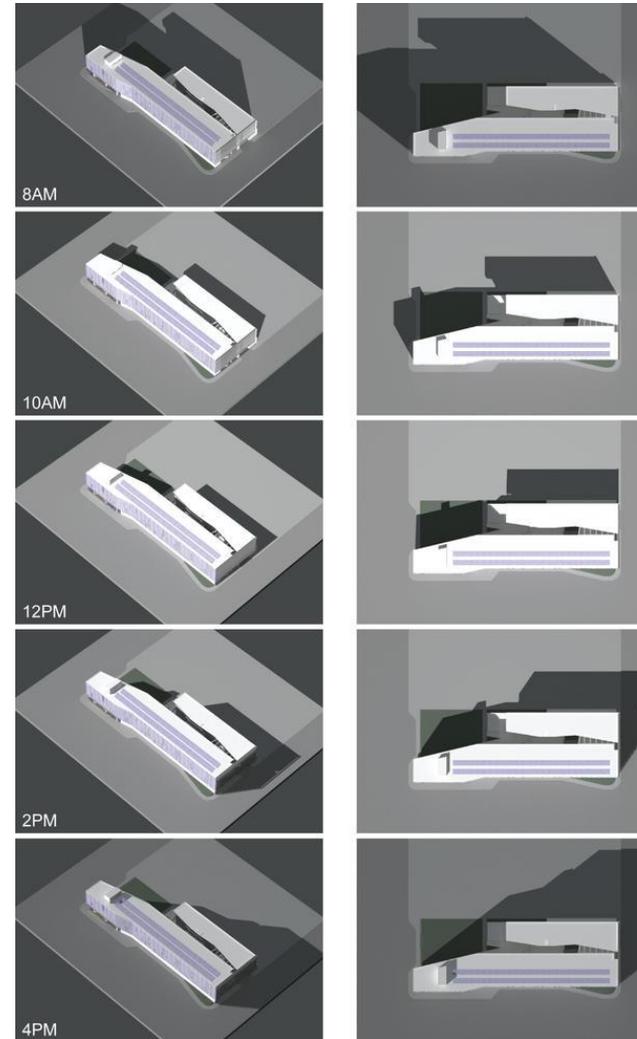
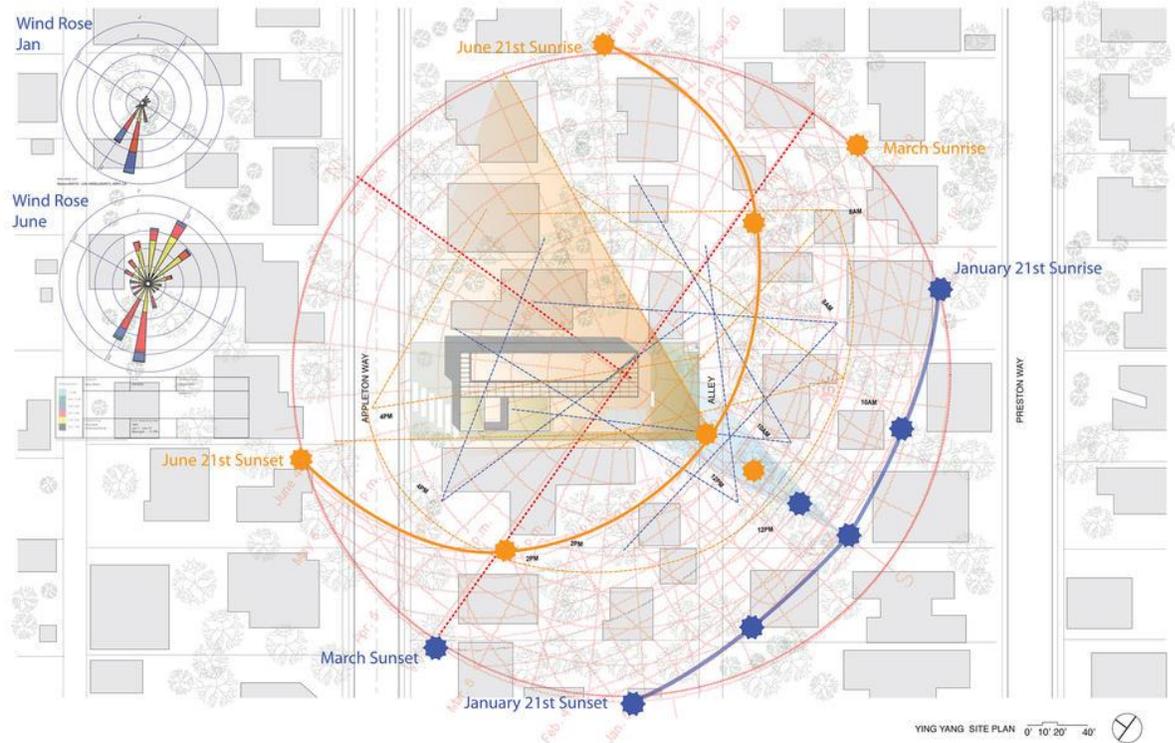


Es posible mantener el 90% de la ganancia solar óptima manteniendo las inclinaciones indicadas en relación al Norte.



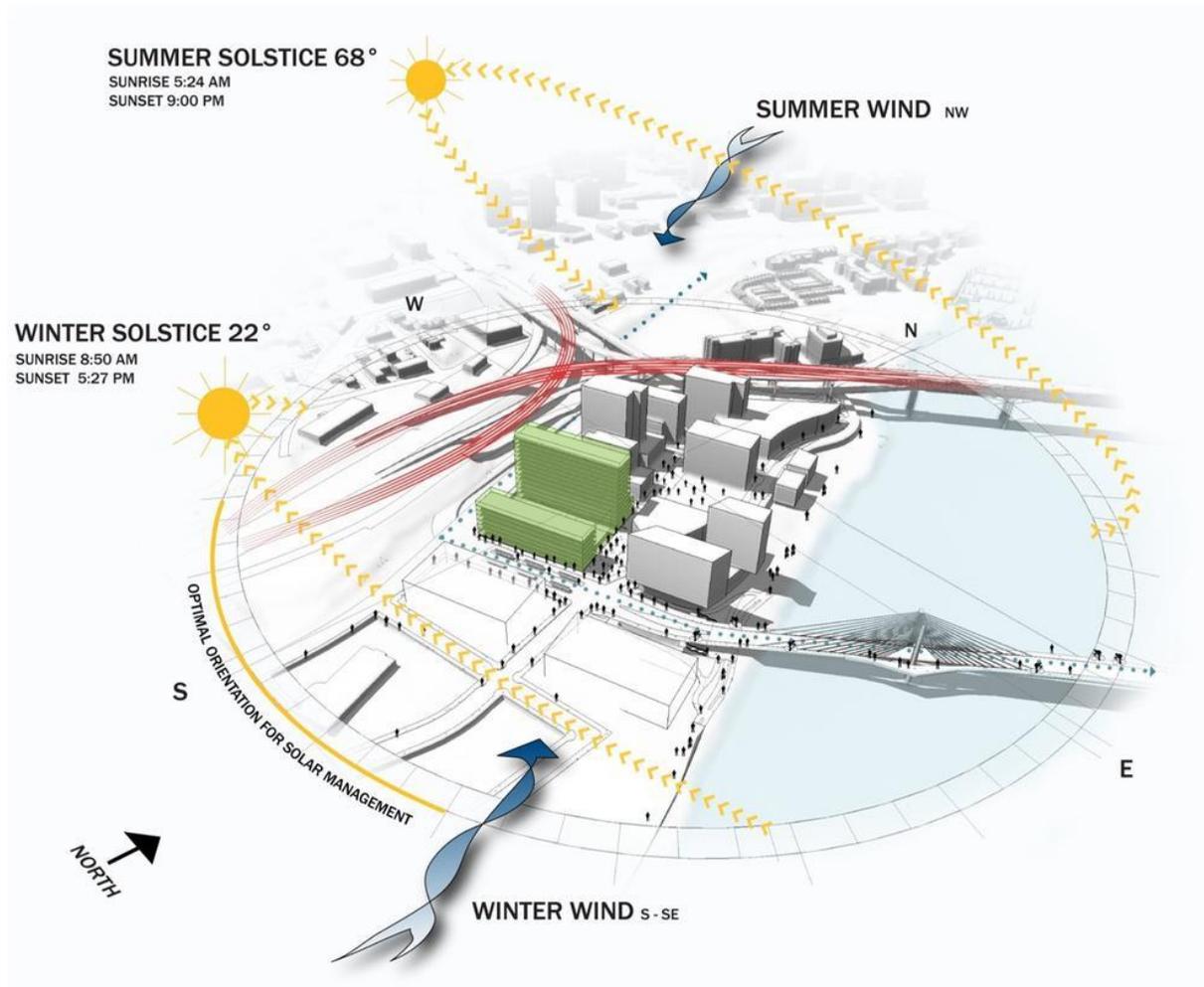
Durante el período de las 9 a las 15hs llega el 80-85% total de la energía solar diaria.

# ORIENTACIÓN Y ENTORNO



Yin Yang House, BROOKS y SACARPA

# ORIENTACIÓN Y ENTORNO



Oregon University System and Oregon Health & Science University, SERA Architects

Un edificio que posea la forma y la orientación adecuada puede reducir el consumo de energía en un 30-40% sin costo adicional.



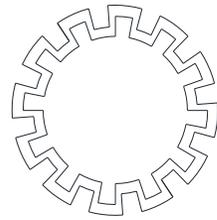
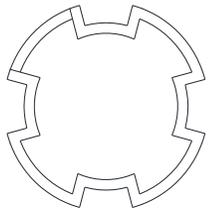
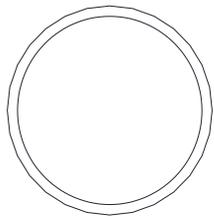
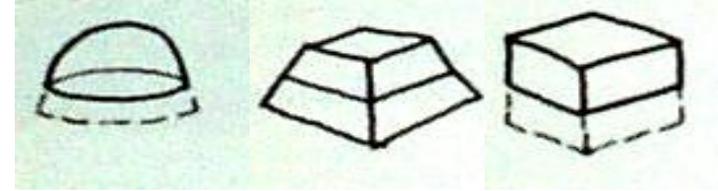


FORMA

Área de superficies expuestas (envolvente)

-----  
Superficie cubierta

FAEP



IC

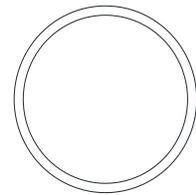
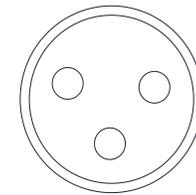
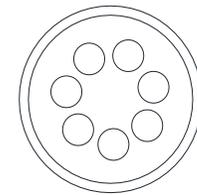
perímetro de un círculo cuya área es igual al suelo  
área del edificio [m]

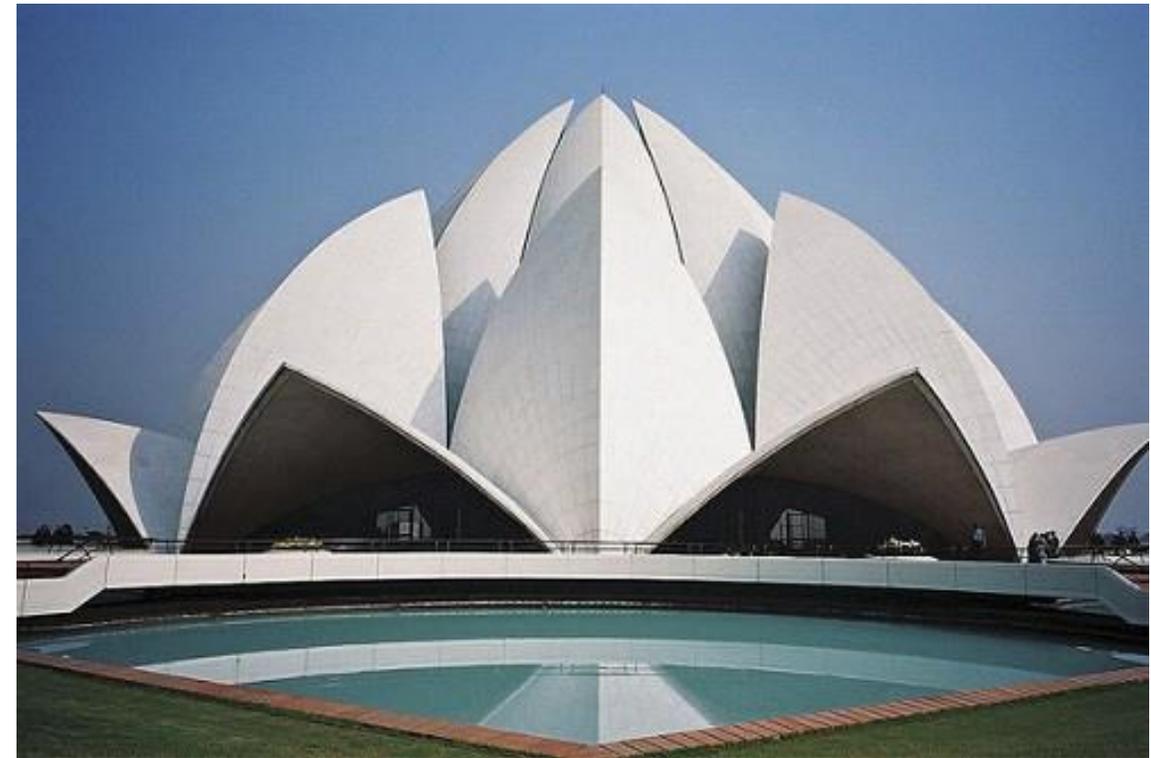
-----  
perímetro de los muros exteriores del edificio [m] \* 100

volumen equivalente de patios internos

-----  
volumen total del edificio, incluido los patios

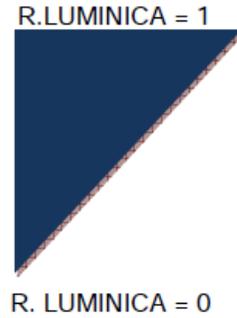
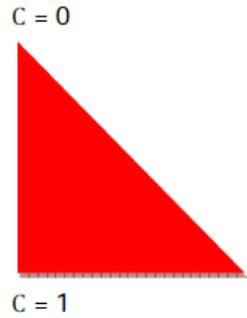
Porosidad



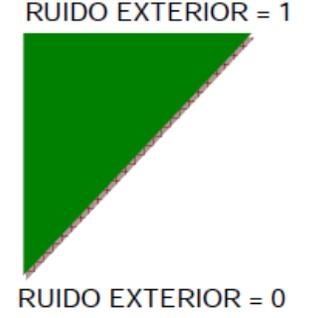
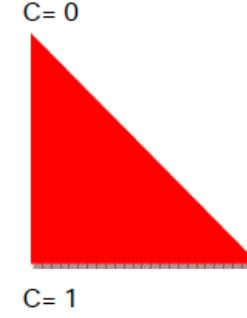




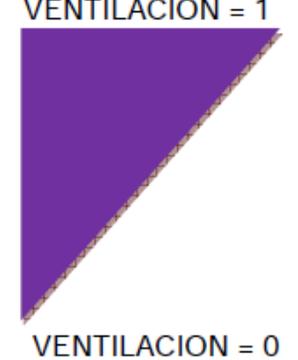
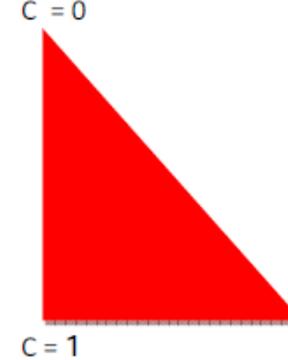
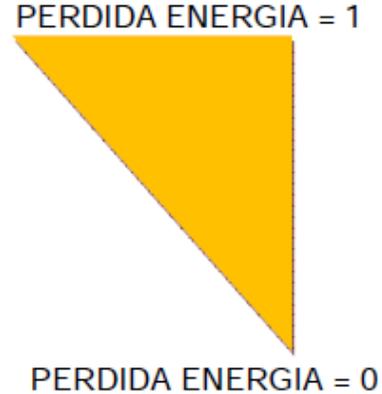
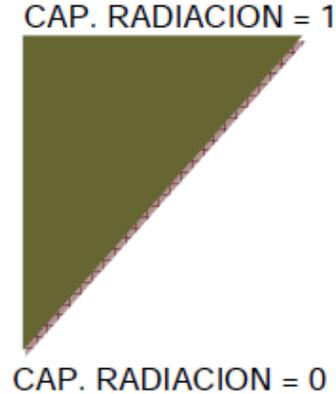
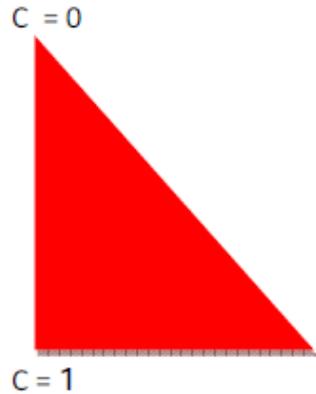
## Repercusión Lumínica



## Repercusión Acústica

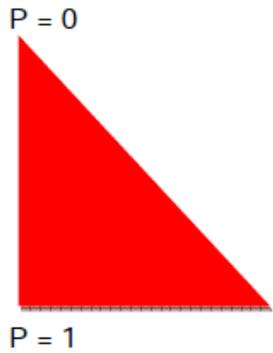


## Repercusión Climática

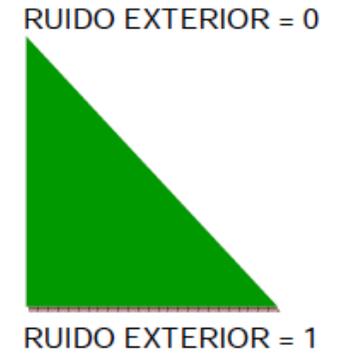
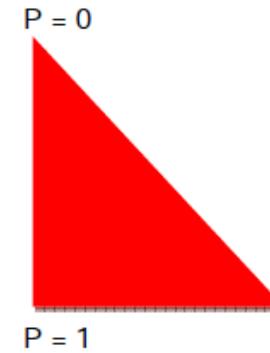


Detección de parámetros sostenibles para la cuantificación de los sistemas envolventes, Licet. 2011

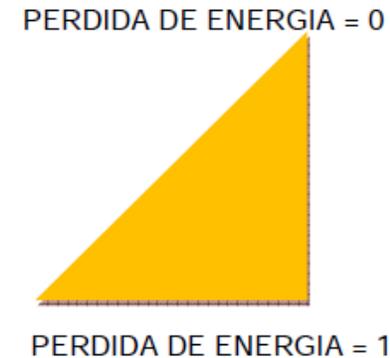
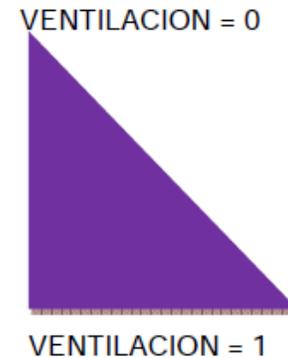
## Repercusión Lumínica



## Repercusión Acústica



## Repercusión Climática



Detección de parámetros sostenibles para la cuantificación de los sistemas envolventes, Licet. 2011

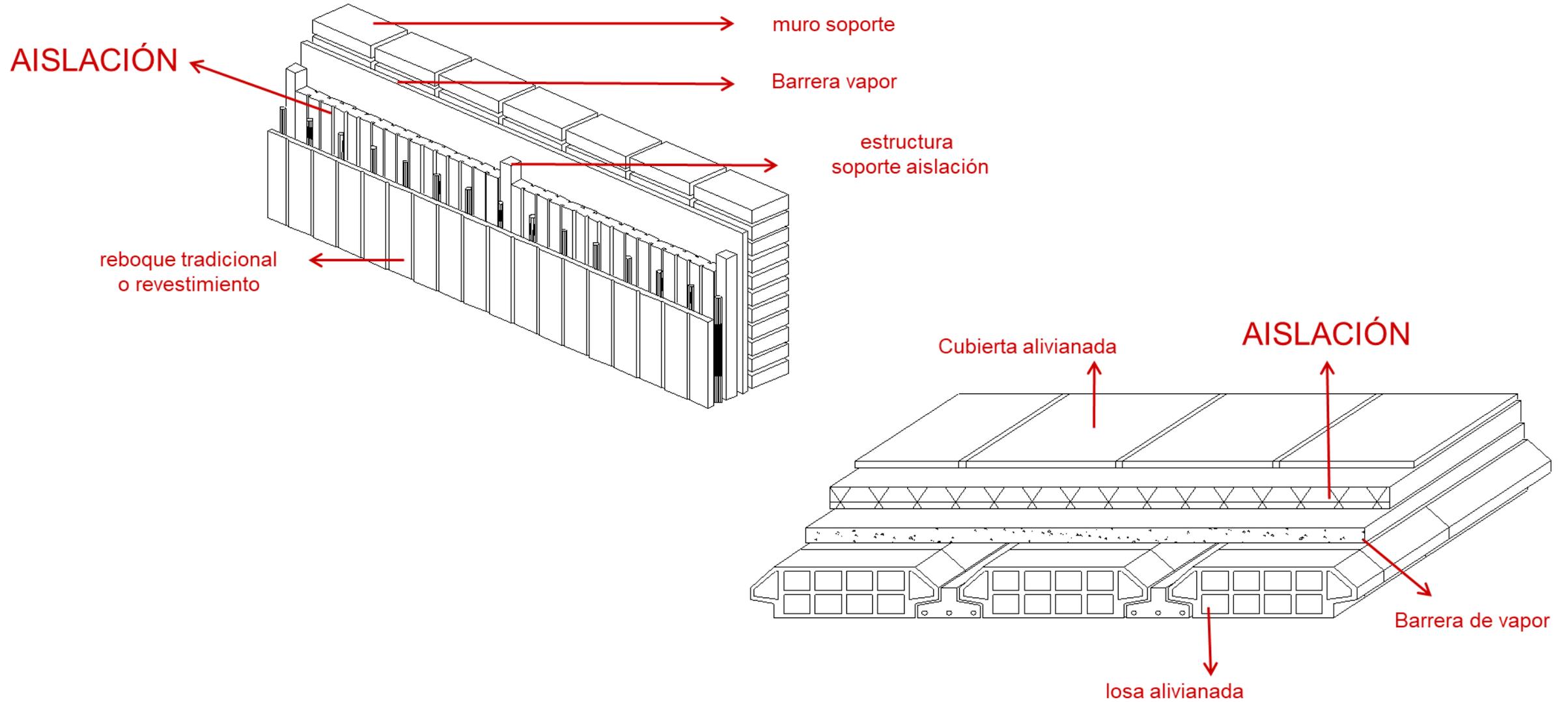


CONSERVACIÓN

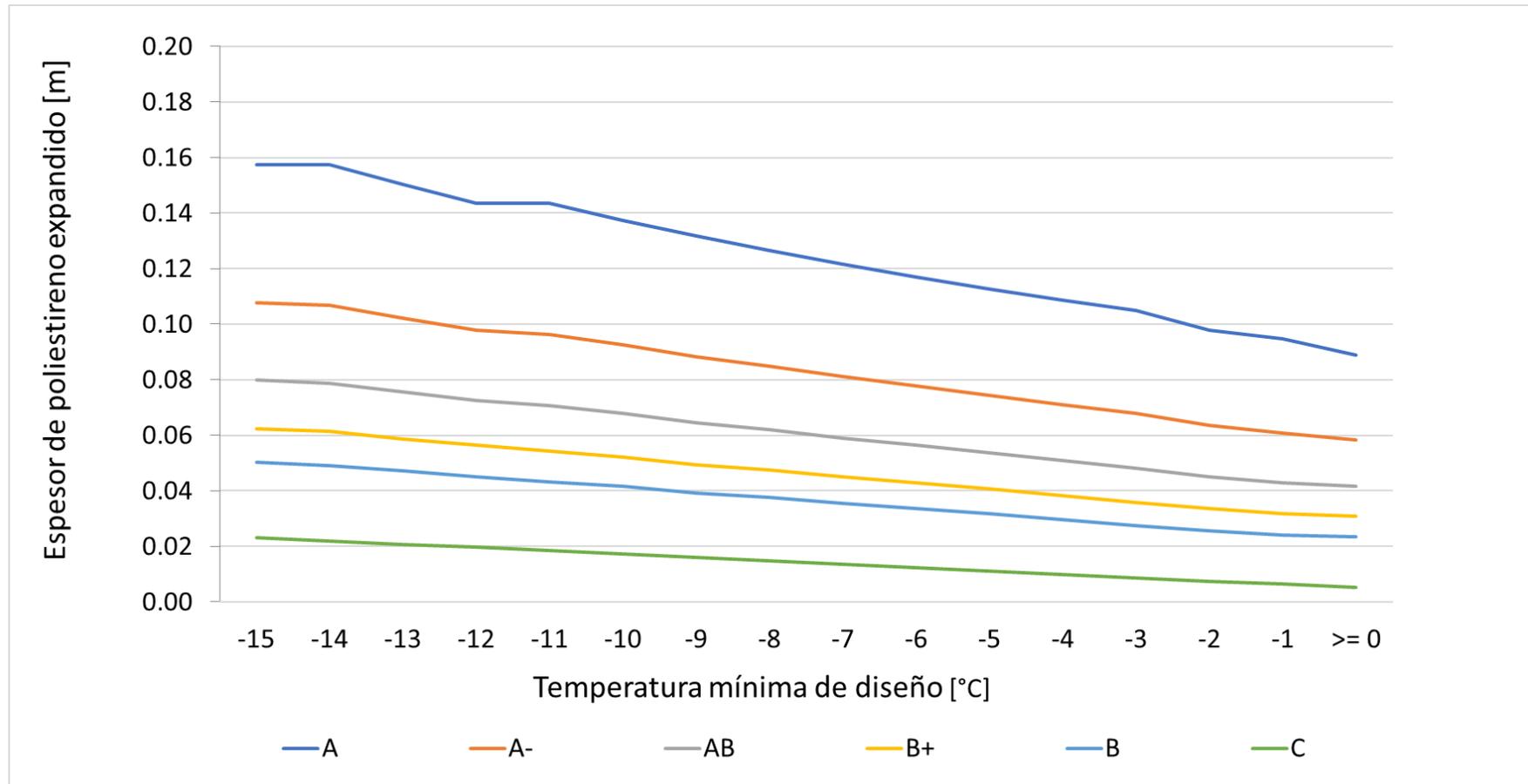
Por medio de la conservación de energía podemos ahorrar entre un 40 y 60% de la energía que se utiliza para calefaccionar.



# CONSERVACIÓN

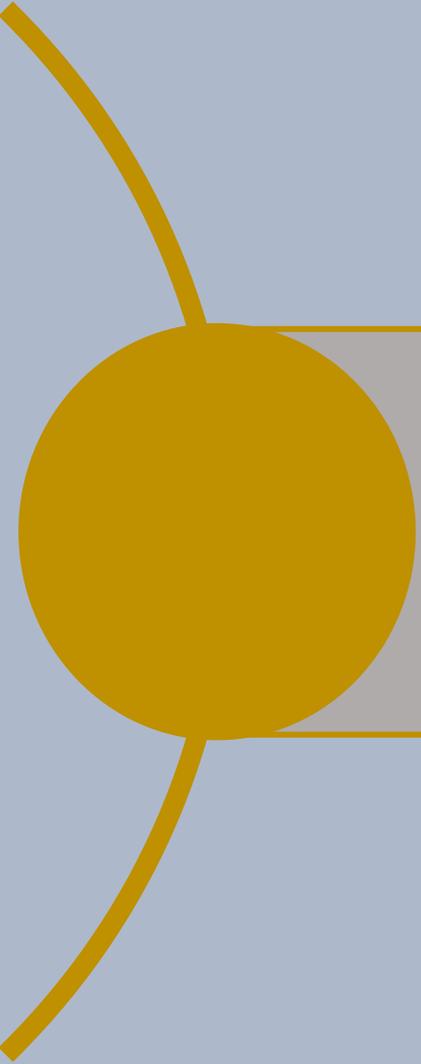


# IRAM 11605 - revisión





Yin Yang House, BROOKS y SACARPA



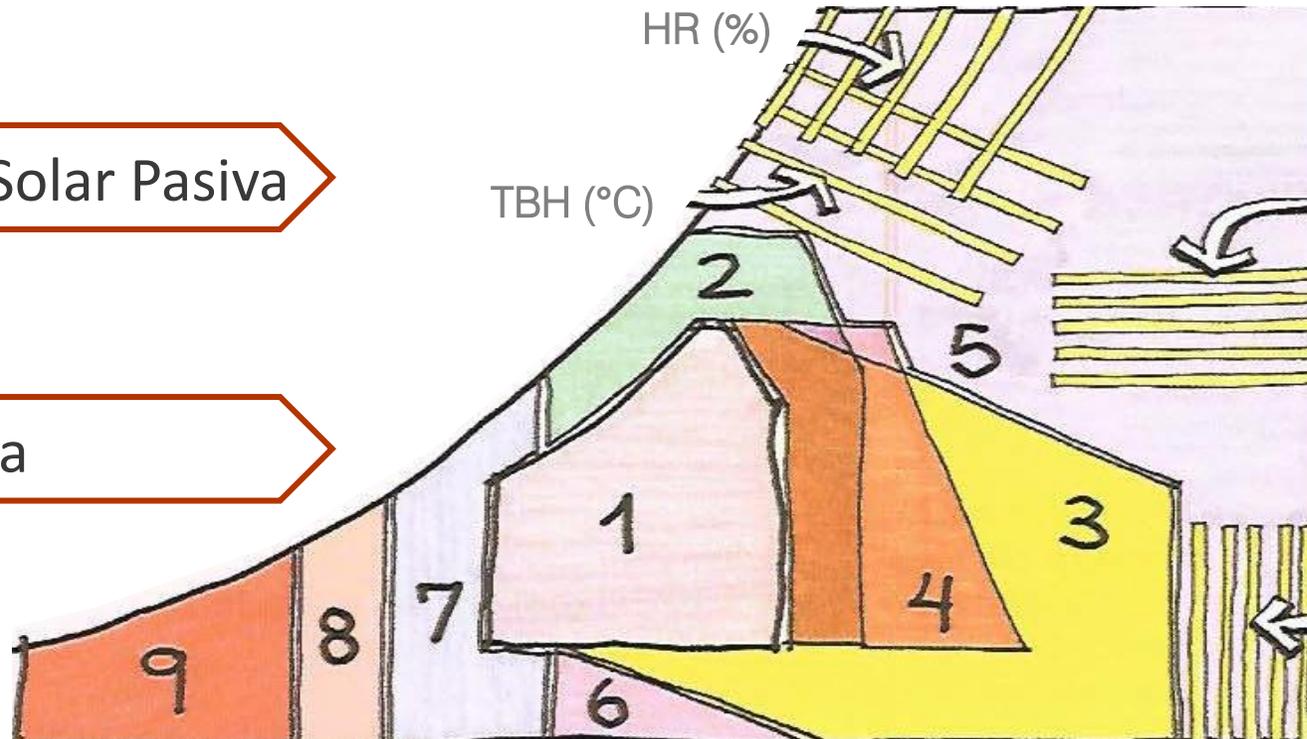
ESTRATEGIAS

INVIERNO

VERANO

Calefacción Solar Pasiva

Masa térmica



Enfriamiento pasivo

Ventilación

Masa térmica

Humidificación - Deshumidificación

**PSYCHROMETRIC CHART**  
California Energy Code

**LOCATION:** Mendoza El Plumerillo Intl AP, MZ, ARG  
**Latitude/Longitude:** 32.832° South, 68.793° West, **Time Zone from Greenwich** -5  
**Data Source:** ISD-TMYx 874180 WMO Station Number, **Elevation** 704 m

**LEGEND**

**COMFORT INDOORS**  
 100% ■ COMFORTABLE  
 0% ■ NOT COMFORTABLE

PLOT: COMFORT INDOORS

Hourly  Daily Min/Max

All Hours  Select Hours

1 a.m. through 12 a.m.

All Months  Select Months

JAN through DEC

1 Month JAN Next

1 Day 1 Next

1 Hour 1 a.m. Next

TEMPERATURE RANGE:

-10 to 40 °C  Fit to Data

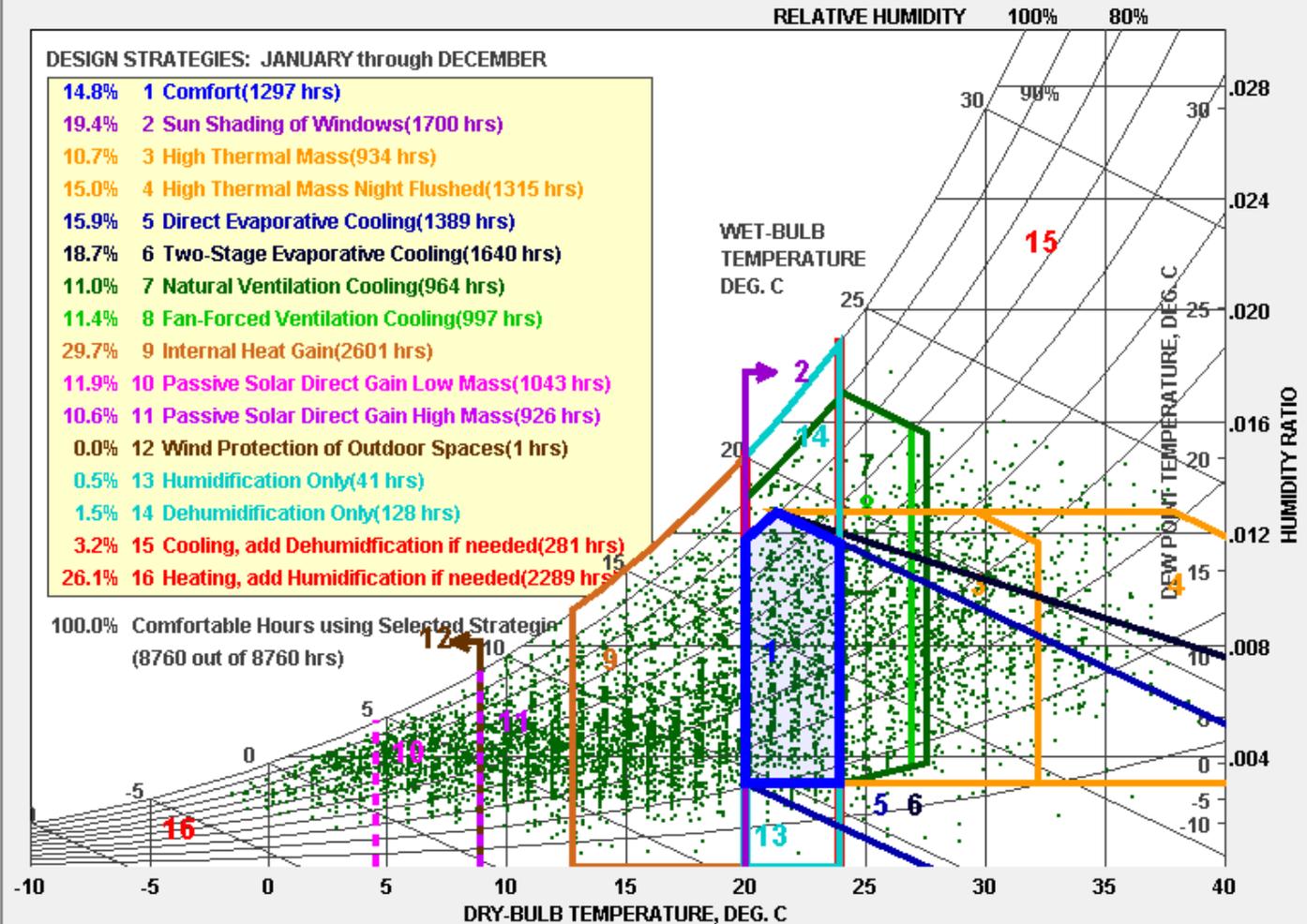
Display Design Strategies

Show Best set of Design Strategies

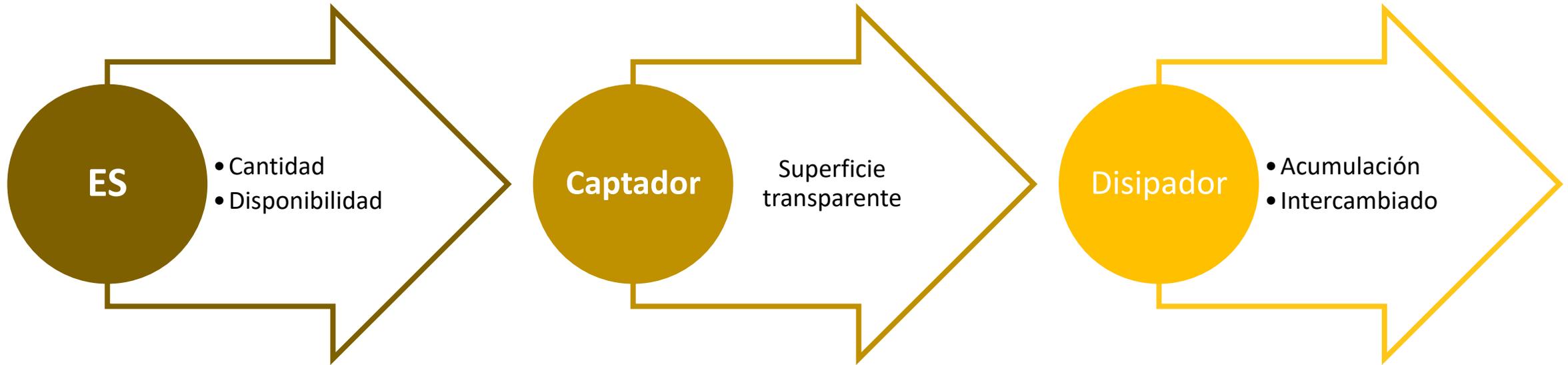
DESIGN STRATEGIES: JANUARY through DECEMBER

- 14.8% **1** Comfort(1297 hrs)
- 19.4% **2** Sun Shading of Windows(1700 hrs)
- 10.7% **3** High Thermal Mass(934 hrs)
- 15.0% **4** High Thermal Mass Night Flushed(1315 hrs)
- 15.9% **5** Direct Evaporative Cooling(1389 hrs)
- 18.7% **6** Two-Stage Evaporative Cooling(1640 hrs)
- 11.0% **7** Natural Ventilation Cooling(964 hrs)
- 11.4% **8** Fan-Forced Ventilation Cooling(997 hrs)
- 29.7% **9** Internal Heat Gain(2601 hrs)
- 11.9% **10** Passive Solar Direct Gain Low Mass(1043 hrs)
- 10.6% **11** Passive Solar Direct Gain High Mass(926 hrs)
- 0.0% **12** Wind Protection of Outdoor Spaces(1 hrs)
- 0.5% **13** Humidification Only(41 hrs)
- 1.5% **14** Dehumidification Only(128 hrs)
- 3.2% **15** Cooling, add Dehumidification if needed(281 hrs)
- 26.1% **16** Heating, add Humidification if needed(2289 hrs)

100.0% Comfortable Hours using Selected Strategies  
(8760 out of 8760 hrs)

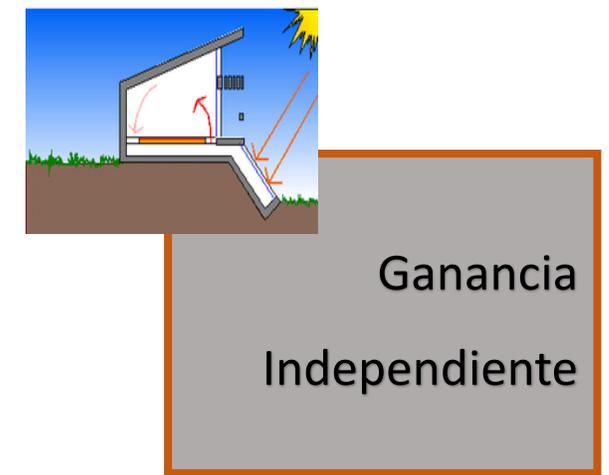


- 42 On hot days ceiling fans or indoor air motion can make it seem cooler by 5 degrees F (2.8C) or more, thus less air conditioning is needed
- 45 Flat roofs work well in hot dry climates (especially if light colored)
- 19 For passive solar heating face most of the glass area north to maximize winter sun exposure, but design overhangs to fully shade in summer
- 20 Provide double pane high performance glazing (Low-E) on west, south, and east, but clear on north for maximum passive solar gain
- 37 Window overhangs (designed for this latitude) or operable sunshades (awnings that extend in summer) can reduce or eliminate air conditioning
- 66 Traditional passive homes in hot windy dry climates used enclosed well shaded courtyards, with a small fountain to provide wind-protected microclimates
- 35 Good natural ventilation can reduce or eliminate air conditioning in warm weather, if windows are well shaded and oriented to prevailing breezes
- 61 Traditional passive homes in hot dry climates used high mass construction with small recessed shaded openings, operable for night ventilation to cool the mass
- 11 Heat gain from lights, people, and equipment greatly reduces heating needs so keep home tight, well insulated (to lower Balance Point temperature)
- 47 Use open plan interiors to promote natural cross ventilation, or use louvered doors, or instead use jump ducts if privacy is required
- 39 A whole-house fan or natural ventilation can store nighttime 'coolth' in high mass interior surfaces (night flushing), to reduce or eliminate air conditioning
- 60 Earth sheltering, occupied basements, or earth tubes reduce heat loads in very hot dry climates because the earth stays near average annual temperature
- 49 To produce stack ventilation, even when wind speeds are low, maximize vertical height between air inlet and outlet (open stairwells, two story spaces, roof monit...
- 43 Use light colored building materials and cool roofs (with high emissivity) to minimize conducted heat gain
- 3 Lower the indoor comfort temperature at night to reduce heating energy consumption (lower thermostat heating setback) (see comfort low criteria)
- 32 Minimize or eliminate west facing glazing to reduce summer and fall afternoon heat gain
- 29 Humidify hot dry air before it enters the building from enclosed outdoor spaces with spray-like fountains, misters, wet pavement, or cooling towers
- 41 The best high mass walls use exterior insulation (like EIFS foam) and expose the mass on the interior or add plaster or direct contact drywall
- 8 Sunny wind-protected outdoor spaces can extend living areas in cool weather (seasonal sun rooms, enclosed patios, courtyards, or verandahs)
- 36 To facilitate cross ventilation, locate door and window openings on opposite sides of building with larger openings facing up-wind if possible



Es el **fenómeno** mediante el cual se **capta, almacena y utiliza la energía solar** para el acondicionamiento térmico del edificio.

La energía solar incidente sobre un edificio es utilizada para **aumentar la temperatura interior** y así lograr condiciones de **confort, disminuyendo el uso de calefacción artificial**.



La ES ingresa directamente en el espacio.

La radiación solar atraviesa superficies transparentes y es absorbida por las superficies interiores.

La ES ingresa en un espacio intermedio que se caracteriza por una alta capacidad de captación.

La captación se hace en un elemento que almacena energía para entregarla posteriormente al ambiente interior.

La captación de ES, su acumulación y su entrega al espacio se hacen mediante elementos independientes entre si.

**Maximización** de la colección y uso de la **ganancia solar**, y **minimización de pérdidas** por ventanas

**Superficie racional de las aberturas** para mantener un equilibrio, evitando sobrecalentamientos de temperatura que pueden ocurrir en verano y épocas intermedias (otoño, primavera)

Uso de **masa térmica**: maximización de la ganancia. Sistema de abertura que permita ventilar durante la noche (verano) y descargar a la masa del calor recibido





Arizona State University Student Health Services, LAKE y FLATO

Viviendas  $\approx 20\%$

$\approx 1.8 \text{ m}^2$



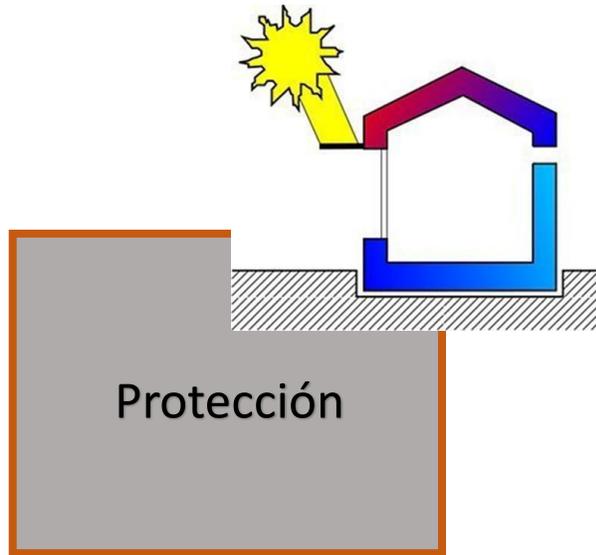
Edificios de uso  
intermitente  $\approx 7$  a  $10\%$

$\approx 0.9 \text{ m}^2$





## SIRASOL

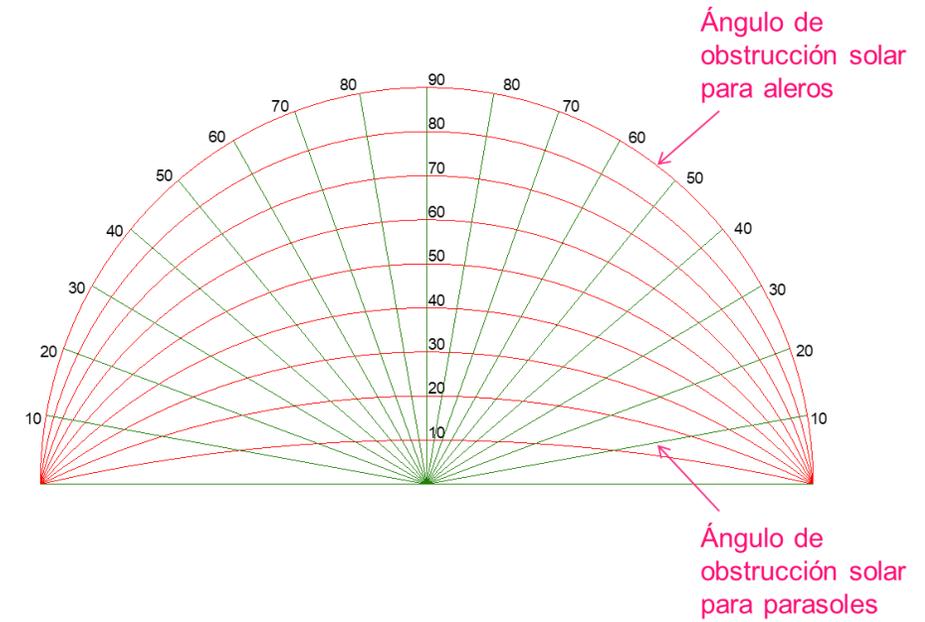
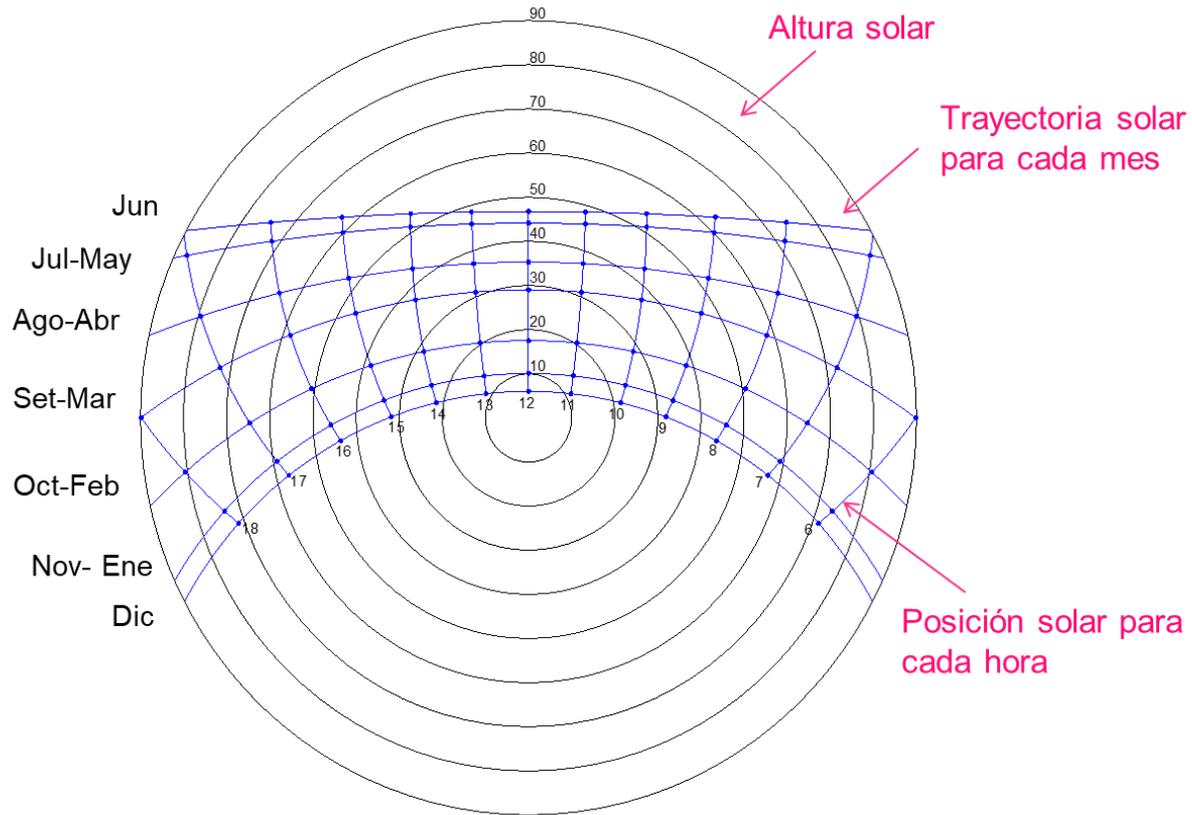


**Impedir el ingreso de la radiación solar**, de esta manera se evita el sobrecalentamiento de los espacios interiores.

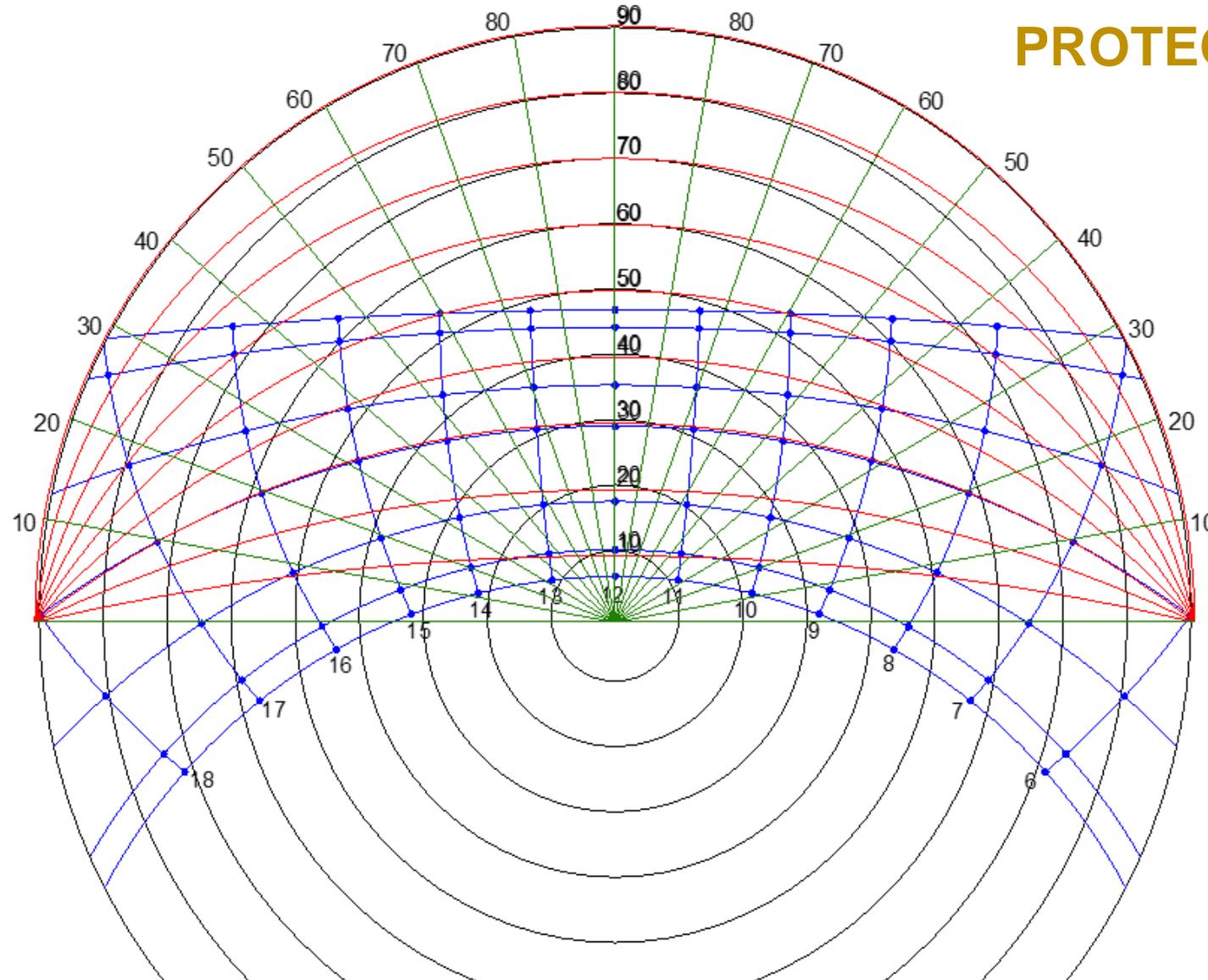
Son elementos arquitectónicos que permiten que un determinado caudal de aire mejore sus condiciones higro-térmicas por medio del contacto con superficies en condiciones más favorables.

Tiene como objetivo principal **favorecer el paso del aire por el interior** de los espacios. Sustituye una porción de aire interior

## PROTECCIÓN SOLAR



PROTECCIÓN SOLAR



## PROTECCIÓN SOLAR

Las protecciones son todos los **componentes que protejan la piel** de los edificios o los espacios exteriores que estén conectados al ambiente interior, con el exceso de radiación solar.



**Dispositivos de sombra**

Elementos interpuestos delante de las aberturas



**Pérgolas**

Espacios intermedios sombreados que se interponen entre la radiación solar el ambiente interior.



**Aleros y parasoles verticales**

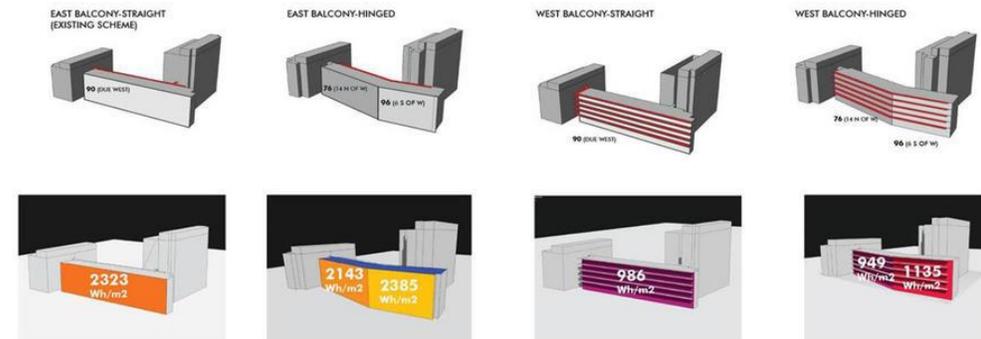
Elementos adosados directamente a la piel del edificio contra el sol.



Yin Yang House, BROOKS y SACARPA



FIBERGLASS SCREEN DETAIL ON WEST BALCONY

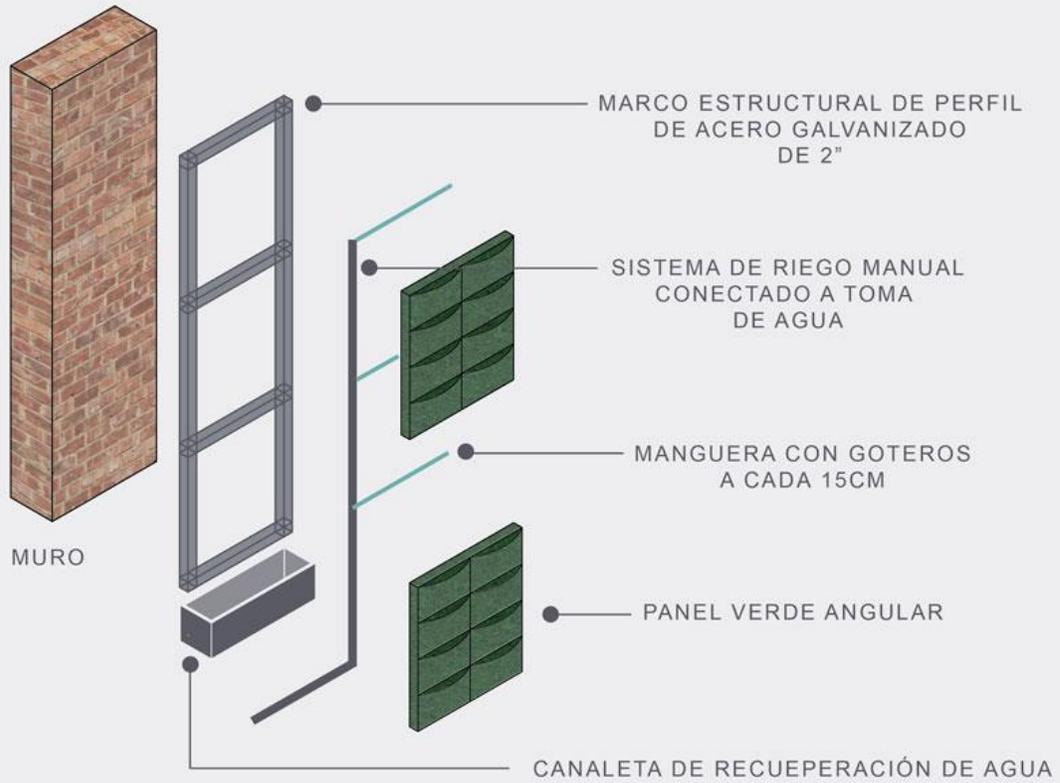


COMPARISON OF ENERGY SAVINGS WITH SHADING ON EAST AND WEST

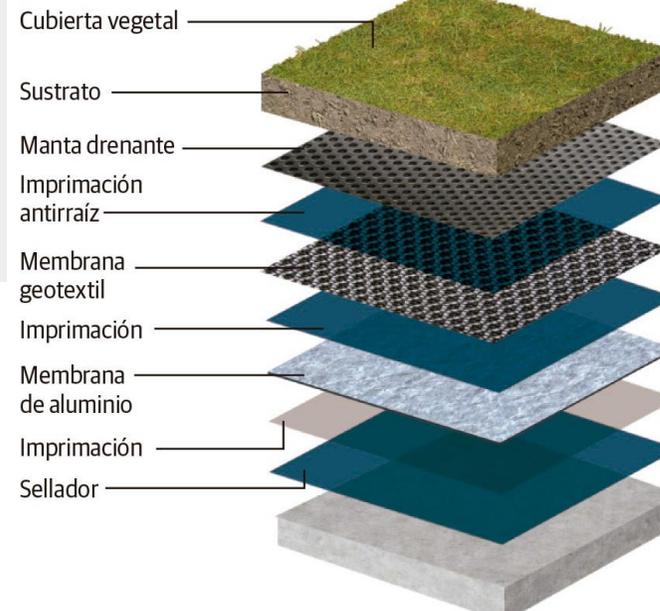
Charles David Keeling Apartments, KIERAN TIMBERLAKE



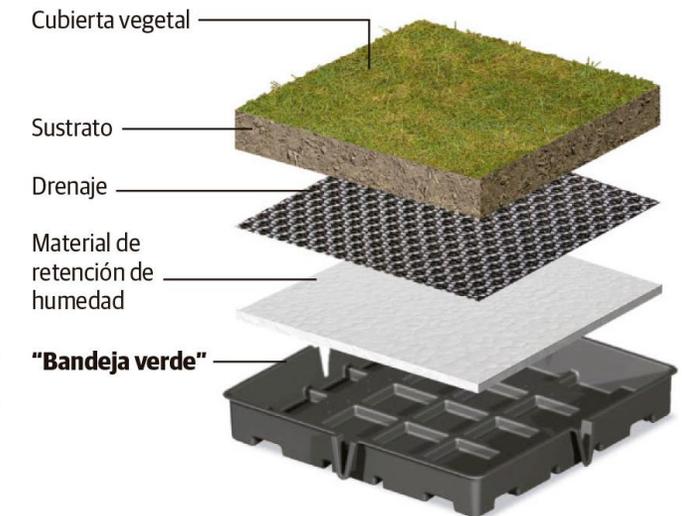
## PROTECCIÓN VERDE



### Sistema tradicional



### Sistema con bandejas



Estudios realizados en California (Deering, 1954) mostraron reducciones de temperatura interior del orden de 12 °C debidas al uso eficiente de la vegetación, alrededor de uno de un par de edificios idénticos.

Otros estudios en EU (Florida), concluyeron en que la vegetación puede reducir las demandas energéticas para enfriamiento hasta en un 50 %.





Escuela de las Artes de Singapur (edificio SOTA), Singapur

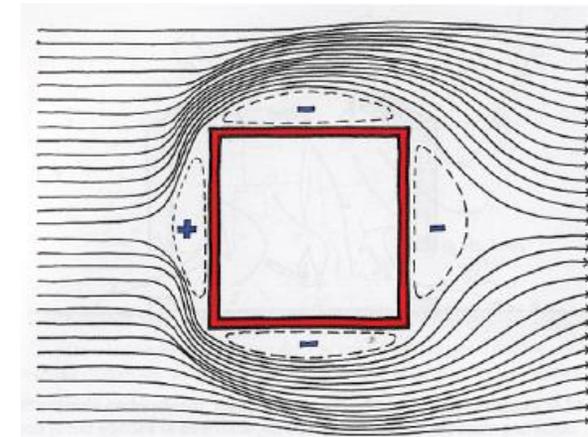
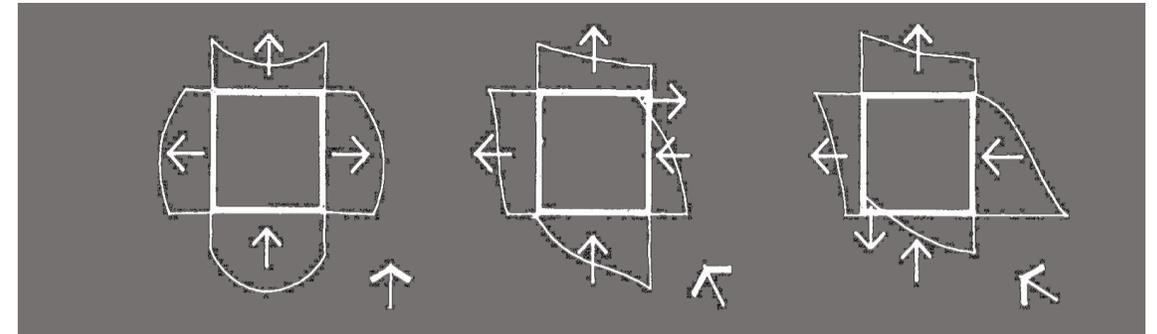
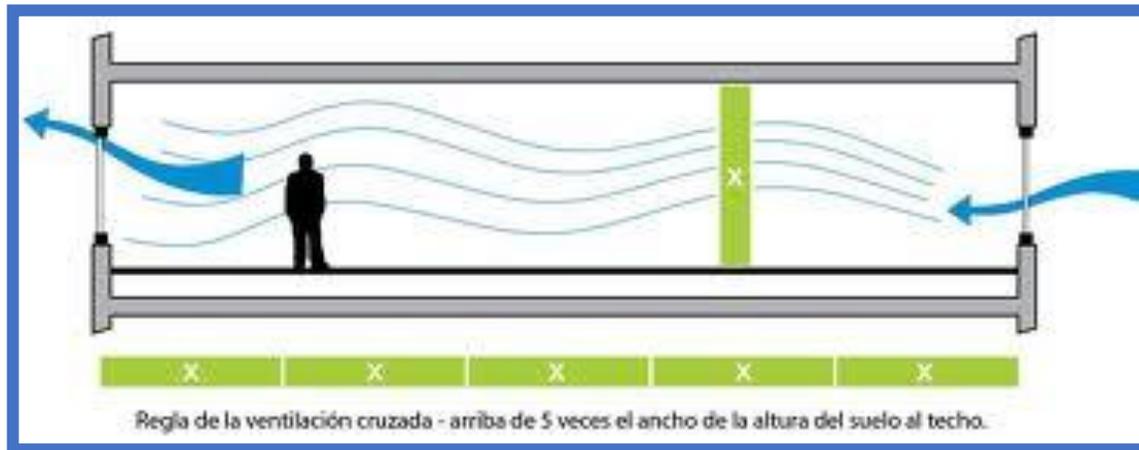


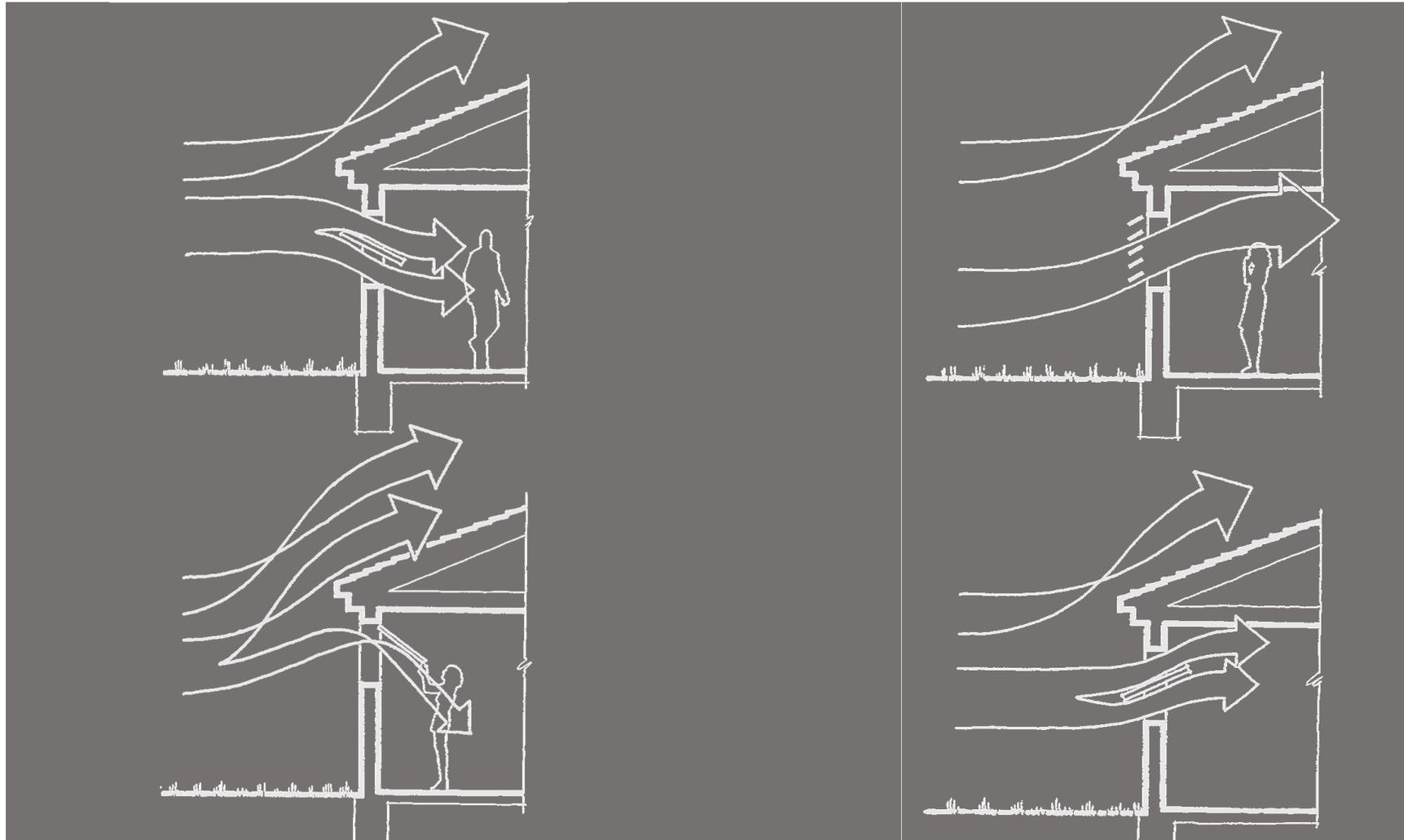
Edificio Consorcio Santiago, BROWNE Y HUIDOBRO

# VENTILACIÓN

## VENTILACIÓN

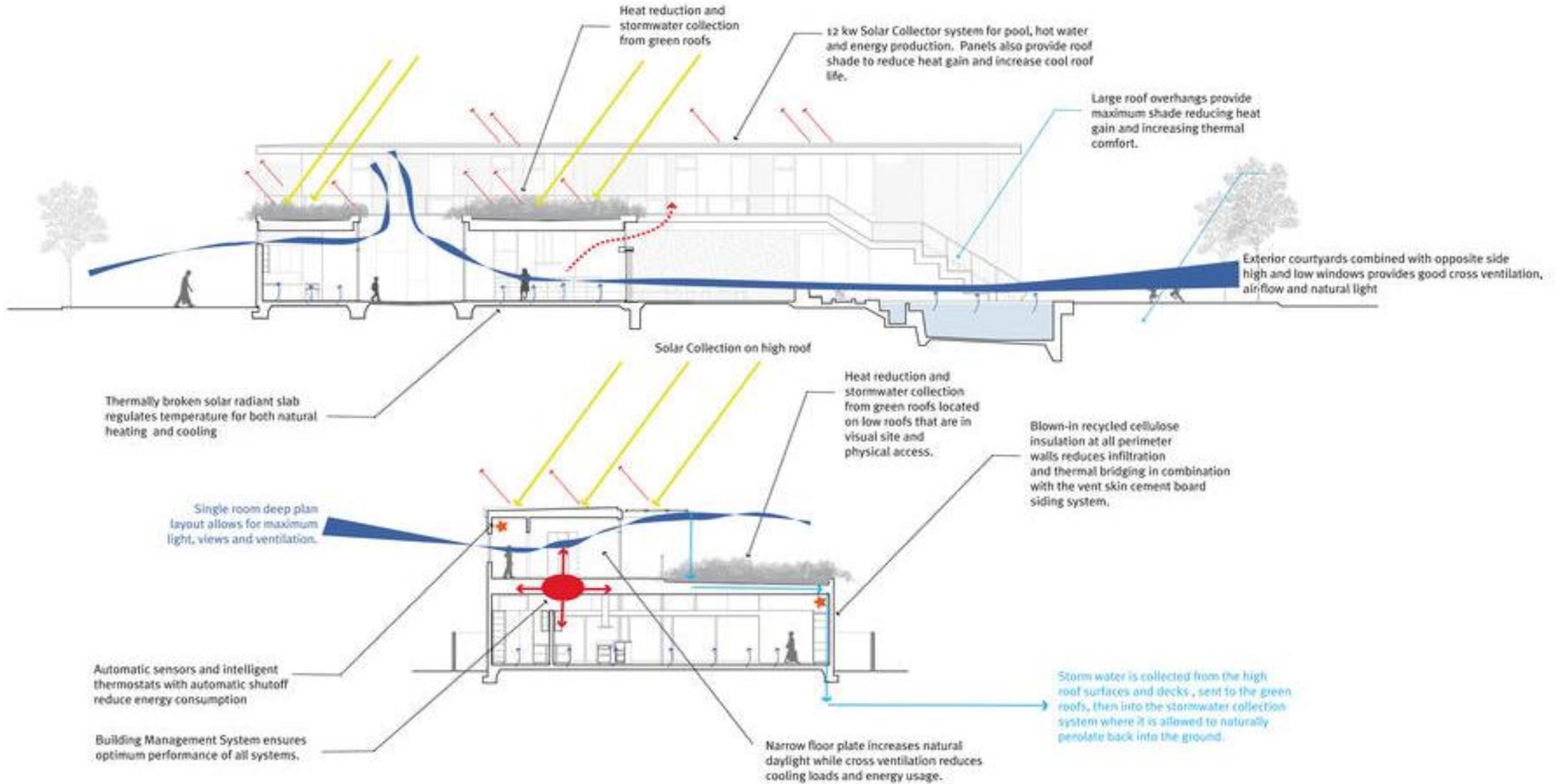
La ventilación natural tiene como objeto **favorecer el paso del aire** por el interior de un espacio, esto supone la renovación del aire de ese ambiente interior.





**refrescar a las personas**

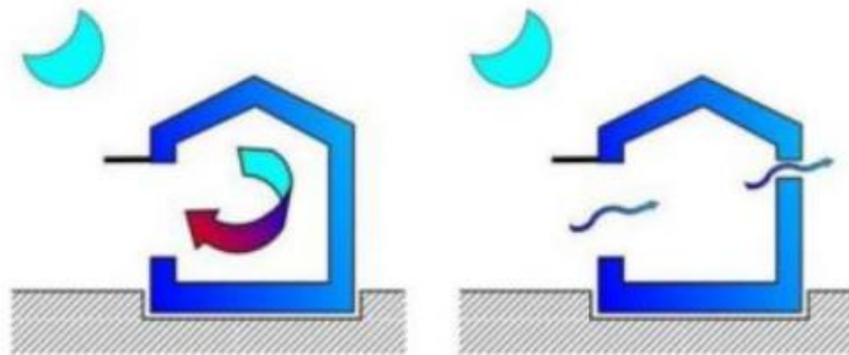
**barrido del espacio**



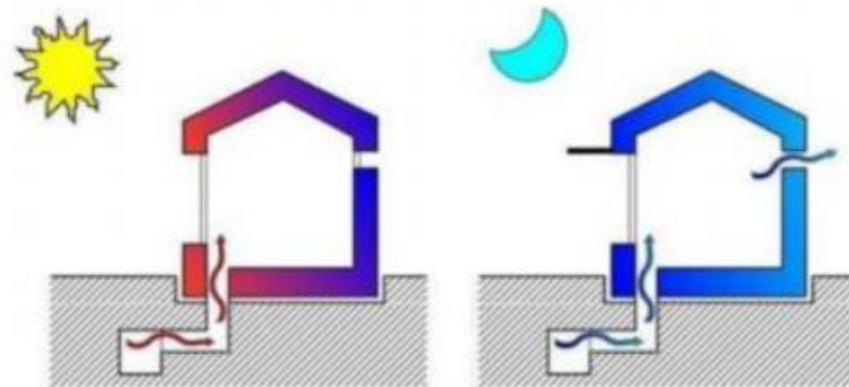
Yin Yang House, BROOKS y SACARPA

# ENFRIAMIENTO PASIVO: VENTILACIÓN NOCTURNA

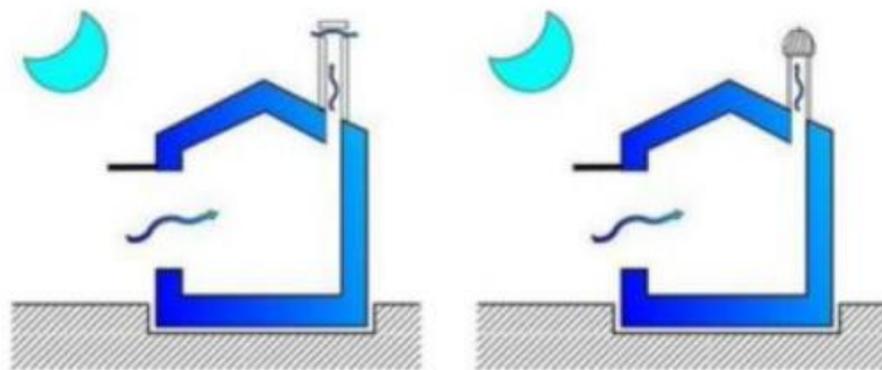
ESTRATEGIAS PARA Ventilación nocturna + Aprovechamiento de la Inercia Térmica del edificio



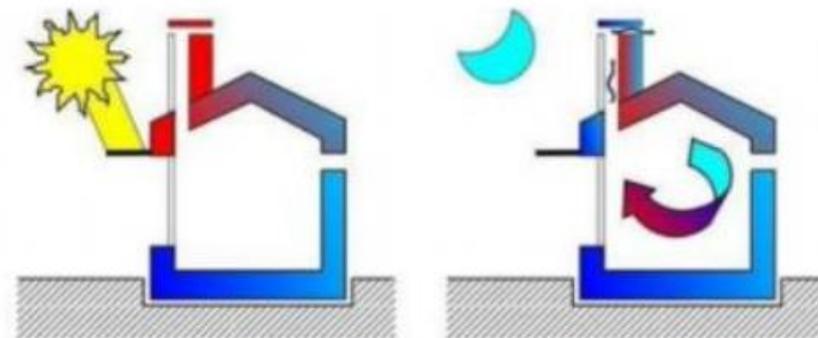
Ventilación simple y cruzada directa



Calefacción-ventilación por conductos enterrados



Ventilación cruzada por chimeneas – a la izada chimenea por depresión y a la dcha., chimenea por extracción mecánica no motorizada

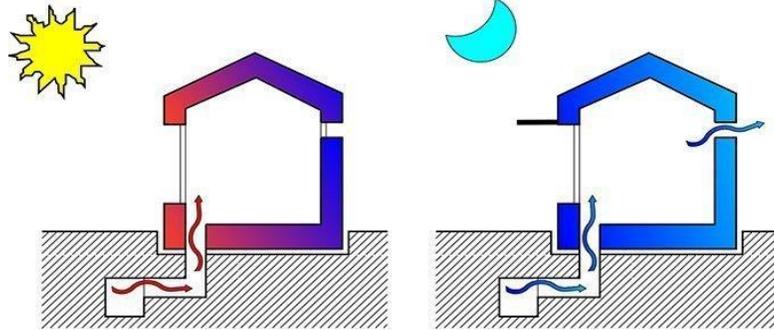
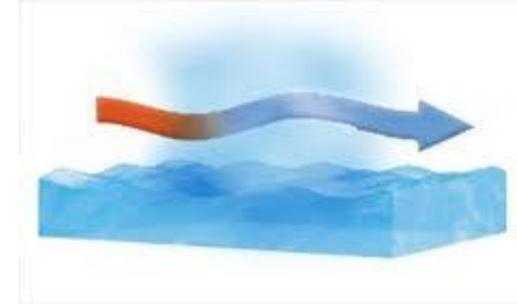


Chimenea solar nocturna

# SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO PASIVO

Sistemas que favorecen la evaporación del agua en la corriente del aire.

EVAPORATIVO

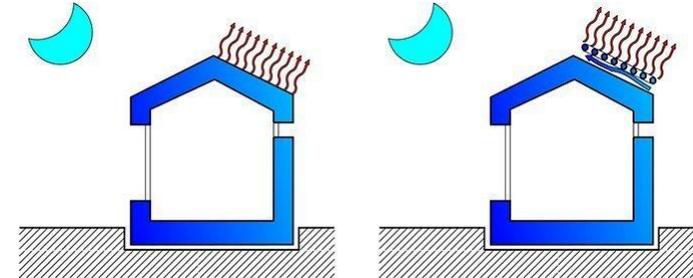


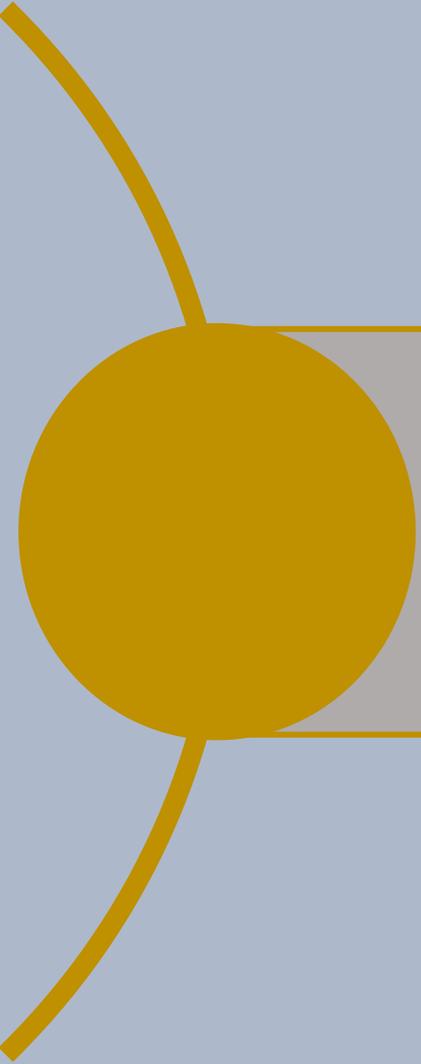
CONVECTIVO  
Y  
CONDUCTIVO

Se fuerza la circulación del aire en conductos que suministran frío al mismo

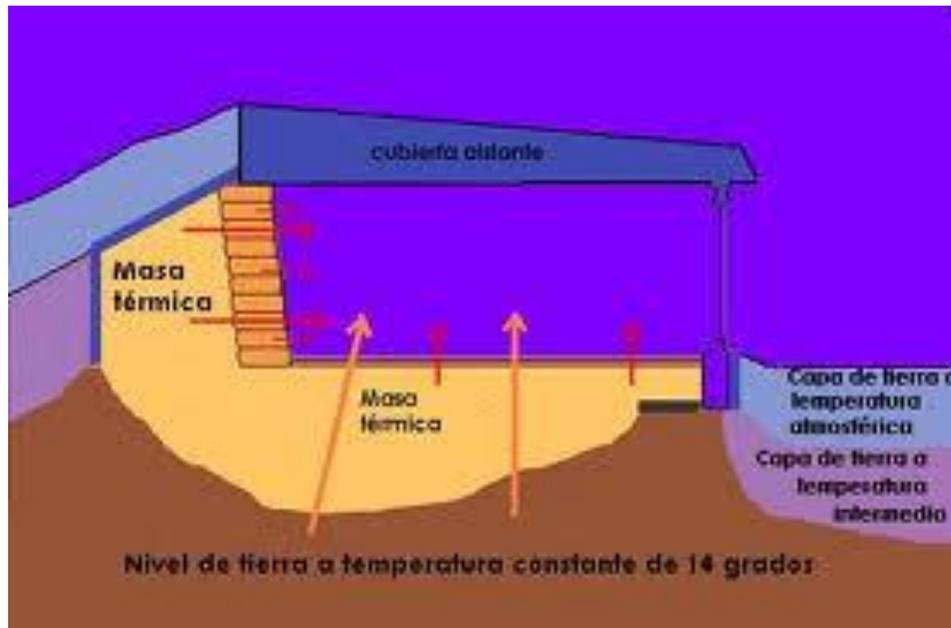
Es la pérdida de calor por emisión de radiación de onda larga de las superficies exteriores, especialmente enfrentadas al cielo.

RADIATIVO





MASA TÉRMICA  
y  
CONSTRUCCIÓN  
LIVIANA



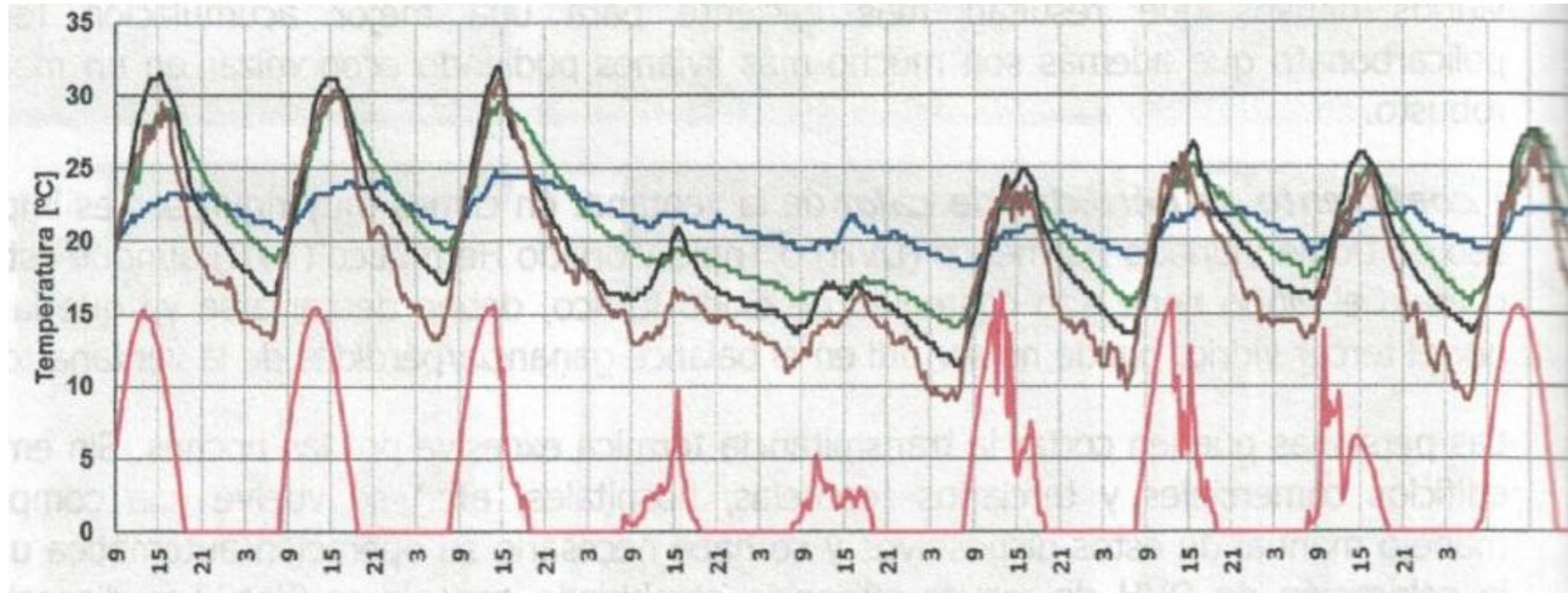
Capta la energía solar en el período diurno y la acumula, en el período nocturno la entrega como energía térmica



Masa térmica  $\approx$  6 a 9 veces la superficie de ganancia directa

La configuración óptima es maximizar el área de masa térmica en que se distribuye tratando de ubicarla en el asoleamiento directo: pisos y muros cercanos a la fachada que mira al Norte.





Radiación solar

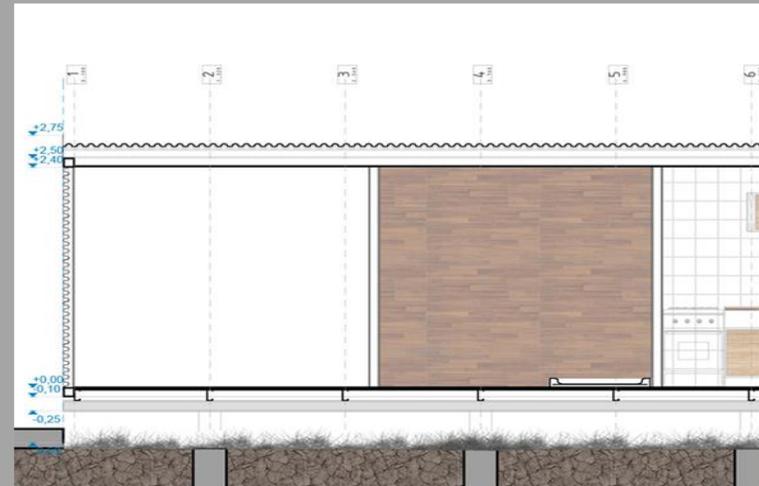
■ **Caso A:**  $\text{Sup.masa térmica/Sup.ventana}=12$      $\text{Sup.masa térmica/sup.cubierta}= 2$     ■ Temp. exterior

■ **Caso B:**  $\text{Sup.masa térmica/Sup.ventana}=5$      $\text{Sup.masa térmica/sup.cubierta}= 1.5$

■ **Caso C:**  $\text{Sup.masa térmica/Sup.ventana}=0.33$      $\text{Sup.masa térmica/sup.cubierta}= 0.66$

## antecedentes

### PROYECTOS CON ENVOLVENTE LIVIANA



#### CASALARGA - ALEJANDRO SOFFIA - CHILE

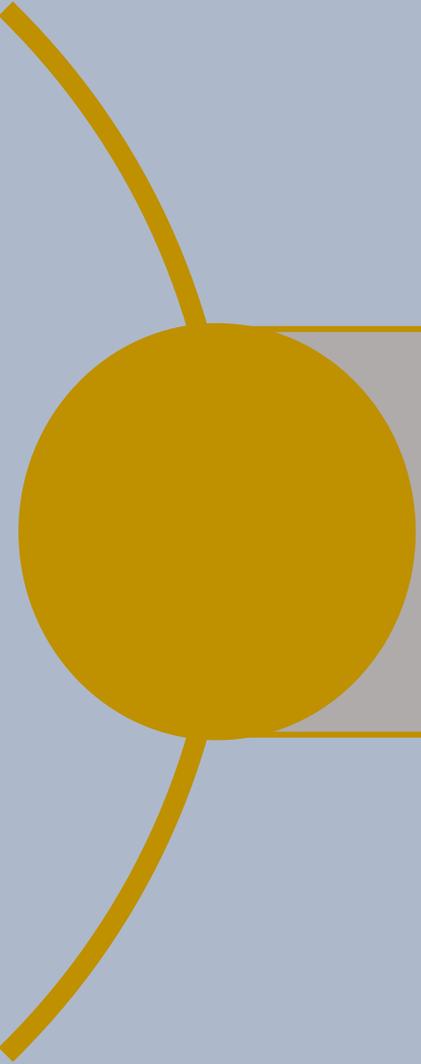
Se utiliza panel SIP (panel de poliuretano inyectado) que reúne estructura y aislación térmica. Por ese motivo se utiliza como elemento estructural, a través de la modulación y el trabajo en montaje.

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/891012/casalarga-alejandro-soffia>

#### CASA MÍA - MATIAS PONS ESTEL - ARGENTINA

Núcleo modulado de chapa, perfiles y aluminio como estructura principal, con terminación exterior chapas que fue envuelto con spray inyectado y terminación interior de placas de yeso y madera. Fácil montaje con maquinaria simple se minimizan costos de construcción. Se logra un gran espacio con diferentes ambientes.

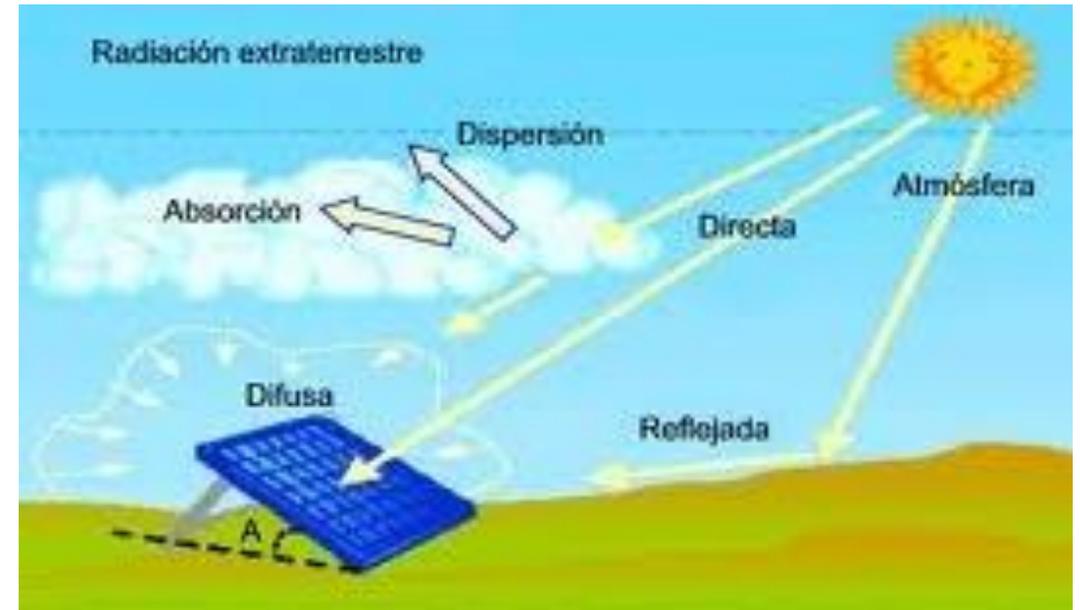
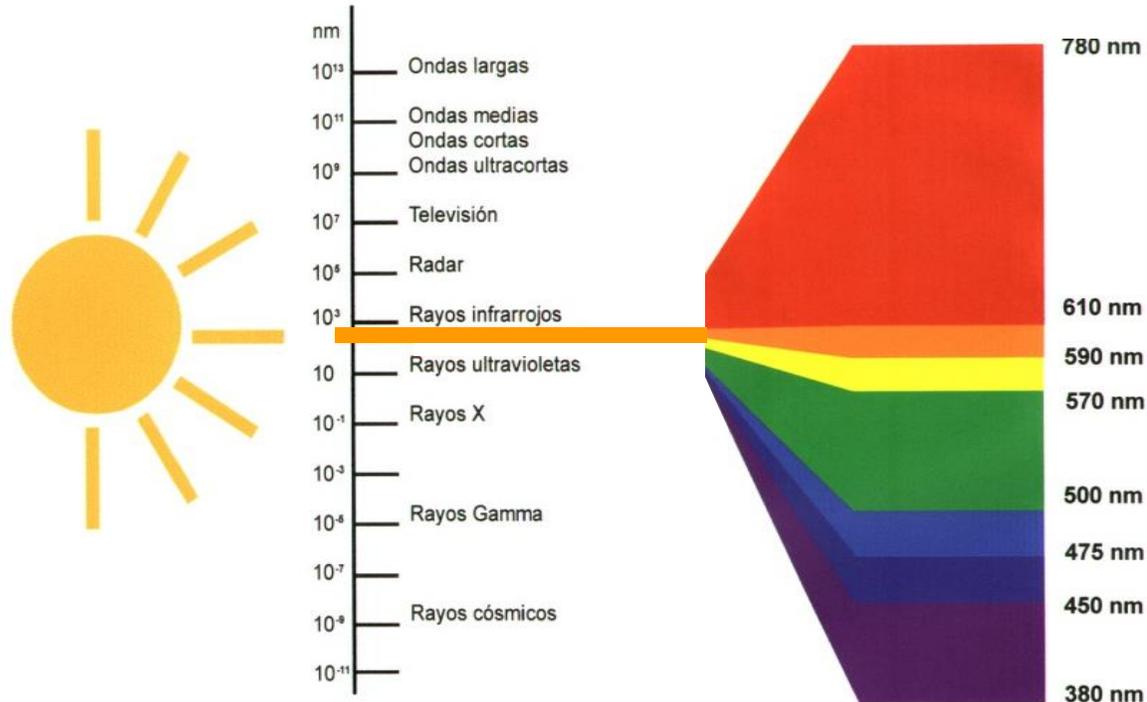
[https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-348813/casa-mia-matias-pons-estel?ad\\_source=search&ad\\_medium=search\\_result\\_projects](https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-348813/casa-mia-matias-pons-estel?ad_source=search&ad_medium=search_result_projects)

A stylized sun icon consisting of a solid gold circle with two curved lines extending from its top and bottom, set against a light blue background.

# ILUMINACIÓN NATURAL

Large, abstract geometric shapes in shades of gold and light blue, including a large 'V' shape and a chevron-like shape, positioned on the right side of the page.

# ILUMINACIÓN NATURAL





Directa



Luz proveniente directamente desde el sol. Posee una *intensidad variable en relación a la orientación* y un *continuo cambio de dirección*.



Difusa



Luz proveniente de todas las direcciones de la bóveda celeste. Posee una *intensidad homogénea en diferentes direcciones*.

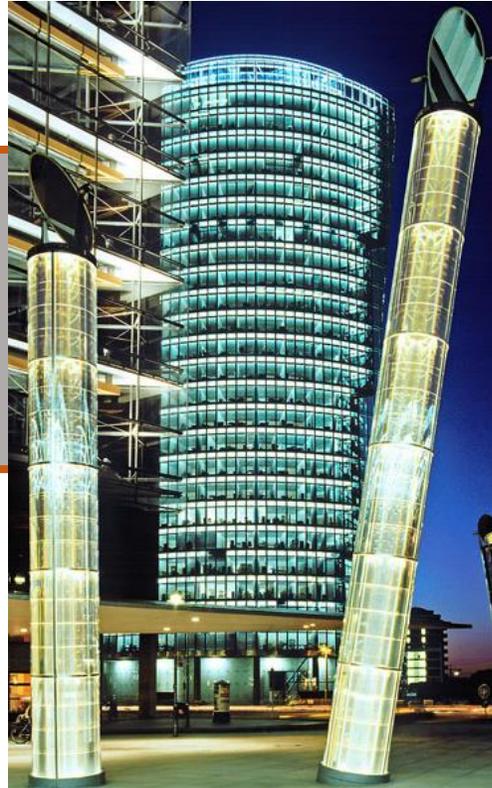


Indirecta



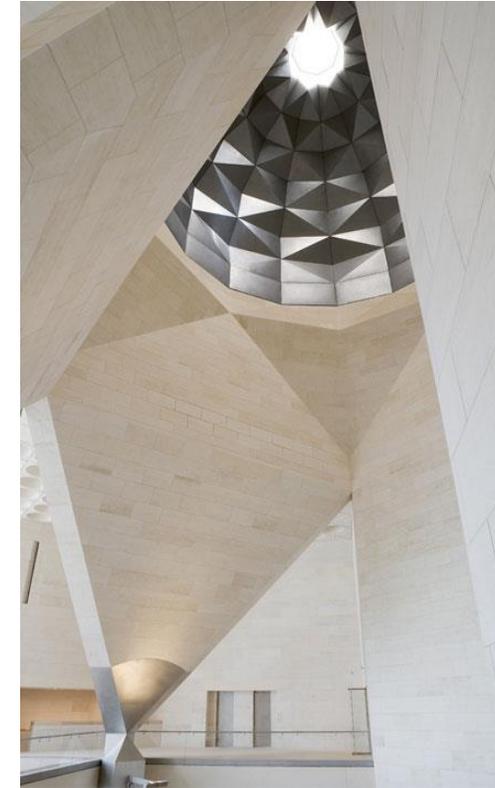
Luz reflejada desde el exterior o interior por el suelo, por otros edificios, por paredes u otras superficies dentro de un local.

## SISTEMAS de IN

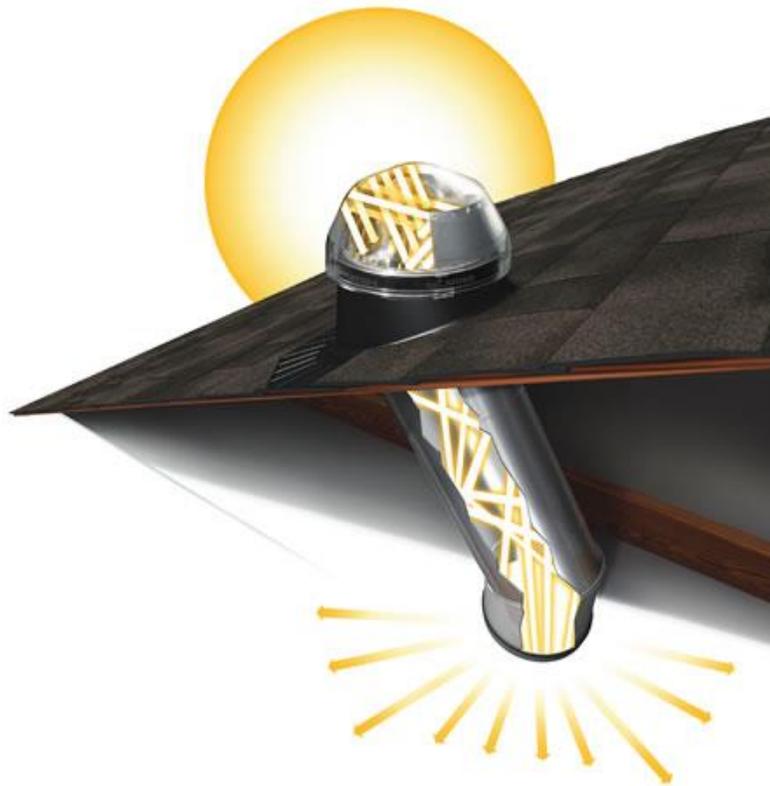


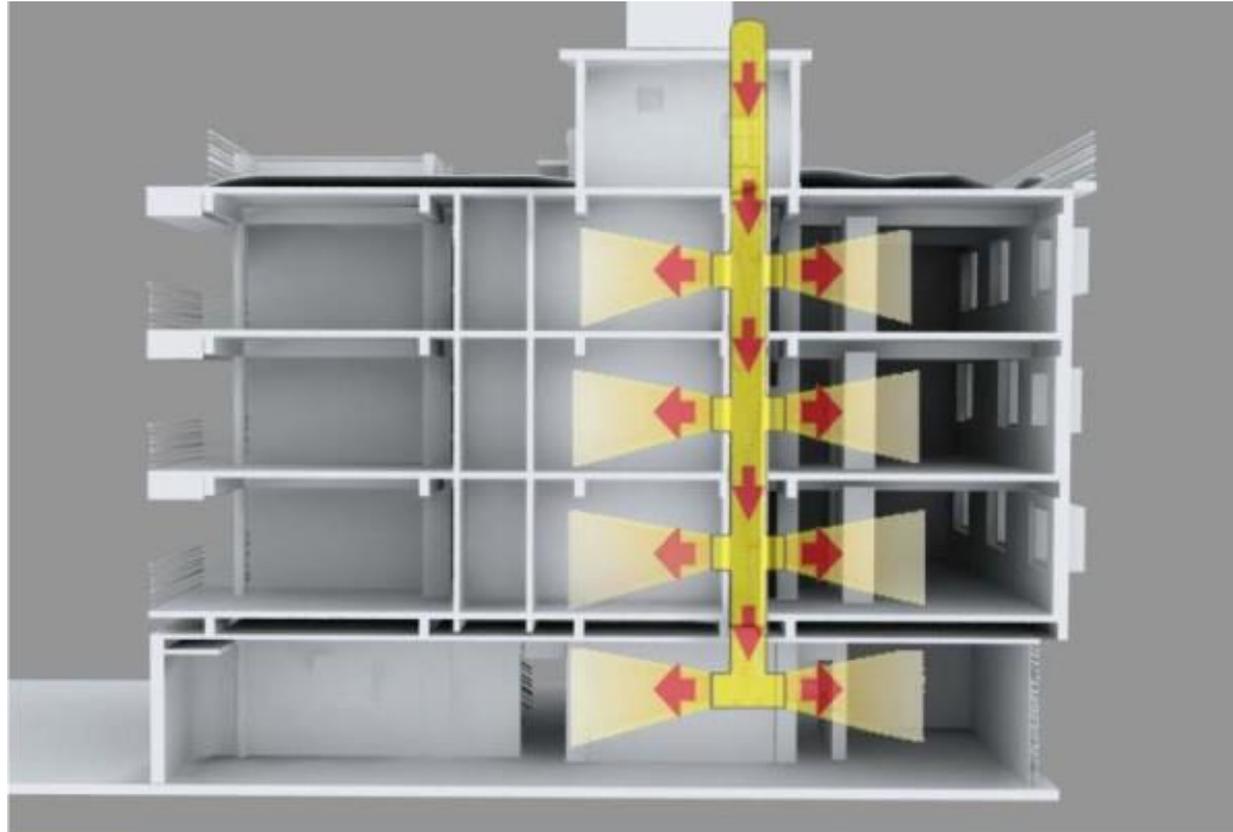
Enfoque totalmente *tecnológico*, resuelve el diseño a escala objeto: lumiductos, concentradores solares, sistemas de vidriados avanzados (películas holográficas, prismas, LCP) o heliostatos

## DISEÑO arquitectónico de IN



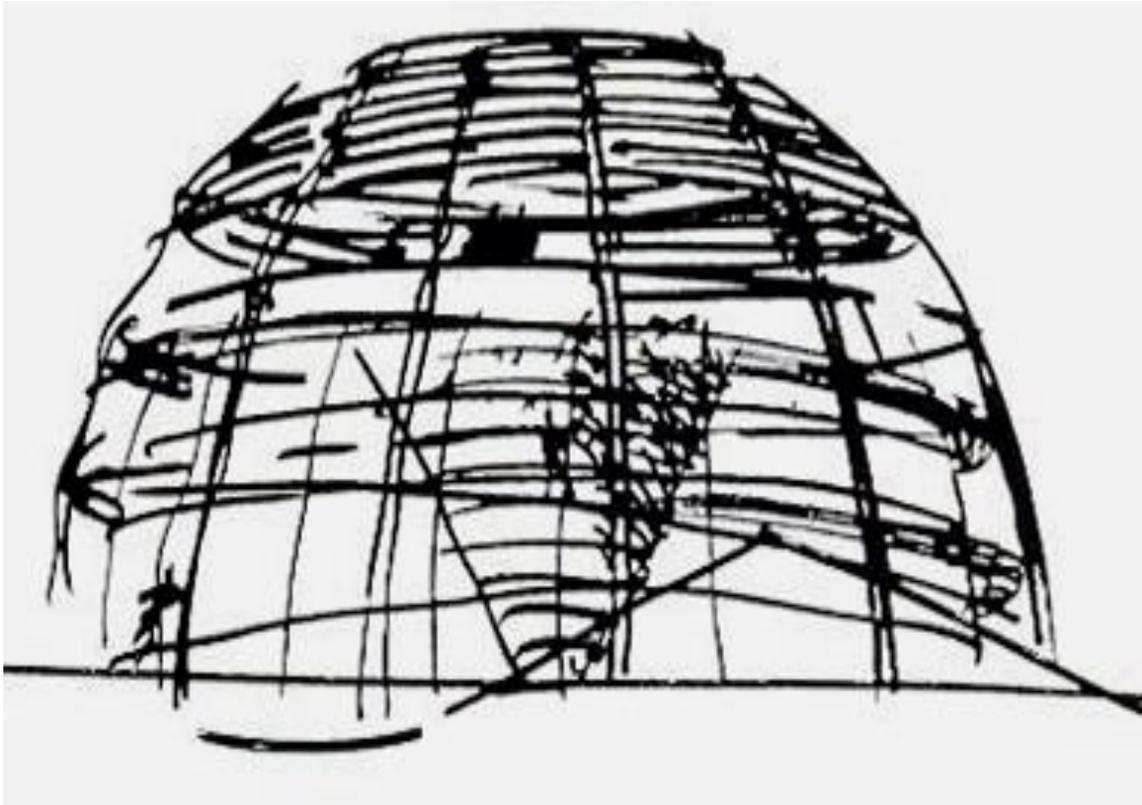
Enfoque *de diseño*, integralmente relacionada con el volumen del edificio. La calidad, carácter y cantidad de LN dependen de las decisiones concernientes a la articulación de las formas arquitectónicas







Oregon University System and Oregon Health & Science University, SERA Architects

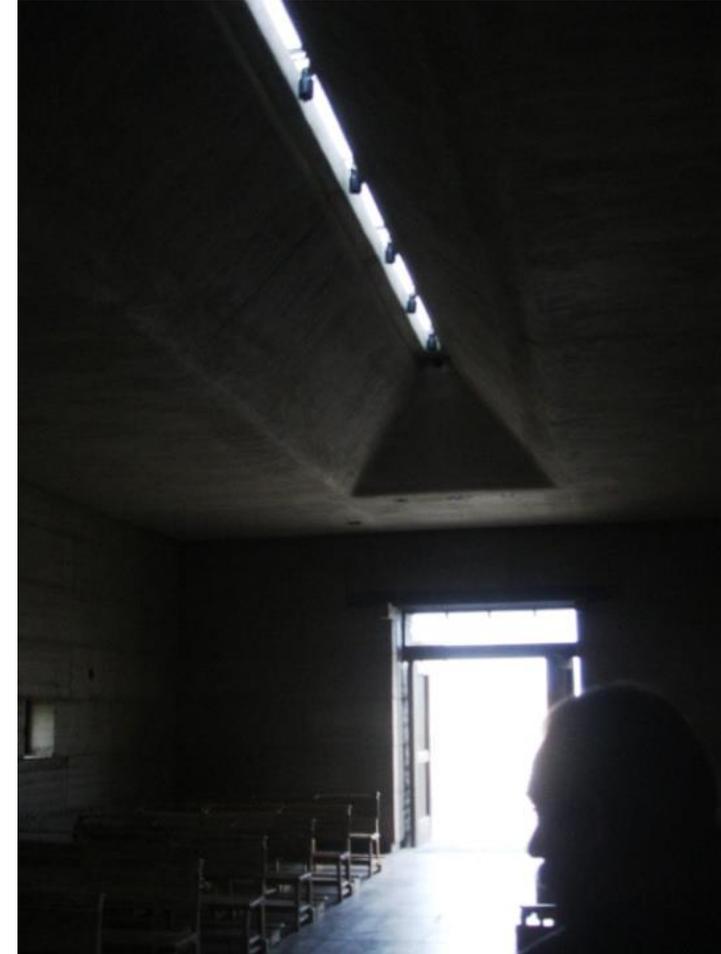


Reichstag – Parlamento de Berlín Alemania, FOSTER

-



Reichstag – Parlamento de Berlín Alemania, FOSTER



Capilla Salentein, **BORMIDA**

**MUCHAS GRACIAS**

---

Dra. María Victoria Mercado

16 de Abril de 2024