CURSO BÁSICO DE BIOCLIMATISMO APLICADO

PROYECTO COFINANCIADO POR LA UNIÓN EUROPEA
Medio ambiente y eficacia de los recursos

Título del Evento (1 o 2 filas)
Fecha, Lugar

MAC 2014-2020 Cooperación Territorial
Interreg

SOSTURMAC

“Revalorización sostenible del patrimonio natural y arquitectónico y desarrollo de iniciativas turísticas bajas en carbono en Canarias y Cabo Verde”

PROYECTO COFINANCIADO POR LA UNIÓN EUROPEA
Medio ambiente y eficacia de los recursos

MAC 2014-2020 Cooperación Territorial
Interreg

Proyecto SOSTURMAC

“Revalorización sostenible del patrimonio natural y arquitectónico y desarrollo de iniciativas turísticas bajas en carbono en Canarias y Cabo Verde”

Patrimonio Natural

Patrimonio Natural y Arquitectónico

Eficiencia Energética y Energías Renovables

Turismo Sostenible

CURSO BÁSICO DE BIOCLIMATISMO APLICADO

ITER
Instituto Tecnológico y de Energías Renovables

ITER
Instituto Tecnológico y de Energías Renovables, S.A.

Agencia Insular de Energía de Tenerife

AIET
Agencia Insular de Energía de Tenerife, Fundación Canaria

“La arquitectura no es más que un árbol, debe crecer en concordancia con su entorno”.

Toyo Ito

Introducción

La preocupación de nuestra sociedad por los efectos de nuestras acciones sobre el medio ambiente es ahora patente.

La situación de crisis ambiental, manifestada a escala global comienza a ser objeto de atención en distintos ámbitos.

La edificación, en su conjunto, **"representa el 42% del consumo de energía de la Unión Europea, con un crecimiento promedio previsto del 1,5% anual".**

Sin necesidad de dar más cifras se puede comprobar que el desarrollo de la edificación sostenible, denominación sinónima de vivienda respetuosa con el medio ambiente, se ha de convertir en un tema prioritario.

Introducción

El ahorro energético es directamente proporcional a la reducción de emisión de sustancias contaminantes a la atmósfera, objetivo muy importante si tenemos en cuenta que "el 33% de las emisiones contaminantes proceden de la vivienda".

Para ver la importancia de este hecho, hay que resaltar que, según datos ya desde el año 1993 del Ministerio de Industria, "un ahorro del 25% del consumo energético en el sector doméstico español supondría:

Un ahorro económico de 260.000 millones de pesetas anuales.

Evitar la importación en España de 20 buques petroleros de 50.000 toneladas aproximadamente y la electricidad de 2 centrales térmicas de gran tamaño, de 850 Megavatios cada una.

Evitar la emisión a la atmósfera de 8,6 millones de toneladas de dióxido de carbono, por el ahorro de electricidad producida en centrales térmicas y 2,5 millones de toneladas de ahorro de combustible en las viviendas, que supone la reducción de emisión de 11 millones de toneladas de CO2".

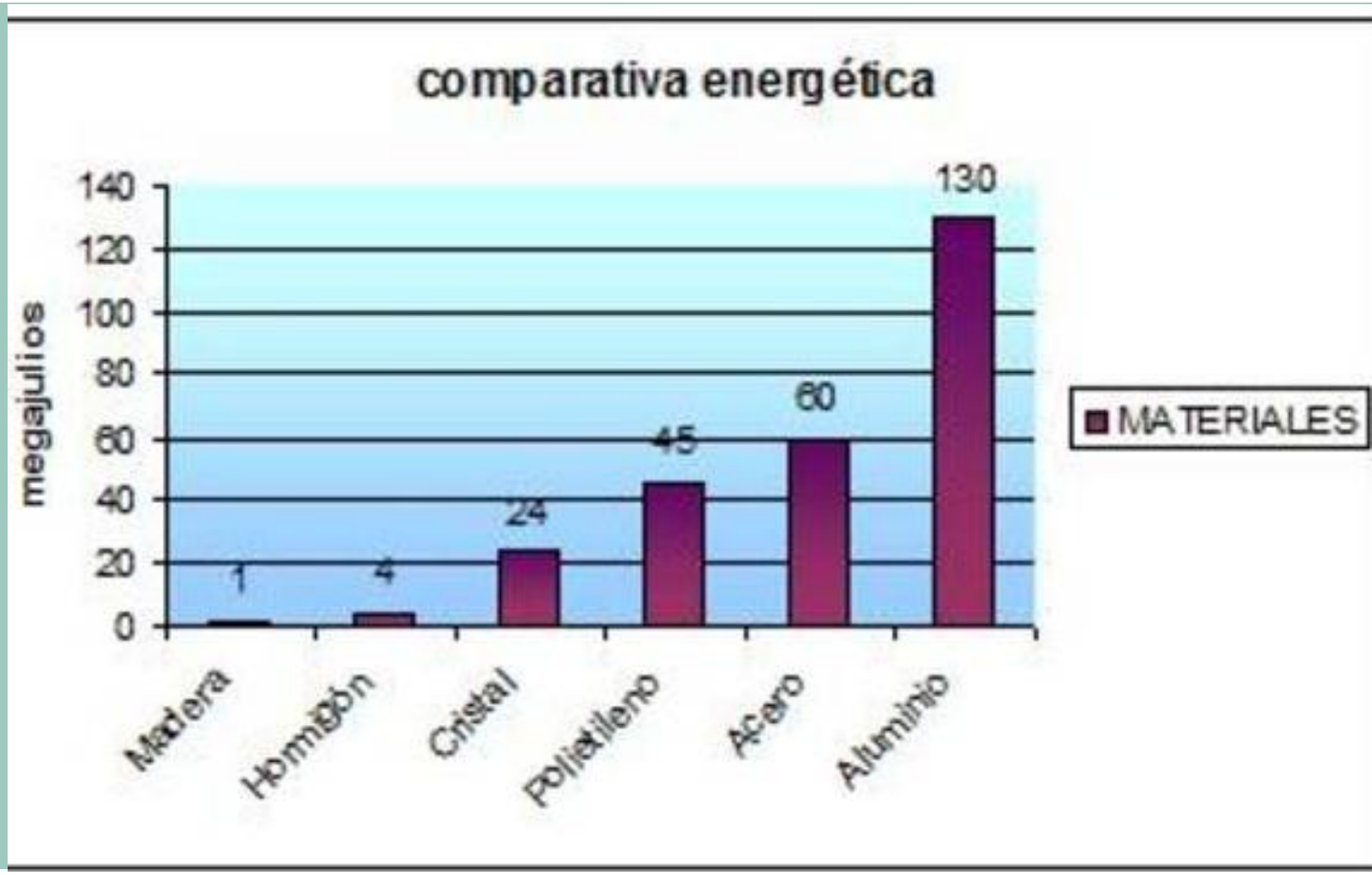
Introducción

Si se analiza la actividad entera que implica una construcción, se habrá de valorar su incidencia medioambiental en todo el proceso constructivo.

Introducción

1. Extracción de rocas, minerales y materiales de todo tipo.

2. Gastos energéticos y procedimientos para la fabricación de elementos constructivos.



Introducción

Consumo energético en manufactura de ladrillo 4,5 MJ/Kg

Consumo energético en manufactura de EPS expandido 120 MJ/Kg

Muro A: 1,00 m de ladrillo perforado

1,00*1,00*1,00*1.200 Kg /m^3*4,5 MJ/Kg = 5400 MJ

Muro B: 0,12 m de ladrillo perforado y 0,06 m de EPS tipo III

(0,12*1,00*1,00*1.200*4,5 MJ/Kg)+(0,06*1,00* 1,00 x 18 Kg /m^3*120 MJ/Kg) = 877,60 MJ

Coeficiente de transmitancia térmica U=0,66 W/m^2

CONCLUSIÓN

Con la misma transmitancia térmica, el muro B consumiría 6 veces menos energía en la fabricación el muro A.

Introducción

3.Gastos energéticos y procedimientos para la fabricación de sistemas equipos de instalaciones.

4. Transportes de materiales, elementos y equipos.

5. Puesta en obra, medios y maquinaria.

6. Gastos energéticos en climatización e iluminación y contaminación derivada.
7. Mantenimiento y uso, agua, residuos y vertidos.

8. Reutilización y procedimientos para cambios de uso.

9. Derribo y derivaciones del abandono de las edificaciones. Según datos centroeuropeos:

✓la demolición de edificios genera 900 kg/m2 de escombros.
✓la rehabilitación de edificios genera 10 kg/m2.
✓la construcción de nuevo edificio genera 15 kg/m2.

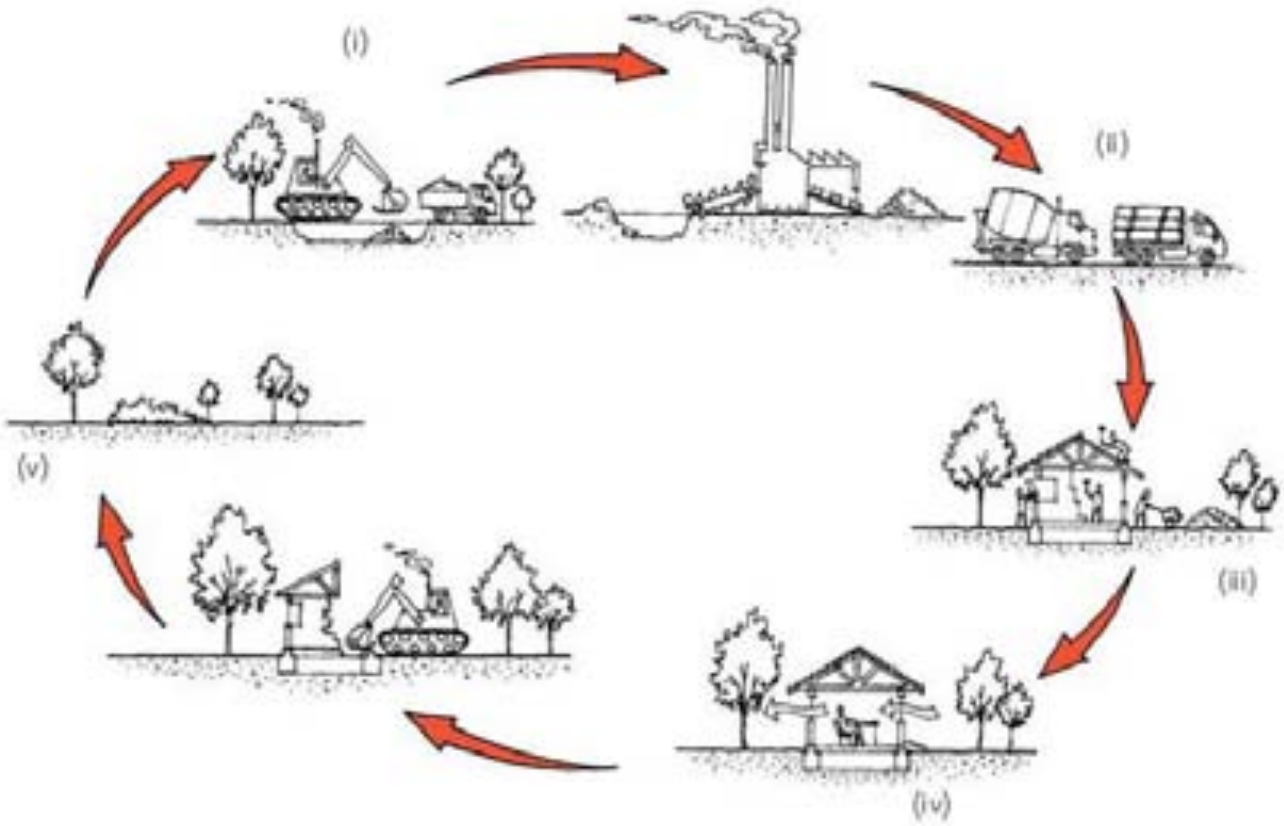


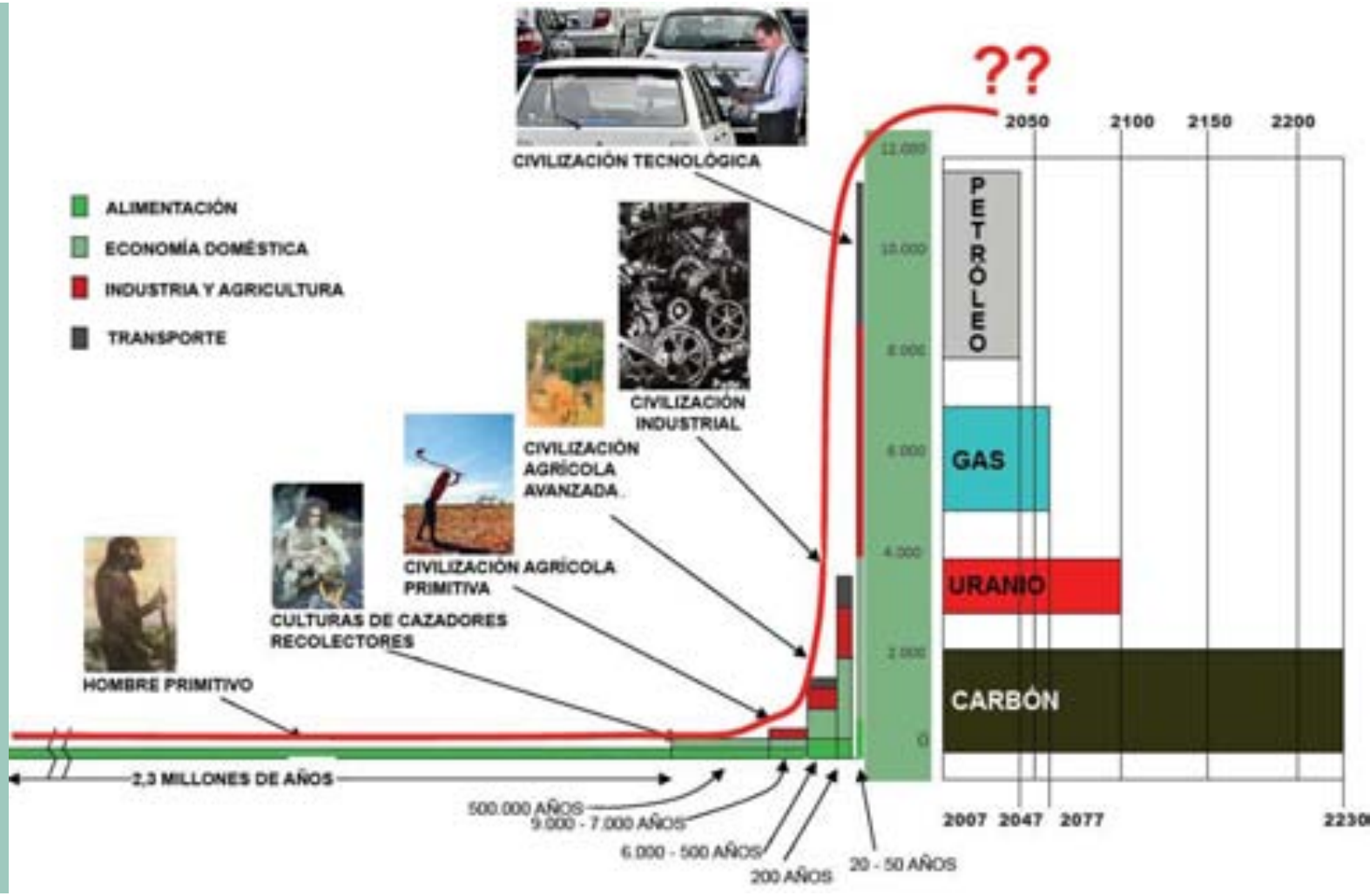
Figura I.1.3.1: *Procesos involucrados en el ciclo de vida de un edificio.*
Fuente: *AIJ (modificado) (2005)*

Introducción

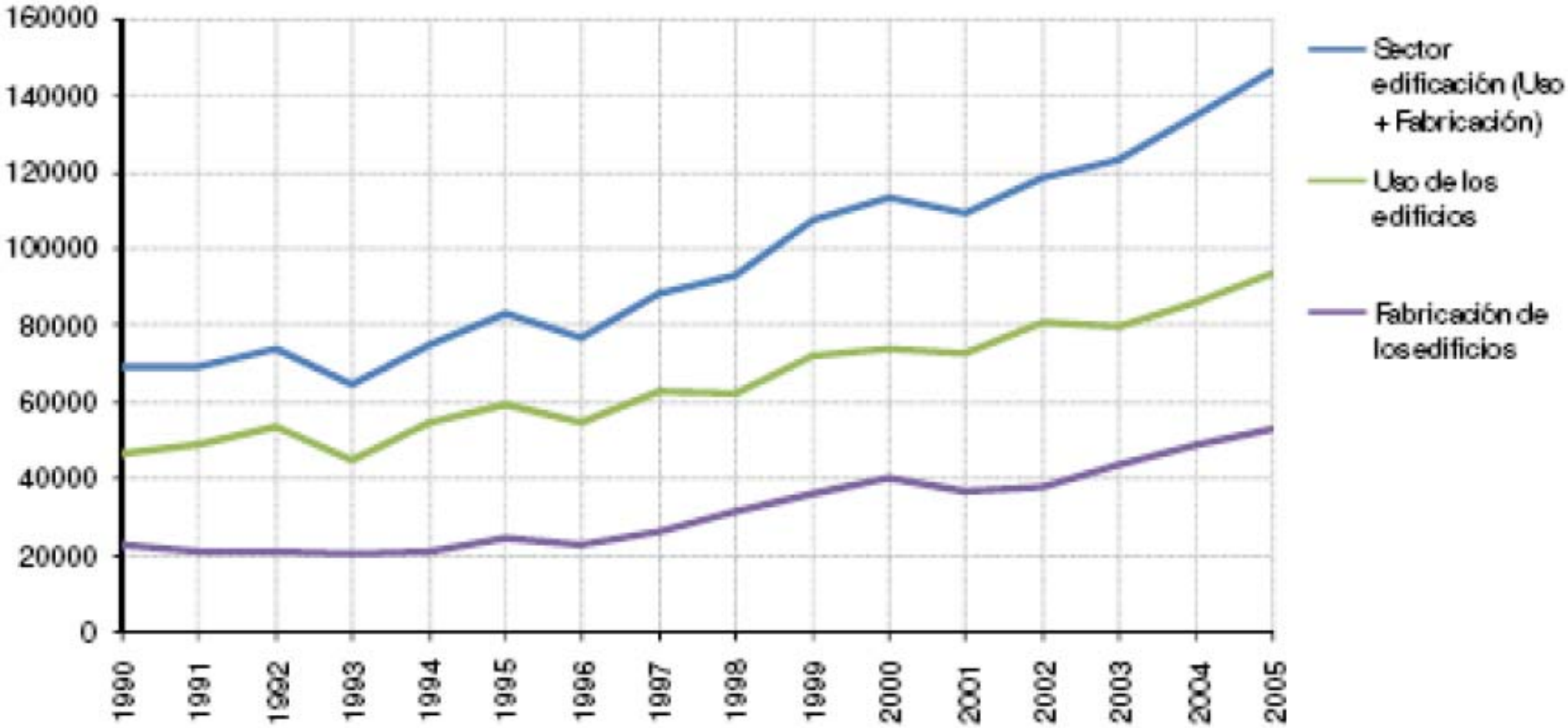
	Rocas industriales Minerales Materiales	Fabricación de elementos de construcción	Fabricación de sistemas, equipo, instalaciones	Transporte a obra	Construcción Puesta en obra	Gasto energético climatización	Gasto energético iluminación	Mantenimiento agua usos varios	Rehabilitación cambio de uso	Derribo. Abandono
Mundiales:										
Cambio Climático y invernadero		*	*	*	*	*	*		*	*
Agotamiento del ozono		*	*			*	*	*		
Deforestación	*	*			*	*	*			
Pérdida de biodiversidad	*									
Contaminación mares		*	*	*		*		*	*	
Gasto recursos no renovables	*	*	*	*	*	*	*			
Locales										
Contaminación atmosférica	*	*	*	*	*	*	*			
Contaminación aguas continentales	*	*	*					*	*	
Deterioro del mar y costas		*	*	*		*		*	*	
residuos tóxicos		*	*		*	*	*	*	*	*
Riesgos industriales		*	*		*					
Erosión y desertización	*			*	*					*
Abuso de recursos renovables						*	*	*	*	
Ocupación suelo con turismo		*			*			*	*	*

Introducción

La corrección de muchos de estos problemas desde el campo de la construcción, viene unida a la revisión de procesos de los campos de la minería, la industria, etc., y otros se encuentran indisolublemente ligados a replanteamientos urbanísticos y sociales, pero no por ello han de olvidarse al hacer las valoraciones globales de la arquitectura desde lo sostenible o medioambiental.



Introducción

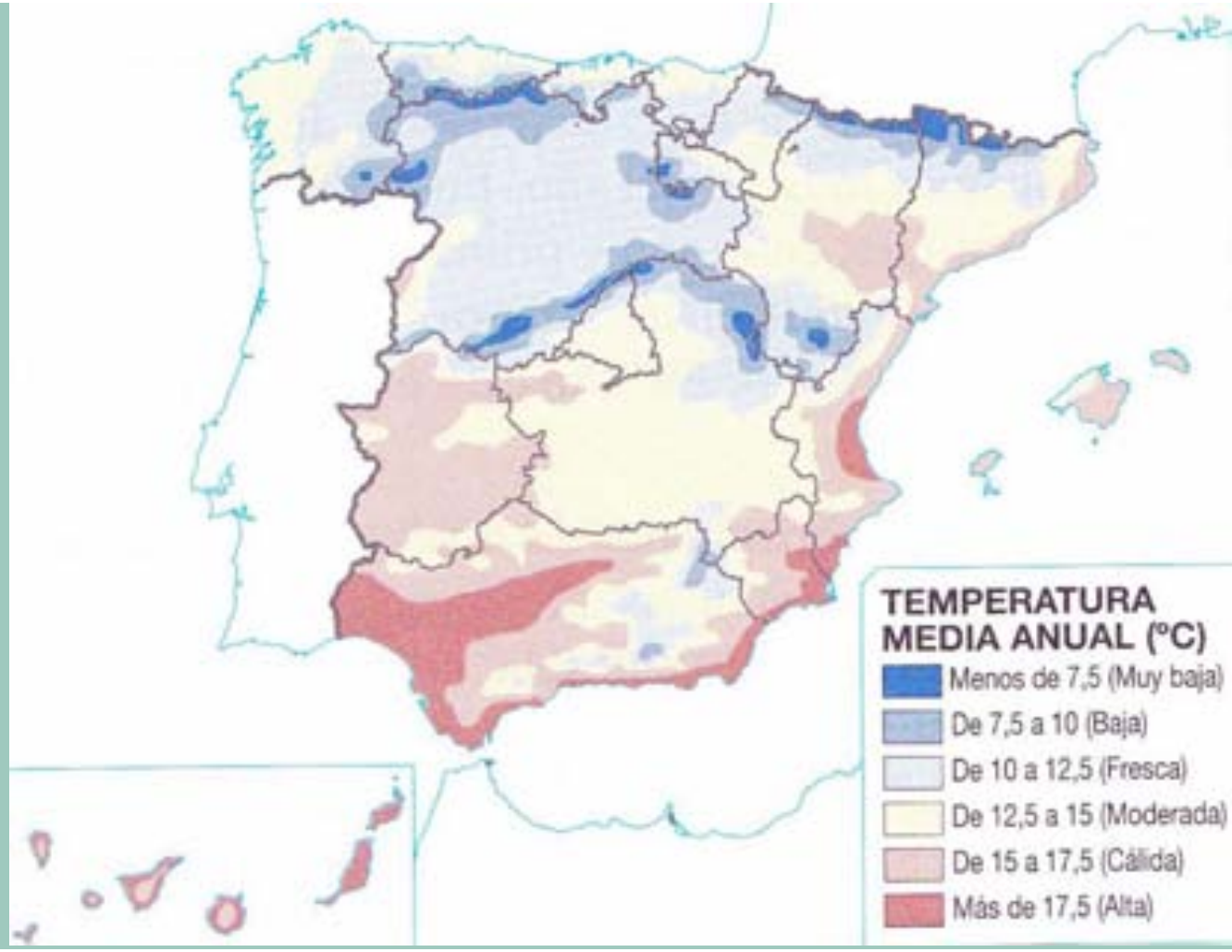


Introducción

Según un estudio realizado por Margarita de Luxan García de Diego con los datos climáticos de todas las capitales de provincia españolas como ejemplos de todo el territorio, a la búsqueda de estrategias de climatización, se puedo observar lo siguiente:

✓En el mes más frío del invierno, Enero en casi toda España, los edificios en el 50 por 100 de las capitales españolas se podrían calefactar suficientemente con energía solar activa y pasiva durante todo el día; el restante 50 por 100 necesitaría calefacción convencional, durante la noche sobre todo, ya que en las horas medias del día podría resolverlas con aportes solares.

✓En un mes medio de invierno, en unas zonas es más frío Noviembre y en otras Marzo, el 90 por 100 de las capitales españolas se podrían calefactar hasta alcanzar condiciones de confort durante todo el día con aportes solares con sistemas pasivos y activos; y en el 80 por 100 bastaría con soluciones pasivas durante las horas centrales del día.



Introducción

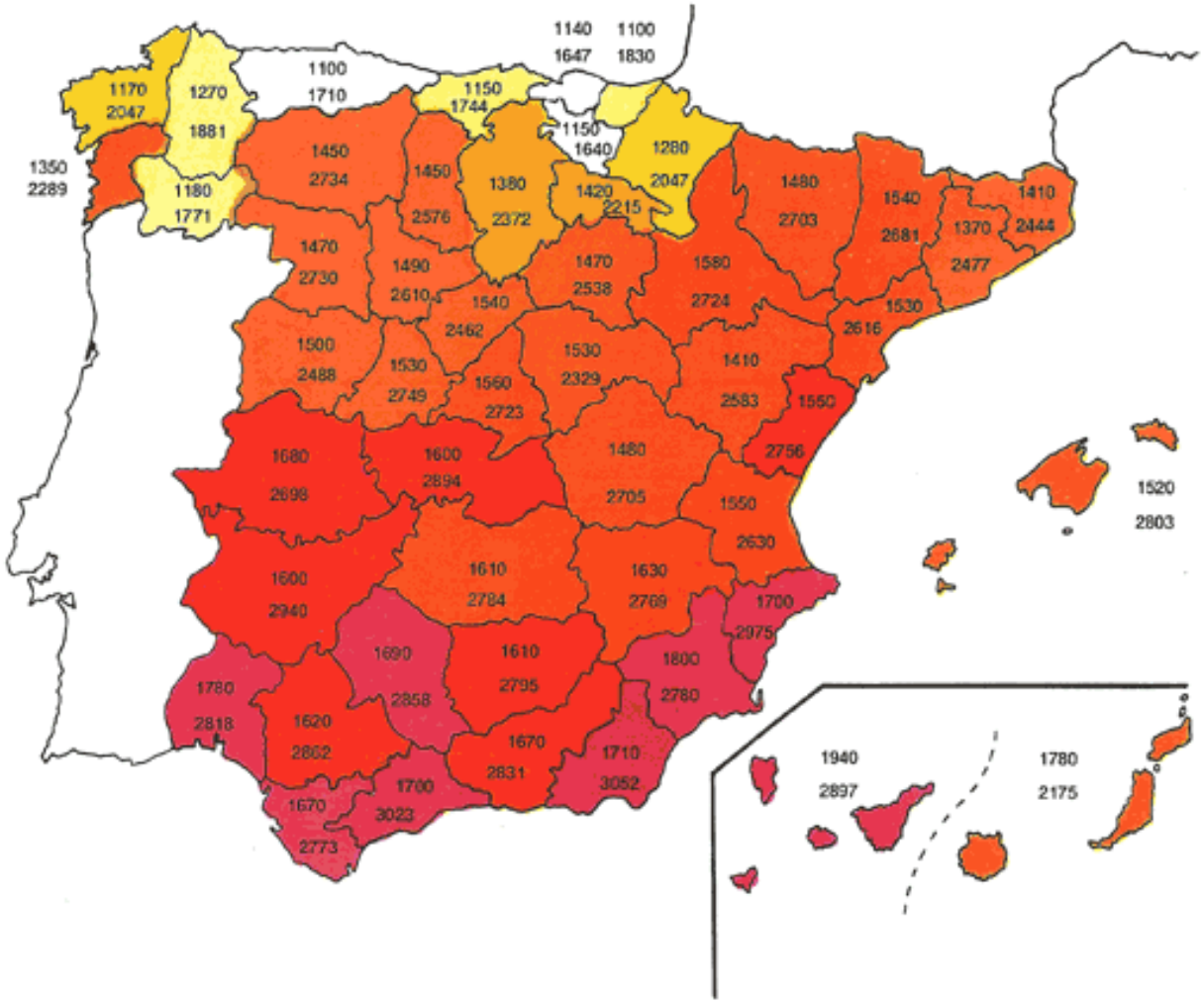
Con unas condiciones de contorno adecuadas y según nuestros datos climáticos de partida, en todo caso, podríamos minimizar radicalmente los aportes de calefacción con energías convencionales.

En los meses más calientes, Julio en el interior y Agosto en la costa, se podría entrar en condiciones de confort en las edificaciones por medio de ventilación en las zonas más húmedas, el 26 por 100 de las capitales; en otro 56 por 100 se conseguiría si los edificios tuvieran alta masa térmica que fuera capaz de mantener, en el interior de los edificios, las temperaturas nocturnas durante el día, aprovechando la oscilación de temperaturas media diaria entre las máximas de las horas del mediodía y las mínimas nocturnas, que en estos meses llega a ser de 16.C. a 23.C. en las zonas interiores de la península.

Es decir, muy pocas capitales, necesitarían consumir energía en aire acondicionado con unas buenas condiciones de masa e inercia térmica en las construcciones

Introducción

El mapa representa el balance energético solar de cada provincia.
La cifra inferior representa la energía en Kwh. que incide por m2 de superficie horizontal en un año y la cifra superior el número de horas de sol



Introducción

La provincia de Málaga es la parte de Europa con más días y horas de sol. La radiación solar global es de 1.800 Kwh./m² al año, un valor que está un 50% por encima de los valores en mejores sitios de Alemania, hasta hoy líder en el aprovechamiento de la energía solar.
La radiación global en Alemania es en verano 1kWh/m2 y en invierno 0.3-0.5 Kwh./m2.

Los hogares españoles son los segundos de Europa que más energía consumen, y ocupan el mismo puesto siempre por detrás de Italia- entre los que más derrochan.

En total, se calcula que las viviendas pierden un millón de megajulios (280.000 kilovatioshora), 10 veces lo que las casas de Portugal y cinco veces lo que las casas de los países nórdicos. Les siguen Francia, Alemania, Reino Unido yPolonia

Localidad	Demanda calefacción kWh/m²	Demanda refrigeración kWh/m²	Demanda ACS kWh/m²	Emisiones calefacción kgCO$_2$/m²	Emisiones refrigeración kgCO$_2$/m²	Consumo E. Primaria calefacción kWh/m²	Consumo E. Primaria refrigeración kWh/m²
Gerona	42.4	6.4	13.0	13.6	1.6	61.5	6.5
Granada	37.4	12.5	12.0	12.0	3.1	54.2	12.8
Guadalajara	50.4	7.8	13.1	16.1	2.0	73.1	8.0
Huelva	12.6	18.3	12.3	4.0	4.6	18.3	18.7
Huesca	50.6	7.9	13.1	16.2	2.0	73.4	8.1
Jaén	26.2	22.3	12.3	8.4	5.6	38.0	22.7
La Coruña	30.0	0.0	13.0	9.6	0.0	43.5	0.0
Las Palmas de G. C.	3.5	31.1	11.8	1.3	6.2	5.4	14.5
León	65.5	0.0	13.6	21.0	0.0	95.0	0.0
Lérida	42.0	12.4	13.0	13.4	3.1	60.9	12.6
Logroño	47.4	5.9	13.2	15.2	1.5	68.7	6.0
Lugo	60.2	0.0	13.5	19.3	0.0	87.3	0.0
Madrid	43.2	21.8	13.0	13.8	2.7	62.6	11.0
Málaga	13.4	36.1	12.3	4.3	4.0	19.4	18.4
Melilla	9.3	14.2	12.2	3.5	5.4	14.4	18.6
Murcia	19.8	12.5	12.5	6.3	3.1	28.7	12.8
Orense	43.2	5.7	13.0	13.8	1.4	62.6	5.8
Oviedo	48.3	0.0	13.3	15.5	0.0	70.0	0.0
Palencia	61.2	0.0	13.5	19.6	0.0	88.7	0.0
P. de Mallorca	14.4	15.8	12.4	5.5	6.0	22.3	20.8
Pamplona	57.5	0.0	13.3	18.4	0.0	83.4	0.0
Pontevedra	26.5	0.0	12.9	8.5	0.0	38.4	0.0
Salamanca	62.3	2.7	13.5	19.9	0.7	90.3	2.8
San Sebastián	46.9	0.0	13.2	15.0	0.0	68.0	0.0
Santander	33.0	0.0	13.0	10.6	0.0	47.9	0.0
S. C. de Tenerife	3.5	15.6	11.8	1.3	5.9	5.4	21.4
Segovia	65.7	4.2	13.5	21.0	1.1	95.3	4.3
Sevilla	16.6	23.4	12.3	5.3	5.9	24.1	23.9
Soria	72.1	0.0	13.7	23.1	0.0	104.5	0.0
Tarragona	21.8	16.4	12.4	7.0	4.1	31.6	16.7
Teruel	64.5	2.8	13.5	20.6	0.7	93.5	2.9
Toledo	39.0	18.9	12.8	12.5	4.7	56.6	19.3
Valencia	21.3	12.6	12.5	6.8	3.2	30.9	12.9
Valladolid	60.6	4.5	13.3	19.4	1.1	87.9	4.6
Vitoria	65.4	0.0	13.5	20.9	0.0	94.8	0.0
Zamora	56.3	3.3	13.3	18.0	1.3	81.6	3.4
Zaragoza	40.6	11.4	12.9	13.0	2.9	58.9	11.6

Introducción

Las causas

✓Desde los años 50 en las principales ciudades, crecimiento sin precedentes de la construcción para responder a las importante demanda de vivienda.

✓Ritmo acelerado de construcción, con materiales de baja calidad, sin control de ejecución, técnicas muy artesanales.

✓Falta de normativas técnicas en el campo de la sostenibilidad y el confort térmico, con unos estándares muy por debajo de las exigencias actuales.

✓Ausencia prácticamente total de inspección y de mantenimiento.

Introducción

Considerando el edificio como un sistema energético podemos hablar de la aplicación de la energía solar de forma PASIVA o ACTIVA.

La aplicación PASIVA se correspondería con la Arquitectura Bioclimática y la aplicación ACTIVA con la utilización de energías renovables integradas en la edificación:

✓colectores solares de baja temperatura
✓módulos fotovoltaicos

“Los principios bioclimáticos deben aparecer como un hábito en la construcción y no como una rareza o una excepción”

Arquitectura Bioclimática

La arquitectura bioclimática, no es tanto el resultado de una aplicación de tecnologías especiales, como del sostenimiento de una lógica, dirigida hacia la adecuación y utilización positiva de las condiciones medioambientales, mantenida durante el proceso del proyecto, la obra y la vida del edificio y la utilización por sus habitantes; sin perder ninguna del resto de las implicaciones: constructivas, funcionales, estéticas, etc., presentes en la reconocida como buena arquitectura; creando una nueva jerarquización en los factores determinantes de las soluciones construidas.

Arquitectura Bioclimática

La Arquitectura Pasiva minimiza el impacto del clima tanto en verano como en invierno.

Arquitectura Bioclimática

Es importante destacar que:

✓Arquitectura se refiere a todo tipo de edificaciones y usos, no sólo a vivienda.

✓Minimiza, nunca anula el impacto del clima por lo que tendrá que coexistir en algunos casos con los métodos convencionales de acondicionamiento ambiental. En este caso lo más aconsejable sería la utilización de energías renovables para la producción de electricidad o energía para los sistemas activos.

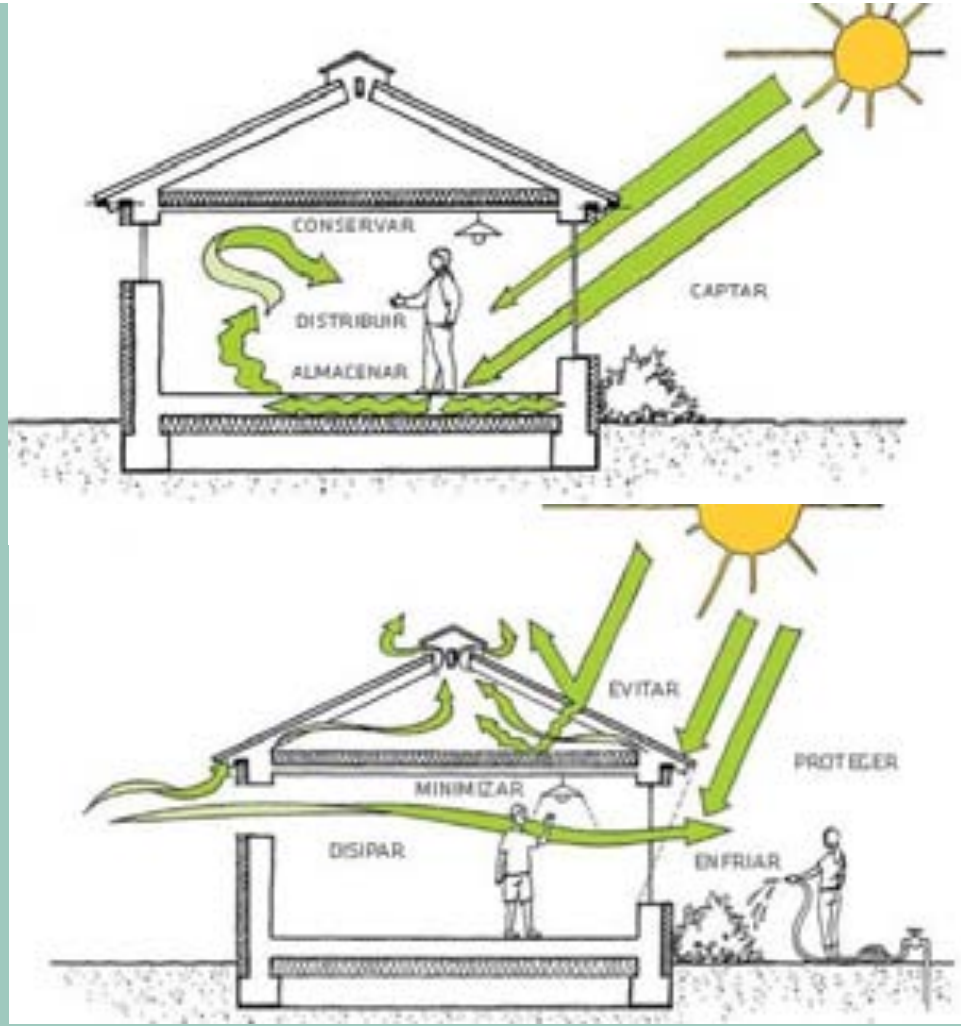
✓En general los climas son compuestos, si las estrategias hacen énfasis en una sola estación pueden crear una carga térmica importante y dañina en otra estación.

Arquitectura Bioclimática

Los sistemas pasivos generan su capacidad de calefacción y refrigeración utilizando la energía natural que, tanto en su concepto de fuente como de sumidero, rodea de una forma u otra el edificio.

Una fuente puede ser cualquier elemento del entorno que suministre calor al edificio, mientras que cualquier elemento que la absorba será un sumidero.

La radiación solar es nuestra principal fuente mientras que el cielo nocturno es el sumidero.



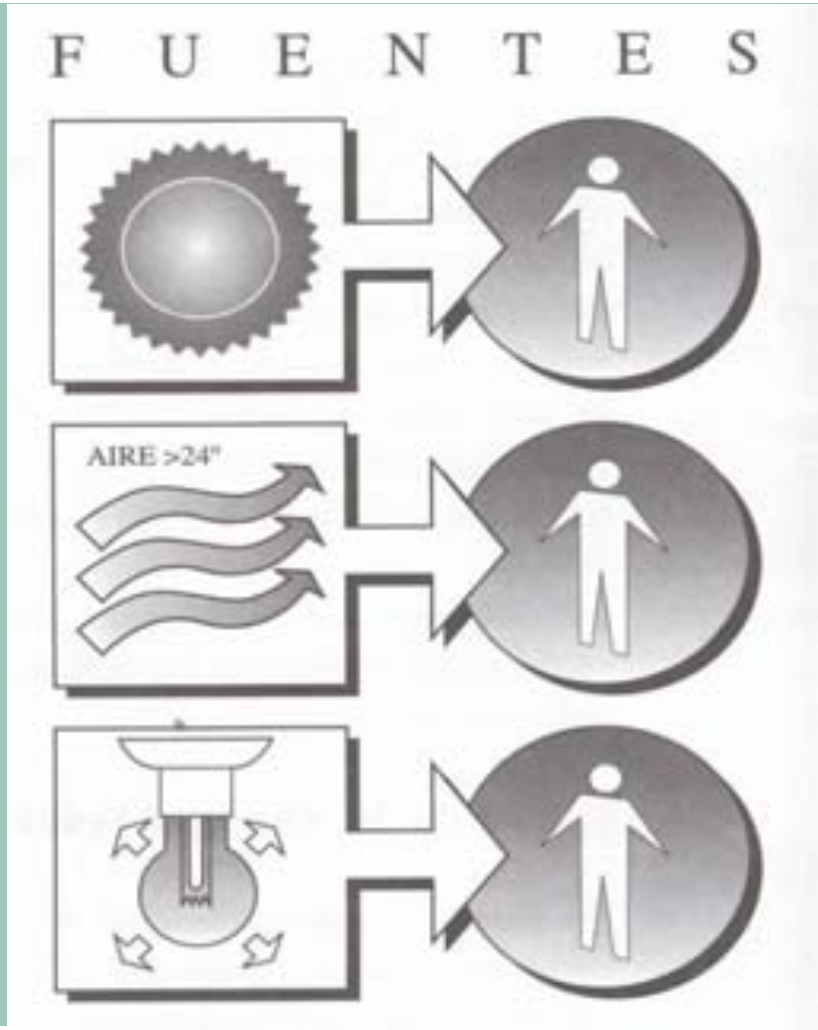
Arquitectura Bioclimática

Fuentes:

✓Radiación Solar.

✓Aire Exterior. Siempre que se encuentre a más de 24º.

✓Metabolismo interno. Engloba tanto el calor de las personas como de los electrodomésticos u otros equipos.



Arquitectura Bioclimática

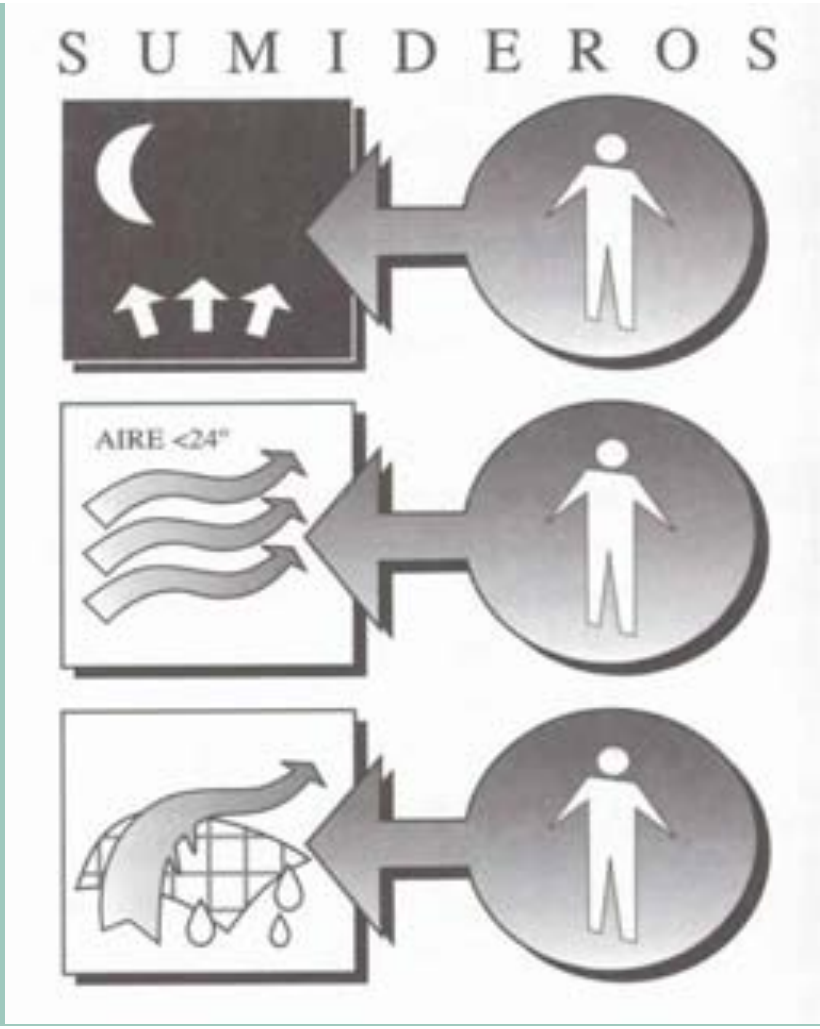
Sumideros:

✓Espacio.

✓Aire Exterior. Siempre que esté por debajo de 24º.

✓Superficies Húmedas. Fuentes, vegetación,...el calor que utilizan para evaporar el agua lo sacan de su entorno inmediato.

✓La utilización conjunta de fuentes y sumideros permite que los edificios pasivos puedan mantener el confort.

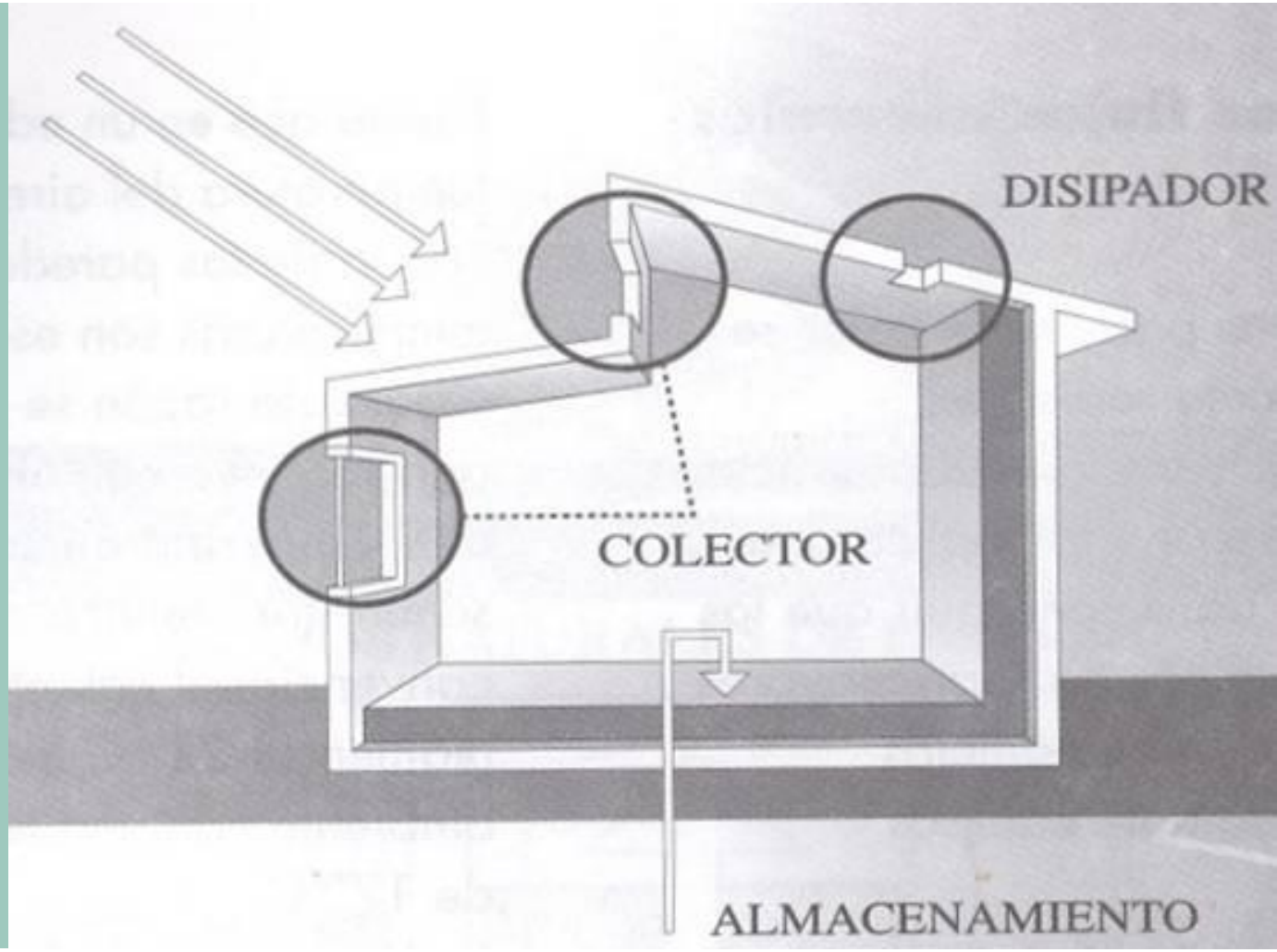


Arquitectura Bioclimática

En los edificios pasivos, los elementos que recogen, almacenan, transfieren y disipan el calor, están integrados en los elementos arquitectónicos tales como paredes y techos.

Un muro puede servir de colector y almacén de calor y a la vez servir de cerramiento de un determinado espacio.

En esta dualidad de funciones radica la mayor parte del éxito térmico y económico de los sistemas pasivos así como el problema de la predicción de su funcionamiento.

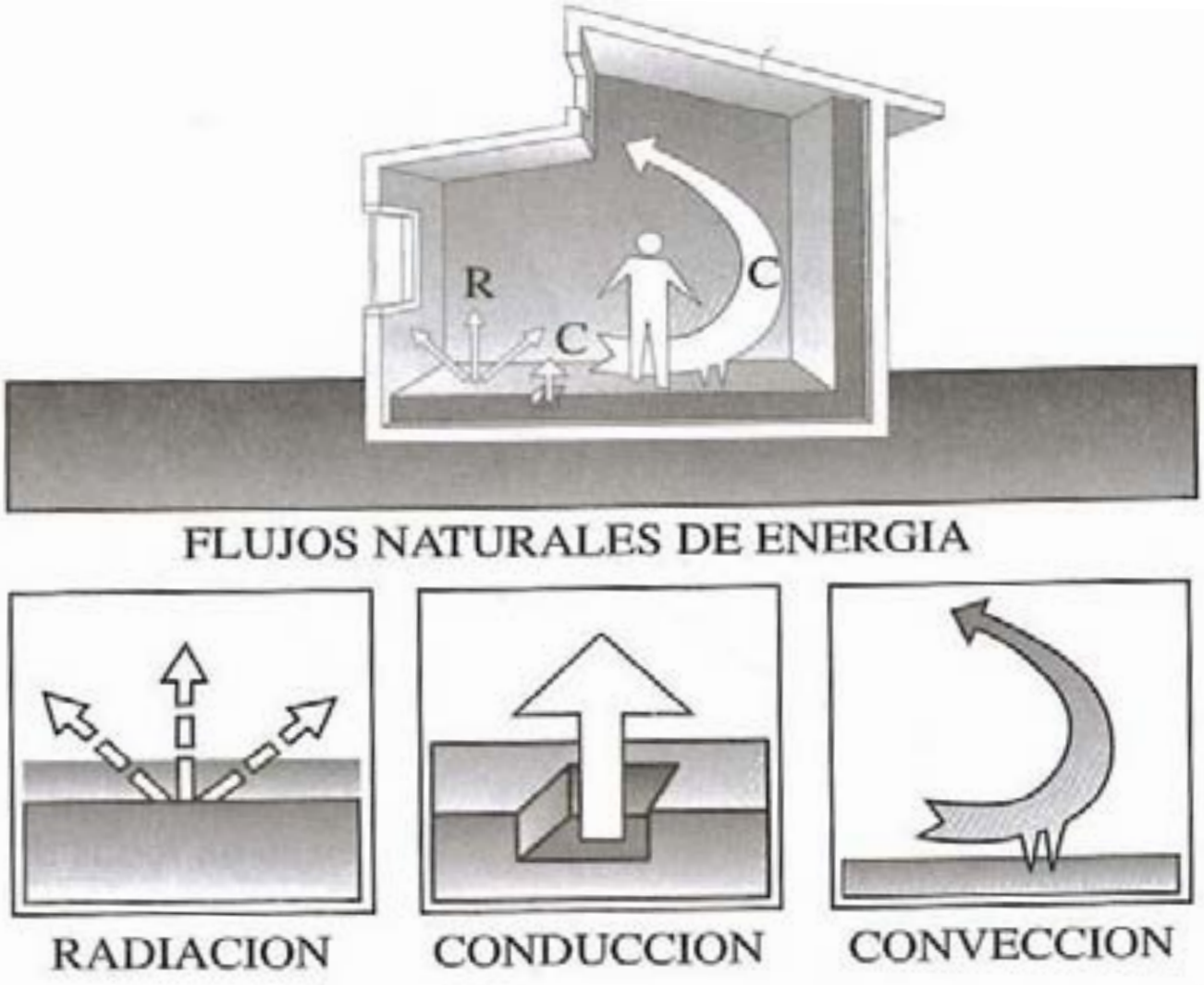


Arquitectura Bioclimática

Entre los sistemas pasivos el calor se transfiere mediante los flujos naturales de energía:

✓radiación
✓conducción
✓convección

Esto genera que en la parte de diseño hay que contar con la implicación técnica de una fuente energética variable, mayores oscilaciones térmicas y un proceso de cálculo más complejo.



Arquitectura Bioclimática

Organización de proceso de diseño.

El diseño se debe organizar siempre de lo global (clima, emplazamiento, etc) a lo particular (sistemas pasivos).Los pasos que debemos seguir al estudiar un emplazamiento son:

✓Conocer el clima.

✓Definir las condiciones de confort. Estrategias.

✓Diseñar el emplazamiento y colocar la edificación en el sitio adecuado.

✓Diseñar la organización funcional de edificio y definir los materiales.

✓Diseño de los sistemas pasivos.

“Basta con que el entorno de un edificio se perciba, se sienta y se use como amigable, fraterno, produzca sombra, produzca belleza.”

Solano Benítez

El Clima

Análisis del Clima.

El primer paso que hay que dar es conocer el entorno en el que nos movemos, de igual forma que se estudia por ejemplo la legislación de aplicación en cada caso.

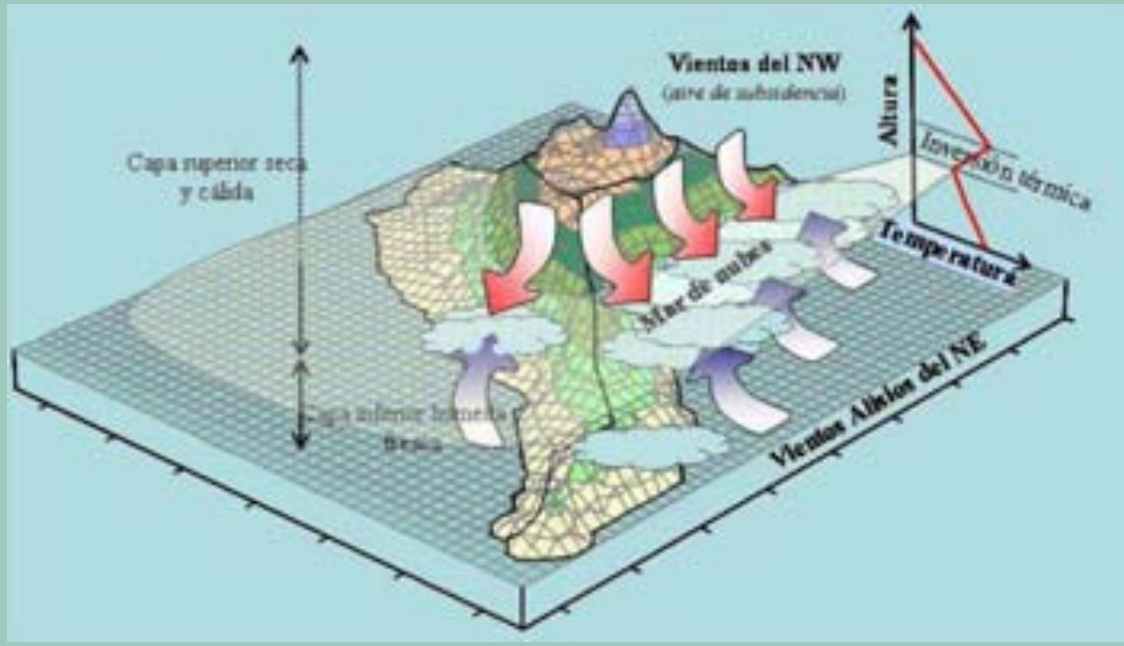
El Clima

El clima vendrá definido a tres escalas:

✓Macro-escala. Cubre las características regionales que se encuentran en latitudes similares y posiciones continentales. La escala puede ser de miles de kilómetros.

✓Meso-escala. El clima cambia debido al control climático ejercido por la topografía local, la proximidad al agua, etc.

✓Micro-escala. Es el cambio en el clima debido a variaciones de hasta unos pocos cientos de metros debidos a cambios en la vegetación, tipo de suelo, edificaciones
✓cercanas, etc.



El Clima

planificación	MACRO ESCALA	MESO ESCALA	MICRO -ESCALA
PLANIFICACIÓN REGIONAL	DOMINANTE	IMPORTANTE	MENOS IMPORTANTE
PLANIFICACIÓN URBANA	IMPORTANTE	DOMINANTE	MENOS IMPORTANTE
SELECCIÓN DEL LUGAR Y DISEÑO DEL EDIFICIO	IMPORTANTE	IMPORTANTE	DOMINANTE

El Clima

Análisis de los datos generales.

Los datos del microclima y el mesoclima pueden obtenerse fácilmente de las estaciones Meteorológicas normales.

Los datos del micro-clima se pueden obtener con estaciones meteorológicas colocadas a tal fin o con la observación detallada del emplazamiento.

Clima templado cálido
(Mediterráneo continental)

El Clima

Los datos importantes que se necesitan son:

✓Temperatura.
✓Humedades (HR)
✓Vientos (dirección e intensidad)
✓Precipitaciones.
✓Nubosidad.
✓Niveles de radiación.

El Clima

Modificaciones locales del clima.

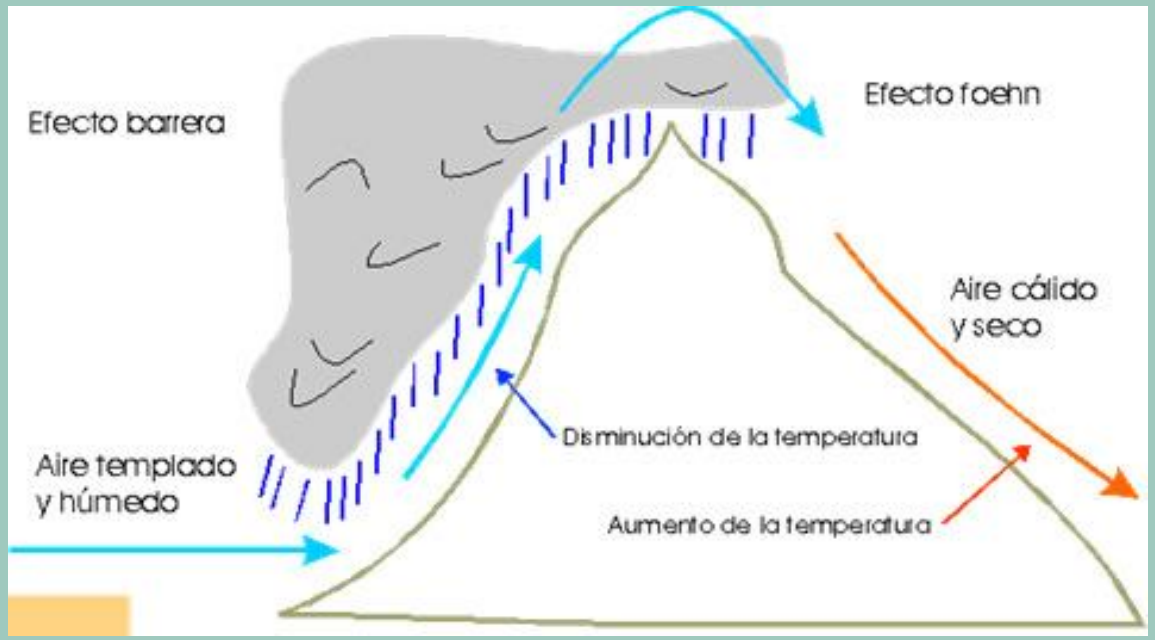
Los datos anteriores pueden no corresponder con los de nuestro emplazamiento por la modificación que hacen sobre ellos los elementos locales.
Los elementos que modifican el clima pueden ser elementos naturales como vegetación y terreno o artificiales como los núcleos urbanos.

El Clima

Impacto de los elementos naturales en el clima.

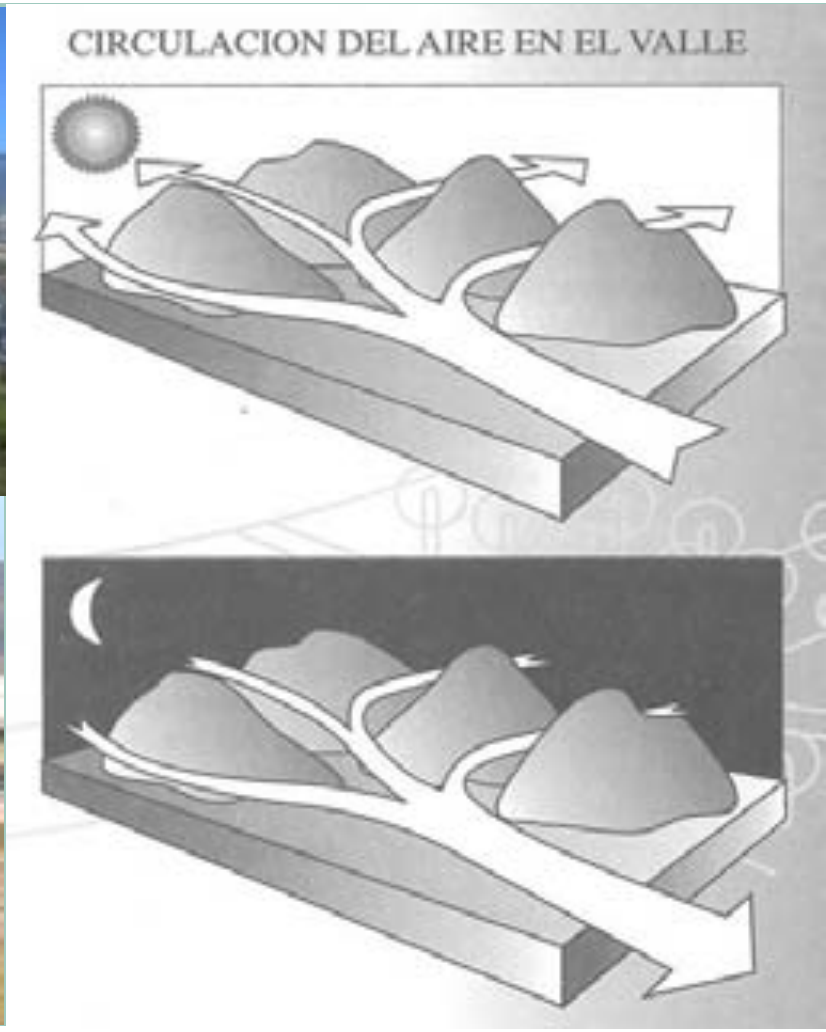
Terrenos y promontorios
En general y a gran escala las montañas y promontorios modifican las masas de aire, creando barreras al viento que viene del mar, reduciendo la humedad de forma que crean situaciones áridas en el lado opuesto.

El aire cargado de humedad proveniente del mar al subir se enfría (0.5ºC cada 130m en invierno y 0.5ºC cada 100m en verano) provocando la condensación del vapor de agua en forma de lluvia y creando situaciones áridas al otro lado.



El Clima

Este factor modifica la vegetación y esta a su vez el clima. Los montes obstaculizan el camino del aire creando flujos diarios de subidas y bajadas, así en zonas que pensamos que están en remanso pueden ser azotadas por corrientes diurnas como por ejemplo en los valles.



El Clima

La vegetación.

Obstruye, filtra y refleja la radiación, modifica el movimiento del aire obstruyéndolo, filtrándolos y guiándolo. Modifica también el impacto de la lluvia y la evaporación del agua del suelo. La efectividad de cada tipo de vegetación depende de la forma y carácter de las plantas y el clima.

Evaluarlo es complejo y existen pocos datos, aunque su impacto no debe desestimarse ya que en algunos casos.

✓Absorbe el 90% de la radiación.
✓Reduce el viento a un 10% de su velocidad en terreno libre.
✓Reduce las temperaturas hasta 7 ºC por debajo de la del aire y en algunas ocasiones incrementa la temperatura por la noche.

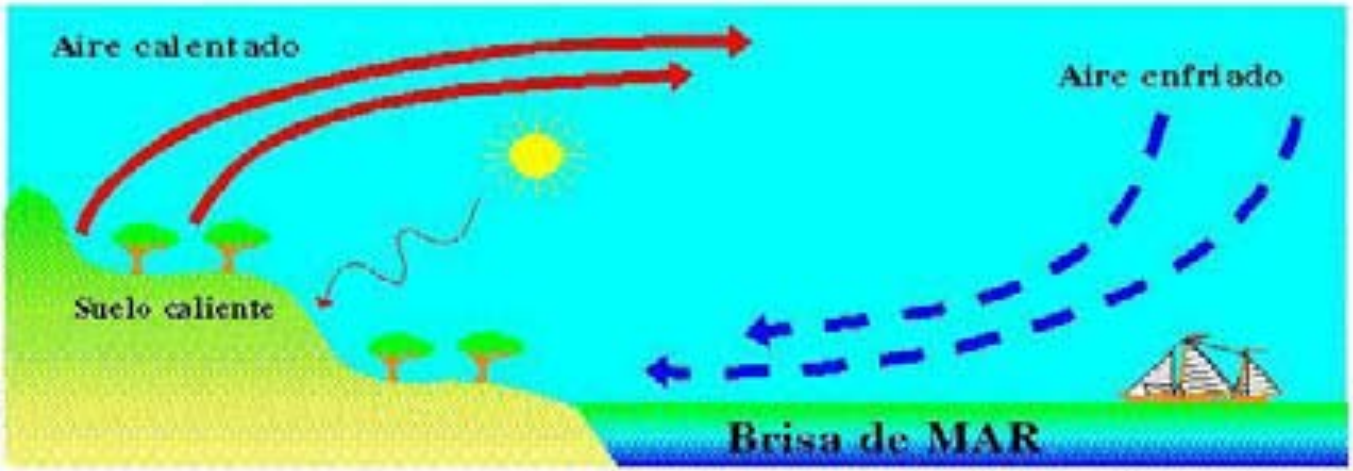
El Clima

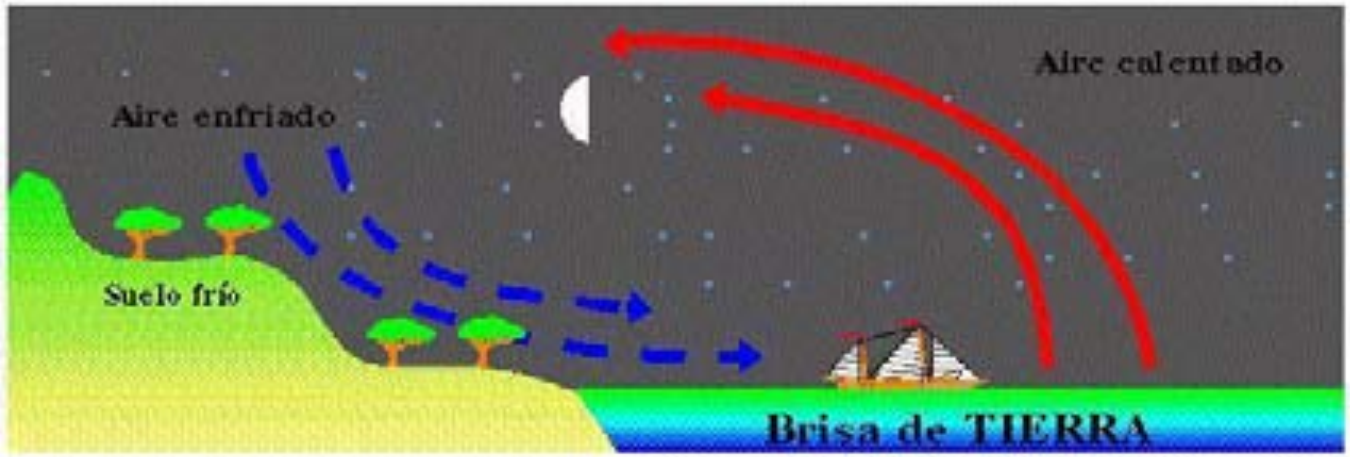
El Agua.

Todos sus tipos tiene un profundo impacto en el clima y en el control climático.

Su efecto moderador se debe a que el agua almacena la mayoría de la radiación incidente, radiando una cantidad muy pequeña y gracias a su capacidad de almacenamiento la temperatura no varia en más de 9º - 10º C a lo largo del año.

La tierra al contrario radia la mayor parte de la energía a la atmosfera provocando amplias fluctuaciones de temperatura.





El Clima

Impacto de los elementos artificiales

Históricamente el hombre modificaba el clima a su favor al desarrollar las ciudades.

Esto no ha variado lo único es que la variación producida se hace de forma más irracional, fundamentalmente en zonas urbanas.

El hombre altera la atmosfera y las superficies. Al alterar las propiedades del suelo con respecto a las del campo, esto incide en la reflectividad (10% menor en la ciudad) y en
la capacidad calorífica y la conductividad térmica aumentándola.

El Clima

Impacto de los elementos artificiales

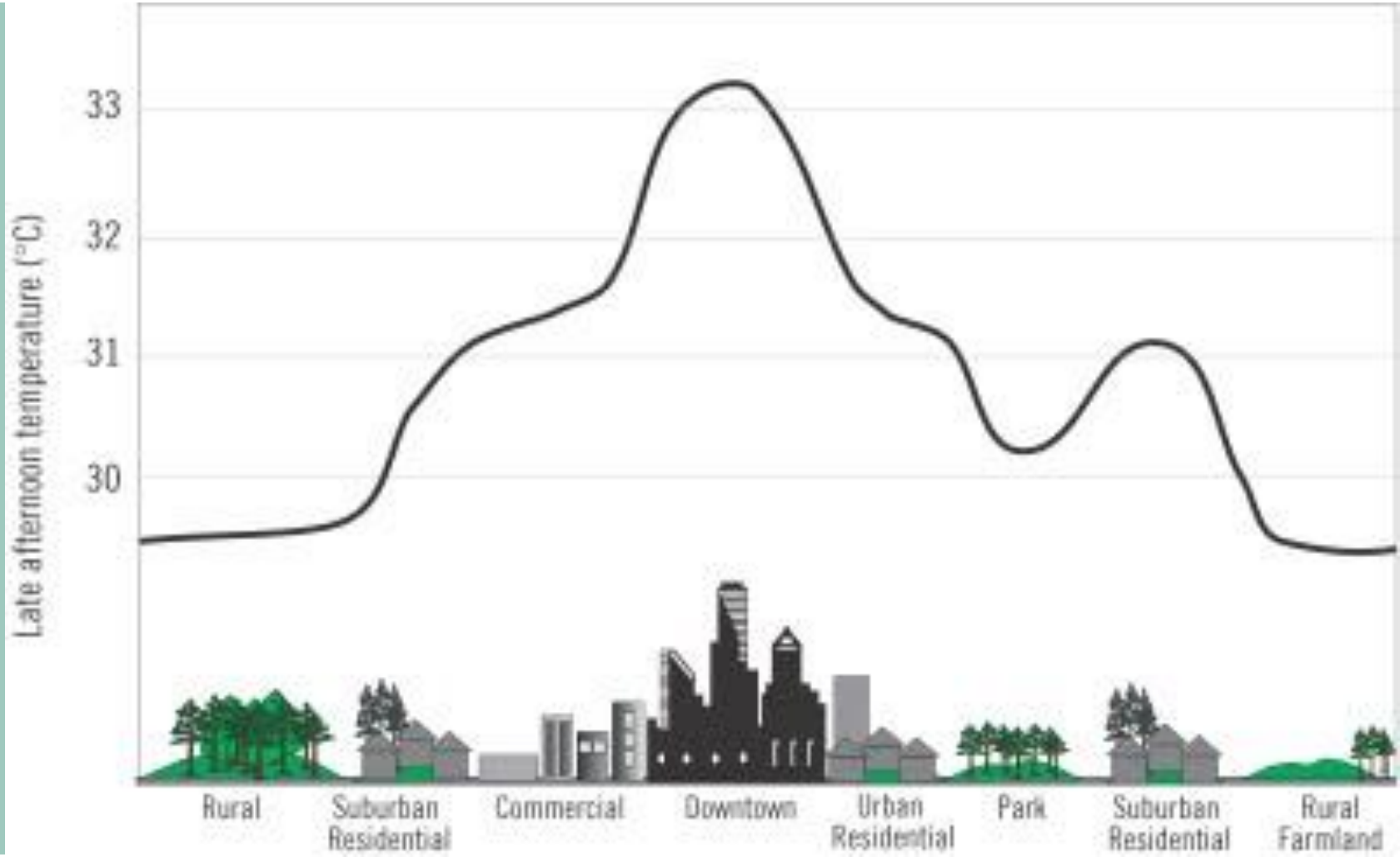
En el campo el terreno cubierto de hierba, recibirá calor durante el día, actuando la vegetación como un aislante que disminuye el flujo de calor en ambos sentidos.
Por el día menos calor será almacenado en el suelo, parte de él será eliminado por evapotranspiración de las plantas y por la noche la temperatura en la parte superior de las superficies cubiertas de hierba, disminuirá moderadamente.

✓Un haya adulta tiene una potencia de refrigeración de 1000 megajulios/día, el equivalente a un sistema de climatización de 10 elementos funcionando 20 horas al día.

✓Cada litro de agua evaporada por la vegetación produce 2300 kj (0.64kWh) de enfriamiento.

El Clima

Al contrario en las ciudades las superficies de hormigón y asfalto de baja reflectividad, alta conectividad y capacidad térmica permiten y facilitan que el calor fluya fácilmente, haciendo de estos unos excelentes almacenes de calor.



El Clima

En las noches de verano los edificios:

✓limitan su capacidad de refrigeración por radiación, al reducir la superficie de cielo
✓que ven
✓aminoran las velocidad del viento y con ello la refrigeración por convección
✓alteran la forma en la que el agua de lluvia se distribuye y enfría por evaporación

El tamaño de la ciudad determinará la cantidad de superficies artificiales y el tipo de ciudad la cantidad de calor soltado a la atmosfera.

El Clima

ALTERACIONES CLIMATOLÓGICAS PRODUCIDAS POR LAS CIUDADES	
ELEMENTO	**COMPARACIÓN CON EL ENTORNO RURAL**
Elementos contaminantes: •Núcleos de condensación •Partículas en suspensión •Mezclas gaseosas	10 veces mas 10 veces mas 5-25 veces mas
Radiación: •Total en superficie horizontal •Ultravioleta en invierno •Ultravioleta en verano •Horas de sol	0-20% menos 30% menos 5% menos 5-15% menos
Nubosidad: •Nubes •Niebla en invierno •Niebla en verano	5-10% mas 100% mas 30% mas
Precipitación: •Total •Nieva •Tormentas	5-15% mas 5-10 % menos 10-15% mas

ALTERACIONES CLIMATOLÓGICAS PRODUCIDAS POR LAS CIUDADES	
ELEMENTO	**COMPARACIÓN CON EL ENTORNO RURAL**
Temperatura: •Media anual •Media mínima invierno	0.5-3 ºC mas 1-2 ºC mas
Humedad Relativa: •Media anual •Invierno •Verano	6% menos 2% menos 8% menos
Viento: •Media anual •Rachas máximas •Calmas	20-30% menos 10-20 % menos 5-20 % menos

"La arquitectura se basa en la ciencia tanto como en la intuición"

Jørn Utzon

Condiciones de Confort. Estrategias

La carta resumen anual.

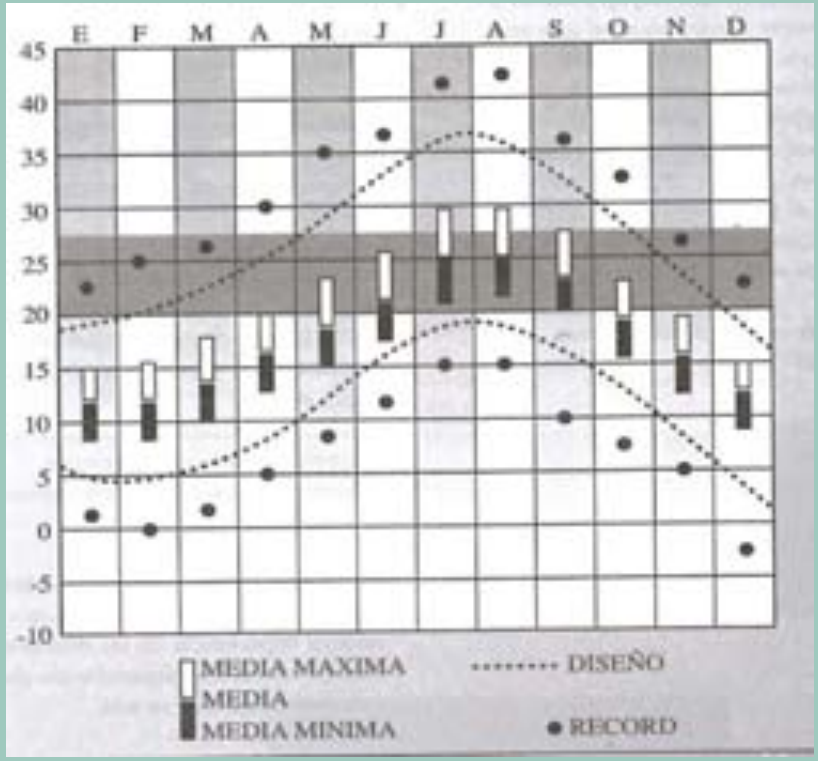
En esta carta se representan las temperaturas, máxima de las medias, mínima de las medias, máxima absoluta, mínima absoluta, y la de diseño que se obtiene con suficiente aproximación marcándola en el punto medio entre las máximas y los record absolutos.

Datos con los que entraremos en los diagramas:

✓Temperatura Máxima media mensual: media aritmética de las máximas diarias correspondientes a todos los días de un mes. (ºC)

✓Temperatura Mínima media mensual: media aritmética de las mínimas diarias correspondientes a todos los días de un mes. (ºC)

✓Humedad relativa: Relación entre el contenido de vapor en un momento determinado y el máximo que podría contener si estuviese saturado. (%) Trabajaremos también con las máximas y las mínimas



Condiciones de Confort. Estrategias

Otra forma de representación es la que refleja los datos climáticos en relación con la zona de confort. Esta relación viene dada por la combinación de temperaturas de bulbo seco y humedades.

Veremos dos diagramas de este tipo:

✓Diagrama bioclimático de Olgyay.

✓Diagrama de Givoni.

Ambos diagramas Olgyay para espacios exteriores y Givoni para edificaciones nos presentan estrategias bioclimáticas asociadas a las condiciones climáticas y el confort.

Condiciones de Confort. Estrategias

Definiremos el confort como la zona delimitada por unos umbrales térmicos
en el que el mayor número de personas manifiestan sentirse bien.

Hay muchas interpretaciones para el confort pero en general todas coinciden
en que hay un equilibrio energético entre el cuerpo humano y su entorno.

Sensación Térmica en función de la humedad relativa del aire						
Temp.	**Humedad relativa en %**					
ºC	**30**	**50**	**70**	**80**	**90**	**100**
20	20	21.1	22.2	22.8	23.4	23.9
25	25	26.7	27.8	28.9	30	31.1
30	30	32.2	35	37.2	37.8	39.4
35	35	38.8	42.2	44.4	46.7	48.9
40	40	45	50			

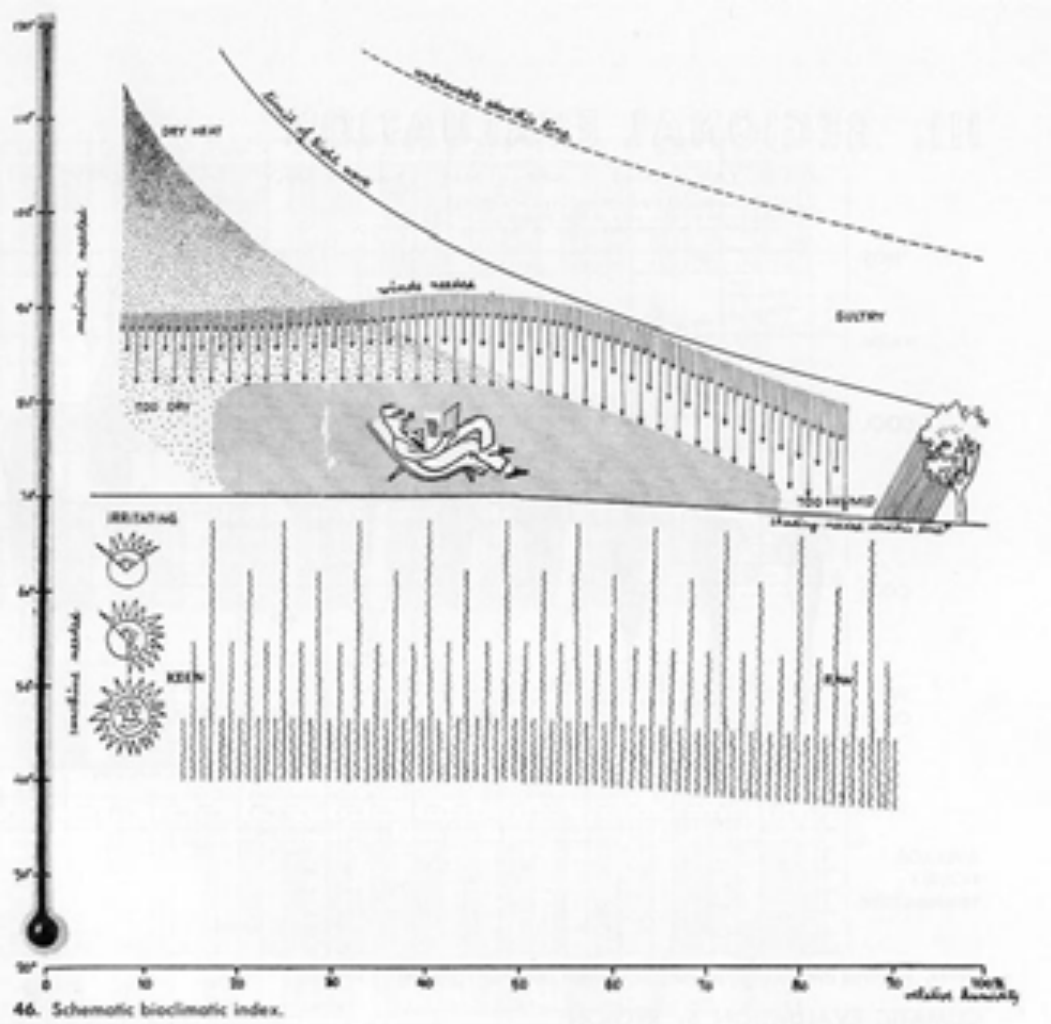
Condiciones de Confort. Estrategias

Diagrama de Olgyay.

Este diagrama ofrece una gran ayuda para el diseño de los exteriores de los edificios de manera que suministren confort.

En función de las condiciones exteriores (humedad relativa y temperatura) nos da los valores de la velocidad del viento, radiación y evaporación necesarios para que las condiciones sean similares a las del confort humano.

Este método se basa en unas condiciones muy concretas, para una persona con una actividad ligera (paseando), vestida con ropa de entretiempo (1 clo = 0,155 m²;×K/W), sin viento y a la sombra.



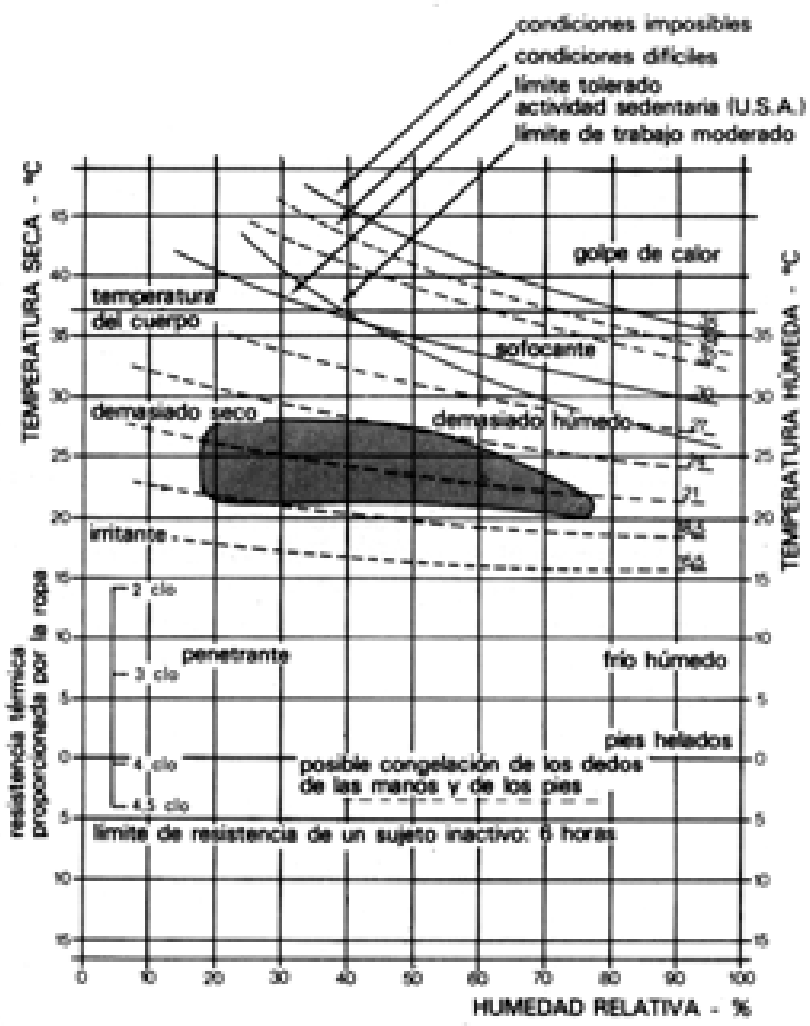
46. Schematic bioclimatic index.

Condiciones de Confort. Estrategias

Se muestra en gris la zona de confort, delimitada por la temperatura del aire entre los 21ºC y 27ºC, y la humedad relativa entre 20 y 75%, con una zona de exclusión para el aire demasiado cálido y húmedo (sudor).

Este gráfico además muestra:

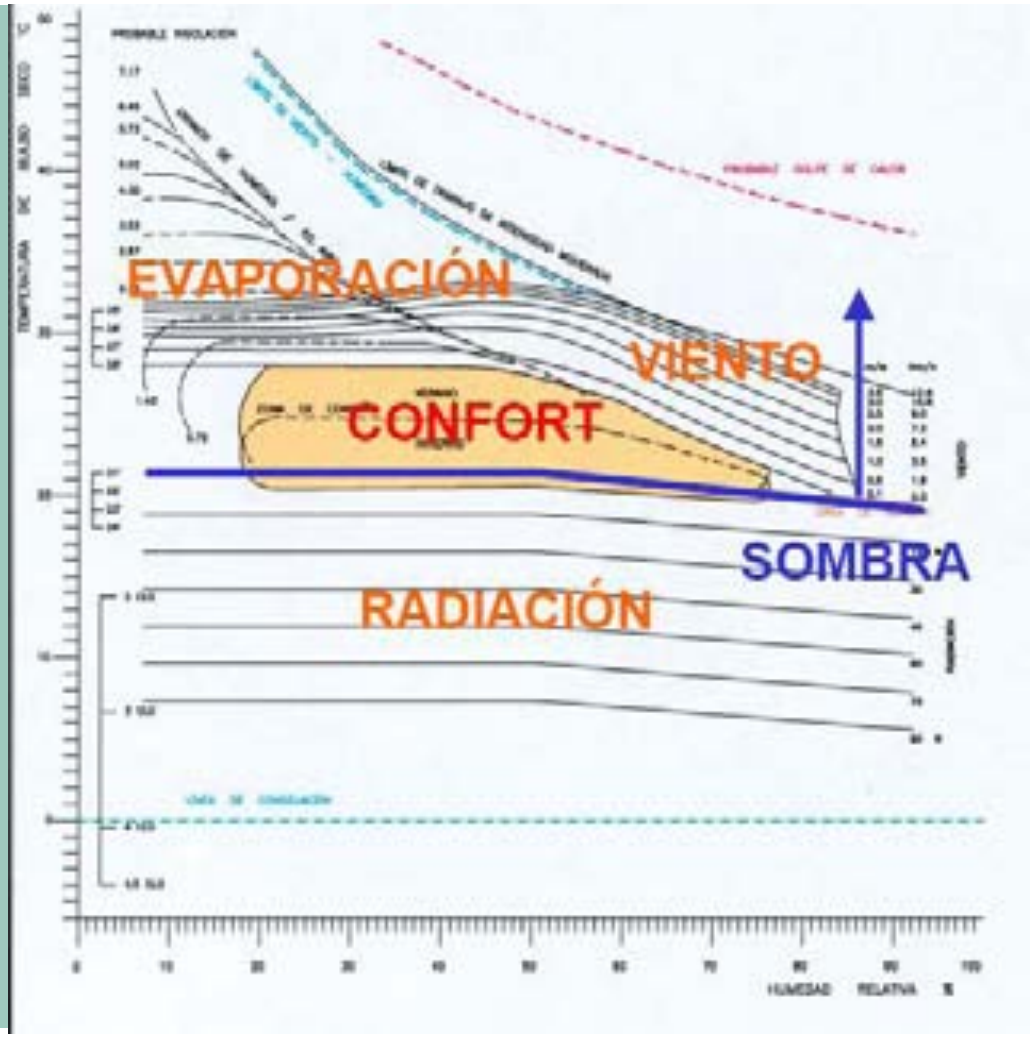
✓Las sensaciones fisiológicas de las zonas periféricas.
✓Los límites de la actividad o el riesgo en función de las condiciones de calor y humedad.
✓La tolerancia a bajas temperaturas cuando se aumenta el arropamiento (unidades Clo).



Condiciones de Confort. Estrategias

Distinguimos:
✓Una zona de confort.
✓Una serie de líneas que representan las medidas correctoras que es preciso realizar en le caso de que las condiciones de temperatura y humedad salgan fuera de la zona de confort.
Estás líneas son:

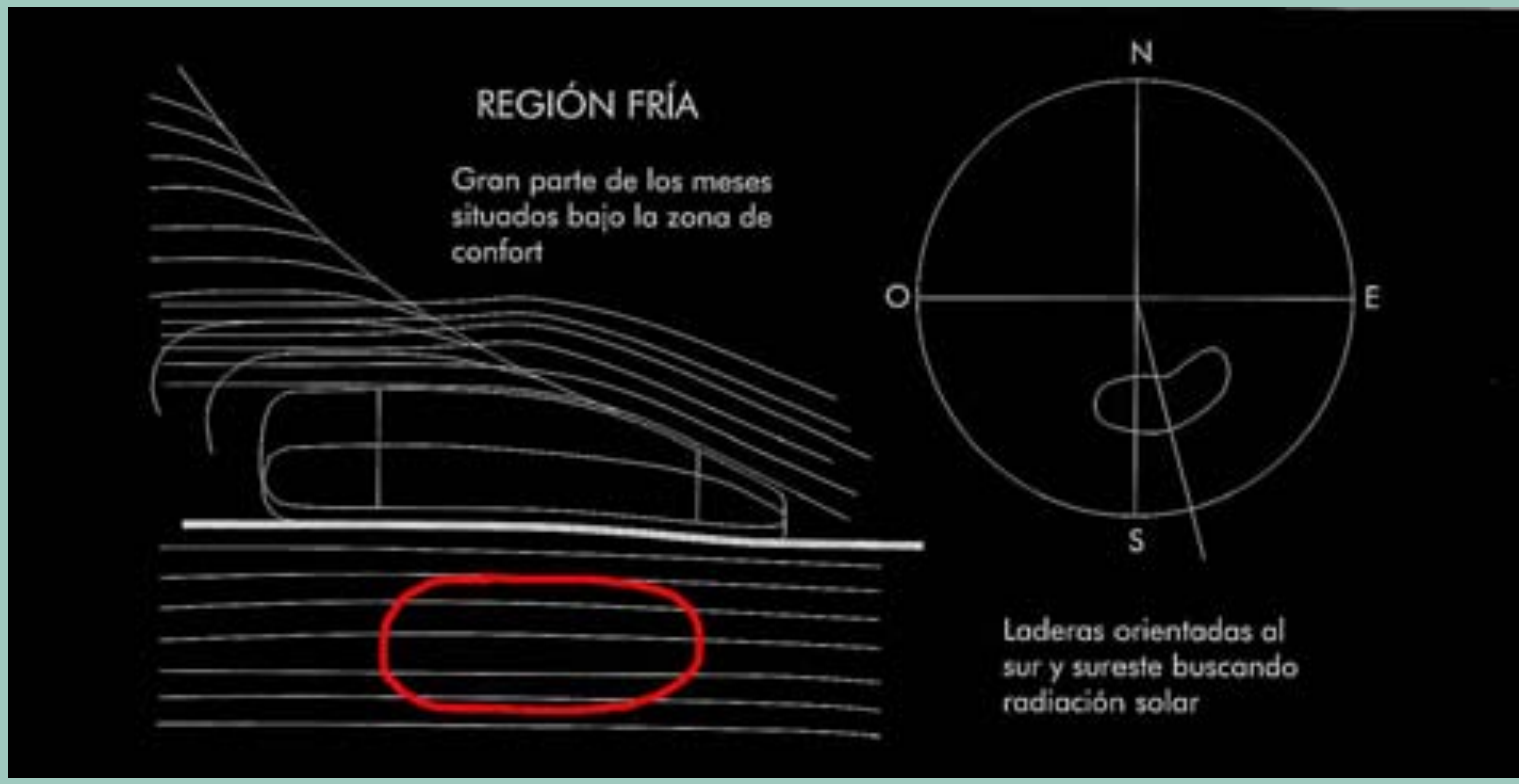
1. La radiación_ se sitúa en el límite inferior de la zona de confort y con ella se dibuja la línea de sombra o límite a partir del cual el confort se pierde como consecuencia del frío.
2. El viento_ se representa por unas líneas crecientes con la temperatura y decrecientes con la humedad.
3. La línea de congelación_ aparece en el borde inferior del gráfico e indica la temperatura mínima soportable antes de que aparezcan problemas de congelación.
4. La línea de insolación_ en la parte superior, indica posibles desmayos por la combinación de altas temperaturas y elevada humedad



Condiciones de Confort. Estrategias

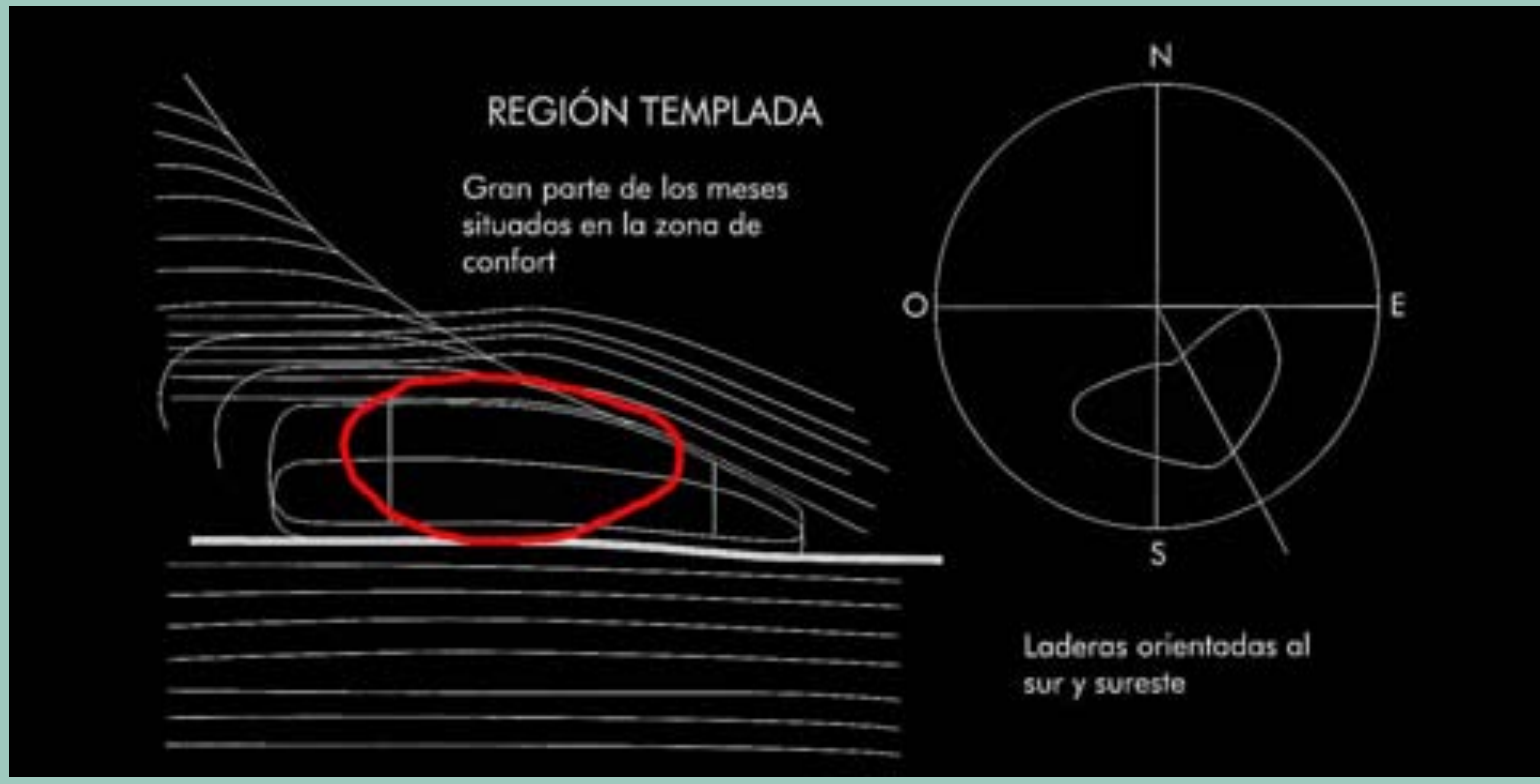
Una vez introducidos nuestros datos, los puntos situados por debajo de la zona de confort indican:

✓Infracalentados, regiones frías, por lo que es necesaria la radiación solar para alcanzar la confortabilidad, conservación del calor y protección de los vientos.



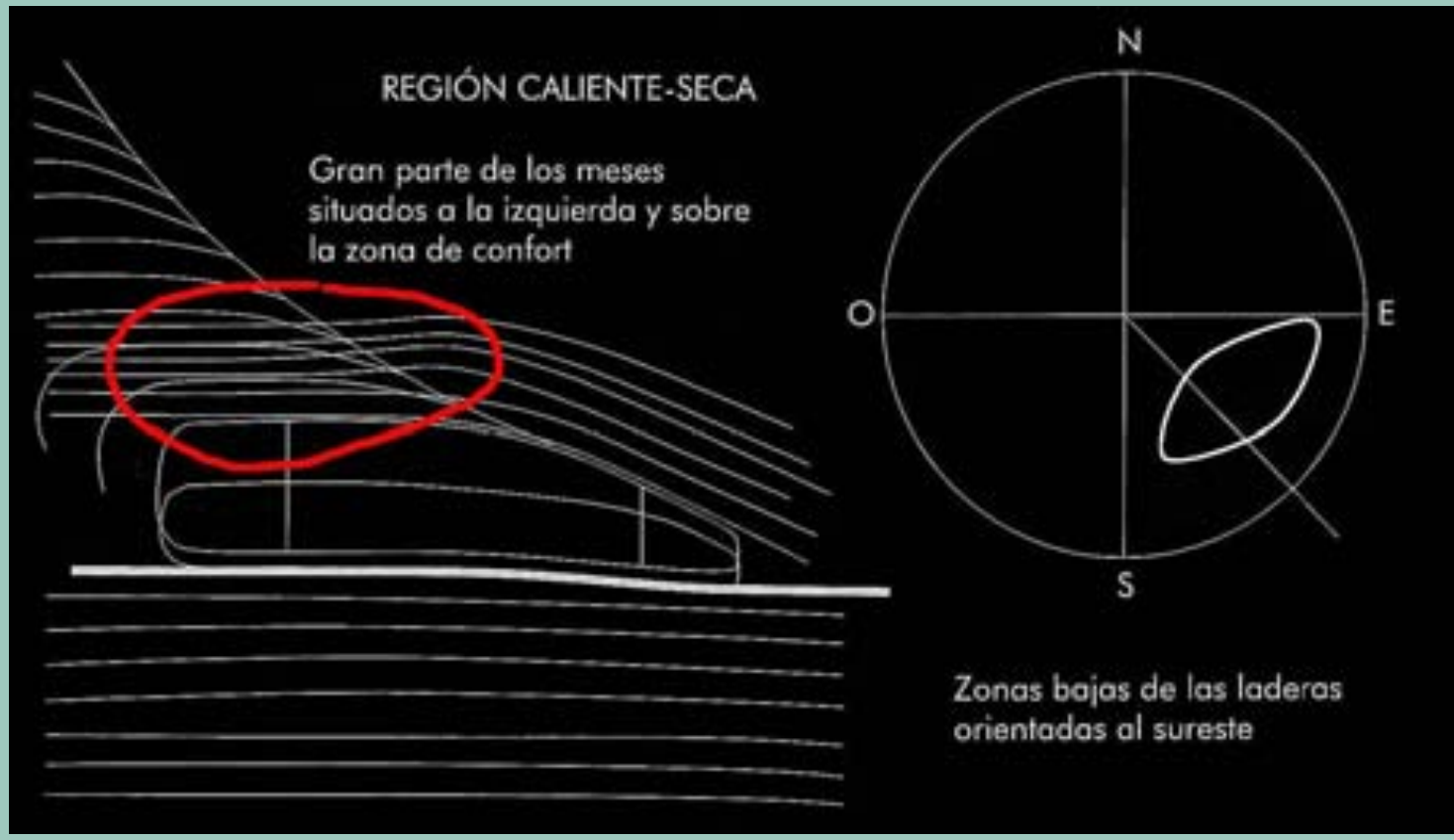
Condiciones de Confort. Estrategias

✓Mayoritariamente en la zona de confort, regiones templadas, estrategias orientadas a los meses Infra y sobrecalentados: sombra en los sobrecalentados y radiación en los meses infracalentados. Protección de los vientos dominantes y captación de las brisas.



Condiciones de Confort. Estrategias

✓La mayoría de los meses están situados a la derecha y por encima de la zona de confort, regiones calidas-húmedas. El viento como criterio predominante. Se necesita aire para secar: elección de zonas expuestas, como colinas y montañas. Elección de zonas que reciban menor radiación solar, como la norte, o que sean de fácil protección, como la sur.



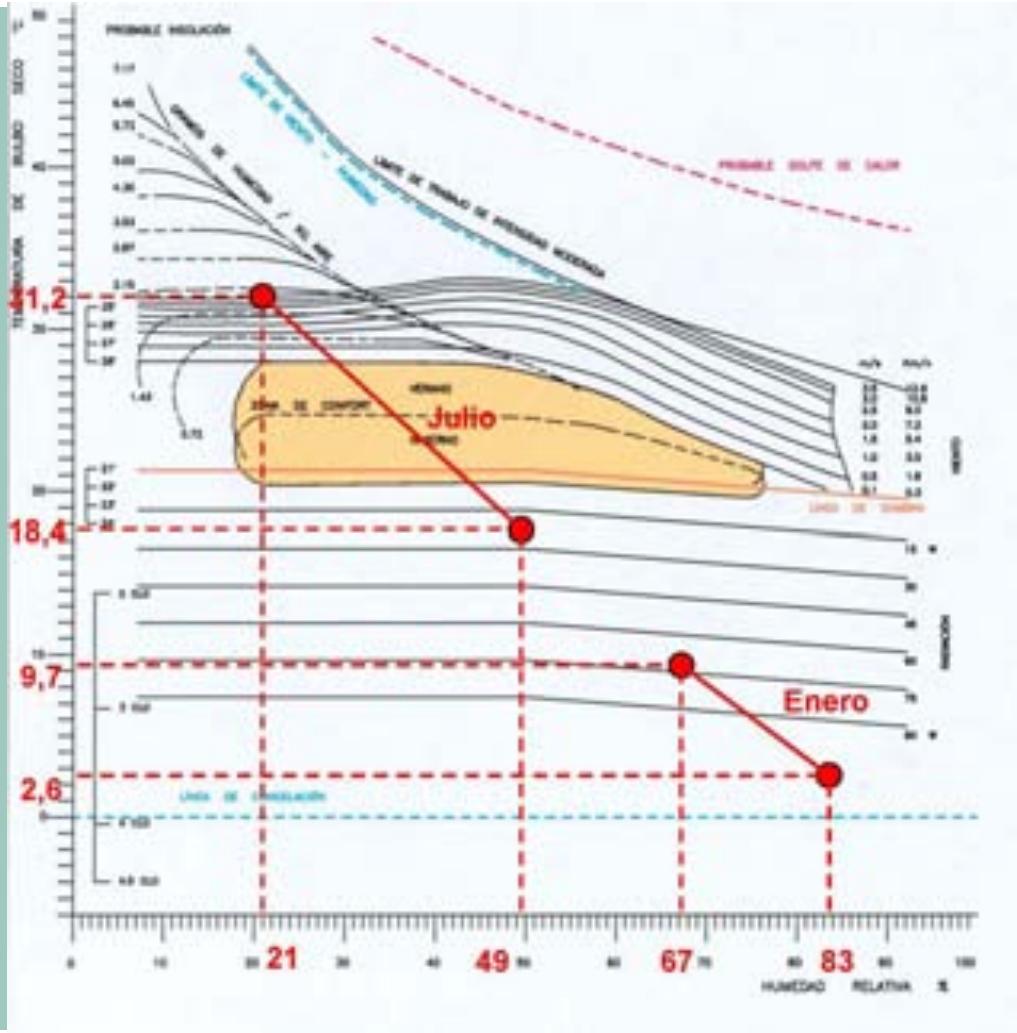
Condiciones de Confort. Estrategias

Introducción de Datos.

Ejemplo.

Enero:
T. media Máx. = 9,7 ºC
T. media Mín. = 2,6 ºC
H. relativa Máx. = 83 %
H. relativa Mín. = 67 %

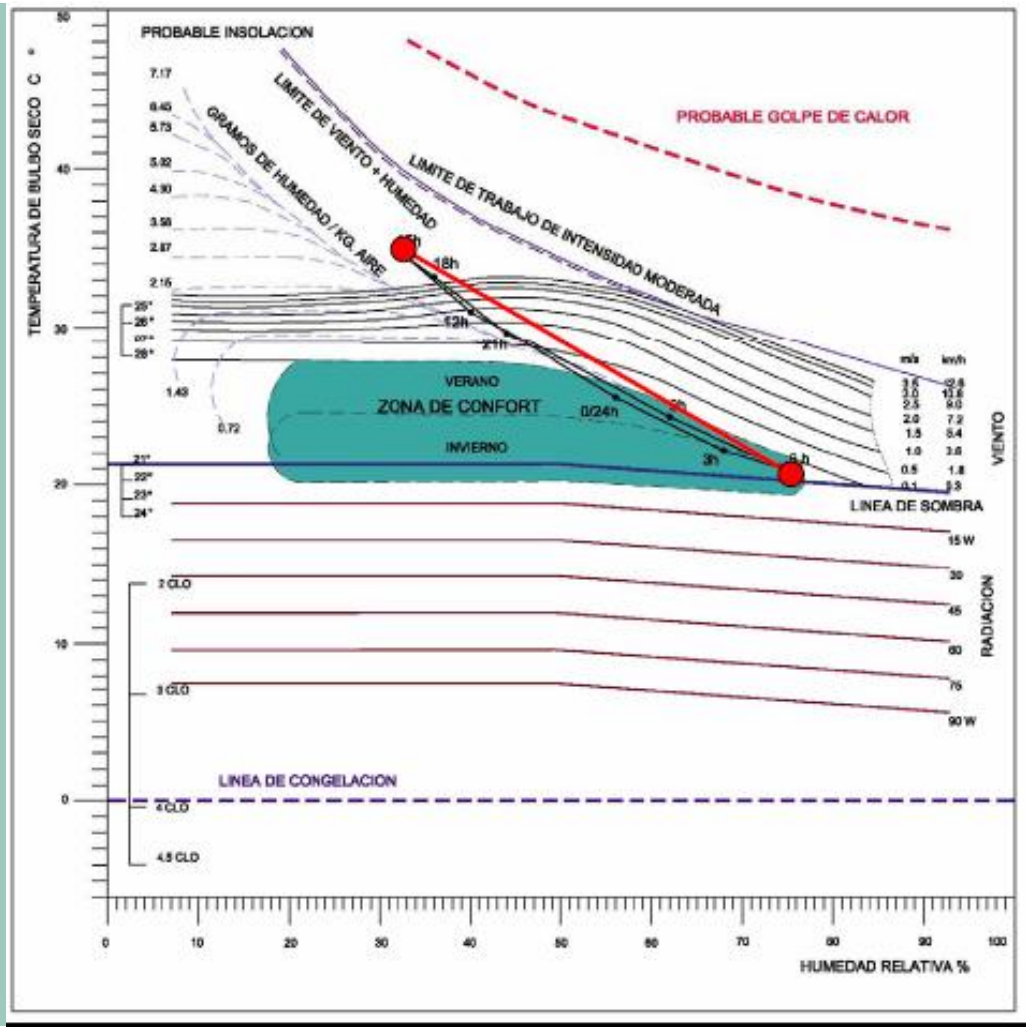
Julio:
T. media Máx. = 31,2 ºC
T. media Mín. = 18,4 ºC
H. relativa Máx. = 49 %
H. relativa Mín. = 21 %



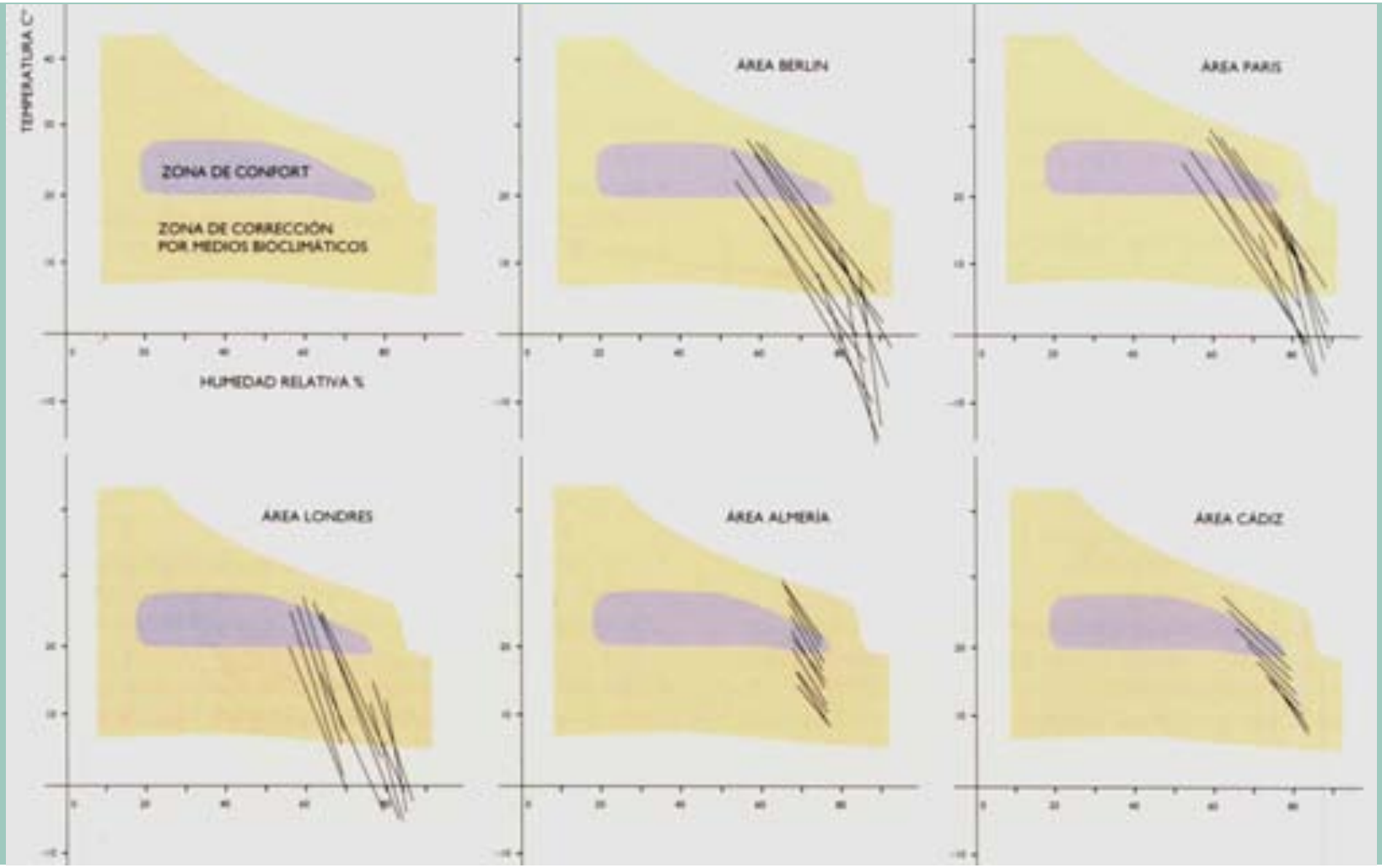
Condiciones de Confort. Estrategias

Introducción de Datos.

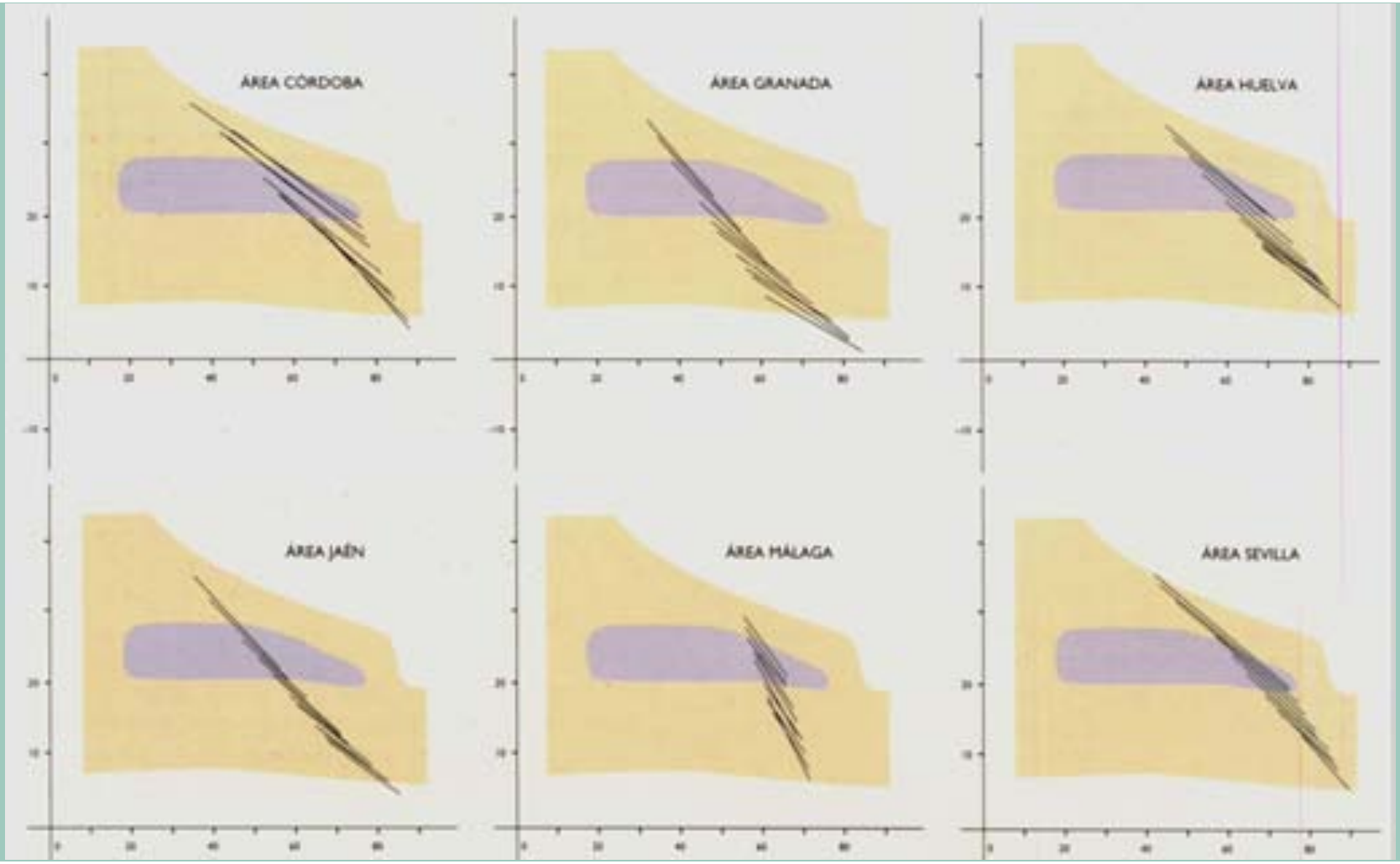
Representación de un día.



Condiciones de Confort. Estrategias



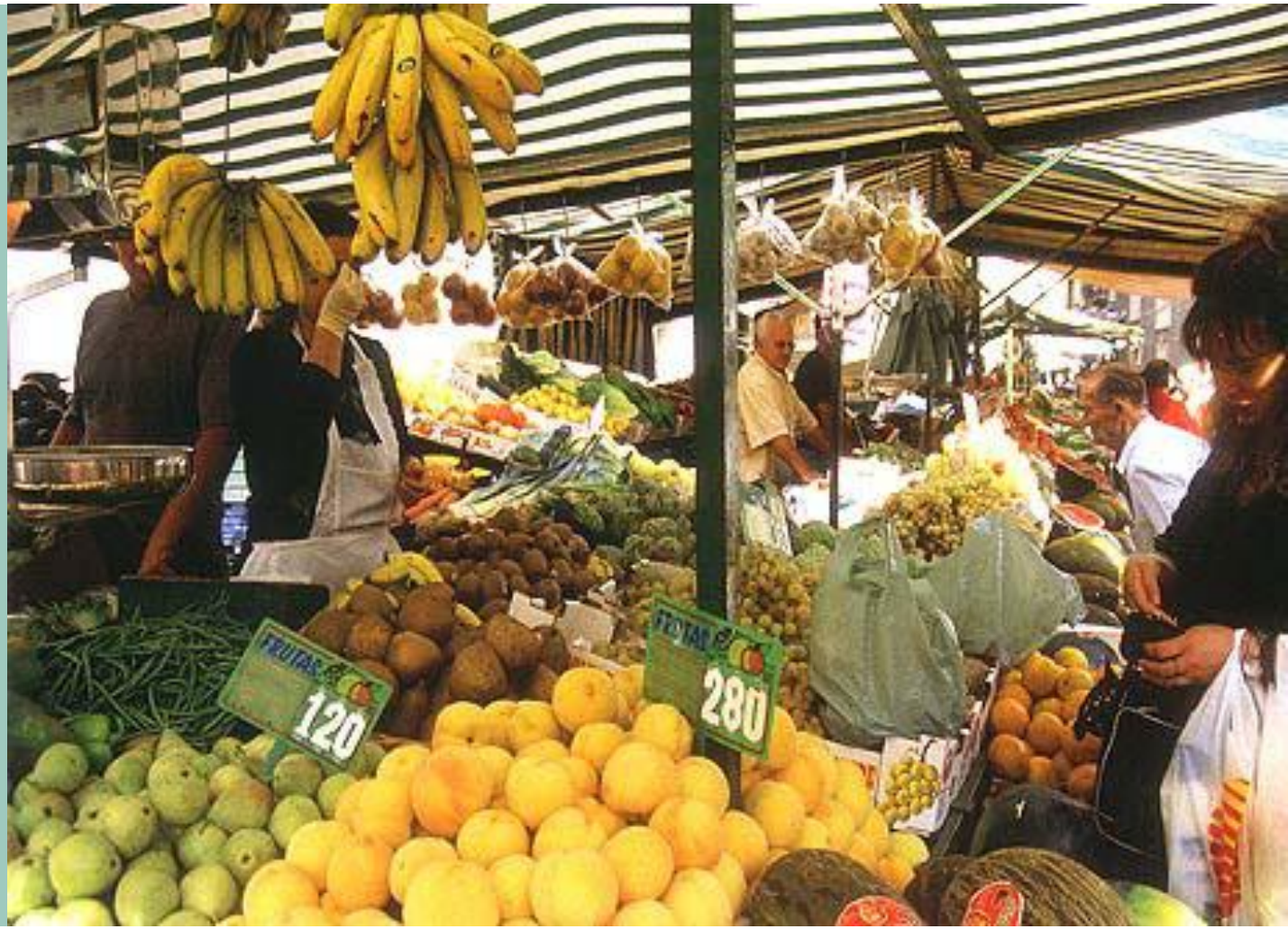
Condiciones de Confort. Estrategias



Condiciones de Confort. Estrategias

Exteriores distintas ciudades

Andalucía



Condiciones de Confort. Estrategias

Exteriores distintas ciudades

Marruecos

Condiciones de Confort. Estrategias

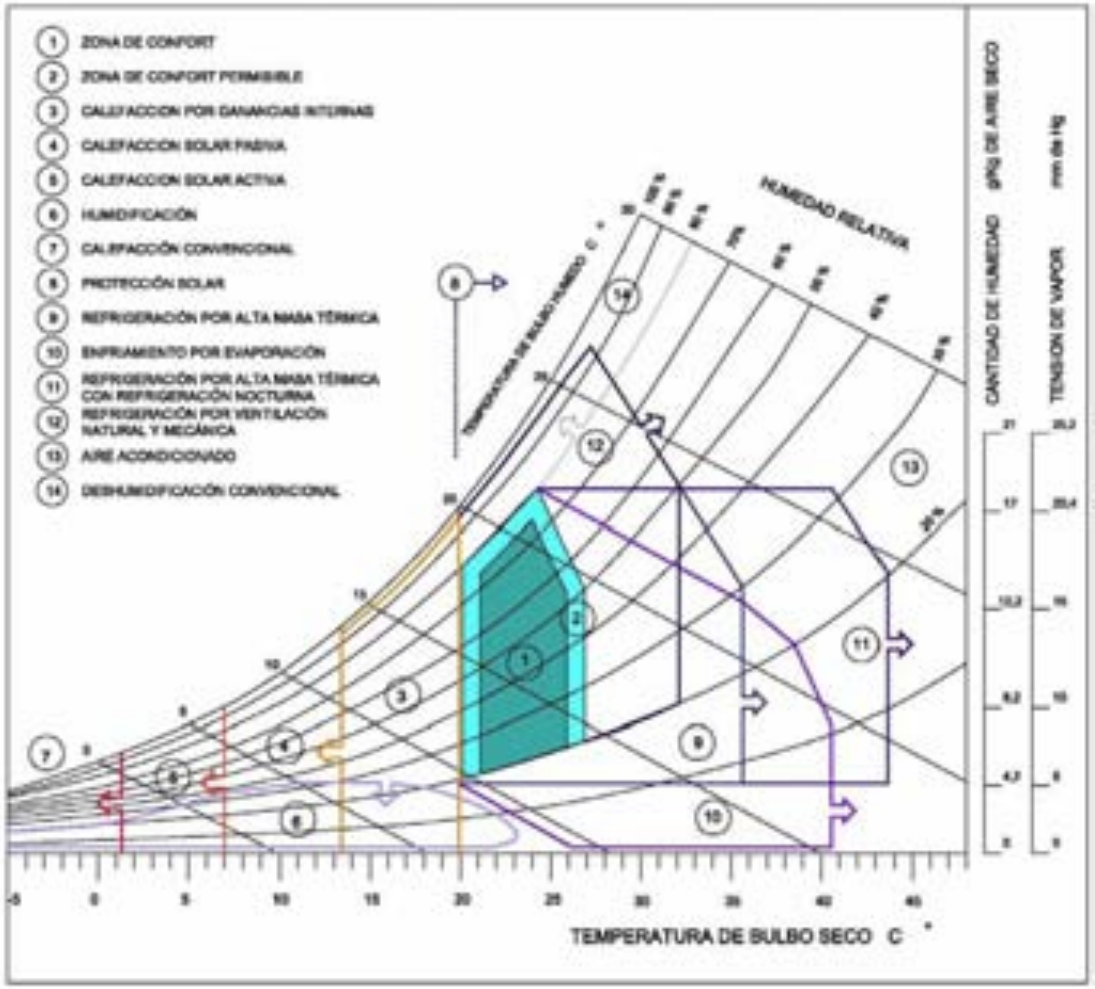
Exteriores distintas ciudades

Alemania

Condiciones de Confort. Estrategias

Diagrama de Givoni.

Es un diagrama bioclimático para edificios e introduce como variable el efecto de la propia
edificación sobre el ambiente interno. Esta variabilidad indica que para determinadas condiciones de humedad y temperatura exteriores, si la envolvente del edificio, es decir, cerramientos, ventanas, etc., se diseña de
manera adecuada nos creará unas condiciones interiores, que sin ningún tipo de ayuda mecánica, nos colocará dentro de la zona de confort. Para ello dependiendo de la localización de la envolvente, podremos aplicar unas estrategias u otras.

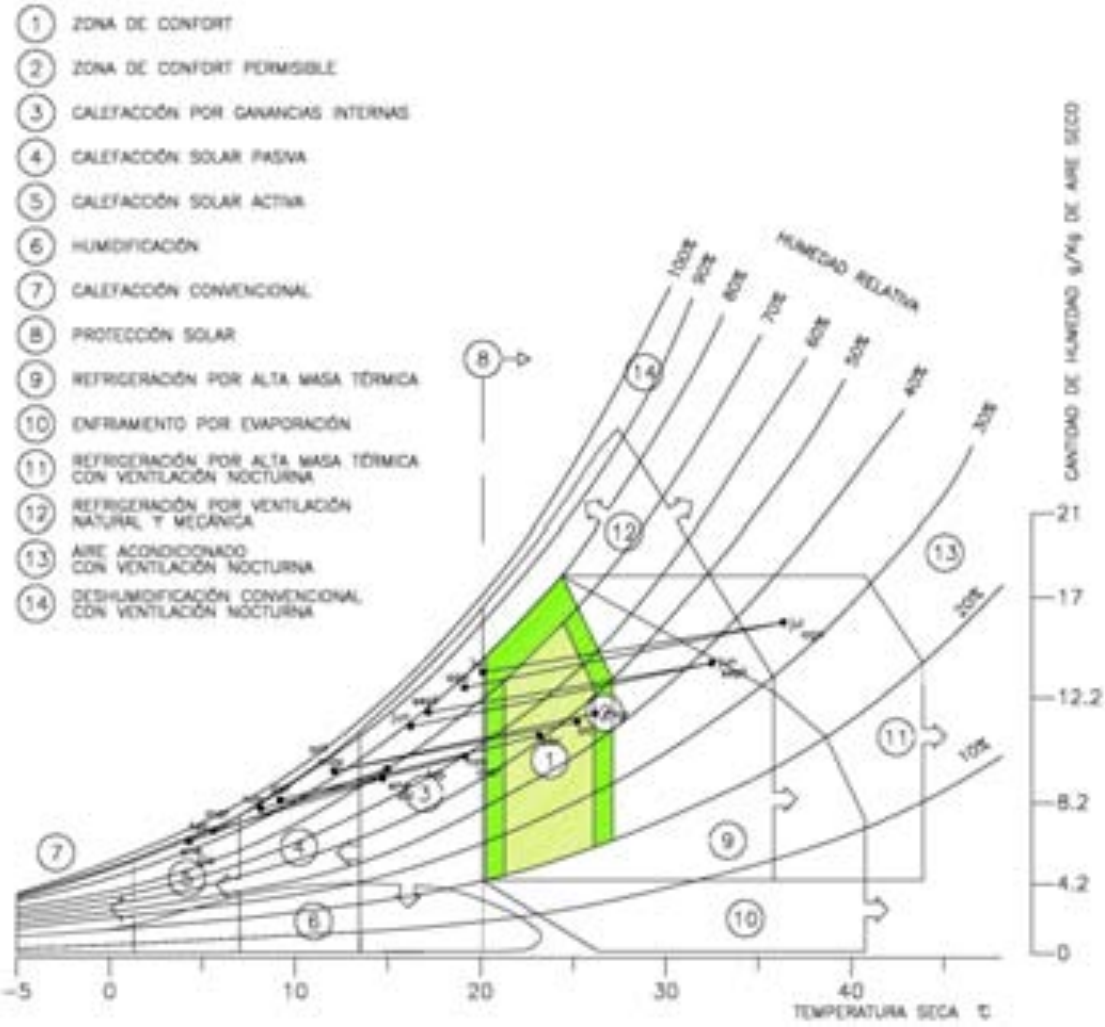


CARTA BIOCLIMATICA DE GIVONI

Condiciones de Confort. Estrategias

El diagrama utiliza los valores de Temperatura y Humedad media de cada mes.

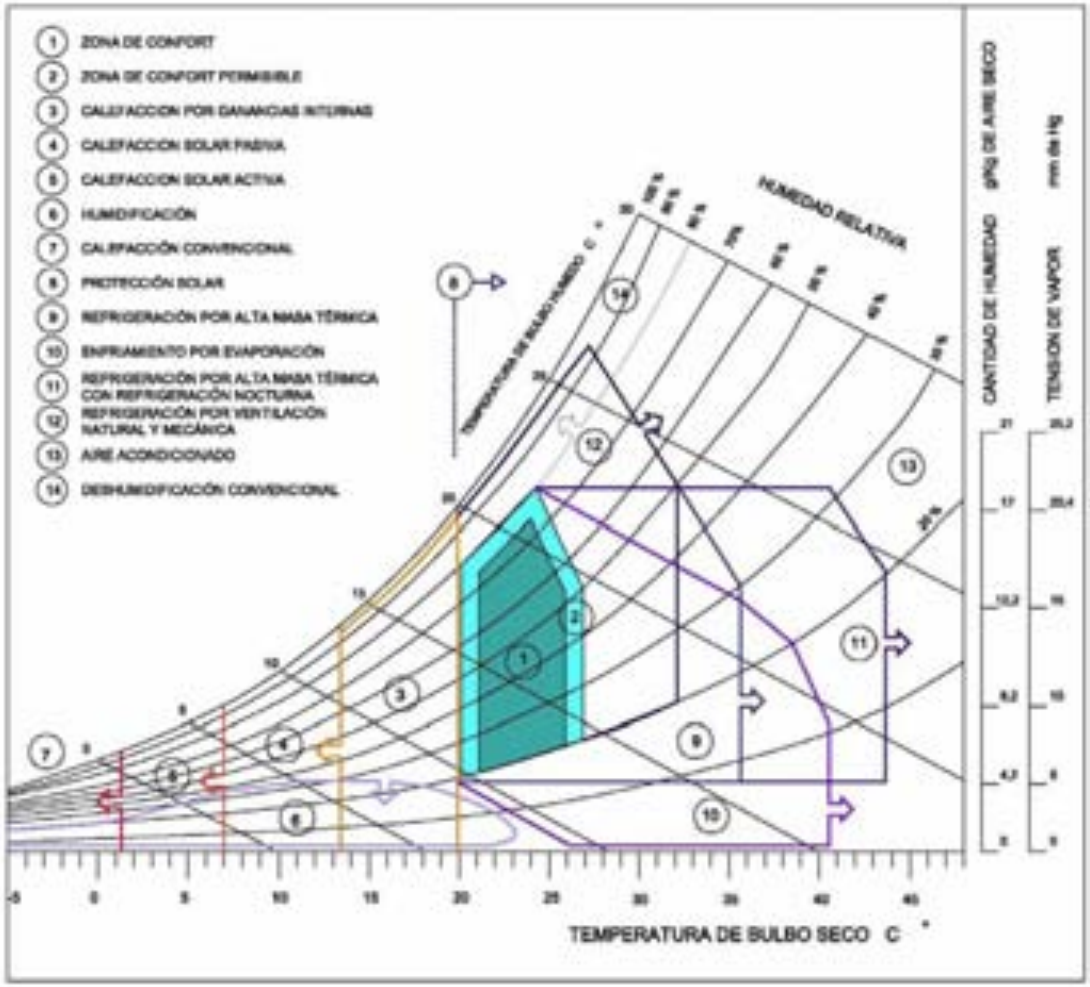
Con estos valores se obtienen 12 líneas que representan el rango de variación entre los estados máximos y mínimos medios de cada uno.



Condiciones de Confort. Estrategias

La carta se construye sobre un diagrama psicométrico y en ella se distinguen una serie de zonas características.
Una zona de bienestar térmico delimitada con la temperatura y la humedad sin tener en cuenta otros factores.

✓**Zona de confort**
Condiciones de humedad temperatura en las que el cuerpo humano requiere el mínimo gasto de energía para ajustarse al ambiente

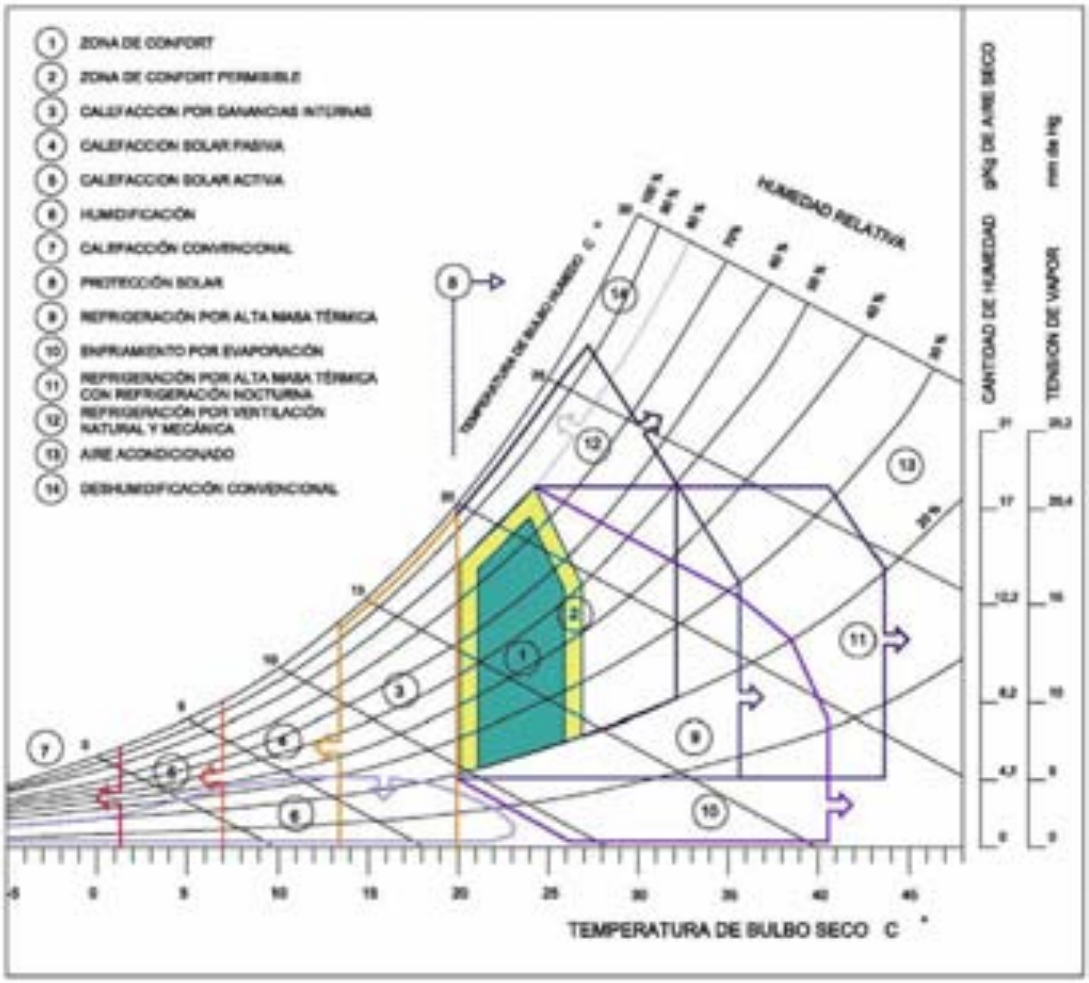


CARTA BIOCLIMATICA DE GIVONI

Condiciones de Confort. Estrategias

Una zona de bienestar ampliada por otros factores adicionales.

✓**Zona de confort permisible.**
El uso de ropas adecuadas en invierno y en verano, en el interior de la edificación, contribuye a modificar la zona de confort.
Las condiciones ya no son el mínimo gasto de energía para adaptarse al ambiente, pero la sensación térmica resulta aceptable



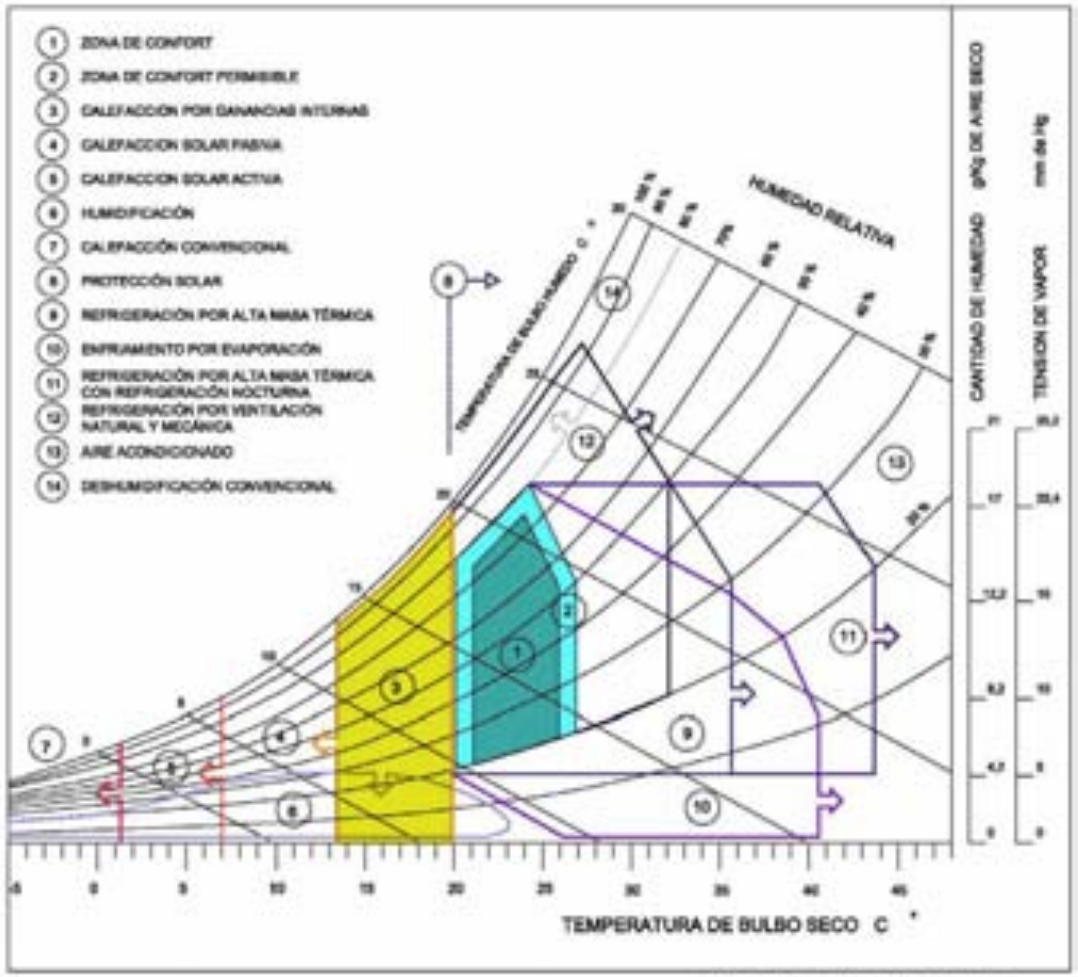
CARTA BIOCLIMATICA DE GIVONI

Condiciones de Confort. Estrategias

✓**Calefacción por ganancias internas.** Se llega al confort mediante el aumento de la temperatura ambiente del local por el hecho de habitarlo.

Ganancias aportadas por ocupantes, calor disipado por equipos electrónicos, utilización de hornos, cocinas, etc.:

- Irradiancia de las personas a los cuerpos de su entorno (si la temperatura de éstos es menor)
- Calor metabólico disipado por la actividad corporal de las personas (cuanto más activas mayor calor).



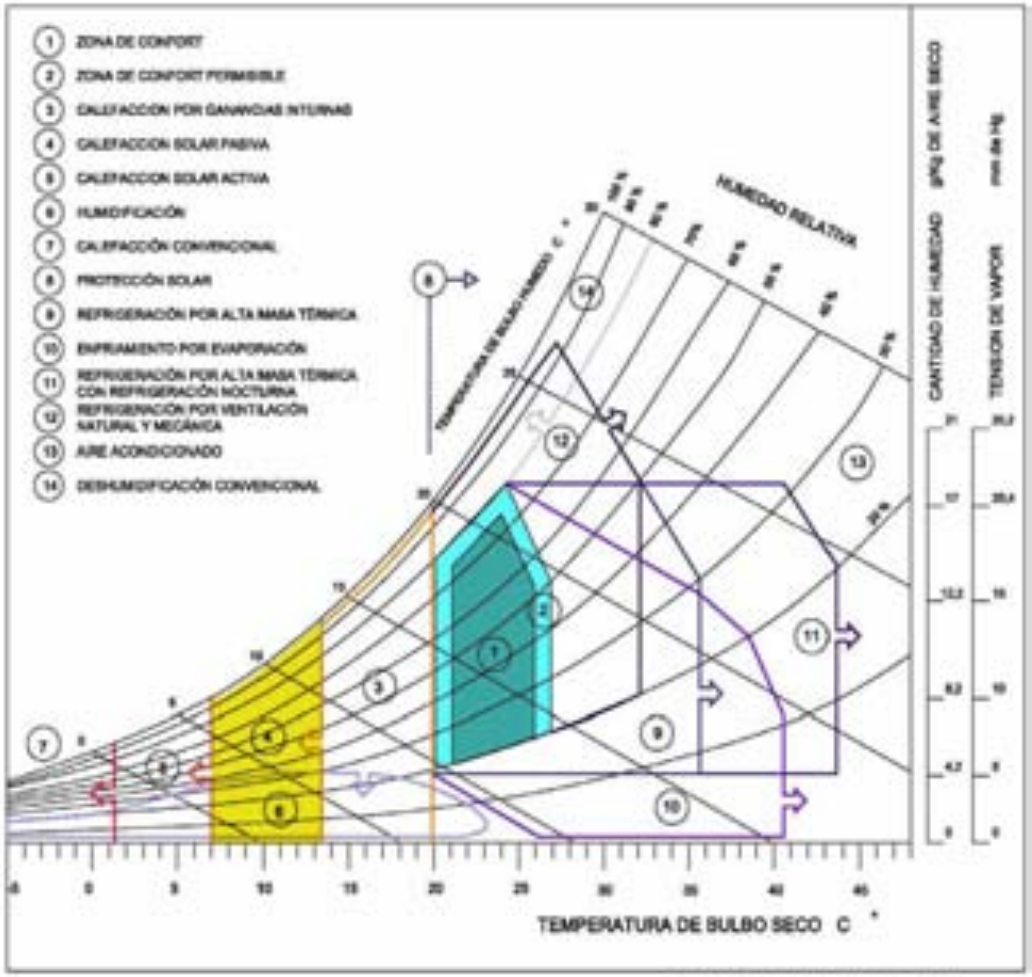
CARTA BIOCLIMATICA DE GIVONI

Condiciones de Confort. Estrategias

✓**Calefacción solar pasiva.**
Se llega al confort en el interior de las edificaciones mediante el aprovechamiento pasivo de la energía solar.

Favorecer la captación solar, la acumulación en elementos adecuados y la regulación de su distribución.

Tres sistemas de aprovechamiento solar:
- Directos: la estancia se calienta por la acción directa de la radiación solar
- Indirectos: la radiación solar influye primero en una masa térmica que se sitúa entre el sol y la estancia a calefactor
- Independientes: la captación solar y la acumulación están separadas del local a calefactor.



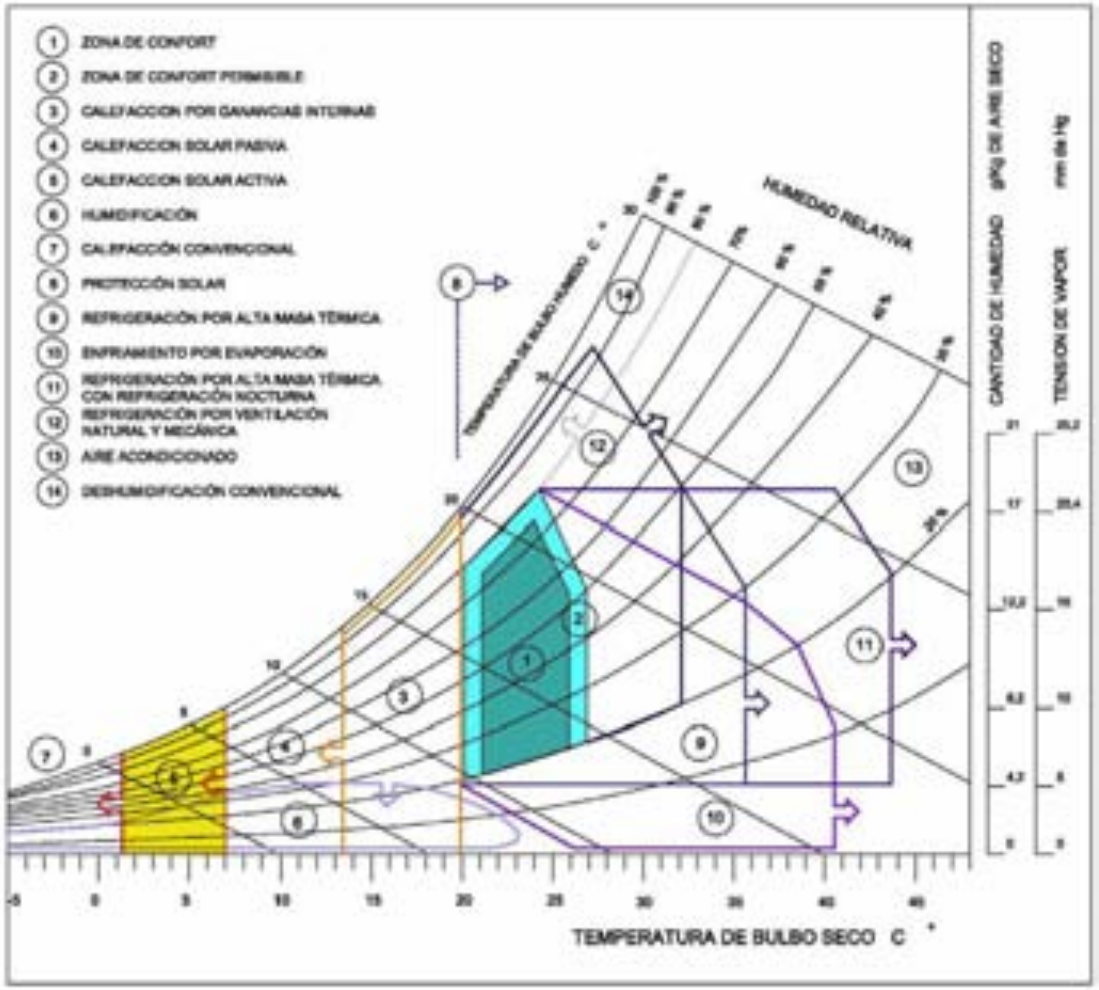
CARTA BIOCLIMATICA DE GIVONI

Condiciones de Confort. Estrategias

✓**Calefacción solar activa.** Se llega al confort en el interior de las edificaciones mediante el aprovechamiento activo de la energía solar.

Favorecer la captación solar, la acumulación en elementos adecuados y la regulación de su distribución con mecanismos que aumentan el rendimiento.

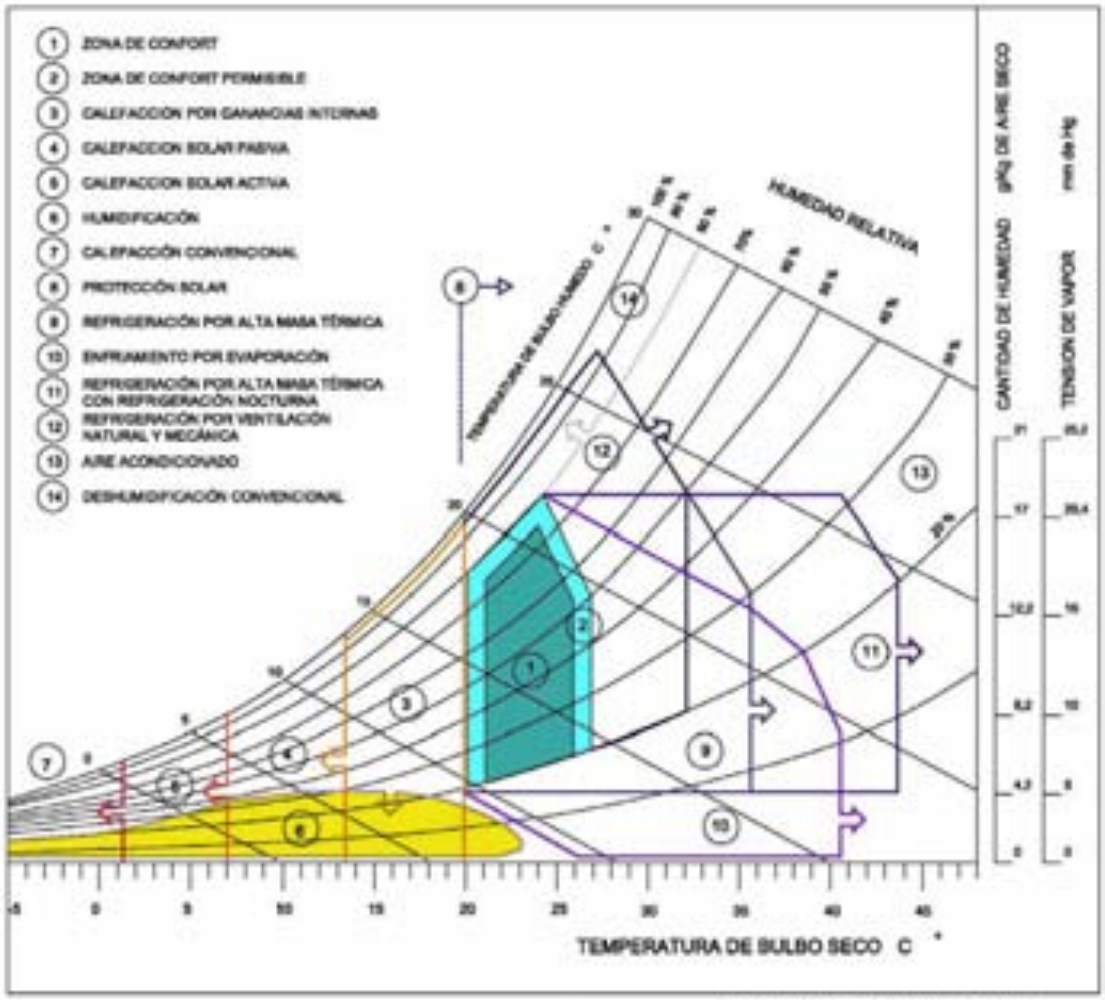
Necesario el uso de energía convencional para mecanismos de apoyo:
- Colectores solares
- Paneles fotovoltaicos



CARTA BIOCLIMATICA DE GIVONI

Condiciones de Confort. Estrategias

✓**Humidificación.**
Se llega al confort en el interior de las edificaciones mediante el aumento de la humedad relativa, acompañado, en general, por sistemas de calefacción.

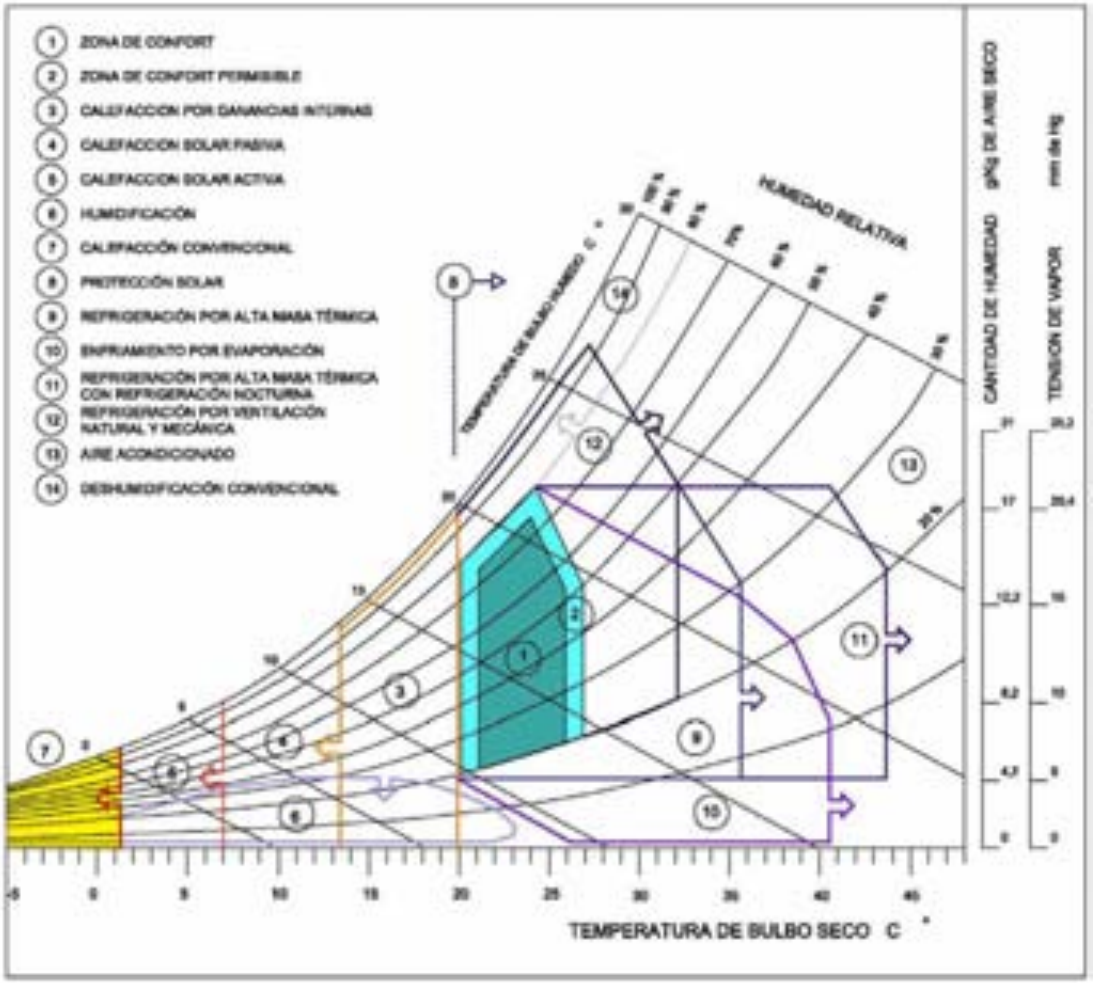


CARTA BIOCLIMATICA DE GIVONI

Condiciones de Confort. Estrategias

✓**Calefacción convencional.**
No se puede llegar al confort en el interior de las edificaciones mediante el empleo técnicas bioclimáticas activas y pasivas.

Es necesario el empleo de calefacción convencional, con producción de calor mediante el empleo de algún tipo de energía.



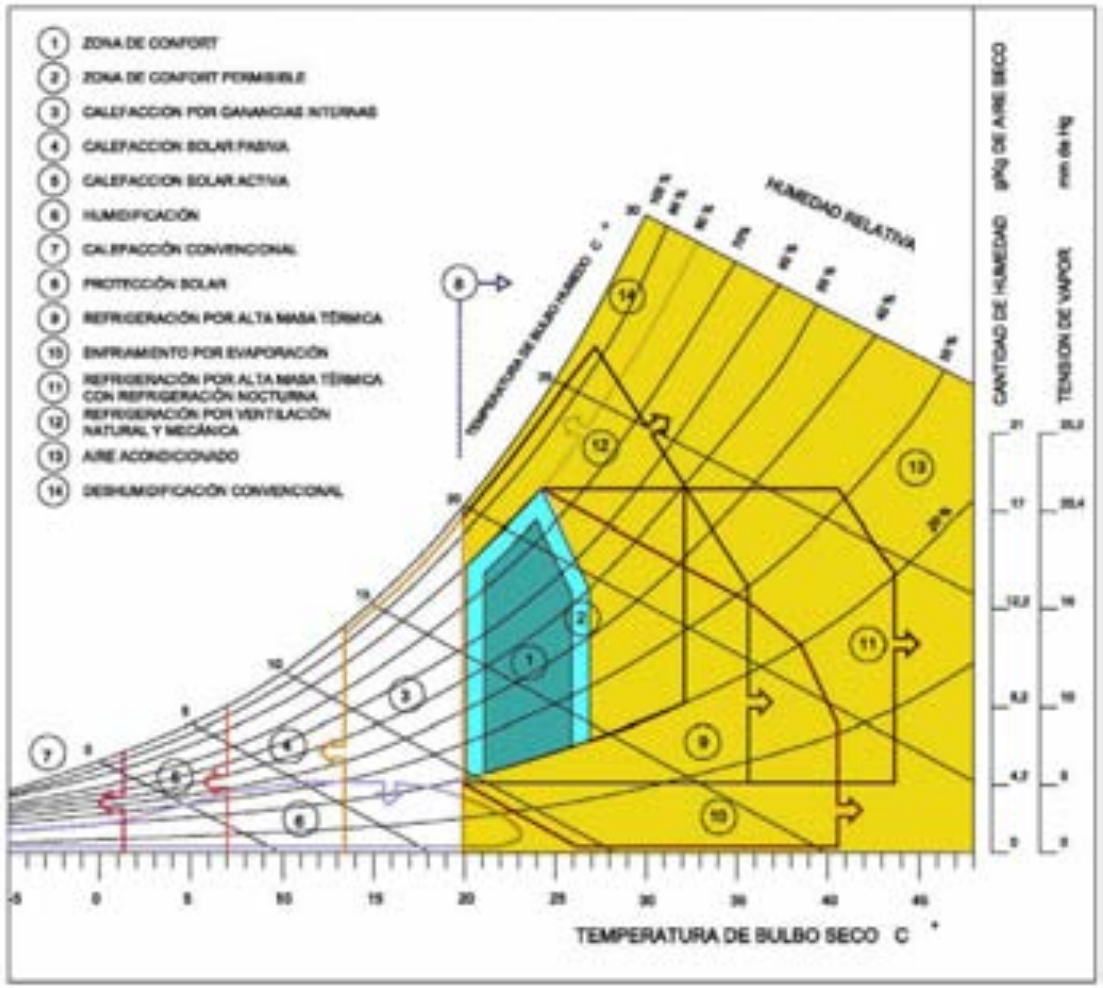
CARTA BIOCLIMATICA DE GIVONI

Condiciones de Confort. Estrategias

✓**Protección solar.**
Protección solar a partir de los 20ºC. Evitar la incidencia de la radiación solar directa sobre la envolvente de la edificación. Diseño que permita la protección en épocas cálidas y la captación en la época que sea necesaria.

Depende de diversos factores:
- El sol: Orientación
- Cantidad de radiación solar: Latitud
- Ángulo de incidencia: Posición geográfica

Imposibilidad de estandarización rígida _ Diseño específico.

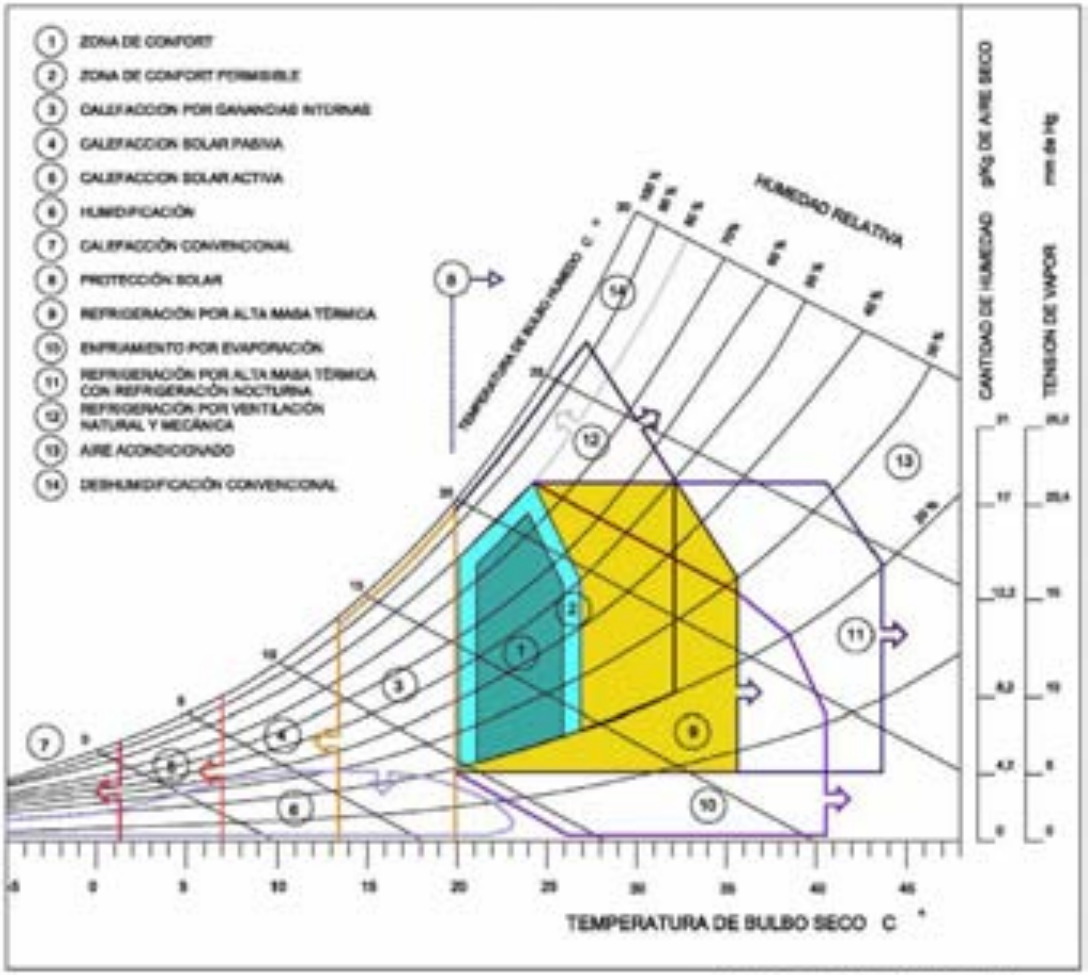


CARTA BIOCLIMATICA DE GIVONI

Condiciones de Confort. Estrategias

✓**Refrigeración por alta masa térmica.**
Necesidad de reducir la temperatura del interior de la edificación mediante el amortiguamiento de la onda térmica exterior, consiguiendo que los máximos de la onda al interior estén próximos a la temperatura de confort.

Parámetros que influyen: número de capas y espesor, tipo de acabado y color, posición relativa del aislamiento respecto al resto de capas.



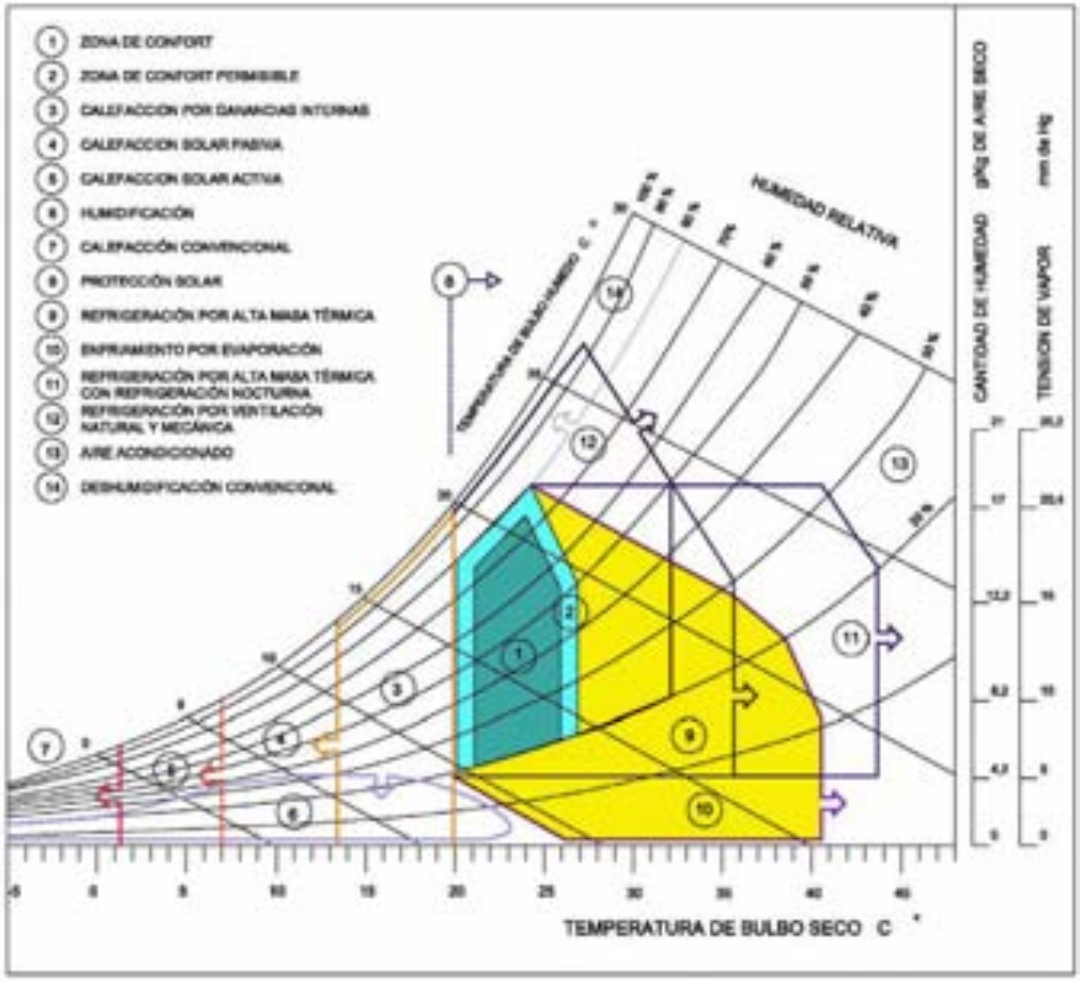
CARTA BIOCLIMATICA DE GIVONI

Condiciones de Confort. Estrategias

✓**Enfriamiento por evaporación.**
Una corriente de aire seco y cálido pasa sobre una superficie de agua, parte de la cual se evapora produciendo un doble efecto positivo: descenso de la temperatura por la energía utilizada en el proceso de evaporación y aumento de la humedad ambiental.
Zonas calientes y secas:
- Condiciones de sobrecalentamiento
- Escasa humedad en el ambiente interior.

Efecto combinado:
- Disminución de la temperatura por medio del calor absorbido al producirse la evaporación de agua
- Aumento de la humedad relativa si se está en la parte baja del diagrama.

Funcionamiento con:
- Presencia de masa de agua o masa húmeda.



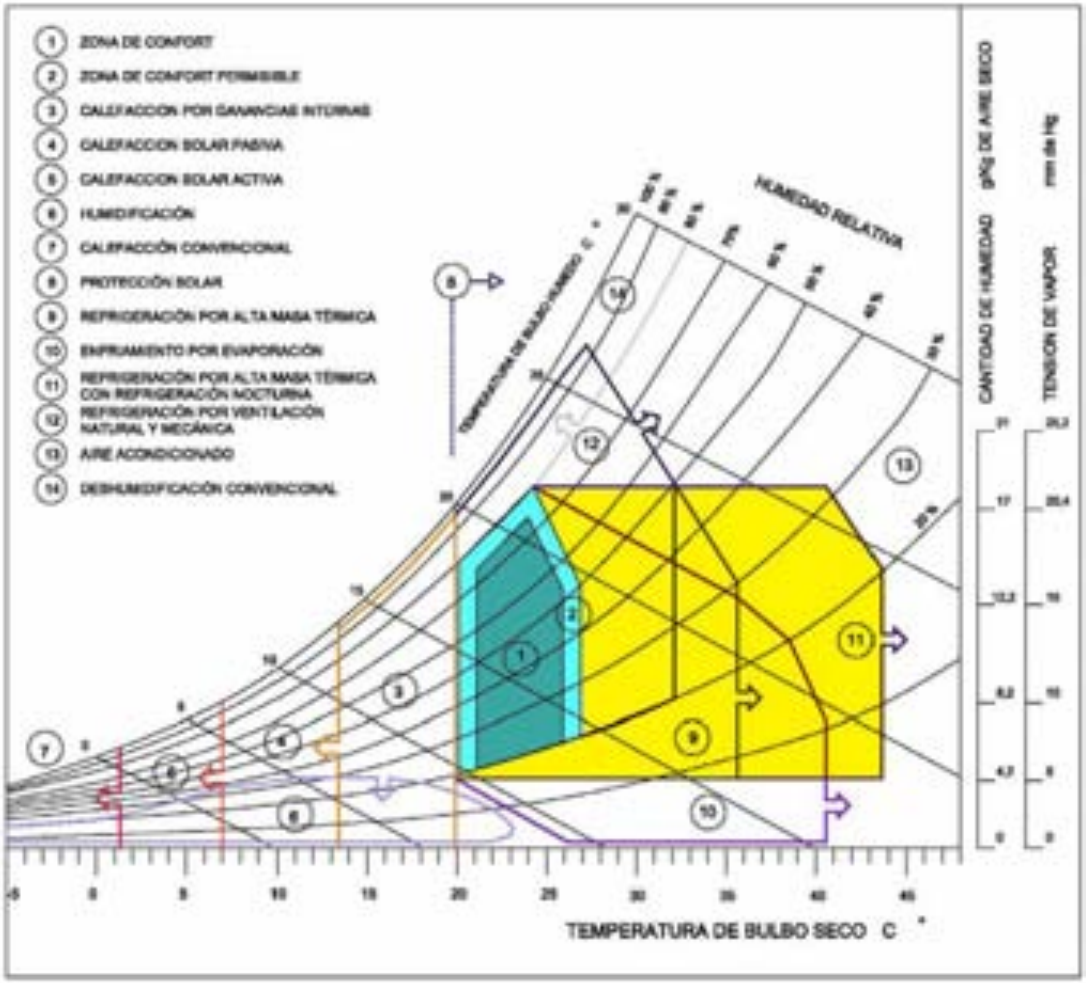
CARTA BIOCLIMATICA DE GIVONI

Condiciones de Confort. Estrategias

✓**Refrigeración por alta masa térmica con ventilación nocturna.**
Necesario fomentar el desfase entre las condiciones exteriores y la respuesta interior.

En el proceso de enfriamiento nocturno intervienen dos conceptos:

- En la refrigeración pasiva la disipación se realiza fundamentalmente por la noche y es una "acumulación de frío" absorbiendo en el día el calor del espacio de la habitación. Disipación a través de paramentos del edificio.
- Ventilación nocturna

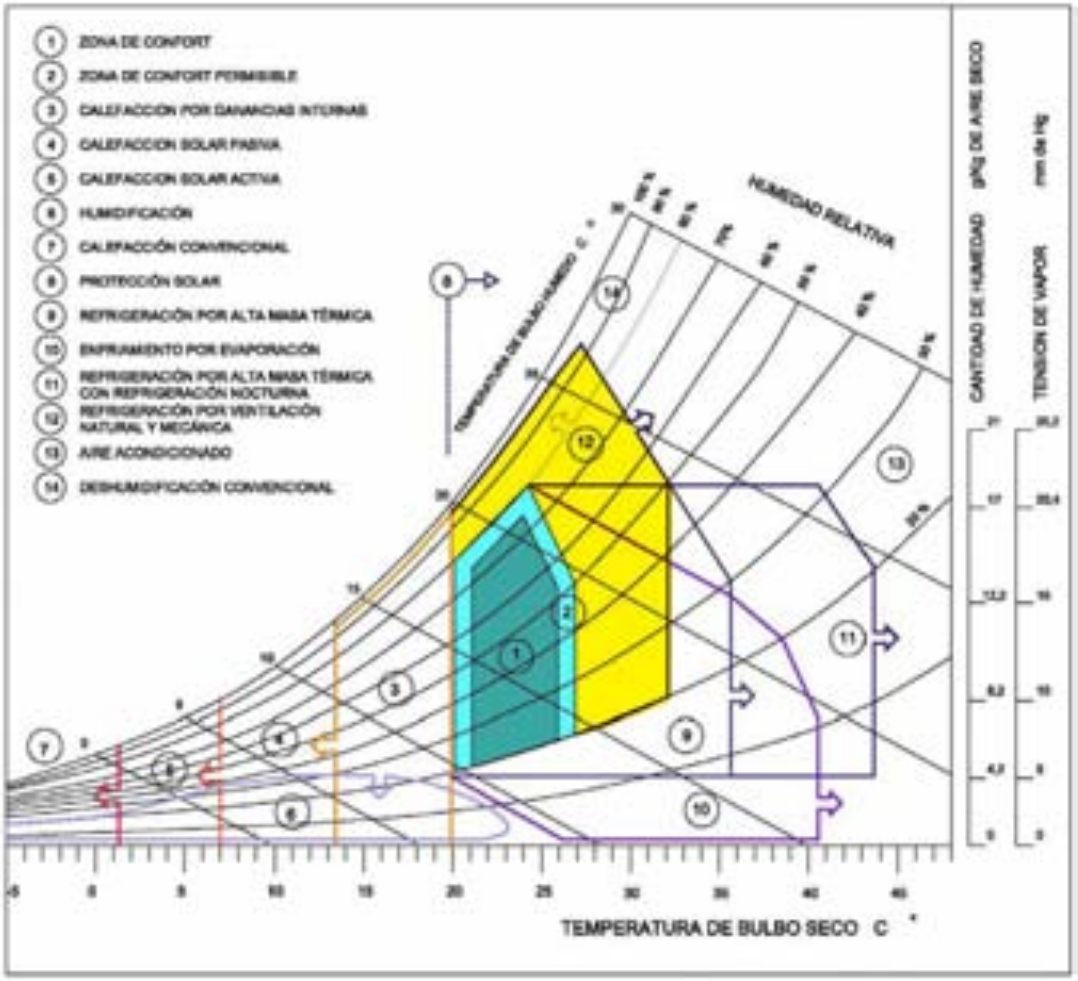


CARTA BIOCLIMATICA DE GIVONI

Condiciones de Confort. Estrategias

✓**Refrigeración por ventilación natural y mecánica.**
Ventilación para renovación del aire interior, eliminando el aire viciado, con exceso de vapor de agua. Se mejora la sensación térmica.

Cuidado con las zonas que no puedan garantizar un funcionamiento correcto debido a un gran porcentaje de calmas en el régimen general de vientos, debiendo adoptar otro tipo de sistema de refrigeración como principal, y dejando la ventilación como elemento de apoyo.

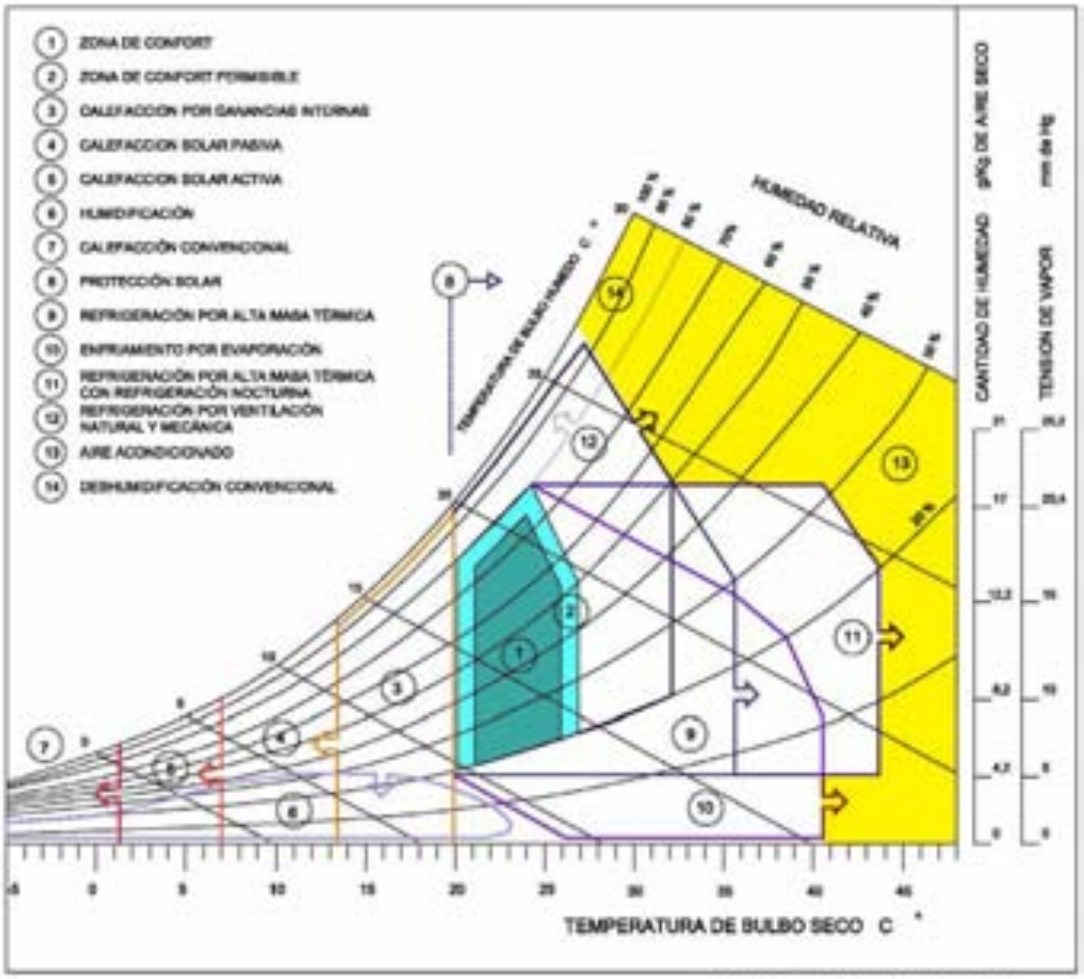


CARTA BIOCLIMATICA DE GIVONI

Condiciones de Confort. Estrategias

✓**Aire acondicionado.**
La disminución de la temperatura para alcanzar el confort se debe realizar mediante equipos de aire acondicionado.

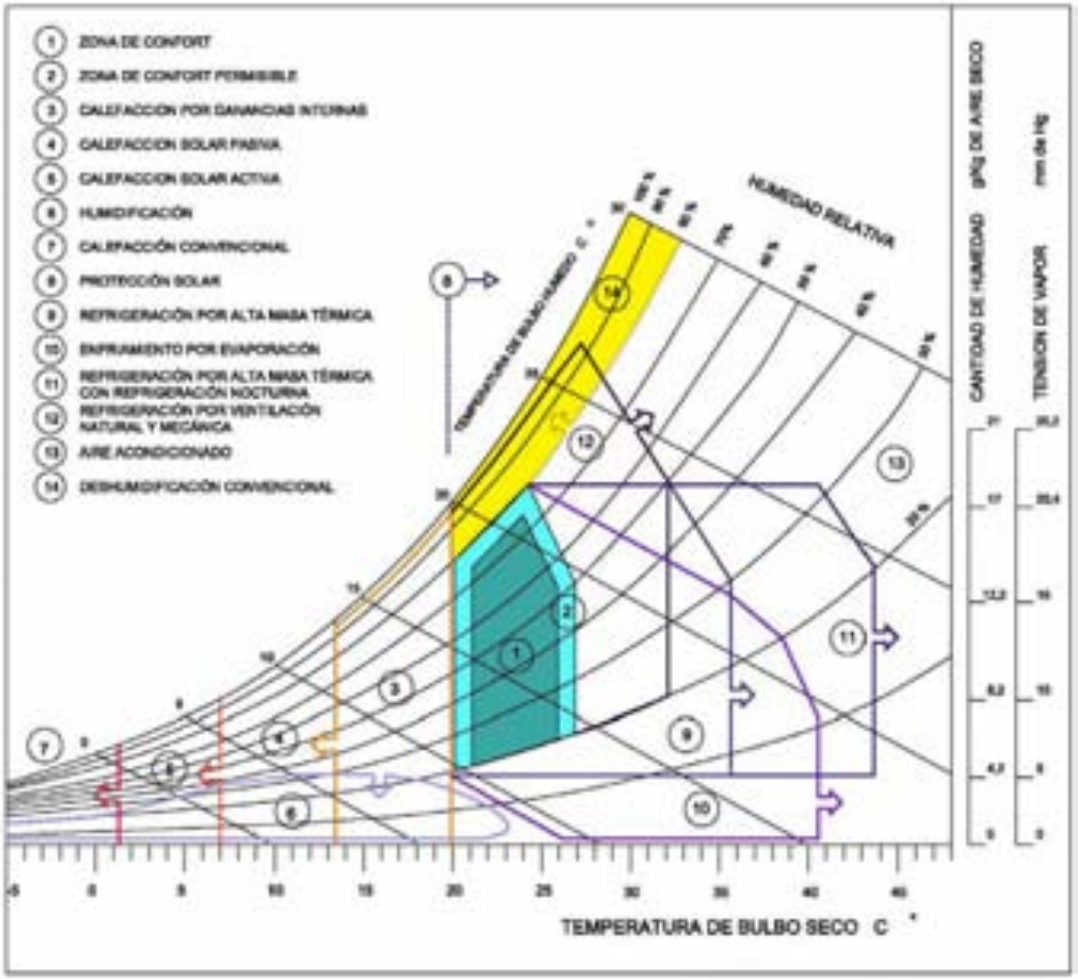
Con un buen diseño del edificio este sistema puede ser de apoyo y no prioritario, reduciendo el consumo energético



CARTA BIOCLIMATICA DE GIVONI

Condiciones de Confort. Estrategias

✓**Deshumidificación convencional.**
Se llega al confort mediante la desecación del aire.

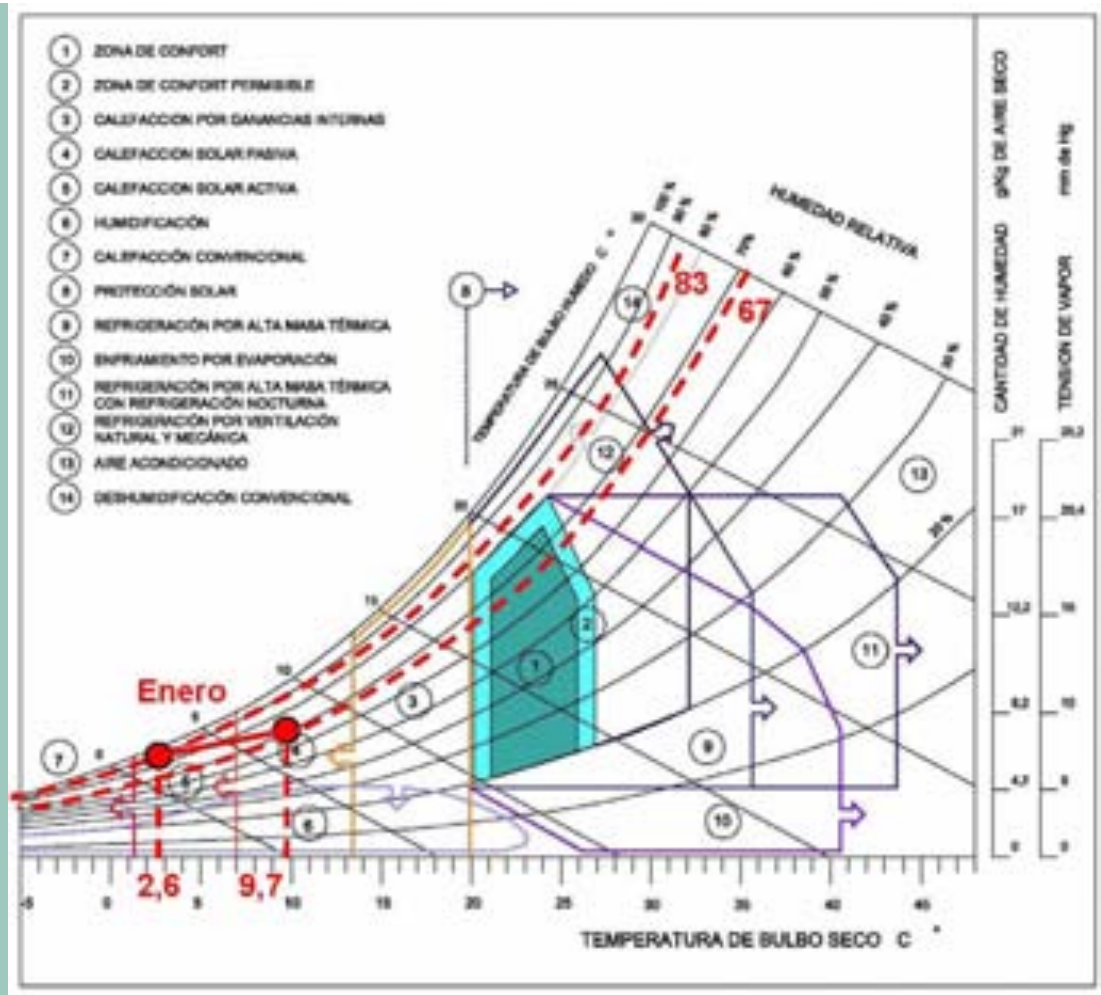


CARTA BIOCLIMATICA DE GIVONI

Condiciones de Confort. Estrategias

Introducción de datos.
Representados cada mes del año con una línea, cuyos extremos corresponden a los valores máximos y mínimos medios de temperatura y humedad relativa.

Ejemplo.
Enero:
T. Media Máx. = 9,7 ºC
T. Media Mín. = 2,6 ºC
H. relativa Máx. = 83 %
H. relativa Mín. = 67 %



CARTA BIOCLIMATICA DE GIVONI

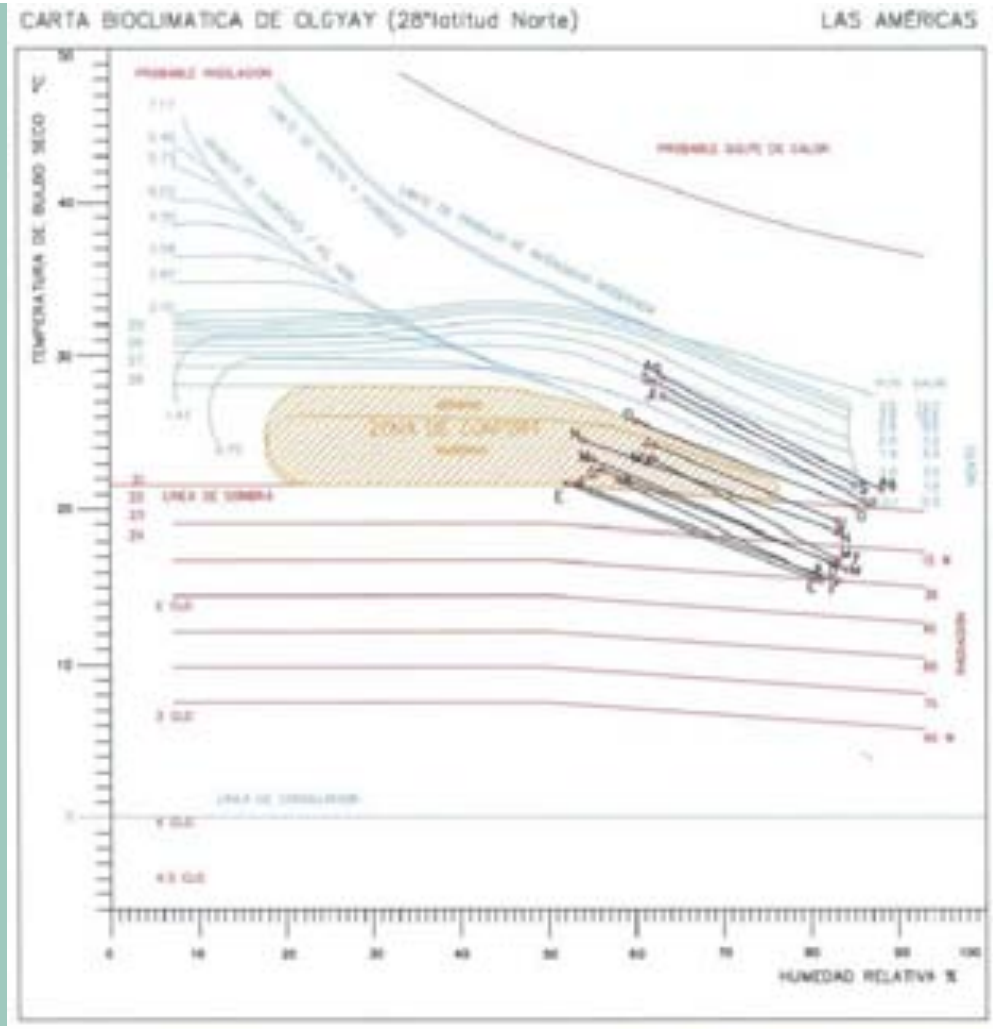
Condiciones de Confort. Estrategias

Ejemplos de Aplicación

ESTRATEGIAS

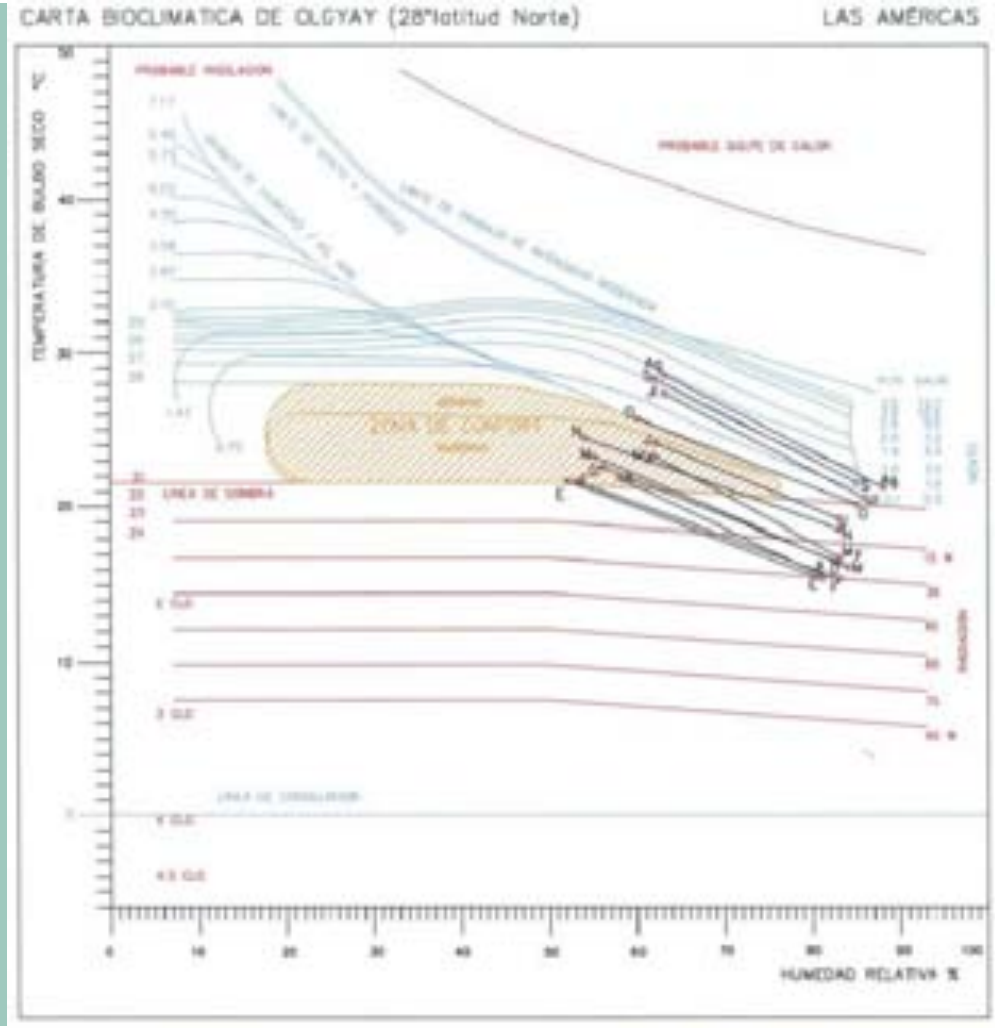
1.El invierno es muy benigno, con temperaturas medias mínimas superiores a los 15,3ºC y las medias máximas superiores a 21,6 ºC en los meses más fríos (enero y febrero). De modo que, durante el día, la radiación solares suficiente para estar en condiciones de confort.

También es necesario poder estar a la sombra en las horas centrales del día.



Condiciones de Confort. Estrategias

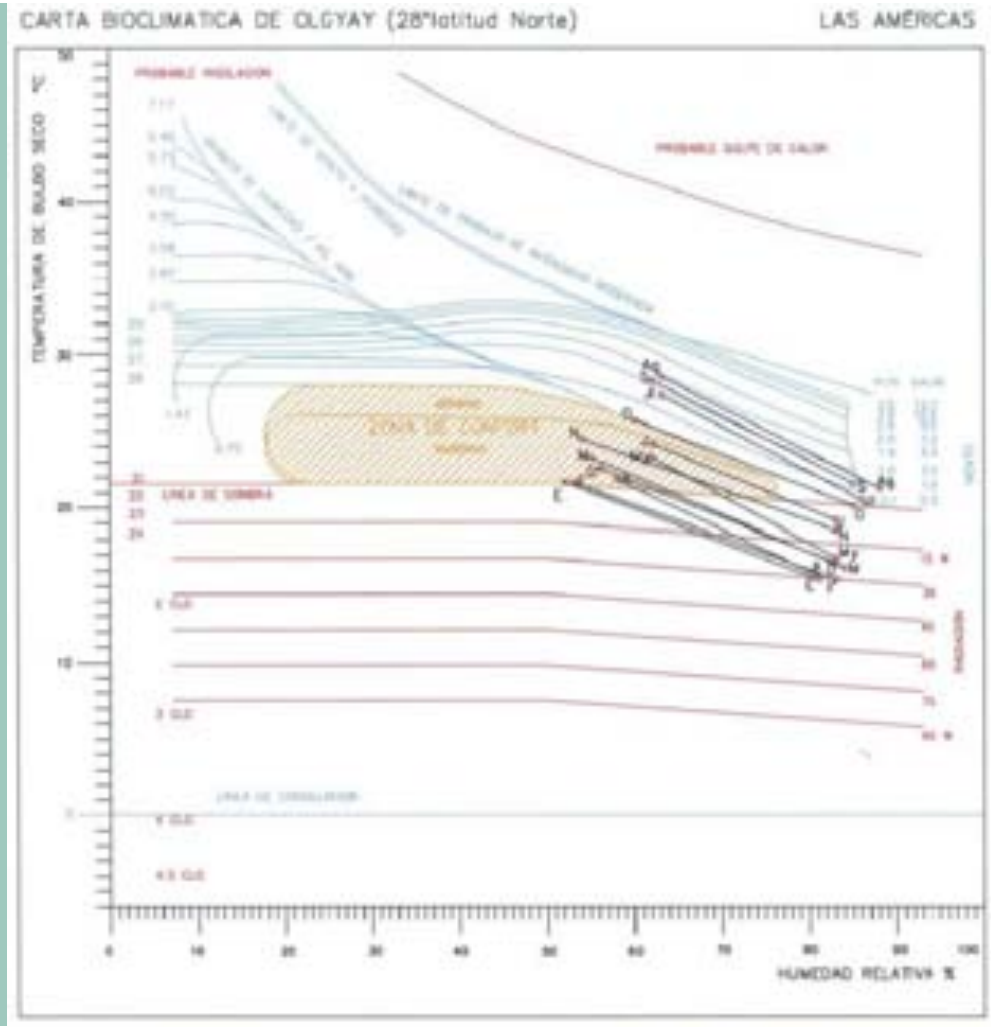
2.Durante los meses de diciembre, marzo, abril y mayo, aún más suaves, ocurre algo similar, con temperaturas medias mínimas por encima de los 15,7 ºC y máximas alrededor de los 22ºC, y necesitaremos igualmente estar a la sombra en las horas centrales del día.



Condiciones de Confort. Estrategias

3.En junio, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre, para alcanzar el confort, es necesario poder estar a la sombra prácticamente todo el día, ya que se alcanzan temperaturas superiores a los 24 ºC y humedades por encima del 62 % de mínima.

4.Durante los meses de julio, agosto y septiembre, además de estar a la sombra, necesitaremos una velocidad del aire entre 0,5 y 1, 5 m/s para estar en confort.

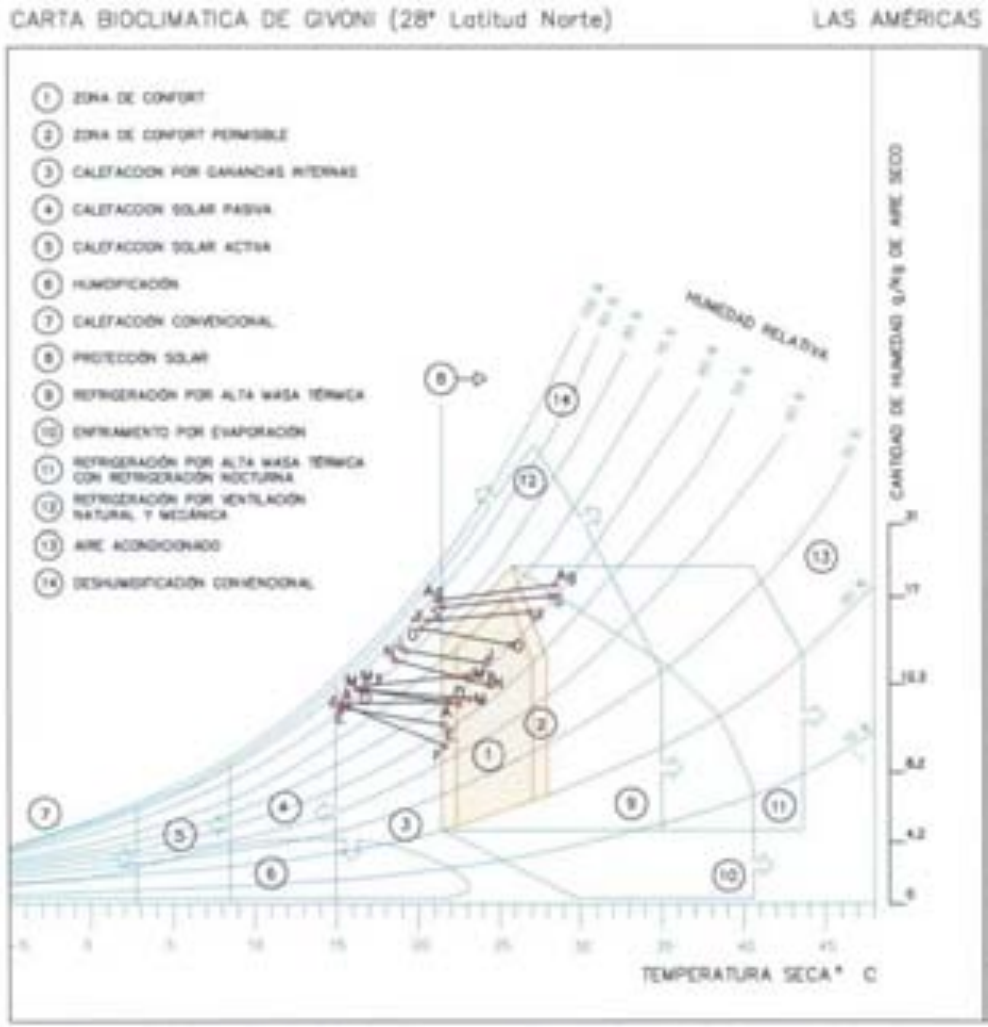


Condiciones de Confort. Estrategias

ESTRATEGIAS

1.Una adecuada inercia térmica unida a un diseño que favorezca la ventilación necesaria, conseguirán el confort durante los meses más cálidos del año (julio, agosto y septiembre)

2.El resto del año, en el interior de la edificación se mantendrán las condiciones de confort en los momentos más fríos del día, sencillamente por las ganancias térmicas debidas a la ocupación y en los momentos más cálidos, con unas protecciones solares adecuadas.

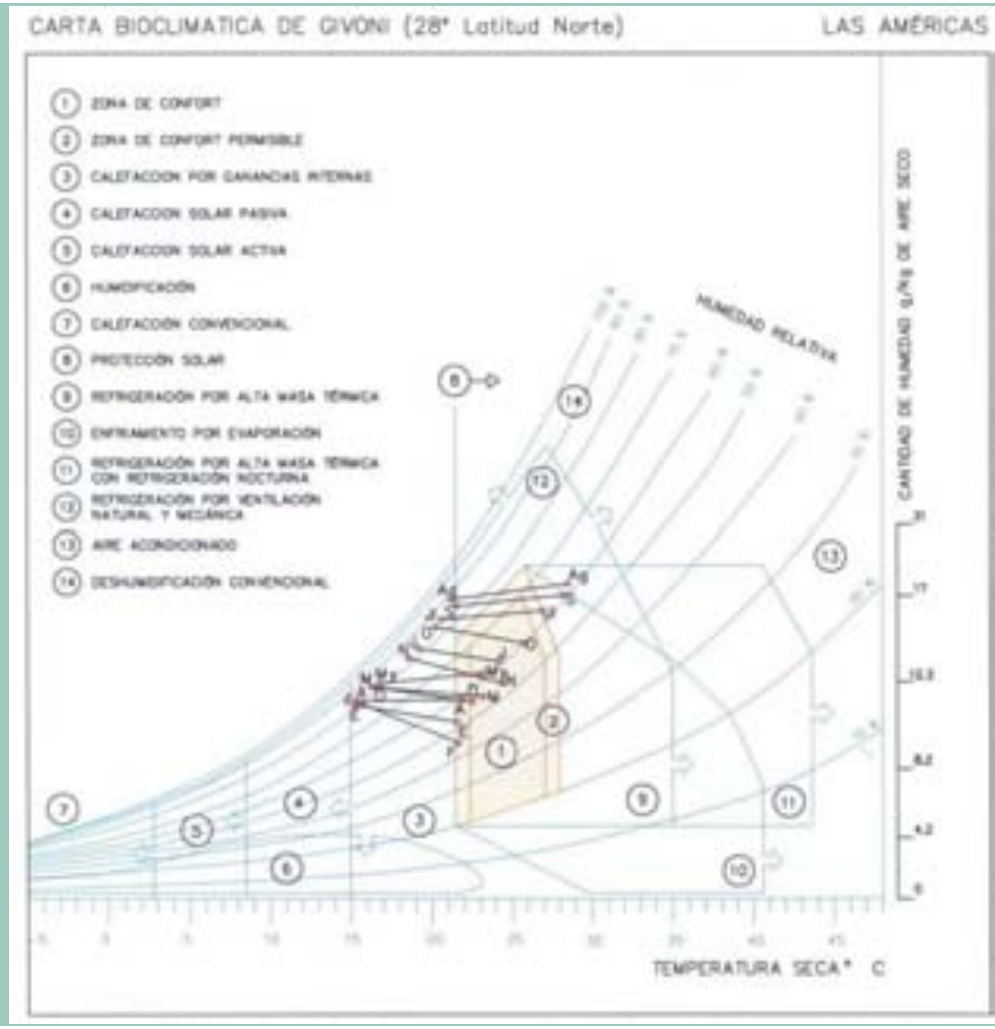


Condiciones de Confort. Estrategias

ESTRATEGIAS

3. Vistas las condiciones de verano, es muy importante el uso de aislamiento térmico teniendo especial importancia el de la cubierta del edificio.

4. Las protecciones solares serán necesarias todos los meses del año



Condiciones de Confort. Estrategias

Condiciones de Confort. Estrategias

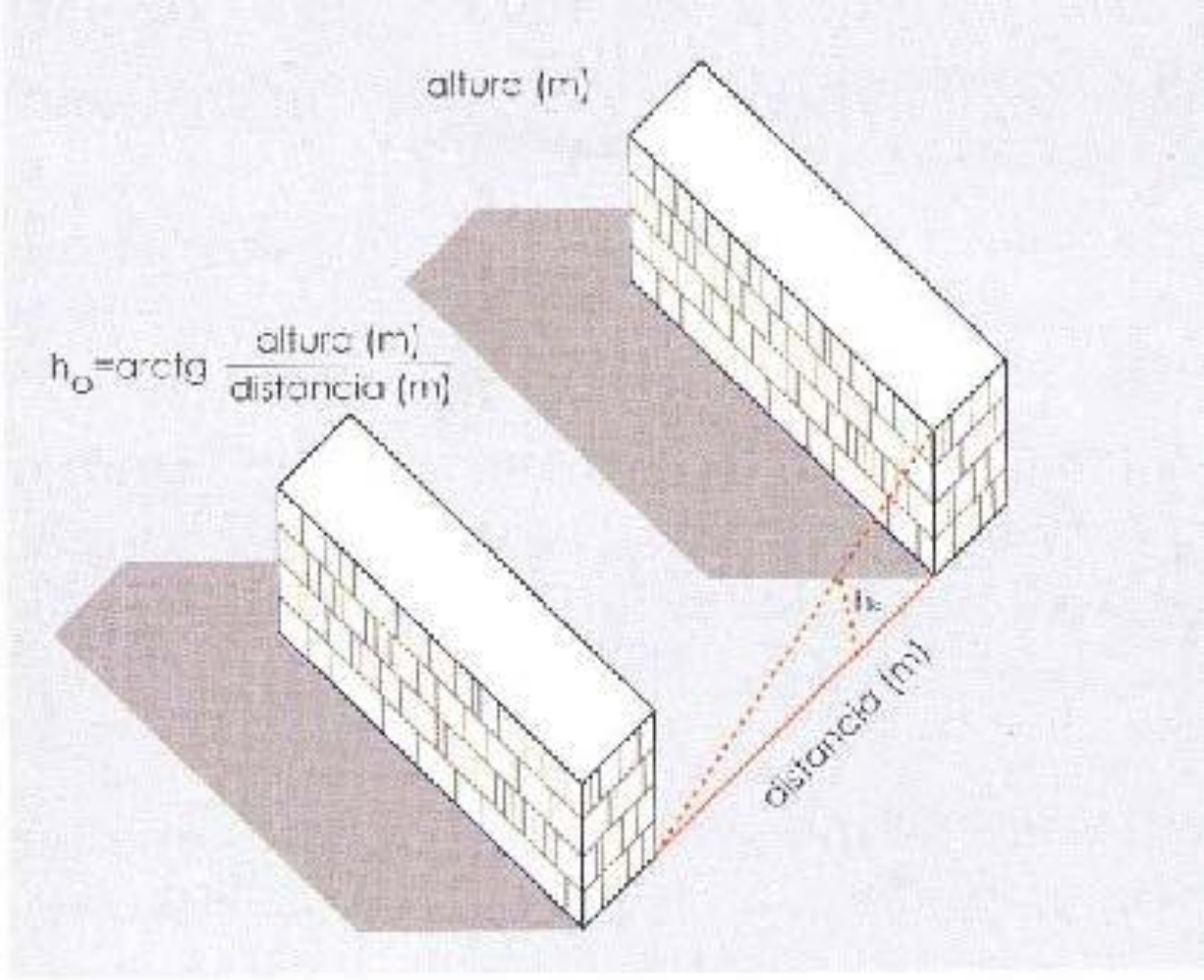
Condiciones de Confort. Estrategias

Carta Solar.

El estudio de los movimientos solares tienen el objeto de introducir estos elementos como factores determinantes a la hora de planificar la ciudad existente o propuesta, para obtener las mejores condiciones de soleamiento y mejorar la calidad de vida de sus ocupantes.

Condicionante esencial derivado de la morfología urbana y provocado por la alta densidad es la obstrucción urbana, o sombra que produce un elemento sobre otro.

La gran proximidad entre los planos de fachada de las calles pueden dificultar la entrada del sol en las plantas bajas.



Condiciones de Confort. Estrategias

Carta Solar.

También condicionan los diseños de las fachadas de los edificios y determinan muchos de los factores de la red de espacios libres y zonas verdes de la ciudad.

Las cartas solares representan el recorrido del sol en una determinada latitud.

El acimut (A)y la altura solar (h) son coordenadas que dependen de tres factores:
✓Día del año
✓Hora del día
✓El lugar según coordenadas geográficas: Latitud (L) y longitud (M)

Azimut es el ángulo o longitud de arco medido sobre el horizonte celeste que forman el punto cardinal sur y la proyección vertical del astro sobre el horizonte del observador situado en alguna latitud Norte. Se mide en grados desde el punto cardinal en sentido de las agujas del reloj: Norte-Este-Sur-Oeste.

Condiciones de Confort. Estrategias

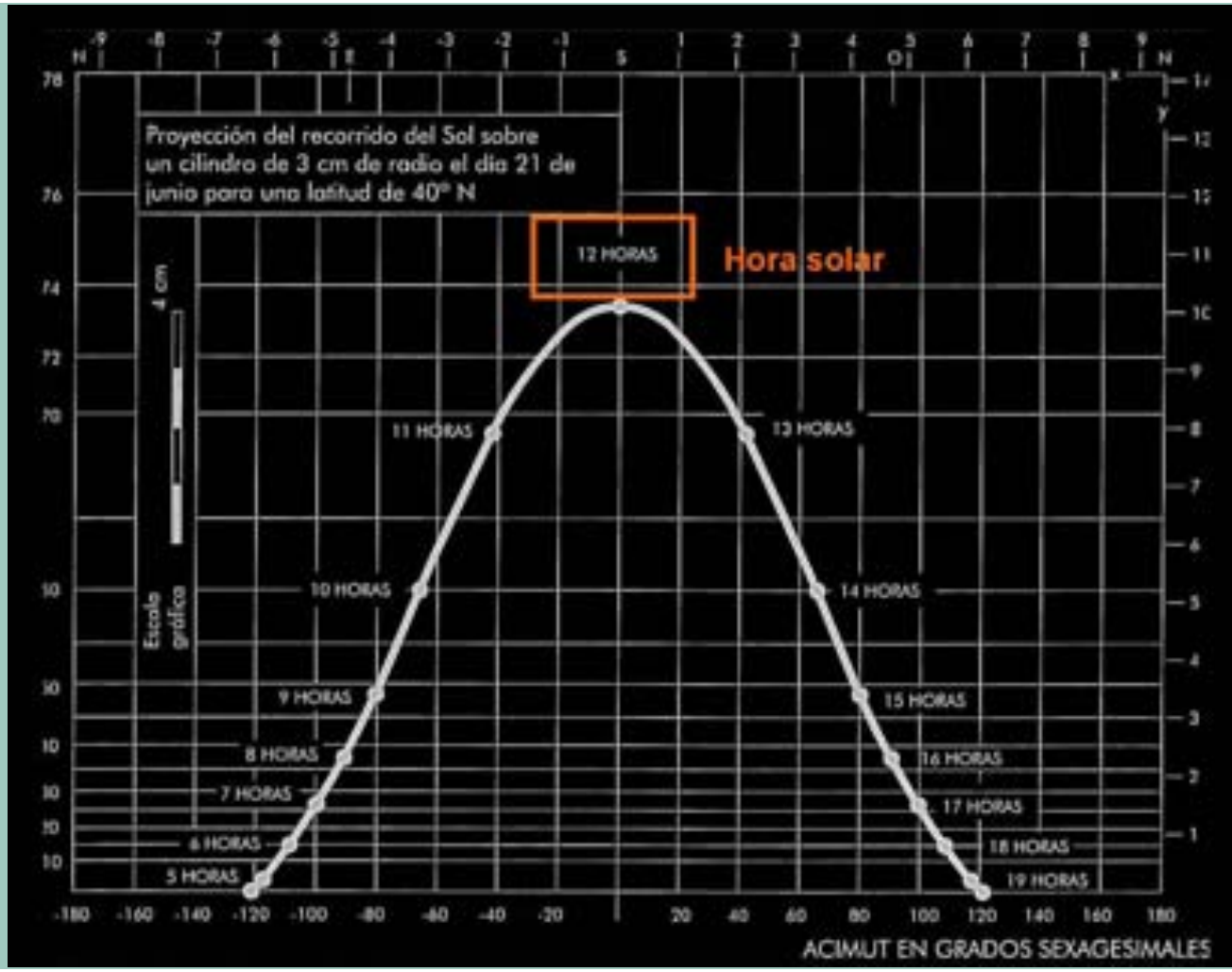
Carta Solar Cilíndrica.

Es el resultado de proyectar el recorrido del sol sobre un cilindro tangente a la bóveda celeste.

En el eje vertical se representan los valores de la altura solar y en el eje horizontal los valores del acimut solar.

Hora oficial= Hora solar +2 horas (de marzo a octubre)
1 hora (resto del año)

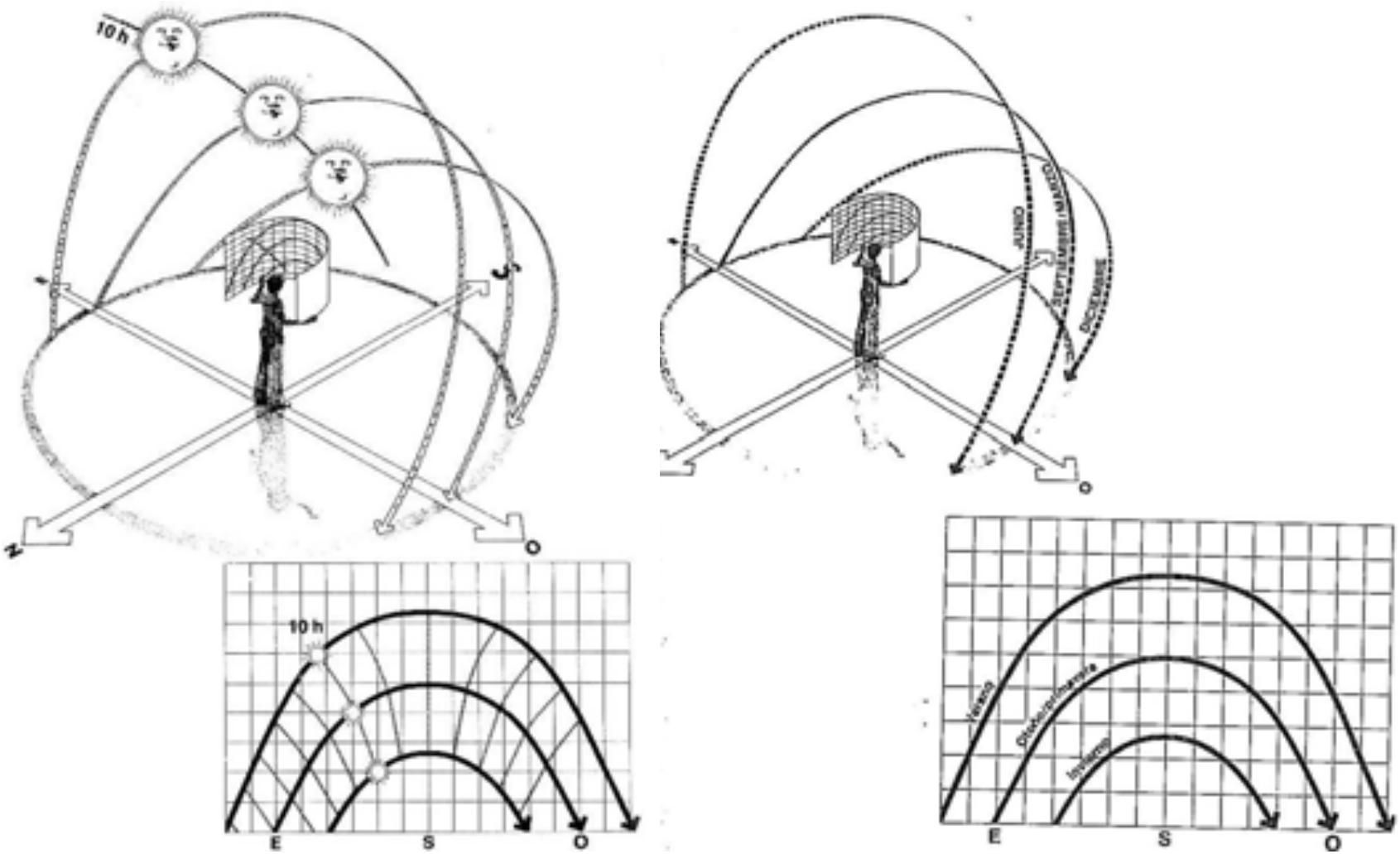
La altura solar es un ángulo que forma la posición del sol respecto al plano del horizonte. Se mide en grados, desde el orto (0) hasta la altura de la culminación de cada día (las 12 horas solares)



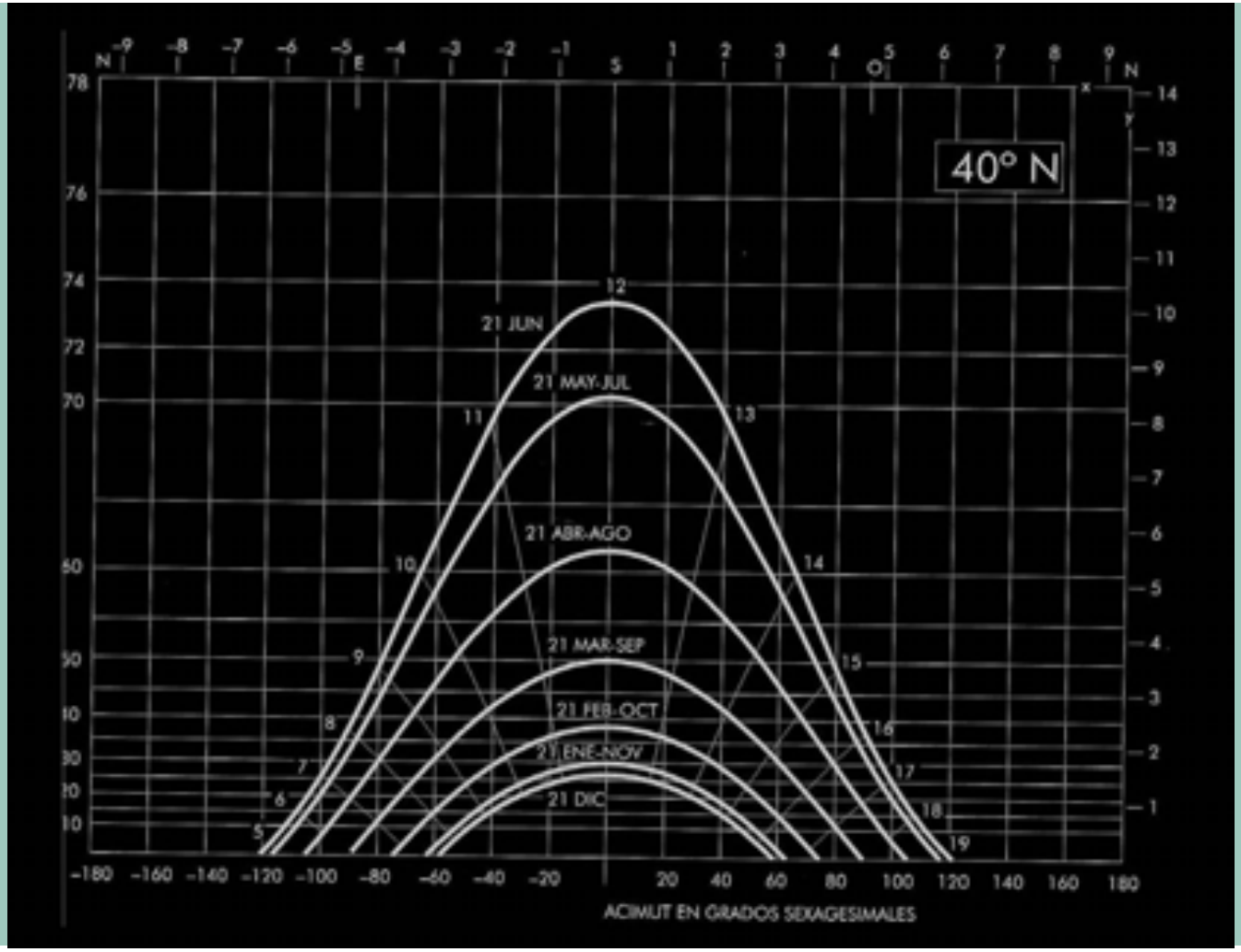
Condiciones de Confort. Estrategias

Trayectorias mensuales.

Cada curva representa el recorrido de un mes, el máximo el del verano (solsticio de verano, 21 de junio) y el mínimo el de invierno (solsticio de invierno, 21 diciembre)



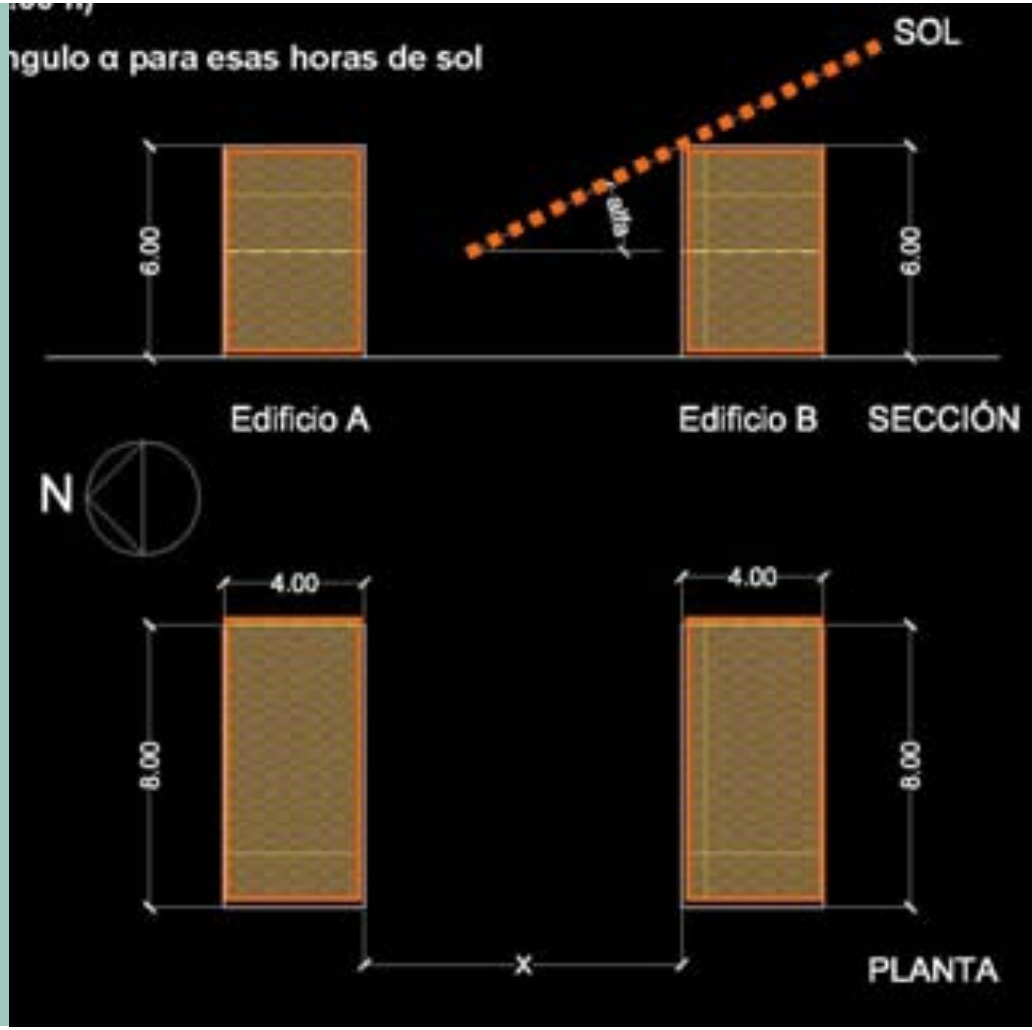
Condiciones de Confort. Estrategias



Condiciones de Confort. Estrategias

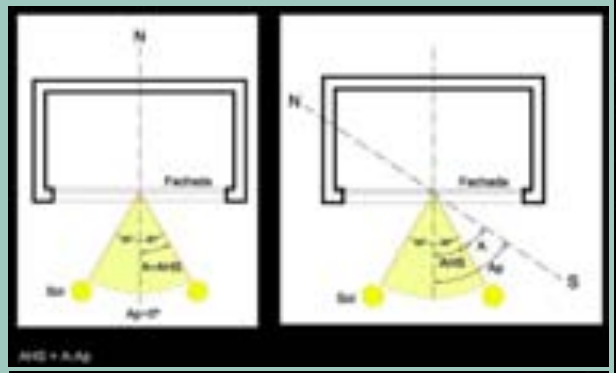
¿A qué distancia tiene que estar el edificio A del edificio B para recibir 4 horas de sol en diciembre (de 10:00 h a 14:00 h)?

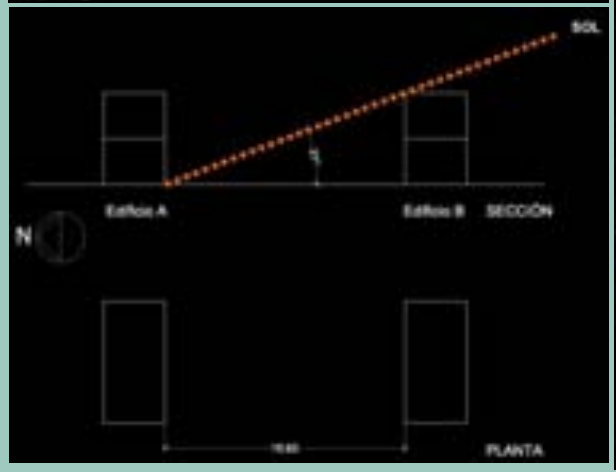
Determinar el ángulo α para esas horas de sol

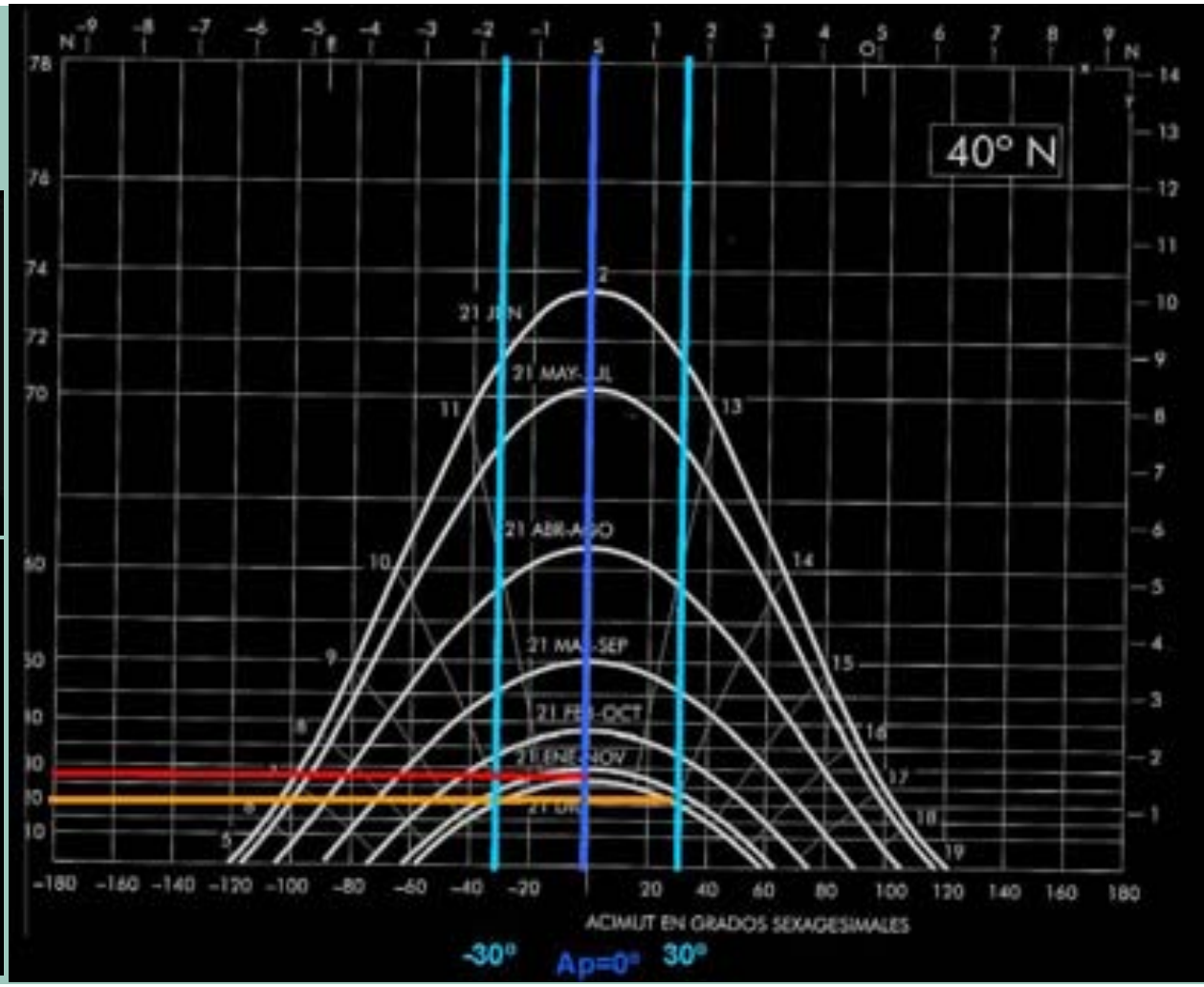


Condiciones de Confort. Estrategias

¿1 sg de captación: 27º
4 horas de captación: 21º





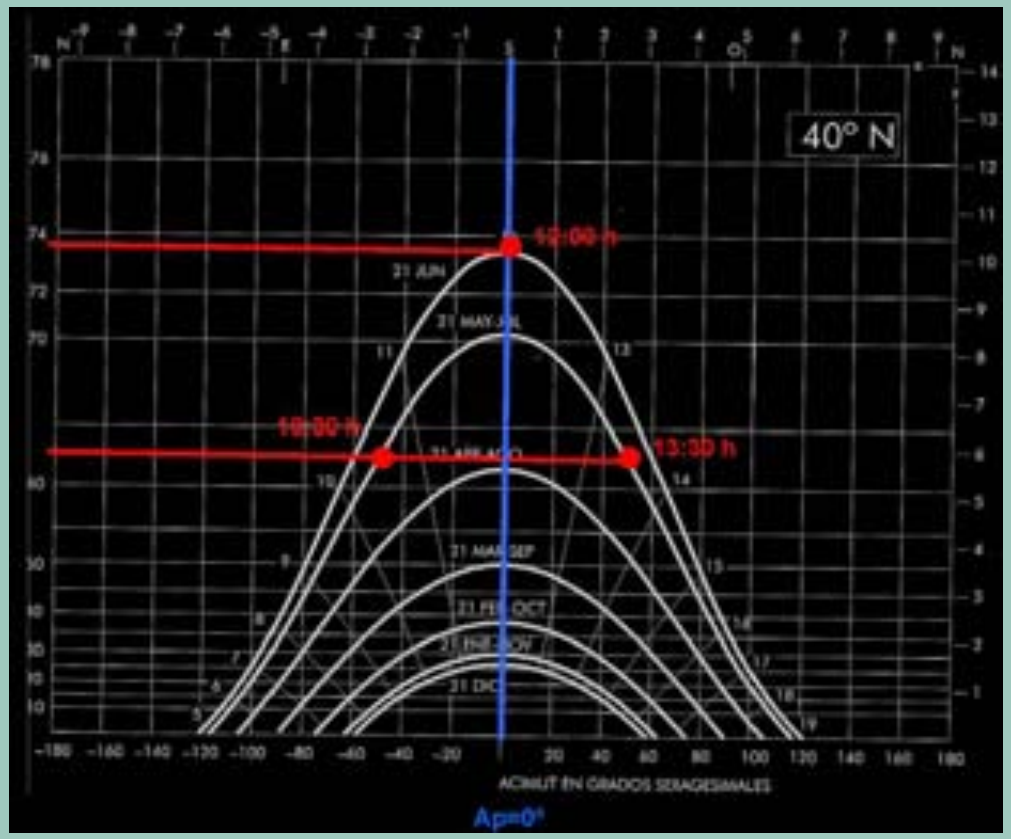


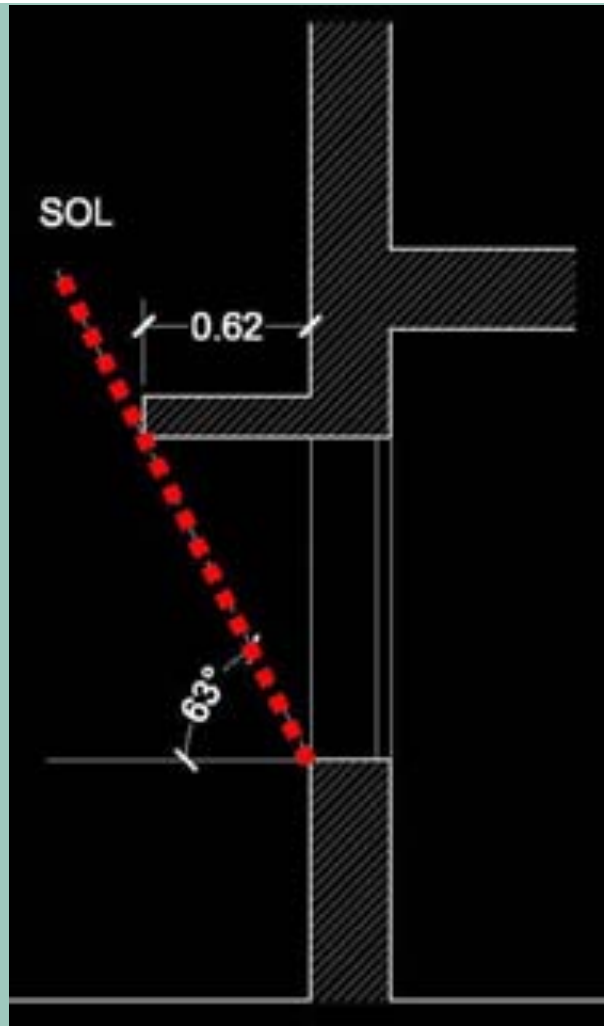
Condiciones de Confort. Estrategias

¿Qué longitud tendrá el voladizo para proteger la ventana, orientada a sur, de 10:30h a 13:30 h en los meses de mayo, junio y julio?

Condiciones de Confort. Estrategias

1 sg de protección: 73º
3 h de Protección: 63º





“El diseño no es sólo lo que ves sino como funciona”

Steve Jobs

PROYECTO COFINANCIADO POR LA UNIÓN EUROPEA
Medio ambiente y eficacia de los recursos

Título del Evento (1 o 2 filas)
Fecha, Lugar

MAC 2014-2020 Cooperación Territorial
Interreg

Diseño del emplazamiento y del edificio

Conocido el clima, el sitio, el recorrido del sol y sus sombras debemos empezar con la colocación del edificio en su parcela en función de la estrategia que queremos seguir. Lo más normal es que optemos por una estrategia mixta, es decir en invierno captar y conservar y en verano conservar y no ganar.

Desde el punto de vista del invierno lo más importante será la orientación siendo una variación de +-25º del sur aceptable.

Debemos trazar las sombras de los elementos colindantes y colocar el edificio consecuentemente, teniendo en cuenta que las horas más críticas son de 9 a 3 hora solar (90% de la energía). Hay que hacer una correcta planificación
examinando los requisitos para poder desarrollar un acceso solar óptimo.

Diseño del emplazamiento y del edificio

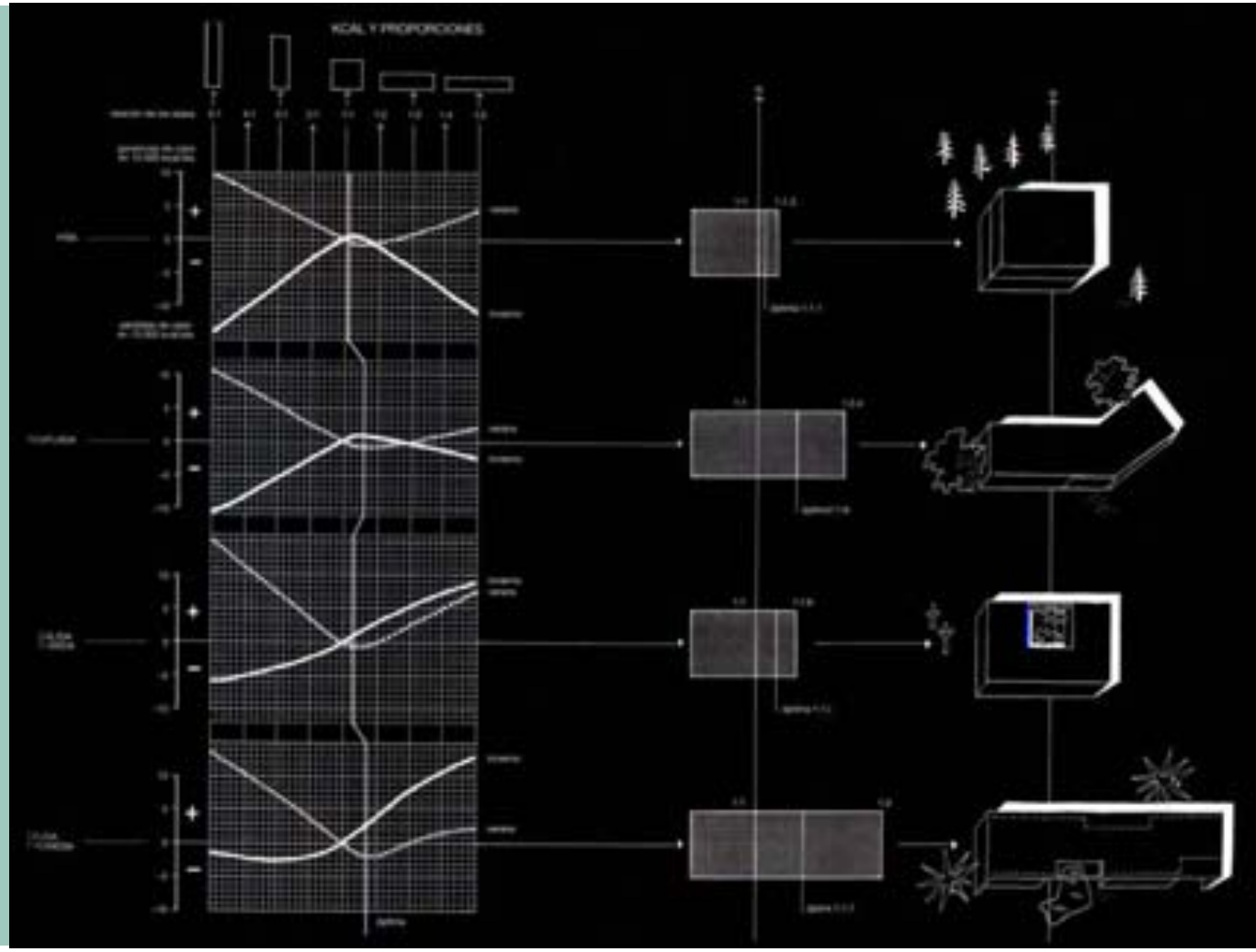
Proporciones en planta.

Una vez situado el edificio y orientado en la parcela, hay que definir a grandes rasgos la forma óptima de la edificación.

De los trabajos de Olgyay podemos sintetizar los siguientes aspectos esenciales:
✓La casa de planta cuadrada no es la forma óptima en ninguna zona.
✓Todas las formas alargadas en la dirección Norte-Sur funcionan menos eficientemente que la forma cuadrada.
✓La forma óptima en todos los climas es una forma alargada en la dirección Este-Oeste.
✓El edificio alargado en la dirección Este-Oeste está exponiendo el lado más largo a la máxima ganancia de calor en invierno, mientras que expone los lados más cortos (Este-Oeste) a la máxima ganancia en verano, momento en el que se deben minimizar las ganancias.

Diseño del emplazamiento y del edificio

La forma óptima se define como aquélla que gana el mínimo calor en verano y pierde el mínimo calor en invierno.



Diseño del emplazamiento y del edificio

Proporciones en altura.

La altura tiene una gran influencia en las ganancias solares y en la concepción apropiada del edificio.
En general se puede afirmar que siempre es ventajoso dos plantas ya que:
✓En verano cuando la radiación solar no es necesaria, el impacto en una superficie horizontal o casi horizontal es mayor.
✓En invierno, la mayor cantidad de radiación incide sobre superficies verticales.

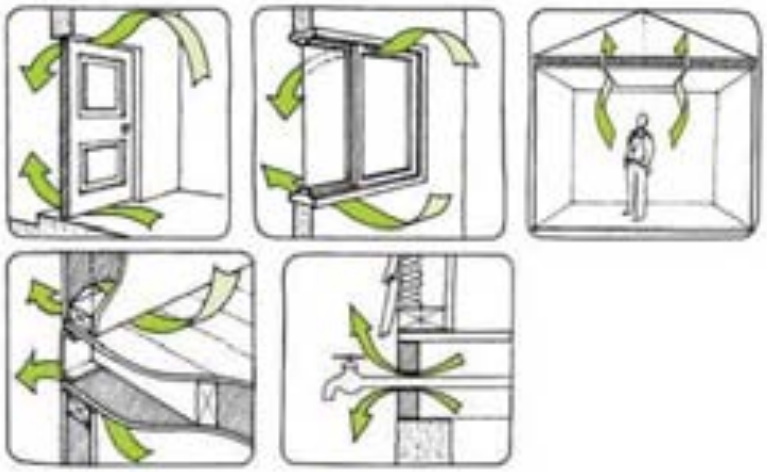
Las perdidas por cubierta son mayores en una casa de una planta con respecto a una casa de dos plantas de la misma superficie, porque hay una mayor cantidad de superficie en contacto con la zona más caliente del aire interior, lo que acelera el proceso de perdidas térmicas por conducción.
Es más fácilmente controlable la entrada de radiación en una zona vertical que horizontal.

Diseño del emplazamiento y del edificio

Proporciones para evitar perdidas por infiltración.

En un edificio bien aislado, la infiltración será la responsable de la mayor parte de las pérdidas, al ser la infiltración proporcional a la presión ejercida por el viento. La forma más efectiva de luchar contra la infiltración será no sólo reducir la velocidad del viento en una superficie, sino también presentar la menor superficie posible al viento.

Para ello las fachadas de menor superficie deben encararse al viento. La forma óptima sería una lágrima o una semiesfera



Diseño del emplazamiento y del edificio

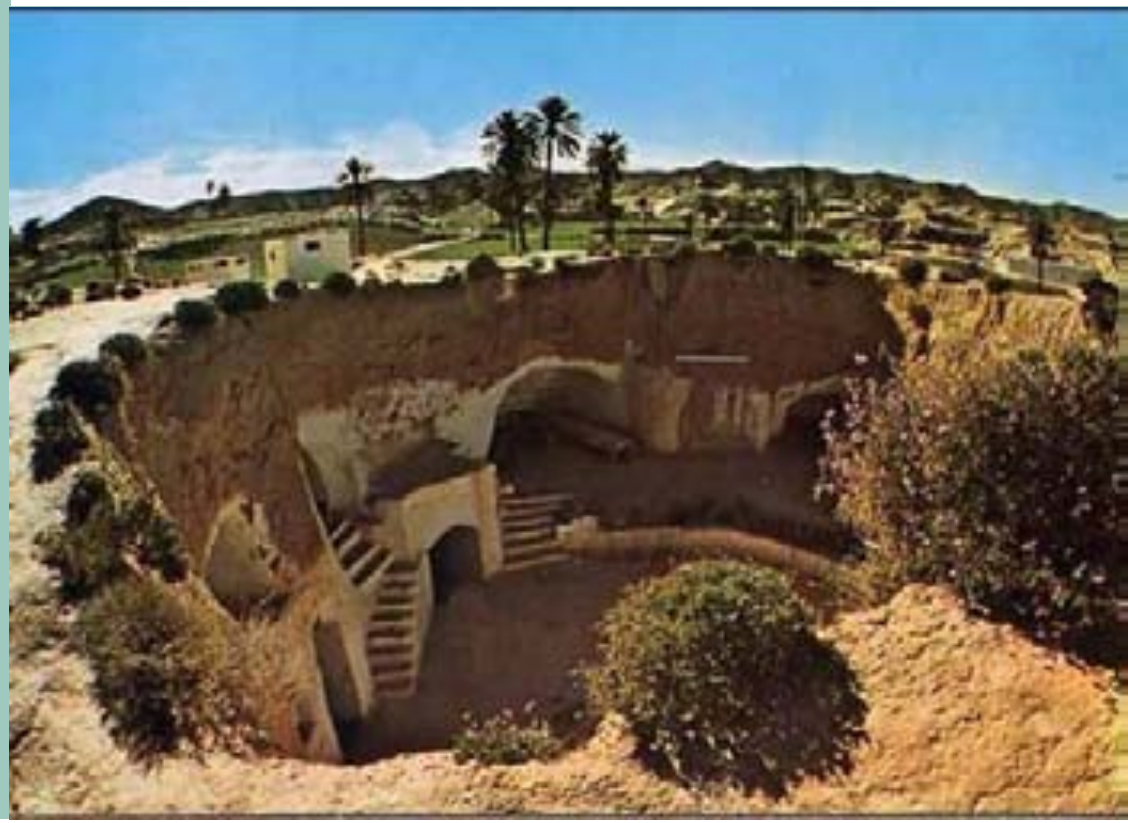
La colocación del edificio en la parcela también influirá, por ejemplo si se coloca el edificio en diagonal al viento se producen resultados contradictorios, ya que se aumenta la superficie expuesta al viento.

Es obvio por tanto que se necesitan conocer los vientos dominantes.

En las zonas que se desconozcan o en las que el viento sufra variaciones fuertes de dirección, lo mejor es mantener el edificio y los tejados bajos permitiendo que el viento fluya suavemente.

Diseño del emplazamiento y del edificio

La construcción tradicional ha resuelto el problema integrando la envolvente o la cubierta en el terreno.
Enterrar el edificio no sólo reduce las perdidas por infiltración sino que tiene muchas más ventajas ya que reducimos o eliminamos las acciones usuales en edificios no enterrados.
La tierra reduce los efectos de los cambios de temperatura.



Diseño del emplazamiento y del edificio

En casi todos los casos la fluctuación diaria de temperatura se reduce a 5º máximo, a profundidades de 30 cm.

Olas de calor o frío que duran varios días llegan a penetrar hasta profundidades de 60 cm.

A partir de 60 cm, sólo tiene importancia la variación anual de temperatura, y la temperatura media mensual se puede considerar como un buen índice de la temperatura que tendrá el terreno.

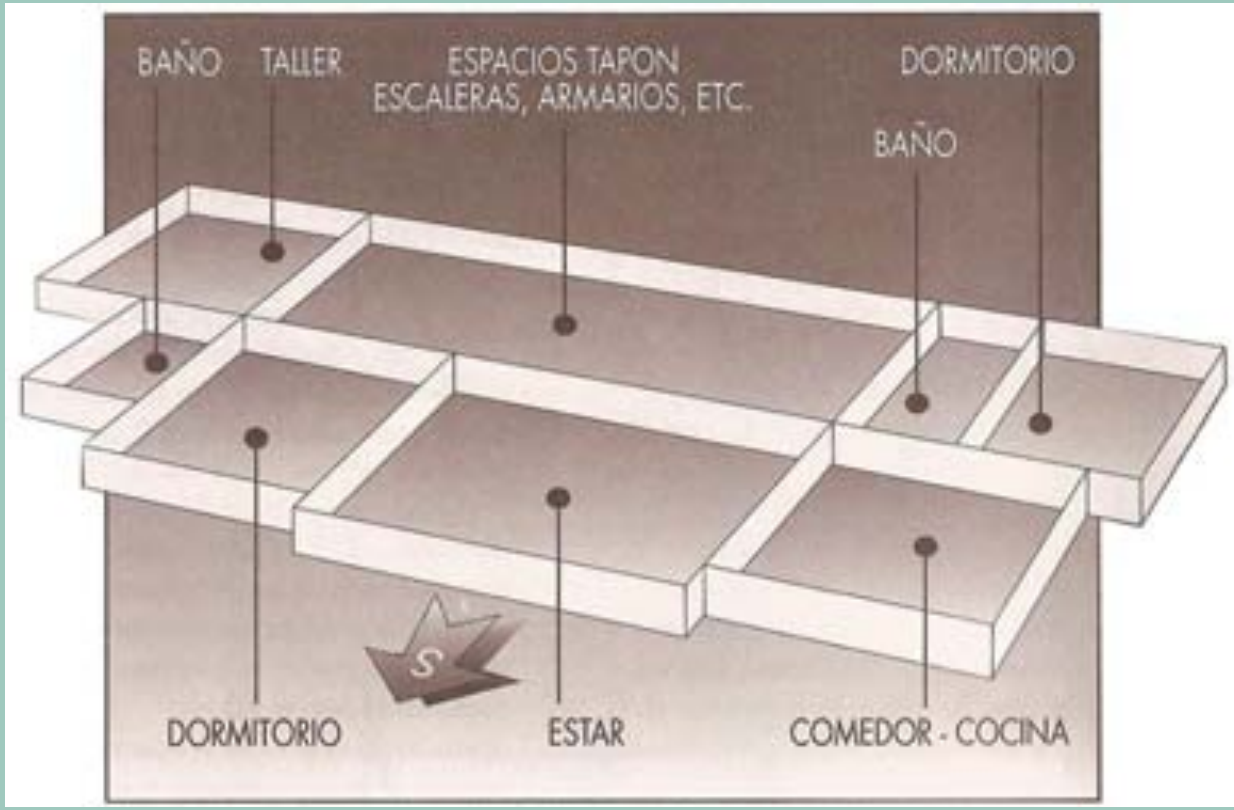
A grandes profundidades, a 10 m aproximadamente la temperatura del terreno es prácticamente igual a la media anual.

Diseño del emplazamiento y del edificio

Localización de los espacios interiores.

Durante el invierno las condiciones exteriores son la clave para los espacios interiores.
El lado Norte del edificio permanece más frío al no recibir más que radiación difusa.

Los lados Este y Oeste reciben igual cantidad de radiación durante medio día, aunque resulte más cálido el lado Oeste, al combinarse la temperatura del aire con la radiación solar, siendo el lado sur el más caliente de todos los lados de la casa.



Diseño del emplazamiento y del edificio

Verticalmente los espacios que generen más calor (gente, luces,..) deberán situarse en las zonas más bajas del edificio, utilizando este calor para calentar el resto del edificio. Si estos espacios necesitan frío se podrían colocar al revés.

La casa también se puede zonificar de acuerdo con la frecuencia de uso, y la cantidad de energía necesaria para hacerlos confortables. Si un espacio se usa infrecuentemente debe ser colocado como zona tapón mínimamente acondicionada.

Diseño del emplazamiento y del edificio

Zonificar con el viento.

Los ambientes caracterizados por producción interna de calor y humedad, tales como cocinas, lavaderos y baños, deben estar bien ventilados y ubicados aguas abajo del flujo de viento; de esta manera se evitará que el aire húmedo y caliente, penetren a otros ambientes.

La ubicación del garaje bloquea la incidencia del viento y la ubicación del área de servicio provoca que el calor y vapores producidos en la cocina y el lavandero se trasladen a otros ambientes.

Diseño del emplazamiento y del edificio

Materiales.

Uno de los conceptos básico de la arquitectura solar pasiva es el de conservar lo que conlleva no sólo evitar pérdidas, sino también evitar ganancias.

La casa superaislada tendrá unas perdidas menores que la casa normal pero el límite del valor del aislamiento a incorporar está ligado a un estudio económico de costes-beneficios que represente lo adecuado de la estrategia.

Antes de entrar en la fase de diseño de sistemas pasivos es necesario hablar de las propiedades de los materiales, que va influir en el comportamiento térmico de los edificios, al reducir perdidas y suavizar el impacto del clima.

Diseño del emplazamiento y del edificio

Las características fundamentales que definen un material desde el punto de vista térmico son:

✓**Resistencia Térmica.** La capacidad de un material de oponerse al flujo del calor. En el caso de materiales homogéneos es la razón entre el espesor y la conductividad térmica del material.

✓**Capacidad Térmica.** Es el cociente entre la cantidad de energía calorífica transferida a un cuerpo o sistema en un proceso cualquiera y el cambio de temperatura que experimenta. Indica la mayor o menor dificultad que presenta dicho cuerpo para experimentar cambios de temperatura bajo el suministro de calor. Cuanto mayor sea la capacidad térmica mayor habrá de ser el calor suministrado para lograr la misma variación de temperatura pudiendo hablarse así de cierta «inercia térmica»; por ejemplo, las grandes masas de agua son capaces de almacenar grandes cantidades de calor sin aumento perceptible de temperatura o por contra de liberar calor sin apenas enfriarse de modo que pueden actuar como reguladores térmicos templando los climas costeros.

Diseño del emplazamiento y del edificio

PROPIEDADES TÉRMICAS DE DISTINTOS MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN			
Material	**Densidad Kg/m³**	**Calor específico. Wh/kg °C**	**Conductividad térmica W/m °C**
ESTRUCTURAL •Granito •Hormigón aligerado •Hormigón denso	2.600 1.200 2.100	2.5 0.4 0.23	0.25 0.28 1.30
OBRA DE LADRILLO •Ligero •Medio •Denso	1.300 1.700 1.900	0.22 0.22 0.22	0.40 0.75 1.0
EXTERIORES •Mármol •Vidrio-ventana •PVC rígido •Aluminio •Acero al carbono	2.500 2.500 1.350 2.800 7.800	0.22 0.5 0.29 0.25 0.1	2.0 1.05 0.16 160 450
ACABADOS •Yeso •Parquet	950 650	0.23 0.33	0.16 0.14
AISLANTES •Lana mineral •Poliestireno expandido •Espuma formaldehído •Vidrio celular	300 30 10 175	0.28 0.39 0.39 0.28	0.06 0.038 0.04 0.17

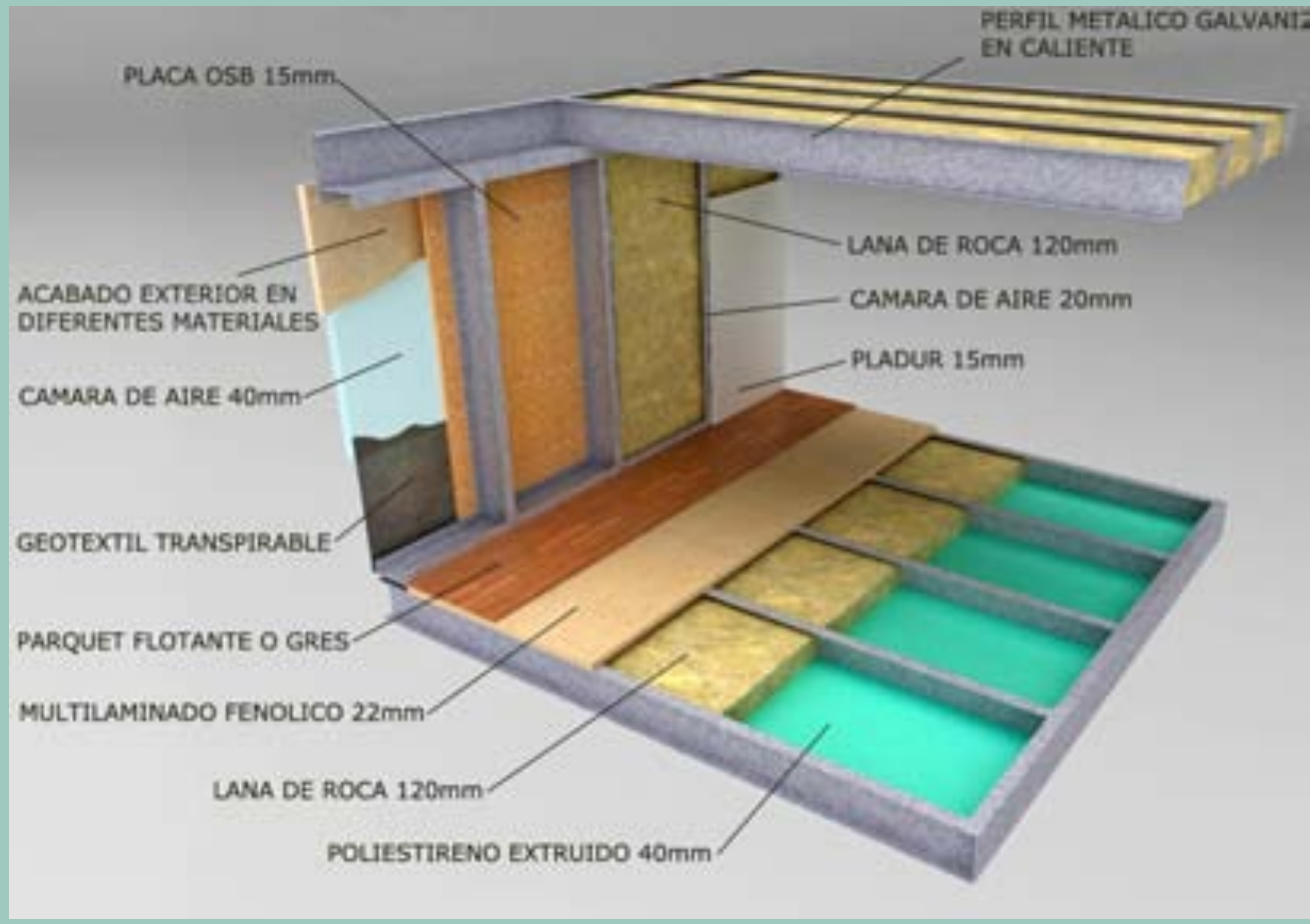
Diseño del emplazamiento y del edificio

Resistencia Térmica.

Desde el punto de vista de la resistencia térmica la colocación de los materiales aislantes será el parámetro más importante para delimitar su efectividad.

La transmisión de calor ocurre a través de todos los elementos que pertenecen a la envolvente, siendo los puntos de mayor impacto los primeros que debemos solucionar.

Estos son y por orden jerárquico:
✓Ventanas.
✓Cubiertas.
✓Muros verticales.
✓Zonas en contacto con el terreno.



Diseño del emplazamiento y del edificio

✓**Ventanas.**

El primer elemento productor de pérdidas son los acristalamientos, no sólo por su aportación al fenómeno de conducción, sino y más importante al de las infiltraciones, que suponen por lo general el factor de más peso en la suma de pérdidas de calor.

La conducción dependerá del número de cristales que pongamos, que a su vez dependerá de las necesidades de captación.

La infiltración dependerá de la geometría y la longitud de las rendijas por ello es importante conocer el grado de estanqueidad de la carpintería.

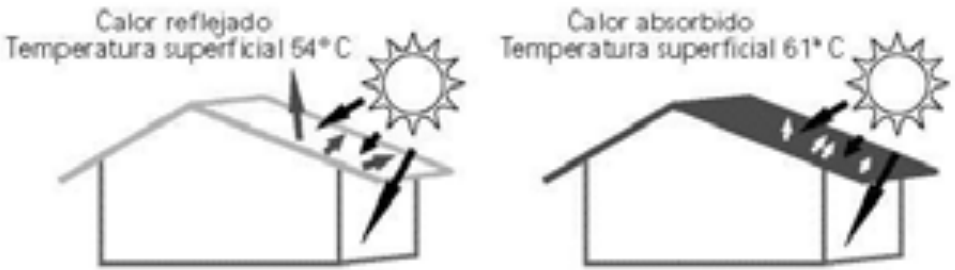
Diseño del emplazamiento y del edificio

✓**Cubiertas.**

Es el segundo elemento en importancia.

En invierno el aire caliente tiende a estratificarse, poniéndose el aire caliente en contacto con la superficie de la cubierta. Al ser mayor el salto térmico las perdidas serán mayores. Además la convección natural facilitará el intercambio de calor entre el aire y la superficie de la cubierta.

En verano el impacto del sol es siempre mayor en una superficie horizontal, y por lo tanto mayores ganancias. Sobre todo si la cubierta tiene un color oscuro, tendencia desgraciadamente normal.



Según estudio de la Universidad de California pintar de blanco los techos de cien grades ciudades, equivaldría a suprimir todos los coches del mundo durante once años; o dicho de otra forma, el ahorro energético al día, sería de unos 57 gigatoneladas de emisión de carbono.

Diseño del emplazamiento y del edificio

Comparando el comportamiento de diversos tipos de forjados puede observarse que el desfase, el periodo de tiempo entre el momento en el que una forma de radiación incide sobre un elemento y en el que, tras atravesarlo, es cedido al otro lado, puede variar mucho:

✓en un forjado con bovedillas de hormigón será de 11 horas
✓en un forjado con bovedillas de poliestireno expandido, será de 6 horas

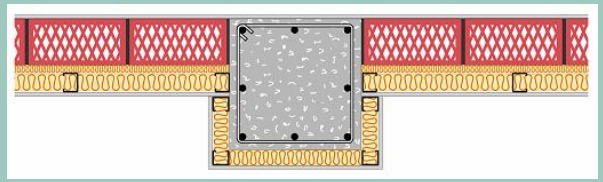
Además, la capacidad térmica, o sea, la cantida de calor que es capaz de acumular 1m2. en el caso del primero es de 88,44 Kcal/m2.C., y en el del segundo de 43,39 kcal/m2..C. es decir diferencias que podrían ser determinantes a la hora de proyectar.

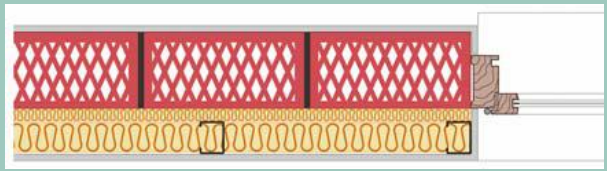
Diseño del emplazamiento y del edificio

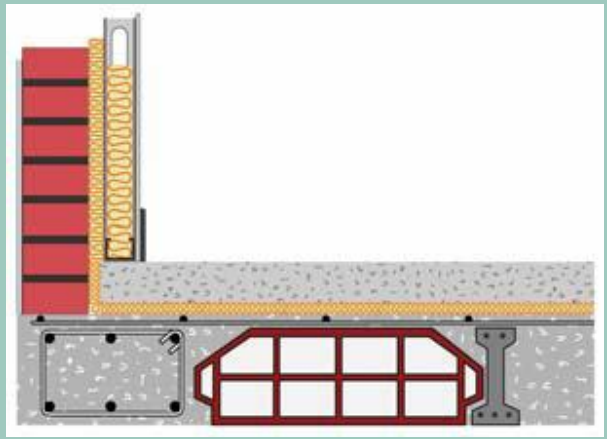
✓**Muros.**

No es el más crítico.

Hay que tener en cuenta que grandes aislamientos en muros pueden no aumentar la eficacia si previamente las ventanas y cubiertas no se han diseñado adecuadamente.







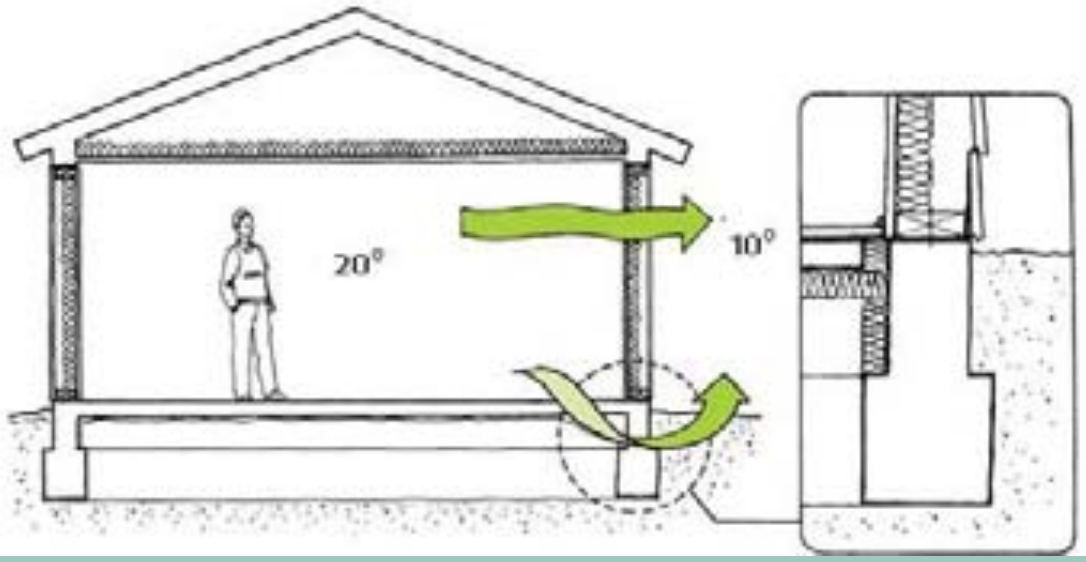
Diseño del emplazamiento y del edificio

✓**Zonas en contacto con el terreno.**

Para la colocación del aislamiento en las zonas en contacto con el terreno tenemos que tener en cuenta que un forjado en contacto con el terreno tiene dos formas de perdidas/ganancias:

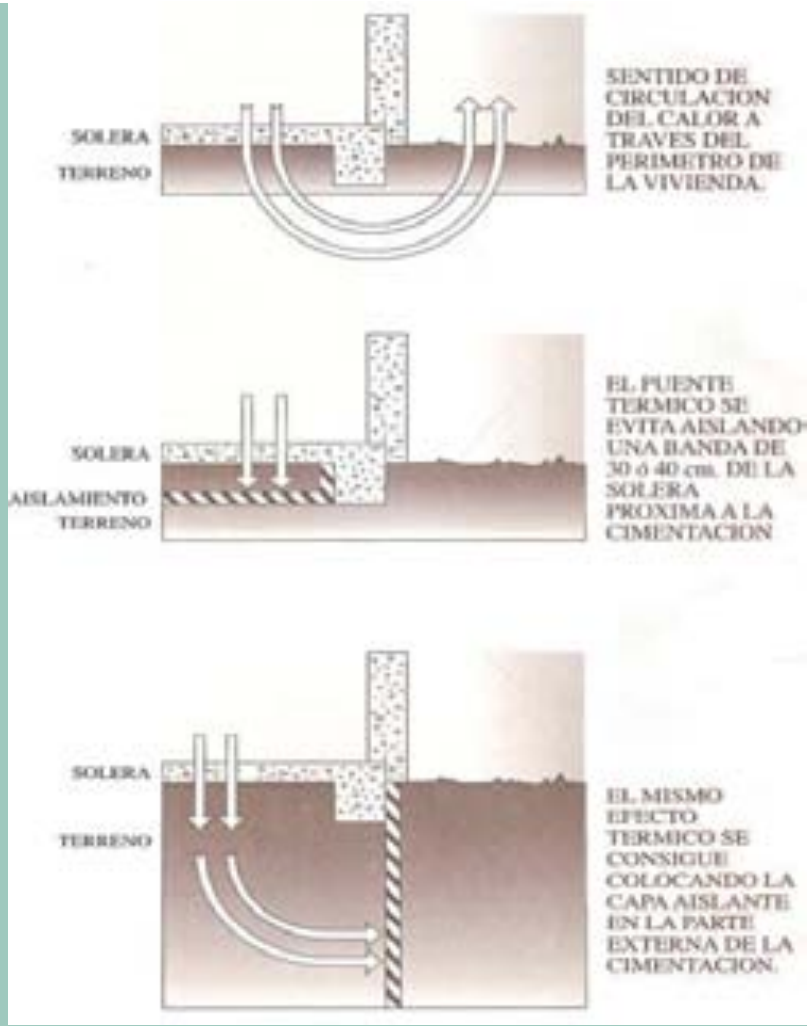
✓Ganancias/perdidas en el perímetro del forjado.

✓Intercambio constante de calor con las zonas centrales del suelo del forjado.



Diseño del emplazamiento y del edificio

El flujo de calor entre le forjado y el terreno sigue una serie de caminos radiales concéntricos. Este flujo es mayor, cuanto menor sea el recorrido, es decir cuanto más cerca este del perímetro de la casa, dependiendo de la conductividad y temperatura del terreno. Por lo tanto es necesario colocar aislamiento, que se puede hacer de dos formas bien verticalmente u horizontalmente.
Las ventajas son prácticamente las mismas.
En el centro del forjado los caminos son muchos más largos y hay sólo intercambio de calor sólo con el subsuelo profundo.
Por ello sólo en los casos en que el forjado vaya levantado sobre el terreno, con cámara de aire ventilada, hará falta aislar toda la superficie del forjado. En el resto de casos se puede aislar una banda de 30 ó 40 cm de la solera más próxima a la cimentación de borde.

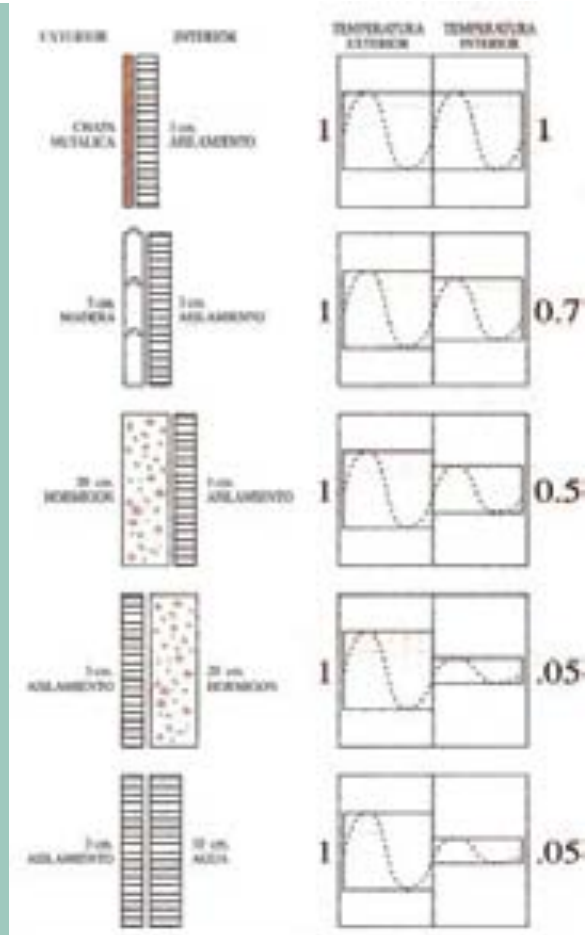


Diseño del emplazamiento y del edificio

Capacidad térmica.

Es la habilidad que tiene un cuerpo para absorber calor sin aumentar su temperatura superficial. Está relacionada con la conductividad térmica, capacidad calorífica y espesor. Las capacidades térmicas y el consiguiente retraso térmico que implican son un instrumento tan útil como la resistencia térmica.

Un muro compuesto sólo de un buen material aislante (capacidad térmica nula), sólo reducirá la amplitud de la onda de variación de temperatura en el interior del edificio. Por el contrario la utilización de una material de alta masa térmica producirá dos efectos combinados, un retraso en la temperatura máxima y un pequeño descenso en esta temperatura, debido a que antes de que la onda llegue al interior con el consiguiente aumento de temperatura, el muro se ha empezado a enfriar.

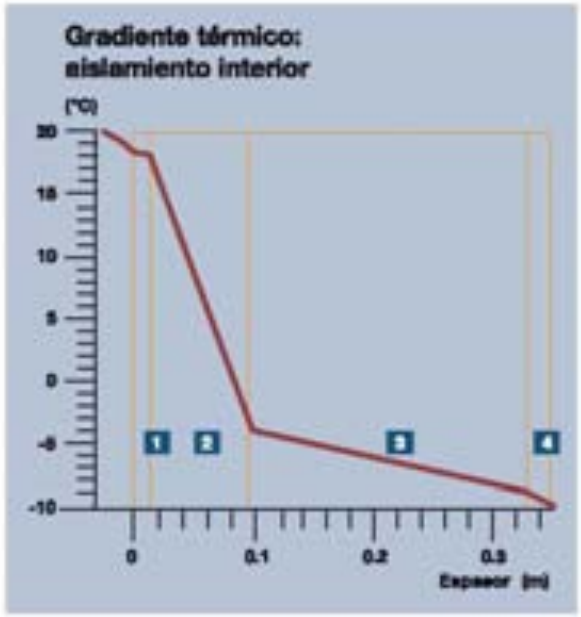


CAPACIDAD DE ATENUACIÓN DEL CICLO DE TEMPERATURA EXTERIOR DE DIVERSOS MATERIALES, UTILIZADOS POR SU CAPACIDAD DE AISLANTE TÉRMICO Y MASA

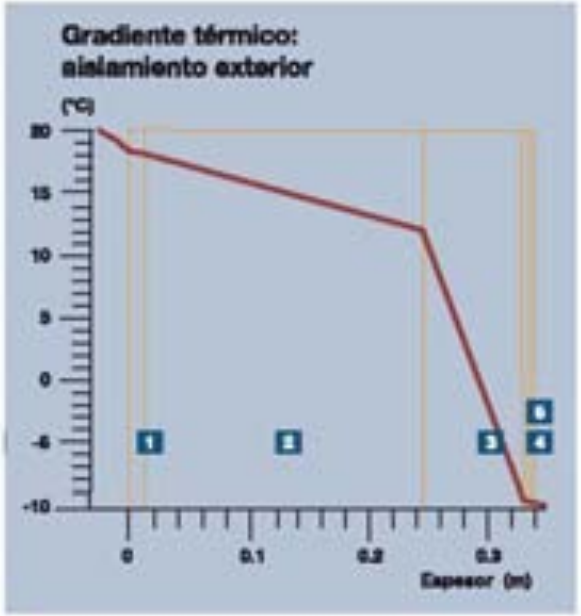
Diseño del emplazamiento y del edificio

Inconvenientes Aislamiento Interior:
✓no se aprovecha la inercia térmica
✓cambios térmicos bruscos en la mampostería
✓conductos y tuberías en las paredes en la zona de heladas puentes térmicos

Ventajas Aislamiento Exterior:
✓excelente aislamiento térmico
✓gran ahorro en gastos de calefacción en espacios normalmente habitados
✓solo puentes térmicos débiles
✓máximo aprovechamiento de la inercia térmica
✓protección contra el calor en verano
✓se evitan los daños constructivos de origen térmico
✓gran flexibilidad de diseño



1 15 mm: revoco interior
2 80 mm: placa de espuma de poliestireno expandido
3 240 mm: mampostería de ladrillo
4 20 mm: revoco exterior

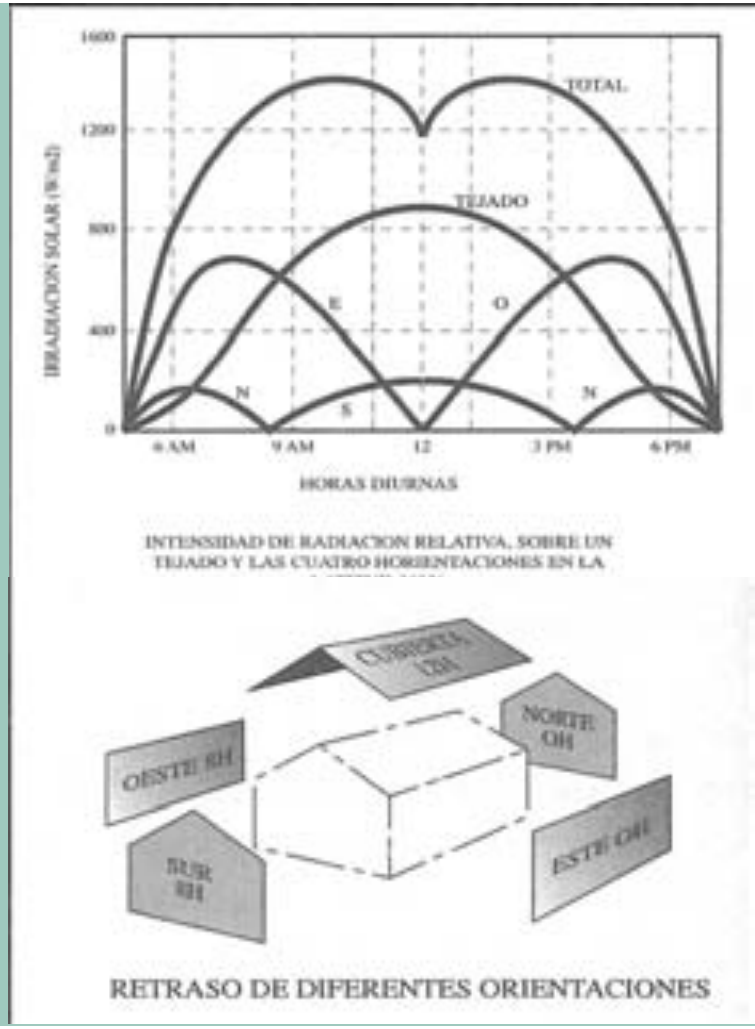


1 15 mm: revoco interior
2 240 mm: mampostería de ladrillo
3 80 mm: placa de espuma de poliestireno expandido
4 3 mm: recubrimiento base con malla de fibra de vidrio
5 4 mm revoco exterior

Diseño del emplazamiento y del edificio

Teniendo en cuenta la capacidad térmica podemos en verano ver que una cubierta con un retraso térmico de doce horas provocará la máxima temperatura en la superficie interior, por la noche, cuando las temperaturas exteriores nos permiten mediante una buena ventilación enfriar la casa y por lo tanto, mantenerla dentro de la zona de confort.

En invierno la colocación del aislamiento en el exterior nos permitirá almacenar una energía durante el día que se distribuye por la noche y que contribuye a evitar el sobrecalentamiento diurno producido por la radiación solar sobre los elementos de masa térmica baja.



"Cuanto más avanzado es un país, menos atención presta a la arquitectura".

Rafael Moneo

Diseño de los Sistemas Pasivos

Veremos tres sistemas pasivos no sólo los más importantes, sino también los más representativos, siendo en general todos los demás que existen variaciones sobre los mismos conceptos.

Los sistemas que veremos serán:

✓Sistemas de ganancia directa.

✓Muros de almacenamiento térmico.

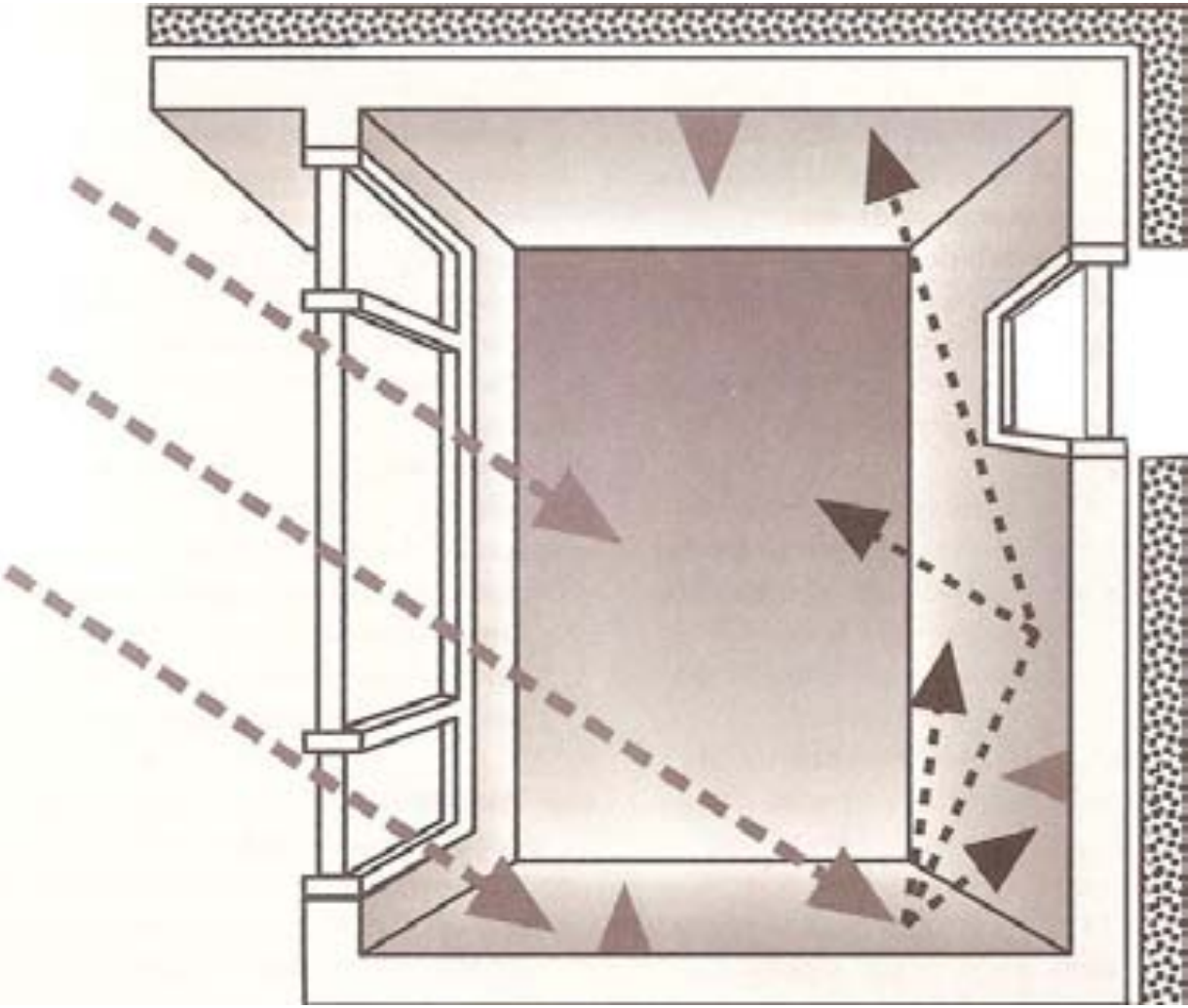
✓Habitaciones solares: invernaderos y miradores.

Diseño de los Sistemas Pasivos

Ganancia Directa.

Es el método más simple para la calefacción solar pasiva, la luz es admitida a través de las ventanas, lucernarios, claraboyas, etc., siendo absorbida y/o reflejada por las superficies que componen el espacio interior.

El sistema puede dividirse en dos partes:
✓La zona colectora, compuesta por las ventanas, lucernarios, etc.
✓La zona de almacenamiento, representada por los muros, techos etc., que componen el edificio.



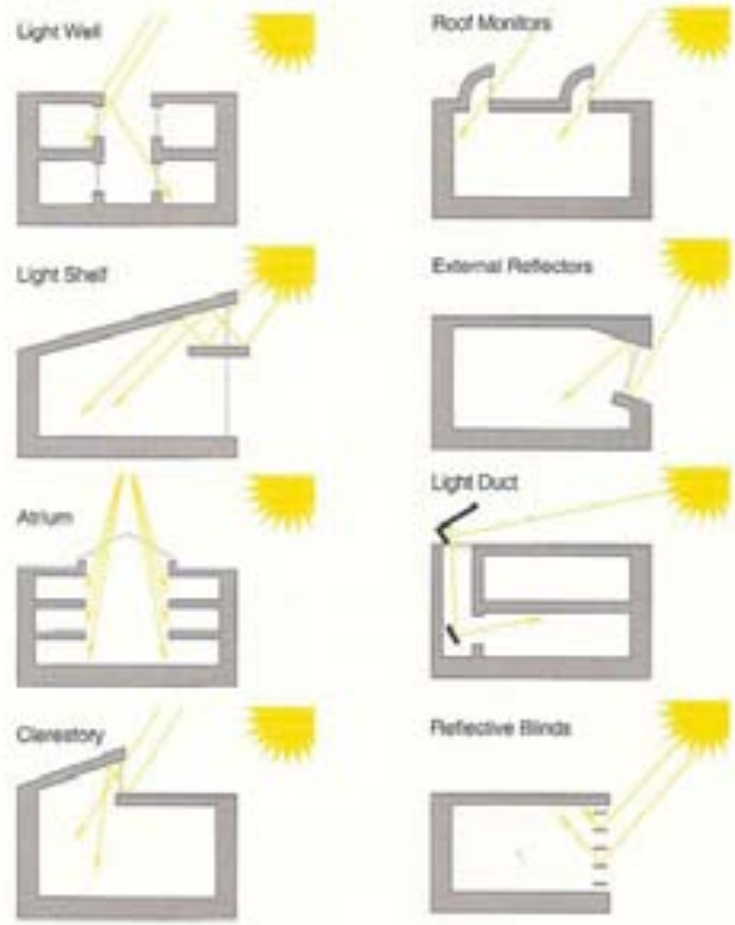
Diseño de los Sistemas Pasivos

Las características más importantes del sistema son:

✓Es el sistema más eficiente de todos los pasivos, desde el punto de vista de la captación de energía ya que de todos, es el sistema que trabaja a una menor temperatura. En los sistemas de ganancia directa las temperaturas máximas que se pueden admitir son las de la zona de confort, (18 a 27ºC) para evitar desconfort en las zonas interiores.

✓Es el sistema menos eficiente desde le punto de vista del almacenamiento.

✓Incremento instantáneo de la temperatura en cuanto empieza a brillar el sol. Puede ser útil cuando se necesita calor temprano en la mañana y durante el día, pero no por la noche. Esto viene derivado por la falta de almacenamiento térmico adecuado.



Diseño de los Sistemas Pasivos

✓Amplias variaciones de temperatura durante las 24 horas (mostrando grandes diferencias durante el día y la noche)

✓Peligro de deslumbramientos.

✓Deterioro de los materiales colocados en la zona de impacto de la radiación solar.

✓Al utilizar como masa térmica las superficies de los espacios de la edificación, debe tenerse cuidado de no ocultar las zonas de almacenamiento, con moquetas, etc., o en general la colocación de elementos de baja masa térmica pintados de color oscuro.

✓Se adapta perfectamente a las estrategias de ventilación.

✓Es un sistema de muy bajos costes añadidos sobre todo en zonas construcción tradicional de alta masa térmica.

Diseño de los Sistemas Pasivos

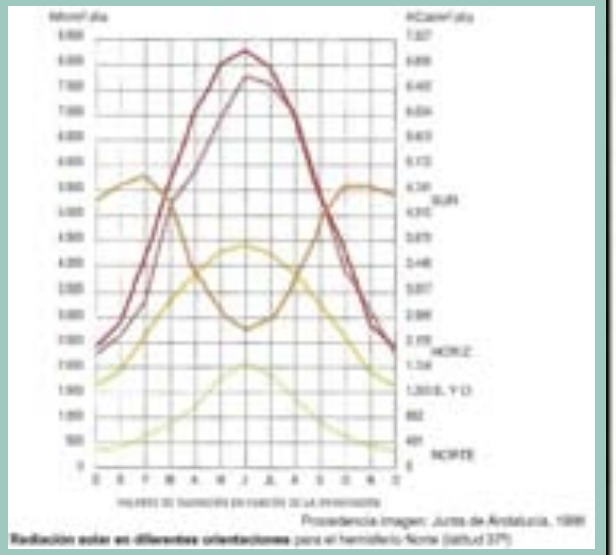
Lucernarios y claraboyas.

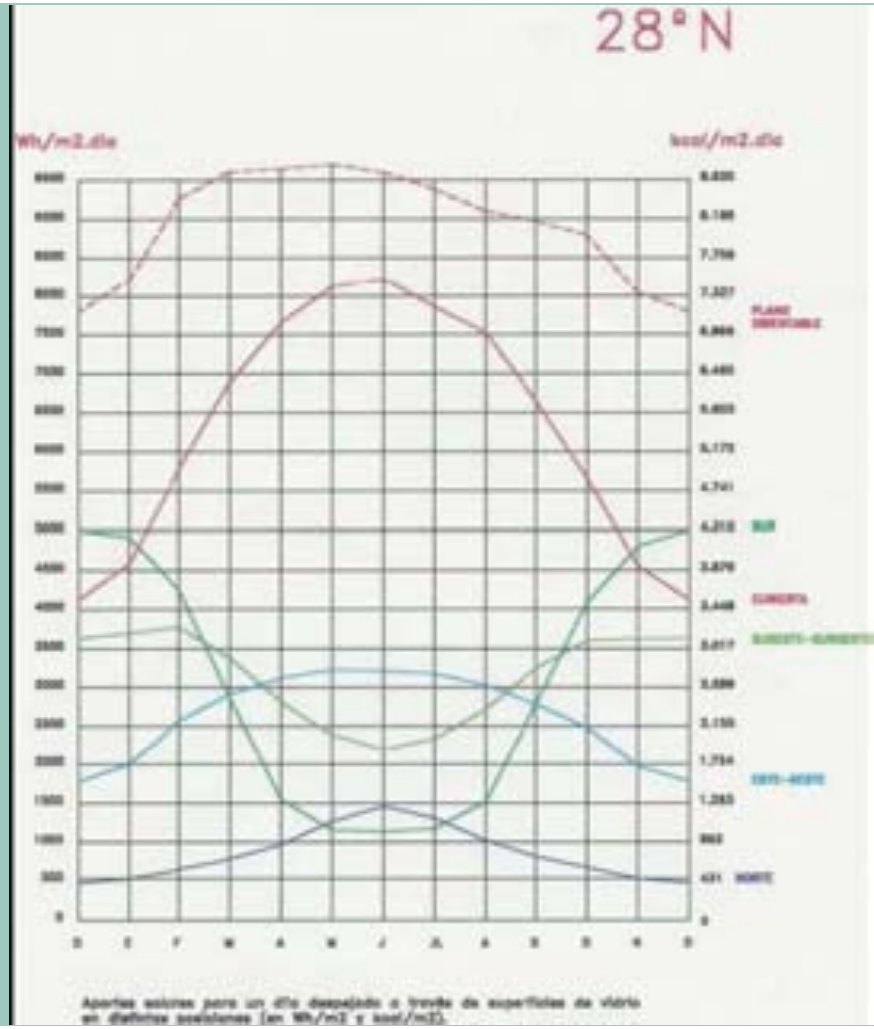
Ofrecen la oportunidad de en el caso de edificios de una sola planta o en los últimos pisos de captar energía en las estancias ubicadas a norte. Pero las perdidas de calor de estos sistemas pueden ser importantes debido a que el aire al calentarse se eleva, estratificándose el aire en la habitación y poniendo el aire a mayor temperatura en contacto con una superficie de valor alto de K, siendo las perdidas mayores.

Diseño de los Sistemas Pasivos

Precaución con el diseño de los lucernarios en Canarias.

Las ganancias térmicas por un lucernario horizontal en cubierta son, para el mes de Junio, de en torno a 8.000 Wh/m2, por lo que, caso de ponerse deben poder sombrearse en verano.



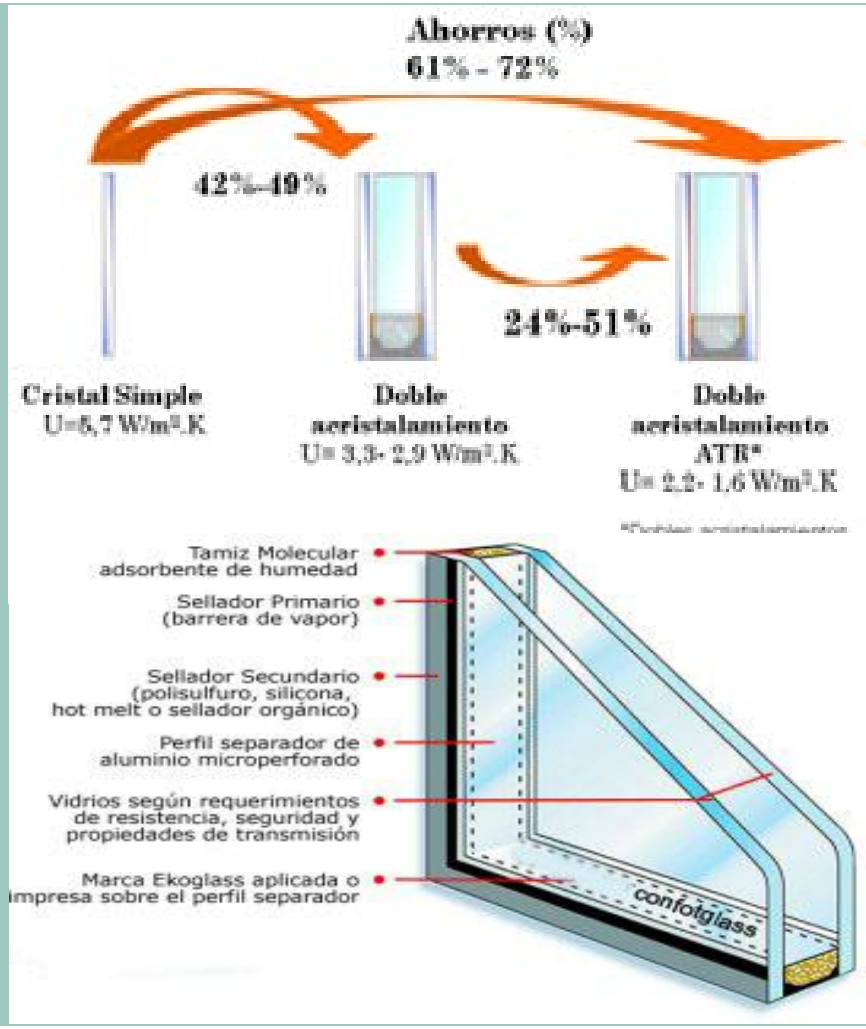


Diseño de los Sistemas Pasivos

El diseño de la zona colectora.

Esta dirigido a estudiar como se puede captar el máximo de radiación y simultáneamente a reducir las pérdidas de calor significativamente.

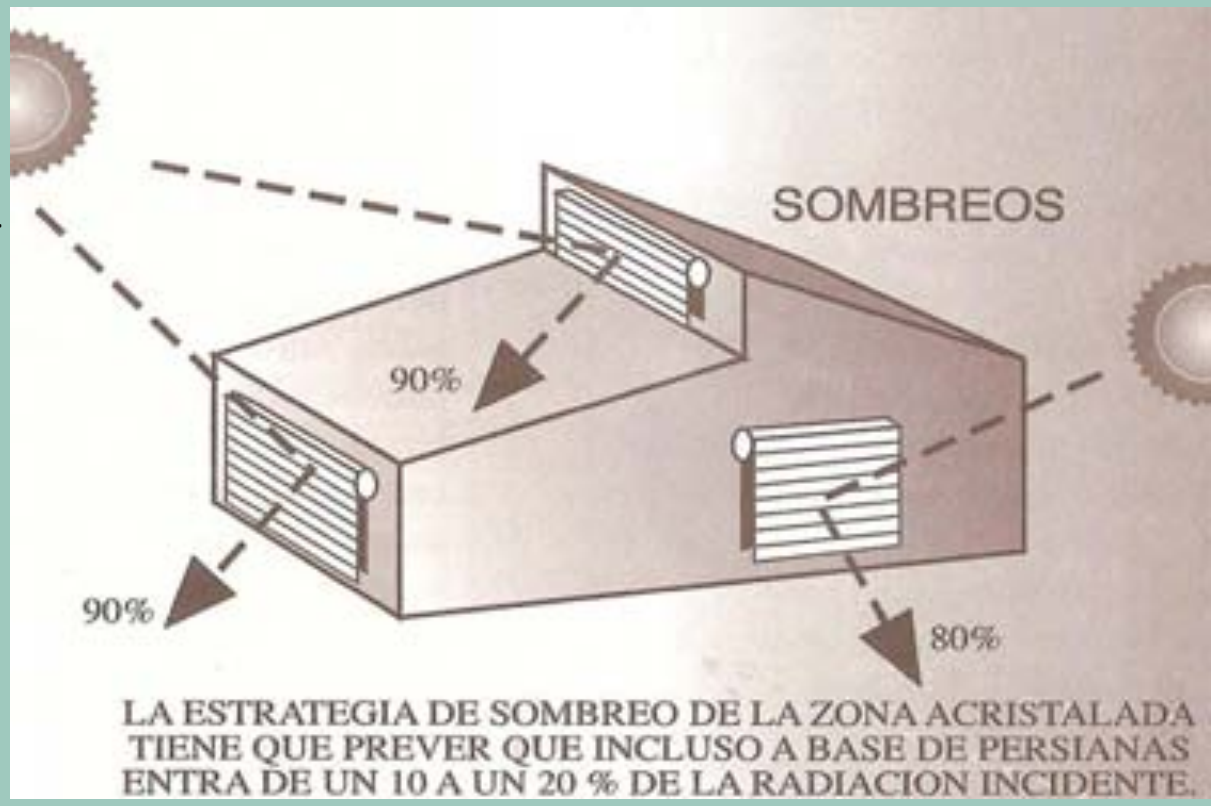
El número de hojas no afecta básicamente el recorrido de la radiación solar, lo que en realidad hace es aumentar la capacidad de aislamiento de la ventana, estableciendo un mejor balance térmico entre pérdidas y ganancias. Por lo tanto la elección del número de cristales y su posible combinación con la colocación de aislamiento nocturno o diurno depende de las características climáticas de la zona donde está localizada la construcción.



Diseño de los Sistemas Pasivos

En un clima suave el uso de más de dos hojas difícilmente tiene una explicación económica sobre todo si se cuenta con un asilamiento nocturno. Pero si no se cuenta con la colaboración del usuario siempre es más ventajosa la colocación del vidrio doble.

El aislamiento térmico que se utilice para disminuir las perdidas/ganancias de calor a través de vidrio debe ser por supuesto móvil. Como regla general se pude decir que la optima colocación del aislamiento es por fuera en verano y por dentro en invierno. Este asilamiento se puede convertir en un elemento de sombra en verano. En los climas cálidos es recomendable poner persianas o elementos similares en todas las ventanas, correctamente diseñados para cada orientación



Diseño de los Sistemas Pasivos

Tipo de cristal.

Si utilizáramos cristales translucidos en lugar de transparentes difundiríamos la luz en todas las direcciones y el impacto en el rendimiento del sistema será grande, sobre todo si se tiene la masa repartida en todo el espacio y se tendrá una mejor distribución del calor.

El factor solar del vidrio (g) es el cociente entre la radiación solar a incidencia normal que se introduce en el edificio a través del acristalamiento y la que se introduciría si el acristalamiento se sustituyese por un hueco perfectamente transparente.

Diseño de los Sistemas Pasivos

En el caso de superficies vidriadas o simplemente ventanas, la radiación solar llegará a la superficie exterior del vidrio y en condiciones generales medias, el 86% continuará por el interior del local hasta encontrar una superficie opaca.

Cada uno de estos vidrios tendrá la capacidad de frenar en parte el paso de los rayos del sol y es usual el uso de un factor para determinar dicha capacidad.

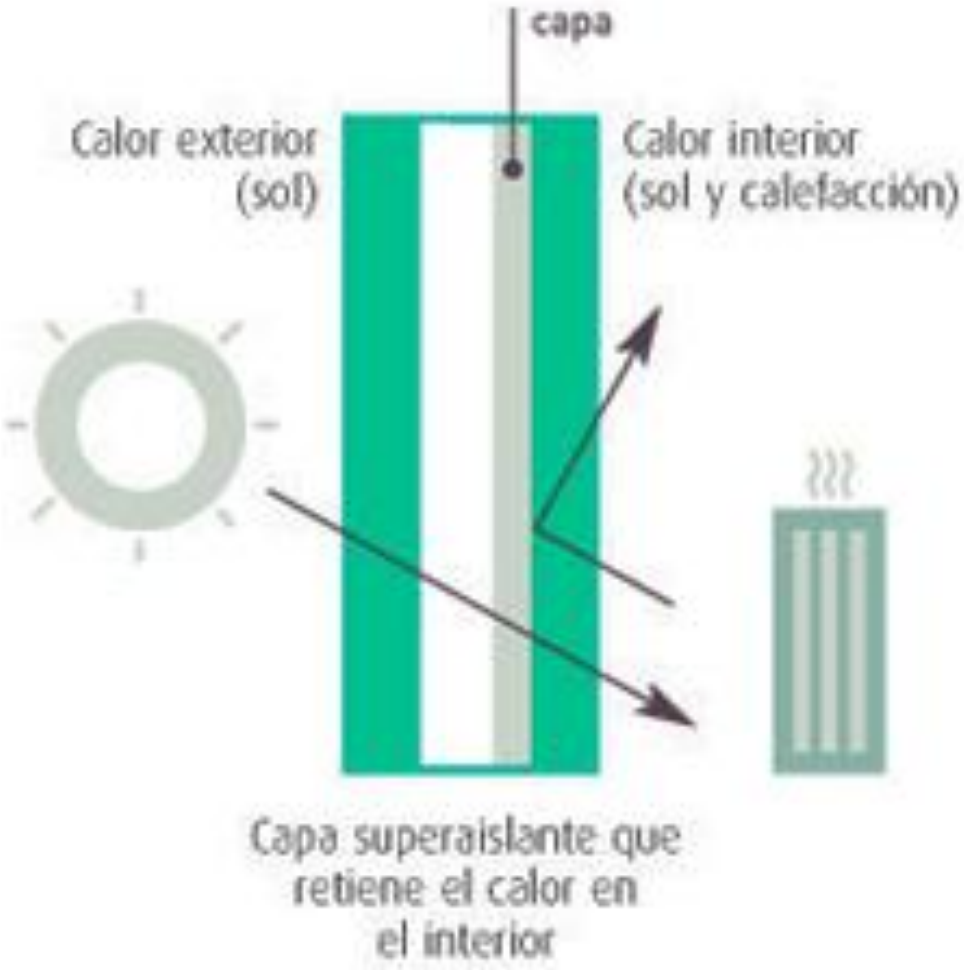
TIPO DE VIDRIO	FACTOR SOLAR
Luna incolora de 6 mm	0,85
Luna coloreada en gris	0,60
Luna coloreada en bronce	0,59
Luna coloreada en verde	0,57
Luna coloreada en rosa	0,78
Luna incolora reflectante en plata	0,17
Luna incolora reflectante en cromo	0,17
Luna incolora reflectante en oro	0,16
Luna incolora reflectante en ocre	0,22
Luna incolora reflectante en azul	0,37
Luna coloreada en bronce reflectante en bronce	0,20
Luna coloreada en gris reflectante en gris	0,20
Luna coloreada en verde reflectante en verde	0,19
Luna coloreada en ámbar reflectante en ámbar	0,19
Vidrio aislante 6+6+6 de lunas incoloras	0,72
Vidrio aislante 6+6+6 con una luna coloreada en bronce	0,48
Vidrio aislante 6+6+6 con una luna coloreada en verde	0,47
Vidrio aislante 6+6+6 con una luna coloreada en rosa	0,72
Vidrio aislante 6+6+6 con una luna incolora reflectante en plata	0,13
Vidrio aislante 6+6+6 con una luna incolora reflectante en oro	0,11
Vidrio aislante 6+6+6 con una luna incolora reflectante en azul	0,31
Vidrio aislante 6+6+6 con una luna coloreada en bronce reflectante en bronce	0,12
Vidrio aislante 6+6+6 con una luna coloreada en gris reflectante en gris	0,12
Vidrio aislante 6+6+6 con una luna coloreada en verde reflectante en verde	0,12
Vidrio aislante 6+6+6 con una luna coloreada en rosa reflectante en rosa	0,13

Fig: Factor solar para vidrios de 6 mm
Fuente: F. J. Neila, Arquitectura Bioclimática

Diseño de los Sistemas Pasivos

El Vidrio de Baja Emisividad o Low E es un vidrio desarrollado para reducir las pérdidas de calor desde el interior.

Está recomendado para zonas frías en las que es necesario aprovechar al máximo el calor generado en el interior, así como el que proviene del sol exterior y obtener el máximo aprovechamiento de la luz natural. Se emplea exclusivamente como vidrio interior de unidades de doble vidrio, mejorando en un 35% su capacidad de aislamiento térmico. Además contribuye a disminuir la carga que, por radiación solar, penetra a través del vidrio doble hermético. Esta bajo emisividad se consigue mediante el depósito por pulverización catódica, bajo vacío de óxidos metálicos y metales nobles, sobre una de las caras del vidrio que posteriormente formará parte del doble acristalamiento



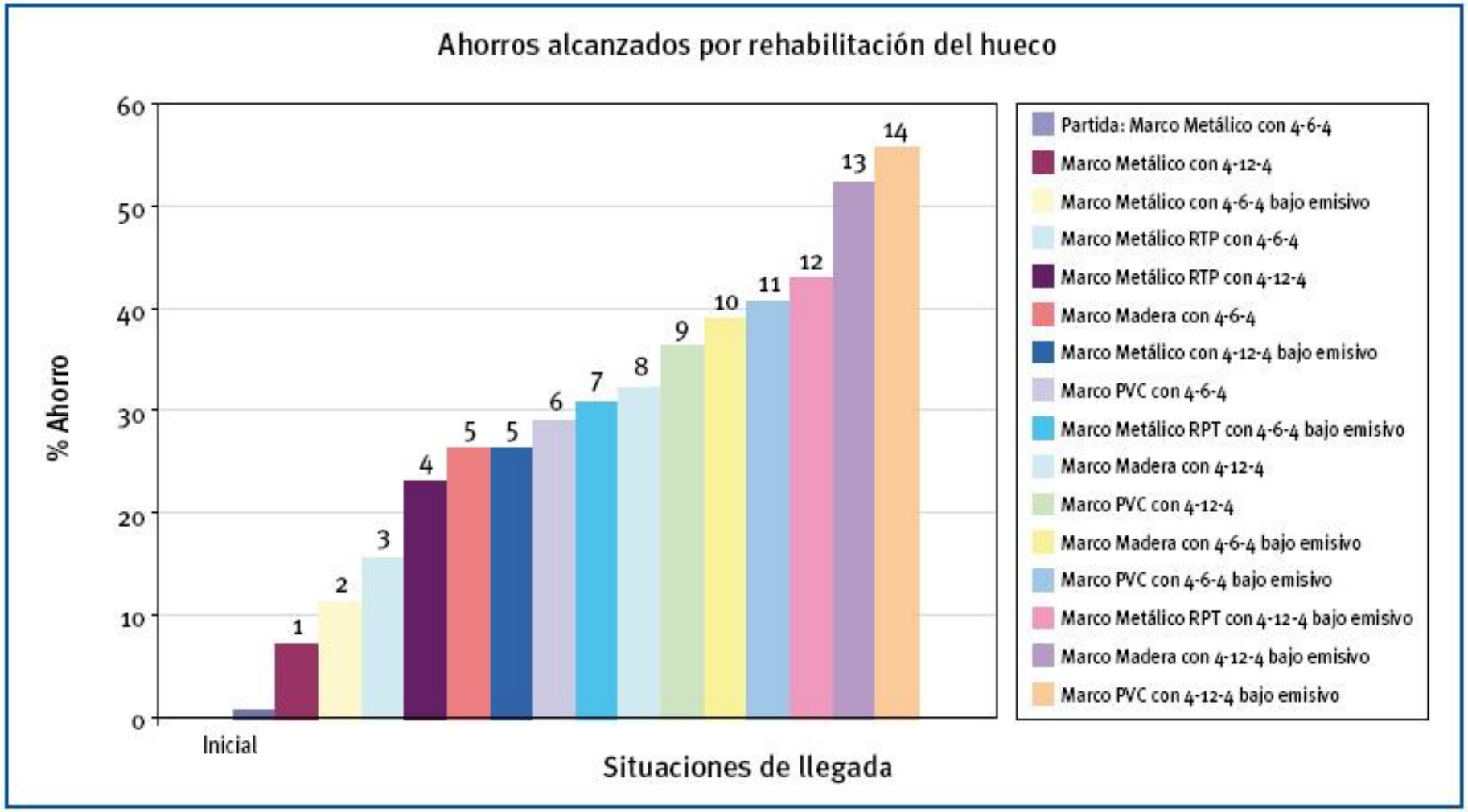
Diseño de los Sistemas Pasivos

Hay que tener en cuenta en la ventana no sólo el vidrio sino también los marcos y el funcionamiento de los mimos depende mucho del material y de su sección.

Situación	Acristalamiento	Espesor cámara	Carpintería	Pérdidas (*) (%)	Ahorro (**) (%)
Inicial	Doble	6	Metálica	100	0
1	Doble	12	Metálica	93	8
2	Doble	6	Metálica RPT	88	13
2	Doble bajo emisivo	6	Metálica	88	13
3	Doble	12	Metálica RPT	80	20
4	Doble bajo emisivo	6	Metálica RPT	75	25
4	Doble	6	Madera	75	25
5	Doble bajo emisivo	12	Metálica	73	28
6	Doble	6	PVC	70	30
7	Doble	12	Madera	68	33
8	Doble	12	PVC	63	38
8	Doble bajo emisivo	6	Madera	63	38
9	Doble bajo emisivo	12	Metálico RPT	60	40
10	Doble bajo emisivo	6	PVC	58	43
11	Doble bajo emisivo	12	Madera	48	53
12	Doble bajo emisivo	12	PVC	43	58

(*) % de pérdidas energéticas a través del cerramiento tomando como referencia (100%) la situación inicial
(**) % de ahorros (reducción de pérdidas energéticas) logrados a través del cerramiento respecto a la situación inicial
Cálculos realizados para participación de 30% marco y 70% acristalamiento

Diseño de los Sistemas Pasivos



Diseño de los Sistemas Pasivos

Forma y predimensionamiento de las ventanas estará influenciado por:

✓La localización de la masa térmica.
✓Las vistas.
✓La necesidad de luz natural.
✓La estética.

La forma de la ventana, el tipo de cristal, etc., cobran una importancia adicional cuando se relacionan con la masa térmica. El tamaño de la zona colectora en sí, influenciará la temperatura media diaria y el almacenamiento limitará la amplitud del ciclo de temperaturas.

En climas cálidos el exceso de ventanas no sólo hará difícilmente controlable la temperatura durante la primavera y el otoño, sino incluso durante buena parte de las horas diurnas de muchos días de invierno.

Diseño de los Sistemas Pasivos

En edificaciones de mayor altura insertadas en trama urbana se debería reflejar verticalmente la incidencia de la radiación.

Así, por ejemplo, se puede plantear el mezclar usos según el nivel de acceso solar. En plantas menos soleadas, bien por sombras o por orientación, podemos poner usos de alta carga interna y bajas perdidas. Como por ejemplo oficinas, locales comerciales. En plantas intermedias y a medida que se aumenta el nivel de radiación, mayores o menores huecos según el clima requiera ganar o no ganar. De forma que la imagen en vertical es la de una edificación que va acomodando sus huecos y ventanas al nivel de insolación y que de abajo a arriba los va modificando paulatinamente

Diseño de los Sistemas Pasivos

Almacenamiento térmico.

La radiación solar que penetra en un edificio con un sistema de ganancia directa es de cuatro a ocho veces más rápido de cómo se usa (si está bien aislado). Este exceso de calor debe ser almacenado, para su uso posterior, sin permitir que la temperatura interior se eleve. Esto normalmente se consigue con un interior masivo, que absorba rápidamente la energía incidente cediéndola lentamente por la noche o en las horas con bajas temperaturas diurnas.

Diseño de los Sistemas Pasivos

La falta de adecuado almacenamiento térmico producirá amplias variaciones de temperatura, sobrecalentando el espacio cuando la radiación esta disponible, y obligando a usar la calefacción por la noche. Durante el día se tendrá que evacuar el calor sobrante mediante la ventilación.

La masa bien en la estructura, cerramientos, agua en recipientes o en materiales de cambio de fase, debe colocarse cuidadosamente en relación con las ventanas, son el fin de que cumpla su función reguladora.

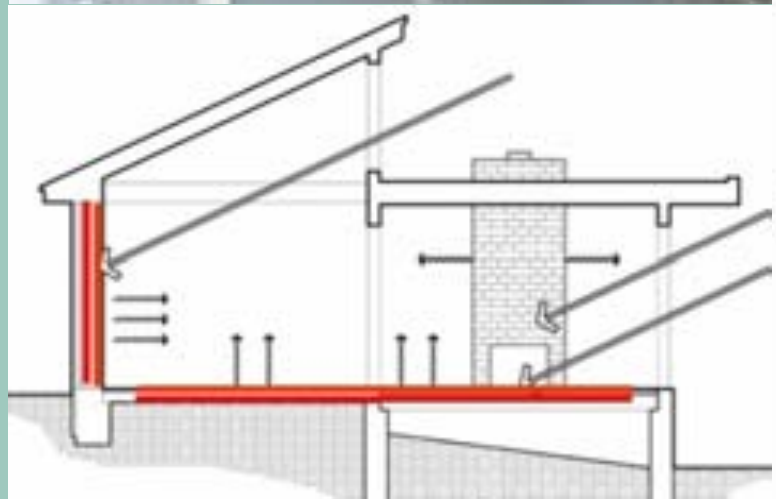
El porcentaje de calor almacenado en la masa térmica depende de:

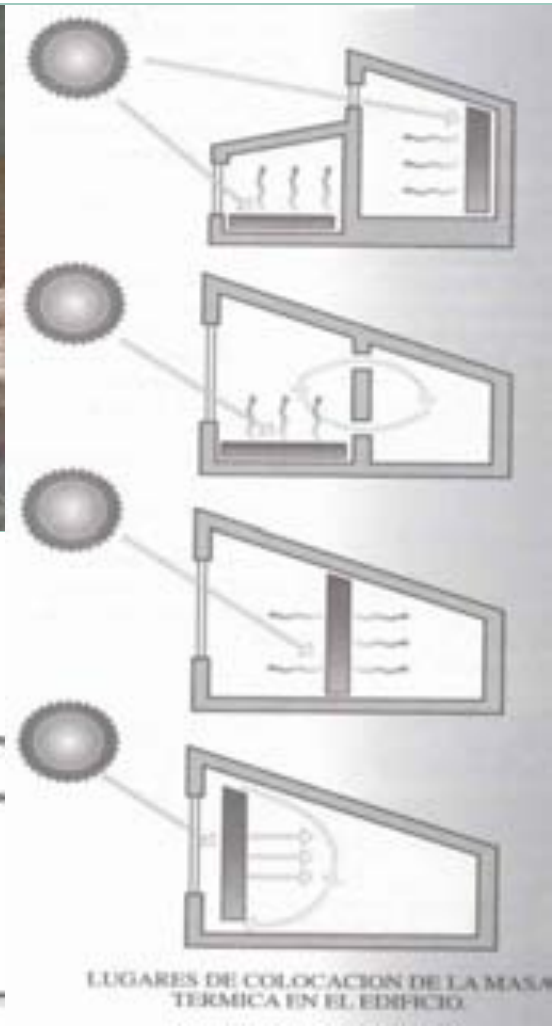
✓Localización
✓Tamaño
✓Distribución
✓Material
✓Color

Diseño de los Sistemas Pasivos

Localización.

El almacenamiento térmico debe colocarse la masa en la misma zona donde se experimenta la ganancia solar para incrementar la eficiencia. Si esto no es posible se pueden usar ventiladores para desplazar el calor hasta el lugar de almacenamiento. Los ventiladores removerán aire a temperaturas de 25-26ºC y lo almacenarán en diferentes partes del edificio. Para este uso son muy prácticos los lechos de rocas. Este método de convección forzada no es muy efectivo debido a las bajas temperaturas a las que se trabajo lo que dará lugar a que las superficies de almacenamiento tengan que incrementarse.





Diseño de los Sistemas Pasivos

Si podemos colocar el almacenamiento justo en las zonas de ganancias la mejor ubicación es el suelo detrás del área acristalada. Es el lugar óptimo desde el punto de vista del confort y desde el de la efectividad ya que evita estratificaciones del aire y requiere temperaturas menores. El problema asociado es el uso frecuente de alfombras, moquetas u otros elementos que reducen la cantidad de superficie expuesta.

Si se utiliza cristal translucido que difunde la luz en todas las direcciones o bien se coloca en le suelo un material de baja masa térmica y pintado en colores claros, la importancia de la colocación de la masa queda reducida, siendo el parámetro a considerar ahora, la distribución optima de la masa en el espacio, consiguiéndose un comportamiento óptimo para una masa muy repartida.

Diseño de los Sistemas Pasivos

Espesor

El espesor de la masa vendrá asociado con la cantidad de área disponible para repartir la masa. Muros de gran espesor pueden almacenar gran cantidad de energía, sin embargo el sol no esta brillándole tiempo suficiente para garantizar este requisito en espesores mucho mayores de 15 cm. Por ello un almacenamiento adecuado puede obtenerse, en lugar de incrementando el espesor de la superficie, incrementando el área.

Diseño de los Sistemas Pasivos

Color

Si se reduce la absortividad de la masa térmica, se reduce el posible ahorro de energía. Esta reducción de la absortividad, tenderá a distribuir el calor uniformemente, debido al mayor número de reflexiones que sufrirá dentro del espacio, incrementando las posibilidades de que la radiación solar se transmita de vuelta hacia fuera a través del cristal.

El máximo rendimiento se puede obtener con la máxima absortividad (negro), ahora bien, se deberá llegar a un compromiso entre la absortividad de la masa y la distribución de la radiación que se quiere tener. Una absortividad media de 0.5 podría definirse como adecuada ya que no penaliza significativamente el comportamiento térmico del espacio y al mismo tiempo satisface en general la estética normal de las edificaciones.

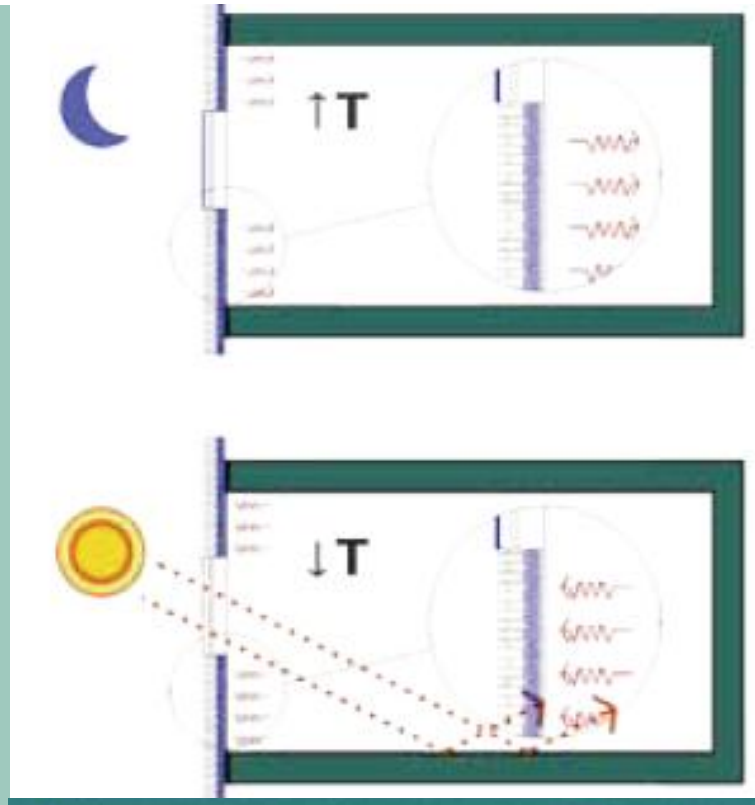
Diseño de los Sistemas Pasivos

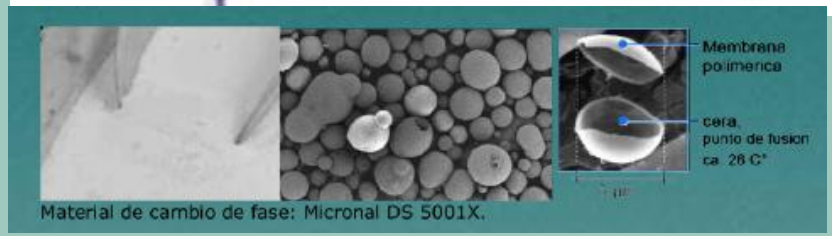
La tendencia de construir muros menores para aprovechar más la superficie interior crea la necesidad de utilizar materiales con gran inercia térmica y que ocupen poco espacio, especialmente en rehabilitación, como son los materiales de cambio de fase.

El interés de este tipo de materiales está en que, durante el cambio de fase, la temperatura se mantiene constante mientras que el material absorbe energía.

Tienen mayor densidad energética de estos materiales en comparación con cualquier otro y la temperatura a la cual se acumula la energía es menor, consiguiendo, por lo tanto, unas pérdidas menores.

Se obtiene que las placas de yeso con un 45% en peso de material de cambio de fase es capaz de almacenar en 1,5 cm de espesor, 5 veces la energía térmica de un panel de yeso laminado con el mismo espesor, y la misma cantidad que ½ pie de fábrica ladrillo hueco sencillo, en el rango de temperaturas próximas a la de confort (20-30 ºC), manteniendo las propiedades físicas y mecánicas exigidas en la normativa. Proyecto Edea.





Material de cambio de fase: Micronal DS 5001X.

Diseño de los Sistemas Pasivos

Muros de almacenamiento térmico.

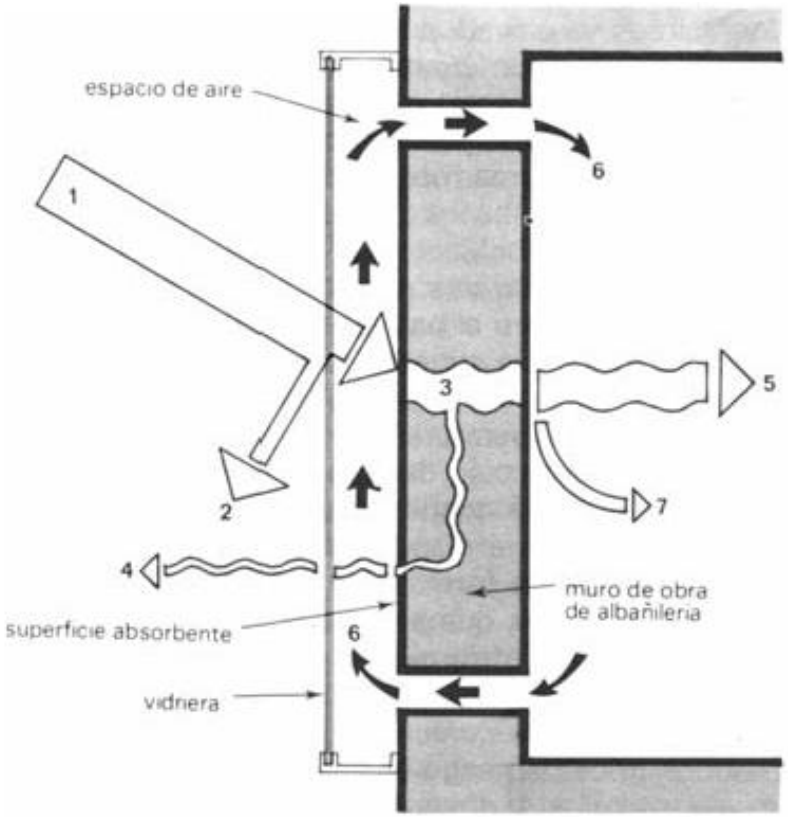
Es un sistema en el que la radiación solar atraviesa una zona acristalada incidiendo en un muro colocado entre el espacio de la vivienda y el cristal, el cual absorbe el calor y lo transmite lentamente hacia el interior.

Esta transmisión de calor se realiza de diversas formas, unas veces por conducción a través de un muro de alta conductividad térmica y otras veces combinando esta conducción con una convección natural provocada por la diferencia de temperatura entre el aire de la habitación y el muro. En este sistema la captación, absorción y almacenamiento tienen lugar fuera de la zona habitada..

Diseño de los Sistemas Pasivos

Podemos dividir el sistema en dos partes:
✓zona colectora.
✓zona de almacenamiento.

La zona colectora estará compuesta por una o más hojas de cristal o de otros materiales con similares propiedades. En general materiales que aguanten las fuertes temperaturas que consigue este espacio, que puede llegar a ser de 65 a 82 ºC en muros no ventilados



1 RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE
2 RADIACIÓN REFLEJADA POR LA VIDRIERA (PERDIDA)
3 FLUJO ABSORBIDO POR EL MURO
4 RADIACIÓN EMITIDA POR EL MURO (PERDIDA)
5 FLUJO RADIANTE RESTITUIDO POR EL MURO DESPUÉS DEL DEFASAJE
6 FLUJO CONVECTIVO INSTANTÁNEO
7 CONVECCIÓN DE SUPERFICIE

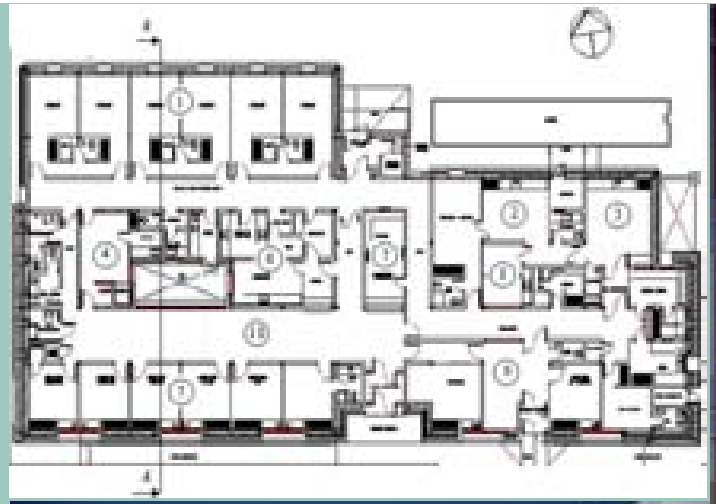
Diseño de los Sistemas Pasivos

	VENTAJAS	INCONVENIENTES
VIDRIO	• EFECTO INVERNADERO • TRANSPARENCIA • INALTERABILIDAD • RESISTENTE A POLUCION • BAJO COEFICIENTE DE EXPANSION • FACIL CONSECUCION	• CARO • RESISTENCIA A LA ROTURA LIMITADA • PESADO • DE DIFICIL INSTALACION EN GRANDES TAMAÑOS
POLICARBONATO	• MUY RESISTENTE AL IMPACTO • LIGERO DE PESO • MUY TRANSPARENTE	• SE RALLA FACILMENTE • NO ES REGIDO • CAMBIA DE COLOR Y SE HACE FRAGIL A LA LARGA
FIBRA DE VIDRIO	• BAJO COSTO • FACIL MANEJO • MUY RESISTENTE	• TRANSPARENCIA LIMITADA SI ESTA TRATADO • VIDA MEDIA • AMARILLEA
POLIETILENO	• MUY BARATO • LIGERO, FLEXIBLE Y FACIL DE INSTALAR • BUENAS PROPIEDADES TERMICAS SI ESTA TRATADO	• DURACION LIMITADA • FRAGIL DESPUES DE LARGA EXPOSICION
TEFLON	• EXCELENTE DURACION • TRANSMISIVIDAD ELEVADA	• CARO • DIFICIL DE ENCONTRAR • DISPONIBLE EN ANCHOS LIMITADOS

COMPARACION DE DIFERENTES MATERIALES SUBCEPTIBLES DE USARSE COMO ACRISTALAMIENTOS

Diseño de los Sistemas Pasivos

La zona de almacenamiento estará compuesta por materiales de alta capacidad térmica y alta conductividad, como por ejemplo los hormigones, ladrillos macizos, bloques, etc., revestidos exteriormente con pinturas de alta absortividad y en el interior con los materiales usuales.



Diseño de los Sistemas Pasivos

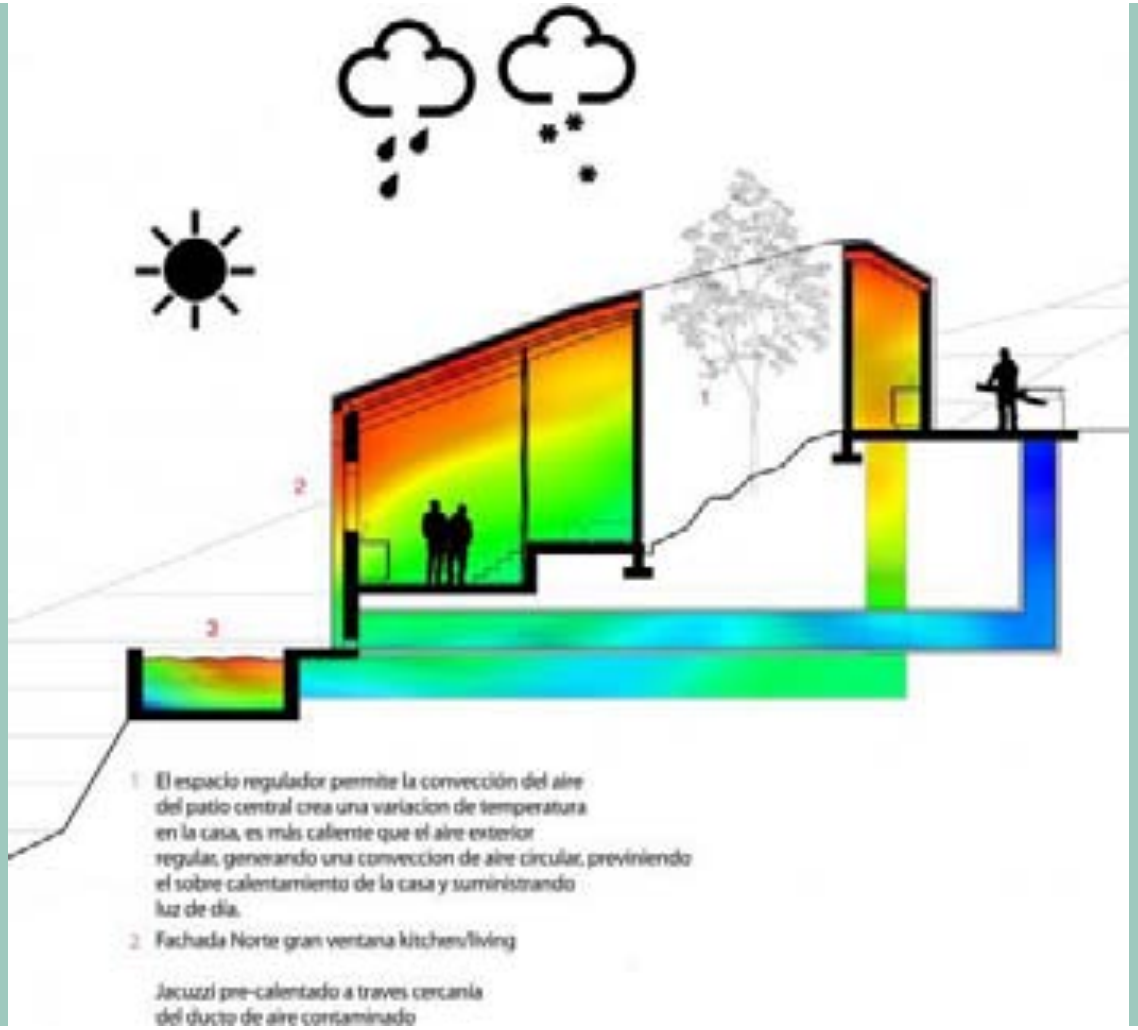
✓Desde el punto de vista de captación es menos eficiente que los de ganancia directa, debido a las altas temperaturas que se obtienen en el espacio entre el cristal y el muro, siendo necesario aproximadamente le doble de superficie acristalada, para proporcionar la misma cantidad de calor a un espacio.

✓Debido a la alta conductividad térmica de los materiales empleados en el cerramiento, en climas de predominancia nubosa este sistema no es el más adecuado ya que el balance ganancias perdidas dará negativo. Así mismo en verano puede convertirse en un punto de calor indeseado si no se aísla efectivamente la superficie captadora.

✓La ganancia de calor no es instantánea, sino retardada hasta las últimas horas de la tarde, siendo por lo tanto un sistema utilizable fundamentalmente en usos residenciales, y en este caso es conveniente combinarlo con un sistema de ganancia directa o bien en sitios de climas fríos o casas con grandes infiltraciones, utilizar aberturas colocadas en la parte inferior y superior del muro para introducir aire caliente directamente en el espacio interior.

✓En general son cerramientos caros de construir.

Diseño de los Sistemas Pasivos



Diseño de los Sistemas Pasivos

Diseño del muro.

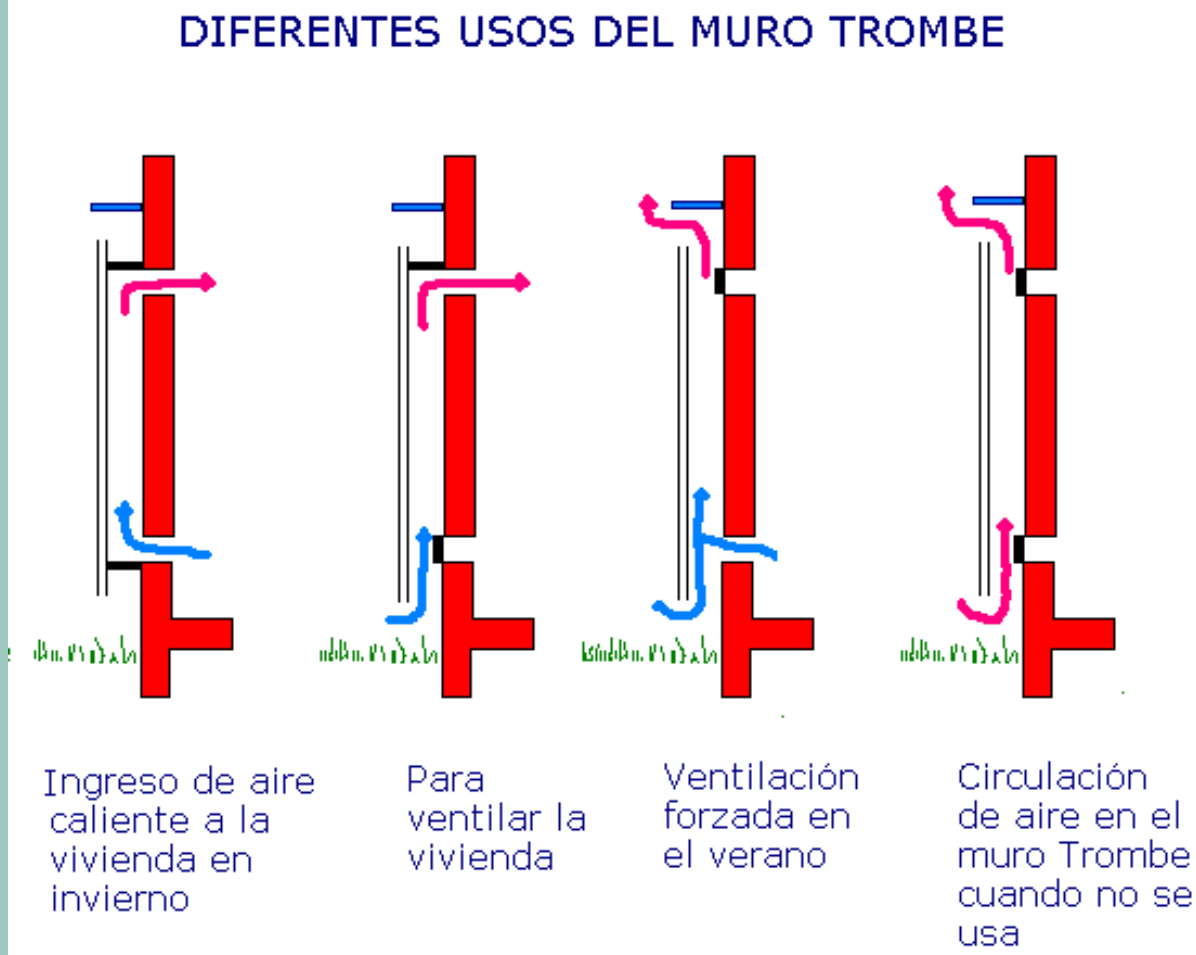
La superficie colectora deberá colocarse entre 5 y 10 cm del muro, aunque a veces se coloque más separado de él para permitir su limpieza. En este caso el rendimiento puede reducirse al aparecer perdidas por convección, al existir más facilidad para el movimiento del aire en dicho espacio. Si se utiliza carpintería metálica hay que evitar que está entre en contacto con el muro para evitar perdidas por conducción. Los sellantes e impermeabilizantes que se utilicen deben aguantar las altas temperaturas. La orientación óptima está entre +-6º del sur. Un desfase de 20º puede suponer una bajada de un 10% en su efectividad

Diseño de los Sistemas Pasivos

El muro puede ser ventilado o no ventilado.

✓Muro Trombe no ventilado, resulta útil para enfatizar el retardo en la radiación del calor al interior del edificio y por lo tanto es más adecuado para usos continuos (vivienda). La temperatura que se alcanza en la cámara de aire es superior a la del ventilado.

✓Muro Trombe ventilado. En edificios de uso intermitente regular, es decir, que se utilizan tan solo durante el día (edificios de uso administrativo, escolar, comercial...), el sistema puede ser apropiado en el caso de la utilización de paredes de masa delgadas, de alrededor de l0 cm de hormigón



Diseño de los Sistemas Pasivos

Los criterios orientativos para el dimensionado de los muros Trombe en función de las condiciones climáticas de invierno y de la superficie útil a calefactor.

En cada margen se elegirá el coeficiente según la latitud. Para latitudes bajas (35º de Latitud Norte), se debe tomar el valor menor del margen y para latitudes altas (48º de LN) el valor mayor. Para edificios mal aislados se utilizará también el valor mayor. Para muros con reflector horizontal especular de longitud igual a la altura del muro se usará el 67% de los valores. Para muros con aislamiento térmico nocturno el 85% y con ambos equipos el 57 %

Temperatura media exterior de invierno	Superficie de pared necesaria por unidad de superficie útil a calefactar.	
	Muro de obra	Muro de agua
Climas fríos		
-10°C	0.72-1.00	0,55-1,00
-7°C	0.60-1.00	0,45-0,85
-4°C	0.51-0.93	0,38-0,70
-1°C	0.43-0.78	0,31-0,55
Climas templados		
+2°C	0.35-0.60	0,25-0,43
+5°C	0.28-0.46	0,20-0,34
+7°C	0.22-0.35	0,16-0,25

Diseño de los Sistemas Pasivos

Tipo y número de las hojas de cristal.
Debido al fuerte salto de temperatura existente se recomienda colocar doble hoja a no ser que se coloque algún tipo de aislamiento nocturno que al igual que en la ganancia directa tiene dos funciones reducir las perdidas por radiación y las ganancias en épocas de calor.

Espesor del muro.
El grosor óptimo del muro depende de la conductividad térmica del material, creciendo con la conductividad ya que un muro hecho a base de un material de alta conductividad transfiere el calor rápidamente desde la superficie captadora exterior hasta su cara interior. Un muro de baja conductividad transfiere el calor lentamente, debiendo hacerse por tanto el grosor inferior, para que transfiera el calor cuando es necesario.

Diseño de los Sistemas Pasivos

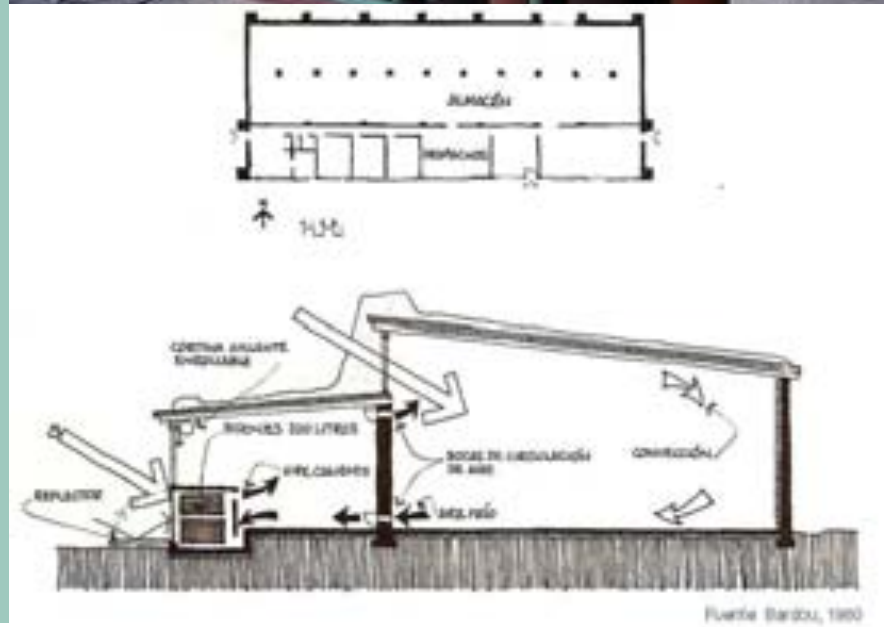
La masa térmica influirá de una manera importante en las fluctuaciones de temperatura del espacio interior, como se puede ver en la tabla, para diferentes espesores de materiales tenemos diferentes fluctuaciones. Como regla general se puede decir que ha mayor espesor del muro, menor fluctuación de temperatura para un mismo material y para dos materiales diferentes a igualdad de espesor, se tendrá mayor fluctuación de temperatura en el material de mayor conductividad.
El provocar con un diseño equivocado grandes fluctuaciones de temperatura puede obligar a ventilar el edificio durante algunas horas restando eficiencia al sistema.

MATERIAL	FLUCTUACIONES DE TEMPERATURA EN FUNCIÓN DEL ESPESOR DEL MURO					
	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm
ADOBE	…	10º	4º	4º	5º	…
LADRILLO	…	13º	6º	4º	…	…
HORMIGÓN	…	15º	8º	5º	3º	3º
LADRILLO (MAGNESIO)	…	19º	13º	9º	7º	5º
AGUA	17º	10º	7º	6º	6º	5º

MATERIAL	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (kcal/hmºC)	ESPESOR RECOMENDADO (cm.)
ADOBE	0.45	20-30
LADRILLO	0.63	25-35
HORMIGÓN	1	30-45
AGUA	…	15 O MÁS

Diseño de los Sistemas Pasivos

En el caso de almacenamiento de energía utilizando muros de agua, el comportamiento mejora indefinidamente al incrementar el espesor, debido a que el agua se calienta uniformemente en todo su espesor, de tal forma que a partir de 15 cm el aumento del rendimiento es menor para el mismo aumento de espesor. Con contenedores de agua el espesor no debe ser menor de 15 cm ya que el agua se calentaría demasiado rápidamente durante el día, calentando el espacio en horas donde la necesidad de calefacción es menor y al mismo tiempo aumentando las pérdidas a través del cristal.



Fuente: Bardou, 1980

Diseño de los Sistemas Pasivos

Color.

A mayor energía absorbida por la superficie exterior del muro, mayor transmisión de calor hacia el interior. Una pared pintada de negro con una absortancia de 95% es la más eficiente de todas.

Diseño de los Sistemas Pasivos

Superficies selectivas.

La superficie selectiva consiste en una hoja especial de metal adherido a la superficie exterior de la pared. La superficie exterior de la pared acumuladora debería tener una absortividad (factor de absorción) cercano a 1, evitándose los colores claros. El uso selectivo de la superficie aumentará la eficiencia de la pared de aproximadamente 30%.

La superficie selectiva es una hoja de metal de cobre adherida al muro. Tiene una capa de cromo y una capa de óxido de cobre La superficie selectiva debería ser aplicada con rigor para alcanzar el 100 % de adhesión a la pared de masa, ya que de lo contrario se penalizara la absorción del calor por el muro. En los casos en los que se aplique una superficie selectiva sobre la pared de masa, los vidrios sencillos pueden resultar suficientes.

Diseño de los Sistemas Pasivos

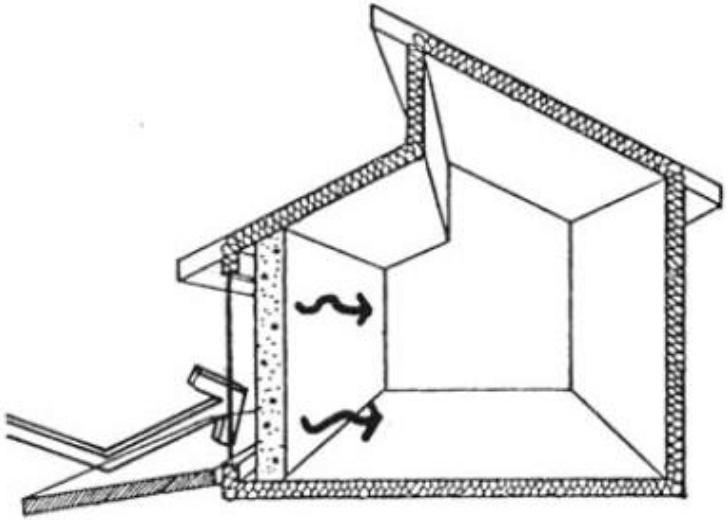
Rejillas de ventilación.

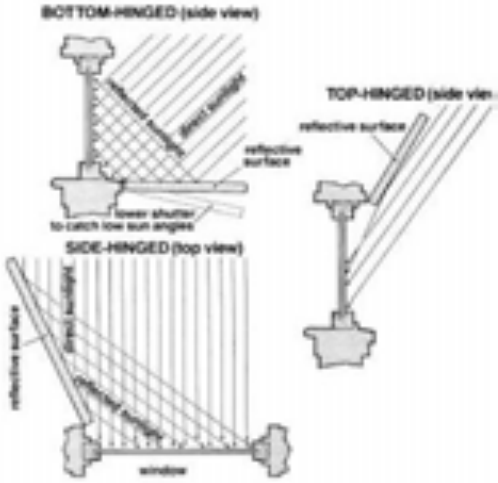
Un día soleado de invierno la temperatura del aire en el espacio entre el muro y el cristal puede alcanzar los 60 ó 65 grados, si colocamos aperturas en la parte inferior del muro, se induce una corriente por convección que extrae aire frío de la habitación e introduce aire caliente por la parte superior del muro. Cunado deja de funcionar se empieza a producir una circulación del aire al revés, enfriando la habitación, es por eso necesario colocar algún elemento que corte ese flujo durante la noche. Es un sistema que funciona muy bien en climas fríos o en edificios con grandes infiltraciones. La temperatura de este aire oscila alrededor de los 31º, siendo necesario disponer de algún tipo de masa térmica dentro del espacio con el fin de evitar grandes fluctuaciones de temperatura que estarían fuera de la zona de confort.

Diseño de los Sistemas Pasivos

Posibles mejoras.

Reflectores. Un reflector es un ingenio solar de concentración de la radiación. En condiciones climáticas de invierno, es posible mejorar el rendimiento del muro Trombe mediante reflectores que pueden elevar la cantidad de radiación solar que alcanza la pared de masa. Gracias a estos reflectores es posible reducir la superficie del muro Trombe necesaria para calentar un espacio. Su utilización está fuertemente recomendada en los climas fríos nórdicos y de alta montaña.

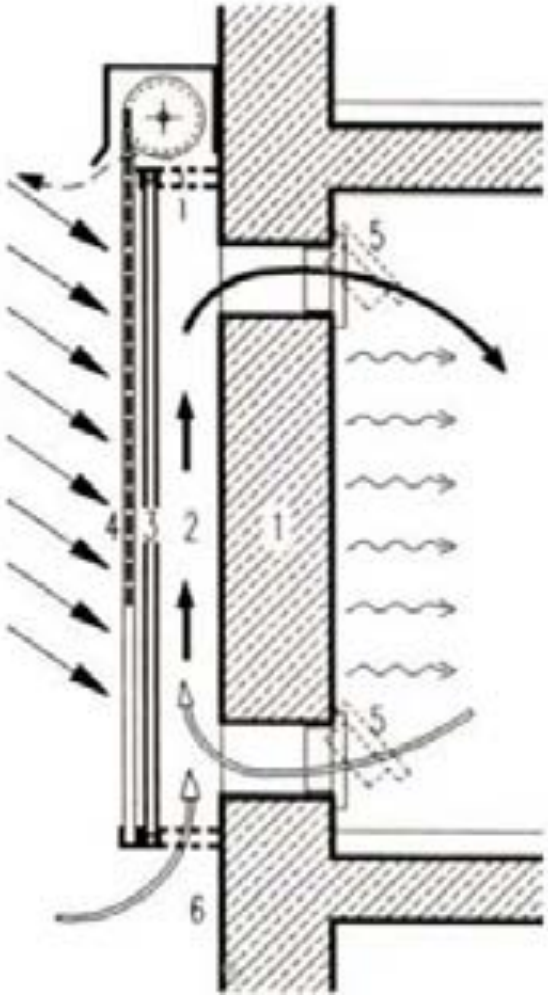


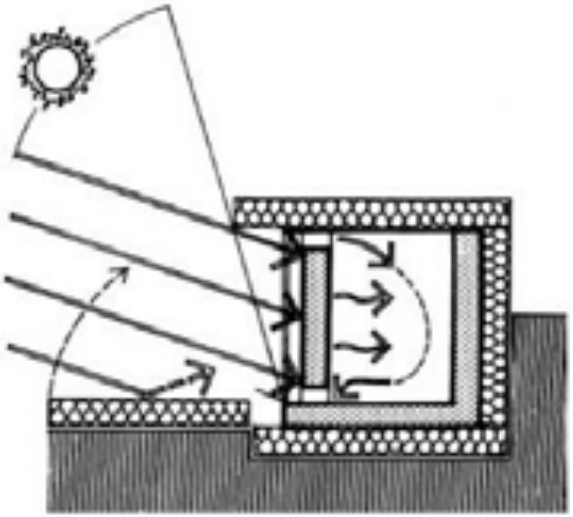


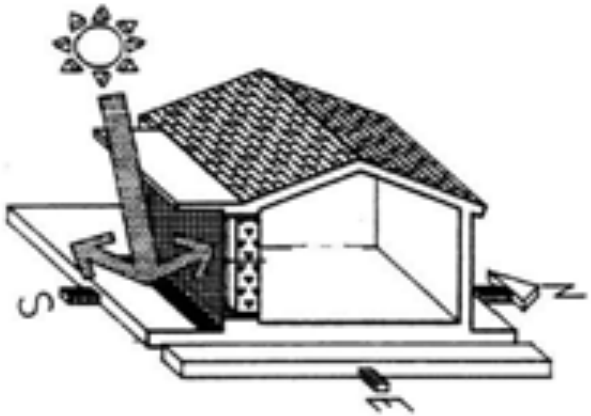
Diseño de los Sistemas Pasivos

Protección solar exterior.

Para el correcto funcionamiento del sistema en los períodos sobrecalentados (verano), cuando es necesario evitar el calentamiento del muro, se incluirá una protección solar exterior.





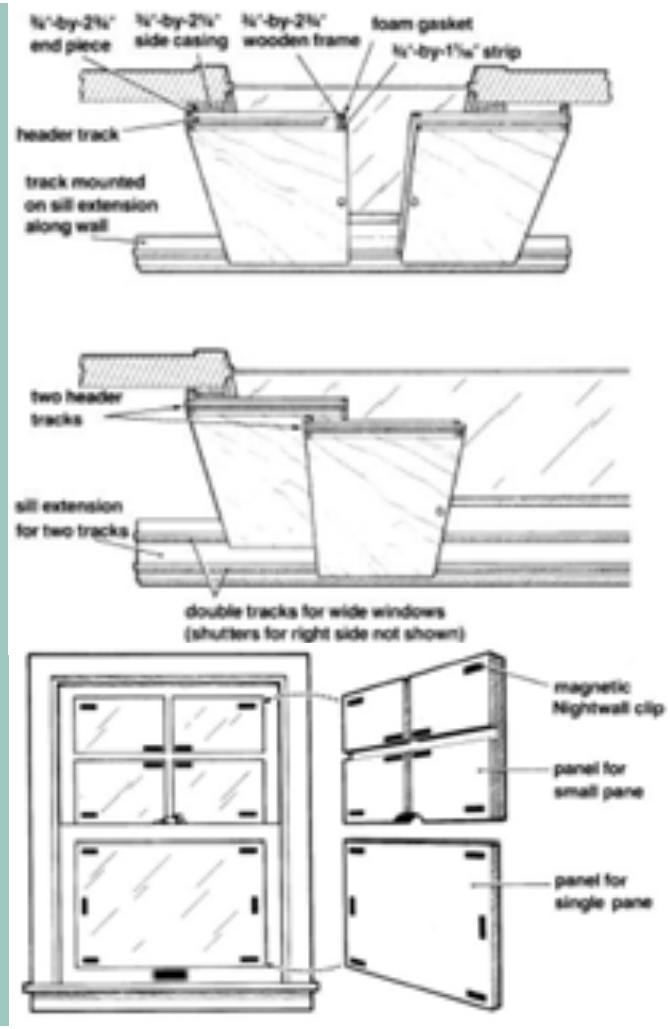


Diseño de los Sistemas Pasivos

Aislamiento térmico contra las pérdidas nocturnas en invierno.

Para evitar los riesgos de exceso de enfriamiento nocturno en invierno se suele utilizar protecciones térmicas móviles. La situación ideal sería la colocación de una protección móvil (contraventana, persiana...), con valores altos de aislamiento térmico y que sea capaz de reflejar la radiación infrarroja proveniente del muro.

Algunos aislamientos móviles pueden hacer a su vez las funciones de reflectores y/o de protección solar La utilización de vidrio bajo emisivo con muy baja transmitancia térmica puede sustituir al aislamiento exterior.

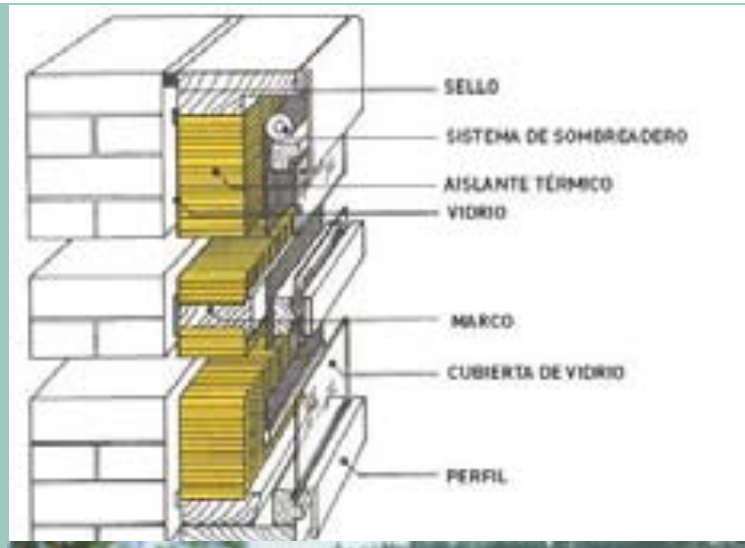


Diseño de los Sistemas Pasivos

Un material aislante que no nos proteja del sol de invierno, considerando que es precisamente calor solar lo que quisiéramos en ese período del año.

Ese material ideal existe y se llama aislante térmico transparente (TWD), el cual podemos apreciar en el albergue juvenil de Windberg, Alemania, del arquitecto Thomas Herzog.

Allí un conjunto de muros masivos con orientación sur fue recubierto con celdas de policarbonato en forma de panal de abejas y luego, con vidrio para protegerlo de la lluvia, logrando de paso el efecto invernadero que calentará el muro(,) en forma similar a un muro Trombe. La diferencia con este último es que las pérdidas de calor al exterior son mínimas dado que el aire quieto en las celdas anulan el enfriamiento por convección



Diseño de los Sistemas Pasivos

Habitaciones Solares.

Este sistema es esencialmente una mezcla de los sistemas de ganancia directa e indirecta. La habitación solar se construye en el lado sur del edificio, la energía incidente es transmitida a través del cristal, siendo parte de ella absorbida por las superficies interiores, convirtiéndose en calor. Algo de este calor se transmite rápidamente por convección al aire y otra se absorbe lentamente en los muros.

Esta compuesto por lo tanto por la zona colectora y la zona de almacenamiento. La zona de almacenamiento dependerá del uso que tenga la habitación solar.

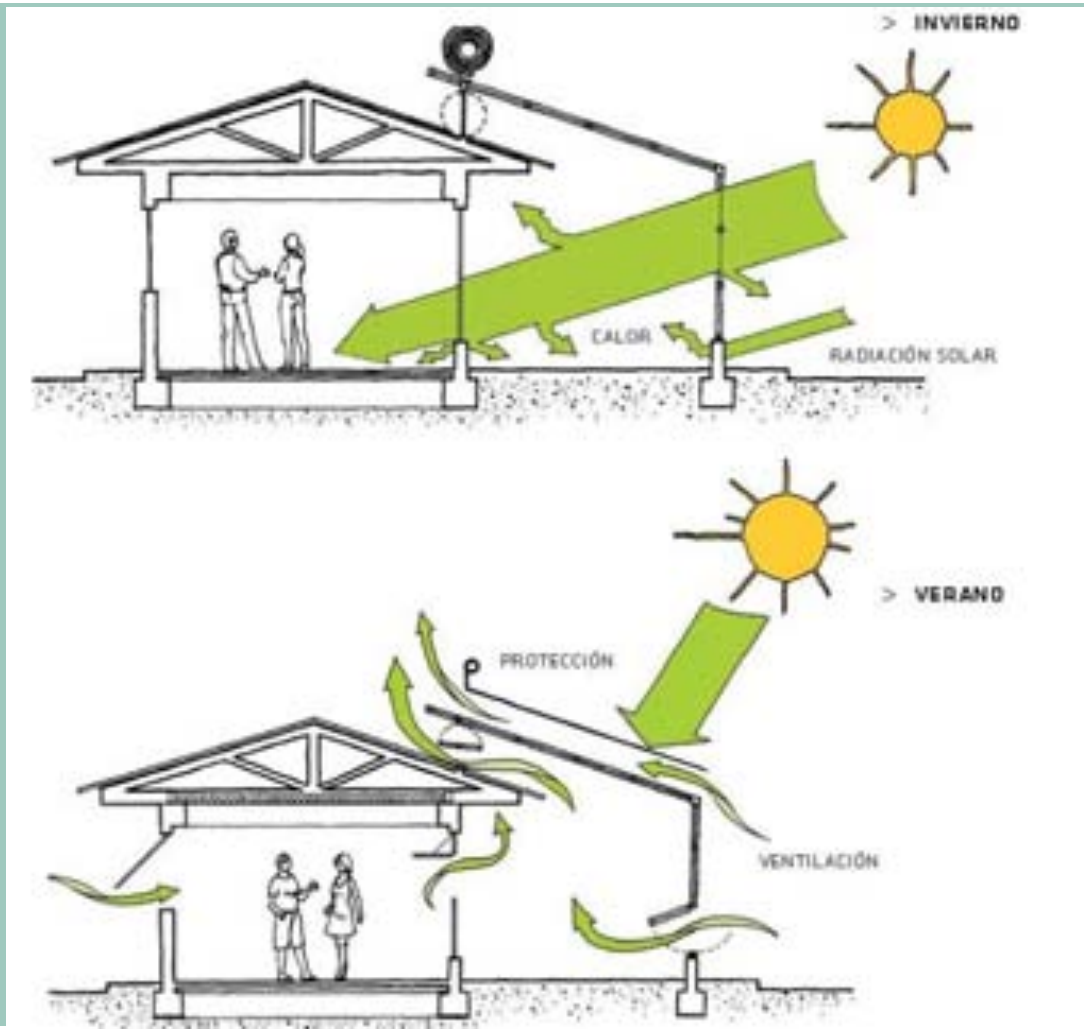
Diseño de los Sistemas Pasivos

Si el invernadero se utiliza como espacio de vivienda se deberá colocar más térmica suficiente en el suelo para reducir las fluctuaciones de temperatura interior. Si la función no es de zona de estar se puede tratar como un muro de almacenamiento térmico.

Es un sistema menos efectivo que los anteriores ya que requiere 3 ó 4 veces más superficie acristalada que los anteriores. Las oscilaciones térmicas si no se colocan elementos de masa térmica pueden ser del orden de 16 a 38 º C para un día soleado de invierno, fluctuación que en 24 horas puede convertir en inhabitable el invernadero, en cambio con una buena masa térmica se puede reducir las fluctuaciones a un máximo de 16ºC.

Diseño de los Sistemas Pasivos

Es un sistema que necesita un riguroso control del soleamiento en verano, para evitar el excesivo calentamiento, así como una buena ventilación.
Las perdidas de calor a través del cristal serán muy grandes si no se coloca algún tipo de aislamiento nocturno.

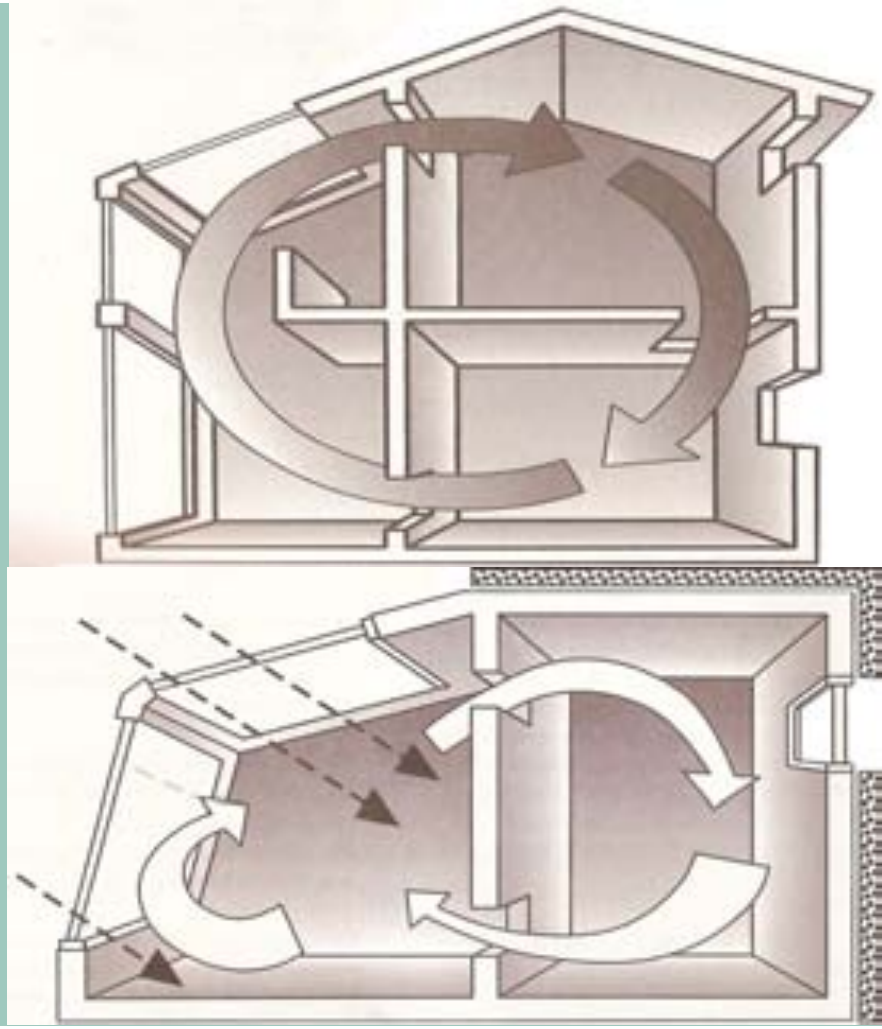


Diseño de los Sistemas Pasivos

La zona colectora.

Los aspectos fundamentales del diseño de esta zona son:

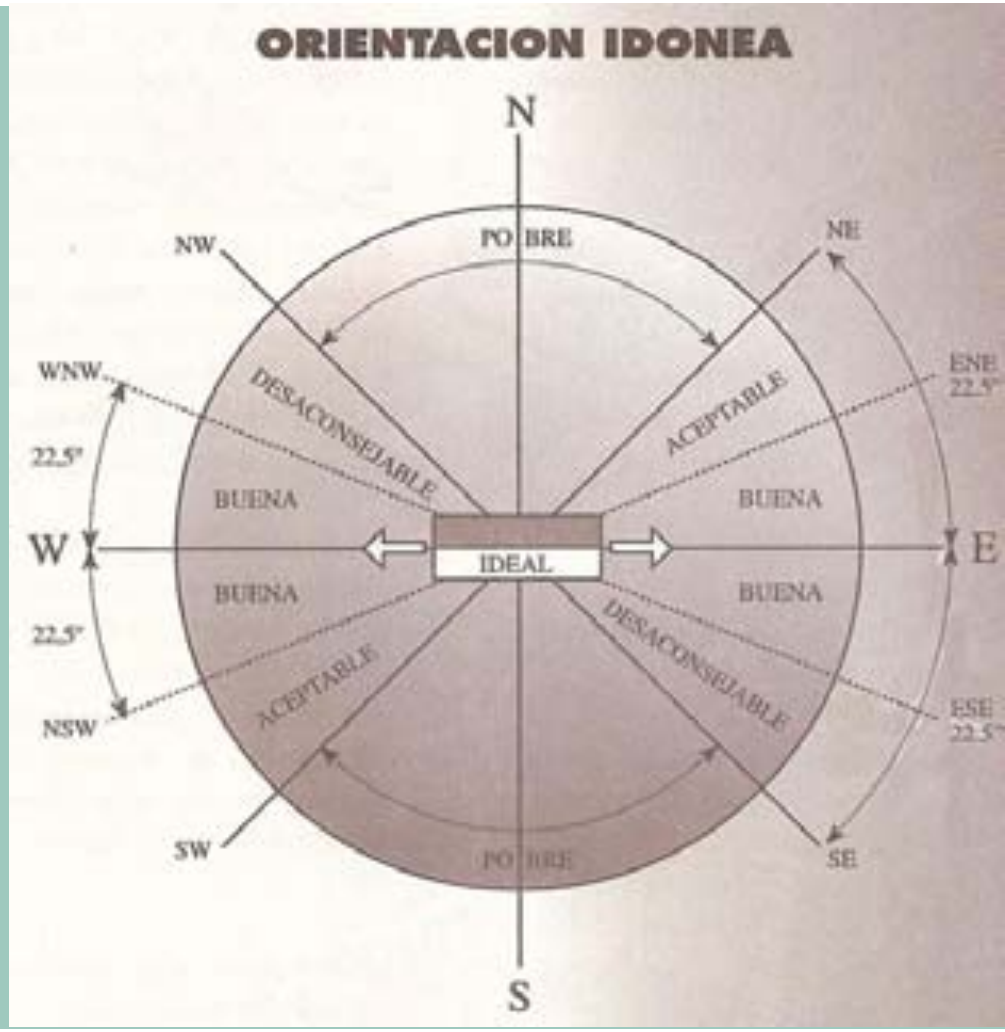
✓Orientación.
✓Geometría.
✓Tipo de cristal.
✓Protección del cristal.



Diseño de los Sistemas Pasivos

Orientación.

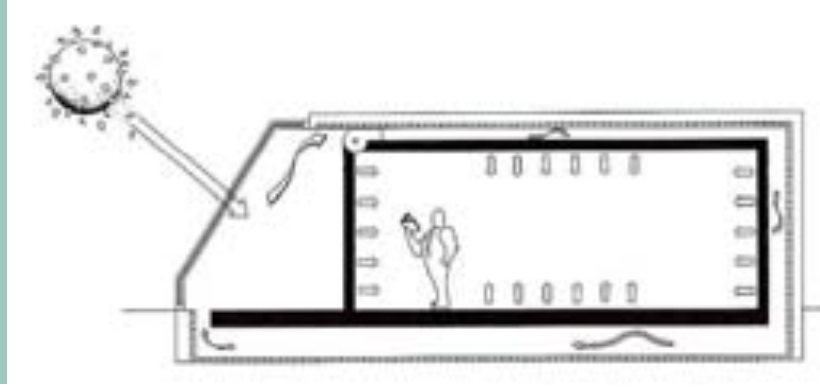
La orientación óptima siempre es la sur. Dentro de unos límites las desviaciones no producen variaciones significativas.
Por ejemplo una variación de 30 grados en zonas de climas fríos y claros, respecto al sur disminuiría la eficacia en un 5%. Y en zonas de clima nublado este 5% de perdida de rendimiento se produce para desvíos de 35º. Como regla general podemos decir que se puede orientar el cristal entre 25 y 35 grados este/oeste con una reducción en la eficiencia del 5%.



Diseño de los Sistemas Pasivos

Geometría.

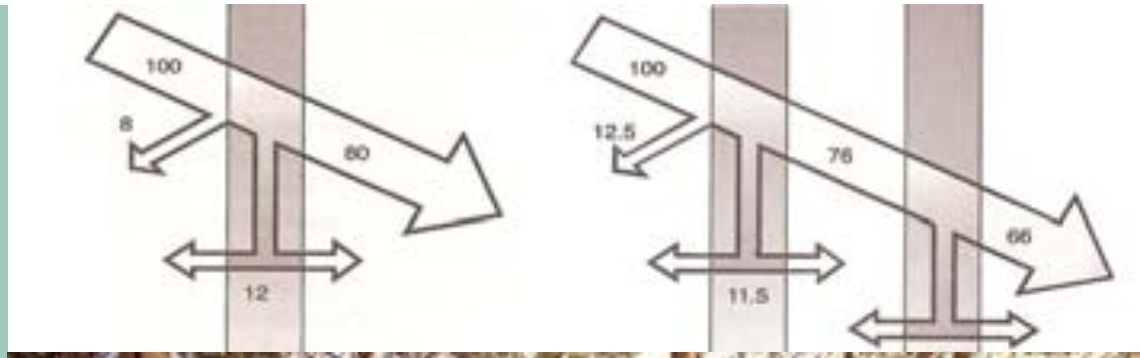
La óptima inclinación del cristal depende de la latitud, del tipo de clima y de las características físicas del edificio.
Como regla se puede establecer que una inclinación entre 50º y 60º, es aproximadamente óptima, dentro de estos márgenes la variación en el rendimiento es pequeña, del orden del 5%.



Diseño de los Sistemas Pasivos

Número de cristales.

Cada cristal reduce la ganancia solar y al mismo tiempo reduce las perdidas de calor.
Cada cristal añadido a la superficie colectora, reduce la ganancia solar aproximadamente en la misma fracción y reduce las perdidas de calor en una fracción menor, decreciente con el número de cristales.
El beneficio de añadir cristales disminuye llegado a un punto. El número óptimo dependerá del clima y del funcionamiento del sistema, especialmente si tiene aislamiento nocturno.



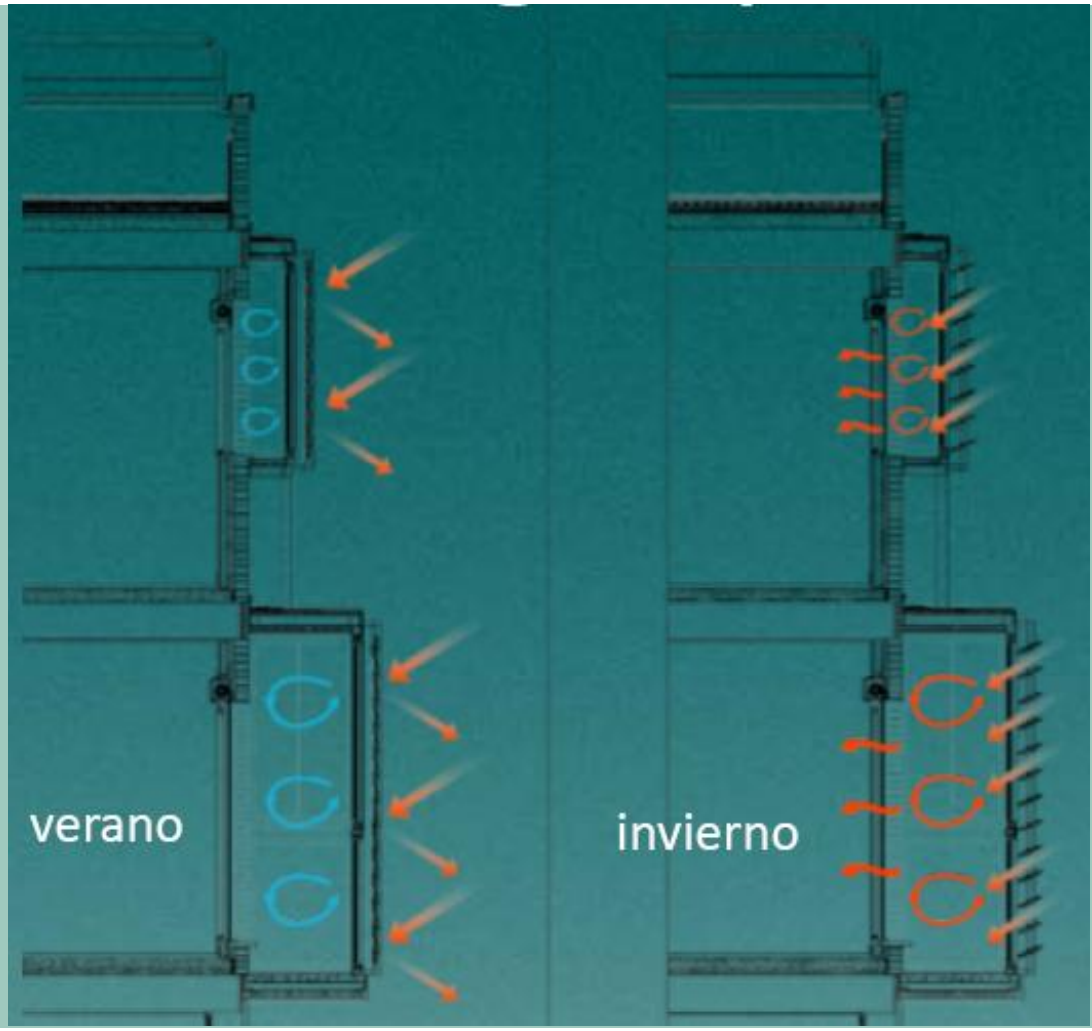
Diseño de los Sistemas Pasivos

La zona de almacenamiento.

Caben diferentes tipos de almacenamiento:

✓Muro común de alta masa térmica.
✓Muro común aislado, y masa térmica en forma de contenedores de agua.
✓Almacenamiento activo en lecho de rocas.

En todos se considera que el suelo participa como masa térmica.



Diseño de los Sistemas Pasivos

✓El muro común de alta masa térmica es muy parecido al muro trombe. En este caso es probable que tanto el muro como el suelo sean insuficientes para lograr unas fluctuaciones térmicas adecuadas. Se puede completar con masa adicional pensar que es admisible fluctuaciones de entre 23 y 30ºC. El rendimiento del sistema es óptimo para muros de 30 cm de espesor, para materiales de densidades alrededor de 2.400kg/m3 o bien de 18cm. para densidades de 960 kg/m3.

✓Muro común a base de contenedores de agua. La forma de los contenedores de agua tiene poca influencia en el sistema, se consigue un 5% de incremento en el rendimiento si los contenedores de agua son altos y de poco espesor cubriendo todo el muro. El rendimiento mejora incrementando el volumen de agua, aunque el óptimo es 0.2 m3/m2.

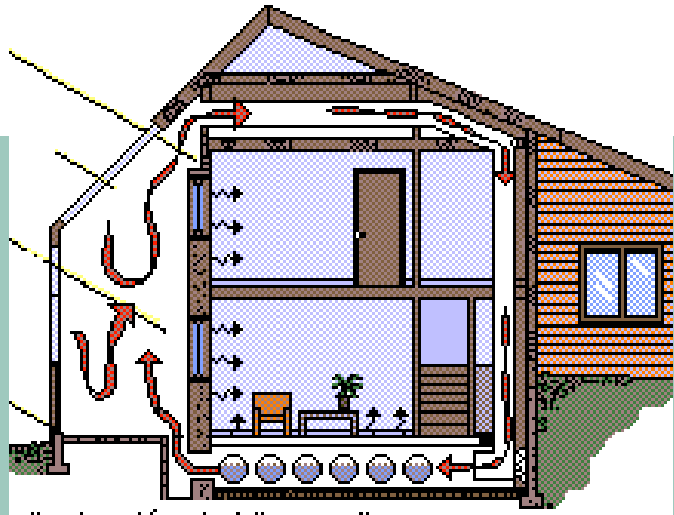
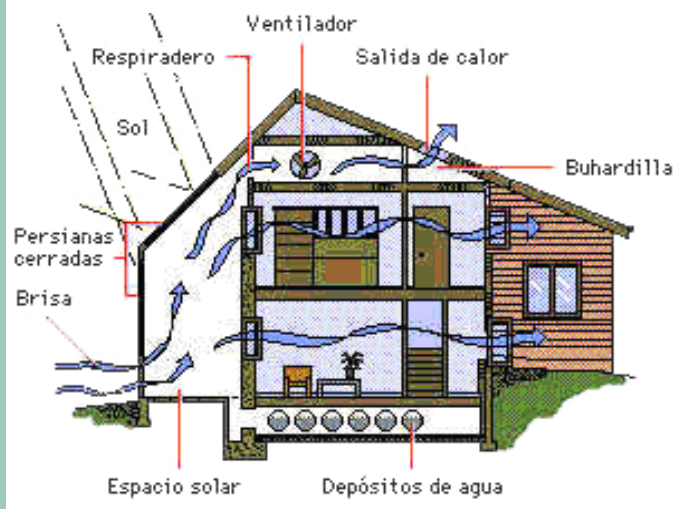


Ilustración de Microsoft

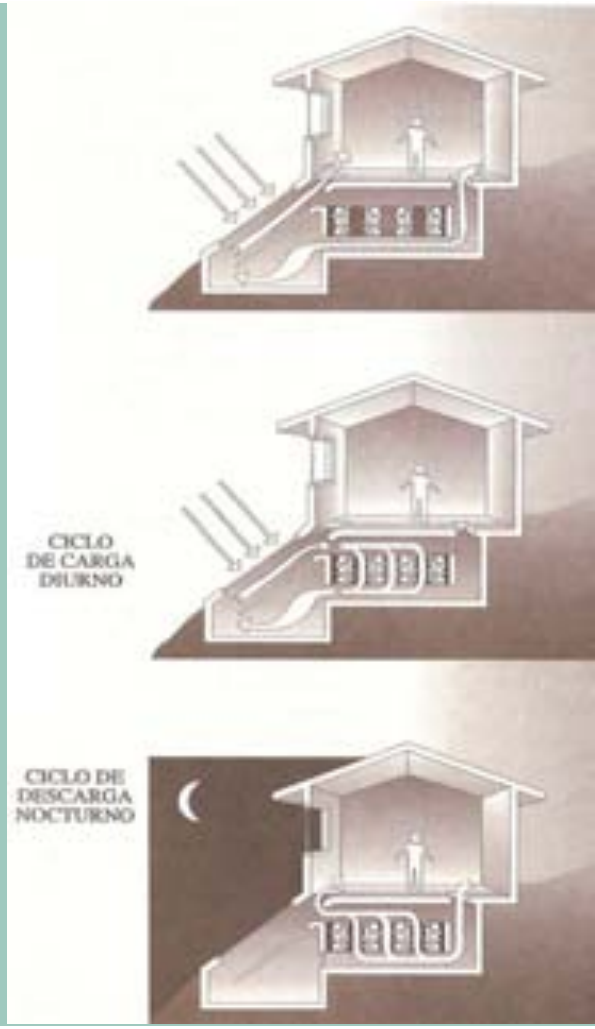


Refrigeración solar pasiva (Verano)

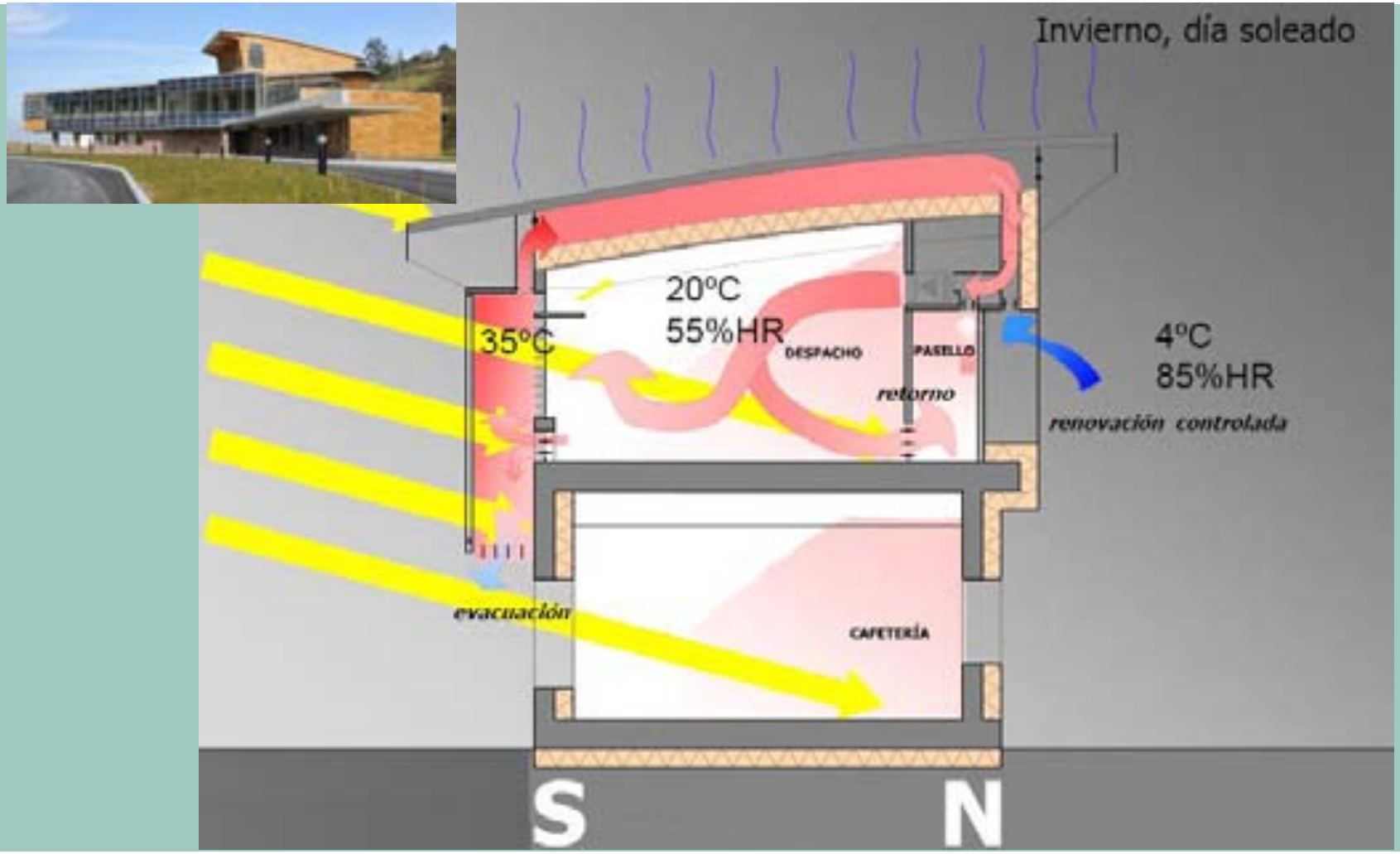
Ilustración de Microsoft

Diseño de los Sistemas Pasivos

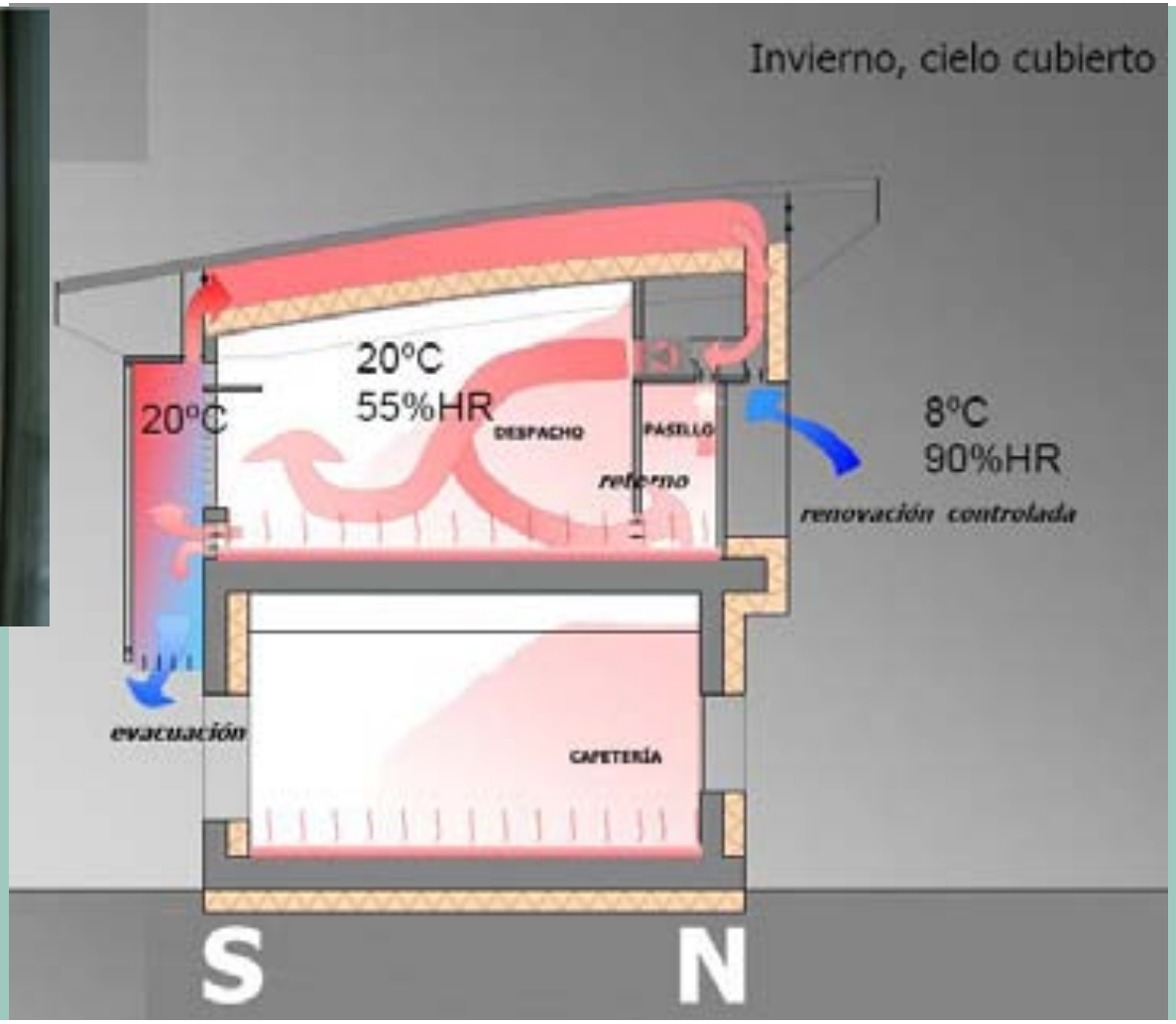
✓Almacenamiento en lecho de rocas. En climas templados y frescos se capta más calor del que normalmente se necesita. Si el espacio solar es utilizado como fuente de calor, éste puede almacenarse en un lecho de rocas, normalmente ubicado debajo del primer forjado del edificio. La ventaja de este sistema consiste en que el invernadero puede ser construido de cualquier material y no necesita muro de almacenamiento



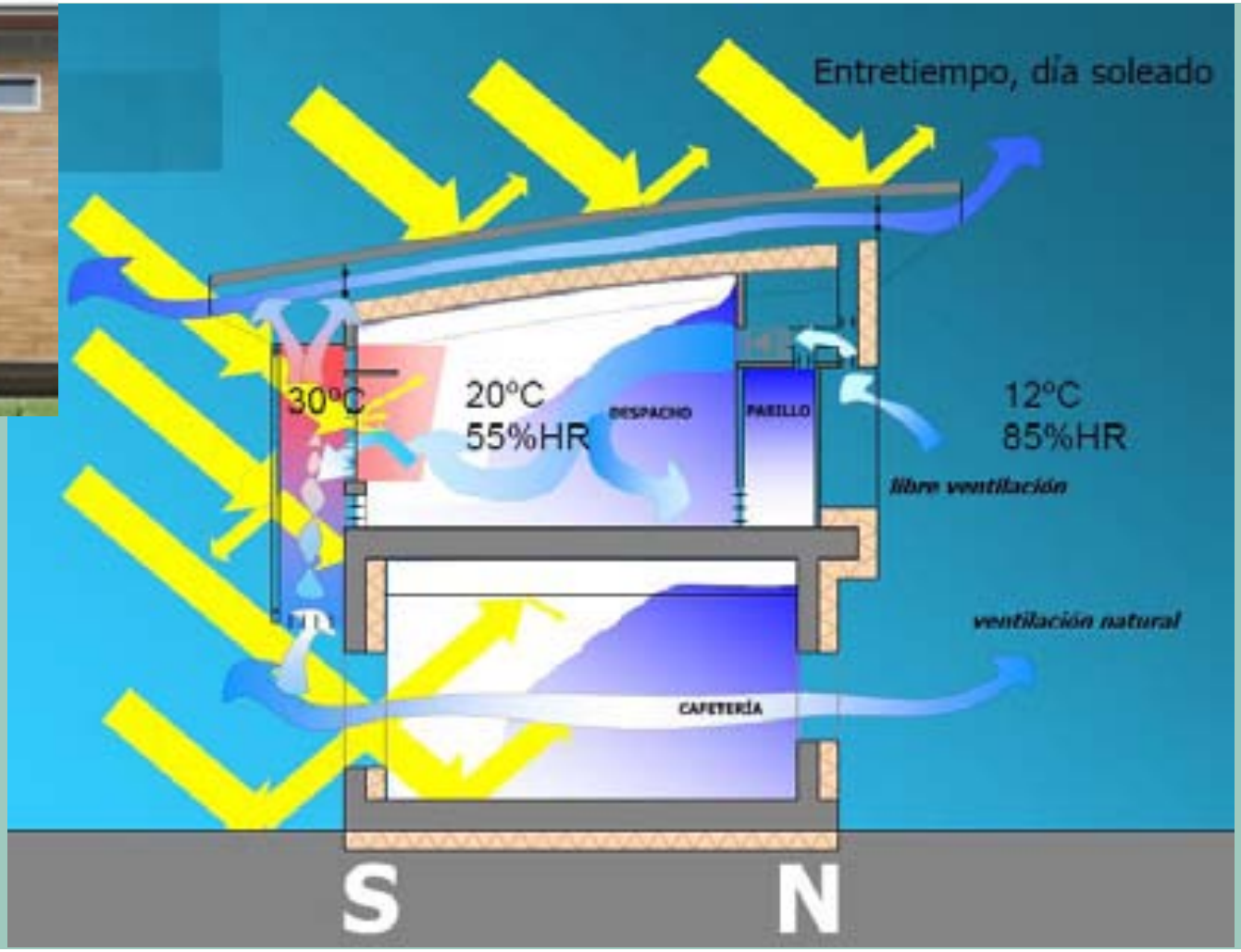
Diseño de los Sistemas Pasivos



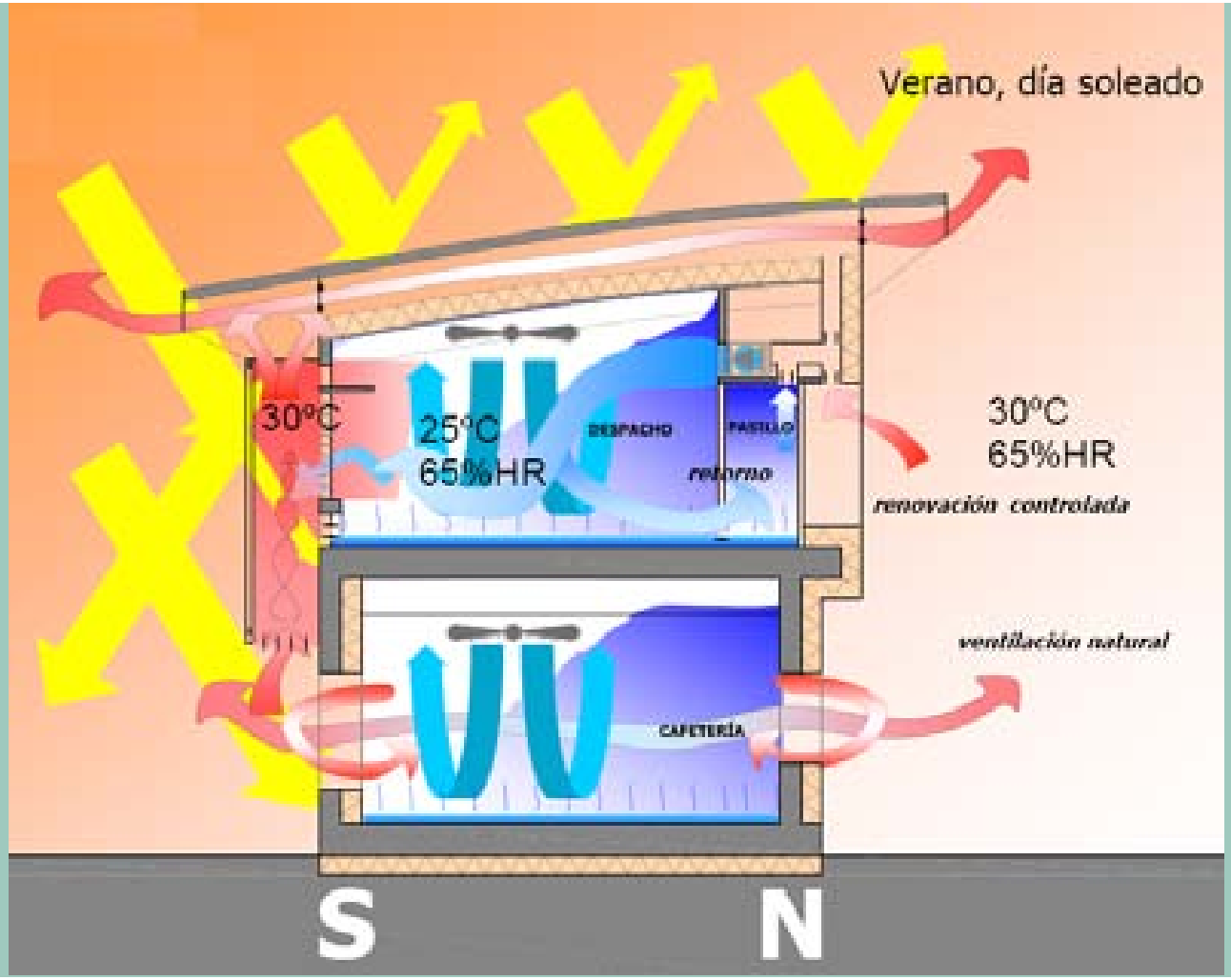
Diseño de los Sistemas Pasivos



Diseño de los Sistemas Pasivos



Diseño de los Sistemas Pasivos



Diseño de los Sistemas Pasivos

Diseño de los Sistemas Pasivos

“Los mejores edificios se aprovechan de las vistas, el clima y la luz".

Norman Foster

Sistemas Pasivos

Hemos visto hasta ahora los tres sistemas pasivos por excelencia, pero hay que contar para su correcta utilización en cada climatología con otros componentes importantes:

✓Protecciones solares
✓Ventilación
✓Enfriamiento por evaporación

Sistemas Pasivos

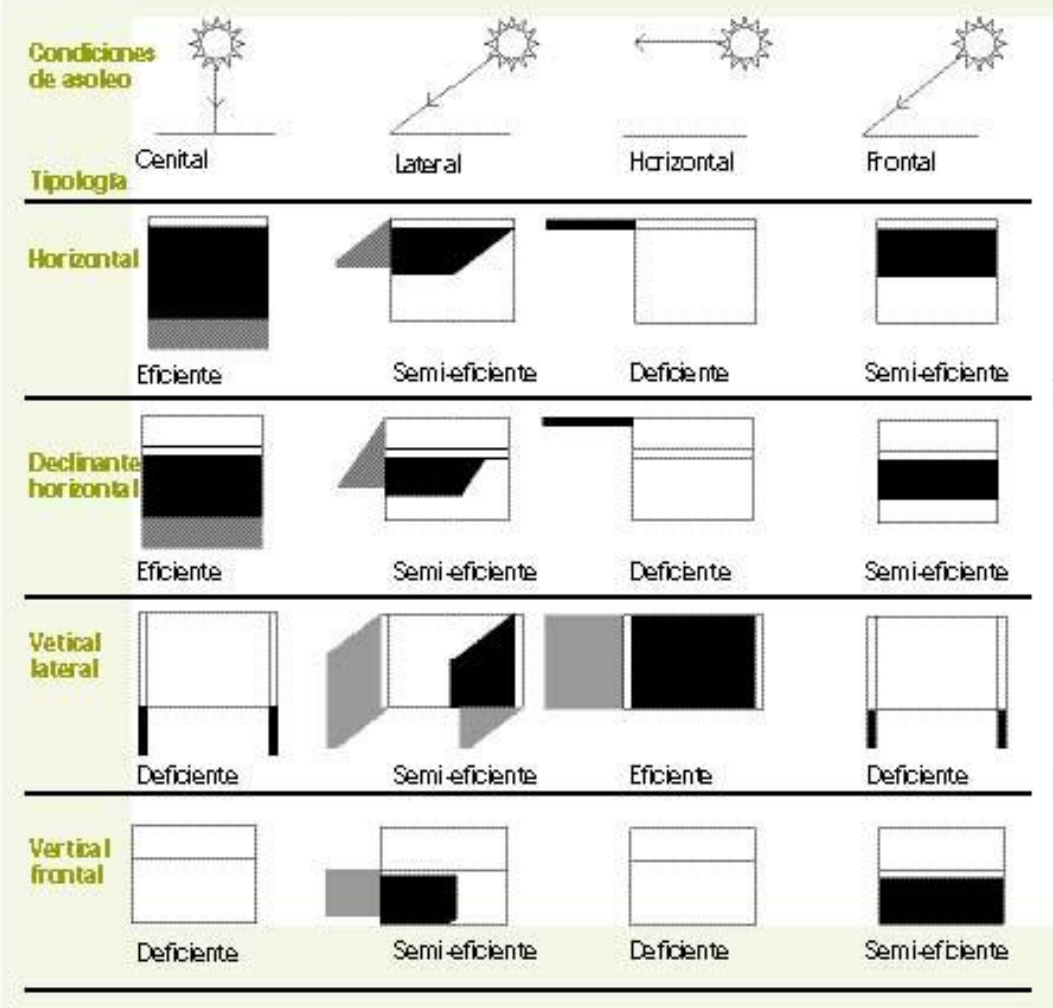
PROTECCIONES SOLARES.

Se entiende por protección solar a cualquier dispositivo fijo o móvil que impida total o parcialmente el paso de la radiación solar al interior de un local o habitación.

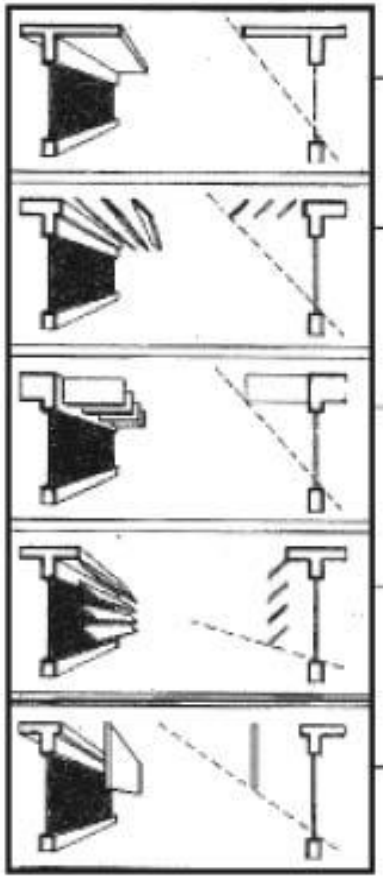
Las protecciones solares son necesarias en aquellas situaciones de temperaturas altas. Muchas veces la protección se limita al período estival, por lo que se tendrá en cuenta la utilización de elementos móviles de protección solar. Los intervalos climáticos para su utilización son los de calor- mucho calor.

Sistemas Pasivos

Para utilizar un elemento sombreador se debe estudiar la orientación del hueco o ventana donde se va a colocar, la geometría de los elementos constructivos relativos al cambio de la posición solar y la geografía de la localidad, así como el tiempo y la cantidad de radiación solar directa que puede traspasar el hueco en la edificación durante el año.



Sistemas Pasivos



Voladizo: el aire caliente se retiene en el área de la ventana. Disminuye la iluminación indirecta.

Lamas fijas paralelas al cerramiento: permite la circulación vertical del aire.

Lamas fijas perpendiculares al cerramiento: permite circulación vertical de aire caliente e impide el acceso a rayos de sol laterales.

Lamas horizontales en plano vertical: adecuada para orientaciones en que la trayectoria solar sea muy baja.

Proyección sólida en plano vertical: adecuada para orientaciones en que la trayectoria solar sea muy baja. Disminuye la iluminación indirecta.

Sistemas Pasivos

En los huecos de fachada, los elementos sombreadores pueden estar clasificados como fijos o ajustables, externos o internos.

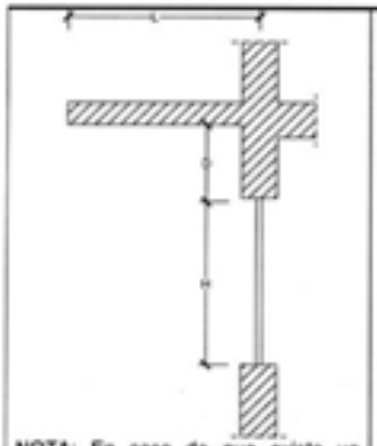
Las aberturas que están completamente sombreadas desde el exterior, reducen la absorción de energía procedente del Sol en un 80% [Ashrae, 1997].

En todas las estructuras exteriores de sombra, el aire debe moverse libremente para permitir que el calor absorbido por los materiales sombreadores y vidrio salga al medio exterior.

Sistemas Pasivos

En el caso de existencia de protecciones u otras obstrucciones solares sobre un hueco, el factor de sombra, Fs, según el CTE-DB-HE-1, es la fracción de la radiación incidente en un hueco que no es bloqueada por la presencia de obstáculos de fachada, tales como retranqueos, voladizos, toldos, salientes laterales u otros.

Tabla E.11: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Voladizo



NOTA: En caso de que exista un retranqueo, la longitud L se medirá desde el centro del acristalamiento.

ORIENTACIÓNES DE FACHADAS		0,2 < L / H ≤ 0,5	0,5 < L / H ≤ 1	1 < L / H ≤ 2	L / H > 2
S	0 < D / H ≤ 0,2	0,82	0,50	0,28	0,16
	0,2 < D / H ≤ 0,5	0,87	0,64	0,39	0,22
	D / H > 0,5	0,93	0,82	0,60	0,39
SE/SO	0 < D / H ≤ 0,2	0,90	0,71	0,43	0,16
	0,2 < D / H ≤ 0,5	0,94	0,82	0,60	0,27
	D / H > 0,5	0,98	0,93	0,84	0,65
E/O	0 < D / H ≤ 0,2	0,92	0,77	0,55	0,22
	0,2 < D / H ≤ 0,5	0,96	0,86	0,70	0,43
	D / H > 0,5	0,99	0,96	0,89	0,75

Fuente: CTE

Sistemas Pasivos

Localización de la protección con respecto al cerramiento.

Las protecciones solares pueden estar localizadas en el interior o en el exterior del cerramiento. Actualmente contamos con soluciones en el interior de la cámara de aire de un doble acristalamiento aislante.

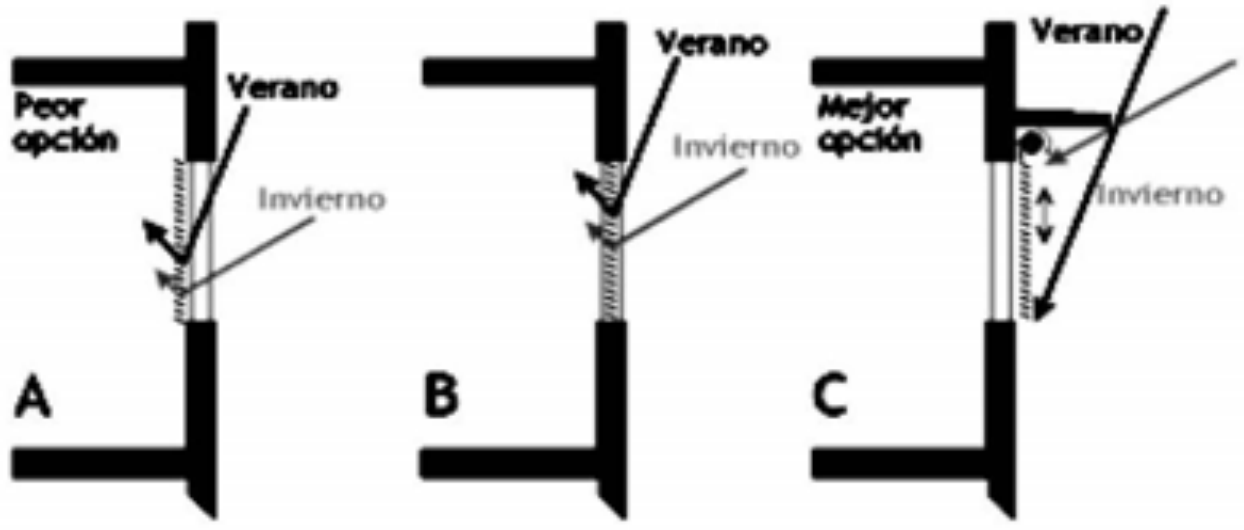


Fig: Disposiciones de una protección solar para una ventana.
Fuente: Jorge Daniel Czajkowski

Sistemas Pasivos

INTERIORES

Los sombreadores internos pueden ser: estores enrollables, persianas venecianas, cortinas, etc.

Las protecciones interiores son en general más baratas, se encuentran bien protegidas y por tanto tienen mayor durabilidad y son fácilmente ajustables. Protegen a los ocupantes de la habitación de los rayos solares, pero no son efectivos para reducir las ganancias de calor. Esto es debido a que interceptan la radiación solar una vez ha traspasado el vidrio.

Sistemas Pasivos

Cuando se emplean protecciones solares interiores se produce una reducción de la radiación solar directa incidente sobre los forjados y paramentos interiores, pero no se evita que la radiación atraviese el vidrio, iniciándose el efecto invernadero. La efectividad que tienen estos elementos depende de la capacidad que tengan para reflejar el exceso de radiación solar antes de que esta sea absorbida y convertida en calor dentro de la edificación. Por lo tanto pueden eliminar solo la parte de energía radiante que pueda reflejarse y pasar a través del vidrio nuevamente.

Fig. Esquema del comportamiento del calor en una ventana con cortina

Sistemas Pasivos

INTERMEDIO

Existen sistemas que limitan el exceso de radiación solar utilizando persianas integradas en el acristalamiento.

El sombreador integral instalado dentro de una doble o triple unidad de vidrio pretende combinar la ventaja de las protecciones interiores con la de los exteriores: el calor se disipa al exterior y el sombreador se mantiene protegido de las condiciones climáticas exteriores.

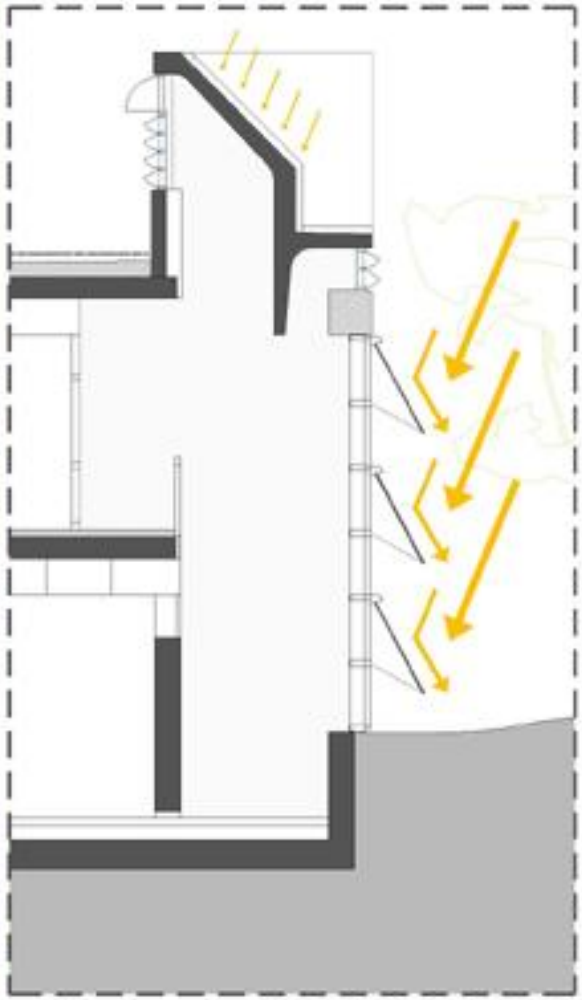
Parte de la energía se reflejara, parte será trasmitida y otra parte absorbida. Esta porción absorbida se trasmitirá por convección y radiación tanto hacia el exterior como hacia el interior de la estancia.

Sistemas Pasivos

EXTERIOR

Los sombreadores externos son más efectivos para proteger del Sol (hasta un 80%) ya que interceptan los rayos solares antes de que atraviesen el vidrio. Trasmiten al aire su porción de energía por convección y radiación. Son más caros en la instalación y mantenimiento.

En verano se quiere proteger del calor y por lo tanto se debe colocar en la cara exterior del vidrio y a ser posible separado para tener un entorno inmediato más fresco.

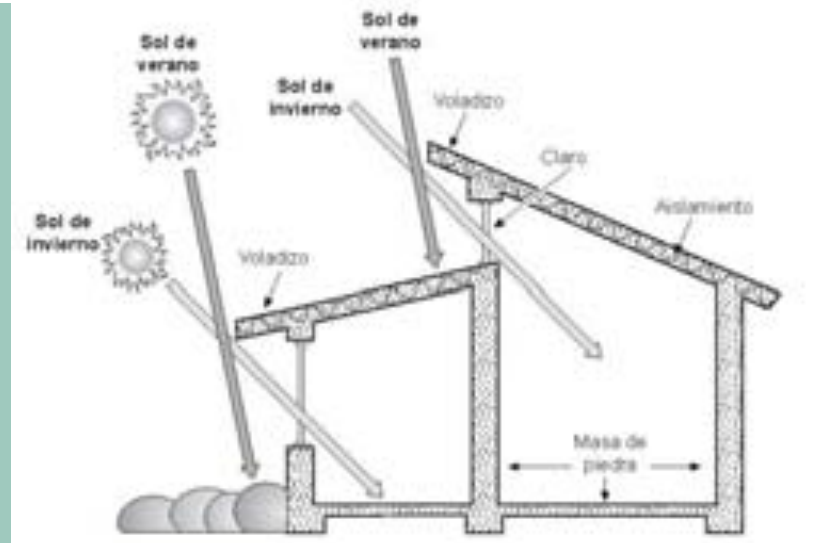


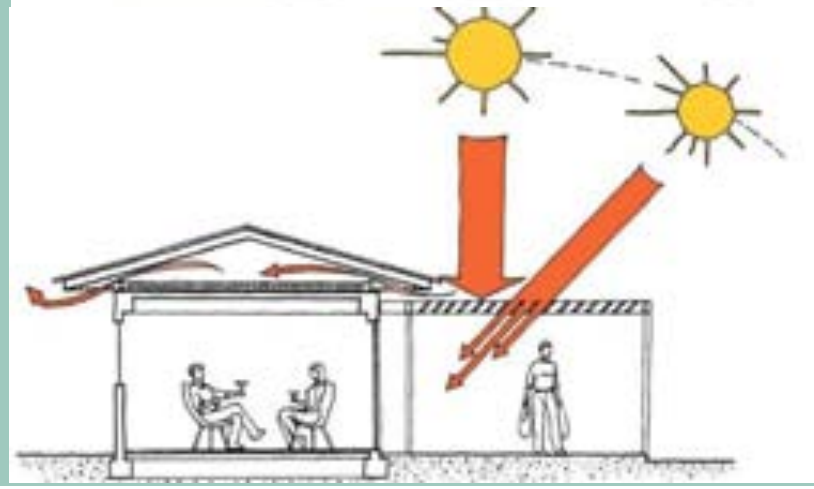
Sistemas Pasivos

Los componentes de las protecciones solares son:

✓Pantallas rígidas
✓Parasoles
✓Salientes
✓Voladizos.

El voladizo horizontal fijo elimina los rayos solares que tienen una mayor altura solar, pero reduce la entrada de luz natural siendo poco apropiado para orientaciones Este y Oeste. Tampoco es la solución mas apropiada en lugares donde existe un alto nivel de radiación y el exceso de calor es un problema, como es en las zonas cálidas en el sur de Europa (clima mediterráneo).

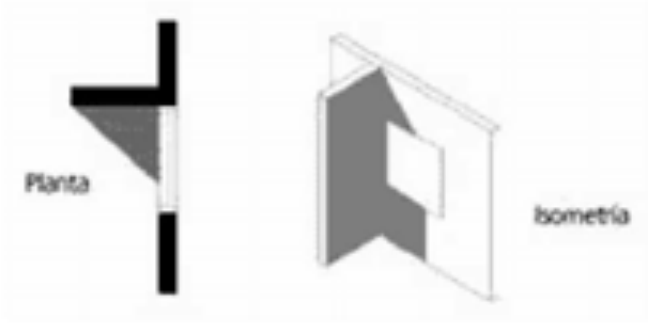


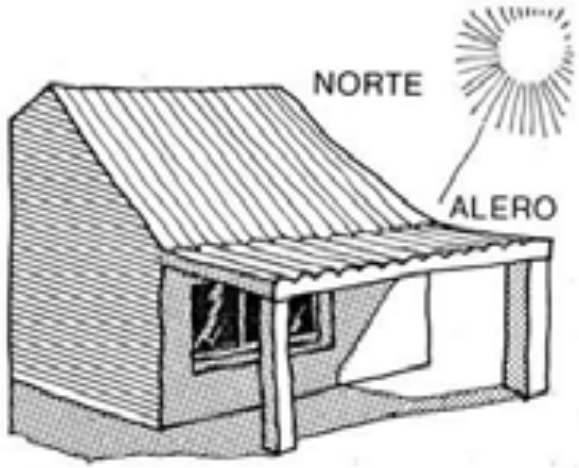


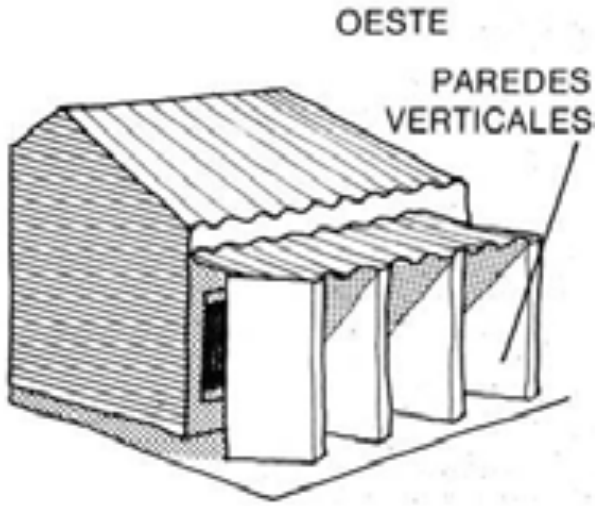
Sistemas Pasivos

Es recomendable que el voladizo horizontal cuente con una ventilación superior para evitar la acumulación del calor en las zonas cercanas al dintel del hueco.

Para ángulos bajos de incidencia del sol, es decir, al amanecer los que provienen del este y al atardecer del oeste, los protectores solares verticales y frontales son adecuados para ventanas en fachadas sur, sureste y suroeste.







Sistemas Pasivos

Los protectores solares fijos en ventanas son elementos que requieren una importante inversión económica inicial, por lo cual en muchos casos se descarta su aplicación.

Sin embargo, es recomendable realizar una evaluación técnica y económica, debido a que este tipo de protectores, cuando están bien diseñados, reporta altos beneficios en la calidad térmica de los ambientes y en la disminución de la carga de enfriamiento del sistema de aire acondicionado.

Sistemas Pasivos

Las Beirut Terraces diseñadas por los arquitectos Herzog & de Meuron . Esta simple pero ingeniosa estrategia permite que las terrazas varíen en alturas, dimensiones y asoleamiento, teniendo más opciones para albergar vegetación.

Sistemas Pasivos

Filtros solares: Celosías de lamas.

Los sistemas de celosías o "brise soleils" son sistemas de lamas que permiten el paso de la luz (luminosidad) pero que, a la vez, impiden, total o parcialmente, la radiación solar directa en el interior del edificio en condiciones de verano.

Los materiales mas utilizados son el aluminio, la madera y el PVC. En cuanto a la geometría de las lamas, las más comunes son la lama elíptica, la lama tipo Z y la lama arqueada. Las lamas pueden ser en vertical u horizontal, fijas o móviles, ya sean manuales o mediante motor eléctrico.

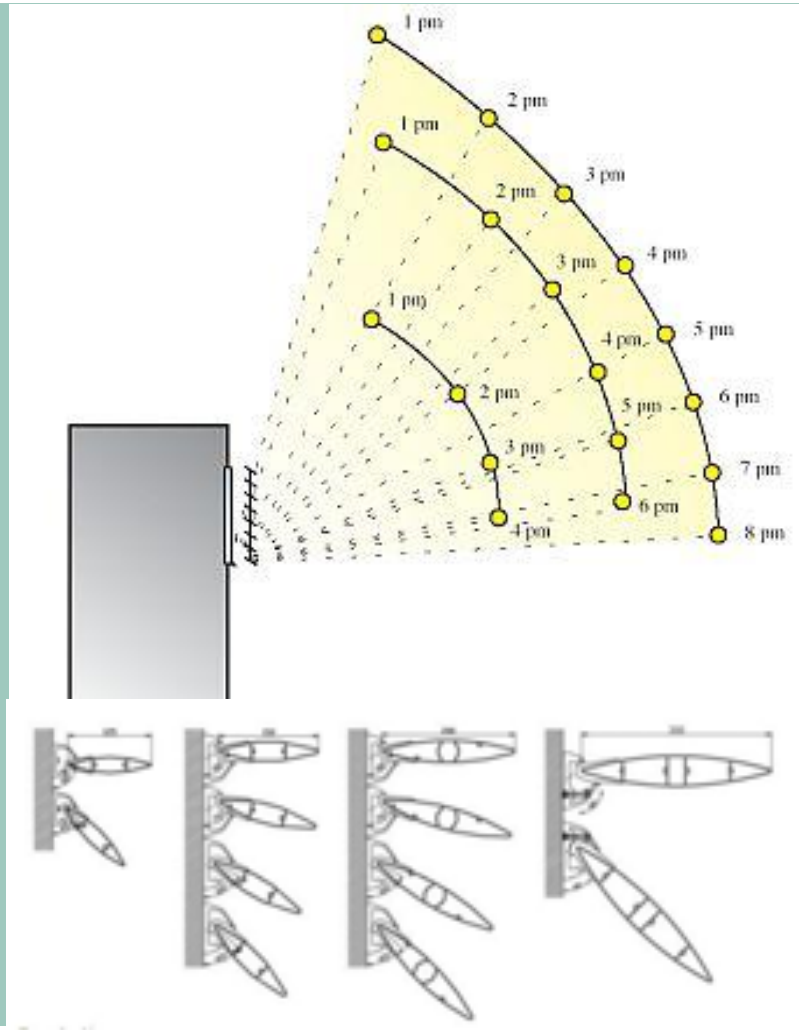
Sistemas Pasivos

Lamas móviles.

Los apantallamientos móviles son los que permiten una mejor interceptación de la radiación solar en cualquier orientación, ya que adaptan su posición y geometría a cada situación concreta.

También permiten la captación flexible de la radiación solar directa en función de la época del año o la actividad que se vaya a desarrollar en el local a acondicionar.

.



Sistemas Pasivos

En las fachadas con orientación Este u Oeste, al estar sometidas a una altura solar reducida, es preferible utilizar mecanismos verticales regulables para controlar la radiación directa solar y permitir la entrada de luz y las vistas en los momentos del día en los que la protección solar no sea necesaria.

.

Sistemas Pasivos

Una alternativa a las lamas móviles son las ventanas mallorquinas o contraventanas de lamas fijas, en las cuales las lamas están fijas a un bastidor.
Este bastidor puede ser corredero o practicable Persiana Fija con Lamas Graduables Horizontales o Verticales. Constituida por una serie de lamas sobre bastidor, dispuestas en forma horizontal o vertical, las cuales ofrecen protección de vistas y la iluminación y ventilación graduables.
.

Sistemas Pasivos

Pantallas flexibles: Toldos y persianas exteriores.

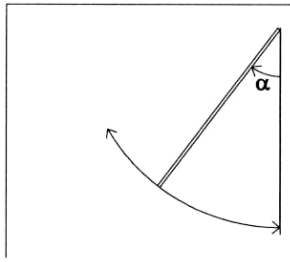
Para las ventanas expuestas al sol se puede disponer de elementos individuales de protección solar ligeros, como toldos o persianas exteriores, los cuales permiten controlar, a requerimiento de la ocupación del espacio, la cantidad de luz solar con entrada directa hacia el interior de las estancias; a la vez que reducir las ganancias de calor interno.

Sistemas Pasivos

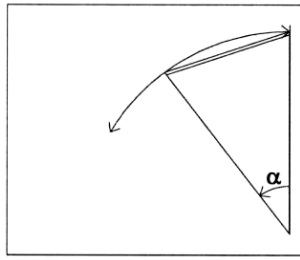
Los toldos constituyen uno de los mecanismos más clásicos de apantallamiento móvil exterior.

Generalmente pueden ser verticales, horizontales o proyectados. Los apantallamientos móviles son los que permiten una mejor interceptación de la radiación solar en cualquier orientación, ya que adaptan su posición y geometría a cada situación concreta. Son flexibles en función de características variables como la época del año, ocupación o la actividad desarrollada en el local a ocupar.

Tabla E.14 Factor de sombra para obstáculos de fachada: toldos



CASO A	Tejido opacos τ=0		Tejidos translúcidos τ=0,2	
α	SE/S/SO	E/O	SE/S/SO	E/O
30	0,02	0,04	0,22	0,24
45	0,05	0,08	0,25	0,28
60	0,22	0,28	0,42	0,48



CASO B	Tejido opacos τ=0			Tejidos translúcidos τ=0,2		
α	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O
30	0,43	0,61	0,67	0,63	0,81	0,87
45	0,20	0,30	0,40	0,40	0,50	0,60
60	0,14	0,39	0,28	0,34	0,42	0,48

Sistemas Pasivos

Los mecanismos graduables son los que proporcionan un mejor resultado, ya que al poder adaptarlos al recorrido solar, que varía según las estaciones, permite conseguir sombra en verano y beneficios caloríficos en invierno.

Las persianas enrollables con guía fija o articulada, (con lamas fijas o graduables) están constituidas por una serie de lamas articuladas unas con otras que en forma conjunta corren por unas guías laterales, deslizándose paralelamente al plano de la carpintería hasta enrollarse en un tambor ubicado en el dintel de la ventana. Las guías pueden ser fijas, articuladas o proyectantes al exterior. Las lamas se fabrican en madera, plástico o aluminio

Sistemas Pasivos

Las persianas exteriores, cuya función consiste en regular el paso de la luz al interior, sirven de protección a la radiación solar, gradúan la ventilación, ofrecen el cerramiento parcial de vistas y la protección y seguridad para evitar accesos forzados.

Sistemas Pasivos

Cortinas, contraventanas interiores.

Los arreglos interiores en ventanas, tales como cortinas, persianas interiores y pantallas, reducen las ganancias de calor al disminuir la cantidad de luz solar directa hacia el interior de los espacios.

Sin embargo, estos elementos no trabajan tan eficientemente como las protecciones exteriores, debido a que el aire que circula entre el vidrio y el protector se calienta y, eventualmente, se transmite al interior del ambiente.

Sistemas Pasivos

Las protecciones interiores pueden reducir la temperatura interior, pues evitan el contacto de los rayos solares con los materiales de elevada masa térmica, como los forjados de hormigón.
Estas protecciones solares se desarrollan en paralelo al vidrio y a poca distancia de éste, para formar una cámara de aire entre ambos que sirva para aumentar la resistencia térmica del hueco. Son protecciones a la radiación solar y a su vez a la transmisión de calor.
Inciden doblemente sobre el intercambio energético a través de los huecos acristalados: por una parte sirven para proteger del sol en condiciones de verano, obstruyéndolo total o parcialmente, y por otra parte reducen la transmisión térmica por las noches en condiciones de invierno.

Sistemas Pasivos

Películas de control solar. (vidrio de protección solar)

Un tipo de acristalamiento con una cierta coloración y capaz de absorber el calor intercepta alrededor de un 40% de la energía radiante.

Esta característica representa una aportación considerable para permitir la disminución de la temperatura en verano, pero se traduce en una pérdida de calor útil en invierno.

Sistemas Pasivos

Acristalamiento entintado: Los tonos que se emplean habitualmente son ahumados, carbón y gris.
Estas películas están disponibles en varias intensidades dependiendo del grado de transmisión de luz y calor que se quiera rechazar.

Acristalamiento reflectante:
Habitualmente dan tonos color plata, azul plata, bronce plata, oro plata, humo plata... Esta línea de películas reduce hasta un 83% el calor y el reflejo, el aspecto exterior es especular.

Sistemas Pasivos

Los cristales de alto rendimiento o espectralmente selectivos reducen la cantidad de calor transmitido a través de las ventanas, a la vez que permiten el paso de altos niveles de luz visible. De esta manera puede reducirse la necesidad de energía para enfriamiento y, al mismo tiempo, se reducen las necesidades de luz eléctrica.

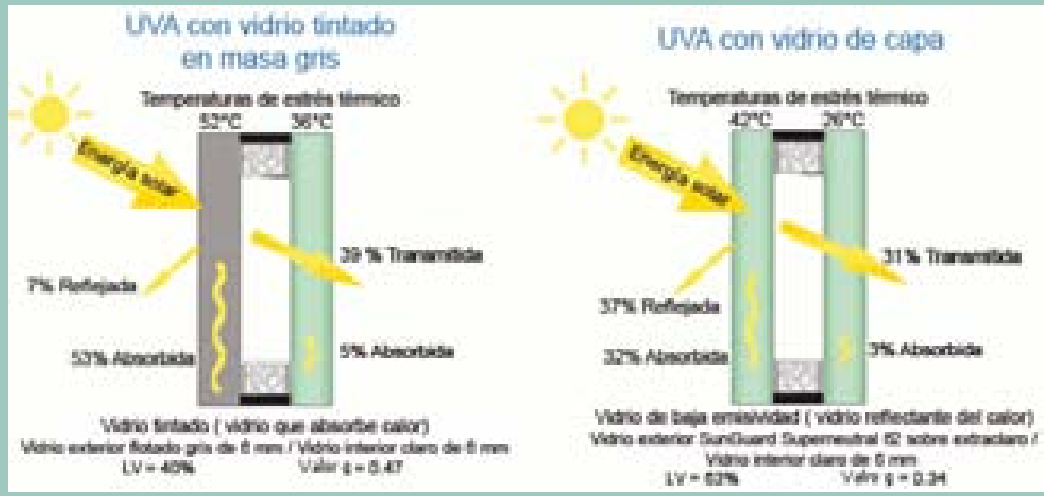
Adicionalmente, este tipo de cristales reduce el deterioro de los muebles debido a la radiación ultravioleta.

Se han desarrollado vidrios espectralmente selectivos y de baja emisividad (Low-e). No todos son adecuados pero existen algunos sistemas de vidrio que han sido diseñados para climas templados y funcionan manteniendo los espacios fríos en verano y cálidos en invierno.

Sistemas Pasivos

Es importante no confundir los vidrios espectralmente selectivos y Low-e con el color del vidrio.
Los vidrios con tinte no reflejan la radiación infrarroja, por el contrario, la absorben. Al absorber la radiación se acumula calor que eventualmente puede ser reirradiado al interior como energía calórica. Algunos tintes oscuros admiten más calor que luz visible.

Por ejemplo, un cristal con tinte color gris oscuro puede tener un alto factor solar y un bajo coeficiente de transmisión de luz natural. Adicionalmente, el color del cristal puede producir ambientes en penumbra y mayor consumo de energía y costos por iluminación. Los vidrios espectralmente selectivos y Low-e de colores verdes y azules transmiten mejor la luz solar

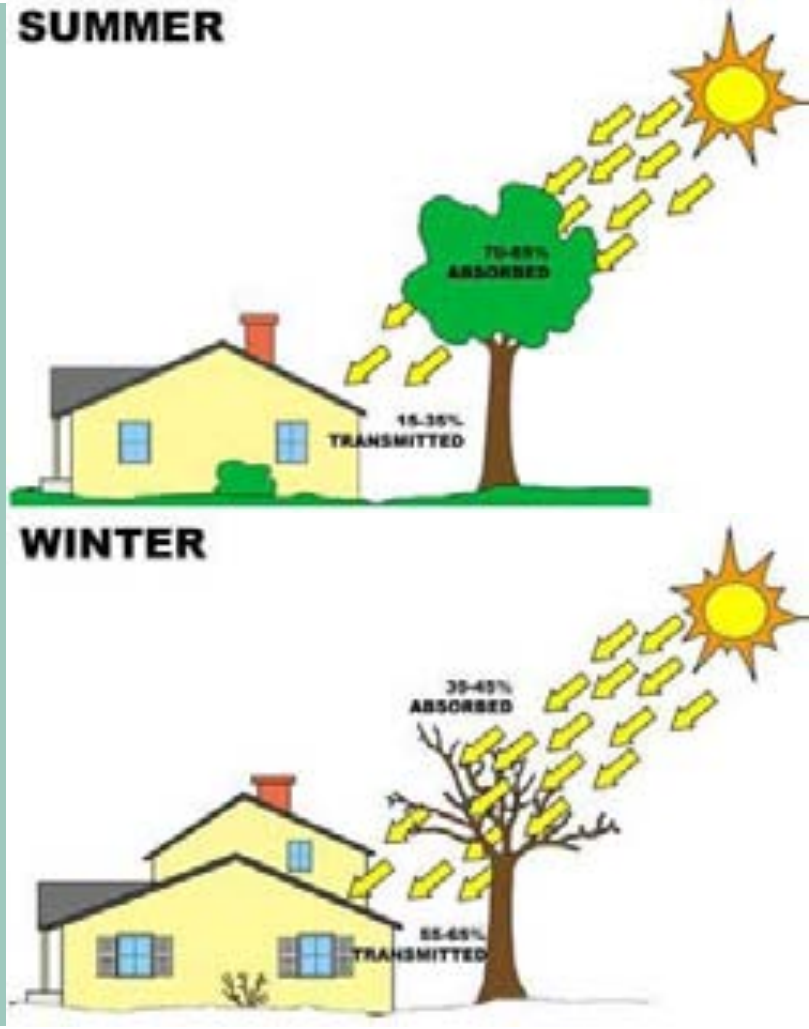


Sistemas Pasivos

Vegetación como protección solar.

Para el verano, un árbol o planta que proyecte sombra sobre un edificio o ventana, puede ser la diferencia entre confort y disconfort. Evidentemente, los árboles de hojas caducas son el ideal para esta situación. Con hojas en verano, sin hojas y dejando pasar el sol en invierno para permitir la radiación directa desde el sur.

En el caso de las fachadas con orientación norte, resulta conveniente proteger el edificio contra el viento en condiciones de invierno situando vegetación de hoja perenne en las cercanías de la vivienda para así desviar el viento.



Sistemas Pasivos

Sistemas Pasivos

La influencia del color y del material en las protecciones solares no esta contemplada por el CTE, no obstante en una rehabilitación bioclimática se deben tener en cuenta estos parámetros, comprobándolos de forma aproximada mediante la apreciación visual, que tiene influencia en los valores de absorción y reflexión de radiación solar.

El color blanco en las persianas venecianas proporciona un 20% más de protección que las de un color oscuro, y el aluminio ofrece una protección adicional del 10%. En las persianas enrollables el efecto es mas pronunciado: las de color blanco ofrecen un 40% mas de protección que las de colores oscuros.

Comparando los diferentes sistemas de producción de sombra, el efecto del color indica:

	Oscura	Media	Clara	Aluminio
Persiana veneciana	0,75	0,65	0,56	0,45
Persiana enrollable	0,81	0,62	0,41	
Cortina	0,58	0,47	0,40	

Fuente: Arquitectura y Clima, Victor Olgyay

Sistemas Pasivos

El factor de sombra es pequeño cuando la protección solar es opaca y de tonalidad clara.

Si la protección solar no es opaca y permite parcialmente el paso de la radiación solar el valor del factor de sombra Fs debería aumentar.

Protección solar	Ahorro energético
Persiana color oscuro	25 %
Persiana color medio	25-29 %
Persiana color claro	29-44 %
Recubrimiento de plástico	40-50 %
Vidrio oscuro (5 mm)	40 %
Persiana más vidrio absorbente	47 %
Árbol no muy tupido	40-50 %
Árbol tupido	75-80 %
Cortina color oscuro	42 %
Cortina color medio	53 %
Cortina color claro	60 %
Plástico translúcido	35 %
Toldo de lona	85 %
Persiana blanca	85-90 %
Celosía	85-90 %
Vidrio polarizado	48 %

Protector solar	Porcentaje de reducción anual del consumo eléctrico
Protectores solares horizontales	13%
Protectores solares interiores	15%
Protección parcial con vegetación exterior	20%
Protección solar máxima aleros y vegetación exterior	30%

Sistemas Pasivos

Protección Solar de superficies opacas.

En el caso de superficies opacas se recibe el 100% de la radiación y en función del color, parte se absorbe y parte se refleja. La parte absorbida comienza a calentar la masa y el calor viaja por esta por conducción para luego el interior del local y elevar su temperatura.

Esto que puede ser beneficioso en un clima frío o en el período frío del año en cualquier sitio de la tierra, se vuelve perjudicial en climas cálidos o en el período cálido. Este fenómeno tiende a sobrecalentar el interior de los locales por encima de los niveles de confort.

Es en estas condiciones que se hace necesaria una protección solar. Para conseguirlo se deben usar materiales de construcción de color claro altamente reflexivos además de, cuando sea posible, cubrir de vegetación algunas superficies de los paramentos verticales y/o cubiertas.

Sistemas Pasivos

En nuestro clima es muy importante la colocación del aislamiento por el exterior tanto para verano como para invierno.

Muy importante para ambas circunstancias:
✓Inercia térmica adecuada por el interior.
✓Aislamiento térmico por el exterior.

Sistemas Pasivos

Sistema de aislamiento en base a placas de poliestireno expandido (EPS)

Sistema compuesto de aislamiento térmico por el exterior en base a placas prefabricadas de poliestireno expandido (EPS) y revestimiento mineral o acrílico.

Combina la utilización de una placa prefabricada aislante con un revestimiento asociado al sistema, que puede ser de composición acrílica o mineral, en función de las solicitudes técnicas y/o estéticas requeridas.

Sistemas Pasivos

Sistema de aislamiento mineral.

Sistema continuo de aislamiento y revestimiento mineral por el exterior, en base a mortero térmico y acabado con mortero de revestimiento de altas prestaciones.

Aporta el aislamiento térmico y el revestimiento de las zonas opacas de los muros de fachada de manera estable, continua, rápida y simple, minimizando los riesgos

Sistemas Pasivos

VENTILACIÓN

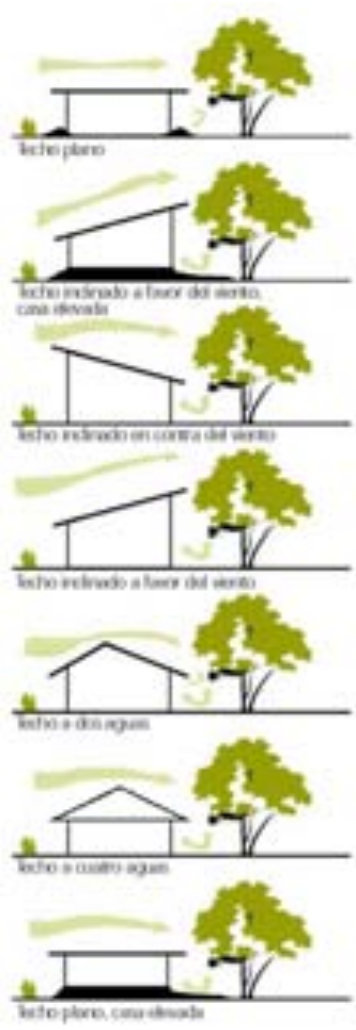
La ventilación es una herramienta importante para el confort que puede colaborar con los sistemas pasivos.

Con una superficie de ventana del orden del 10% de la superficie en planta es posible conseguir del orden de 30 renovaciones por hora. Este caudal de aire no tiene porque crear velocidades de viento superiores a 0.025m/s, insuficientes para afectar la situación de confort. Por cada 0.2 m/s que se aumente la velocidad del aire, se tiene una sensación de reducción de temperatura de 1º C.

Sistemas Pasivos

El comportamiento de una casa construida de forma convencional es tal que sus perdidas térmicas debido a la infiltración pueden ser 2.5 veces mayores con un viento de 40Km/h que las contabilizadas a 10Km/h.

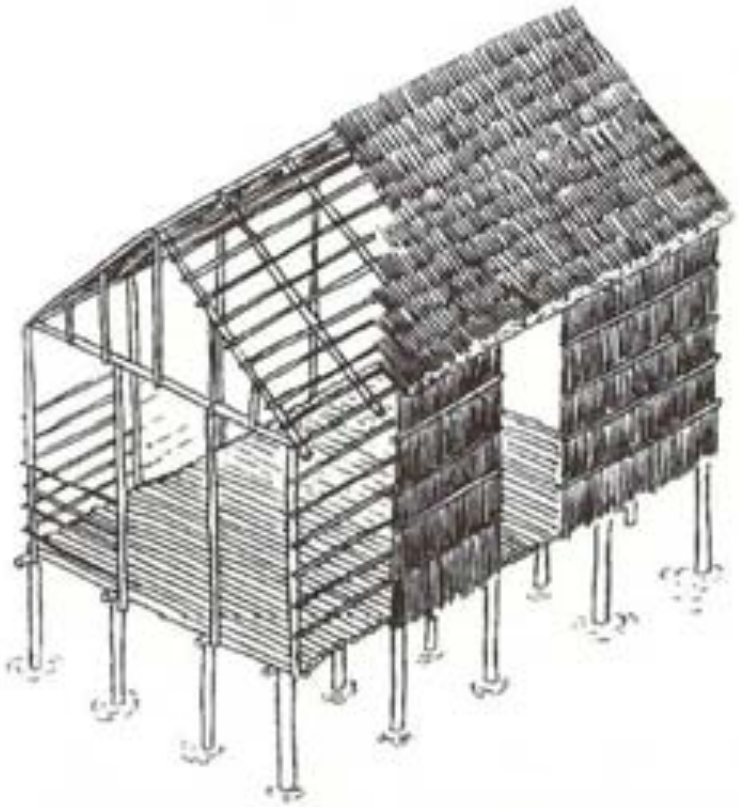
Las perdidas térmicas por renovación de aire pueden llegar a ser la mitad de las perdidas totales por lo tanto los sistemas de protección del viento tendrán un efecto importante en el comportamiento del edificio.



Sistemas Pasivos

Por debajo de los 28º C y 75% de humedad relativa una velocidad de aire de 1m/s es todo lo que necesitamos para entrar en la zona de confort.

En climas cálidos, en situaciones de altas temperaturas y humedad ambiental, para corrección de calor-mucho calor la ventilación se convierte en una estrategia básica para conseguir el confort.

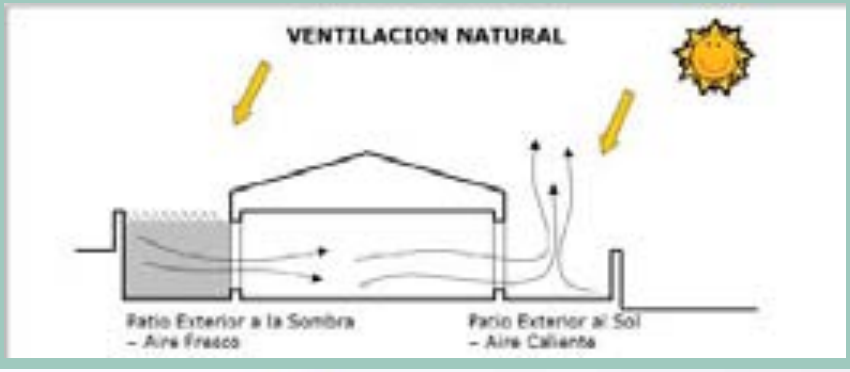


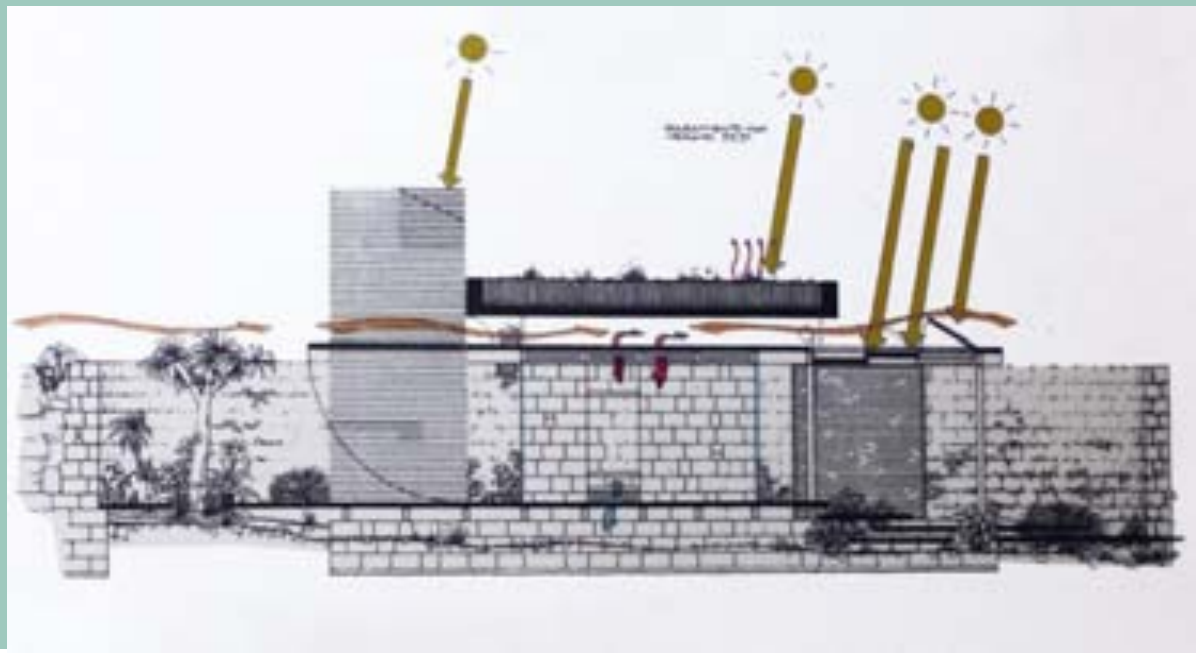
Palafito Venezuela
Procedencia imagen: Neila 2004

Sistemas Pasivos

Las medidas más sobresalientes son las siguientes:

1. Disposición de huecos enfrentados.
Para aquellos períodos en los que se alcanzan altas temperaturas, y donde el efecto de la ventilación natural hace disminuir la temperatura efectiva sobre sus ocupantes. Es importante esta ventilación para aprovecharse de los efectos beneficiosos nocturnos del enfriamiento de la atmósfera. Disposición diagonal de puertas y ventanas.





Sistemas Pasivos

La situación de la ventana de ventilación influye en el flujo de aire interior.

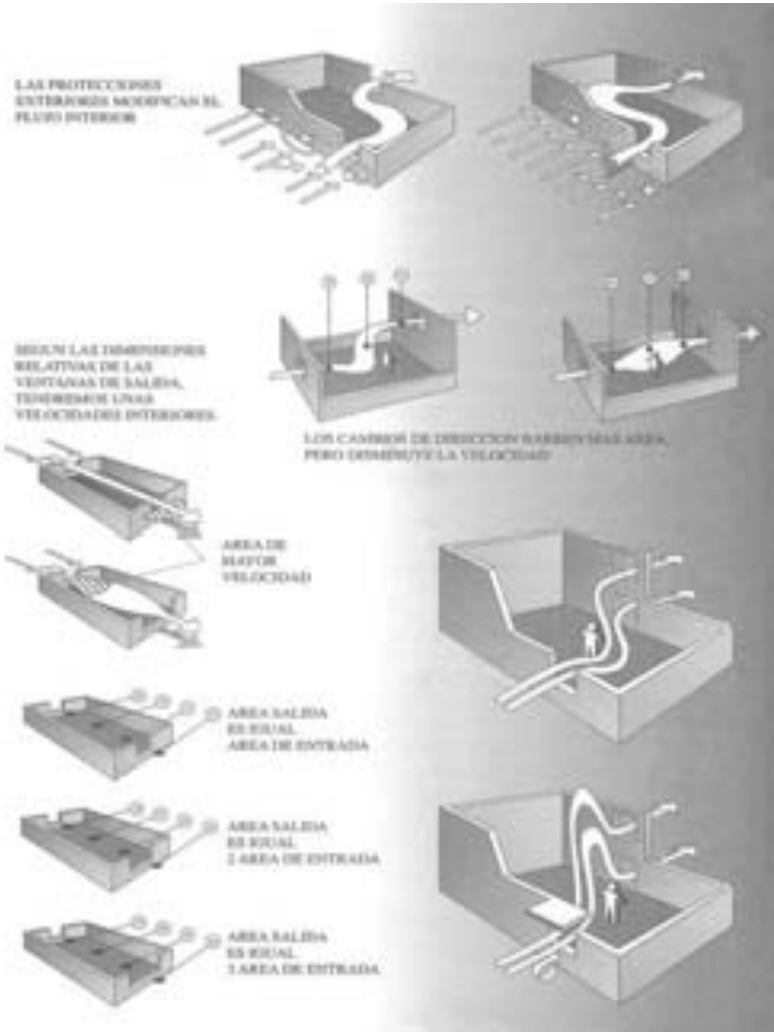
Situada en el centro de la pared el aire que entra por mantiene su flujo una distancia próxima al tamaño de la ventana y después se disipa.

Si la ventana se coloca cerca del techo o de alguna pared, el flujo de aire tiene tendencia a circular barriendo estas superficies.

La ventana de salida debe colocarse de modo que provoque un cambio de dirección a fin de acelerar la mezcla de aire y el enfriamiento de las superficies.

Dejando aparte el cálculo que nos garantice el flujo deseado , para una determinada superficie es mejor diseñar ventanas de entrada y de salida de igual tamaño para maximizar el flujo de aire.

La ventana alargada en su longitud horizontal, no sólo induce más flujo sino que lo hace sobre un mayor ángulo de incidencia de la dirección del viento.



Sistemas Pasivos

En los huecos hay que tener en cuenta:

Hojas practicables no correderas.

Petos y barandillas que dejen paso al viento.

Importante considerar el régimen general y estacional de los vientos del asentamiento.

Sistemas Pasivos

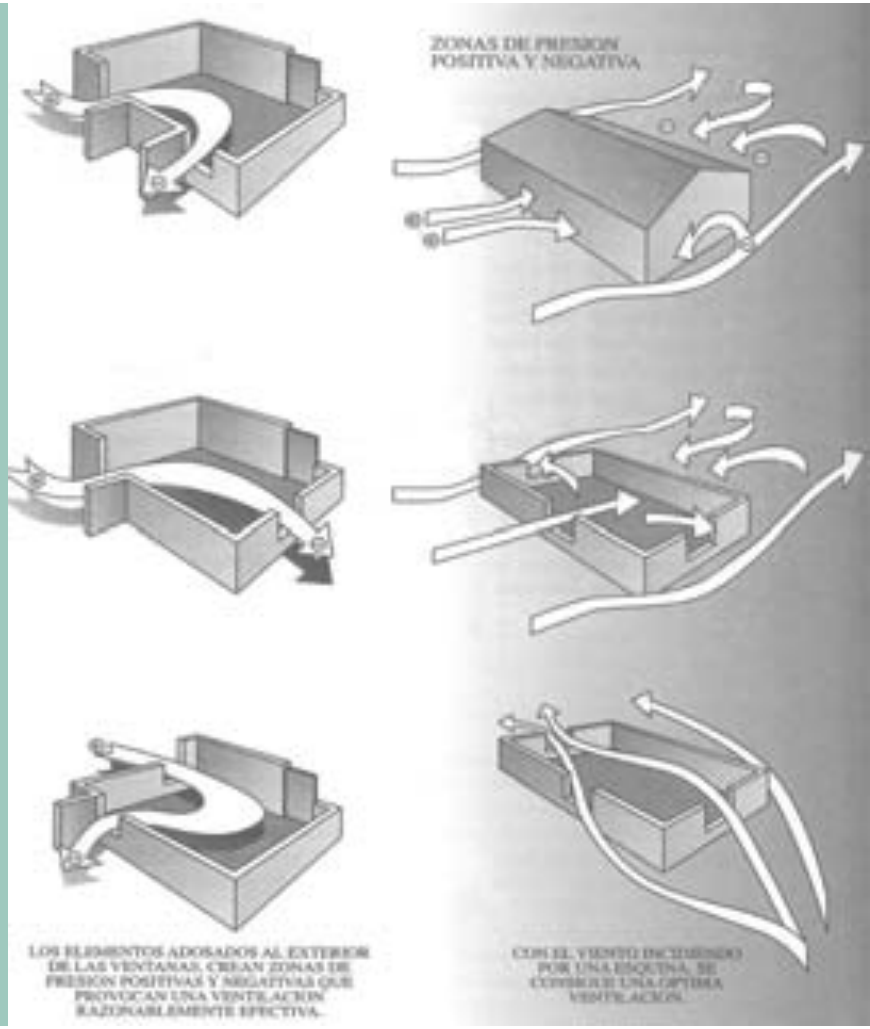
2. Huecos fachada con diferentes condiciones.

Provocan la ventilación forzada las diferencias de presión de las fachadas expuestas y protegidas.

En este sentido es interesante que las edificaciones tengan doble fachada. Cuando el edifico cuenta con una sola pared de ventilación no podremos garantizar la ventilación a menos que con determinados elementos creemos zonas de diferente presión.

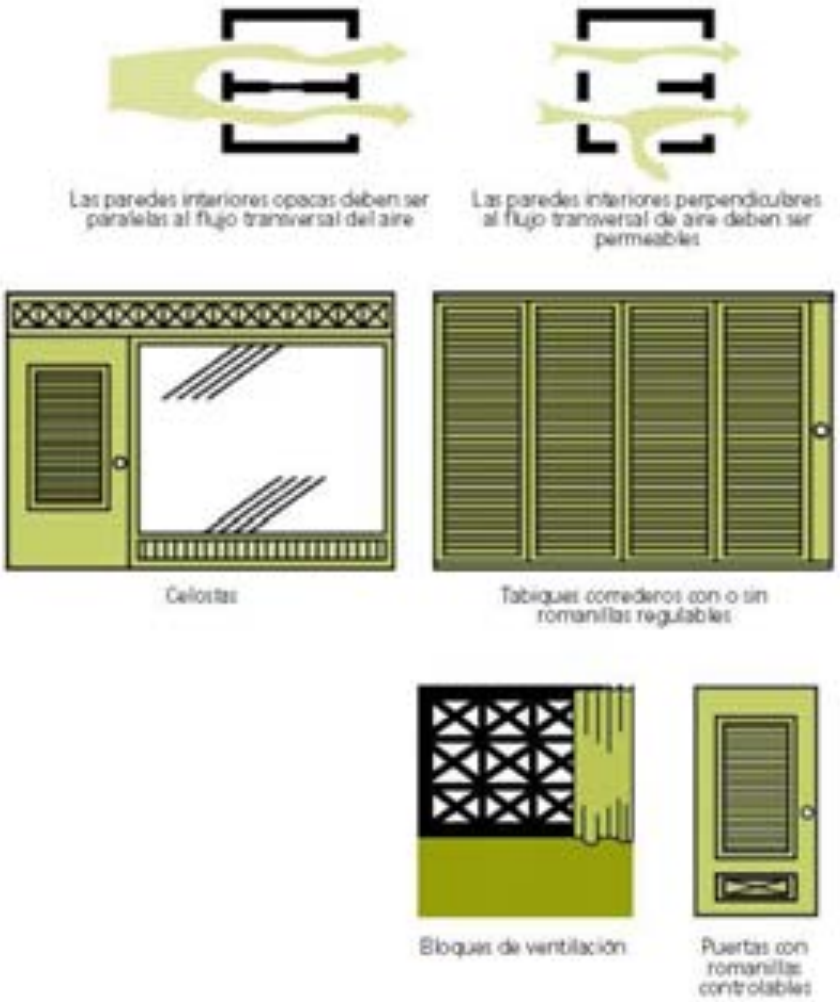
Los elementos adosados al exterior de las ventanas (muros, persianas,..) crean zonas de presión positiva y negativa.

Aunque la eficacia de estos diseños esta probada siempre queda limitada su efectividad al mantenimiento de una dirección de viento.



Sistemas Pasivos

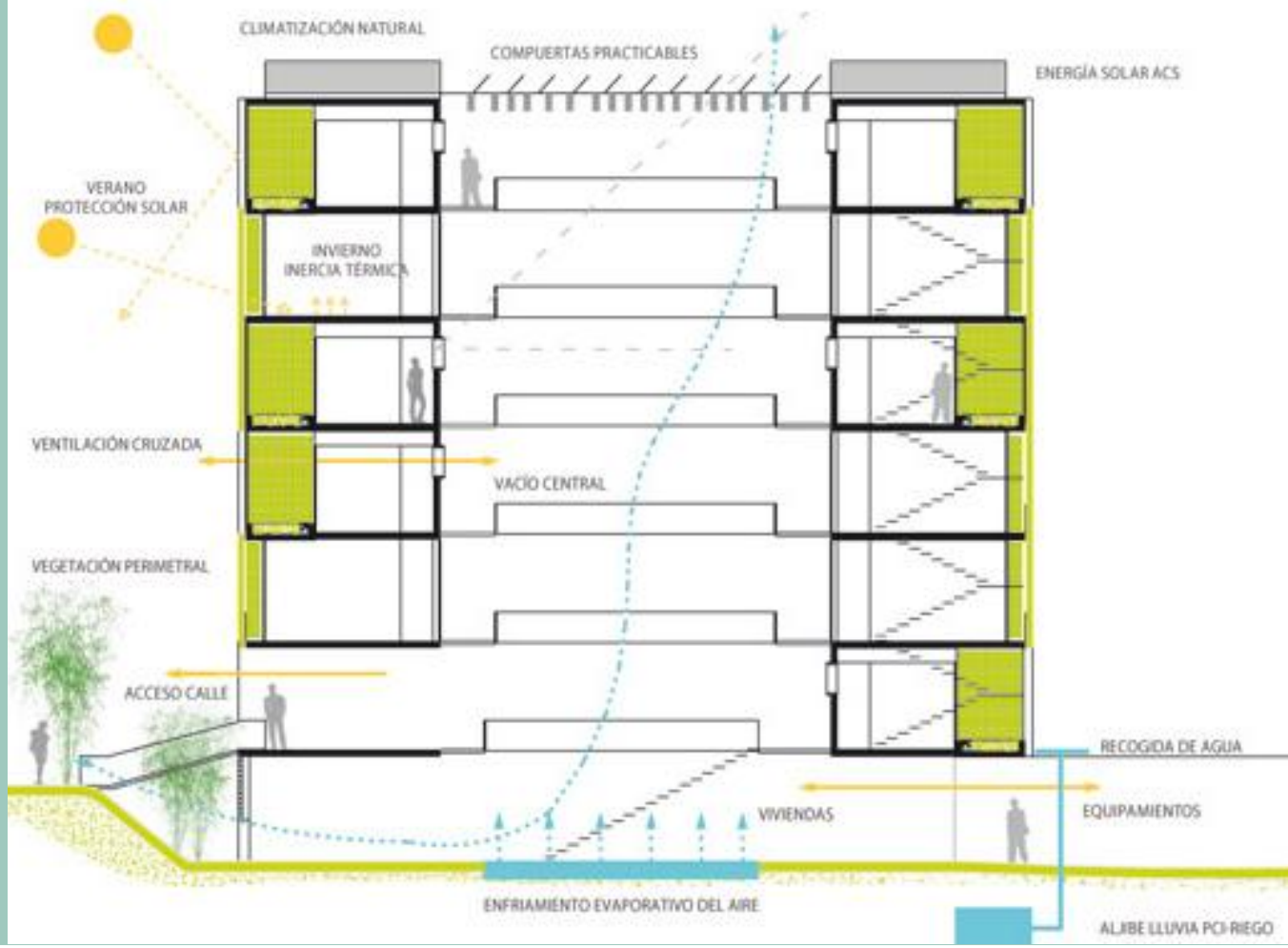
Es importante también que la ventilación interior sea posible y no se vea obstruida por paramentos o elementos que impidan que fluya.



Sistemas Pasivos

3. Los patios de manzana.

Son muy beneficiosos para garantizar fachadas con diferentes condiciones. Por lo tanto las ocupaciones de parcela deben ser entorno al 40%. Trama urbana con huecos intersticiales. Ocupación de las manzanas media, para que existan siempre patios de manzana y en la medida de lo posible complementarlos con patios de parcela.



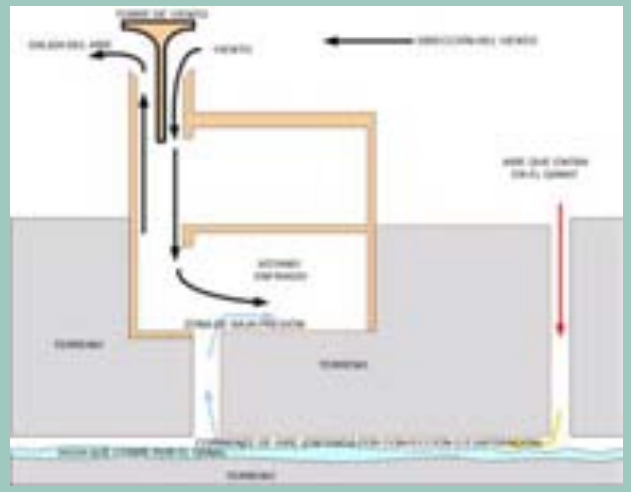
Sistemas Pasivos

4. Por succión vertical, torre de viento.

Se consigue la ventilación forzada si hay vientos frecuentes e intensos.

Se recogen a través de la torre del viento y se introducen en las edificaciones.

El aire, al descender hacia el interior, es enfriado y distribuido por todos los espacios de la construcción

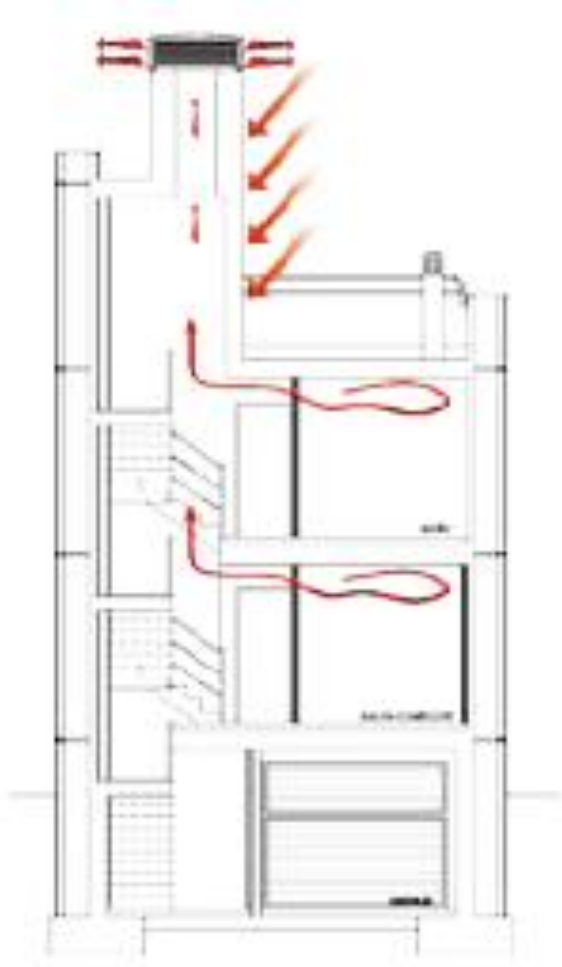


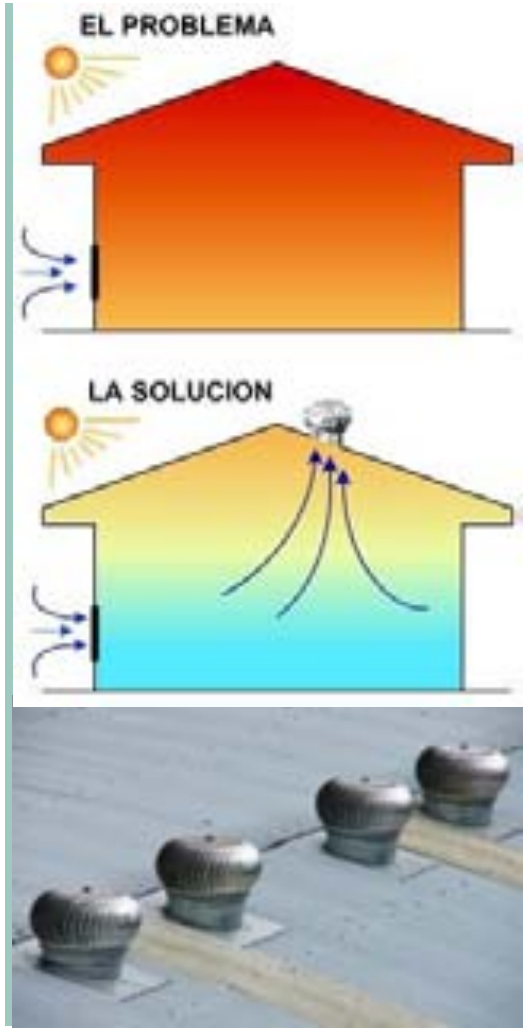
Sistemas Pasivos

5. Aspiración estática.

Con fuertes vientos y orientación adecuada la ventilación forzada se produce por el efecto Venturi.

También es importante que el tejido urbano tenga una correcta ocupación.





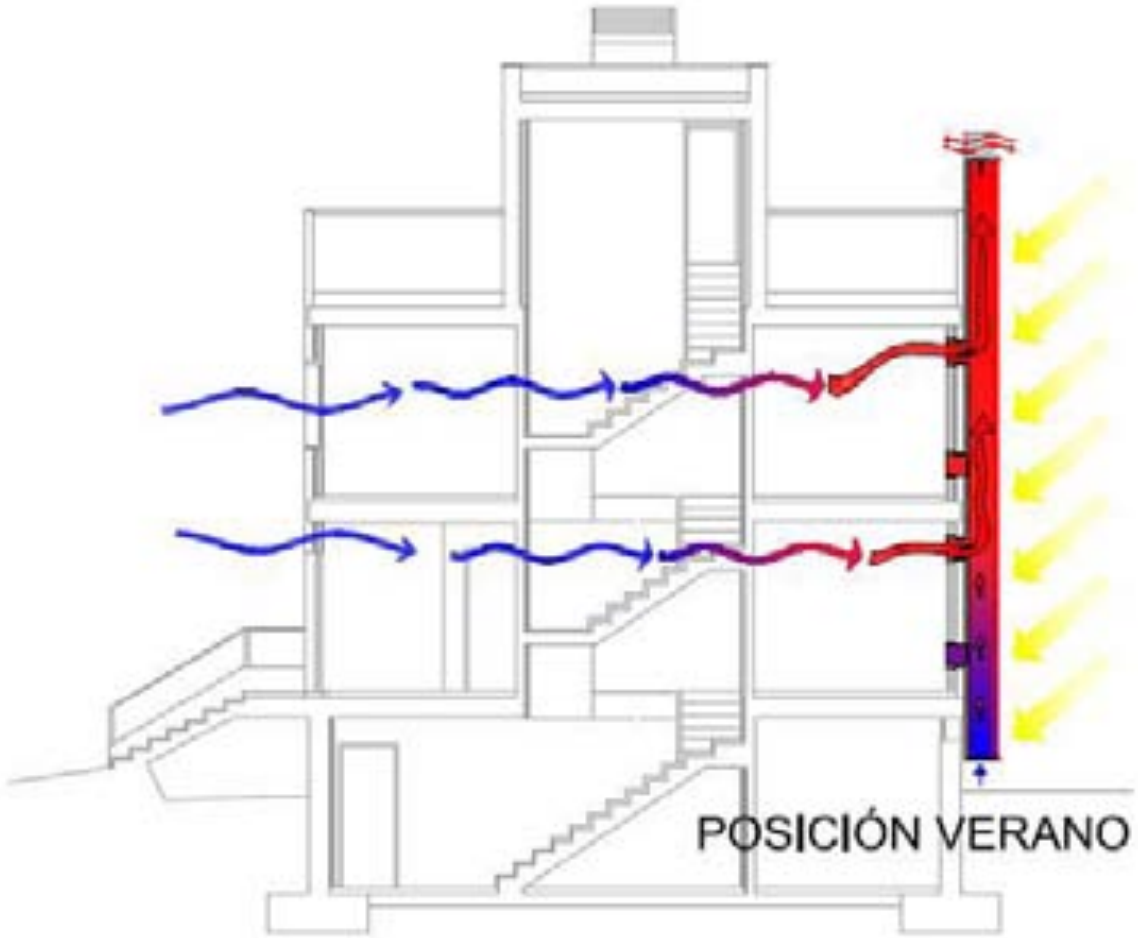
Sistemas Pasivos

6.Chimeneas de refrigeración solar pasiva.

Estas chimeneas funcionan extrayendo aire frío gracias al calentamiento de la cabeza de la chimenea en la cubierta.

Gracias a esta extracción, el aire caliente se sustituye por aire frío de la cámara, que llega a las estancias a través de un conducto vertical, con una salida en la parte baja de la habitación.

El adecuado diseño del remate de las chimeneas
impide que el sistema funcione en invierno, y sólo se produce la ventilación en las épocas calurosas del año.



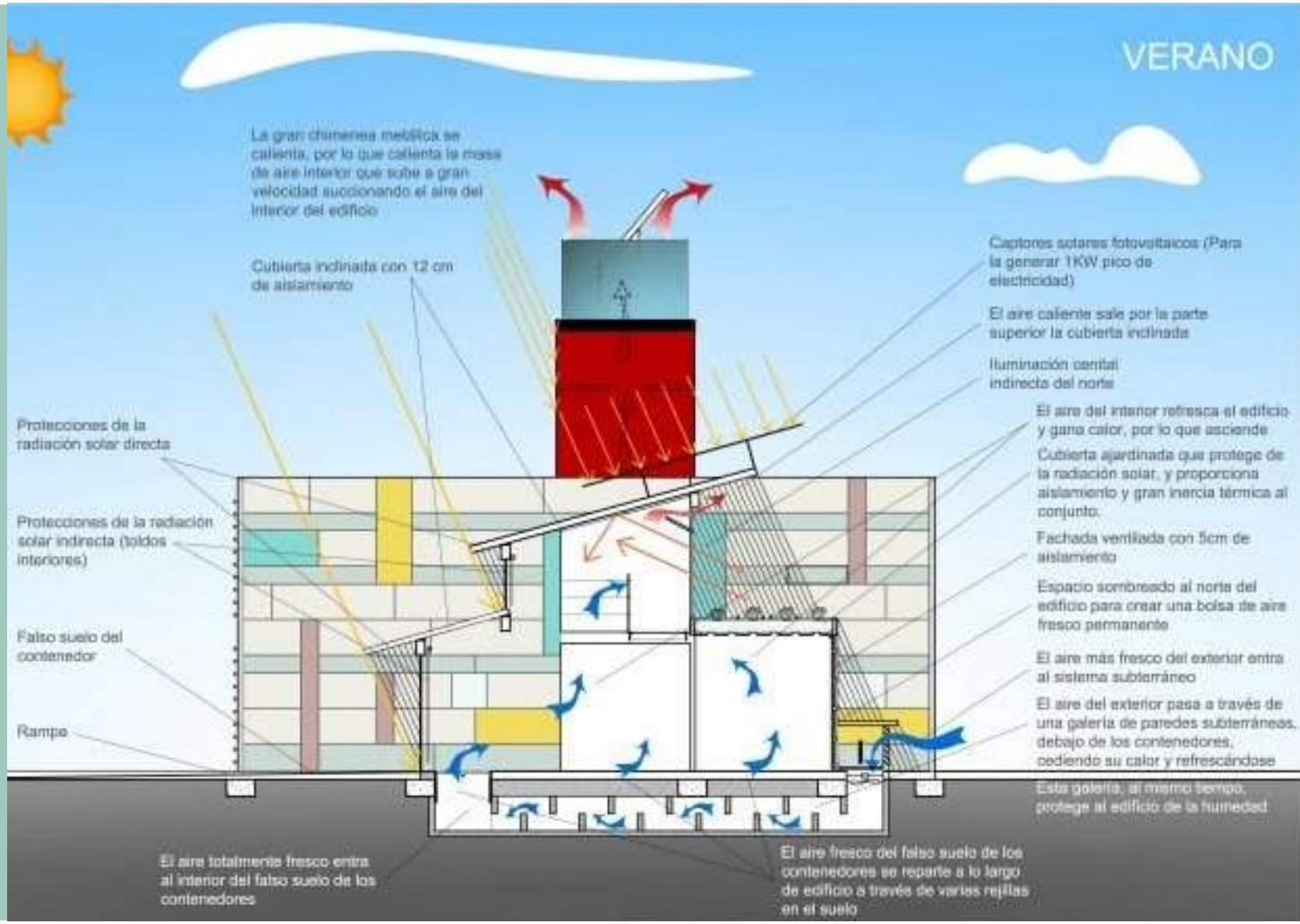
Sistemas Pasivos

El funcionamiento del sistema es el siguiente:

Temporada de verano

✓Efecto de la radiación solar sobre el acabado de la chimenea (durante el día): Para conseguir el movimiento de aire a través de la chimenea durante el día, se realiza un diseño al final de la misma, que absorbe la radiación solar incidente, calentando el aire de su interior por encima de la temperatura exterior.

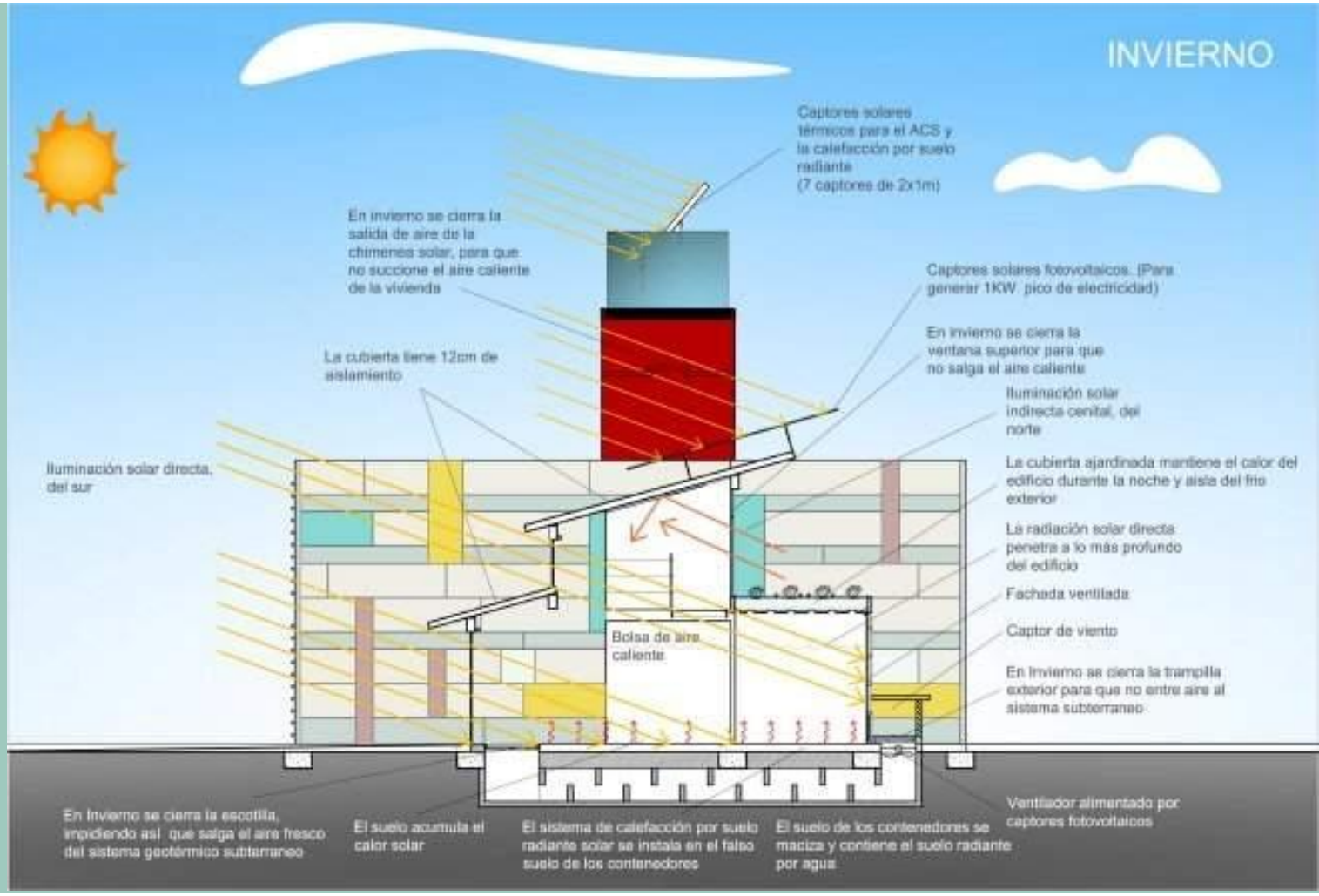
✓Efecto por diferencia de temperatura (durante la noche): la diferencia de temperaturas favorece el movimiento de aire procedente de la cámara a través de la chimenea, hasta que la temperatura de la sala de estar está por debajo de la temperatura exterior, momento en el cual este efecto se detiene.



Sistemas Pasivos

Temporada de invierno

En esta temporada la diferencia de temperatura es importante, porque en el interior el aire es mucho más caliente que en el exterior, a causa de la calefacción y por tanto habrá que cuidar de mantener cerrada la rejillas de salida.

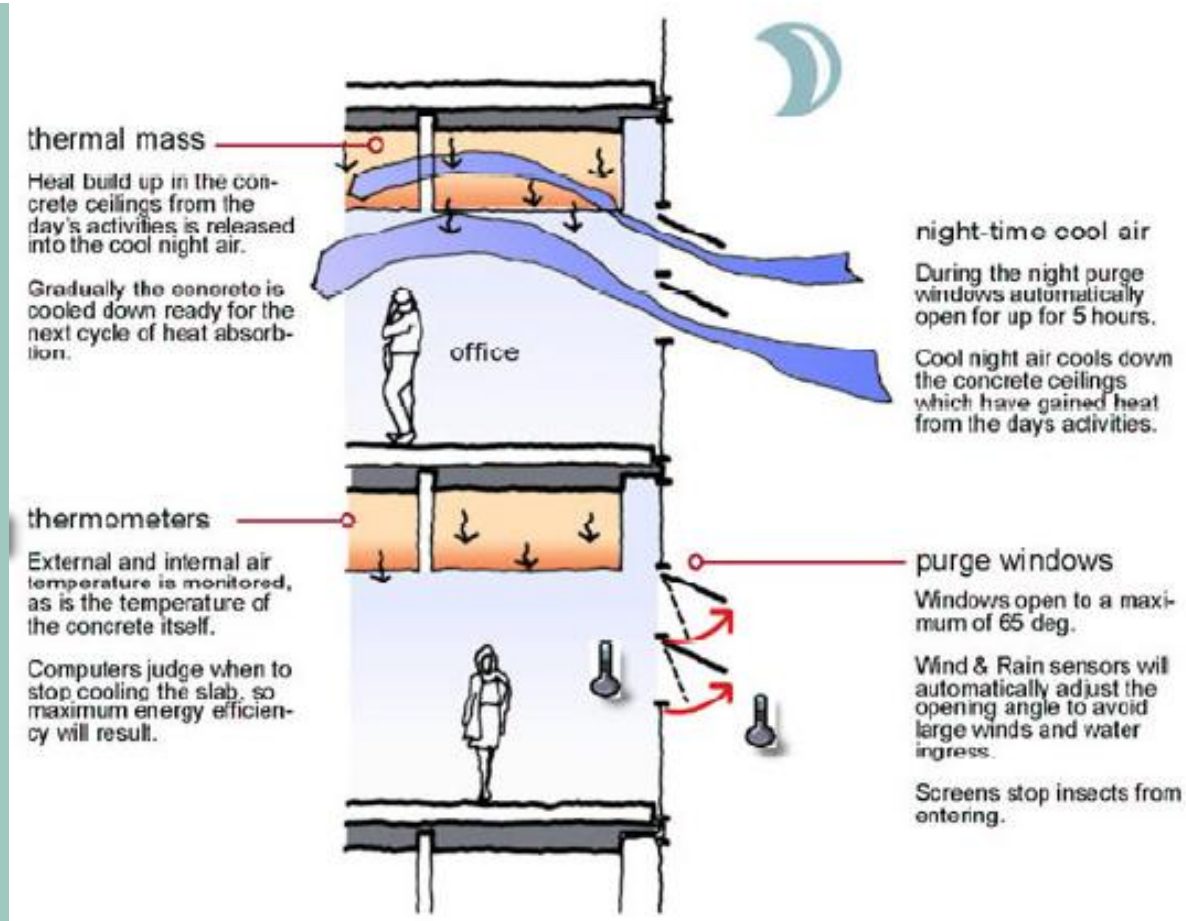


Sistemas Pasivos

7. Disipación calor muros por convención.

Para enfriar con alta masa térmica.

Efectuada por la noche se produce un enfriamiento del muro por convección con la masa de aire que rodea al edificio.



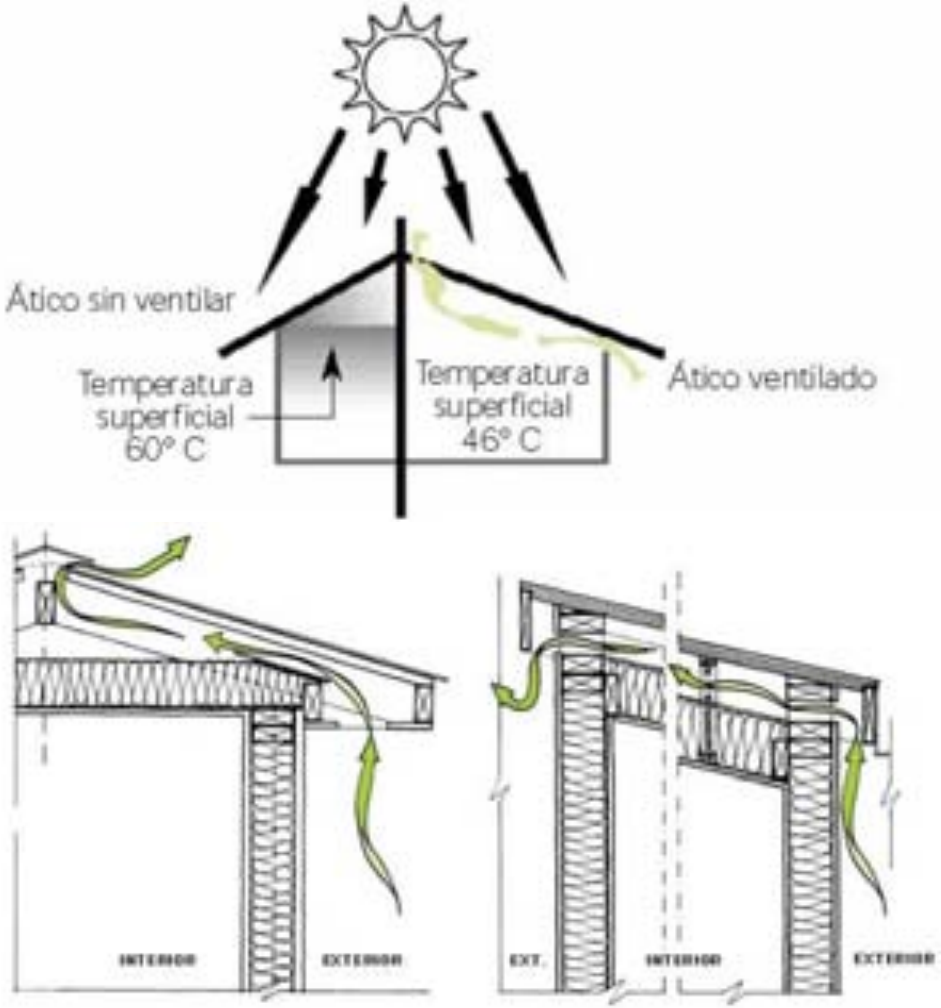
Sistemas Pasivos

8. Disipación calor por la cubierta.

Además de la convección se produce una irradiación de energía hacia la bóveda celeste.

Se mejora la disipación con aislamientos móviles de protección contra el calor diurno.
Se puede combinar con las técnicas de captación solar por la cubierta, con los
adecuados mecanismos de control.

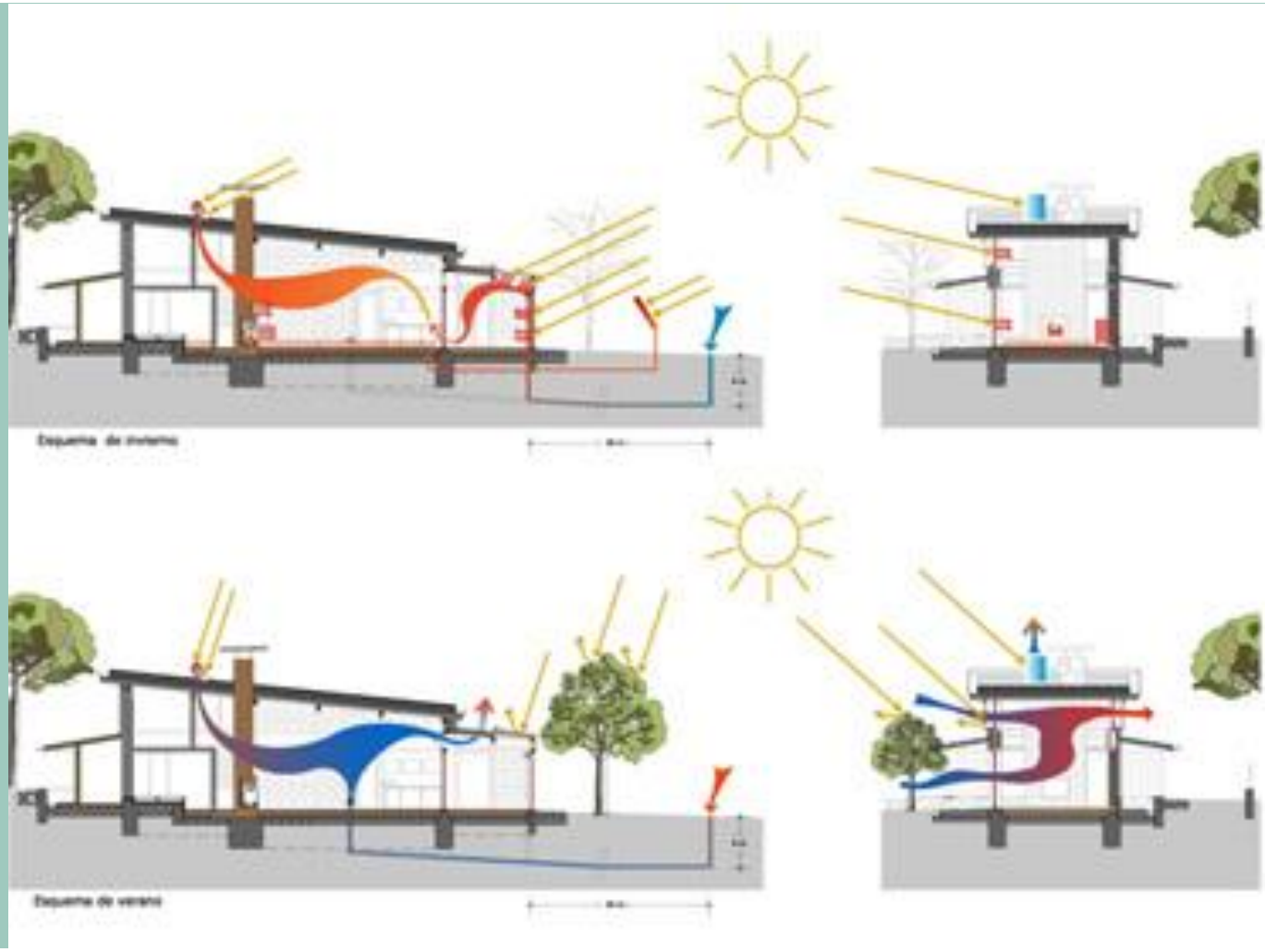
Cubiertas ventiladas ayudan a disipar el calor y reducen las ganancias excesivas.



Sistemas Pasivos

8. Conducciones enterradas con agua.

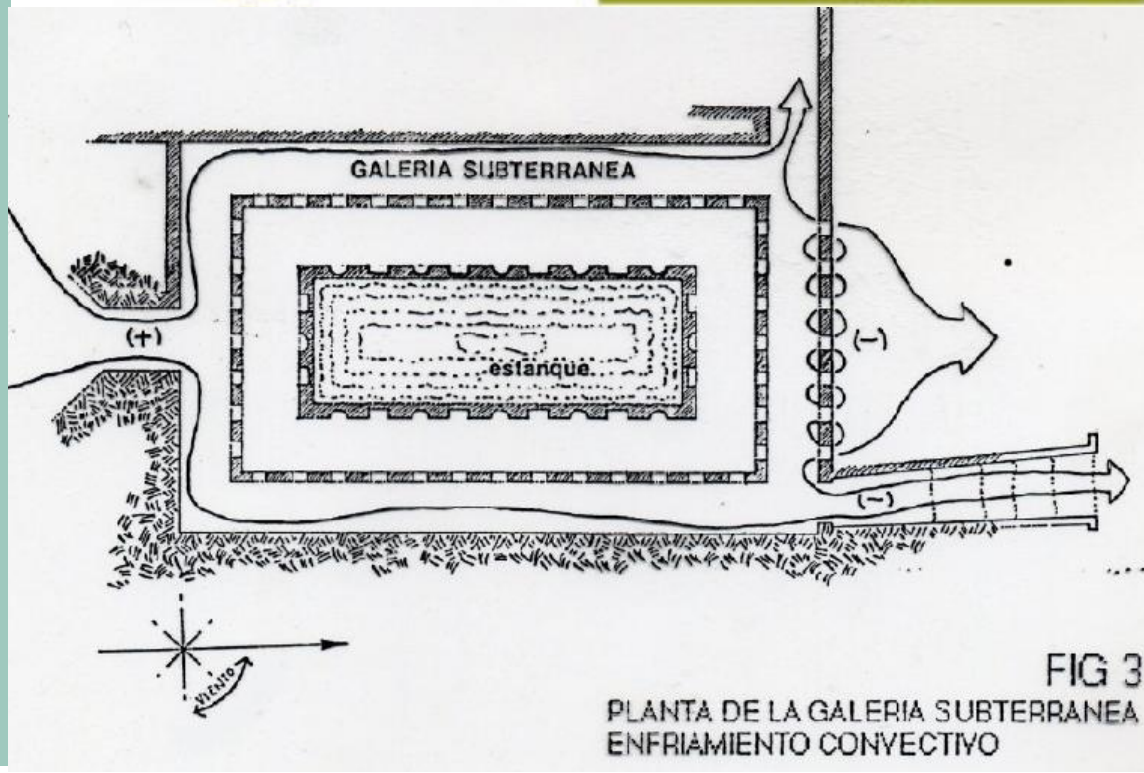
Enfriamiento ambiental al hacer pasar el aire por canalizaciones enterradas con un tercio de su altura llena de agua.



Sistemas Pasivos

Entender el comportamiento del flujo de aire alrededor del edificio es básico para diseñar adecuadamente un sistema de ventilación.

El edificio crea una zona de presión positiva a barlovento que obliga al viento ha dirigirse hacia los laterales aumentando su velocidad y creando zonas de succión o de presión negativa.



Sistemas Pasivos

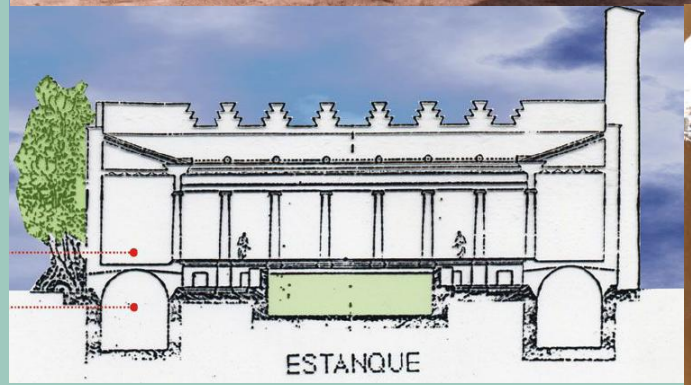
OTRAS MEDIDAD PROMOCIÓN ENFRIAMIENTO

Enfriamiento por evaporación. Se aprovecha el consumo de energía necesario para el cambio de estado del agua, de líquido a gaseoso.

Técnica muy utilizada desde las culturas árabes.

Es importante que el ambiente no presente altas humedades relativas que se sumen al vapor de agua aportado por la evaporación.

Es aconsejable para ambientes secos y calurosos, en los meses situados en la parte superior izquierda de la carta bioclimática.



Sistemas Pasivos

Presencia de vegetación frondosa.

Por la evapotranspiración los árboles enfrían el ambiente circundante.
Los de hoja caduca no perjudican los valores del invierno.

Cubiertas vegetales.

Con el mismo principio que la vegetación frondosa son capaces de absorber el 80% de la radiación solar.

Sistemas Pasivos

Las cubiertas vegetales no es una invención de
hace poco tiempo, ya que tienen su origen en la
vegetación que crecía de espontáneamente en las cubiertas de grava u otros materiales con los que normalmente se realizaban los tejados de
las casas.

Uso de plantas Extensivas

Mayoritariamente autóctonas requieren poca agua y un mínimo grosor de sustrato lo que significa una importante reducción de peso.

Sistemas Pasivos

Fachadas vegetales.

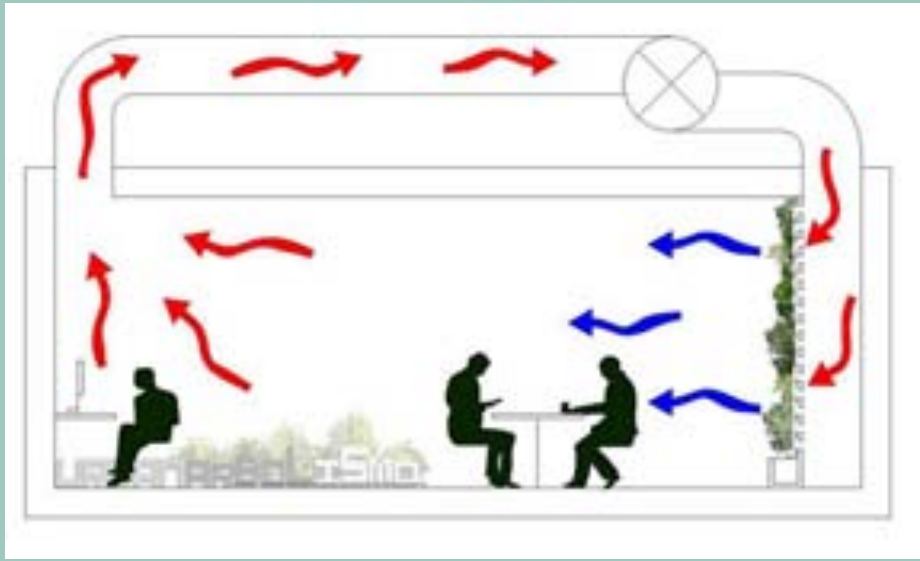
✓Reducen hasta 5 grados la temperatura interior de un edificio en verano así como la mantienen en invierno.(Tokyo Institute of Technology)

✓1m2 de cobertura vegetal genera el oxígeno requerido por una persona en todo el año. (Darlington, 2001)

✓1m2 de cobertura vegetal atrapa 130 gramos de polvo por año. (Darlington, 2001)
✓* Un edificio de 4 plantas (60m2) con una fachada portadora de este sistema filtra al año 40 toneladas de gases nocivos. (Wolverton et al. 1989)

✓* Un edificio de 4 plantas con una fachada portadora de este sistema es capaz de atrapar y procesar 15 kg de metales pesados. (Darlington, 2001)

✓* El aislante vegetal reduce hasta 10 decibelios la contaminación sonora. (Tokyo Institute of Technology)



Sistemas Pasivos

Gaviones

Los gaviones son una solución de fachada industrializada a partir de módulos.

Consisten en malla electrosoldada con piedras y todos los elementos necesarios para el crecimiento de especies vegetales en su interior.

Una malla metálica de acero inoxidable, piedra, celda de drenaje de polipropileno con sustrato, vegetación, aislamiento y una estructura metálica galvanizada integran el conjunto.

Sistemas Pasivos

Presencia de surtidores o láminas de agua.

Cercanos a los huecos o en el interior de las edificaciones.

Sistemas Pasivos

Enfriamiento nocturno por alta inercia térmica.

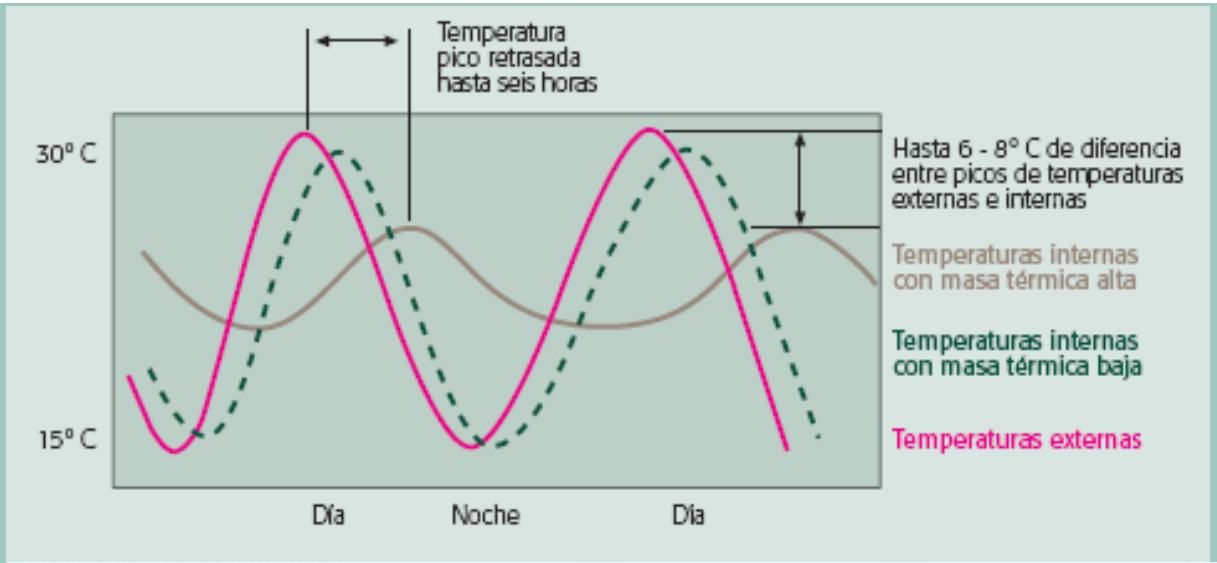
Aprovechamiento de los sistemas de acumulación y desfase temporal, para beneficiarse de las bajas temperaturas nocturnas y procurar su estabilidad a lo largo del día. Aconsejable para las altas temperaturas que se producen en verano, muy lejos de la zona de confort

.

Sus mecanismos de ejecución son:

✓Aislamiento exterior de los cerramientos. Gran beneficio al colocar el aislamiento en la cara exterior de las fachadas.

✓Particiones internas pesadas. Se aprovecha la inercia de los tabiques de separación.



Masa térmica durante el verano

De día

En días calurosos las ventanas permanecen cerradas para evitar la entrada de calor, y las contraventanas (persianas) se ajustan para minimizar las aportaciones solares. El enfriamiento lo proporciona la masa térmica. Si las temperaturas son menos extremas las ventanas pueden estar abiertas para proporcionar ventilación.

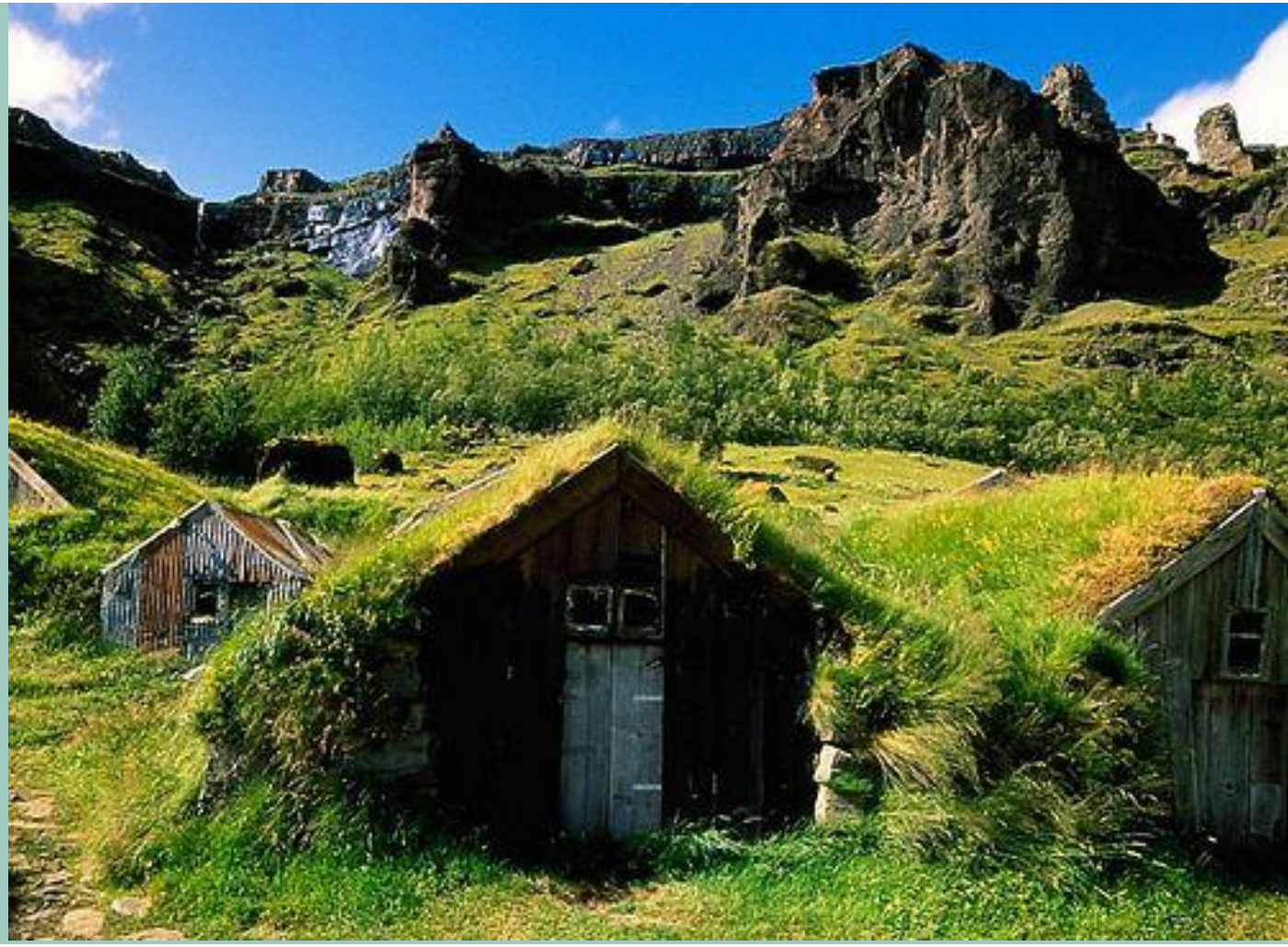
De noche

Si el día ha sido caluroso, los ocupantes abren las ventanas para permitir que la noche enfríe la masa térmica.

Sistemas Pasivos

✓Muros enterrados o semienterrados. Cuando el edificio se encuentra en contacto directo con el terreno, el enfriamiento se produce por transmisión desde el edificio al terreno siempre a menor temperatura.

✓Disipación por transmisión por el suelo. Cuando el edificio se encuentra en contacto directo con el terreno, el enfriamiento se produce por transmisión desde el edificio al terreno.



“En todas partes podemos imaginar espacios arquitectónicos".

Sou Fujimoto

SOSTURMAC

sosturmac@iter.es

www.sosturmac.iter.es

www.facebook.com/SOSTURMAC

PROYECTO COFINANCIADO POR LA UNIÓN EUROPEA
Medio ambiente y eficacia de los recursos

Título del Evento (1 o 2 filas)
Fecha, Lugar

MAC 2014-2020 Cooperación Territorial
Interreg