

2012



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN

SOLUCIONES BIOCLIMÁTICAS EN EDIFICACIÓN. ANÁLISIS Y COMPARATIVA ENTRE VIVIENDA CONVENCIONAL Y SU ADAPTACIÓN CON CRITERIOS BIOCLIMÁTICOS.

AUTORES: PEDRO CRUZ SORIA
EDUARDO NAVARRO NAVARRO

DIRECTOR ACADÉMICO: LUIS PALMERO IGLESIAS
ARQUITECTURA SOSTENIBLE, MEDIO AMBIENTE Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

GRADO EN INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN



1.	MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS	7
2.	INTRODUCCIÓN HISTÓRICA	9
2.1	Introducción de la arquitectura moderna	10
2.2	Nacimiento del urbanismo moderno. Haussmann, Plan París	12
2.3	Plan ensanche de Madrid, 1857, Carlos María de Castro.	15
2.4	Plan de Ensanche de Barcelona (1860), Ildefonso Cerdá	16
2.5	Utopistas, Iniciativas para reformar ambientes	17
2.5.1	Robert Owen:.....	17
2.5.2	Charles Fournier.....	17
2.5.3	Etinne Cabet.....	18
2.6	Escuela de Chicago	19
2.7	Experiencias urbanísticas 1890-1914	24
2.7.1	Camilo Sitte	24
2.7.2	Ciudad jardín	24
2.8	El concepto de ciudad-jardín.....	25
2.8.1	Ciudad jardín - De la teoría a la práctica	26
2.8.2	Ciudad lineal de Arturo Soria	27
2.9	Le corbusier	29
3.	INFORME BRUNDTLAND	35
3.1	Motivación	35
3.2	Objetivos	35
3.3	Temas que se trataron	36
3.3.1	Población y recursos humanos	36
3.3.2	Alimentación	36
3.3.3	Especies y ecosistemas	36
3.3.4	Energía	36
3.3.5	Industria	36
3.3.6	Reto urbano	36
3.4	Objetivos	37

3.5	Países firmantes	37
3.6	Mecanismos flexibles del Protocolo de Kioto	37
3.7	Actualidad	38
4.	FUENTES DE ENERGIAS RENOVABLES.....	40
4.1	Biomasa.....	41
4.2	Energía eólica	43
4.3	Geotermica.....	45
4.3.1	Procedimiento clásico.....	45
4.4	Hidraulica	47
4.5	Oceánica.....	48
4.5.1	Mareomotriz	48
4.5.2	Oleomotriz	48
4.5.3	Termomotriz	48
4.6	Solar	49
4.6.1	Energía solar térmica	50
4.6.2	Energía solar fototermica	51
5.	BIOCLIMATISMO	53
5.1	Estudio del emplazamiento.....	53
5.1.1	Análisis del lugar	53
5.1.2	Integración de la casa con el lugar.....	56
5.1.3	Protección frente al medio	56
5.2	Climatología de la construcción	57
5.2.1	Modos de transmisión del calor	58
5.2.2	Reacciones fisiológicas del cuerpo humano frente al clima	59
5.2.3	Clima interior de la vivienda	59
5.2.4	Aislamiento	61
5.3	Control del clima por medios constructivos.....	64
5.3.1	Modos de evitar las pérdidas de calor	66
5.3.2	Calentar el aire empleado para ventilación:	67
5.3.3	Diseñar adecuadamente las superficies en contacto con el exterior, en especial las expuestas al viento:	68
5.4	Modos de refrigerar los edificios	69

5.4.1	Proporcionar buena ventilación y humidificación del aire:	69
5.4.2	Diseñar el edificio creando microclimas frescos:	69
5.4.3	Obstaculizar la entrada de la radiación solar:	71
5.5	Modos de captar calor del sol	73
5.5.1	Captadores directos:	73
5.5.2	Captadores indirectos:	75
5.5.3	Captadores añadidos:	77
5.5.4	Acumuladores	78
5.6	Ventilación natural. Enfriamiento en verano	79
5.6.1	Captación	79
5.6.2	Recorrido del aire a través de la casa, sistemas de ventilación	82
5.6.3	Salida del aire:	86
5.7	Control climático mediante el Diseño del paisaje	87
5.7.1	Modificación del entorno	87
5.7.2	Modificación de la topografía	88
5.7.3	Modificación de la influencia las masas de agua	88
5.8	Modificaciones de la incidencia la radiación solar	89
5.9	Modificación del curso de los vientos	90
5.10	Modificaciones de la vegetación	90
6.	Unifamiliar con criterios bioclimáticos	94
6.1	Memoria descriptiva de la vivienda unifamiliar	94
6.2	Orientación.....	97
6.3	Soleamiento	98
6.4	Incidencia solar en invierno y verano sobre la vivienda convencional y la bioclimática.....	99
6.4.1	Materiales de alta inercia térmica.	108
6.4.2	Muro Trombe.....	111
	Ventilación Natural	113
6.4.3	Mediante ventilación cruzada	113
6.4.4	Tubo provenzal	114
7.	CUMPLIMIENTO DEL CTE-DB-HE.....	116
7.1	Cumplimiento del CTE HE1.Limitación de la demanda energética	116

8.	Bibliografía.....	129
8.1	Libros.....	129
8.2	Normativa:	129
8.3	Páginas Web:.....	129

MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS



1. MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS

La energía que generalmente usamos es contaminante, sucia, peligrosa, escasa y cara, incluso pueden ser políticamente conflictiva. Cuando hay otras altamente versátiles en cuanto a situación geográfica del punto de captación, que son más limpias, más seguras y renovables.

Y ya no es sólo la extracción o producción de energía, sino el uso que se hace de ella. Más que interesante, es necesario minimizar el uso de la energía en el día a día, y nuestro día a día empieza, se desarrolla en gran parte y termina en la propia vivienda; también en oficinas, talleres, escuelas, tiendas, locales... en edificios en general.

Por ello los ciudadanos del mundo tenemos la obligación con el planeta de mejorar todo lo que esté a nuestro alcance y avanzar hacia un mañana de mayor equilibrio. Desde la Ingeniería de la Edificación esta tarea la llevamos a cabo optimizando los rendimientos de la *máquina de vivir*.

INTRODUCCIÓN HISTÓRICA



2. INTRODUCCIÓN HISTÓRICA

La arquitectura, como parte de la humanidad, está sujeta a una constante evolución, las mejoras introducidas en la arquitectura y en las ciudades a lo largo de la historia coinciden en muchos aspectos con conceptos modernos referidos a Bioclimatismo, el cual se centra en cuatro puntos fundamentales que son: Iluminación, Ventilación, Orientación y aislamiento térmico; de modo que podríamos decir que el bioclimatismo no es tan moderno.

La arquitectura moderna tiende a rescatar conceptos antiguos que la electricidad y las nuevas tecnologías en climatización llegaron a depreciar hace unas décadas; conceptos como la orientación y la ventilación e iluminación naturales perdieron valor, pensando que las nuevas tecnologías los podrían sustituir.

Esta exagerada dependencia de la energía, aunado a los problemas que conlleva dicha energía (la producción de energías renovable o no, costes de ambas, dependencia de materias primas, dependencia de productores extranjeros, polución y contaminación) está propiciando que nos cuestionemos su uso o sobreuso.

La arquitectura como elemento vivo en la sociedad se hace partícipe de esta responsabilidad, y se une a la reducción del consumo de energía, crea edificios más eficientes que necesitan menos aporte energético e incluso que la producen para autoconsumo. Y no se queda sólo ahí, también se preocupa por otros recursos, como es el caso del agua y de la contaminación, controlando la vida útil de los materiales, su recorrido y la producción de CO₂ que conlleva el uso de uno u otro. Además de la posibilidad de usar materiales reciclados y los reciclables.

Pasemos a dar una vuelta por la historia de la ciudad y su arquitectura y descubriremos los conceptos bioclimáticos en sus modificaciones.



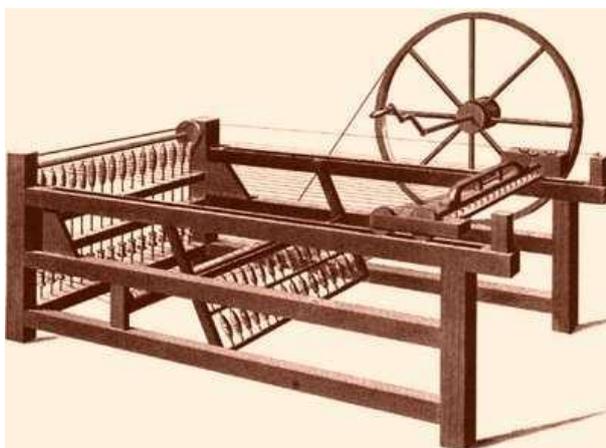
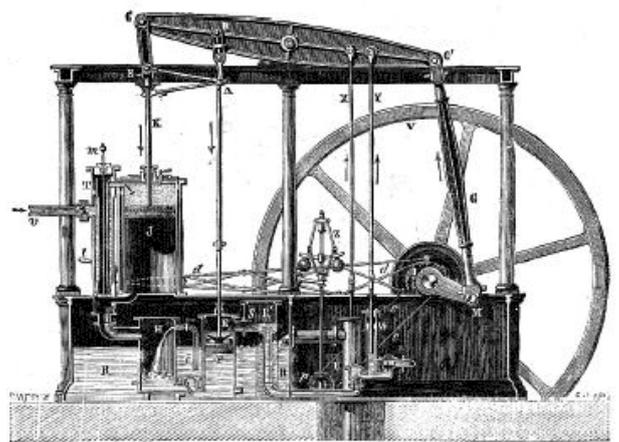
2.1 INTRODUCCIÓN DE LA ARQUITECTURA MODERNA

La arquitectura moderna podríamos decir que, comienza justo entre finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX, nace en virtud de los cambios técnicos, sociales y culturales ligados a la revolución industrial

La Revolución Industrial comenzó con la mecanización de las industrias textiles y el desarrollo de los procesos del hierro. La expansión del comercio fue favorecida por la mejora de las rutas de transportes y posteriormente el nacimiento del ferrocarril. Las innovaciones tecnológicas más importantes fueron la máquina de vapor y la denominada “Spinning Jenny” una potente máquina relacionada con la industria textil. Estas nuevas máquinas favorecieron enormes incrementos en la capacidad de producción. La producción y desarrollo de nuevos modelos de maquinaria en las dos primeras décadas del siglo XIX facilitó la manufactura en otras industrias e incrementó también su producción.



Máquina de vapor, en la Universidad Politécnica de Madrid





La industrialización que se originó en Inglaterra y luego se extendió por toda Europa no sólo tuvo un gran impacto económico, sino que además generó enormes transformaciones sociales.

Se produjo un éxodo masivo de campesinos hacia las ciudades, el antiguo agricultor se convirtió en obrero industrial. La ciudad industrial aumentó su población de una forma descomunal, como ejemplo, Inglaterra que pasó de tener 8.892.000 personas en 1801 a 14.000.000 en 1831.



Londres en pleno periodo Industrial

Pero debido a este aumento de la población rápida, desordenada y sin criterios surgieron enormes suburbios superpoblados, con condiciones insalubres y carentes de todo tipo de higiene donde las epidemias de tifus o cólera se convertían en algo habitual. Estos suburbios surgían muchas veces en torno a las fábricas con lo cual también tenían que vivir cerca de los residuos de las fabricas además de los escasos servicios y pocas condiciones de habitabilidad, por lo que también empezó a surgir una población marginada socialmente.

Los arquitectos o ingenieros empiezan a darse cuenta que parte del problema de estas ciudades industriales radica en la falta de ventilación, iluminación, escaso o nulos servicios de alcantarillado, saneamiento etc....

Con lo cual empiezan a proliferar las ideas de calles más anchas, canales más anchos y la construcción de nuevas viviendas cada vez más habitables y con instalaciones cada vez más salubres para mejorar la calidad de vida de la sociedad.



En la ciudad industrial, la fábrica ocupaba los mejores lugares junto a la ribera de los ríos, que se convirtieron en auténticos vertederos



Este cuadro refleja una ciudad industrial de la época de la primera revolución industrial, tanto anterior al invento del automóvil, última década del S. XIX. Si que parece una locomotora detrás de las caballerías. Al fondo, dominando la escena, una serie de fábricas con altas chimeneas humeantes y detrás, en el nivel del horizonte y margen derecha, se aprecia la ciudad.





2.2 NACIMIENTO DEL URBANISMO MODERNO. HAUSSMANN, PLAN PARÍS

Se considera que el urbanismo moderno nació entre los años 1830 y 1850, cuando se intenta arreglar problemas puntuales que surgen en las ciudades industriales. Los primeros cambios se centraban en eliminar males concretos y con el tiempo las intervenciones iban siendo de mayor tamaño, **París** fue la ciudad **pionera en reformas urbanísticas**.

En **1948** en **París** se inicia el **primer proceso de reorganización** de la ciudad como conjunto, promovido por el barón Georges Eugene **Haussmann**, Prefecto del Sena (funcionario Francés), quien pensaba que , se iba haciendo necesaria una **transformación radical de la edificación y la estructura de la ciudad**, que abarcase los siguientes aspectos: incremento de la población, exigencia de unas construcciones y un urbanismo más higiénico frente a las epidemias como la peste o el cólera, adaptación del centro de las ciudades a los nuevos medios de transporte como el ferrocarril.

Las obras de Haussmann las podemos clasificar en: Viarias, Construcción de Edificios Públicos incluso de viviendas para las clases más débiles, Parques públicos y Hidráulicas en cuanto a saneamiento, acueductos y extracción de agua del Sena.

Las **Obras viarias** divididas en dos aspectos: uno, **crear nuevas arterias en el casco antiguo**, Para ello se cortó el núcleo medieval con calles anchas y rectilíneas, respetando en lo posible los monumentos más importantes, que a su vez le servían de punto de fuga definidor de las calles. Y dos, **redefinir el trazado de la periferia**, a modo de plan de expansión

Hay dos perspectivas sobre el Barón Haussmann, seguidores y detractores enfrentados fundamentalmente por el nivel de conservación del patrimonio histórico, unos lo representan

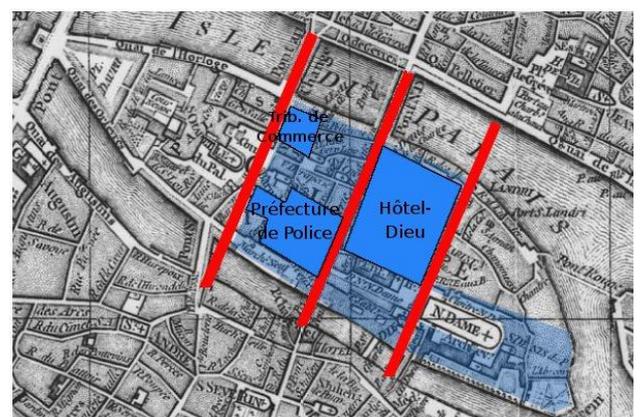
como **el hombre que destruyó el París antiguo**, y otra como **el hombre que creó el Nuevo París**.



Place de Charles de Gaulle, rediseñada por Haussmann, con anchos bulevares en disposición radial a partir del Arco dl Triunfo. Ejemplo del uso del monumento como punto de fuga para las calles.



La Isla de la Cité y su estructura urbana medieval (plano de 1771).



Isla de la Cité transformada por Haussmann: nuevas calles transversales (rojas), espacios públicos (azul claro) y edificios privados (azul oscuro.).



Por lo general el estilo de **urbanismo-conservador** basado más en la técnica que en el arte y su conservación, tuvo una buena acogida, tal y como se demuestra en las décadas siguientes, están las ciudades Lyon, Marsella, Montpellier, Toulouse y Aviñón, y fuera de Francia le siguieron otras como Roma.

La renovación de París animó a cambios urbanísticos en otras ciudades.



Plano del Ringstrasse o Anillo de Viena (1960). Actuación urbanística que supuso el derribo de la muralla, y la construcción en su lugar de un amplio y moderno bulvar. Hoy en día perdura y continúa siendo uno de los grandes atractivos de la ciudad austriaca.

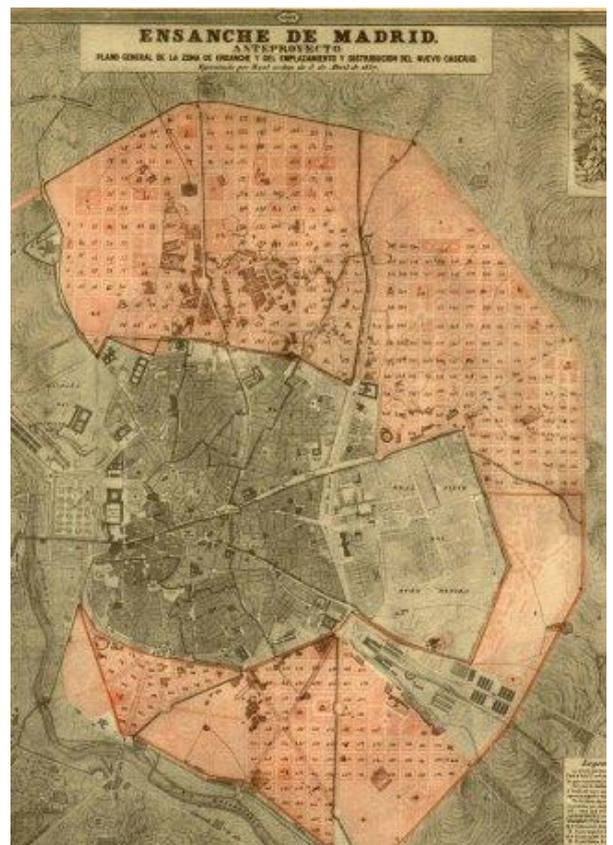
El ejemplo de París fue seguido por ciudades como **Londres** (reforma de Joseph Bazalguette, 1848-1865), **Viena** (demolición de murallas y creación de la Ringstrasse, 1857), **Florenia** (ampliación, 1864-1877), o **Bruselas** (1867-1871). También el trazado de **Moscú** muestra influencias haussmannianas.

En Italia, en muchas ciudades se abre una calle en línea recta desde el centro hasta la estación de ferrocarril. Aunque la experiencia urbanística más importante se vive en Florenia, sobre la cual se decide **no crear una nueva Florenia sino una más extensa creando barrios periféricos, salvando el centro histórico.**

En España se respetó el centro histórico, desarrollándose el urbanismo decimonónico en nuevos barrios o ensanches: Madrid (Carlos María de Castro, a partir de 1860), Barcelona (Ildefons Cerdà, proyecto aprobado en el mismo año), San Sebastián (desde 1864) o Bilbao (desde 1876). La ciudad lineal de Arturo Soria es más original respecto al modelo de Haussmann.



Bruselas 1837



Ensanche de Madrid, Arquitecto Carlos María de Castro. En el Plano: Anteproyecto. Plano general de la zona de ensanche y emplazamiento y distribución del nuevo caserío. Real Orden 8 de abril de 1857

<http://www.urbanscraper.com/2010/12/plan-castro-el-primero-ensanche-de.html>



INTRODUCCIÓN HISTÓRICA

En la mayoría de las reformas se busca *esponjar* los núcleos aglomerados y planificar las zonas nuevas para evitar nuevas masificaciones.



<http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/patrimonio/rutas/Arquitectura-Ciudad/Paseos/Memoria-industria-sur/default.asp>

Medidas: aumentando el **ancho** de la **calle**, búsqueda de **orientación** óptima según vientos predominantes y sobretodo la incidencia solar.

Implicaciones: Expropiaciones, derribar manzanas para hacer plazas...

Mejorar el transporte

Ventilación natural (*Salubridad*)

Entrada de luz solar en calles y viviendas (*iluminación=seguridad en el trabajo y las calles, más salubridad, bacterias...*)

Las actuaciones van aumentando el nivel de detalle y van tomando forma de verdaderos Planes Generales de Urbanismo. Definición de las manzanas, tipos de manzana, (abierta, cerrada...) tipos de ocupación de la edificación en la parcela, (edificación parcela exenta...)



2.3 PLAN ENSANCHE DE MADRID, 1857, CARLOS MARÍA DE CASTRO.

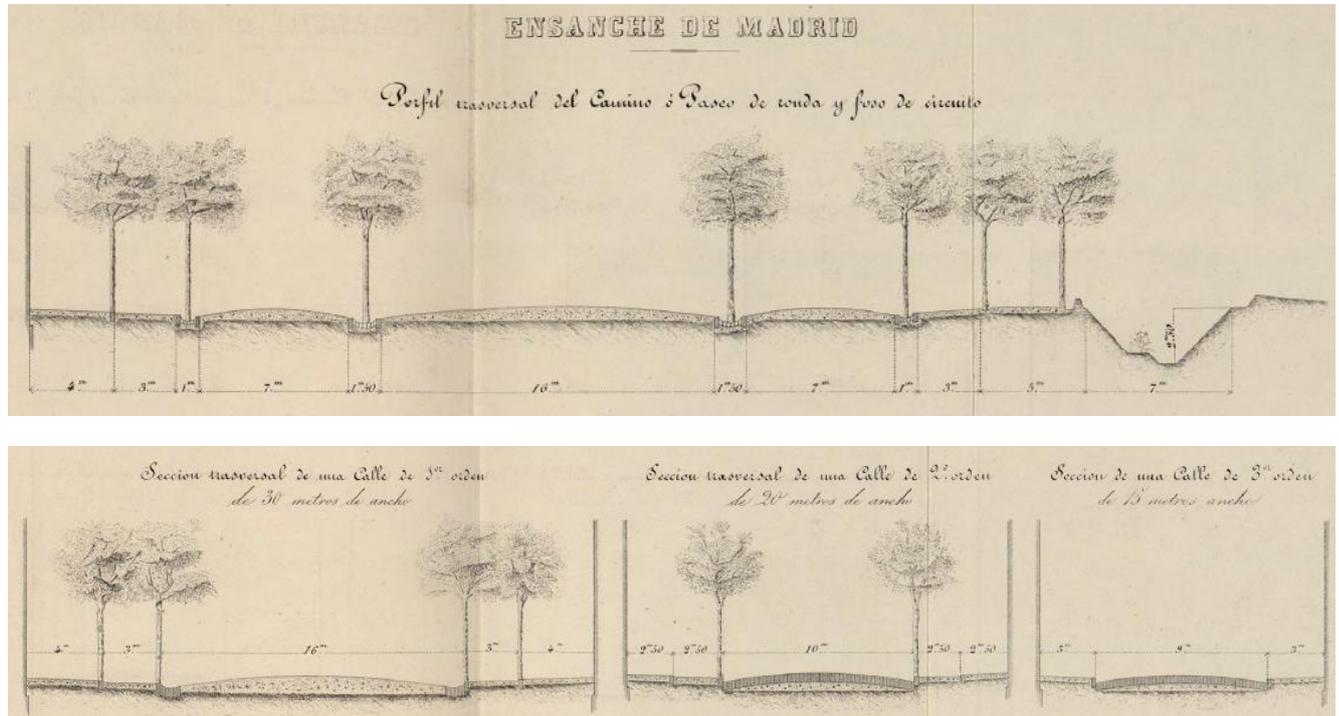


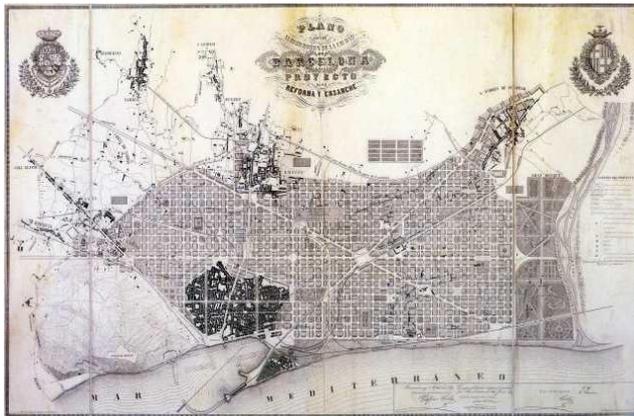
Lámina que define la sección de los paseos y tres tipos de calles nuevas en el Plan de ensanche de Madrid de 1857. Paseos con ancho mínimo de 50 metros; calles de 1.^o, 2.^o y 3.^o Orden, de ancho mínimo de 30, 20 y 15 metros respectivamente.



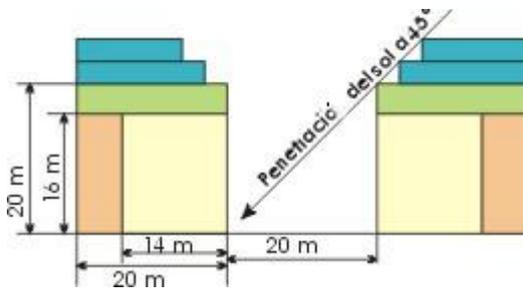
2.4 PLAN DE ENSANCHE DE BARCELONA (1860), ILDEFONSO CERDÀ

Plan caracterizado por **trazado en cuadrícula** con calles de 20 metros de ancho y **amplios chaflanes** en todas las intersecciones.

Las manzanas se estructuran como **núcleos vecinales** aglutinados alrededor de un pequeño centro cívico que incluye iglesias y escuelas, y mercados distribuidos homogéneamente. **Huyendo de la centralización** de los edificios administrativos.



Plano del ensanche de Barcelona (1860), por Ildefonso Cerdà





2.5 UTOPISTAS, INICIATIVAS PARA REFORMAR AMBIENTES

Ciudades ideales de pensadores políticos muy influenciados por el movimiento obrero.

2.5.1 ROBERT OWEN:

Desarrolló un modelo de convivencia ideal, ligado al movimiento socialista. Con él dividía el mundo en pueblos cooperativos, cada uno autosuficiente mediante el trabajo en agricultura e Industria propia. Sus bases eran:

- Número de habitantes entre 300 y 2000
- La parte de tierra, que será proporcional a la demografía, se cultivará mediante azada y no arado.
- Establece un plano tipo con zonas privadas y otras comunes.
- La actividad promotora de estas ciudades será dirigida por grandes terratenientes, capitalistas y compañías comerciales.
- Se podrá intercambiar libremente los excedentes.
- Las leyes serán de nivel local.



En 1825, Owen compra el pueblo de Harmony en Indiana para transformarlo en su modelo, pueblo cooperativa.

2.5.2 CHARLES FOURNIER.

François María Charles Fourier, socialista francés y padre del cooperativismo. Contrario al desarrollo industrial, crea Los **Falansterios** como su ciudad ideal: Cooperativa, con 1620 habitantes. Concibe el edificio como una construcción simétrica con tres patios y numerosas entradas. Una variante es el **Familisterio**.



Falansterio de periodo posterior. Nunca tuvo el uso pretendido



Patio interior de un Falansterio.



En la práctica, hubo una experiencia de falansterio en Francia y fracasó inmediatamente. Otra experiencia en España, promovida por Joaquín Abreu en Jerez de la Frontera.

En Europa la importancia del furierismo declinó rápidamente, pero en Norteamérica tuvo una buena acogida y gozó de cierto prestigio intelectual. La idea de una forma de vida cooperativa resultó atractiva para mucha gente en una época de depresión económica. En poco tiempo se crearon entre 40 y 50 falansterios, aunque sólo 3 sobrevivieron más de 2 años

2.5.3 ETINNE CABET

Icaria, era su ciudad ideal, metrópoli que gozaría de la belleza de las ciudades más célebres. Sus seguidores intentaron llevarla a cabo en Estados Unidos, y lo que pretendía ser una gran metrópoli fue fragmentándose en barrios.



2.6 ESCUELA DE CHICAGO

La **escuela de Chicago** fue un estilo arquitectónico surgido a **finales del siglo XIX y principios del XX** en la ciudad de Chicago. Fue pionero en la introducción de **nuevos materiales y técnicas para la construcción de grandes edificios comerciales**. De entre ingenieros y arquitectos, cabe remarcar la labor creativa de 5 de ellos, y separarlos en dos generaciones. Por un lado tenemos a Henry Hobson Richardson y William Le Baron Jenney, y como discípulos del despacho de éste último están Burnham & Root y L. Henry Sullivan.

Tal y como marca la tradición Nord americana, los edificios eran exclusivamente de madera, mediante la técnica del "Ballon frame". En **1871** la ciudad de Chicago, en pleno auge y boom demográfico, sufre el conocido **gran incendio** que la deja en su gran mayoría destruida.



El Reliance Building, completado en 1895, fue diseñado por Burnham & Root.

Es una ciudad floreciente, en 1800 había llegado al millón de habitantes, era la ciudad de mayor crecimiento de Estados Unidos y la segunda metrópoli de la Nación; por ello se produce una gran demanda de construcción y una **gran especulación sobre los terrenos**. La solución que se adopta es la **construcción en vertical**: muchos pisos elevados sobre una planta reducida.

Todo ello gracias a nuevas técnicas y nuevos materiales en la construcción, sobre todo las **estructuras metálicas**; se desarrollan nuevas teorías de cálculo estructural, con esfuerzos compuestos, pasan de hablar de pilar y dintel a tratar con conjuntos estructurales y elementos continuos, que inicialmente eran de fundición y en poco tiempo de acero; que debían protegerse frente al fuego, permitiendo **aligeramiento de las fachadas**, y abertura de grandes ventanales; también el ascensor de seguridad (primero a vapor, luego hidráulico y finalmente eléctrico).

El metal permite construir grandes alturas con pilares de ancho menor, los muros de carga van desapareciendo, se aligeran las fachadas y se abren grandes ventanales; dando paso a lo que más tarde llamaremos **muro cortina**,

Nacen así los primeros **rascacielos**, en la época llamados edificios de **estructuras de hierro recubiertas**, que se elevaban entre 10 y 16 plantas.

Chicago Building o Chicago Savings Bank Building (1905). Muestra de las "Chicago y Bow Windows"





En la mayoría de los edificios pertenecientes a la Escuela de Chicago, encontramos varios elementos comunes que van encaminados al aligeramiento de la estructura para ganar altura, consideramos como **características generales** de esta Escuela:

- **Estructuras metálicas** (esqueletos o armazón de hierro) que, entre otras cosas, permitirá realizar edificios con gran altura. Posible eliminación de los muros de carga.
- Uso del **pilar de hormigón** como **soporte o cimiento**. Será la solución al desafío de construir sobre un suelo arenoso y fangoso.
- Ventanas extendidas horizontalmente por toda la fachada (con las dimensiones que se desee, dado que ya no son necesarios los llamados muros de carga):
- Desarrollo del ascensor eléctrico
- Con respecto al exterior, se suprimen los elementos decorativos (tan habituales en la arquitectura artística de finales del siglo XIX). Se apuesta por superficies lisas y **acristadas**. Predominan las líneas horizontales y verticales.
- Atractivas fachadas de mampostería.



WILLIAM LE BARON JENNEY Considera el padre de los rascacielos al arquitecto e ingeniero que tras estudiar en École centrale Paris, creó el primer edificio con la técnica necesaria para crear los actuales rascacielos

Dicho edificio es El **Home Insurance Company Building** de 1884 (*Imagen derecha*), considerado el primer edificio construido con esqueleto de hierro, el primero con 10 pisos. Con la técnica de **engarces de hierro a base de pilares, vigas**, entramados recubiertos de una sustancia protectora contra el fuego, se logran edificios de muchos pisos sin necesidad de que los pilares sean muy gruesos, eliminar casi por completo el muro. Así se establecen entre los pilares numerosos ventanales, las típicas “bow-windows” de tres cristales, permitiendo la ventilación de los amplios interiores y la iluminación necesaria. También surgen las llamadas “Chicago Windows”, ventanas de dos partes divididas por una parte central fija.



Home Insurance Company Building (1884) por William L.B. Jenney. Primer edificio construido con técnicas propias de los rascacielos. Contaba con 10 plantas,

La ligereza de su estructura alarmó tanto a los funcionarios de la época que llegaron a paralizar su construcción hasta estudiar su resistencia.

Finalmente fue destruido en 1931



Chicago Windows, en el Gage Building



En el centro las Bow Windows y en los laterales las Chicago Windows. Del Reliance Building, de Burnham & Root.

HENRY HOBSON RICHARDSON (1838 - 1886); autor del **Marshall Fields Store**, exterior sencillo, aunque aún usa muros consistentes, de piedra no pulimentada (tradición constructiva de Massachusetts), pero ya muestra en los vanos **ventanales** que están cumpliendo la función de **captar la luz**.

También la **estructura** rotunda, en su carácter sólido y **unitario**, a diferencia del resto.



Marshall Field Store, 1897



INTRODUCCIÓN HISTÓRICA

BURNHAM & ROOT

Daniel Burnham (1846-1912) y John W. Root (1850/1891), dos arquitectos, alumnos del estudio de Le Baron Jenney. Juntos construyen edificios como el **Rokery Building**, el **Reliance Building** o el **Monadnock Building** entre otros.

Rokery Building, 1886,
de Burham & Root



Monadnock Building, 1893,
de Burnham & Root



Monadnock Building,
1893, en la actualidad
tras la reforma de 1938.



INTRODUCCIÓN HISTÓRICA

L. HENRY SULLIVAN (1856 - 1924); Alumno del estudio de Le Baron Jenney. Su aporte más importante fue el diseño de diferentes tipos de rascacielos, con la **estructura interior de hierro** bajo una **atractiva fachada de mampostería**. Suyos son El **Wainwright Building**, el **Guaranty Building** y el **Carson Pirie Scott Department Store** (Almacenes Carson).



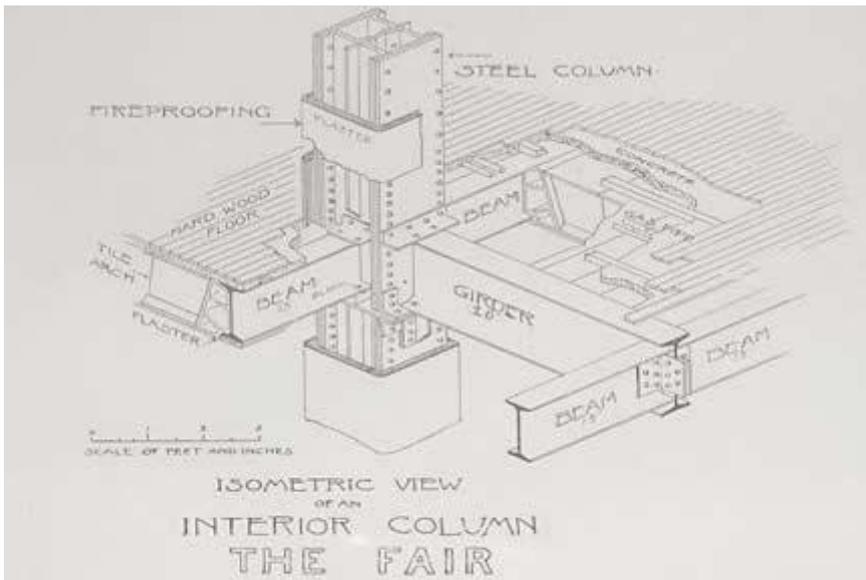
Wainwright Building, 1891, de L. H. Sullivan



Guaranty Building, 1896, de L. H. Sullivan



Carson Pirie Scott Department Store, 1903, de L. H. Sullivan



1891 - Ilustración de William Le Baron Jenney referida a la construcción de la Tienda "The Fair" en el centro de Chicago.



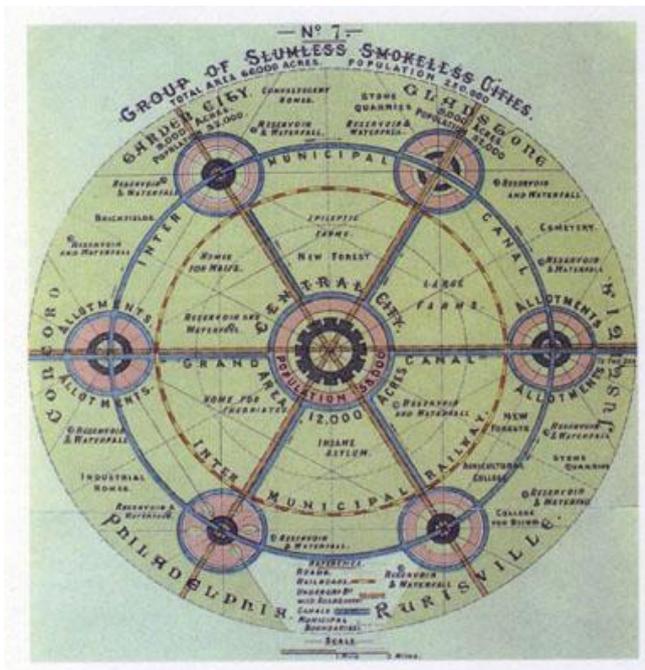
2.7 EXPERIENCIAS URBANÍSTICAS 1890-1914

2.7.1 CAMILO SITTE

Arquitecto y urbanista austriaco que desarrolló la idea de **hacer acogedoras las ciudades**, le preocupa que la actividad urbanística contemporánea **prime tanto la técnica y no tanto el arte**. En su defensa busca la conservación de los barrios antiguos y la conexión entre éstos y las zonas modernas.

Con su obra “Construcción de ciudades según principios artísticos” Defiende la ciudad de **trama irregular**, salpicada de **espacios abiertos en forma de plazas**. Critica el urbanismo de la época por su excesiva focalización sobre la planta en detrimento de la dimensión vertical de las ciudades. Así, renuncia a los principios de la ortogonalidad y de la simetría y defiende en su lugar los **espacios irregulares** y la **participación de la naturaleza en el diseño** de la ciudad.

2.7.2 CIUDAD JARDÍN





2.8 EL CONCEPTO DE CIUDAD-JARDÍN

La idea de ciudad-jardín deriva del libro del inglés **Ebenezer Howard** (1850, Londres –1928, Welwyn Garden City, Inglaterra), **“Tomorrow: a Peaceful Path to Social Reform”** (1898) y de su **“Teoría de los tres imanes”**, según la cual el “pueblo” sufre la atracción magnética de la “ciudad” y del “campo”, con sus características positivas y negativas. Basta suprimir los aspectos negativos para obtener el “imán ciudad-campo”, que encuentra su expresión concreta en la “ciudad-jardín”.

3 imanes	Características de la época		Solución planteada con la Ciudad-Jardín
	+	-	
Ciudad	Dotaciones Servicios Transporte Comunicación	insalubridad hacinamiento	Extracción de la industria del núcleo a la periferia Viviendas unifamiliares.
Campo	Espacio Salud	Lejanía de las ventajas de la ciudad	Reestructuración de la C-J
Industria	Trabajo Desarrollo económico	Hubicación, en las ciudades	en la periferia

Las características de la Ciudad-Jardín, son **ciudades independientes entre sí** tanto económica como estructuralmente; con una superficie de cuatrocientas hectáreas, para una población de treinta mil habitantes, distribuidos en 5.500 edificaciones.

Está organizada siguiendo un **esquema circular**, con **seis avenidas radiales** que dividen la superficie urbana en **seis sectores**, dejando en el **centro un parque** de 2,25 hectáreas, y a su alrededor los **edificios públicos**. La producción de las mercancías se hace en un **“cinturón industrial”** en la periferia. La vivienda se compone esencialmente de casas en hilera tradicionales, en cinco mil quinientas parcelas de seis metros de ancho y cuarenta de largo.

El sistema de la ciudad-jardín se distribuye alrededor de la ciudad central formando un anillo de treinta y dos kilómetros de (5,1Km), con una distancia de 5,25 kilómetros entre cada ciudad y la ciudad central.

El éxito de esta propuesta fue inmediato: ya en 1898, Howard funda en Londres la Garden City Association, con la cual en 1902, construyó la **primera Ciudad-Jardín** sobre un terreno en **Letchworth**, a 60km de Londres.

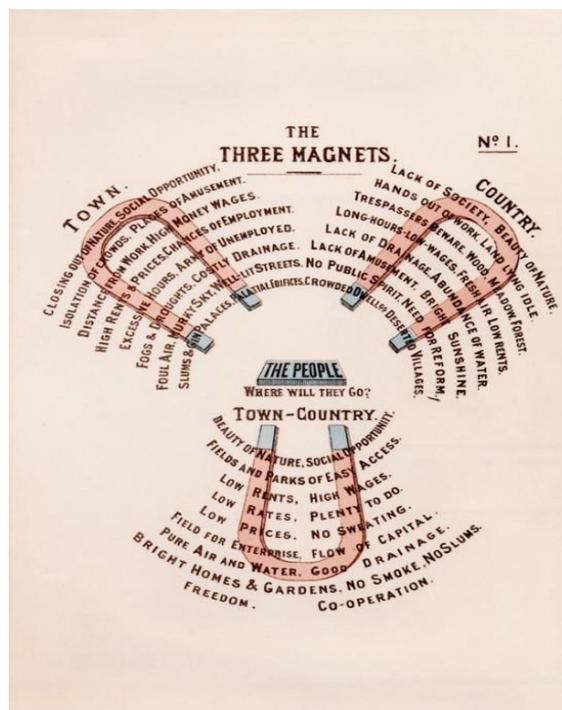


Ilustración de la teoría de los tres imanes

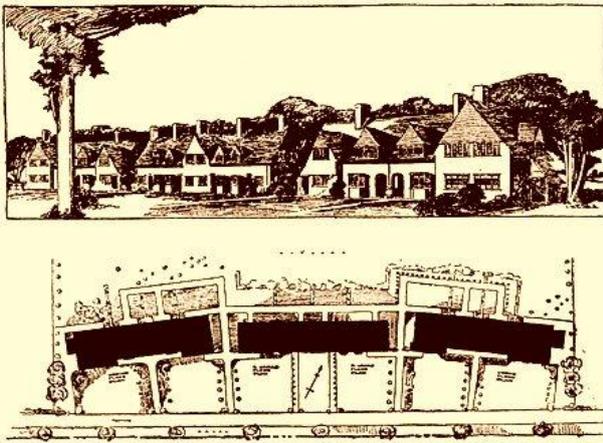


2.8.1 CIUDAD JARDÍN - DE LA TEORÍA A LA PRÁCTICA

El reglamento es sumamente minucioso; no sólo se ordena la relación entre casas y jardines, el tipo de vallas, de cultivos, etc., sino que se establece la prohibición de abrir negocios en locales destinados a viviendas. El cinturón agrícola se reduce a menos de la mitad con respecto al proyecto teórico de Howard, la ciudad prevista para 35.000 habitantes se puebla muy lentamente y treinta años después no llega ni si quiera a la mitad de los habitantes previstos.

En 1919, tras la segunda guerra mundial, Howard hace el segundo intento; funda una segunda Sociedad y empieza la construcción de la ciudad **Welwyn**, casi a mitad de camino entre Letchworth y Londres. Esta vez el éxito es más rápido: Welwyn alcanza los 35.000 habitantes, sin embargo, este progreso se debe probablemente a razones distintas de las que Howard pensaba: la proximidad de Londres y la posibilidad de residir en la ciudad-jardín, trabajando en la metrópoli. Así, la autosuficiencia prevista por Howard se muestra no sólo irrealizable, sino perjudicial para el éxito de la ciudad jardín. El cinturón agrícola se reduce progresivamente, pierde toda importancia económica y, tanto Letchworth como Welwyn, se reduce a una pantalla verde, para garantizar los límites impuestos a la ciudad.

Así la ciudad-Jardín se demuestra vital, a diferencia de las utopías anteriores, pero se reduce finalmente a la atracción de la metrópoli, de tamaño inestable y con un ordenamiento del suelo no distinto del habitual. Pero sin embargo queda la huella agradable de la concepción originaria en la elegancia de los trazados de las calles, en la uniformidad de los edificios y la distribución de las zonas verdes, **el merito de Howard** radica en haber puesto de manifiesto **el problema de la organización de una comunidad autosuficiente, tanto en recursos económicos como en equipamiento de servicios**, en este sentido el pensamiento de Howard se adelanta a su tiempo y **anticipa uno de los problemas fundamentales de la urbanística moderna**.



Grupo de tres hileras de viviendas, Station Road Letchwort



Welwyn, ciudad jardín

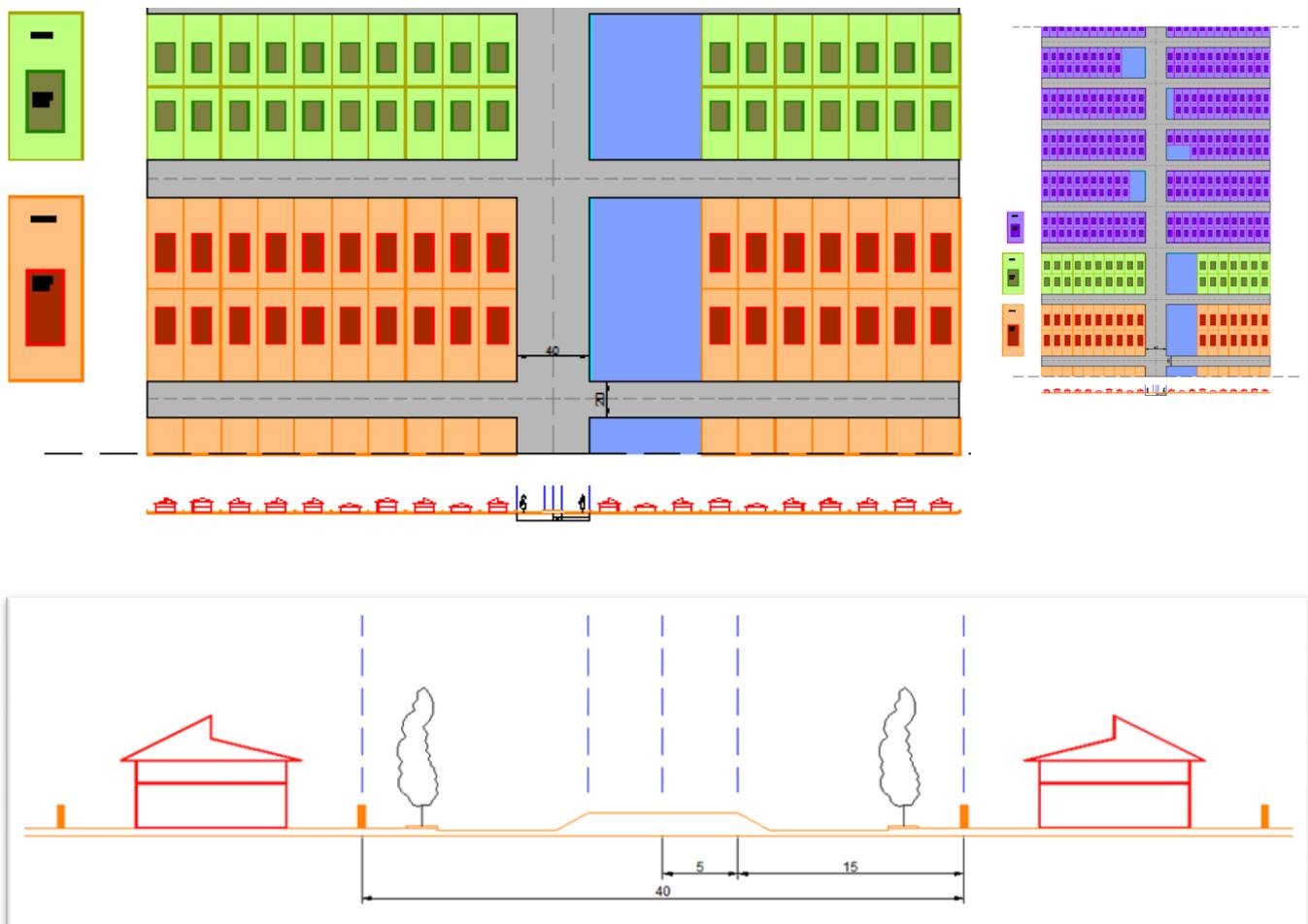


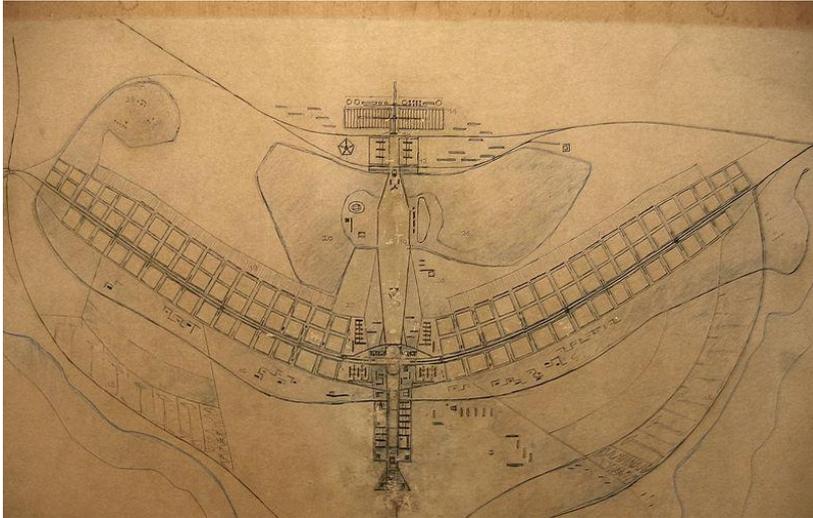
2.8.2 CIUDAD LINEAL DE ARTURO SORIA

(1844, Madrid - 1920, Madrid)

Propuesta teórica concebida en la década de 1890 por Arturo Soria como una alternativa a las ciudades históricas insalubres y congestionadas. Define, ante todo, la ciudad como un conjunto de **edificios** que se articulan **en torno a un eje de ancho limitado y largo ilimitado, reservado para una o varias líneas de ferrocarril eléctrico**. La calle central con anchura mínima de 40 metros y tendría árboles y por el centro las vías. Las calles transversales tendrían una longitud de 200 metros y un ancho de 20 metros. Los edificios ocuparían una quinta parte del terreno de la parcela.

El objetivo no es crear otras ciudades sino crear el eje de unión entre las que ya existen, a las que rodearía con el fin de **ofrecer al mismo tiempo las ventajas de la metrópoli y de la vida del campo**. De la metrópoli, sus servicios y el transporte sobretodo; y del campo, la edificación en parcela exenta y la cercanía a las afueras de la ciudad debido por su linealidad.





Plano Piloto de Brasilia. La capital brasileña fue concebida para hacer realidad las teorías del urbanismo utopista. (Ejemplo de plano de ciudad lineal, aunque no sea la directamente ideada por Arturo Soria)



2.9 LE CORBUSIER

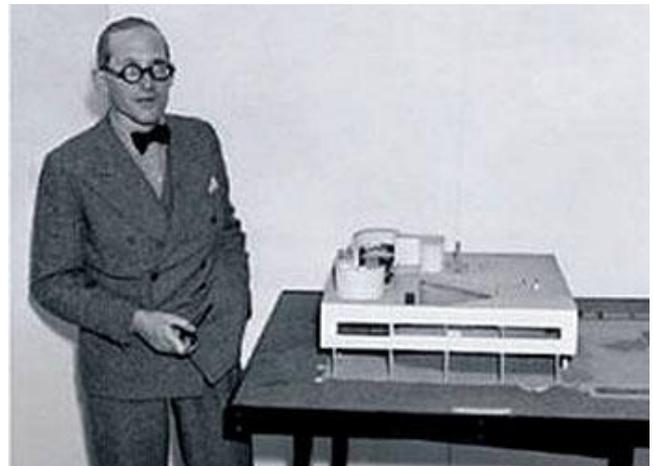
Charles Eduard Jeanneret, Le Corbusier define a la **técnica y al arte** como **dos valores que pueden y deben convivir**. Enfrentándose así a los movimientos que defienden a uno o a otro. Le Corbusier elimina el sentimiento de competencia entre ellos y demuestra que pueden y deben trabajar en comunión.

Sugiere a los arquitectos volúmenes simples, líneas para definirlos, trazos geométricos reguladores como método de control, los detalles ya no cuentan, cuenta el conjunto. Pone el ejemplo de construir barcos o aeroplanos, construir la “máquina para habitar”.

En 1922 prepara el proyecto de la ciudad ideal, para 3 millones de personas. Edificios de tres tipos, grandes rascacielos cruciformes, casas de 6 pisos para la zona intermedia, y los inmuebles Villa, conjuntos de 120 viviendas con terraza-jardín y servicios comunes.

Cinco puntos para una nueva arquitectura, por Le Corbusier y Pierre Jeanneret:

- Pilotis: de hormigón armado, para hacer que la vivienda se quede suspendida en el aire, lejos del terreno **evitando locales oscuros y humedad del terreno**.
- Terrazas jardín: cubiertas planas que recogen las aguas hacia dentro, para el uso de ésta como planta de ocio. Recuperando así la superficie de terreno ocupada por la casa.
- Planta Libre: con el uso del HA las plantas ya no tienen que ser iguales.
- Ventanas largas horizontales propiciando la entrada de luz natural.
- Fachada Libre: los pilares se retrasan y las fachadas se aligeran.



Le Corbusier mostrando una maqueta que cumple con sus 5 puntos para la arquitectura moderna

Le Corbusier creó la Unidad de habitación “Unité d’habitation”: concepto de tipología residencial del movimiento moderno que podemos ver en creaciones como: **Unité de Marsella**, **Unité de Berlin** y Edificio **Walden en Barcelona** (Ricardo Bofill)



Cité Radieuse, Ciudad Radiante o Unité d’habitation de Marsella (1945), Le Corbusier



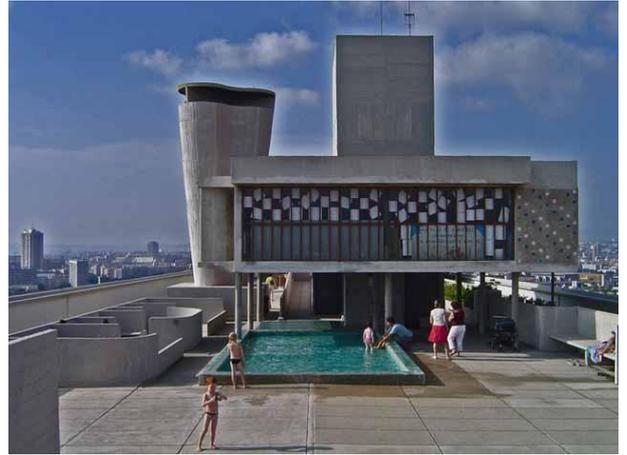
El edificio coincide perfectamente con orientación Norte-Sur. Las fachadas mayores reciben el sol del amanecer o del atardecer



INTRODUCCIÓN HISTÓRICA



Unité d'habitation de Berlín (1956), Le Corbusier. De los cinco puntos: pilotis, grandes ventanas, fachada ligera, y en la fotografía de la derecha las terrazas dedicadas al entretenimiento.



Unité de Berlín. Las terrazas aunque no ajardinadas, si mantienen la función de espacio social y de recreo, existen bancos, mesas, y elementos de juego



Amplios pasillos de las Unités, espacios no sólo para el mero tránsito, sino con amplitud para aumentar el bienestar en el propio "edificio-ciudad".



Unité d'habitation de Rezé (1955), Le Corbusier. Muestra de lo que más tarde llamarían Brutalismo. Destacar el protagonismo de las ventanas en la fachada.



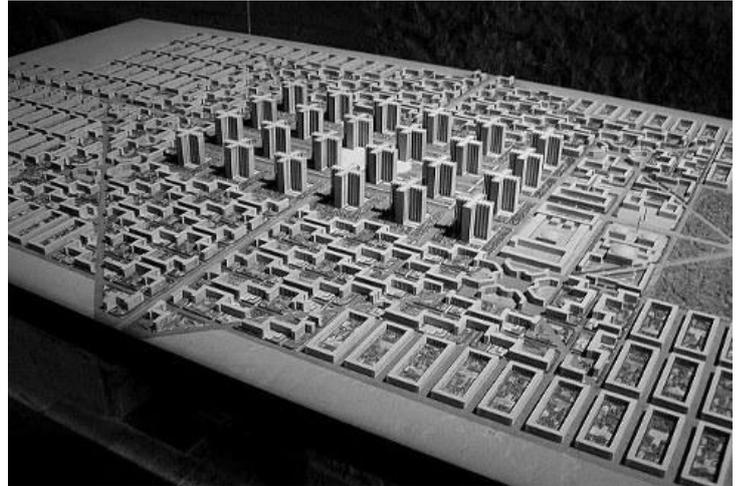
Ciudad contemporánea para tres millones de habitantes, 1922, primer proyecto urbanístico de Le Corbusier.

En él plantea la sectorización de los usos residencial y financiero, bien diferenciados por sus tipologías edificatorias, intenta huir de la masificación de las nuevas urbes como Nueva York y Manhattan aunque si promueve los rascacielos.

Tres tipos de edificios: **Rascacielos cruciformes** en el centro de la ciudad para el uso financiero; edificios altos separados y rodeados de amplias zonas verdes.

Inmuebles-Villa residenciales, para clases más pudientes.

Edificios de poca altura para la clase más obrera, situados en la zona más periférica.



Maqueta de la Ciudad contemporánea para tres millones de habitantes.

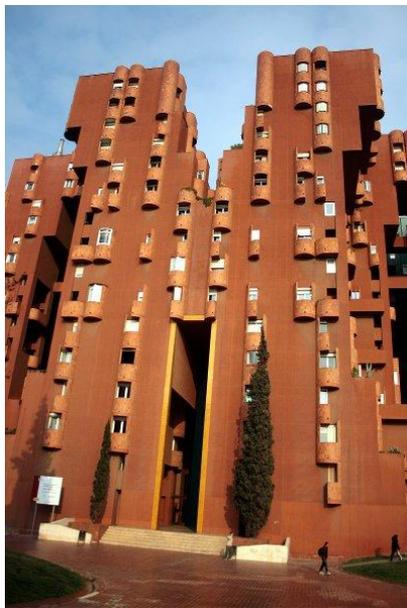
En general se observa que está buscando espacios abiertos, con gran incidencia solar; altas densidad de población en la zona financiera con ahorro de espacio; y baja densidad para mayor comodidad en las residencias.



EDIFICIO WALDEN 7, 1970, BARCELONA

Este proyecto se inició en 1970 de la mano del arquitecto Ricardo Bofill en la ciudad de Barcelona. El proyecto nació con la idea de formar una gran cantidad de viviendas auto gestionadas para simular una pequeña ciudad en vertical, con pisos, calles, tiendas y comercios. La mitad de la superficie en planta se destinaria a usos comunitarios, circulaciones y jardines. Para ello se unieron técnicos de ciencias como ingeniería, psicología, filosofía y arquitectura.

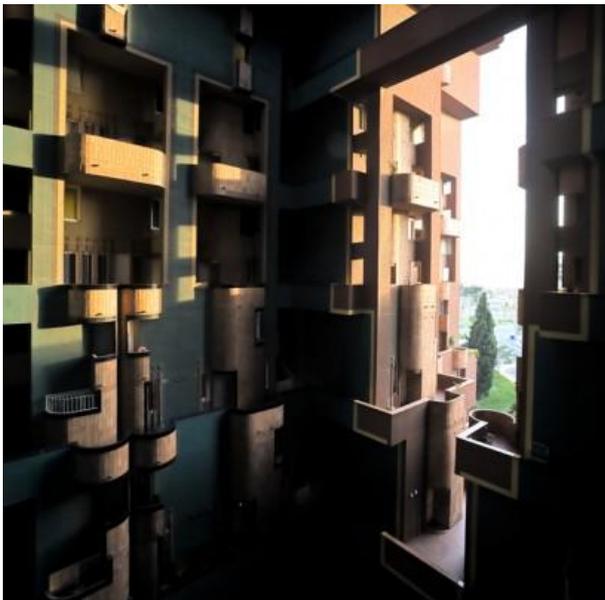
El edificio está formado por 18 torres que se desplazan de su base formando una curva y contactando con las torres contiguas, el resultado es un laberinto vertical con siete patios interiores comunicados vertical y horizontalmente, es como un barrio que además de extenderse horizontalmente, lo hace verticalmente, tiene 16 pisos de altura y su superficie es de 31.140 m² en el actualmente residen en él un millar de vecinos. Se pretendía crear un conjunto con tres bloques alrededor de un gran patio común pero al final por motivos económicos terminó solo construido y habitado un único bloque, una vez finalizado el bloque se encontraron numerosas deficiencias constructivas lo que llevó a una reforma que finalizó en 1995.



Fachada Edificio Walden 7



Patios interiores, Edificio Walden 7



Vista interior Edificio Walden 7



FINCA ROJA, 1933, VALENCIA

La finca roja, 1933, en Valencia por Enrique Viedma Vidal. Edificio residencial con clara influencia de la manzana del Plan Cerdá de Barcelona, ciudad en la que se formó el arquitecto de tal proyecto. La edificación ocupa una manzana entera y cumple los requisitos de célula micro-urbana autosuficiente y aislada de la trama viaria en la que las plantas bajas interiores cumplirían la función de albergar diversos servicios para los propietarios de las viviendas, siguiendo el modelo iniciado en diversas ciudades europeas.



Finca roja Valencia.



INFORME BRUNDTLAND Y MOVIMIENTO INTERNACIONAL



INFORME BRUNDTLAND Y MOVIMIENTO INTERNACIONAL

INICIOS DE MOVIMIENTO DE SOSTENIBILIDAD EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL

Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA, (UNEP por sus siglas en inglés) con sede en Nairobi, Kenia, es un programa de las Naciones Unidas que coordina las actividades relacionadas con el medio ambiente, asistiendo a los países en la implementación de políticas medioambientales adecuadas así como a fomentar el desarrollo sostenible.

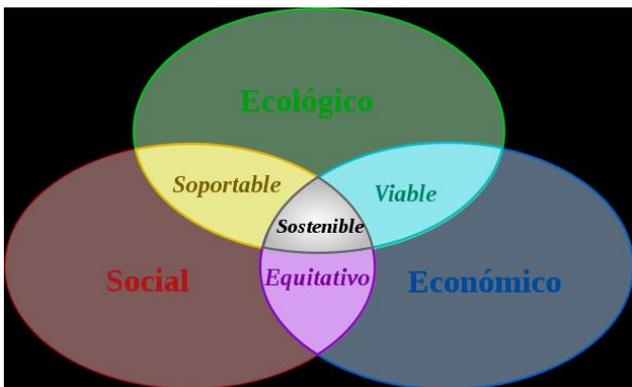
Fue creado por recomendación de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Humanos (Estocolmo - 1972).

Su misión es proporcionar liderazgo y promover los esfuerzos conjuntos para el cuidado del medio ambiente, alentando, informando y capacitando a las naciones y a los pueblos para que mejoren su vida sin comprometer la de las futuras generaciones.

Aunque previamente hubiera diversas conferencias respecto el medio ambiente y la sostenibilidad,

En 1984 se reunió por primera vez la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo. La Comisión partió de la convicción de que es posible para la humanidad construir un futuro más próspero, más justo y más seguro.

En 1987, dicha comisión presenta su primer informe: Nuestro futuro común, conocido también como Informe **Brundtland**, centrándose en el Desarrollo Sostenible, suponiendo un verdadero **toque de atención para la comunidad internacional**.



Esquema de los pilares de desarrollo. En el centro el Desarrollo Sostenible: en el que se tienen en cuenta los tres factores nombrados, el ecológico, el social y el económico.

3. INFORME BRUNDTLAND

3.1 MOTIVACIÓN

El camino que la sociedad global había tomado estaba:

- destruyendo el ambiente
- dejando a cada vez más gente en la pobreza y la vulnerabilidad.

Se trata de afrontar un doble desafío:

- La situación de extrema pobreza en que viven grandes segmentos de la humanidad.
- Los problemas medioambientales

3.2 OBJETIVOS

- Examinar los temas críticos de desarrollo y medio ambiente.



INFORME BRUNDTLAND Y MOVIMIENTO INTERNACIONAL

- Formular propuestas realistas al respecto.
- Proponer nuevas formas de cooperación internacional.
- Promover los niveles de comprensión y compromiso de:
- Individuos, organizaciones, empresas, institutos, gobiernos.

3.3 TEMAS QUE SE TRATARON

- a) Población y recursos humanos
- b) Alimentación
- c) Especies y ecosistemas
- d) Energía
- e) Industria
- f) Reto urbano

3.3.1 POBLACIÓN Y RECURSOS HUMANOS

- La población mundial sigue creciendo a un ritmo muy acelerado teniendo en cuenta: Recursos de vivienda, Alimentación, Energía, salud
- Dos propuestas se formulan al respecto:
 - Reducir los niveles de pobreza.
 - Mejorar el nivel de la educación

3.3.2 ALIMENTACIÓN

El mundo ha logrado volúmenes increíbles de producción de alimentos. Esos alimentos no siempre se encuentran en los lugares en los que más se necesitan

3.3.3 ESPECIES Y ECOSISTEMAS

Recursos para el desarrollo. Muchas especies del planeta se encuentran en peligro, están desapareciendo. Este problema debe pasar a convertirse en preocupación política prioritaria

3.3.4 ENERGÍA

Se sabe que la demanda de energía se encuentra en rápido aumento. Si la satisfacción de la misma se basara en el consumo de recursos no renovables el ecosistema no sería capaz de resistirlo. Los problemas de calentamiento y acidificación serían intolerables. Son urgentes las medidas que permitan hacer un mejor uso de la energía. La estructura energética del siglo veintiuno debe basarse en fuentes renovables.

3.3.5 INDUSTRIA

El mundo producía ya en 1987 siete veces más productos de los que fabricaba en 1950. • Los países industrializados han podido comprobar que su tecnología anti polución ha sido efectiva desde el punto de vista de costos: en términos de salud, propiedad, prevención de daño ambiental sus mismas industrias se han vuelto más rentables al realizar un mejor manejo de sus recursos

3.3.6 RETO URBANO



INFORME BRUNDTLAND Y MOVIMIENTO INTERNACIONAL

Al comienzo del nuevo siglo prácticamente la mitad de la humanidad habitará en centros urbanos. Pocas ciudades del tercer mundo cuentan con: los recursos, el poder y el personal, para suministrarle a sus poblaciones en crecimiento la tierra, los servicios y la infraestructura necesarios: agua, limpia, sanidad, colegios, transporte

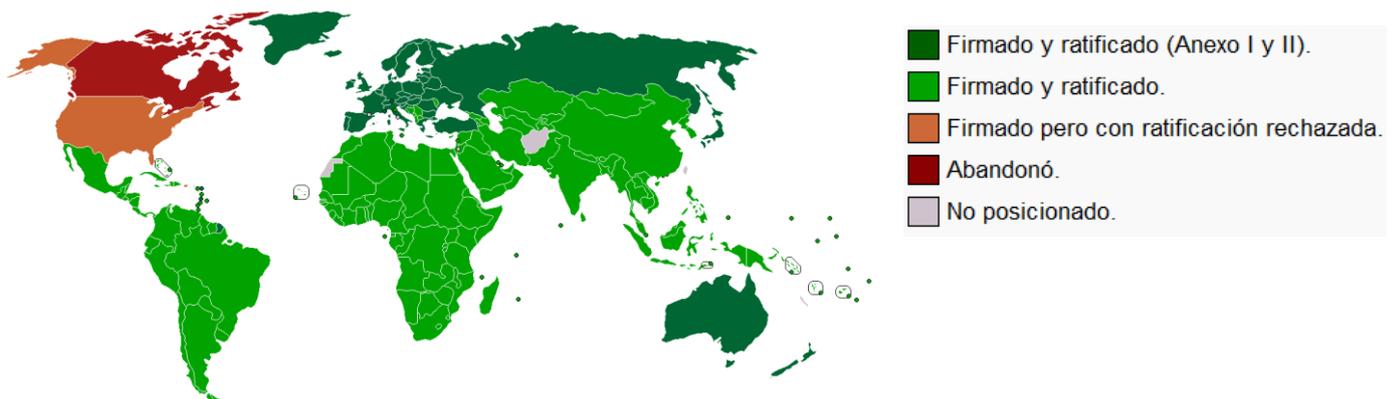
El adecuado manejo administrativo de las ciudades exige la descentralización, de fondos, de poder político y de personal, hacia las autoridades locales

3.4 OBJETIVOS

Objetivos individuales que van desde una reducción del 8% de los GEI's hasta un crecimiento máximo del 10% respecto a las emisiones del año base, que ha sido fijado en 1990 (se podrá utilizar el año 1995 para los gases fluorados) y según cita el Protocolo "con miras a reducir el total de sus emisiones de los GEIs a un nivel inferior de no menos de un 5% al nivel de 1990 en el periodo de compromiso 2008-2012" a nivel mundial.

En casi todos los casos, incluso en aquellos que tienen un crecimiento máximo de las emisiones del 10% sobre 1990, estos límites obligan a unas reducciones importantes sobre las emisiones proyectadas. Además de para el periodo de compromiso 2008-2012, se prevé el establecimiento de objetivos obligatorios futuros para periodos de compromiso posteriores a 2012.

3.5 PAÍSES FIRMANTES



Los compromisos contraídos en virtud del Protocolo de Kioto varían de un país a otro. Así, el objetivo de recorte global del 5% sobre los niveles de GEIs de 1990 para los países desarrollados oscila entre el recorte del 28% de Luxemburgo y el 21% de Dinamarca y Alemania; y un incremento máximo de las emisiones del 25% en Grecia y de un 27% en Portugal.

La **Unión Europea** ha asumido un objetivo conjunto de reducción del 8% de sus emisiones de 1990 para 2008-2012, si bien esta reducción ha sido distribuida de forma diferenciada entre sus Estados Miembros en función de sus características individuales. Así, el Estado Español tiene un objetivo de incremento máximo del 15% de sus emisiones de GEIs respecto a las generadas en 1990.

3.6 MECANISMOS FLEXIBLES DEL PROTOCOLO DE KIOTO

Estos mecanismos tienen el doble objetivo de facilitar a los países desarrollados el cumplimiento de sus compromisos de reducción y limitación de emisiones y promocionar la financiación de proyectos "limpios" en países en desarrollo o en transición hacia económicas de mercado.

Entre los mecanismos flexibles se incluyen los siguientes:



INFORME BRUNDTLAND Y MOVIMIENTO INTERNACIONAL

- El Comercio de Derechos de Emisión: mediante este mecanismo los países del Anexo I (países industrializados) del Protocolo podrán comprar o vender una parte de sus derechos de emisión a otros países del Anexo I, con el objetivo de alcanzar, de forma eficiente desde el punto de vista económico, los compromisos adquiridos en Kioto. De esta manera, los países que reduzcan sus emisiones más de lo comprometido podrán vender los créditos de emisiones excedentarios a los países que consideren más difícil satisfacer sus objetivos.
- La aplicación conjunta (AC o JI por sus siglas en inglés): este mecanismo regula proyectos de cooperación entre países obligados a contener o reducir sus emisiones, de manera que la cantidad de ahorro gracias a las nuevas instalaciones, respecto a plantas más contaminantes, se comparte entre los participantes en los proyectos.
- Mecanismos de desarrollo limpio (MDL o CDM por sus siglas en inglés): se trata de un mecanismo similar al anterior, dirigido a países con compromisos de reducción de emisiones, de manera que puedan vender o compensar las emisiones equivalentes que han sido reducidas a través de proyectos realizados en otros países sin compromisos de reducción, generalmente en vías de desarrollo.

3.7 ACTUALIDAD

Según: Comunicación de la Comisión de 15 de diciembre de 2005 «Informe sobre avances concretos presentado de conformidad con el Protocolo de Kioto» [COM (2005) 615 final - no publicada en el Diario Oficial] Durante el periodo comprendido entre 1990 y 2007,

la Comisión constata una bajada de las emisiones de:

- el 7% en el sector de la energía;
- el 11% en lo que respecta a los procesos industriales (producción de ácido adípico, halocarburos y hexafluoruro de azufre);
- el 11% en el sector agrícola (disminución de cabezas de ganado y reducción de la utilización de abonos y estiércol);
- 39% en el sector de los residuos (emisiones de metano de los vertederos controlados).

No obstante, la Comisión pone de relieve el aumento en un 24% de las emisiones del sector de los transportes.

FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES



4. FUENTES DE ENERGIAS RENOVABLES

“El Sol es la fuente de energía que mantiene la vida en la Tierra. El Sol provoca la evaporación, los vientos y las precipitaciones. Gracias a su luz el mundo vegetal crece y mantiene a todo el maravilloso proceso de la vida que todos conocemos. En todos los lugares de la Tierra podemos aprovechar una o varias de las energías renovables que tan generosamente nos regala cada día.”

Paneles divulgativos sobre arquitectura ecológica.

“Delegación de Navarra del Colegio de Arquitectos Vasco-Navarro”

Elaborados en 1998, Iñaki Urkia y Manolo Vilche

- Biomasa
 - Calefacción
 - Digestores de biogás
 - Cultivos energéticos: Biofuel, aceites
 - Producción de electricidad
- Eólica
 - Fuerza motriz, para moler o bombear
 - Tradicional
 - Cretense
 - Multipala
 - Panemona
 - Producción de electricidad
 - Cretense
 - Multipala
 - Aerodinámica
- Geotérmica
- Hidráulica
 - Fuerza motriz y producción de electricidad
 - Norias, con alimentación superior o inferior.
 - Turbinas: Kaplan, Francis, Banki, Pelton-Turgo
 - Bombeo de agua: Ariete hidráulico, norias y turbinas
- Oceánica
 - Mareomotriz (mareas)
 - Oleomotriz (olas)
- Eólico-solar
- Energía Libre
- Solar
 - Fotovoltaicas
 - Termosolar
 - otras
 - Motor Stirling
 - Cocina solar
 - Nevera solar
 - Destilador solar



4.1 BIOMASA

La biomasa es toda forma en la naturaleza que almacena la energía solar: plantas, terrestres y acuáticas; residuos de los animales, estiércol, y de la agricultura, poda de árboles; limpieza de bosques, poda, eliminación de maleza y restos de los cortafuegos. Es materia orgánica, formada por hidratos de carbono y compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno producida en áreas de la superficie terrestre por organismos específicos. Tiene la propiedad de ser utilizada como combustible y permite obtener **calor** y **electricidad** por un lado, y combustibles líquidos por otros (**biocarburantes**).

1Kg Biomasa → 3.500 Kcal

1Kg Gasolina → 1.000 Kcal

Un kilogramo de biomasa genera 3.500Kcal, mientras que un litro de gasolina proporciona 10.000 Kcal. La biomasa constituye un factor de reducción de las emisiones mundiales de dióxido de carbono (CO₂) al ser utilizada para calefacción, y al ser transformada en biocarburantes, ya que el proceso de su combustión no afecta al aporte de CO₂ al ambiente, puesto que las plantas y los árboles al crecer captaron este gas de la atmósfera y ahora al quemarse lo liberan a la misma.

La combustión de la madera da también emisiones más bajas de SO₂ que el carbón y contribuye a una mejora respecto la lluvia ácida. La bioenergía requiere el uso de tecnología moderna y una aplicación adecuada para evitar la contaminación ambiental y daños a la salud.

La pérdida de nutrientes en los bosques puede compensarse con el reciclado de cenizas de la madera. Al aprovechar la madera como carburante, las emisiones de óxidos de nitrógeno serán más bajas que el aumento de nitrógeno que se presentaría en el suelo si la biomasa se depositase en la tierra en forma de residuos de ramas de árboles. La bioenergía no aporta azufre a la naturaleza.

Las ventajas de la bioenergía son:

- No produce emisiones de gases tipo invernadero, permitiendo el cumplimiento de los acuerdos de Kyoto.
- Es adecuada para el suministro de electricidad, calefacción y transporte de combustibles a través de las mismas tuberías de combustibles fósiles, pudiendo estar en forma sólida, líquida o gaseosa y en una forma almacenada, disponible las 24 horas del día.
- Es renovable, abundante y es una fuente natural de energía.
- Permite una reducción de los volúmenes de desperdicios destinados a la producción de gas de vertedero.

La biomasa proviene de varias fuentes:

CLASE	DESCRIPCIÓN
I- Excedentes de terrenos agrícolas	Biomasa producida en terrenos agrícolas, una vez satisfechas las necesidades de alimentos y de piensos.
II- Terrenos agrícolas degradados	Biomasa que puede producirse en terrenos deforestados, degradados o marginales que todavía son adecuados para su reforestación.
III- Residuos agrícolas	Residuos liberados con el procesamiento y la producción de alimentos. Paja, cultivos de bulbos, residuos de invernaderos, podas de árboles frutales.
IV- Residuos forestales	Residuos liberados con el procesamiento y la producción de madera, podas de parques, restos de madera industrial y de la construcción.
V- Estiércol	Biomasa procedente del estiércol de animales.

**VI- Residuos orgánicos**

Biomasa liberada después del uso de materiales, desperdicios de madera, basuras, restos de hierba, papel, industria alimenticia, instalaciones ganaderas y mataderos, desperdicios sólidos municipales y fangos del tratamiento de aguas residuales.

VII- Biomateriales

Biomasa utilizada como alimentación, en la fabricación de pasta de papel y en la industria petroquímica.

La extracción de energía de biomasa puede efectuarse a través de varios procesos de conversión tales como:

1. Combustión directa de biomasa forestal.
2. Conversión biológica:
 - a. Digestión anaerobia (metanol y etanol)
 - b. Fermentación (metanol y etanol)
 - c. Fabricación de hidrógeno mediante bacterias y algas.
3. Procesos térmicos:
 - a. Pirolisis
 - b. Gasificación
 - c. Adición de hidrógeno (metano, metanol, hidrógeno, CO₂ y agua).



4.2 ENERGIA EÓLICA

La energía eólica es la energía producida por el viento. La energía del viento es utilizada mediante el uso de máquinas eólicas (o aeromotores) capaces de transformar la energía eólica en energía mecánica de rotación utilizable, ya sea para accionar directamente las máquinas operatrices, como para la producción de energía eléctrica. En este último caso, el sistema de conversión, (que comprende un generador eléctrico con sus sistemas de control y de conexión a la red) es conocido como aerogenerador.

La tecnología fue introducida en Europa en las cruzadas y mejorada por los alemanes y los ingleses. Los molinos de eje horizontal se construyeron en Europa en el siglo XIII, en el siglo XIV apareció el molino de torre con una torre fijada al terreno y con el rotor en la parte superior, dotado de aspas móviles que se orientaban al viento gracias a un eje horizontal con pequeñas aspas perpendiculares a las aspas principales.

En Holanda se utilizaron desde el siglo XIV para desecar las zonas ocupadas por el mar. En su etapa más floreciente llegaron a existir más de 100000 molinos de viento. Más adelante en el siglo XVII se introdujeron los sistemas de potencia y orientación. Al iniciarse la era industrial con el uso del carbón en el siglo XVIII, existían en Holanda 10000 molinos y en el año 1930 operaban en Dinamarca unos 30000.

Pero el inicio de los molinos de viento para generar energía eléctrica se produjo a finales del siglo XIX en Dinamarca, a cargo del profesor Lacour en 1892. Con un generador de 25m de diámetro, de pocas palas pero de giro muy rápido, generaba un máximo de 25 KW.

Pero fue en 1973 en plena crisis del petróleo donde se estimuló el estudio de fuentes de energías alternativas. Se crearon mapas que permitieron cuantificar el potencial eólico disponible y se construyeron máquinas cada vez más potentes que se agruparon en parques eólicos.



Aerogenerador de Lacour (año 1897)

Una gran instalación consta de varias decenas de aerogeneradores, de la misma potencia o no, distribuidos según las condiciones locales del viento, que se han proyectado para trabajar a barlovento (de cara al viento) y requieren un sistema de control de orientación del bastidor y de las palas.

El parque utiliza dispositivos eléctricos para controlar cada aerogenerador, situados a pie de torre (armario con interruptores, contadores, etc.) A partir de los mapas eólicos, se considera que una zona donde la velocidad del viento es de 5 m/s durante más de 3500 horas/año, es adecuada para instalar un parque eólico.

En años recientes, la energía eólica ha aumentado espectacularmente en países como Alemania, Dinamarca, España, Reino Unido y Holanda, gracias a los incentivos establecidos por la Unión Europea. Estos incentivos han consistido en precios de compra de la energía eléctrica renovable subvencionados por el gobierno de cada país, obligación de compra de la energía renovable por parte de las empresas eléctricas, préstamos a bajo interés con un tiempo largo de amortización, subsidios en pequeñas instalaciones sobre el capital a invertir del 30 al 70%, proyectos apoyados y financiados por la Unión Europea y exención de la tasa de efecto invernadero del carbón y del CO₂.



La energía eólica tiene ventajas pero también desventajas en siguiente cuadro las enumeramos:

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Fuente de energía segura y renovable.	Incapacidad de asegurar un suministro de energía regular o permanente.
No produce emisiones a la atmósfera ni genera residuos, con la excepción de los producidos en la fabricación de los equipos y del aceite del multiplicador	Impacto visual, ya que se instalan en los lugares donde la velocidad del viento es alta (colinas, crestas, montañas y costas), lo que cambia el paisaje.
Ahorra la emisión de importantes cantidades de CO ₂ y SO ₂ a la atmósfera.	Impacto sobre la flora y la fauna (migración y nidificación).
El tiempo de construcción es rápido.	Impacto sonoro por generación de un ruido de baja frecuencia de bajo nivel sonoro, pero constante.
Instalaciones compatibles con otros usos del suelo.	Destellos por reflexión de los rayos del sol sobre las palas de la turbina.
La instalación es fácil de desmontar y se recupera rápidamente la zona natural utilizada.	Parpadeo (flicker) por sombra de las palas sobre las casas con el Sol detrás.
Instalaciones en tierra y en el mar.	Caída de hielo de las palas en climas con nevadas importantes.
Beneficio económico para los municipios afectados.	Riesgo de rotura (muy remoto).
Generación de empleo en la operación y mantenimiento.	Caída de rayos.
Primas e incentivos.	Efectos electromagnéticos e interferencias.
Líneas de financiación.	Afectación de las operaciones de aviación (radar).



4.3 GEOTERMICA

La energía geotérmica es el calor interno generado en la corteza profunda de la Tierra, es la responsable de la lava volcánica en las erupciones, de los vapores del geiser y del agua caliente de las fuentes termales. Asimismo, es la causa del movimiento de las placas tectónicas y de los movimientos violentos que provocan la aparición de grietas en la Tierra.

La temperatura en el interior de la Tierra puede llegar a ser tan alta como 7.000°C, pero disminuye hasta los 650-1200°C a profundidades de 3 a 5 km, donde se encuentran las formaciones geológicas llamadas rocas secas calientes compuestas de granito. Para aprovechar esta energía se desarrollan acuíferos geotérmicos (yacimientos), utilizando la tecnología de la industria petroquímica (intercambiadores de calor, bombas de calor, modelización de embalses subterráneos y cálculo de caudales de fluidos), diseñando nuevas técnicas de perforaciones horizontales y telemetría de perforación.

La energía geotérmica no está distribuida en la Tierra de modo uniforme, pero se encuentra globalmente en todo el mundo, limitándose su explotación a profundidades máximas de 5 km, por razones técnicas y económicas.

Como ejemplo, una roca de granito de 1km³ a 200°C rinde unos 10 MW durante 20 años, si es enfriada a 20°C. Por otro lado, su enfriamiento en 1°C proporciona una energía equivalente a la de 70.000Tm de carbón.

El aprovechamiento de la energía geotérmica se efectúa por medio de vapor a alta presión, obtenido al inyectar agua al acuífero desde la superficie. Este vapor acciona turbinas de vapor convencionales para generar energía eléctrica o bien circula por intercambiadores para proporcionar calefacción residencial.

En el caso de extraer sólo el agua caliente del acuífero sin utilizar inyección externa de agua, la energía geotérmica no puede ser considerada rigurosamente como renovable. Debido a que las rocas tienen una baja conductividad térmica y la recarga natural de agua en el acuífero se efectúa a poca velocidad, por lo que el calor se extrae del yacimiento de forma mucho más rápida que la capacidad propia de reposición de calor de las rocas del acuífero. Por consiguiente, debería considerarse que la energía geotérmica es no renovable. Sin embargo, el caso expuesto es solo un caso particular, y de hecho, el caso general es la inyección externa de agua por lo que la energía geotérmica se agrupa dentro de las energías renovables.

4.3.1 PROCEDIMIENTO CLÁSICO

Primero se realizan unas perforaciones superficiales que alcanzan los 2 km de profundidad. Se extraen muestras en puntos situados a profundidades de 300 a 900 m para averiguar las características de las rocas.

Posteriormente se efectúa un estudio sísmico de la zona, en una extensión entre 5 y 20 km, dependiendo del tipo de yacimiento geotérmico, para determinar la existencia de roca granítica y las temperaturas existentes a profundidades mínimas de 5 km. Con estos datos se deduce la temperatura que servirá de base para la explotación de uno o varios pozos de producción y la energía que podrá extraerse por km³ de roca. Debe evaluarse la cantidad de agua de que se dispondrá el yacimiento durante su vida útil, ya que si es escasa será necesario recargar periódicamente el yacimiento pro re-inyección de agua del vapor condensado.

Se practican perforaciones profundas, y caso de que no se encuentren mantos freáticos naturales, se crean depósitos permeables artificiales en la roca, por fractura hidráulica de grietas pequeñas preexistentes. Las operaciones de perforación son complejas.

Al final la explotación se realiza inyectando agua por el orificio de perforación, que al circular por el depósito permeable creado y entrar en contacto con la roca granítica, pasa al estado de vapor y retorna a la superficie a través de orificios adyacentes al de perforación o mediante la tubería de salida. La potencia de salida puede incrementarse aumentando el número de perforaciones practicadas en el terreno.



FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES

Actualmente la energía geotérmica presenta un alto riesgo de inversión comparada con otras fuentes de energía renovables como puede ser la solar, por lo que de momento no tiene mucha incidencia en las viviendas residenciales.



4.4 HIDRAULICA

El aprovechamiento de la energía hidráulica se inició desde los tiempos de Grecia y Roma en que sus habitantes utilizaban ruedas hidráulicas para moler trigo. Durante la edad media, las grandes ruedas hidráulicas de madera desarrollaban una potencia máxima de 50 cv. La energía hidroeléctrica debe su mayor desarrollo al ingeniero civil británico John Smeaton, que construyó por primera vez grandes ruedas hidráulicas de hierro colado. La hidroelectricidad tuvo mucha importancia durante la revolución industrial. Impulsó la industrial textil y del cuero y los talleres de construcción de máquinas a principios del siglo XIX,



La primera central hidroeléctrica se construyó en 1880 en Northumberland, Gran Bretaña. La aparición del generador eléctrico, seguido del perfeccionamiento de la turbina hidráulica, y el aumento de la demanda de electricidad a principios del siglo XX, favoreció el desarrollo de las centrales hidroeléctricas.



La tecnología de las principales instalaciones se ha mantenido igual durante el siglo XX. Las centrales dependen de un gran embalse de agua contenido por una presa. El caudal de agua se controla y se puede mantener casi constante. El agua se transporta por unos conductos o tuberías forzadas, controlados con válvulas y turbinas para adecuar el flujo de agua a la demanda de electricidad. El agua que entra en la turbina sale por los canales de descarga. Los generadores están situados justo encima de las turbinas y conectados con árboles verticales. El diseño de las turbinas depende del caudal de agua; las turbinas Francis se utilizan para caudales grandes y saltos medios y bajos, y las turbinas Pelton para grandes saltos y pequeños caudales.

Además de las centrales situadas en presas de contención, que dependen del embalse de grandes cantidades de agua, existen algunas centrales que se basan en caída natural del agua, cuando el caudal es uniforme. Estas instalaciones se llaman de agua fluente. Una de ellas es la de las Cataratas del Niágara, situada entre las fronteras de Estados Unidos y Canadá.

La hidroelectricidad representa aproximadamente la cuarta parte de la producción total mundial de electricidad, y su importancia sigue en aumento. Los países en los que constituye la fuente de electricidad más importante son Noruega (99%), República Democrática del Congo (97%) y Brasil (96%).

La energía hidráulica es renovable porque su potencial es inagotable por provenir de la energía solar que llega a la Tierra de forma continua. El agua puede ser utilizada para el riego, el abastecimiento de una población o para la producción de energía eléctrica. Éste suele ser el objetivo final de la construcción de los embalses.

La producción de energía mediante la hidráulica convencional proporciona mayor cantidad de kilovatios; sin embargo produce mayor impacto sobre el medio ambiente. Como un embalse se debe construir en la vega de un río, esto lleva aparejado el cambio de hábitat, la pérdida de tierra y la emigración para los habitantes de esa cuenca, una presa ha llegado a crear millones de deportados, lo que sin duda no es sostenible. La mini hidráulica, por el contrario, sí es sostenible, ya que, en comparación con las demás, es la energía que menos impacto ambiental ocasiona.



4.5 OCEÁNICA

Existen tres manifestaciones de la energía marina que son aprovechables para producir energía eléctrica: la marea (mareomotriz), las olas (oleomotriz), y las diferencias de temperatura entre estratos de agua a distinta temperatura (termomotriz).

4.5.1 MAREOMOTRIZ

Una central mareomotriz produce energía eléctrica a partir del desnivel creado por las mareas. Este tipo de central utiliza la energía potencial gravitatoria del agua de forma análoga a una central hidráulica, es decir, convierte el salto entre la superficie del agua represada y la turbina, en carga cinética y de presión, que hace girar las turbinas y genera energía eléctrica. Actualmente los lugares de aplicación de esta fuente de energía renovable son poco (unos 40) debido a que requiere fuertes mareas de un mínimo de 5m de variación de altura entre la pleamar y la bajamar.

En España se está estudiando implantar la primera central de generación mareomotriz del país en las rías de Astillero y Boo, el mayor problema que tiene esta fuente de energía renovable es que necesita una alta inversión inicial, con el inconveniente de un tiempo largo de instalación, lo que da lugar a la necesidad práctica de acudir a capital público debido a los problemas de financiación a largo plazo.

Sin embargo, una de las ventajas más importantes de estas centrales es que tienen las características principales de cualquier central hidroeléctrica convencional, permitiendo responder de forma rápida y eficiente a las fluctuaciones de carga del sistema interconectado, generando energía libre de contaminación y de variaciones estacionales o anuales, a un costo de mantenimiento bajo y con una vida útil prácticamente ilimitada.

4.5.2 OLEOMOTRIZ

La energía oleomotriz se genera a través de las olas, las olas son un producto de la energía solar, ya que el sol calienta la superficie terrestre generando zonas de diferente presión que producen los vientos, de los que las olas recogen y almacenan energía. El 0,3% de la energía solar se transforma en energía de olas, que tienen la capacidad de desplazarse grandes distancias con un mínimo de pérdida de energía.

La energía cinética de las olas es enorme. Como ejemplo, una ola de 1,5m de altura y de periodo de 10 segundos representa una energía de más de 14,45 MW por km de costa.

La energía de las olas se está ensayando prácticamente desde hace unos treinta años, pero de hecho, todavía no es factible producir energía barata de las olas para satisfacer las necesidades mundiales.

4.5.3 TERMOMOTRIZ

Otra forma de aprovechar la energía de los océanos es mediante la conversión de la energía térmica de las aguas marinas.

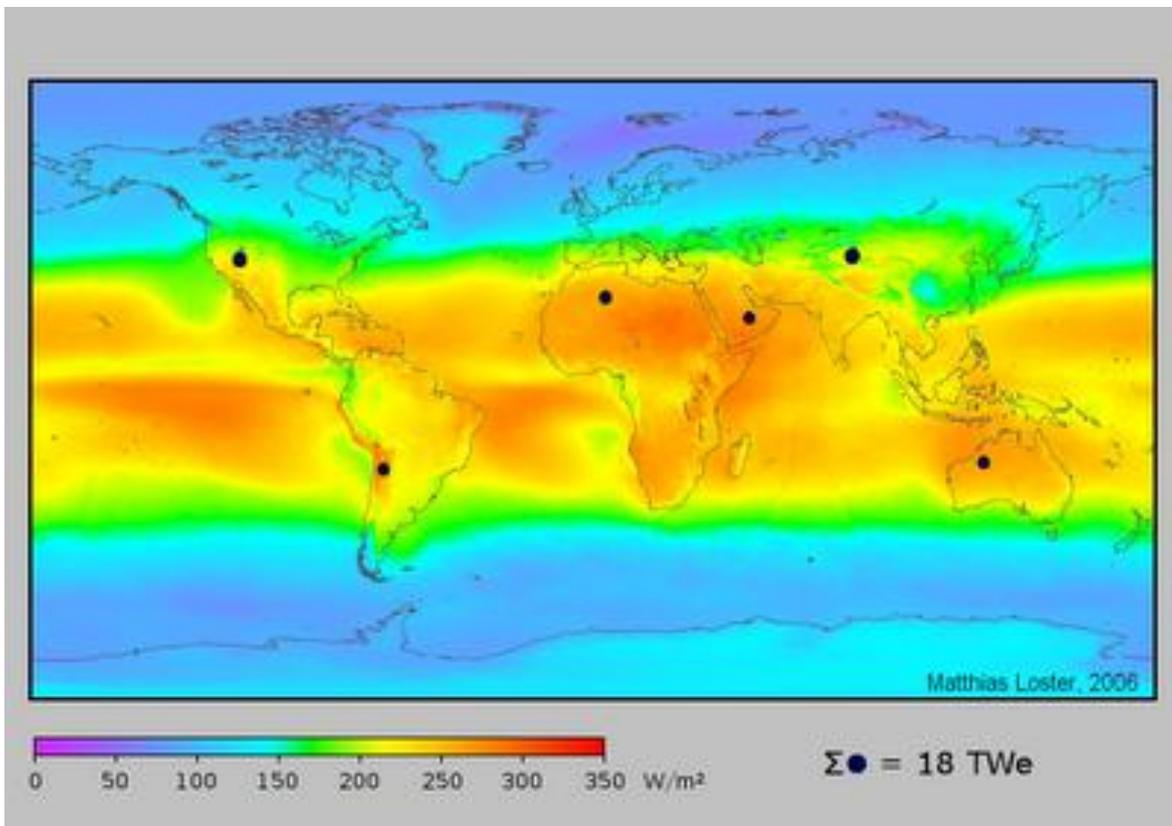
Las aguas profundas del mar son frías y su temperatura es menor a medida que es mayor la profundidad, a una profundidad de 1000 m, esa diferencia puede llegar a 20°C lo que puede utilizarse para generar electricidad al evaporar y condensar, en forma alternada, un fluido de trabajo. El vapor producido mediante este proceso mueve una turbina acoplada a un generador de electricidad.

Esta fuente de energía renovable también tiene un impacto ambiental debido a los cambios potenciales en las propiedades del agua del mar debido al bombeo, pero todavía tiene que mejorar la tecnología de diseño y fabricación de los intercambiadores de calor, disminuir su coste económico mediante la selección adecuada de sus componentes y resolver los problemas de atascamiento producido por la suciedad y los hongos.



4.6 SOLAR

La energía solar proviene del sol. La energía que el Sol vierte diariamente sobre la Tierra es diez mil veces mayor que la que se consume al día en todo el Planeta. España está favorecida por su situación geográfica y climatología para aprovechar este tipo de energía.



Mapa de la radiación solar.

La energía solar puede ser directa o indirecta y debe convertirse a otra forma de energía para que sea realmente útil.

La energía solar directa o activa es la que calienta directamente el agua contenida en paneles solares de gran superficie mediante intercambiadores calientan el agua de un depósito destinado, bien a usos domésticos, bien a calefacción por radiadores o bien al calentamiento de piscinas.

La energía fotovoltaica convierte directamente la energía del sol en electricidad.

Ventajas e inconvenientes de la energía solar:

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Es un recurso renovable, puede reducir el consumo de las reservas de combustibles fósiles	Impacto visual en los edificios
No produce ruidos ni humos ni residuos difíciles de tratar o eliminar, no exige medidas de seguridad sofisticadas, no genera emisiones contaminantes de CO ₂ , SO ₂ y NO.	Las instalaciones solares fotovoltaicas autónomas precisan de buen mantenimiento.
Los centros de energía pueden estar próximos a los de consumo por lo que se eliminan las infraestructuras de transmisión de la energía eléctrica.	



4.6.1 ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Los sistemas de energía solar térmica transforman la radiación solar en energía calorífica a diversas temperaturas. Los de bajas temperaturas se aplican en edificios y los de medias o altas en producción de vapor o electricidad (centrales termosolares).

Los sistemas de captación solar se pueden clasificar en dos grupos:

- **Sistemas pasivos:** Aprovechan el calor y la luz del sol sin necesidad de sistemas mecánicos ni aporte externo de energía. Incluye sistemas para el calentamiento de espacios, sistemas de calentamiento de aguas basados en termosifón, invernaderos, el uso de materiales para suavizar las oscilaciones de la temperatura del aire y chimeneas solares para mejorar la ventilación natural. Las tecnologías solares pasivas ofrecen importantes ahorros, sobre todo en lo que respecta a la calefacción de espacios.
- **Sistemas activos:** Permiten la captación y la acumulación de calor, así como la generación de electricidad. La captación se realiza mediante módulos o paneles que pueden ser planos o con algún sistema de concentración de radiación. La mayoría de los módulos solares suelen situarse sobre soportes fijos, pero si se le añade un sistema de seguimiento solar aumentan su rendimiento, como es el caso de las centrales térmicas solares.

SISTEMAS ACTIVOS

Energía solar fototérmica: Consiste en el aprovechamiento de la energía del Sol para producir calor que puede usarse para procesos industriales (destilación, secado, agua caliente de proceso...), hornos solares, cocinar alimentos, desinfectar y desalar agua, producir agua caliente para viviendas (ya sea agua caliente sanitaria o agua para calefacción y climatización) y para producción de energía mecánica, y a partir de ella, de energía eléctrica.

Energía solar fotovoltaica: Produce electricidad mediante placas de semiconductores que se alimentan con la radiación solar. El acoplamiento en serie de varios de estos semiconductores permite alimentar a pequeños dispositivos electrónicos. A mayor escala, la corriente eléctrica continua que proporcionan los paneles fotovoltaicos se puede transformar en corriente alterna. Esta electricidad puede consumirse instantáneamente en el mismo lugar donde se ha producido, puede conservarse en baterías para su posterior uso, o puede venderse a la compañía eléctrica para ser inyectada en la red eléctrica general.

Energía solar fotoquímica: Se refiere a una serie de procesos en que es posible aprovechar la energía solar para producir una reacción química en una forma similar a la fotosíntesis en las plantas, pero sin utilizar organismos vivos. Aún son procesos experimentales, pero ya existen algunos enfoques prometedores como es dividir el agua en sus componentes para obtener hidrógeno, un vector energético en desarrollo. También es posible utilizar la luz solar para conducir las reacciones químicas industriales sin necesidad de combustibles fósiles.

Energía solar híbrida: Que combina las anteriores con la combustión de biomasa y combustibles fósiles, la energía eólica o cualquier otra energía alternativa.



4.6.2 ENERGÍA SOLAR FOTOTÉRMICA

CLASIFICACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOTÉRMICA

La energía solar fototérmica la podemos clasificar según el nivel de temperatura de funcionamiento en sistemas de alta temperatura, media temperatura y baja temperatura.

Sistemas de alta temperatura: Los sistemas térmicos de alta temperatura (250° a 2000°C) se utilizan en la generación de electricidad en grandes instalaciones (centrales termosolares), mediante sistemas de receptor central (centrales de torre) y discos parabólicos.



Central de torre.



Discos parabólicos.

Sistemas de media temperatura: Estos tipos de sistemas alcanzan valores de temperatura entre los 100 y 400 °C y están asociados a procesos industriales. Se utilizan cilindros parabólicos, que están compuestos de un espejo cilindro-parabólico que refleja la radiación solar directa concentrándola sobre un tubo receptor colocado en la línea focal de la parábola. La radiación solar concentrada produce el calentamiento del fluido que circula por el interior del tubo receptor.



Cilindro parabólico.

Sistemas de baja temperatura: El rango de temperatura de funcionamiento, se encuentra por debajo de los 90°C. Este tipo de instalaciones utilizan colectores planos y se utilizan en edificios de viviendas y del sector terciario, como hoteles y oficinas.

Este sistema es el que vamos a desarrollar en el proyecto con la ayuda del código técnico de la edificación (CTE).

BIOCLIMATISMO



5. BIOCLIMATISMO

La arquitectura bioclimática puede definirse como la arquitectura diseñada sabiamente para lograr un máximo confort dentro del edificio con el mínimo gasto energético. Para ello aprovecha las condiciones climáticas de su entorno, transformando los elementos climáticos externos en confort interno gracias a un diseño inteligente. Si en algunas épocas del año fuese necesario un aporte energético extra, se recurriría si fuese posible a las fuentes de energía renovables.

Durante la fase de diseño del edificio es importante contemplar todos los elementos en su conjunto: estructuras, cerramientos, instalaciones, revestimientos, etc., dado que carece de sentido conseguir un ahorro energético en determinada zona y tener pérdidas de calor en otra.

La gran mayoría de los edificios construidos actualmente suplen su pésimo diseño bioclimático con enormes consumos energéticos de calefacción y acondicionamiento de aire.

5.1 ESTUDIO DEL EMPLAZAMIENTO

5.1.1 ANÁLISIS DEL LUGAR

Es necesario ubicar las viviendas en lugares que permitan el máximo aprovechamiento de las condiciones climáticas del lugar. Esto nos proporciona como mínimo mas confort, mejores vistas, mejor aprovechamiento de los espacios y un considerable ahorro energético. Esto lo conseguimos con los siguientes factores:

Orientación

La orientación adecuada es relativa según donde se ubique la vivienda influye principalmente sobre la captación solar cuanto más energía solar se capte, mejor, ya que en una vivienda bioclimática es la principal fuente de climatización en invierno.

En verano se utilizan sombreadamientos. En latitudes medias conviene orientar la superficie de captación (acristalamientos) hacia el sur. La forma ideal sería una vivienda de planta rectangular (alargada y compacta), cuyo lado mayor esté orientado E-O, en el que se dispondrá el mayor número posible de dispositivos de captación (fachada S), y cuyo lado menor se oriente N-S. Es importante reducir la existencia de ventanas en las fachadas N, E y O, puesto que no son útiles para la captación solar en invierno y evitar la pérdida de calor a su través.

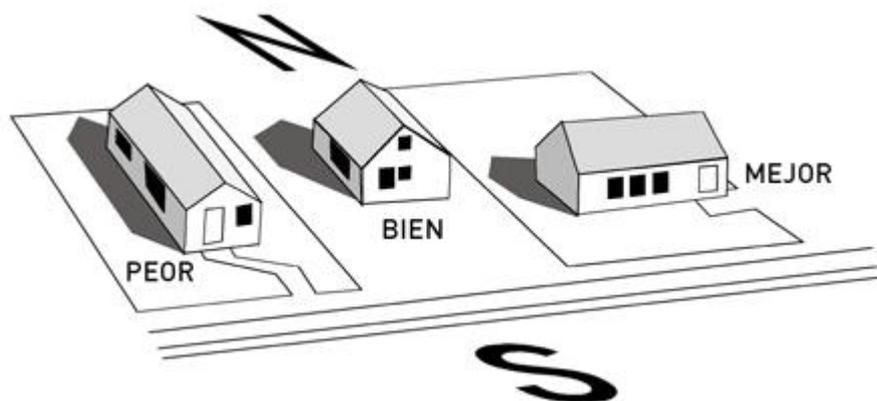


Imagen de www.empresaeficiente.com



El Sol

La radiación solar se aprovecha para: calentamiento pasivo, calentamiento activo (energía fototérmica) y obtención de energía fotovoltaica. Localizaremos el Sur para conocer la mejor orientación de los elementos captadores de energía. Seleccionaremos los lugares donde no haya árboles ni obstáculos que den sombra. En cuanto a la posible ubicación de la vivienda hay que tener en cuenta que el Sol es deseable en invierno, pero no en verano y prever el modo de atenuar la potencia de los rayos del Sol en dicha estación. Debemos estudiar la trayectoria del sol, punto de amanecer y de ocaso, con la fecha del día que se hace la observación para facilitar la tarea de elaborar el esquema de análisis del lugar.

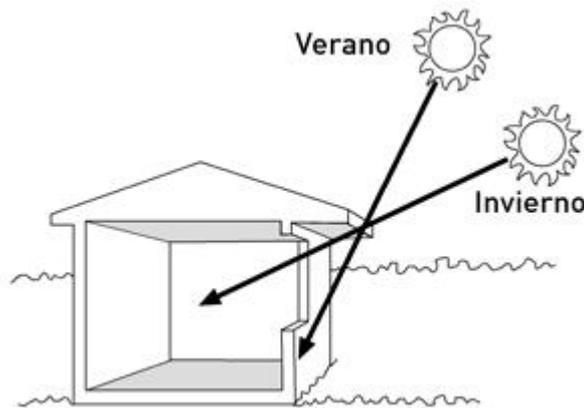


Imagen de www.empresaeficiente.com

El viento

Es necesario proteger la vivienda de los vientos dominantes en invierno y evitar las turbulencias. En verano conviene aprovechar las brisas naturales para favorecer la ventilación.

Es preciso tener en cuenta la dirección de los vientos predominantes para diseñar las pantallas o elementos cortavientos, en el invierno, así como prever aberturas en el edificio para producir ventilación cruzada natural durante los días cálidos.

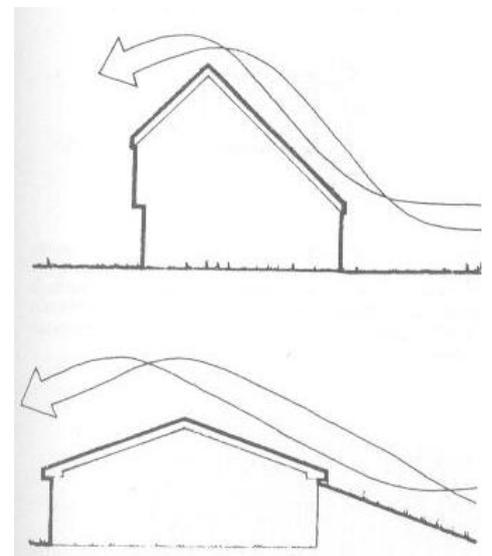


Imagen de: www.casasconfortables.net

La topografía

La topografía, pendientes del terreno, dirección de las inclinaciones afecta directamente al curso de los vientos que incidirán sobre la edificación; también influye sobre el curso de las aguas de lluvia (drenajes). En el hemisferio norte es más deseable edificar en una ladera orientada al sur, pero si no se dispone de ella se puede construir un microclima por medio de un pequeño movimiento de tierras y el uso de vegetación.

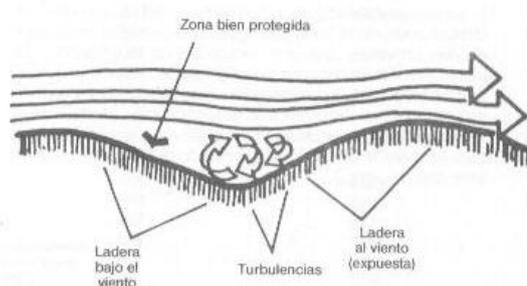


Imagen de: www.casasconfortables.net



Las vistas

Solemos tender a colocar la mayor parte de las ventanas hacia la vista que más nos gusta, olvidándonos de que con ello nos podemos estar limitando a contemplar un único panorama durante el resto de nuestra vida.

Los constructores japoneses diseñan las aberturas de modo que el mismo paisaje nunca sea visto desde más de un punto. Por medio del uso de la vegetación y de otros elementos de jardín como cercas, estanques, pequeñas construcciones auxiliares, etc. ocultan los paisajes repetitivos. Además, para evitar la sensación de “cuadro” compensan el punto central de interés de la vista principal colocando alrededor de las esquinas otros puntos de interés.

En el caso de encontrarnos con una vista indeseable, esta puede ocultarse con árboles u otro tipo de pantallas. Si no es posible por falta de espacio, siempre puede diseñarse una vivienda con patio o pequeña huerta.

Vegetación

Es la gran aliada de la arquitectura bioclimática. Las plantas nos permiten protegernos de los vientos fríos, disponer de sombra en verano, aislarnos de los ruidos, controlar la erosión y proporcionarnos belleza paisajística que cambia con el curso de las estaciones.

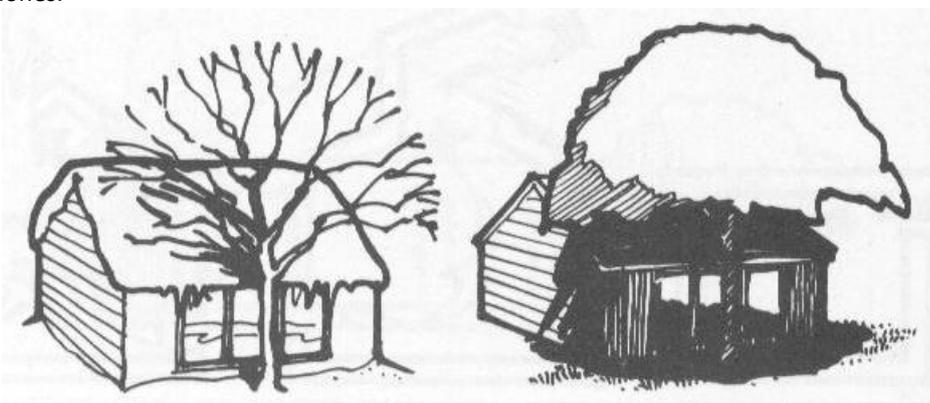


Imagen de: www.casasconfortables.net

El agua

El agua de lluvia puede ser almacenada y empleada para el riego. Conviene conocer la cantidad de precipitaciones y la época del año en que suelen producirse. Conviene realizar algún estudio para conocer la presencia de agua subterránea que pueda sernos de utilidad, así como la existencia de capas freáticas que puedan afectar al diseño estructural. Un alto contenido de agua puede llegar a suponer un costo elevado añadido en el capítulo de drenajes e impermeabilización.

La presencia cercana de masas de agua: océano, lagos, ríos, etc. influye sobre el clima. Los lagos y ríos atraen masas de aire frío. El océano puede traernos brisas y temporales.

Si se va a construir en un lugar donde se producen heladas invernales necesitamos conocer la temperatura mínima que alcanzan para calcular la profundidad adecuada de la cimentación y que no se vea afectada por ellas.

Las construcciones adyacentes

Tendremos en cuenta su altura, posición relativa, su grado de agrupación y la organización del entramado urbano que nos rodea, Y su incidencia como barrera contra el viento y el soleamiento.

La geología del terreno

Antes de edificar conviene que una empresa especializada realice un estudio geotécnico del terreno y nos aconseje sobre las capas y la profundidad adecuada a la que se debe cimentar. También necesitaremos ayuda para localizar venas de



agua, localización de la capa freática, presencia del peligroso gas radón y zonas geopáticas (zonas de magnetismo alterado).

Las radiaciones electromagnéticas

Cada vez hay más estudios que relacionan la presencia de cables de alta tensión, transformadores de electricidad y antenas de telefonía con la mayor incidencia de ciertas enfermedades. Por ello es necesario observar si en las proximidades de la parcela existen este tipo de instalaciones para tomar las debidas precauciones.

5.1.2 INTEGRACIÓN DE LA CASA CON EL LUGAR

La planificación de la casa y su entorno debe hacerse simultáneamente. En realidad debería considerarse el espacio al aire libre como una estancia más de la vivienda y crear espacios de transición intermedios como patios.

La forma

La forma resultante debe permitir hacer un buen acopio de la radiación solar en verano, eludir los vientos de invierno y proporcionar la adecuada ventilación y frescura en verano.

La relación con la superficie

Será fruto del paisaje y el clima. En un solar inclinado se puede llevar a cabo un diseño en dos niveles colocado en la ladera. En lugares áridos y de clima continental puede ser muy útil desde el punto de vista climático plantearse una construcción semienterrada.

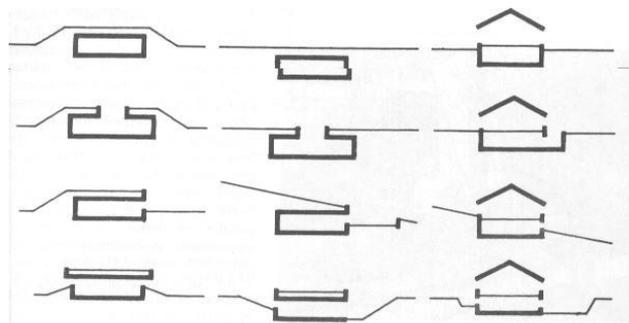


Imagen de: www.casasconfortables.net

5.1.3 PROTECCIÓN FRENTE AL MEDIO

El control climático del interior de la vivienda necesita ser apoyado y propiciado por el adecuado diseño y utilización del terreno circundante. El espacio al aire libre nos puede proporcionar un microclima confortable y una relación necesaria y gratificante con la naturaleza.

La radiación solar

En invierno se necesita hacer acopio de la misma y en verano aislarnos de ella. Por ello se deben buscar mecanismos para permitir su entrada en los días fríos y evitarla en tiempo de calor. Además de los elementos puramente constructivos



como voladizos podemos utilizar árboles y plantas trepadoras de hoja caduca que en invierno dejan pasar los rayos del Sol y en verano proporcionan sombra.

Los vientos

Los fríos vientos de invierno pueden frenarse con pantallas de setos y árboles de hoja caduca. Si el terreno es irregular pueden aprovecharse los desniveles del mismo para construir la casa en un espacio abrigado orientado al Sur. La forma de la cubierta puede diseñarse más baja por el lado de incidencia de los vientos, de modo que “resbalen” sobre ella sin dejar pared expuesta a los vientos. En zonas secas y frías se puede construir una vivienda semienterrada.

Los ruidos

Las calles, carreteras o vecinos poco cuidadosos pueden hacer necesario la construcción de pantallas acústicas. Existen elementos prefabricados que no quedará más remedio que colocar cuando no se dispone de espacio, pero es mucho más agradable e incluso da mejores resultados la ubicación de una barrera vegetal formada por árboles y setos de hoja caduca, plantados de modo que ofrezcan una curva ascendente.

Las zonas geopáticas

Se evitará construir sobre fallas o venas de agua y se distribuirá el espacio interior de la vivienda de modo que las camas no coincidan sobre los cruces de las redes de Curry o de Hartmann que producen alteraciones del magnetismo terrestre.

La contaminación electromagnética

La presencia de transformadores de electricidad produce campos electromagnéticos indeseables que pueden apantallarse y derivarse a tierra. Si la empresa suministradora de electricidad se niega a hacerlo pueden reducirse considerablemente tales campos con la colocación de fuentes que proyecten agua pulverizada y elementos hincados en el terreno que deriven a tierra los iones del aire.

El gas radón

Las zonas graníticas suelen ser grandes emisoras del gas radioactivo radón que se acumula en el interior de la vivienda y puede resultar peligroso para la salud de sus ocupantes. La mejor forma de librarse de él es la ventilación. Se puede ventilar la solera del edificio para que salga al exterior. También resulta eficaz ventilar la casa. Para ello se pueden abrir las ventanas dos veces al día durante al menos 15 minutos. Para evitar perder calor durante los meses fríos, además de ventilar la solera puede diseñarse la vivienda con conductos de ventilación que precalienten el aire.

5.2 CLIMATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

La vivienda debe proporcionar a sus ocupantes una sensación de comodidad y agrado que les ayude a desarrollar plenamente sus capacidades. Estas pueden ser tan variadas como personas hay. Deben conocerse las actividades que desarrollarán dentro del edificio para adecuar los elementos de regulación del clima a las mismas. Una sala destinada a la lectura tendrá diferentes exigencias que un taller.

Finalmente analizaremos en este tema el aislamiento térmico y acústico que se tendrá en cuenta sobre todo en el diseño de volúmenes, muros, suelos y cubierta. La necesidad de aporte calorífico de un edificio dependerá de su situación, diseño y del poder aislante de su envoltura externa.



5.2.1 MODOS DE TRANSMISIÓN DEL CALOR

El calor es una energía que sale de los cuerpos calientes y se transmite a los fríos. En un edificio nunca entra el frío sino que sale el calor del interior hacia el exterior. El calor se transmite de varias formas:

- **POR CONDUCCIÓN:** Es la transmisión de calor entre elementos sólidos.
- **POR CONVECCIÓN:** Es la transmisión de calor entre elementos fluidos, gases y líquidos. El aire que rodea a las personas también se eleva al calentarse. Nosotros también producimos corrientes de convección. En bioclimatismo se habla de convección forzada cuando aceleramos esta circulación de fluidos para mejorar los intercambios térmicos.
- **POR RADIACIÓN:** Es una transmisión de calor a través de ondas electromagnéticas. No necesita un soporte material ya que las radiaciones electromagnéticas se transmiten en el vacío. Es el modo por el que llega hasta nosotros el calor del Sol. Nosotros también transmitimos calor por radiación.
- **POR CAMBIO DE ESTADO:**
 - **POR EVAPORACIÓN** (o vaporización): Un líquido para evaporarse necesita una cantidad de calor que capta del ambiente. Todos hemos experimentado en días calurosos cómo podemos refrescarnos mojándonos la piel. El agua al evaporarse nos roba calor y nos sentimos más frescos. El calor se transmite desde un cuerpo caliente al líquido que se evapora. La arquitectura tradicional de los países de Oriente Medio siempre ha utilizado este sistema de enfriamiento por evaporación para refrescar sus viviendas.
 - **POR CONDENSACIÓN** (o licuefacción): Un gas posee una cantidad de calor que obtuvo al convertirse de líquido en gas. Este calor lo devuelve cuando se enfría y se convierte de nuevo en líquido. Todos hemos observado en las mañanas frías cómo el vapor de agua que contenía el aire de nuestra habitación se ha condensado en el cristal de la ventana.



5.2.2 REACCIONES FISIOLÓGICAS DEL CUERPO HUMANO FRENTE AL CLIMA

La temperatura interna de un organismo humano es de 37º C que debe mantenerse en todo momento. Esto se consigue mediante procesos físicos y químicos de regulación de la temperatura interior del cuerpo:

REGULACIÓN QUÍMICA: Aumentan o disminuyen las reacciones de oxidación que producen calor interno

REGULACIÓN FÍSICA: Se produce vasoconstricción restringiendo así el paso de sangre, consiguiendo de esta forma que la piel se enfríe y pierda muy poco calor a través de ella.

También se produce vasodilatación de los capilares aumentando así el flujo de sangre, que calienta la piel y evapora el sudor consiguiendo el efecto de refrigeración.

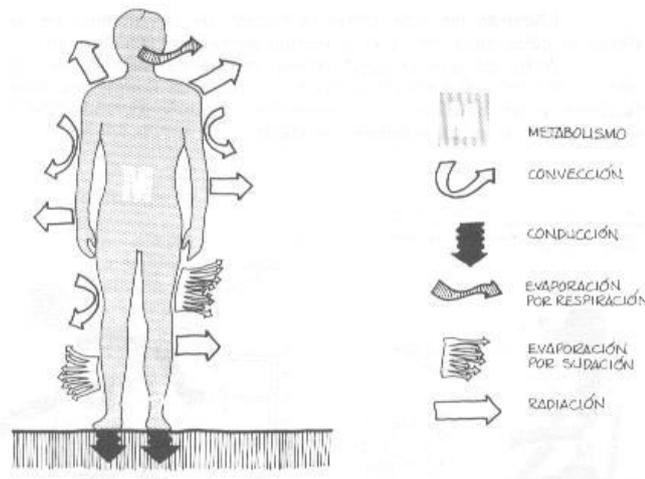


Imagen de: www.casasconfortables.net

5.2.3 CLIMA INTERIOR DE LA VIVIENDA

Factores que determinan el clima:

El clima es una magnitud compleja en la que intervienen diversos factores que se relacionan entre sí. De la integración de todos ellos se puede lograr un entorno climático confortable. Aunque cada persona es diferente se han estudiado los márgenes de los factores climáticos en los cuales la gran mayoría de las personas se encuentran cómodas. Son éstos:

Temperatura del local:

La temperatura de confort en un hogar está entre los 18º y los 24º C. Se ha comprobado que la temperatura de las paredes debería ser más elevada que la del aire y el techo. Una habitación cuya temperatura del aire sea de 20º C y la temperatura de las paredes esté a 16º C. da una sensación de confort equivalente a otra cuya temperatura del aire sea de 12º C y las paredes estén a 24º C.

Velocidad del aire:

El aire en movimiento arrastra el calor de las superficies, aumenta la sensación de frescor, más deseable en verano que en invierno.



La velocidad del aire en el interior de una vivienda debería ser en invierno de 0.1 metros por segundo. En primavera y otoño algo más elevada, hasta 0.3 m/seg. En verano la velocidad puede elevarse para favorecer la refrigeración. No solamente influye la velocidad del aire, sino también su dirección y zona del cuerpo en la que incide: se tolera mejor una corriente de aire lateral que desde el suelo o el techo.

Humedad relativa:

La humedad relativa del aire debe estar entre el 30 y el 70%. No debe superar el 70%.

Tipo de actividad que se desarrolla en el local:

Una persona que esté sentada leyendo quema unas 90 kcal/hora. Esa misma persona caminando por la casa gasta 250 kcal/hora y trabajando en el taller 400. También influye el vestuario, todos hemos tenido la experiencia en el verano de sentir frío al entrar en un local excesivamente refrigerado. Por ello, cuando se habla de clima ideal en un local hay que tener en cuenta estos datos. Deberán estar a menor temperatura los espacios en los que se desarrolla algún tipo de actividad física y aquellos ocupados por personas con ropa abrigada.

Densidad de personas en el local:

Los seres humanos tenemos sangre caliente, cada uno de nosotros somos una fuente de calor. Si un local va a estar ocupado por muchas personas sus necesidades de calefacción serán menores.

Variaciones atmosféricas que producen efectos sensoriales:

La sensación de confort también depende de otros factores como son los ruidos, vapores, olores, presencia de humos y el grado de contaminación atmosférica.

Los humos más frecuentes provienen del tabaco y los combustibles, como la leña de una chimenea. Existen otros contaminantes que emiten objetos domésticos, como pinturas, barnices, líquidos limpiadores, madera aglomerada, algunos aislantes como la urea-formaldehído, etc.

Si el ambiente está contaminado de humos habrá que incluir un factor descontaminante, por ejemplo: ventilación. Si la contaminación se debe a vapores emanados por productos más o menos tóxicos, el mejor método es no meter tales sustancias en el edificio. Si el daño ya está hecho puede combatirse con la ubicación de plantas que "digieren" este tipo de sustancias, como el ágave, el *chlorophytum elatum*, la sansevieria trifasciata, las hiedras, la gerbera y otras.

Estos factores climáticos son funciones interdependientes, se relacionan entre ellas de una forma compleja. Los compararemos:

Temperatura y velocidad del aire: A igualdad de temperatura, la sensación de frío es mayor si aumenta la velocidad del aire.

Temperatura del aire y humedad relativa: El frío con el aire cargado de humedad se percibe más "frío" y el calor húmedo resulta bochornoso. Si el aire está saturado de humedad el sudor no se evapora, el cuerpo no se refresca y se produce una sensación de sofoco.

Temperatura del aire, humedad relativa y velocidad del aire: La sensación de bochorno que se produce con temperatura elevada y humedad relativa alta se hace soportable al aumentar la velocidad del viento.

Temperatura y número de personas en el local: Las personas somos seres de sangre caliente y todas estamos a la misma temperatura. Nuestro organismo está diseñado de modo que el calor que desprenden las reacciones químicas de oxidación que ocurren en el interior de nuestras células se disipa en el aire que nos rodea.



En los locales en los que la gente está muy aglomerada, no hay apenas corrientes de aire entre las personas y el calor que cada cuerpo debería ceder no lo pierde, con lo que se sufre un acaloramiento.

Temperatura y humos: El humo en ambiente frío molesta más a los ojos y garganta que el humo en un aire cálido.

Humedad relativa y polvo en suspensión: El polvo en suspensión es más molesto si la humedad relativa es alta. Es importante que los radiadores no recojan polvo, que sean de superficies planas. En general todas las calefacciones de tipo convectivo (el típico radiador), generan un movimiento de aire que transporta polvo.

5.2.4 AISLAMIENTO

AISLAMIENTO TÉRMICO:

Los aislantes térmicos suelen ser materiales con valores de conductividad térmica muy bajos. La velocidad de propagación del flujo térmico en los gases en reposo suele ser bajísima. Este hecho se aprovecha en aislamiento y muchos materiales aislantes están formados por pequeñas células que contienen en su interior algún tipo de gas, generalmente aire.

Un buen aislamiento debe evitar los puentes térmicos y aún así no asegura por sí solo el confort ni el ahorro energético si no va acompañado de otra serie de medidas como es tener un buen diseño, que permita la captación de energía solar, su almacenamiento en invierno y su disipación en verano.

Para que un aislamiento térmico funcione bien hay que tener en cuenta dónde se coloca y cómo funciona. Cuando hablábamos de los tipos de transmisión del calor, observábamos que existen cuatro modos: conducción, convección, cambio de estado y radiación.

- ❑ La transmisión de calor por convección necesita de un fluido en movimiento. En un cerramiento esto solamente ocurre en el caso de cámaras de aire ventiladas. Y eliminan los problemas de humedades.

A este respecto hay autores que defienden que en el caso de climas excesivamente húmedos y fríos existan dos cámaras, una ventilada para evaporar la humedad y otra más interior con el aislamiento. Otros desaconsejan en este clima grandes masas térmicas. (Rafael Serra y Elena Coch)

- ❑ La transmisión de calor por cambio de estado se puede dar en el interior de los cerramientos cuando existen humedades en ellos y el agua se evapora enfriándolos. Estas humedades pueden tener varias causas que habría que prever en el diseño del edificio:
 - Punto de rocío: deberá calcularse para que coincida por la parte exterior del aislamiento y su evaporación no enfríe el interior.
 - humedades ascendentes por capilaridad provenientes del subsuelo: debería hacerse una barrera continua de impermeabilizante, por ejemplo de polietileno.
 - agua de lluvia: empleo de materiales que “respiren” para permitir la evaporación, como los revestimientos de morteros de cal. En casos desesperados puede hacerse una cámara de aire ventilada como mencionamos antes.
- ❑ La transmisión de calor por radiación no necesita soporte material, se puede transmitir en el vacío, pero sí precisaría que dicha radiación pudiese penetrar en el material. La radiación solar calienta únicamente la superficie de los cerramientos, no tiene mayor poder de penetración. La superficie de los materiales expuestos al sol se calienta y por conducción, de molécula a molécula se va transmitiendo el calor hacia el interior.



Un planteamiento que se hace la arquitectura bioclimática en cuanto al aislamiento térmico es su ubicación, es decir, si debe colocarse hacia el interior del edificio o cerca del exterior.

Esto equivale a decidir si se aprovecha la masa térmica de los muros como almacén de calor y elemento modulador térmico o no. Vamos a analizarlo:

Aislamiento térmico colocado hacia el interior:

No aprovecha la masa térmica de los materiales de construcción que forman la envoltura del edificio. Éste se calienta muy rápidamente si se dispone un foco de calor en el interior, porque el aislante impide que se caliente la cáscara exterior, con lo que todo el calor queda dentro. Del mismo modo se enfriará rápidamente al apagarse porque no dispone de calor acumulado.

Pueden emplearse materiales de cerramiento ligeros y puede haber un aprovechamiento de la radiación solar por medio de colectores solares. También pueden colocarse masas sólidas (Ej. Muro Trombe) o un depósito acumulador lleno de líquido en el interior que se calientan con el sol y se convierten en sistemas radiantes cuando baja la temperatura.

Un edificio de masa térmica baja que no cuente con un sistema de regulación térmica puede resultar incómodo. La energía contenida en la radiación solar que entre por las ventanas orientadas al sur, calentará rápidamente esa zona pudiéndose alcanzar temperaturas excesivas. Puede hacerse imprescindible proyectar algún sistema de ventilación.

A su vez, en las noches de invierno la baja inercia térmica hará bajar rápidamente las temperaturas y será necesario algún sistema de calefacción. Algunos autores como Ken Kern defienden que en climas con veranos calurosos los dormitorios no debieran tener aislamiento o tenerlo interior para permitir un enfriamiento rápido por la noche y facilitar el descanso. Asimismo las zonas de estar, comedor y cocina deberían contar con un aislamiento exterior y una gran masa térmica para retrasar el aumento rápido de las temperaturas diurnas.

En general este sistema de aislamiento en el interior es adecuado en edificios de uso intermitente como teatros o viviendas de fin de semana, en los que no resulta rentable calentar para dos días la gran masa térmica de la envoltura que va a ir enfriándose lentamente el resto de la semana.

Aislamiento térmico colocado hacia el exterior:

Está indicado en edificios de uso habitual. Pueden emplearse en el interior materiales de construcción con una gran inercia térmica, por ejemplo cerámicos de cierto espesor que se calientan lentamente y a su vez se enfrían también con lentitud irradiando al ambiente el calor que albergan, por lo que pueden actuar como acumuladores de calor que van cediendo lentamente cuando cesa la fuente de calor. Son excelentes acondicionadores térmicos.

Disponer de una gran masa térmica dentro del aislamiento permite almacenar durante el día una gran cantidad de energía procedente de la radiación solar que entra por las ventanas orientadas al sur. A su vez esta gran cantidad de calor acumulado se irá cediendo al ambiente cuando llega la noche y en los días nublados. Un sistema bien diseñado y aislado puede acumular calor suficiente para que a lo largo de cinco días nublados sucesivos solamente baje la temperatura interior en 2º C.

Mucho mejores resultados, en cuanto a mantenimiento de una temperatura constante en el interior, dan las viviendas enterradas o semienterradas.

Además la enorme masa térmica que proporciona la tierra que rodea al edificio, lo protege de las heladas y de las dilataciones y contracciones térmicas producidas por las variaciones bruscas de temperatura del exterior.



Queda añadir que no podemos olvidar que debe aislarse la solera del edificio, en especial en zonas húmedas en las que el terreno está frecuentemente empapado y el agua del terreno atrapa el calor del edificio.

AISLAMIENTO ACÚSTICO:

Las estrategias seguidas en acústica son siete:

- ❑ Un buen diseño del local que evite reverberaciones.
- ❑ Absorber el ruido aéreo con materiales porosos. Se utilizan la fibra mineral, fibra de vidrio, vidrio celular, lana de roca, moquetas y aglomerados flexibles de poliuretano, vermiculita, perlita, arcillas expandidas. Muchos de ellos son nocivos para el medio ambiente.
- ❑ Aislar el ruido transmitido por los sólidos con materiales densos. Se utilizan las placas de yeso, cartón-yeso, ladrillo y hormigón.
- ❑ Amortiguar las vibraciones producidas generalmente por máquinas. Se utilizan láminas de caucho, neopreno, espumas de poliuretano, aglomerado flexible de poliuretano, losetas antivibratorias, corcho, losetas flotantes de lana de roca, muelles con control de oscilamiento y cojines y esterillas antivibratorias.
- ❑ Acondicionar el sonido. Se utilizan paneles de madera perforada y paneles metálicos perforados con un velo detrás.
- ❑ Evitar la entrada de ruidos procedentes del exterior a través de las ventanas. El mejor sistema es colocar dobles ventanas separadas al menos 15 cm. y provistas de vidrios gruesos.
- ❑ Utilizar la vegetación. Las pantallas acústicas hechas con arbolado y setos funcionan muy bien como pantalla acústica. Además son mucho más agradables que las hechas de hormigón u otros materiales.

MATERIALES EMPLEADOS EN AISLAMIENTO:

Corcho natural: puede utilizarse en paneles de corcho expandido o suelto y triturado en las cámaras de aire, incluso dentro de bloques cerámicos. Excelente aislante térmico. En aislamiento acústico deben ponerse espesores considerables, a partir de 10 cm.

Fibras de celulosa: provienen en su mayoría de papel reciclado. Llevan un tratamiento de mineralización con sales de bórax para resistir el fuego y el ataque de los insectos. Puede proyectarse. Aislamiento térmico.

Vidrio celular: forma barrera de vapor, combina aislamiento térmico y acústico con impermeabilización. Para ser empleado en acústica se precisan densidades altas o un gran espesor.

Vermiculita: proviene de micas calentadas y expandidas por vaporización del agua contenida en sus moléculas. Aislamiento térmico y acústico. Se precisa un espesor a partir de 10 cm.

Lana, virutas o fibra de madera: pueden ignifugarse con boro o aglomerarse con cemento, con magnesita o con cemento y yeso. Debe vigilarse que no lleven formaldehído. Aislamiento térmico.

Fibras de cáñamo: se protege del fuego por mineralización. Puede aglomerarse con cal y cemento. Aislamiento térmico.

Perlita: proviene de rocas volcánicas calentadas y expandidas. Aislamiento térmico y acústico. Precisa espesor superior a 10 cm. para ser realmente eficaz.

Arcilla expandida: proviene de cerámica llevada al punto de fusión y expandida. Aislamiento térmico y acústico. Espesor mayor de 10 cm.



Lana de oveja: es atacada por polillas y hay que tratarla con tetraborato de sodio. Aislamiento térmico y acústico.

Otras fibras vegetales: como paja, coco, fibras de ágave, juncos, espadañas, etc. Aislamiento térmico.

Fieltro de madera: paneles hechos a partir de maderas resinosas. Son buenos acondicionadores acústicos por su capacidad de absorción acústica. Tienen muy poco espesor, no son útiles como aislamiento térmico.

Lana de roca: obtenida a partir de rocas volcánicas fundidas. Se debe utilizar mascarilla en su colocación para no aspirar las fibras. Aislamiento térmico y acústico. No es de los más aconsejables, pero es un buen absorbente del sonido y apenas hay en esta lista materiales de este tipo.

MATERIALES AISLANTES DAÑINOS PARA EL MEDIO AMBIENTE:

Espumas de poliuretano: emiten sustancias tóxicas durante largo tiempo. Hacen barrera de vapor

Poliestireno expandido: catalogado como uno de los cinco plásticos más dañinos para el medio ambiente.

Lanas minerales de vidrio y roca: dispersan en el aire microfibras que pueden inhalarse y causar enfermedades pulmonares.

5.3 CONTROL DEL CLIMA POR MEDIOS CONSTRUCTIVOS

En bioclimatismo se tiende a mantener un clima confortable en el interior de un edificio sin recurrir al empleo de energías no renovables. En invierno queremos mantener la vivienda más cálida que el entorno y en verano más fresca. Esto se consigue manteniendo un buen equilibrio entre las ganancias y pérdidas de calor. Debemos conocer cómo captar calor y cómo podemos perderlo.

Las pérdidas de calor de un edificio se producen:

- ❑ A través de los cerramientos: las pérdidas de calor se incrementan notablemente con la existencia de vientos fríos que incrementan las transmisiones de calor desde los cerramientos al medio ambiente.
- ❑ Por un diseño que ofrezca una gran superficie de contacto con el exterior favoreciendo de este modo los intercambios de calor.
- ❑ Por ventilación al salir al exterior aire caliente procedente del interior del edificio y entrar aire frío.

Las ganancias de calor en un edificio se producen por:

- ❑ Captación solar pasiva de la radiación solar a través de los vidrios de las ventanas y de elementos constructivos creados para tal fin, como **invernaderos, muros Trombe** y elementos de diseño que veremos a lo largo de este tema. Generalmente en climatización se desprecia la captación de radiación solar por los cerramientos opacos
- ❑ Captación activa de energía solar utilizando mecanismos artificiales como colectores solares, etc.
- ❑ Captación de otros tipos de energías renovables como energía eólica, geotérmica, etc. que puedan utilizarse para calentar el edificio.
- ❑ Aportes de calor debidos a la quema de combustibles o al empleo de energías no renovables.
- ❑ Aportes de calor debido a las personas que se encuentran en el interior. En el caso de edificios a los que acude un gran número de personas, como por ejemplo institutos o centros comerciales este dato puede ser importante. Cada persona es un foco de calor a 37º de temperatura interna.



A la vista de estos datos podemos hacer un resumen que nos sirva de índice para averiguar cuáles son los métodos de que disponemos para conseguir un clima confortable dentro del edificio cualesquiera que sean las condiciones climáticas externas.

En climas fríos podemos evitar pérdidas de calor:

- Aislando bien los cerramientos
- Evitando la ventilación no deseada
- Calentando previamente el aire que usemos para ventilación
- Con un diseño adecuado, ofreciendo menos superficie de contacto con el exterior, en especial las superficies expuestas a vientos fríos

En climas cálidos podemos refrigerar los edificios:

- Por medio de sistemas de ventilación natural, proporcionando una buena ventilación y humidificación del aire.
- Diseñando adecuadamente los elementos constructivos para lograr espacios más frescos
- Obstaculizar la entrada de la radiación solar en el edificio evitando su calentamiento.



Podemos captar energía del entorno por estos sistemas:

- ❑ Captación solar pasiva: Son sistemas que funcionan sin precisar un aporte energético externo. Los veremos en este tema.
- ❑ Captación solar activa: Precisan para su funcionamiento de un aporte energético extra. Se verá en el tema 4.
- ❑ Captación de energías renovables del entorno. Al final del tema 4 se trata del empleo de este tipo de energías en viviendas bioclimáticas.

5.3.1 MODOS DE EVITAR LAS PÉRDIDAS DE CALOR

EVITAR PÉRDIDAS DE CALOR A TRAVÉS DE LOS CERRAMIENTOS:

Las mayores pérdidas de calor se producen a través de los cerramientos: en ventanas, cubiertas y los llamados puentes térmicos. Son puentes térmicos los elementos estructurales (pilares, vigas, forjados...) en contacto con el exterior, las carpinterías metálicas y cualquier otro elemento buen conductor del calor como marquesinas o vierteaguas que conecte el interior cálido con el exterior frío.

Para evitar estas pérdidas de calor podemos emplear los siguientes procedimientos:

- ❑ Aislar adecuadamente los muros, soleras y cubierta.
- ❑ Evitar los puentes térmicos dando continuidad al aislamiento de los cerramientos por el exterior de los elementos estructurales, también se deben utilizar carpinterías con rotura de puente térmico que separan la parte exterior e interior de la misma mediante barras o piezas de material aislante.
- ❑ Reducir la superficie de cerramientos en contacto con el exterior y la de ventanas en los paramentos que no reciban radiación solar.
- ❑ Utilizar doble acristalamiento.
- ❑ Empleo de doble ventana. Tanto desde el punto de vista térmico como acústico da mejor resultado la doble ventana que el doble acristalamiento. Solamente será necesario que tenga rotura de puente térmico la carpintería exterior.

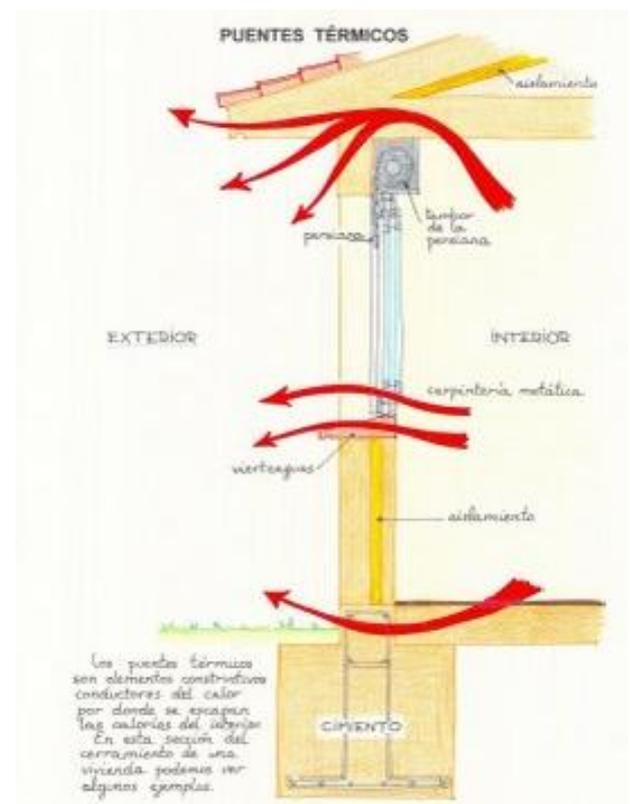


Imagen de: www.abioclimatica.blogspot.com.es



EVITAR PÉRDIDAS DE CALOR POR VENTILACIÓN NO DESEADA:

La mayoría de los materiales de construcción son permeables y permiten el paso del aire en mayor o menor grado. También suele salir aire cálido del interior y entrar aire frío del exterior a través de las rendijas de las puertas y ventanas. Es necesario que exista una renovación del aire para disponer siempre de suficiente oxígeno para respirar, pero se ha de evitar que esto suponga una pérdida de calorías.

Indicaciones de cómo evitar ventilaciones no deseadas:

- ❑ **Envolvente, cubierta, muros, etc.:** Este problema se presenta en edificios antiguos que no han sido debidamente restaurados. Debe hacerse una limpieza y restauración de las juntas y rehabilitar las cubiertas. El aire caliente tiene menor densidad y asciende. Si hay fugas en la cubierta escapará el aire caliente por ella y su lugar en las habitaciones será ocupado por aire frío ocasionándose una situación de disconfort.
- ❑ **Carpintería:** un modo sencillo para evitar filtraciones de aire por puertas y ventanas es instalar carpinterías que garanticen un buen grado de hermeticidad. Esto no solamente protege de las filtraciones de aire sino también del agua de lluvia.
- ❑ Evitar **puentes térmicos** y fugas alrededor de la **carpintería:** La colocación de la carpintería debe ser cuidadosa para evitar que queden grietas y/o puentes térmicos, poniéndose aislamiento en jambas, vierteaguas y dintel. El punto de mayores pérdidas de calor suelen producirse son las **cajas de las persianas**, por ellas se pierde aire caliente que ha ascendido.
- ❑ **Puerta de entrada:** Para evitar la excesiva ventilación a través de la puerta de entrada a la vivienda, se debe hacer una entrada doble de modo que las dos puertas no se encuentren una frente a otra.
- ❑ **Vestíbulo de entrada**, invernadero o un porche cubierto que generen un pequeño microclima a una temperatura intermedia entre el exterior y el interior.

En los edificios públicos también debe hacerse este vestíbulo de entrada. Habitualmente este tipo de edificios están dotados de puertas automáticas de cristal que solamente se abren para dejar paso a las personas, cerrándose automáticamente. Este sistema no evita que al abrirse la puerta entre una ráfaga de aire frío procedente del exterior. En algunos casos se recurre a la colocación de dos puertas sucesivas para evitar corrientes de aire, duplicando el consumo energético. Una buena alternativa son las antiguas puertas giratorias, eliminan las corrientes de aire, limitan el intercambio de aire con el exterior al mínimo imprescindible y no consumen energía eléctrica.

5.3.2 CALENTAR EL AIRE EMPLEADO PARA VENTILACIÓN:

Es muy importante que en el caso de existir en la vivienda cocinas o estufas con llama (de gas, leña u otro combustible), se les suministre suficiente aire fresco para abastecer las necesidades de la combustión. En el caso de las estufas de leña o carbón puede suministrarse el aire por medio de una alimentación propia.

Alimentación propia de la estufa: El aire fresco puede llegar a la estufa a través de una conducción que la enlace con un orificio practicado en el exterior. Esta conexión directa de aire fresco evita pérdidas de calor y corrientes indeseadas o molestas para las personas que puedan permanecer sentadas al lado de la estufa. Para aprovechar mejor las calorías que se perderían con la expulsión de los gases de combustión debería disponer de un intercambiador de calor.

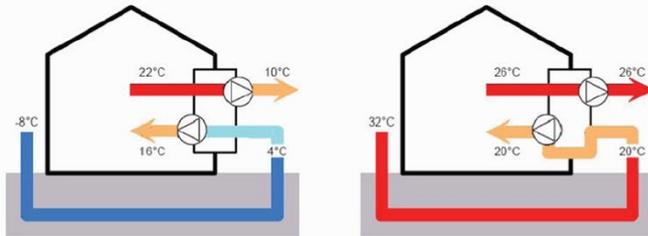
En cuanto al calentamiento del aire necesario para ventilación los procedimientos son éstos:

Aprovechar el calor de un elemento calefactor (almacén de calor, chimenea, etc.) para calentar el aire. En el caso de disponer de suelos o muros radiantes resulta muy sencillo hacer pasar el aire de ventilación por dichas superficies para calentarlo. La ventaja de ventilar con aire caliente se compensa con el inconveniente de que nos supone un coste energético. El siguiente procedimiento no supone gasto energético alguno.



Aprovechar el calor del subsuelo: calentando el aire de ventilación haciéndolo pasar por tubos enterrados en el terreno, colocando los tubos de modo que el aire caliente, menos denso, pueda subir. Los tubos deben ser de plástico para que la humedad del terreno no haga descender la temperatura del aire. En terreno llano hay que colocar un pequeño ventilador para favorecer la circulación del aire. Evitar la entrada de insectos con malla metálica fina.

Ventilación con pozo canadiense y recuperador de calor



El mismo sistema que calienta en invierno, enfría en verano.

Imagen de: www.Hectornevot.blogspot.com



Imagen de: www.Tectonica.es

Este sistema también nos puede servir para refrigerar en verano, tal y como veremos en el apartado 5 Ventilación natural, enfriamiento en verano.

5.3.3 DISEÑAR ADECUADAMENTE LAS SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL EXTERIOR, EN ESPECIAL LAS EXPUESTAS AL VIENTO:

Las pérdidas de calor a través de superficies en contacto con el exterior se reducen si se suprimen los metros cuadrados de superficie en contacto. Ponemos algunos ejemplos:

- ❑ **Enterrar o semienterrar el edificio:** Este sistema aprovecha la gran masa térmica del terreno para reducir los intercambios de calorías con el exterior. La inercia térmica de la tierra es tan grande que durante el invierno va radiando el calor absorbido en el verano, calentando la casa. Cuando ya se ha enfriado el terreno al comienzo del verano, va refrescando la casa captando su calor que acumulará mientras dure el buen tiempo. Una casa semienterrada, en invierno, está aprovechando el calor que radia el terreno en las superficies en contacto con él.
- ❑ **Suprimir en lo posible la fachada orientada hacia los vientos fríos,** especialmente los del norte. Puede hacerse inclinando la cubierta hacia ese lado para que los vientos se desplacen por encima de ésta.
- ❑ **Curvar los paramentos expuestos al exterior,** especialmente los orientados al norte para reducir la superficie de contacto y reducir el rozamiento. La mínima superficie en contacto con el aire exterior a igualdad de volumen interior la proporciona una semiesfera.



Imagen de: www.revistafusion.com



Imagen de: www.arquitectos.com.py



5.4 MODOS DE REFRIGERAR LOS EDIFICIOS

5.4.1 PROPORCIONAR BUENA VENTILACIÓN Y HUMIDIFICACIÓN DEL AIRE:

La refrigeración por medio de la ventilación se basa en poner en práctica estos procedimientos:

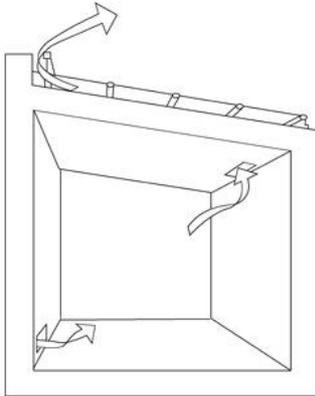


Imagen de: www.empresaeiciente.com

cual circula el aire enfriándola.

- ❑ **Dejar salir el aire caliente:** para ello se practican aberturas en los puntos en los que el aire caliente tiende a acumularse para evacuarlo. Como el aire caliente es menos denso y tiende a ascender se acumula en las zonas altas, por lo que se practican aberturas en cubiertas y techos.

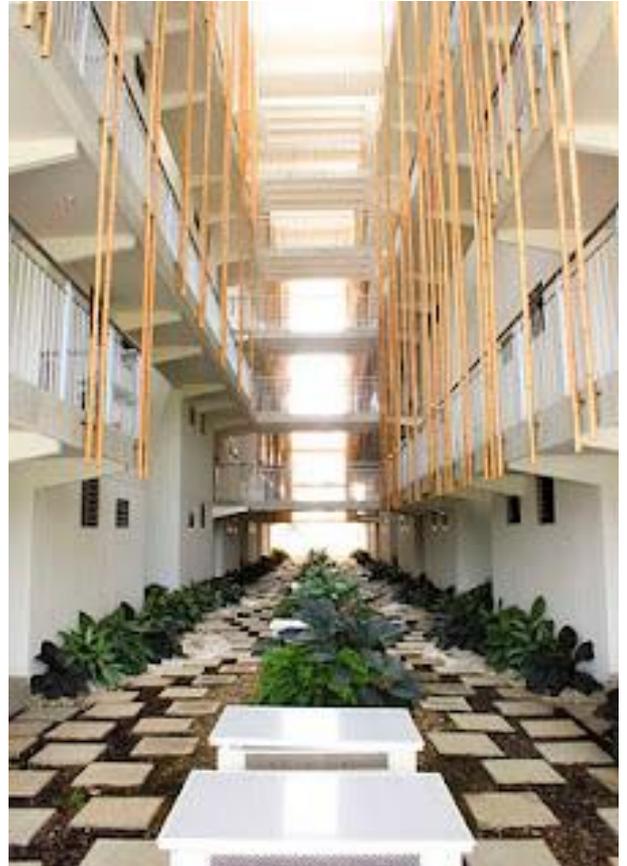
- ❑ **Enfriar el aire destinado a ventilación:** si no se puede captar aire fresco al menos puede enfriarse recurriendo a la construcción de microclimas como patios interiores y con la ayuda de la vegetación. En zonas de clima seco puede aumentarse el enfriamiento por medio de la evaporación del agua, colocando fuentes o superficies húmedas expuestas a las corrientes de aire. En zonas tropicales muy húmedas este sistema es menos eficaz.

- ❑ **Generar corrientes de aire:** se facilita la entrada de aire fresco y la salida de aire caliente generando corrientes que circulen refrescando el interior del edificio. También son muy útiles los sistemas de doble cubierta en medio de la

5.4.2 DISEÑAR EL EDIFICIO CREANDO MICROCLIMAS FRESCOS:

- ❑ Diseñar **plantas diáfanas** para favorecer las corrientes de aire.
- ❑ Estancias con **techos altos** para que el aire caliente ascendente no afecte a las personas y para favorecer la circulación de aire.
- ❑ Disponer en **sótanos y semisótanos** estancias habitables para la época calurosa.
- ❑ Diseñar una **distribución flexible**, de modo que dependiendo de la época del año puedan habilitarse como zonas de estar o dormitorios diferentes espacios de la vivienda para adaptarse a las condiciones climatológicas cambiantes.
- ❑ Proyectar **umbráculos, espacios sombreados** entre el exterior y el interior del edificio, como porches, pérgolas, etc. para crear espacios intermedios que incluso pueden ser habitables en determinados momentos del día.

Imagen de: www.ekuaciones.blogspot.com.es





- ❑ Proyectar uno o más **patios interiores con vegetación y fuentes** para crear microclimas frescos y a la sombra. La mayor parte de las habitaciones pueden agruparse alrededor de los patios y disfrutar de las corrientes de aire fresco que generan.

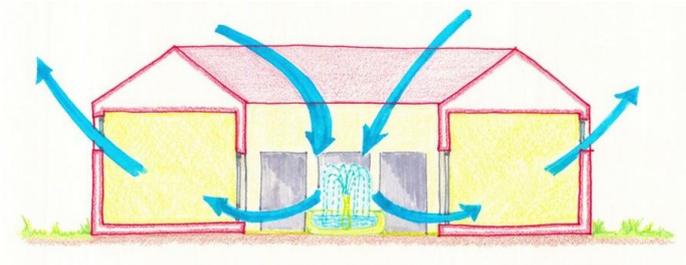


Imagen de: www.abioclimate.blogspot.com.es

- ❑ Diseñar una **cubierta de hierba** asociada a un sistema de **riego por pulverización** lo que producirá una refrigeración por evaporación en la zona que más se calienta en verano: la cubierta.



Imagen de: www.taringa.net



5.4.3 OBSTACULIZAR LA ENTRADA DE LA RADIACIÓN SOLAR:

La reducción de la incidencia de la radiación solar sobre el edificio cuenta con un gran aliado en el empleo de la vegetación, también tenemos algunos elementos que regulan la captación solar:

- ❑ Diseñar **voladizos o pantallas** que proyecten sombra. En climas templados como el nuestro los voladizos deben dar sombra en verano y permitir la entrada de la luz solar en invierno, para ello se dimensionan según el recorrido solar anual.

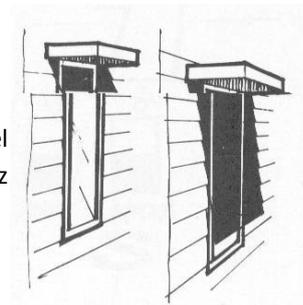
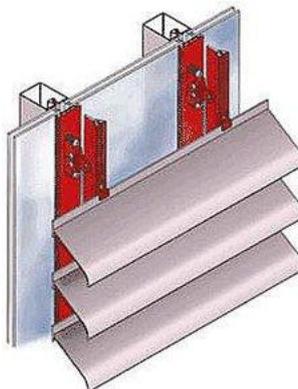


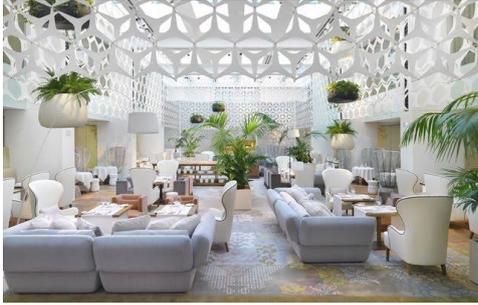
Imagen de: www.casasconfortables.net

- ❑ Dotar a los elementos de carpintería de **lamas direccionales**, toldos y postigos que regulen la entrada de la luz solar



Imágenes de: www.archiexpo.es

- ❑ Colocar en las **ventanas vidrios aislantes, reflectantes** y/o tintados que reduzcan la captación de la radiación solar
- ❑ Plantar frente a la fachada sur del edificio **plantas de hoja caduca**, trepadoras para pérgolas o árboles que darán sombra en verano y dejarán pasar la luz en invierno.
- ❑ Tamizar la entrada de luz solar directa por medio de **celosías**.



Imágenes de: <http://hazhoming.blogspot.com.es/2010/04/hotel-mandarin-oriental-en-barcelona.html>

- ❑ Diseñar el perfil de las jambas de puertas y ventanas a 90º en relación al plano de fachada de modo que permitan la entrada de menor radiación solar.
- ❑ Favorecer la **luz solar indirecta o reflejada**. Este sistema mantiene el interior del edificio mucho más fresco. Puede conseguirse por medio de pantallas translúcidas que dejen pasar luz atenuada o diseñando superficies con el ángulo adecuado para que llegue al interior luz reflejada y no luz directa.



5.5 MODOS DE CAPTAR CALOR DEL SOL

Se denomina así al método de captación de la radiación solar que funciona sin necesitar aporte energético externo. También se denomina pasivo al sistema que ocasionalmente pueda utilizar un pequeño equipo para acelerar los intercambios térmicos aunque no sea imprescindible para su funcionamiento, como por ejemplo, un ventilador.

Los sistemas captadores pasivos precisan combinarse con mecanismos de ocultación para proteger al edificio de la entrada indiscriminada de radiación solar en los días calurosos de verano.

Otra posibilidad es acumular dicha radiación solar para ser utilizada en la noche o incluso emplear sistemas que acumulen el calor para el invierno.

Vemos que la captación solar pasiva abarca dos tipos de elementos:

- ❑ **Elementos captadores:** recogen la radiación solar y los clasificaremos en sistemas captadores directos, indirectos y añadidos.
- ❑ **Elementos acumuladores:** son sistemas que tienen la propiedad de almacenar en su interior la energía calorífica de modo que puede ser utilizada con posterioridad. Unos sistemas permiten acumular el calor del día para cederlo durante la noche. Otros son capaces de almacenar el calor durante muchos días, incluso meses. Podemos clasificarlos en sistemas puramente constructivos y depósitos de acumulación.

Un sistema completo de aprovechamiento de la energía calorífica del sol no se limita a la instalación de elementos captadores o de elementos acumuladores. Lo ideal es emplear ambos sistemas conjuntamente. Se debe hacer un estudio de las necesidades caloríficas del edificio, en función del cual se diseñarán los elementos captadores y acumuladores necesarios.

5.5.1 CAPTADORES DIRECTOS:

Se denominan sistemas de captación directa a aquellos en los que la radiación solar entra directamente en el espacio que se desea caldear. Esto se consigue haciendo que los rayos solares atraviesen un vidrio y calienten el aire, los suelos y los paramentos interiores.

Una simple **ventana** orientada hacia el Sol es el primer sistema de captación solar pasiva. Todos sentimos más confort un día de invierno en el que los rayos del sol entran por la ventana que un día nublado, aunque el termómetro marque la misma temperatura. Nuestra piel capta la radiación solar y eso nos hace sentir más confortables.

La captación solar se puede hacer a través de un **invernadero, galería, terraza cubierta con vidrio**. Es un espacio acristalado creado con la finalidad de captar el máximo de radiación solar. Las habitaciones a caldear se prolongan, sobresalen de la fachada, disponen de un espacio donde se pueden cultivar plantas, usarse como zona de estar, de recreo, o simplemente tomar el sol.

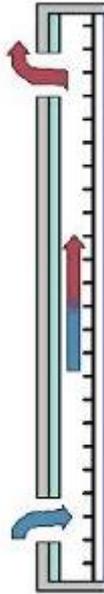
Invernadero, durante el día, el aire que se calienta en él se distribuye por toda la casa gracias a las corrientes de convección. Por la noche deben evitarse las pérdidas de calor colocando persianas o contraventanas. También puede ser útil el empleo de vidrios aislantes.

Otro sistema es el termosifón:



Termosifón: Colector con transporte pasivo de fluido térmico, que consiste en poner colectores solares a un nivel más bajo que la vivienda. El fluido, aire o agua, al calentarse en el captador solar o colector baja su densidad y asciende por los conductos hasta el edificio. Allí cede su calor, se enfría y regresa por la tubería de retorno al colector. Sistema de circulación es por gravedad, sin aporte motriz de ningún tipo. Los sistemas de aire son más simples y precisan menos mantenimiento. Los sistemas de agua deben llevar anticongelante, necesitan un mantenimiento y emplear tuberías gruesas para favorecer la circulación por gravedad.

Colocando los captadores a un nivel más bajo que la vivienda se puede disponer de aire o agua caliente que ascenderá hasta los puntos de consumo sin necesidad de ayuda externa.



Los sistemas activos de captación solar añaden a esta instalación algunos elementos para poder colocar los colectores en el tejado en vez de a ras de suelo, para instalar refrigeración y para mejorar su rendimiento.

Un sistema pasivo de captación solar consta de muy pocos elementos que vamos a resumir a continuación, sistema termosifónico, también llamado sistema de captación solar pasivo o sistema natural directo.

Estos sistemas pasivos de captación pueden llevar incorporado algún elemento simple de bajo consumo, por ejemplo un pequeño ventilador que impulse el aire. Los sistemas activos constan de más elementos para mejorar su rendimiento. Lo veremos a continuación.

Imágenes de: www.ricardforner.blogspot.com.es



5.5.2 CAPTADORES INDIRECTOS:

Son modos de captar la radiación solar por medio de elementos constructivos que actúan de intermediarios. Captan y almacenan la energía solar que cederán posteriormente a las habitaciones.

Una vez que los materiales de construcción han absorbido la energía solar, van cediendo lentamente la energía sobrante en forma de radiación infrarroja. La radiación infrarroja no es capaz de atravesar el vidrio, acumulándose dentro del espacio constructivo. Es el llamado efecto invernadero.

Los suelos, muros y cubierta pueden ser muy útiles para captar y almacenar la energía procedente del Sol, sobre todo si son porosos ya que tienen más superficie de intercambio. En invierno los materiales de construcción acumulan energía solar durante el día que van cediendo lentamente durante la noche. El agua es también un excelente material para captar y almacenar calor.

Si se dispone de suficiente superficie acristalada y masa térmica, es decir, muros y suelo gruesos y de materiales densos como ladrillo, piedra u hormigón, éstos pueden acumular energía para ir cediendo durante varios días nublados consecutivos. De este modo se mantendrá una buena temperatura en el interior.

Puede construirse un muro de gran masa térmica construido de piedra, hormigón, bloques de tierra, adobes o ladrillo sin pulir orientado al sur y precedido de un vidrio o elemento translúcido para favorecer el efecto invernadero. Lleva aberturas en su parte superior e inferior para favorecer los intercambios térmicos entre la cámara de aire que calienta el sol y el interior del edificio. Es necesario aislar el vidrio en las noches de invierno para no perder calorías y sombrear en verano para evitar la acumulación de calor. Este sistema fue popularizado por el ingeniero francés Félix Trombe y por ello se denomina **muro Trombe**. El muro trombe se puede usar para crear corrientes de viento y como elemento acumulador.

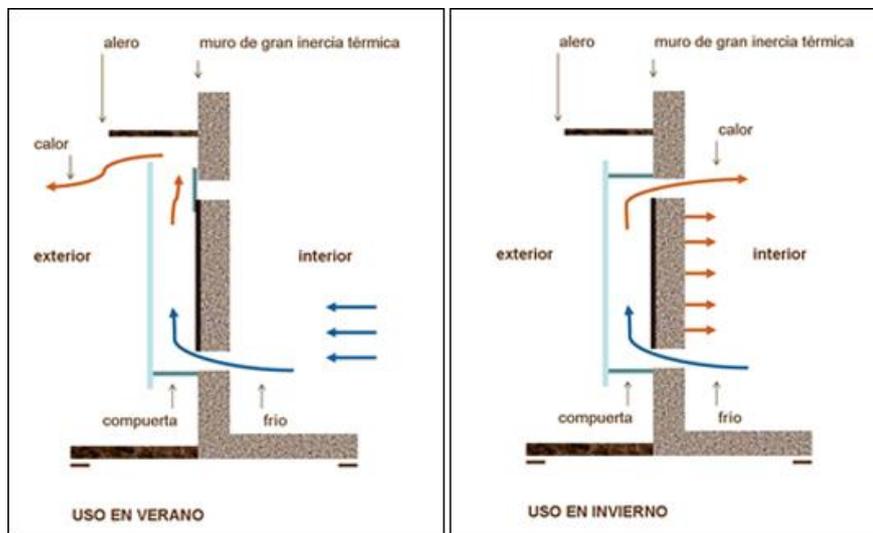


Imagen de: www.tumanitas.com

Además existen otros sistemas de captación indirecta de la radiación solar:



- ❑ **Cubierta de inercia térmica:** es una cubierta realizada con materiales de construcción de elevado peso específico. Su gran masa amortigua las oscilaciones térmicas.
- ❑ **Inercia térmica interior:** consiste en situar en las paredes y suelos del interior del edificio grandes masas térmicas que capten y acumulen la radiación solar. Deben situarse en lugares donde puedan captar la energía, cerca de ventanales, invernaderos, etc. Deben repartirse lo más posible por todo el edificio, no concentrar las masas térmicas solamente en una zona para amortiguar mejor los ciclos noche-día. El aislamiento del edificio debe ir por el exterior, para proteger el calor acumulado en muros y suelos.
- ❑ **Solera de grava:** consiste en disponer una solera de grava muy bien aislada que actuará de depósito acumulador. Hay que asegurarse de que la humedad del terreno no llegará a la grava. La captación se realiza a través de un vidrio como en el muro Trombe. La energía almacenada se conduce al interior del edificio, bien por radiación o bien haciendo circular aire por el interior de la solera.
- ❑ **Inercia subterránea:** Este sistema aprovecha la gran masa térmica del terreno para amortiguar las oscilaciones climáticas del exterior. Da muy buenos resultados en climas extremados y de montaña.

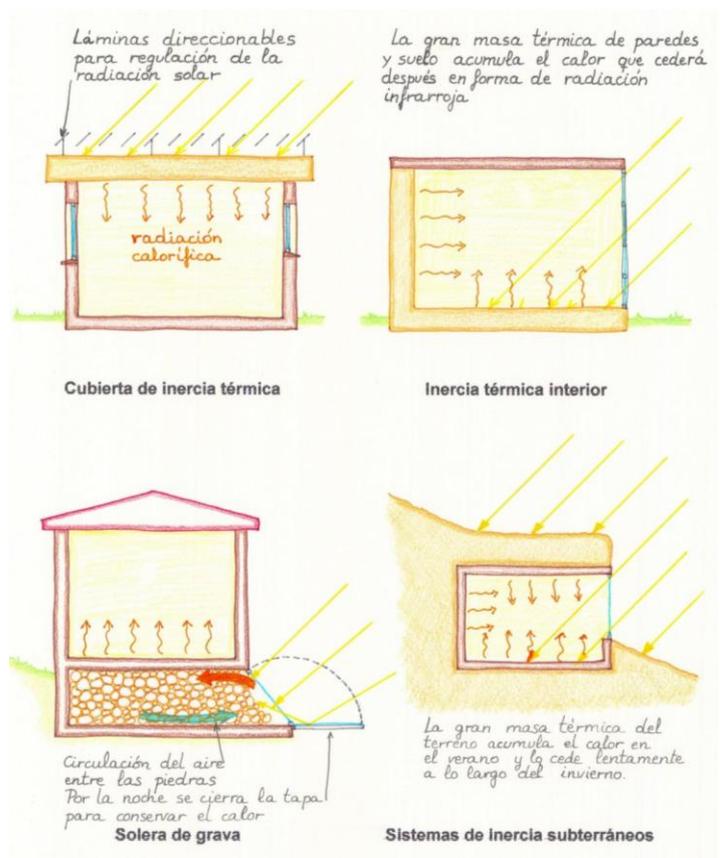


Imagen de: www.abioclimate.blogspot.com.es



5.5.3 CAPTADORES AÑADIDOS:

La captación y acumulación de la energía solar se realiza por medio de elementos que no pertenecen al edificio propiamente dicho.

- **Muro de agua:** Muro similar al Trombe, formado por depósitos de agua entre los que se dejan huecos para favorecer las corrientes de convección y facilitar los intercambios de calor con el interior del edificio. Suelen colocarse 200 litros de agua por metro cuadrado de superficie de captación.
- **Cubierta de agua:** Sobre una azotea pintada de color muy oscuro o negro se colocan bidones o sacos de plástico que se llenan de agua. Su eficacia aumenta si se cubren con vidrio o un material translúcido. En nuestras latitudes, por la inclinación de los rayos solares en invierno, deben ir sobre una superficie inclinada y cubrirse durante la noche invernal. En verano puede utilizarse este sistema para refrigerar, dejando destapados los depósitos de agua para que se enfríen durante la noche. Dan mejor resultado en refrigeración en clima continental con noches de verano frescas y días calurosos.

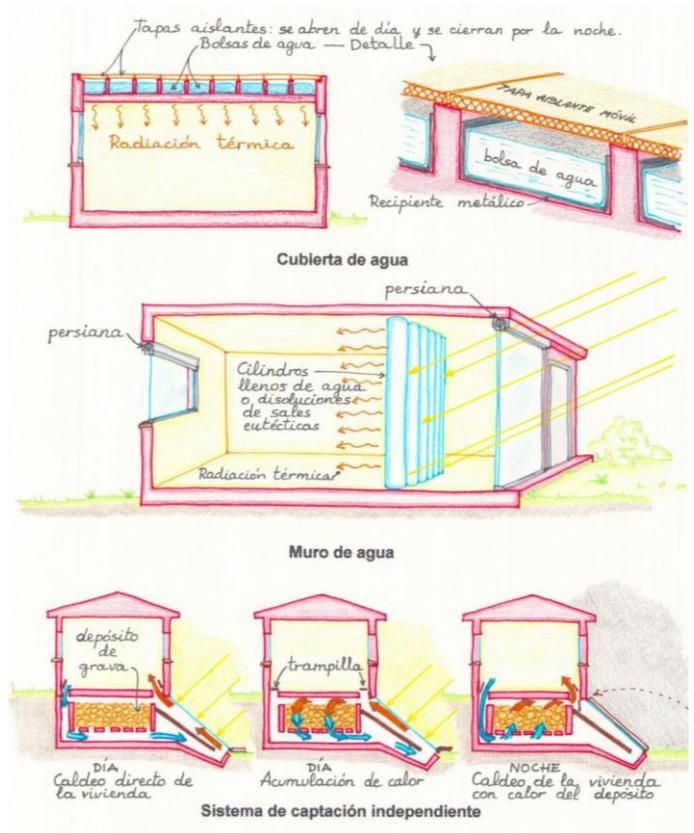


Imagen de: www.abioclimate.blogspot.com.es

- **Sistema de captación independiente:** consta de un elemento captador adosado al edificio que aprovecha el efecto invernadero y mediante corrientes de convección de aire o agua transmite el calor a un depósito acumulador desde donde se transferirá al edificio. Estos elementos captadores pueden construirse in situ con materiales de construcción, por ejemplo ladrillos o cantos rodados y un recubrimiento de vidrio.



5.5.4 ACUMULADORES

Son dispositivos que almacenan calor para ser cedido al edificio cuando desciende la temperatura exterior. No es necesario emplear un único sistema de acumulación. La experiencia indica que da mejores resultados la combinación de varios tipos de masas térmicas, ya que cada estación o circunstancia climática se adapta mejor a uno u otro sistema.

- ❑ **Elementos acumuladores constructivos:** son elementos constructivos con doble función, la constructiva y de almacén de calor. Son sistemas de inercia térmica: **MUROS, SOLERAS**, etc.
- ❑ **Depósitos de acumulación:** su misión es exclusivamente la de almacenamiento del calor. Son depósitos de cualquier material utilizable como almacén de calor: grava, ladrillos, recipientes llenos de agua, sales eutécticas en disolución, etc. En las regiones frías el depósito acumulador del calor es un elemento fundamental de cualquier sistema de bioclimatización. Los acumuladores de calor latente, con sales eutécticas

en disolución que podían almacenar o ceder calor al fundirse o solidificarse según la temperatura. Esta sal funde a 32º C. Calentada a 50º C. acumula seis veces más calor que el mismo volumen de agua y once veces más calor que el mismo volumen de piedras. Las mezclas eutécticas de fluoruros de litio. Pueden ser cargados y descargados más de 12.000 veces sin perder su capacidad acumulativa.

- ❑ La acumulación del calor también adquiere gran importancia en los sistemas de captación solar activa, en la obtención de agua caliente sanitaria (para duchas, lavado de ropa, etc.) y en los sistemas de calefacción por colectores solares. Los acumuladores de calor latente pueden absorber de los colectores de captación solar la energía procedente del sol y almacenarla aunque su aporte sea intermitente. Así pueden ir cediendo lentamente el calor acumulado al interior del edificio.
- ❑ **Lagunas de termo-acumulación:** Los investigadores Dr. Günter Scholl, Wolfschlugen, Lorcano y Stuttgart plantearon en 1.971 la posibilidad de utilizar el calor acumulado en lagos y lagunas. Permitirían utilizar el calor que pierden las grandes centrales eléctricas. En 1.975 publicaron los datos técnicos, costes y rentabilidad de tales instalaciones. Una laguna de superficie 300 x 500 metros cuadrados puede abastecer de calefacción a una población de 3.000 habitantes. Es necesario cubrirla con bolas flotantes de material aislante para que no pierdan calor.
- ❑ **Lagunas solares:** son muy utilizadas en Japón para calentar el agua de los arrozales, lo que produce un aumento de la cosecha de arroz del 8 al 20 %, pero nada impide utilizar este sistema en edificación y se han hecho estudios sobre ello. Estas lagunas tienen una superficie de 3.000 metros cuadrados y 2 metros de profundidad. Sobre ellas esparcen copos de hollín o poliestireno para evitar pérdidas de calor y alcanzan temperaturas de unos 35º C.
- ❑ **Acumuladores de calor subterráneos:** El calor se acumula en depósitos de grava subterráneos. Puede utilizarse agua como material de transferencia de calor, aunque el uso del agua como elemento acumulador puede plantear problemas de proliferación de bacterias. Los acumuladores subterráneos de piedras han sido muy utilizados en viviendas unifamiliares.

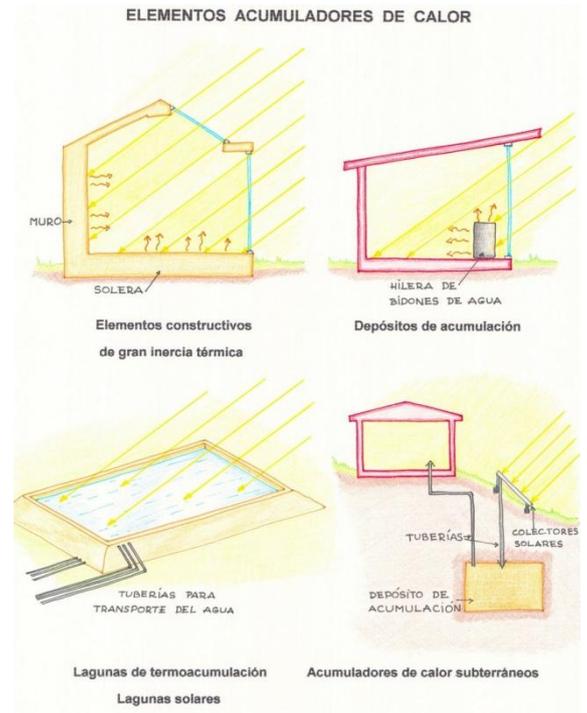


Imagen de: www.abioclimate.blogspot.com.es



5.6 VENTILACIÓN NATURAL. ENFRIAMIENTO EN VERANO

Renovación del aire contenido en el edificio, extraer el aire viciado e introducir aire fresco. con frecuencia el aire aportado deberá ser calentado, enfriado o humedecido. Se tendrá en cuenta la estanqueidad al aire de la edificación para evitar las infiltraciones de aire indeseadas (aire caliente o viciado de salida,...) y evitar las pérdidas de calor en invierno.

La arquitectura bioclimática intentamos evitar infiltraciones de aire incontroladas haciendo cubiertas, puertas y ventanas lo más estancas posible, pero con materiales transpirables.

Para lograr ventilar y refrigerar en verano un edificio sin la ayuda de elementos artificiales con gasto energético es necesario contar con un diseño constructivo que lo permita. En ocasiones puede ser apoyada por un pequeño ventilador para incrementar la velocidad del aire o crear una presión mayor en el interior que evite infiltraciones de aire exterior.

Para comprender los mecanismos de funcionamiento de un sistema de ventilación se deben tener en cuenta los siguientes principios básicos:

- ❑ El efecto de enfriamiento depende de la dirección y velocidad del aire. A la velocidad de un metro por segundo, el efecto de enfriamiento equivale a 5º C. de la masa de aire seco y en reposo.
- ❑ El movimiento del aire a través de un edificio se debe a las diferencias de presión y temperatura de las masas de aire. El aire frío tiende a bajar y el cálido sube hacia el techo. Si hay diferencias de presión, el aire de las zonas de mayor presión tiende a desplazarse hacia las de menor presión.
- ❑ El aire exterior en movimiento que choca contra la casa se desplaza hacia arriba y los laterales. Sobre esta pared expuesta se crea una zona de presión alta. En cambio en las paredes laterales y la pared opuesta resguardada de los vientos se crea una presión baja.

Para que un sistema de ventilación sea de modo eficaz, es necesario que funcionen adecuadamente sus tres partes fundamentales:

Captación

Recorrido del aire a través de la casa

Salida del aire.

5.6.1 CAPTACIÓN

A TRAVÉS DE REJILLAS:

Cuando existen brisas constantes, unas simples rejillas colocadas en la pared sur de la casa y otras en la fachada opuesta aseguran la captación de aire. Las aberturas para ventilación en la parte más expuesta a los vientos deben ser más pequeñas debido a la mayor presión del aire en la zona más expuesta. Debe protegerse con una malla para evitar la entrada de animalillos.

El flujo de aire entrante es mayor si la dirección del viento del exterior forma un ángulo inferior a 30º con respecto a la perpendicular de la rejilla.

A TRAVÉS DE VENTANAS:



La mayor superficie de ventilación la ofrecen las ventanas con vidrios en librillo. En otro tipo de ventanas lo más importante es que sus hojas no obstruyan el paso del aire. Es muy aconsejable el empleo de ventanas de vidrio fijo que llevan añadida una ventilación con aletas de vidrio móviles, lo que permite dirigir el flujo de aire.

En tiempo frío es aconsejable que las láminas de vidrio dirijan el aire entrante hacia arriba, al contrario que en tiempo caluroso. En verano las láminas deben dirigir el aire hacia el suelo.

Las ventanas que poseen contraventanas tienen la ventaja de que éstas pueden ajustarse para canalizar la entrada del aire cuando las brisas soplen oblicuamente. También debe tenerse en cuenta que las mosquiteras de malla reducen el movimiento del aire a su través, sobre todo cuando las brisas llevan baja velocidad.

El papel de los voladizos y salientes:

Importante en los sombreados por voladizos, que situados sobre las ventanas impiden el adecuado movimiento del aire a través de ellas, por crearse bajas presiones y reducir la entrada de aire por esa ventana, practicándole **hendiduras** a los voladizos se restablece la presión normal exterior, provocando la ventilación normal deseada.

CAPTACIÓN SUBTERRÁNEA:

La gran inercia térmica del terreno hace que a determinada profundidad la temperatura permanezca muy estable durante todo el año, más fresca que la temperatura exterior en verano y más cálida en invierno.

Pozo canadiense o Tubo provenzal: consiste en captar el aire en cuevas naturales. O construir conductos subterráneos que captan el aire en puntos alejados, a una distancia entre 10 y 100 metros para que le dé tiempo a refrigerarse, y enterrados a una profundidad en la que el terreno mantenga la T^a constante, suele ser suficiente con 2 m, según localización y terreno.

Se diseñará la entrada para evitar entrada de agua, polvo y animales. El diámetro de los tubos entre 15 y 25 cm. Se procurará que los tubos tengan un recorrido lo más recto posible, en caso de necesitar algún codo, el radio será amplio para no frenar el flujo de aire, no menor de 70 cm.

Para el buen funcionamiento de éste sistema, el edificio debe ser bastante hermético y formar efecto termosifón en la parte alta de la vivienda para favorecer el tiro de aire al tubo. También puede dotarse la instalación con ventilador.

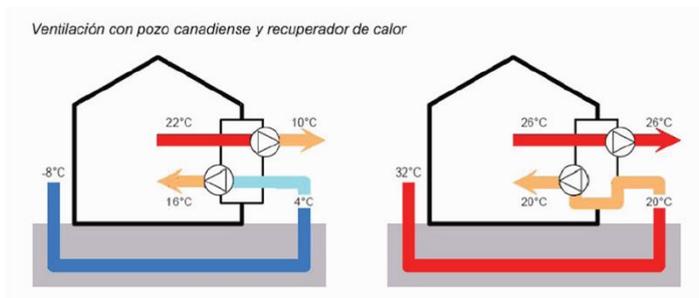


Imagen de: www.Hectornevot.blogspot.com



CAPTADORES DE TORRE:

Dispositivos de las torres de viento, encargados de la captación del aire que circula por encima de las viviendas. Consisten en aberturas situadas en la parte superior de torres que se elevan por encima de las casas y se construyen a tal efecto.

En regiones donde el aire fluye siempre en la misma dirección los captadores tienen una abertura dirigida hacia esa dirección para que el aire entre en su interior y descienda al interior de la casa. O los captadores con separaciones en diagonal para poder captar las brisas cualquiera que sea su dirección.

En los lugares con poca brisa se construyen captadores abiertos hacia dos lados y con el techo inclinado para poder guiar el aire hacia abajo. Mecanismo de control del caudal de entrada de aire. Filtros de mosquitos, polvo y animales.

VENTILADORES:

El aire exterior puede ser captado empleando un ventilador de baja potencia, lo que origina un aumento de la presión interior del edificio en el caso de que otras aberturas permanezcan cerradas. Este sistema evita las infiltraciones de aire caliente del exterior, ya que la mayor presión del interior hace que el aire externo no pueda entrar.

En general se utiliza este procedimiento siempre que se necesite una entrada de aire forzada o se quiera asegurar la captación. Hay regiones en las que los cambios estacionales modifican el curso de las brisas y en determinadas circunstancias puede no funcionar el sistema de ventilación natural existente en la casa.

Puede ser necesario utilizar ventiladores en captación subterránea a través de tubos de gran longitud y el algún tipo de torre de captación.



5.6.2 RECORRIDO DEL AIRE A TRAVÉS DE LA CASA, SISTEMAS DE VENTILACIÓN

VENTILACIÓN CRUZADA:

Es el más sencillo y utilizado de los sistemas de ventilación. Se basa en las diferencias de temperatura. El aire circula entre aberturas situadas en fachadas opuestas.

El aire fresco (fachada norte) entra por aberturas situadas a nivel del suelo. Al ir recorriendo la vivienda se va calentando, asciende y sale por la fachada opuesta a través de aberturas situadas cerca del techo.

Este sistema es aconsejable en climas templados durante el verano y en climas

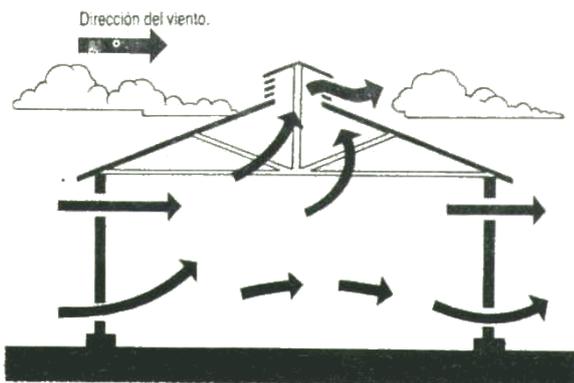


Imagen de: www.agrosoluciones.dupont.com



EFECTO CHIMENEA:

En este sistema el aire más frío y de mayor densidad entra por aberturas situadas en la parte inferior de la casa. El aire más caliente y menos denso sale por una chimenea cuya entrada está a la altura del techo.

Es un sistema muy adecuado para extraer el aire caliente que se acumula en la parte superior de las estancias, sin embargo puede tener problemas de funcionamiento si la temperatura exterior es alta.

Chimenea solar:

Aprovecha la radiación solar para calentar una masa de aire, disminuir su densidad y succionar el aire interior hacia el exterior, así se produce tiro natural.

Según se desee ventilar a mediodía o por la tarde la cámara solar puede orientarse hacia el sur o hacia el oeste.

Son más eficientes cuanto más sol incide sobre ellas, es decir, cuanto más calor hace.

El **muro Trombe** puede utilizarse como chimenea solar en verano invirtiendo el sentido de circulación del aire. Para ello deben disponerse aberturas hacia el exterior en la parte superior.

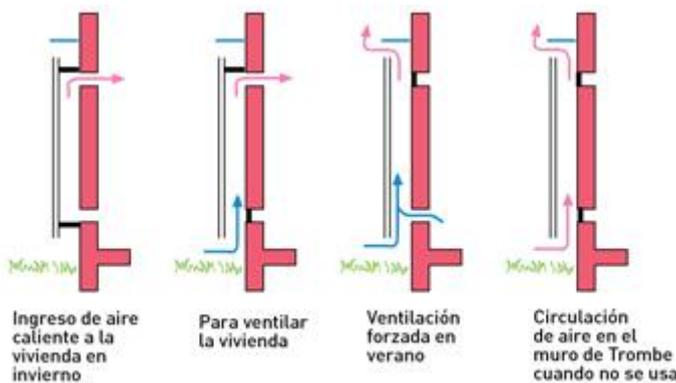
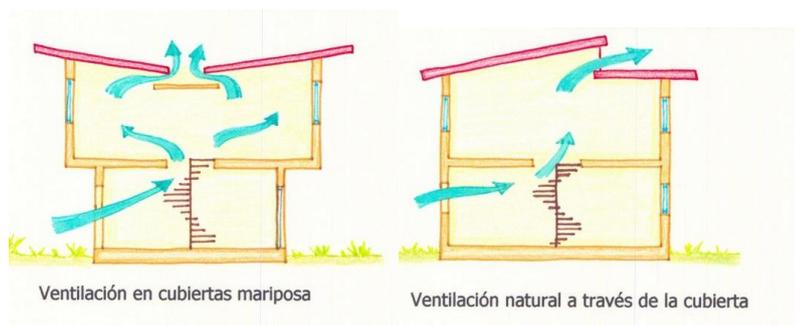


Imagen de: www.empresaeiciente.com

Ventilación a través de la cubierta:

Efecto chimenea con el calor que acumula la cubierta, y se abre un orificio en el centro de la cubierta, el aire del interior de la casa será succionado hacia arriba. Para completar el sistema basta colocar aberturas de entrada de aire a la altura del suelo.

Si junto a la entrada de aire, colocada a nivel del suelo, plantamos plantas aromáticas, el aire fresco entra además aromatizado.





ASPIRADORES ESTÁTICOS:

Chimeneas de ventilación que aspiran el aire del interior de la vivienda gracias a un dispositivo diseñado al efecto que produce el efecto Venturi al pasar el viento por él.

Como en el caso anterior el sistema se completa con la entrada de aire fresco a la vivienda a la altura del suelo.

Es un sistema adecuado para climas cálidos y templados con vientos constantes.

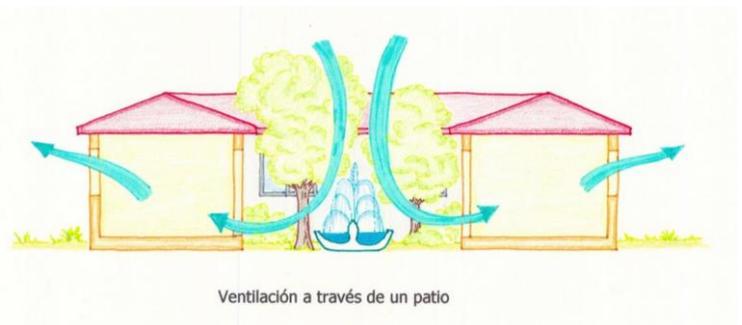


Imagen de: www.prefabricadossanblas.com

VENTILACIÓN A TRAVÉS DE UN PATIO:

Tradicional de los climas áridos y zonas mediterráneas, genera ventilación incluso en épocas de calma.

Para que un patio funcione de la manera más eficaz es conveniente que dentro del mismo se cultiven plantas e incluso haya una pequeña fuente o estanque. La evaporación que originan las plantas y el agua hace descender la temperatura del patio creando una zona de altas presiones que succiona el aire que se encuentra encima de él. Para completar el flujo de aire, se abren ventanas o rejillas que permitan el paso del aire fresco del patio al interior de la vivienda y a continuación hacia el exterior.



Ventilación a través de un patio

En verano el patio es un microclima que acondiciona el cálido aire exterior, enfriándolo y humedeciéndolo antes de conducirlo al interior de la casa. En invierno, cuando la temperatura exterior es más baja que la del patio, éste proporciona un lugar más cálido que el exterior de la vivienda donde poder estar al aire libre.



TORRES DE VIENTO:

Se han utilizado en lugares en los que el viento fluye siempre de manera constante y en la misma dirección. El captador tiene una única abertura orientada en esa dirección para que el viento entre en él y está situado a una altura en la que los vientos circulan con mayor intensidad. El aire desciende por la torre hasta el suelo de la vivienda ventilando la casa y sale por aberturas situadas cerca del techo. La colocación de una caperuza de ventilación rotatoria permite el funcionamiento para cualquier dirección del viento.

Imagen de: www.lc-architects.blogspot.com.es



Existen variantes: **Torre de viento de dirección constante** con una abertura en la dirección predominante del viento; **Torre de paredes cruzadas** con más aberturas y canalizaciones paralelas separadas, tantas como vientos predominen en la zona; **Torre evaporativa** incorpora un sistema de evaporación que humidifica el aire entrante, fuente, pequeño estanque. Con una **Caperuza rotatoria** se consigue recoger el viento más fuerte en cada momento.

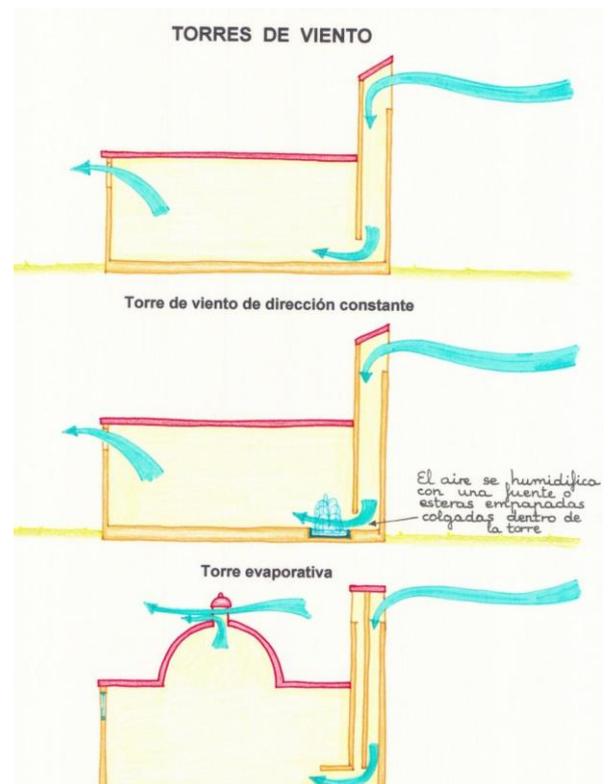


Imagen de: www.abioclomatica.blogspot.com.es



5.6.3 SALIDA DEL AIRE:

Para que exista la entrada de aire se debe controlar la salida del mismo, facilitarse mediante diseño, ubicarlas y dimensionarlas según el efecto deseado. Analizaremos estos dos factores:

- Dimensiones de las aberturas de salida:

Las dimensiones de las aberturas determinan la velocidad del flujo de aire. Si existe un estrangulamiento el fluido se acelera, al revés, si pasa de menor a mayor abertura el flujo decelera.

La velocidad del aire en el centro de un local es menor que en las aberturas debido a que dispone de mucho espacio y se frena. Si aumentamos el tamaño en la salida, el aire se acelerará, y al contrario.

- Situación de la abertura de salida:

La velocidad del aire a través de la casa es mayor si la salida se encuentra enfrentada a la entrada. Su inconveniente es que solamente queda eficazmente ventilado el espacio situado entre las dos aberturas.

Si se desea ventilar más área se diseñará un cambio de dirección en el flujo del aire, pero en este caso la velocidad del aire se enlentecerá.

Por último se ha de mencionar que existen sistemas de recuperación de calor del aire extraído en ventilación y que pueden emplearse en climas fríos o en climas templados durante el invierno para aprovechar la energía calorífica del aire de salida de un local.

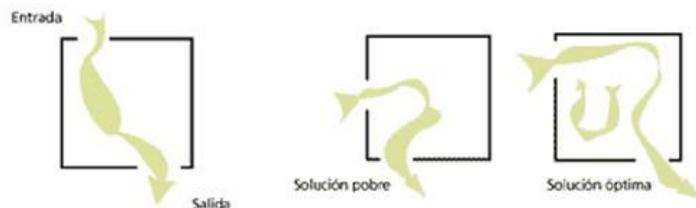


Imagen de: www.fau.ucv.ve



5.7 CONTROL CLIMÁTICO MEDIANTE EL DISEÑO DEL PAISAJE

El diseño del paisaje para control climático parte del análisis del entorno. Veamos las modificaciones que el paisaje natural ha de experimentar para transformarse en un entorno confortable desde el punto de vista climático.

Los puntos a tener en cuenta a la hora de plantear el diseño del entorno para crear microclimas favorables desde el punto de vista climático son:

Topografía del terreno: Tendremos en cuenta datos de la altitud, pendiente del terreno, desniveles y otros accidentes geográficos como fallas, masas rocosas, terrenos de graveras o arenosos, etc.

Alrededores: Lindes del terreno, situación de montes, ríos o mares cercanos u otros accidentes topográficos relevantes, la dirección en la que se encuentran las vistas más hermosas y aquellas que no resulten gratas.

Agua: La presencia de cursos de agua, ríos o arroyos, charcas, lagos, pozos, etc. y la flora y fauna asociadas a ellos.

Radiación solar: Regulación óptima de la radiación solar, por ello es necesario conocer los elementos que proyecten sombra sobre la parcela: edificaciones cercanas, arbolado, montes cercanos, etc. Sobretudo saber sobre todo qué elementos, a qué hora del día y en qué zona de la parcela proyectan sombra en invierno, para no obstaculizar la captación solar del edificio.

Viento: estudio previo de vientos predominantes, su fuerza, dirección, periodos de acción a lo largo del año; para poder aprovecharlos según sea más conveniente para cada estación.

Contaminación: Localizar posibles focos de contaminación sonora, como carreteras, vías de tren u otros focos de ruido. Debe anotarse la proximidad de otros elementos contaminantes, como industrias, vertederos y focos de malos olores, por ejemplo explotaciones agropecuarias y también la presencia de líneas de tendido eléctrico, transformadores y elementos de perturbación geomagnética.

Vegetación existente: Tendremos en cuenta las masas boscosas, el tipo de arbolado y densidad del follaje, de hoja perenne o caduca por la barrera que suponen al paso de la radiación solar por estaciones. Importante el observar la presencia de especies protegidas que deben ser conservadas y de otras plantas o árboles singulares que sería conveniente preservar.

Una vez hecho este análisis se estará en condiciones de proyectar las modificaciones que ese entorno particular requiere para la creación de los microclimas más favorables desde el punto de vista climático y acordes con los gustos de los futuros usuarios.

5.7.1 MODIFICACIÓN DEL ENTORNO

Para que el espacio interior de la vivienda tenga continuidad al acceder al exterior éste se realizará de forma gradual a través de espacios intermedios como porches, galerías o invernaderos.

Algunos diseñadores de paisajes llegan a expresar esta continuidad comparando las superficies interiores con el espacio exterior: el pavimento de la casa tendría su continuidad en el césped, el techo en las ramas de los árboles, las paredes en los setos y arbustos y el mobiliario en las masas rocosas.

La regulación de la temperatura, velocidad del aire y humedad no pueden ser las mismas, pero sí se pueden lograr espacios con parámetros climáticos muy benignos donde desarrollar actividades al aire libre.



Las finalidades últimas son dos. La primera lograr un **importante ahorro energético**. Una eficaz barrera cortavientos reducirá considerablemente los consumos de calefacción y un control eficaz de la radiación solar ahorrará gastos de calefacción en invierno y de refrigeración en verano. La segunda finalidad que debe ir pareja con la anterior es conseguir en el **exterior de la vivienda espacios confortables** no solo desde el punto de vista **climático**, sino también **estético y psicológico**, espacios donde relajarse y realizar actividades al aire libre.

Intentando lograr la síntesis de estas dos finalidades, autores como Burle Marx defienden los diseños curvos y asimétricos. Las esquinas son lugares donde el viento hace remolinos y psicológicamente producen a nivel inconsciente sensaciones de no confort.

5.7.2 MODIFICACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

La forma del terreno afecta directamente al curso de los vientos y a la temperatura en torno al edificio. Los cambios en la morfología del terreno pueden modificar el recorrido de las brisas y pueden alejar los vientos fríos de la vivienda

5.7.3 MODIFICACIÓN DE LA INFLUENCIA LAS MASAS DE AGUA

Las grandes masas de agua como mares y océanos son reguladores térmicos. En sus proximidades las temperaturas son más estables.

A la par generan brisas tierra-mar y mar-tierra de periodicidad diaria. Estas brisas pueden ser útiles desde el punto de vista climático, especialmente en climas cálidos donde resulta refrescante exponer la vivienda a estas corrientes de aire.

Los mares, además pueden traer vientos marinos cargados de humedad. En estos casos conviene proteger los edificios con barreras cortavientos

Los ríos que circulan por el fondo de los valles atraen masas de aire frío que ocasionan nieblas. Esta zona, cargada de humedad, permite que se desarrollen cómodamente muchas especies de plantas y musgos. Además los valles pueden estar azotados por corrientes diurnas. En los valles será conveniente colocar el edificio en una zona más alta, en vez de en el fondo y diseñar un jardín rico en especies vegetales aprovechando la presencia del curso de agua. La vegetación protegerá la vivienda de los vientos.

Si está permitido, se puede encauzar una pequeña cantidad de agua para diseñar un espacio en el que circule el arroyuelo entre rocalla, creando pequeñas cascadas entre la vegetación. Pronto crecerá el musgo sobre las piedras. También se puede disponer un remanso para favorecer el desarrollo de anfibios y facilitar que beban las aves.

Es importante “salpicar” este tipo de espacios con coníferas para que no quede desprotegido en invierno, ya que plantar solamente árboles de hoja caduca enfriaría aún más el ambiente. Esto permite a la vez disfrutar de una variedad de colorido mucho más amplia, especialmente en otoño.

En climas cálidos y secos conviene instalar una masa de agua en la dirección del viento dominante. El aire seco se enfriará y llegará a la vivienda más fresco y húmedo. En un clima húmedo no sería conveniente porque la presencia de agua incrementa el grado de humedad ambiental.

La arquitectura árabe ha utilizado tradicionalmente el agua como elemento de control climático. En los patios y jardines árabes suelen colocarse fuentes para refrescar el ambiente, baste recordar los bellos ejemplos de la Alhambra de Granada y el Generalife. También se debe tener en cuenta que la superficie del agua refleja el sonido y la luz.

En general puede decirse que el agua conviene añadirla en climas cálidos y secos, eliminarla en los cálidos y húmedos y utilizarla en los templados, donde puede jugarse con ella creando pequeños microclimas y espacios diversos en torno a la casa. Es un arte que se practica hace siglos en los jardines de Japón. En occidente la casa Kaufmann (casa de la cascada)



que realizó Frank Lloyd Wright, es un ejemplo maravilloso de cómo pueden armonizarse vivienda y paisaje para crear una obra maestra.

5.8 MODIFICACIONES DE LA INCIDENCIA LA RADIACIÓN SOLAR

Comentada ya el control de la radiación solar que incida en la vivienda plantando árboles de hoja caduca en sus proximidades, en especial en la fachada sur. Pasamos a ver el comportamiento de los materiales a la radiación. La radiación solar puede ser absorbida por los materiales o reflejada, características influenciadas por el acabado y color de los elementos constructivos. Ambas cosas pueden ser utilizables desde el punto de vista climático.

Pavimentos y muros de color oscuro situados en el exterior de la vivienda, absorberán y almacenarán el calor del sol, especialmente si están protegidos del viento. Pueden crearse espacios muy agradables para disfrutarse en invierno, pero debe tenerse la precaución de colocar un árbol de hoja caduca en la dirección de los rayos del Sol en verano.

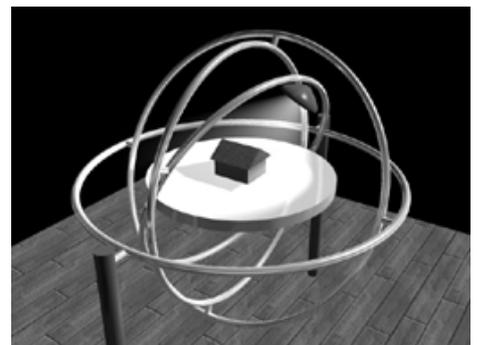
En cuanto al aprovechamiento de la luz solar reflejada, puede ser útil en zonas especialmente lluviosas o que estén nubladas con mucha frecuencia durante el invierno. En estos casos puede ser conveniente paliar la falta de luz solar haciendo que la luz que incida en los alrededores de la vivienda se refleje hacia ella.

La luz solar se refleja muy bien en las masas de agua y en superficies claras. En los jardines zen es muy frecuente disponer un espacio de gravilla blanca situado muy cerca del edificio. Este espacio tiene la doble finalidad de crear un entorno meditativo y a la vez reflejar la radiación solar hacia la casa. Importante efecto en zonas en que el cielo está nublado muchos días de invierno.

Debe tenerse en cuenta que al llegar el verano, la radiación solar va a seguir reflejándose de igual manera y puede resultar molesta. Por ello conviene colocar en su trayecto algún arbusto de hoja caduca, persianas o estores para evitar que entre la luz en la vivienda y ocasione deslumbramientos.

Un **heliódón** es una máquina solar de muy fácil construcción que permite observar sobre una maqueta la extensión de las sombras y la penetración lumínica a cualquier hora del día y época del año en una latitud particular. Se comprende que es una herramienta muy útil para distribuir la disposición de la vegetación en torno a la casa y crear espacios de diferente grado de insolación en torno a ella.

Imagen de: www.oocities.org





5.9 MODIFICACIÓN DEL CURSO DE LOS VIENTOS

Analizado el lugar se conocerá el recorrido de los vientos dominantes. Sólo se aconseja edificar en lo alto de las colinas en climas cálidos y húmedos. Deben evitarse las cimas, el fondo de los valles y zonas abiertas.

Si no hay zonas en calma, pueden diseñarse barreras cortavientos para proporcionar a la vivienda un entorno en calma y minimizar las pérdidas de calor por convección y las infiltraciones de aire.

Cuando se desea frenar los vientos de invierno y favorecer el acceso a la vivienda de las brisas de verano, hay que observar en primer lugar si provienen o no de la misma dirección. Una vez conocidos los recorridos del aire se puede conseguir una barrera a los vientos fríos de invierno y canalizar las brisas de verano con una adecuada disposición de setos o árboles de hoja caduca y perenne

También es posible canalizar los vientos con muros. Hay que tener en cuenta que los muros producen turbulencias y remolinos de aire mientras que las barreras vegetales no las provocan y proporcionan mayor espacio en calma.

Los muros pueden emplearse conjuntamente con la vegetación. En diseño de jardines son conocidas las llamadas **paredes Rudofsky**. Según este diseñador los muros son un elemento de estabilidad en medio de la vegetación siempre cambiante. Deben tener color claro y brillante para crear juegos de luces y sombras con la vegetación. Las paredes Rudofsky protegen a las plantas del viento y originan una ordenación del espacio. También son útiles para crear una barrera visual frente a vistas no deseadas.

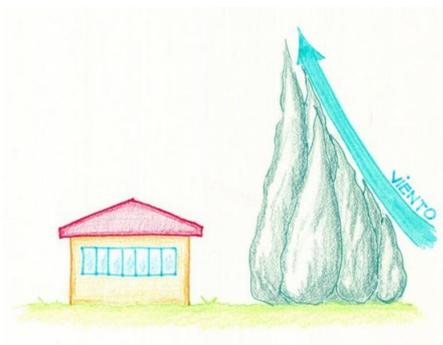
Cuando se emplean muros sólidos como pantallas cortavientos hay que tener en cuenta que originan turbulencias tras ellos, lo que disminuye su eficacia, por ello da mejores resultados colocar un seto vegetal delante del muro para absorberlas.

5.10 MODIFICACIONES DE LA VEGETACIÓN

El análisis de los efectos que la vegetación origina en el entorno edificatorio es complejo dada la complejidad de los elementos que la componen. Los arquitectos paisajistas se valen a menudo de una herramienta llamada heliodón para situar la vegetación y otros anexos o edificaciones auxiliares alrededor de la vivienda.

La vegetación ofrece muchas posibilidades de modificar el entorno y no solamente el clima del mismo. Expresado en forma esquemática, la vegetación puede utilizarse para:

- Crear barreras cortavientos. Suelen necesitar esta protección las fachadas norte y oeste.
- Dirigir las brisas hacia un determinado espacio
- Controlar los movimientos de la nieve con setos plantados estratégicamente
- Controlar la erosión, afirmar y consolidar taludes
- Crear barreras acústicas
- Crear barreras visuales
- Controlar la radiación solar con el empleo de especies de hoja caduca o perenne según desee sombra de tipo permanente o sólo en verano. Suelen necesitar protección de la radiación solar las fachadas sur, este y oeste, especialmente la oeste en verano.
- Reducir el resplandor y la luz reflejada



Imagen

www.abioclimate.blogspot.com.es

de:



- Ahorrar energía. Un estudio de la Universidad de Minnesota realizado para la agencia energética sobre dos viviendas idénticas, demostró que una de ellas, protegida por vegetación en las fachadas norte, este y oeste gastó un 40% de combustible menos que la otra.
- Crear espacios armónicos y relajantes
- Absorber el polvo ambiental, las hojas absorben el polvo, actúan como filtros de aire
- Oxigenar el aire y humidificarlo
- Controlar la evaporación del agua contenida en el terreno
- Marcar las zonas de circulación, crear divisiones de espacios e indicar direcciones.
- Crear microclimas



Imagen de: www.abioclimate.blogspot.com.es

Estudios realizados por Rudolf Geiger han analizado mezclas de árboles para conseguir microclimas cálidos en invierno y frescos en verano. Un bosque mixto de robles, álamos y abetos cumple estos objetivos. Esta combinación sombrea el suelo en un 70%. Las hojas de los caducifolios al caer crea un manto de hojas que aísla el terreno del calor y el frío, lo que beneficia a los microorganismos.

Es un error plantar arbustos cerca de la casa. Evitan la penetración de brisas y consecuentemente el enfriamiento por evaporación muy útil en verano. Esto conlleva la elevación de la temperatura y humedad ambiental. Otro riesgo añadido es que algunas especies de arbustos tienen raíces profundas y potentes que pueden dañar los cimientos de la casa.

En los alrededores de la vivienda es aconsejable plantar árboles de hoja caduca y hierba. Las hojas de los árboles y el césped absorben la radiación solar. El césped segado sombrea el suelo, protege a los microorganismos de la radiación calorífica y la evaporación refresca el ambiente. En invierno la hoja caduca cae y el calor del sol calienta el suelo. El césped crea una capa aislante que lo protege.

En climas fríos conviene poner plantas de hojas delgadas que dejen pasar la luz y el calor.

Las zonas calurosas y secas suelen tener vegetación escasa y monótona, con predominio de los colores grisáceos o marrones verdosos. En estos casos conviene incluir alguna planta verde de hojas brillantes, grandes y gruesas que aportará humedad al ambiente.

Por el contrario en los climas muy húmedos las plantas suelen tener colores oscuros y densos que pueden crear un clima opresivo. El color oscuro de las plantas potencia la oscuridad de los días nublados, por lo que es conveniente incluir otras plantas de color verde claro.

Pueden utilizarse plantas trepadoras de hoja caduca, como las parras, adosadas a la fachada sur para regular la radiación solar. Otra posibilidad es utilizar trepadoras de hoja perenne sobre la fachada norte para aislarla del frío, como las hiedras, ya que crean una cámara de aire detrás de las hojas. En este caso no debe permitirse crecer la planta directamente sobre la pared, sino facilitarle un enrejado a unos 10 cm. de distancia para que trepe por él. Deben podarse y no emplearlas sobre muros de ladrillo porque las raíces pueden penetrar en las juntas y dañar la pared.

Las ramas y hojas de los árboles actúan como una pantalla de difracción de la radiación solar y modifican la intensidad y dirección de los vientos que circulan a su través



La elección del tipo de árboles depende del tipo de terreno, de la situación, del área que se desea sombrear o proteger y de la finalidad de la plantación, es decir, si se desea hacer una barrera frente al viento, los ruidos o crear un determinado microclima.

La variedad de los árboles se elegirá atendiendo al, tipo de ramaje, denso o ligero que dará su utilidad a la hora de crear pantallas y a la extensión y forma de su copa que nos dará la calidad de su sombra. El objetivo será diseñar microclimas confortables que resulten estéticamente agradables.

Existen estudios que clasifican los árboles, arbustos y trepadoras para el control climático.

Clasificación: variedades susceptibles de ser utilizadas como barreras cortavientos, setos decorativos. La originalidad de este trabajo radica en la gran cantidad de información que ofrece.

Consta de varias clasificaciones. Un apartado de plantas para climas expuestos y otra de plantas de costa. Se clasificadas según su utilidad, según el tipo de sombra, según sean de hoja caduca o perenne, según la altura que alcanza un ejemplar de tamaño medio en nuestras latitudes, según la forma de su copa y dimensiones (altura y diámetro) y se hace referencia al tipo de crecimiento, lento o rápido, tipo de suelo y a otros datos de interés.

BIOCLIMATIZACIÓN DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR



6. UNIFAMILIAR CON CRITERIOS BIOCLIMÁTICOS

6.1 MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR

Tipología edificio	Vivienda Unifamiliar
Numero de planta	Sótano + PB + Planta Primera
Cimentación	Zapatillas aisladas, de medianera y combinadas.
Tipología constructiva	Estructura de soportes cuadrados y rectangulares, metálicos u hormigón según cada caso. Estructura horizontal de vigas planas con forjado unidireccional de vigueta bovedilla. Muro bajo rasante de HA de 30cm de espesor.
Superficie construida	547,57m ²
Forma y dimensiones solar	rectángulo de 10 x 25 metros, parte trasera trapecio irregular.
Orientación	Topografía
Localidad	Desnivel de 1,80 metros. Monserrat, Valencia.



**SUPERFICIES ÚTILES Y CONSTRUIDAS**

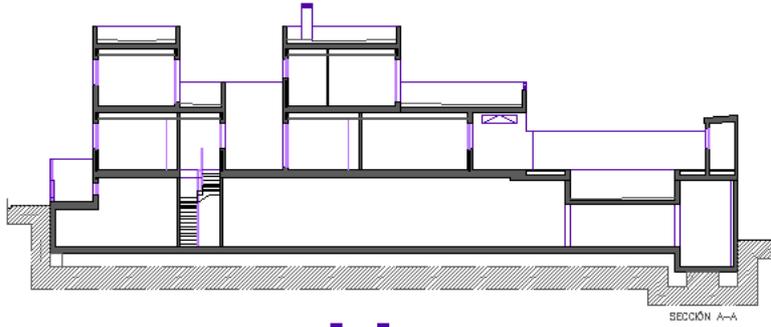
	Superficies útiles	Sup computables construidas	Superficies construidas
Superficie construida Sótano -1	206,1	256,70	256,70
Superficie construida Planta Baja	159,74	175,52	175,52
Superficie construida Planta 1	98,70	115,35	115,38

SUPERFICIES TOTALES

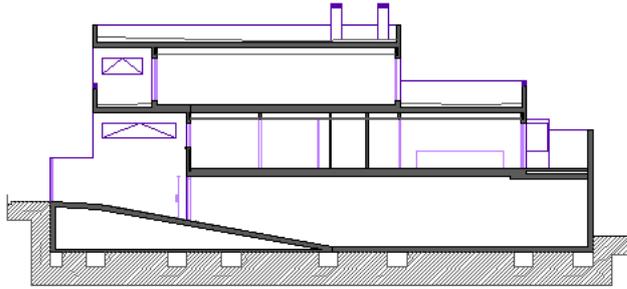
Total Útil	Total Computable Construida	Total Construida
464,64	547,57	547,57



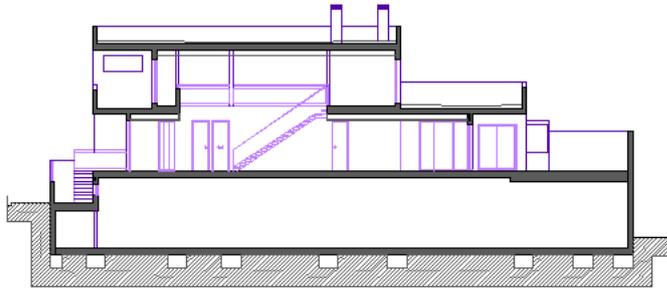
UNIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA



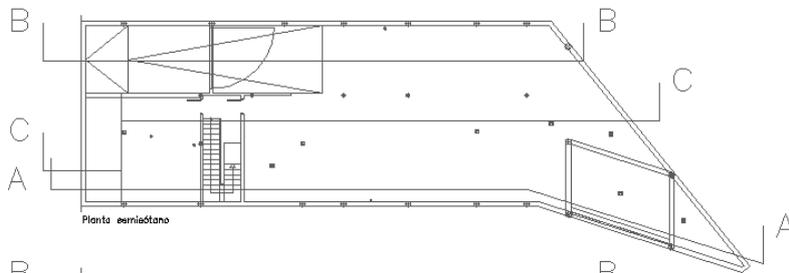
SECCIÓN A-A



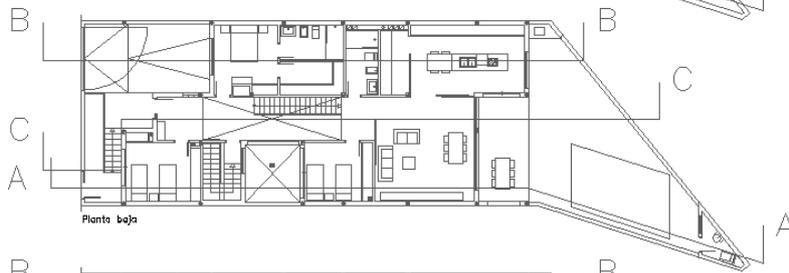
SECCIÓN B-B



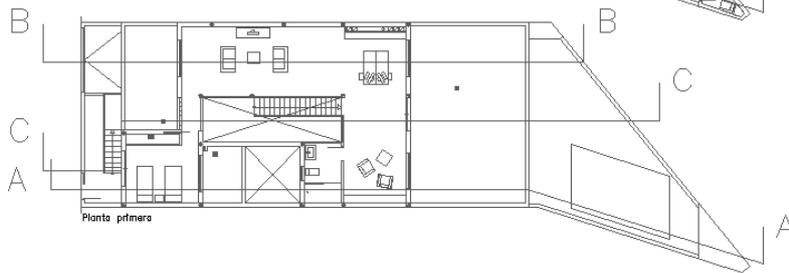
SECCIÓN C-C



Planta semibasamento



Planta baja

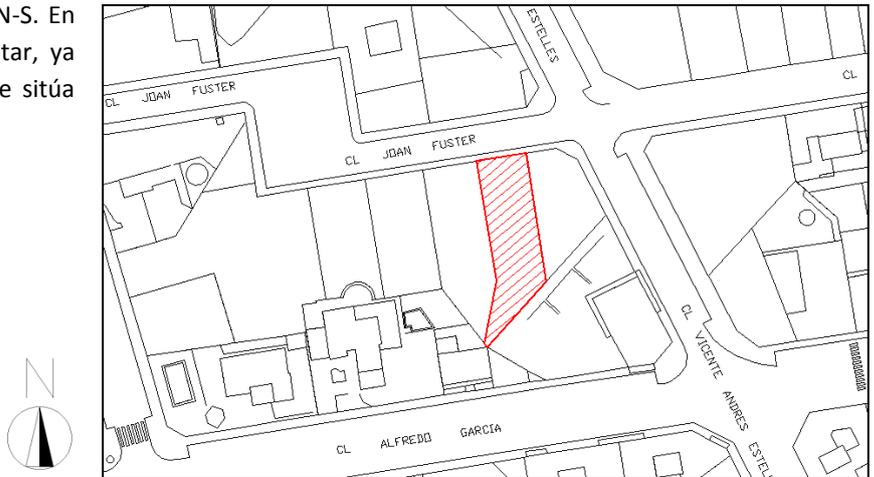


Planta primera



6.2 ORIENTACIÓN

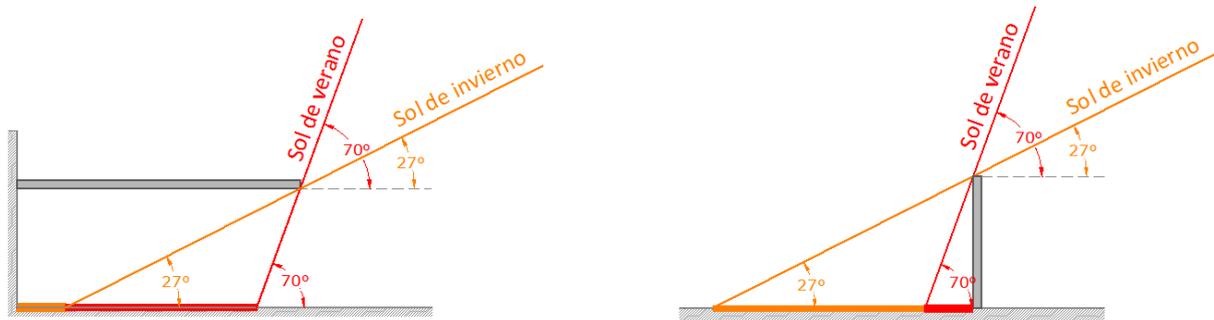
La parcela rectangular tiene orientación N-S. En este caso la vivienda no se puede orientar, ya que ocupa la totalidad de la parcela y se sitúa entre medianeras.





6.3 SOLEAMIENTO

Modificaciones bioclimáticas basadas en el cambio de la inclinación de los rayos solares respecto de la tierra, y la modificación de la sombra de un mismo elemento a lo largo del año. Las inclinaciones límite son las de los días del solsticio de invierno y de verano, 21 de diciembre y 21 de junio. La latitud de Monserrat es $39^{\circ} 28' 48''$ Norte, y el rango de ángulos para tal situación es $27^{\circ} - 70^{\circ}$, tal y como indican las imágenes.



Las modificaciones son:

Apertura de **Lucernarios de doble hoja abatibles en las cubiertas planas**. Hoja acristalada y elemento de sombra, con la combinación de ellas podemos condicionar la entrada de luz y la ventilación según preferencias para verano o invierno. Permiten la entrada de luz directa en invierno y la obstaculizan en verano. Permiten abrir huecos para optimizar la ventilación cruzada.

Apertura de **Lucernarios en forjado de la planta baja** para iluminar planta semisótano mediante luz indirecta, esto permite un ahorro en iluminación de ésta planta durante el día.

Adición de **voladizos** en huecos de la fachada sur, dimensionados para permitir la máxima entrada de radiación solar en los periodos fríos del año para aprovecharla como calefacción natural, y obstaculizarla en periodos de mayor calor.

Sustitución de **antepecho** opaco por otro **traslúcido** (fábrica por barandilla metálica) en perímetro del patio de luces. Aumenta la incidencia solar en la habitación de la planta superior.

En los planos siguientes podemos ver la incidencia solar de invierno y de verano sobre el diseño convencional y sobre el diseño con las modificaciones bioclimáticas:

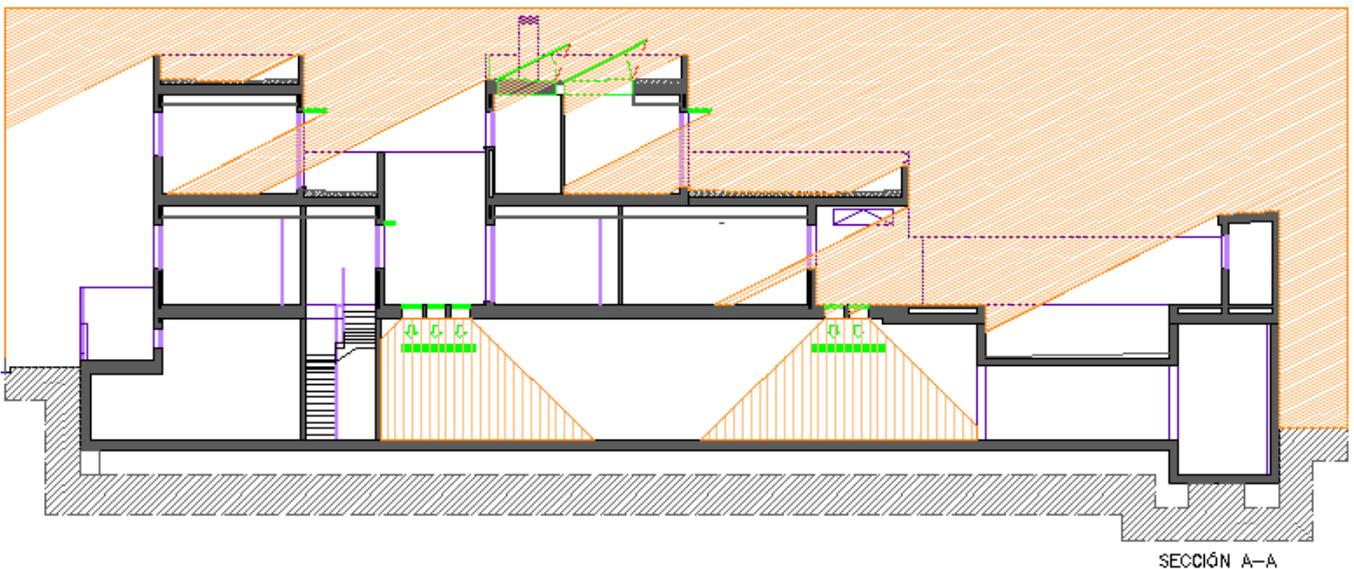
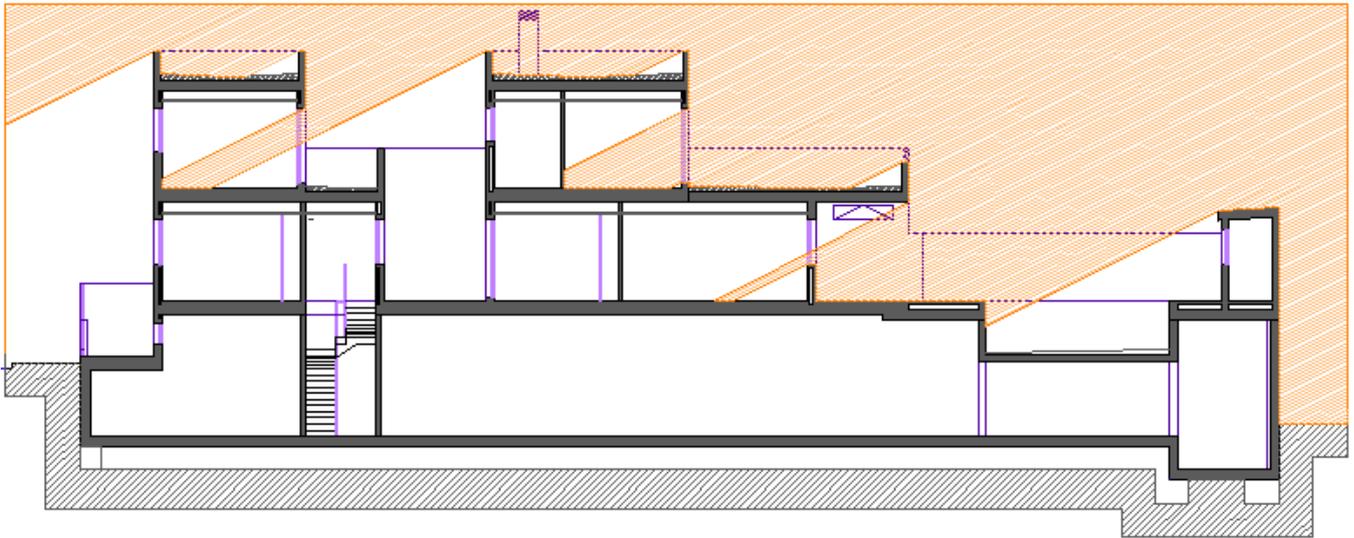


6.4 INCIDENCIA SOLAR EN INVIERNO Y VERANO SOBRE LA VIVIENDA CONVENCIONAL Y LA BIOCLIMÁTICA.

Presentamos tres secciones longitudinales y tres plantas explicativas de las modificaciones Bioclimáticas propuestas.

EN INVIERNO

Diseño convencional



Diseño Bioclimático

Apertura de lucernarios de doble hoja (opaca + traslúcida) en cubierta plana.

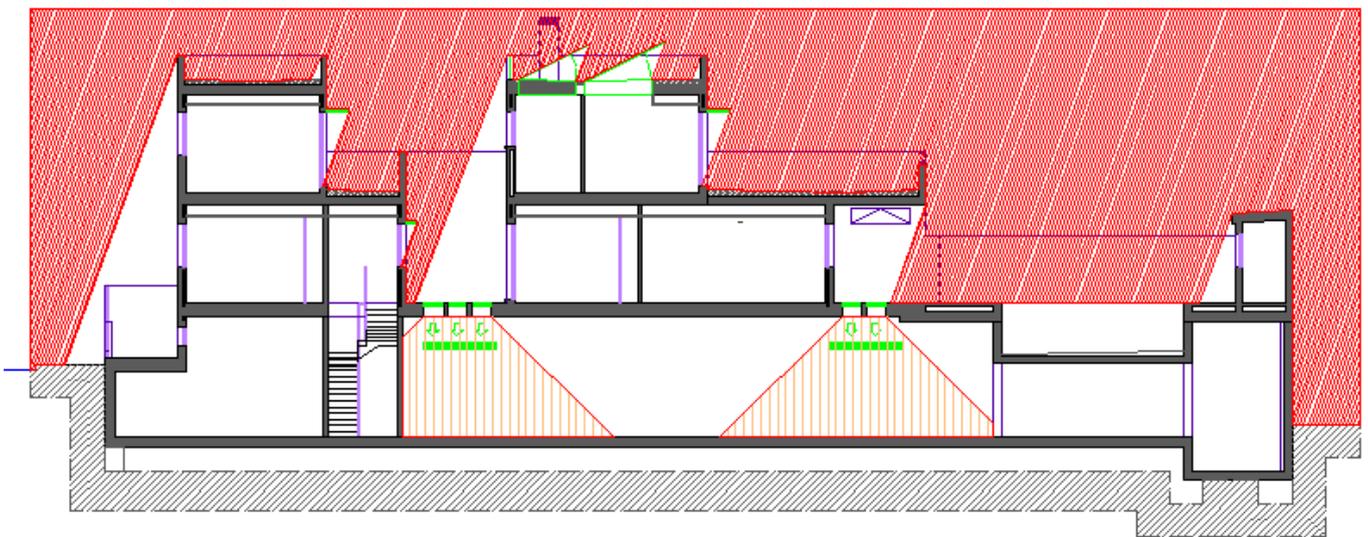
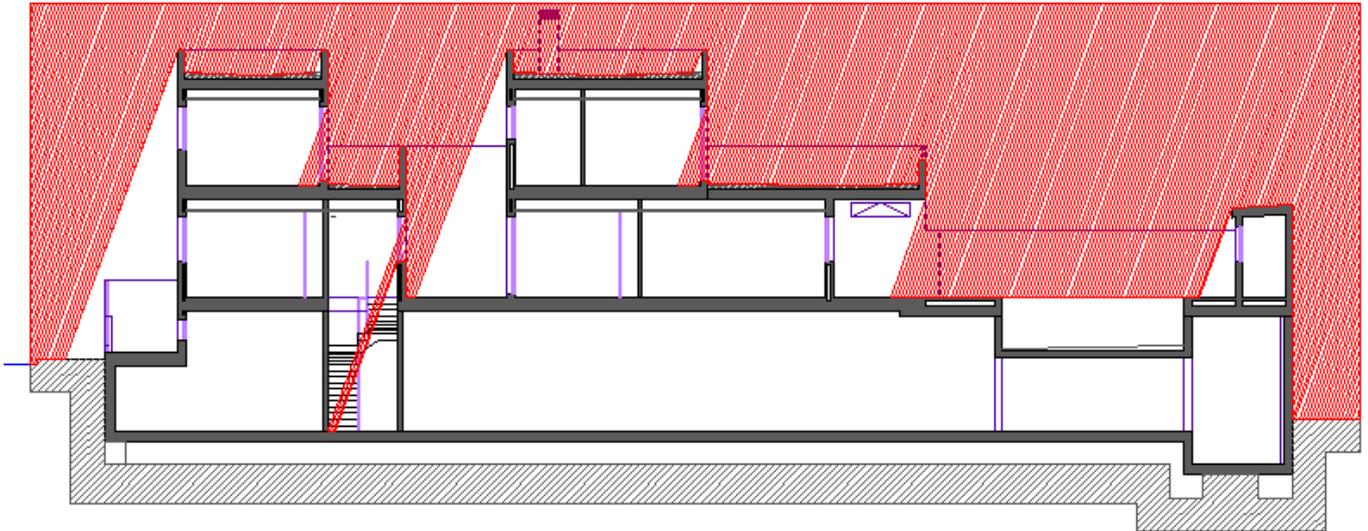
Apertura de lucernarios en forjado de planta baja.

Voladizo en hueco de fachada sur.



EN VERANO

Diseño convencional



SECCIÓN A-A

Diseño Bioclimático

Apertura de lucernarios de doble hoja (opaca + traslúcida) en cubierta plana.

Apertura de lucernarios en forjado de planta baja.

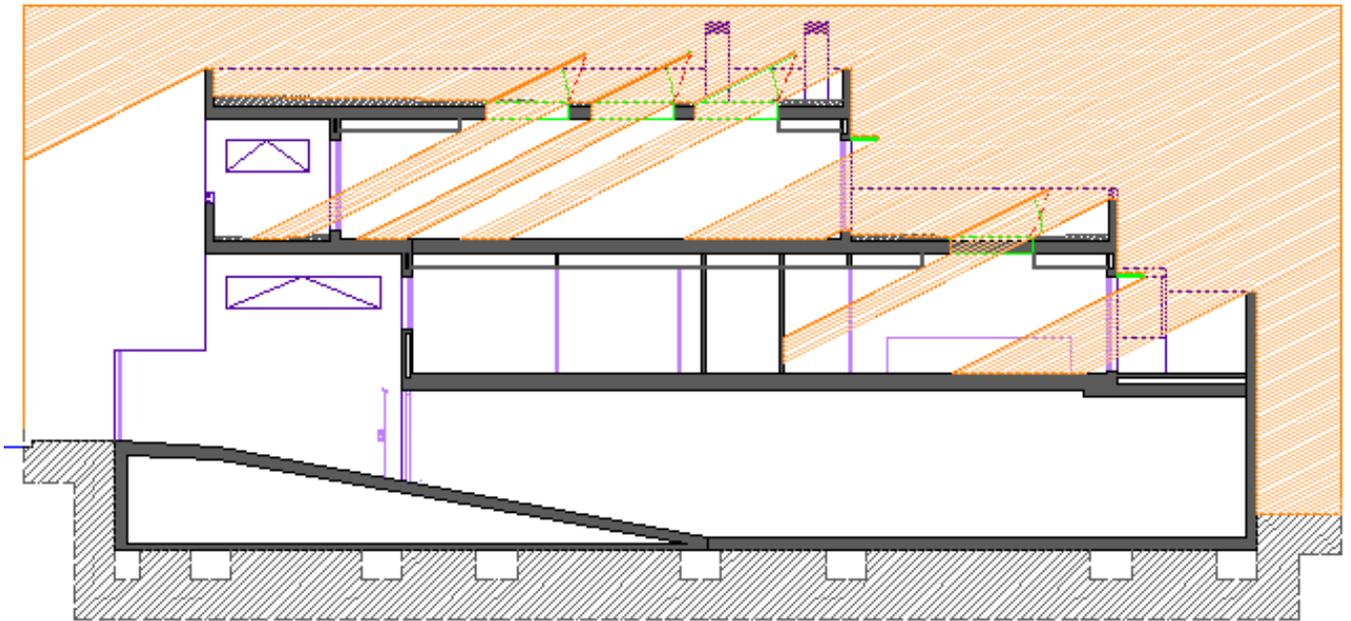
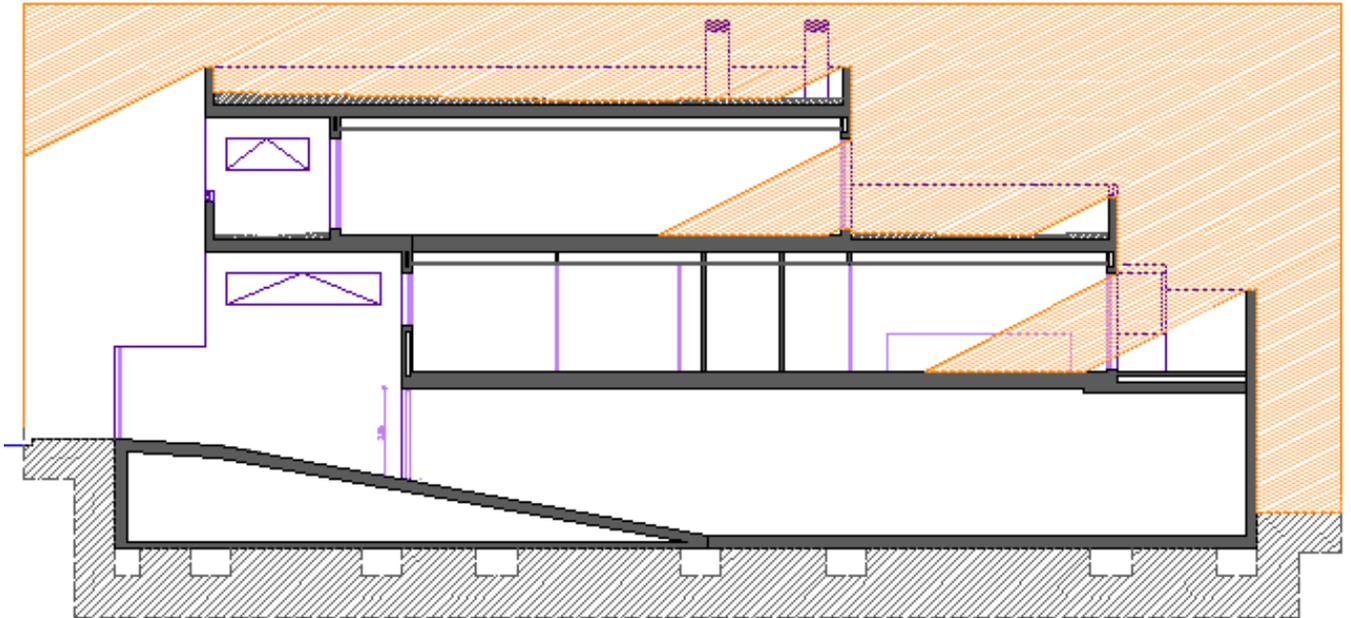
Voladizo en hueco de fachada sur.

Antepecho translucido en patio de luces



EN INVIERNO

Diseño convencional



SECCIÓN B-B

Diseño bioclimático

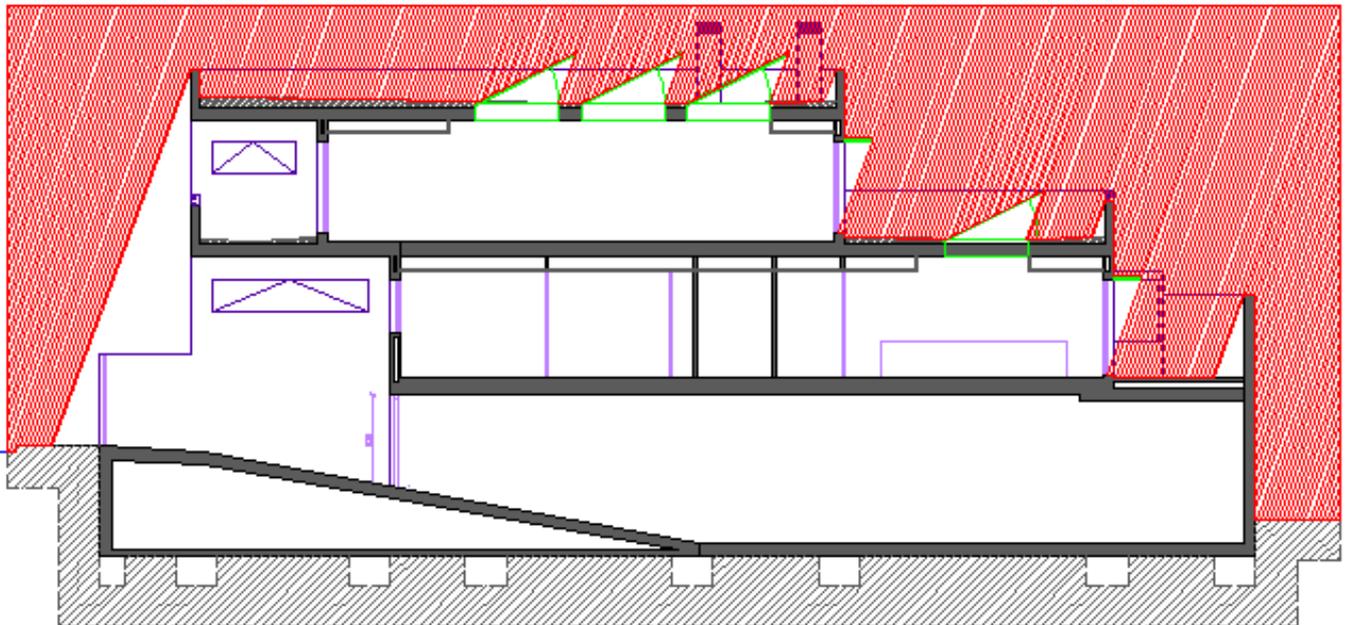
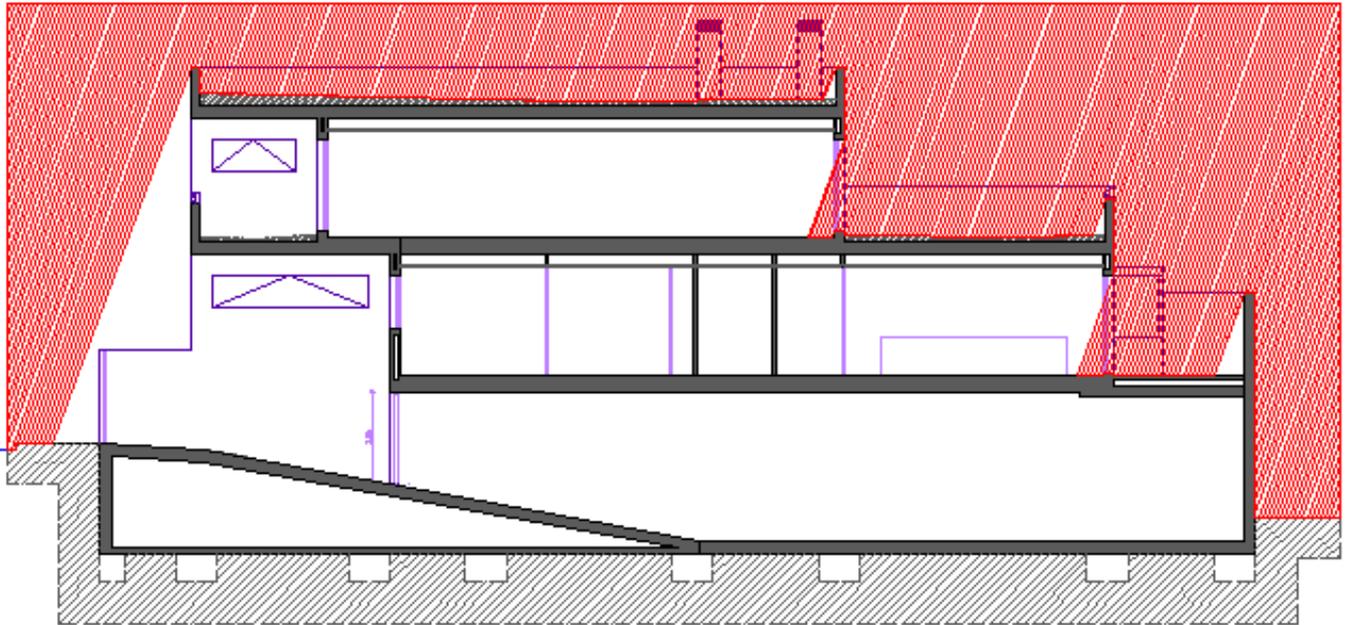
Apertura de lucernarios de doble hoja (opaca + traslúcida) en cubierta plana.

Voladizos en huecos de fachada sur.



EN VERANO

Diseño convencional



SECCIÓN B-B

Diseño bioclimático

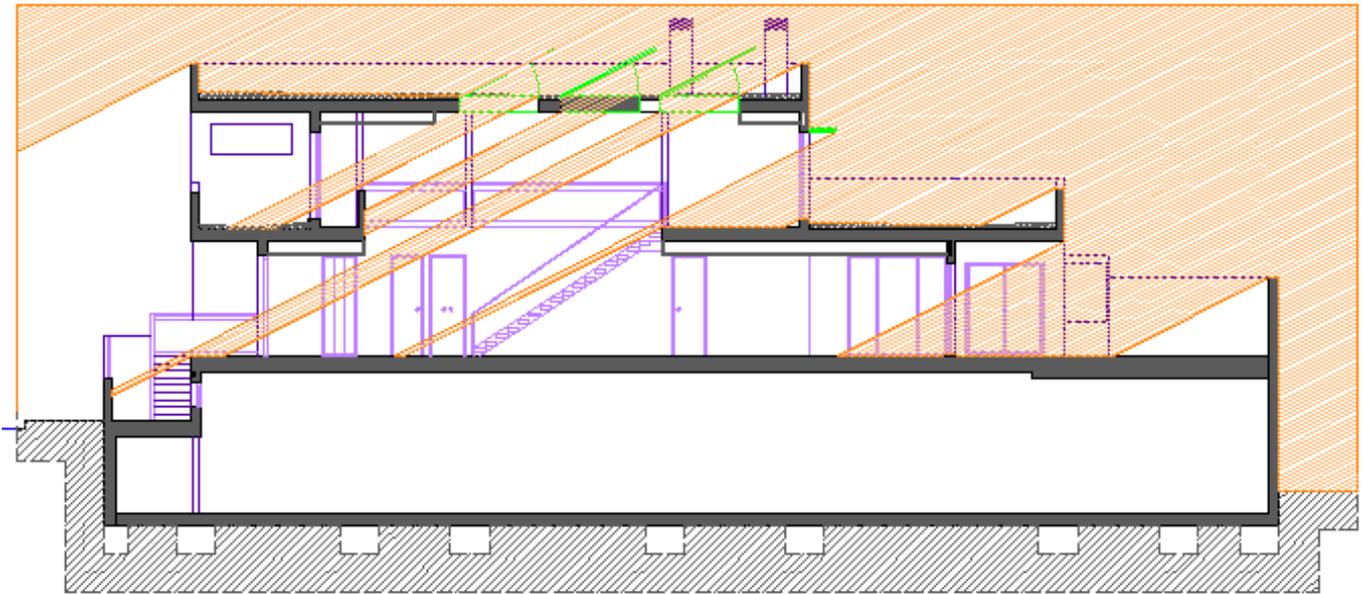
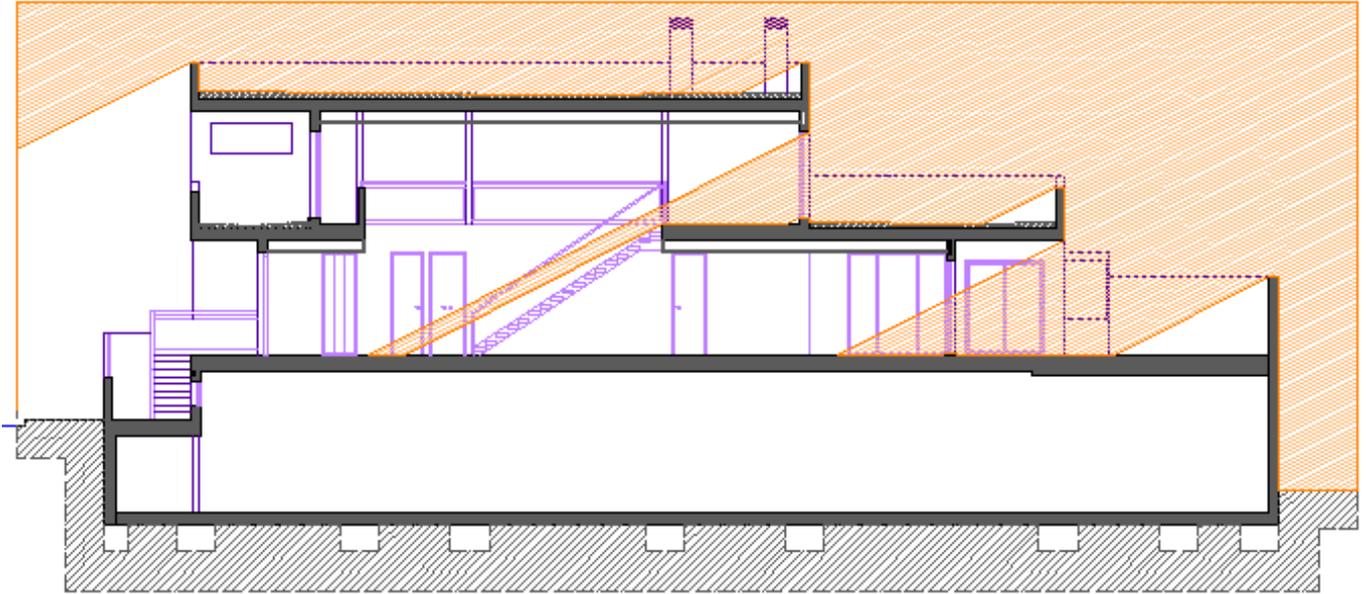
Apertura de lucernarios de doble hoja (opaca + traslúcida) en cubierta plana.

Voladizos en huecos de fachada sur.



EN INVIERNO

Diseño convencional



SECCIÓN C-C

Diseño Bioclimático

La apertura de los **lucernarios** en la planta de cubierta permite la entrada de mayor cantidad de luz.

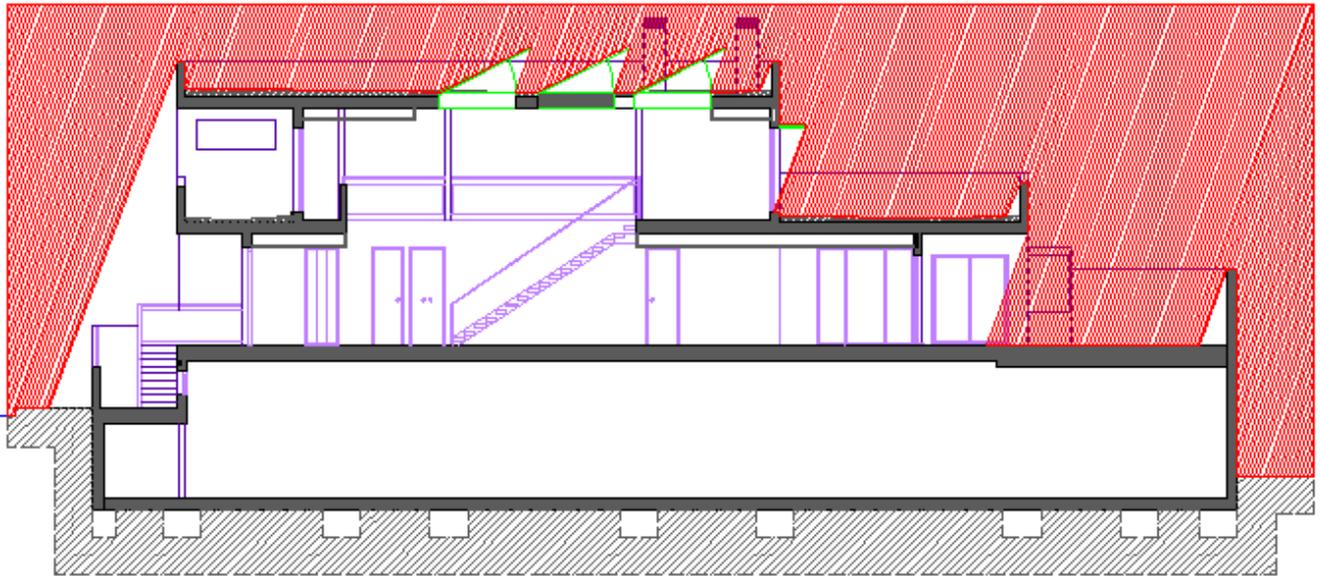
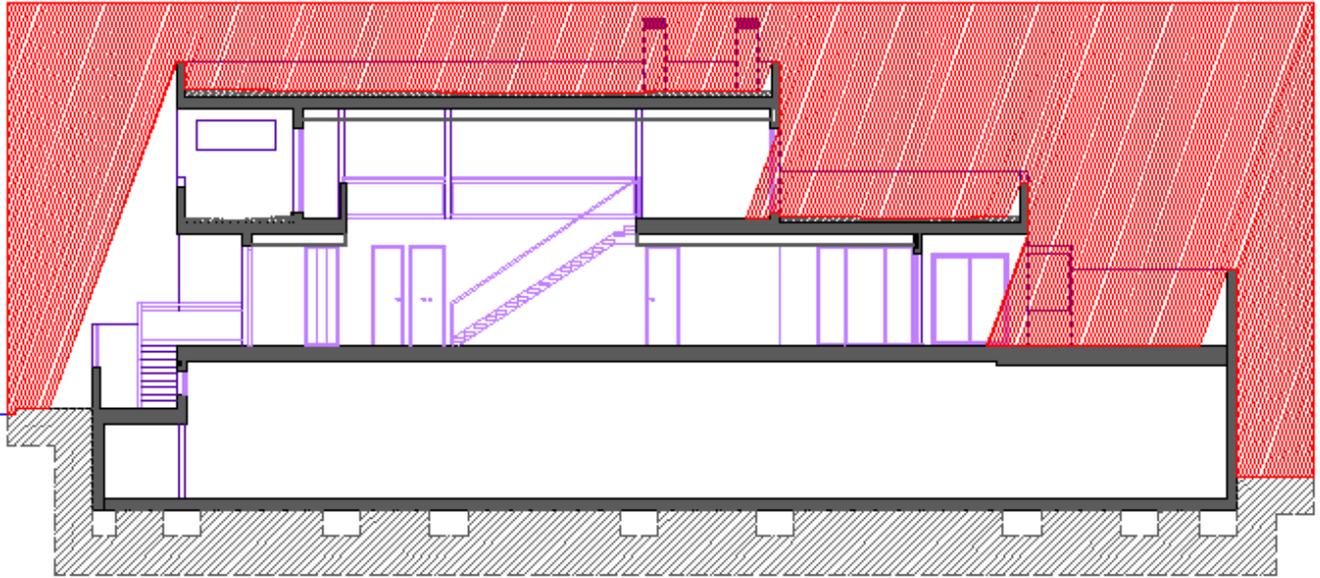
Los lucernarios son de doble hoja, la transparente permite entrada de luz en invierno a la vez que resguarda del viento y la temperatura exterior.

Tanto los **voladizos** en los huecos de la fachada sur como los lucernarios se dimensionan para evitar la entrada de la luz en periodo de verano



EN VERANO

Diseño Convencional

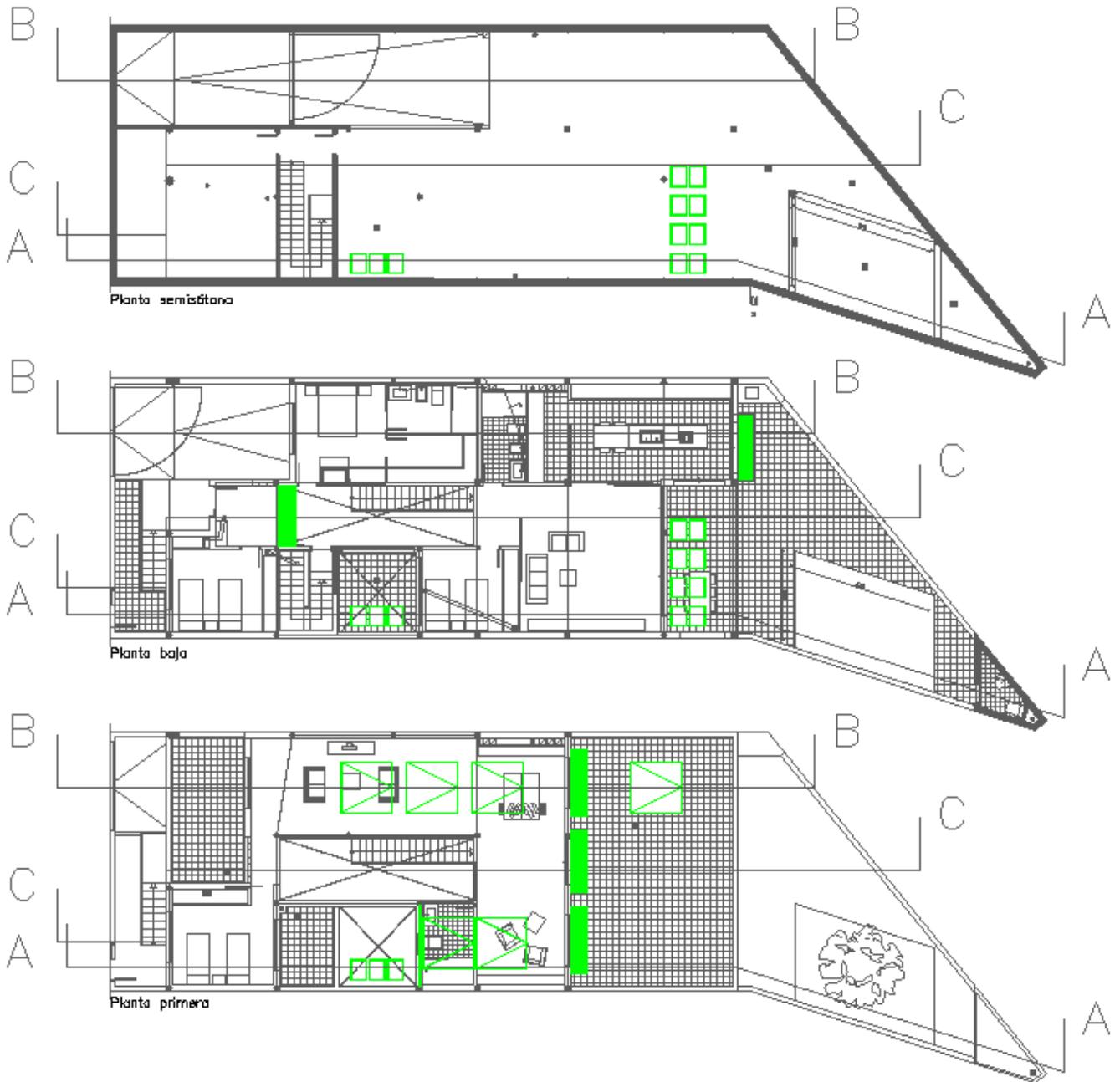


SECCIÓN C-C

Diseño Bioclimático



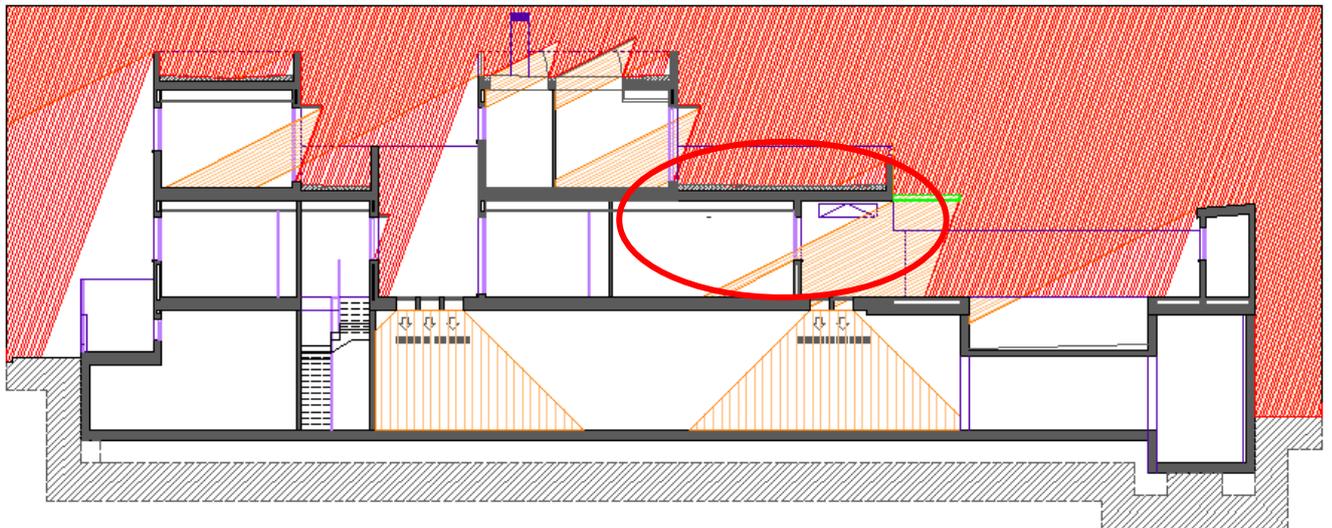
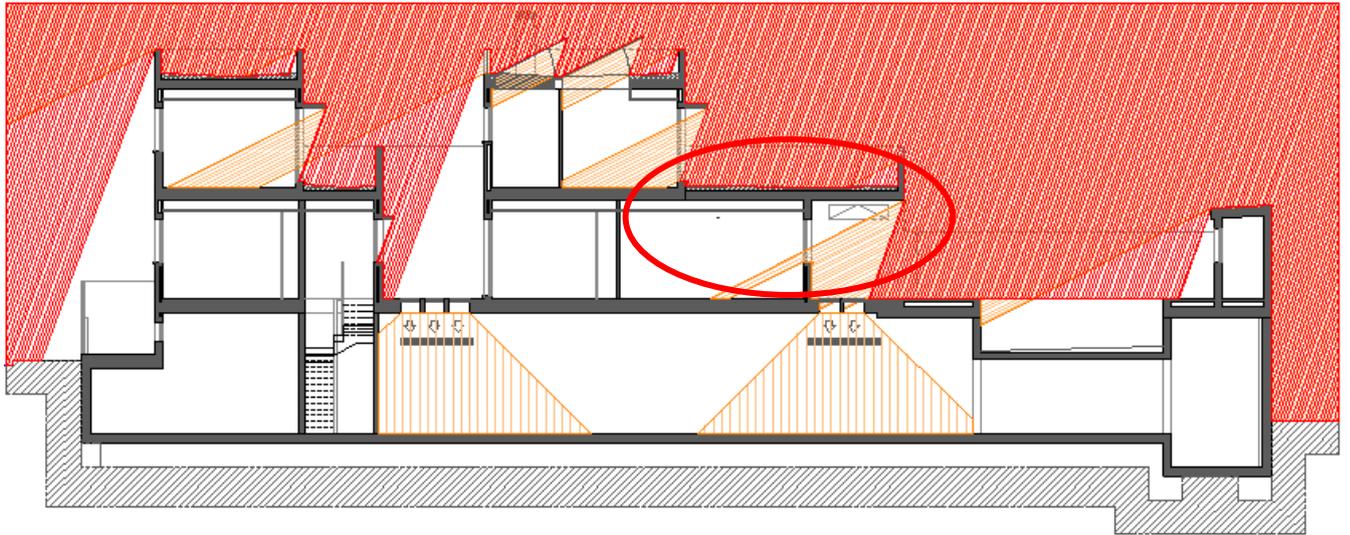
PLANTAS DE LA VIVIENDA CON LAS MODIFICACIONES BIOCLIMÁTICAS.





Aportación de sombra por elementos vegetales

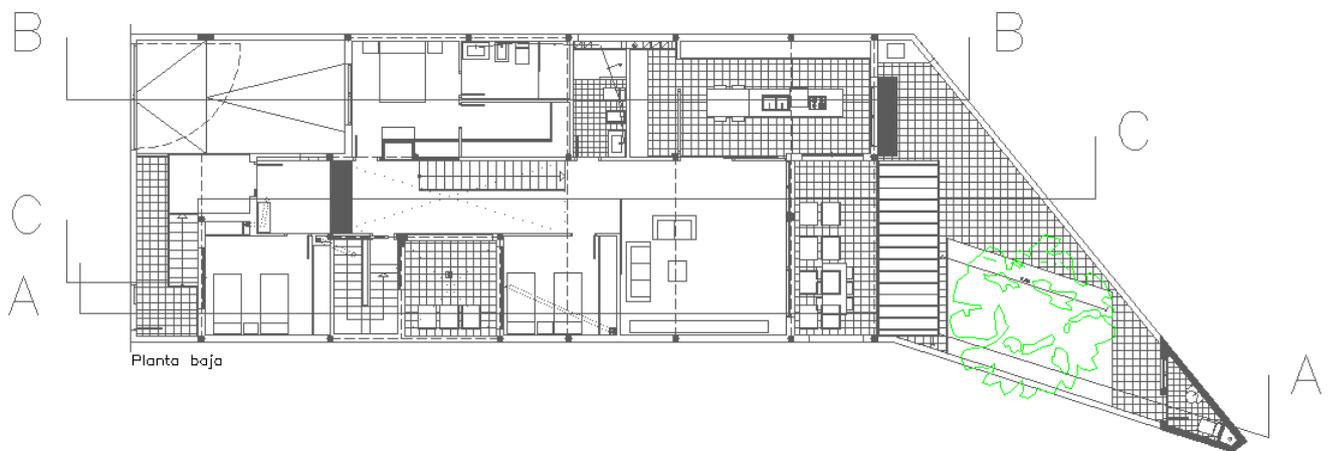
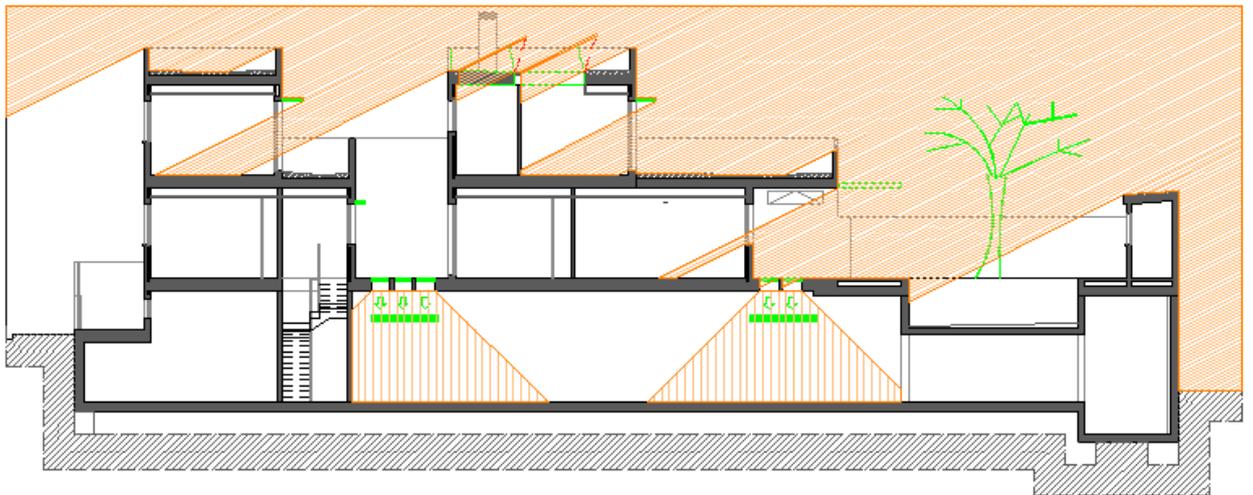
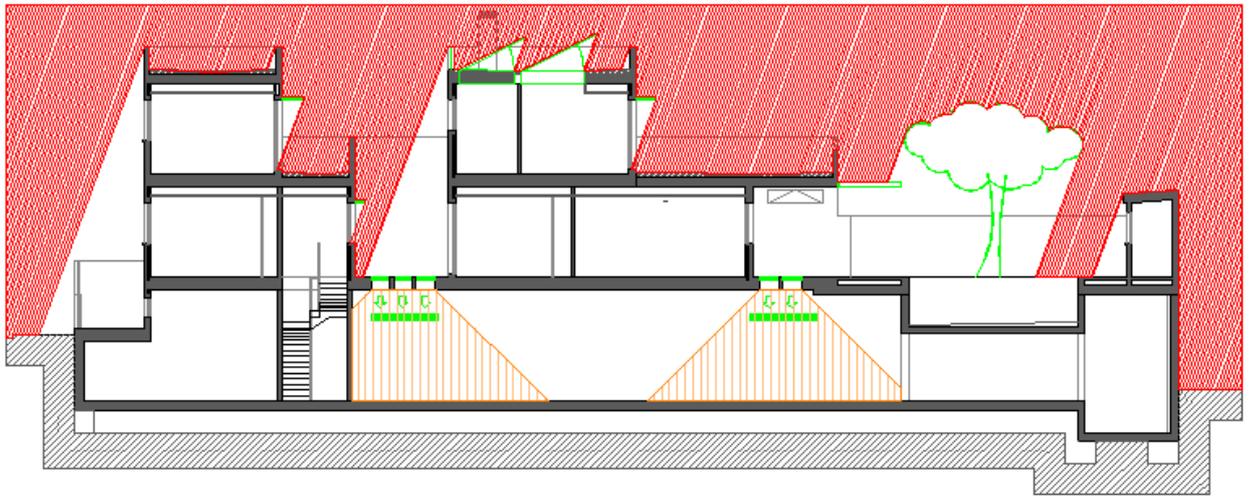
Pérgola con planta trepadora de hoja caduca que con sus hojas cubra de sombra la zona de estar de la terraza en el verano y que al perder sus hojas en invierno deje la zona soleada.





UNIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA

El árbol de la variedad Fresno, de **hoja caduca**, nos aporta sombra en verano y, en invierno, cuando pierde sus hojas deja que el sol pase.

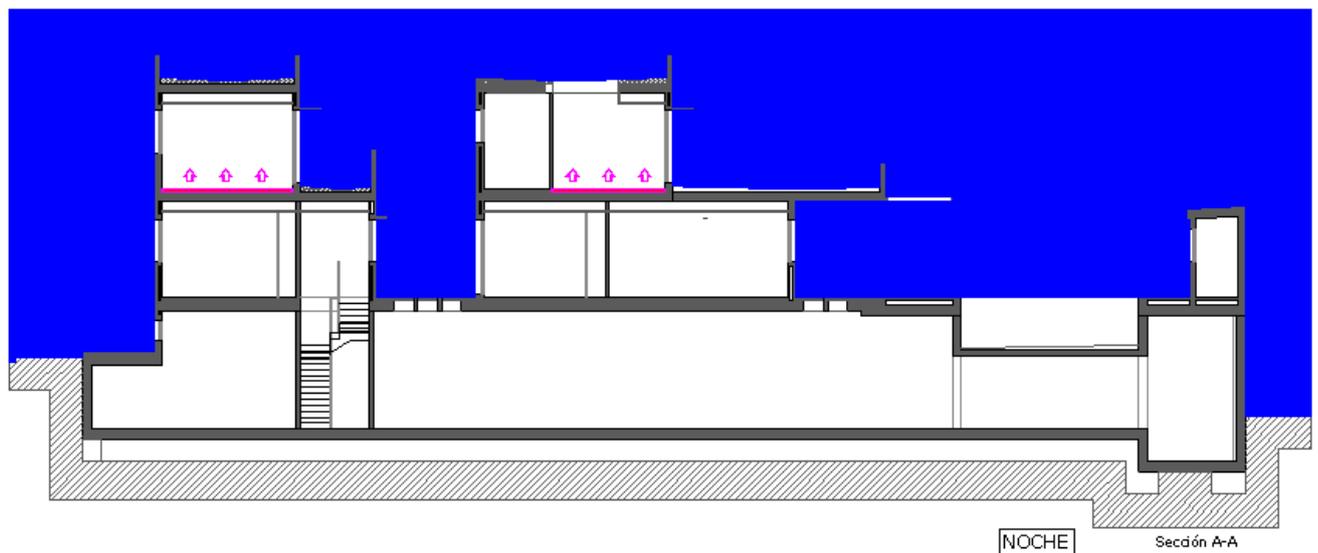
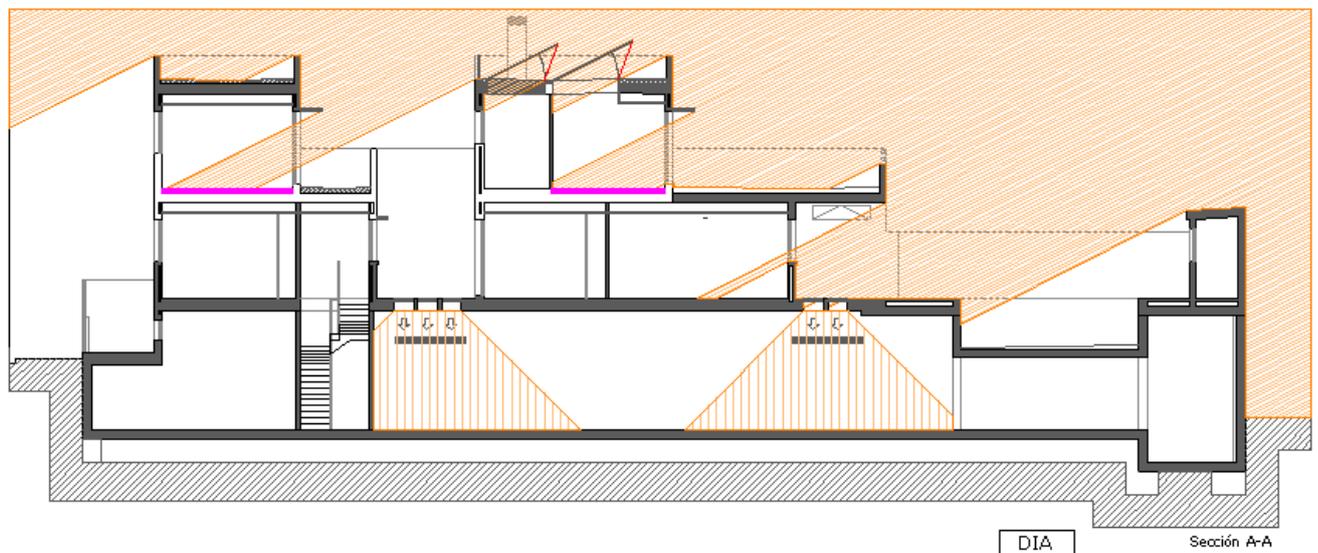




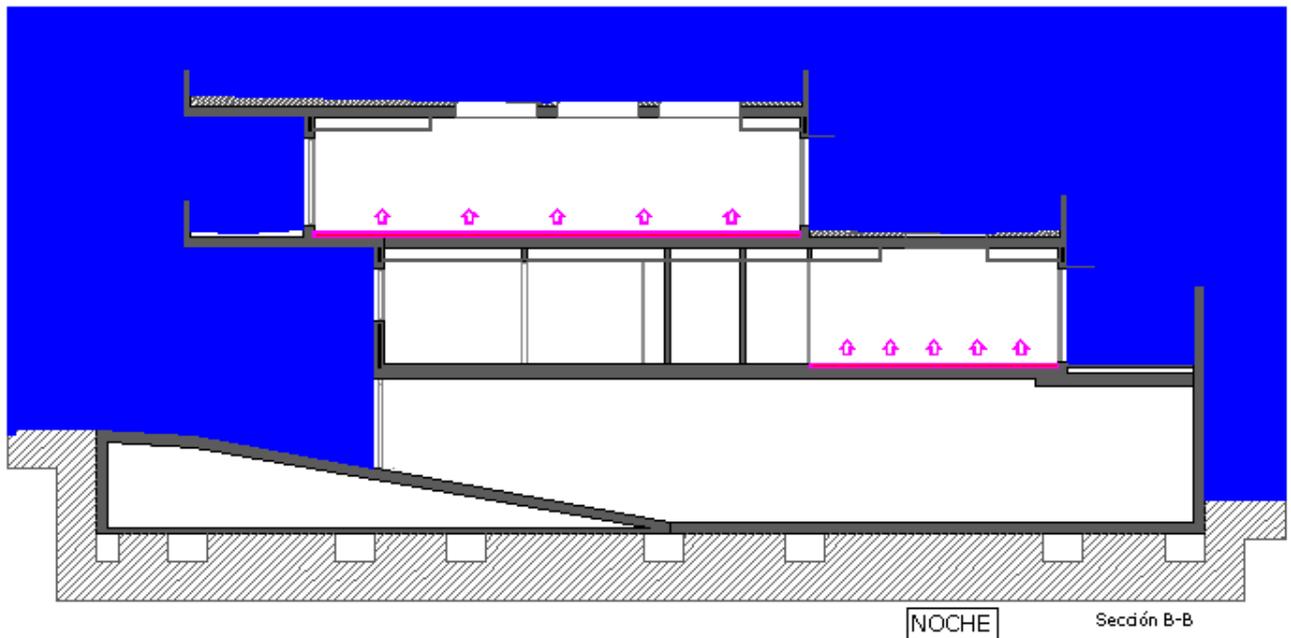
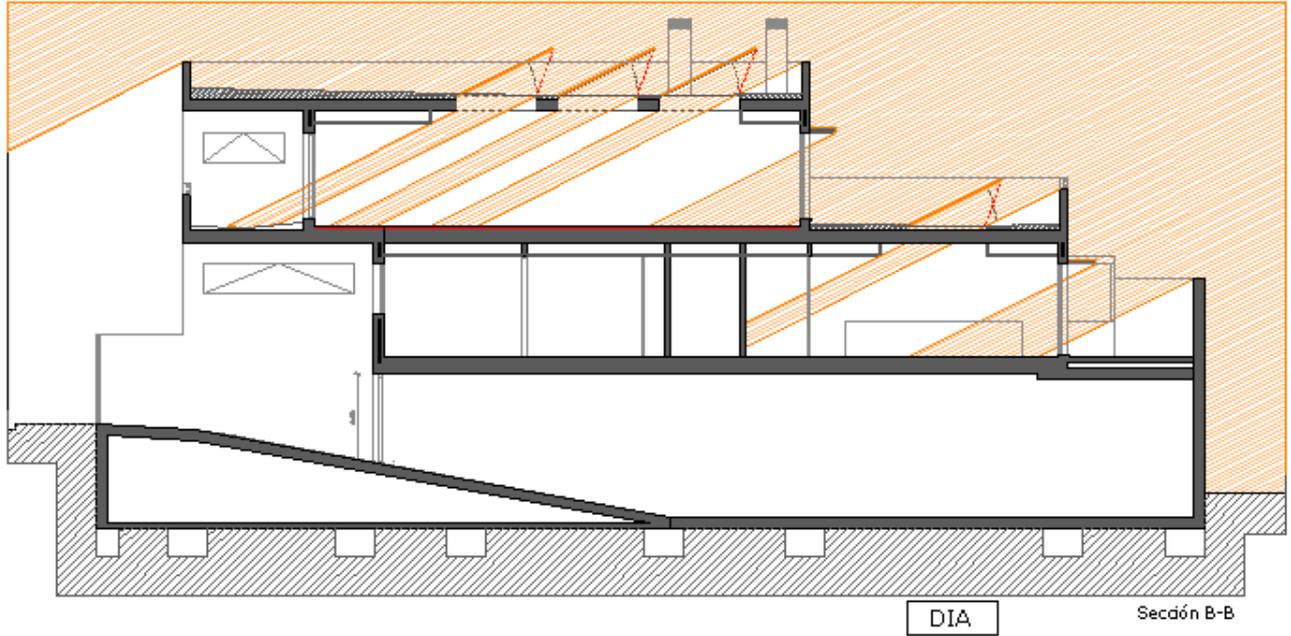
6.4.1 MATERIALES DE ALTA INERCIA TÉRMICA.

Con esta capacidad de almacenar el calor, podemos, además de aprovechar del sol el calor y la luz directos, hacerlo también de manera indirecta. El pavimento de las zonas que en invierno tienen incidencia solar (recordar que logramos darles sombra en verano) serán **pétreos**, material de alta inercia térmica, y de **color oscuro**, con el que favorecemos la absorción de la luz solar. Este pavimento, tras haber estado gran parte del día recibiendo luz solar, se mantiene caliente al llegar la noche, favoreciendo la sensación de confort.

En color magenta vemos aquellas zonas del suelo que están irradiadas por el sol durante el invierno. Es en ellas donde tendremos cuidado de que el material usado sea el de alta inercia térmica.

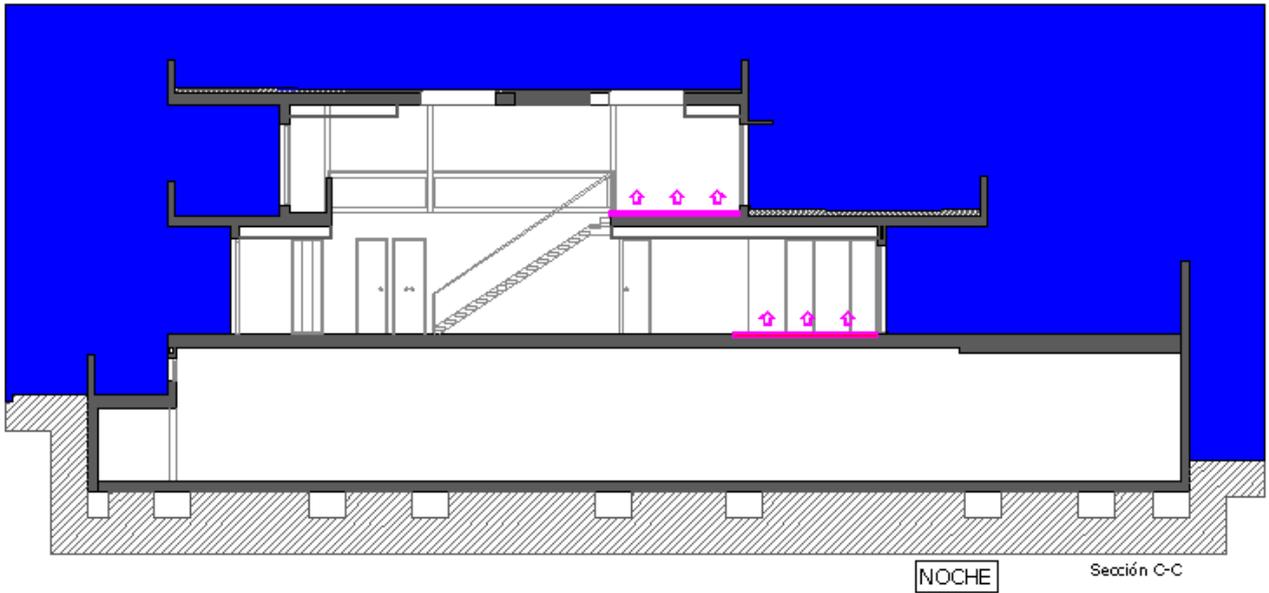
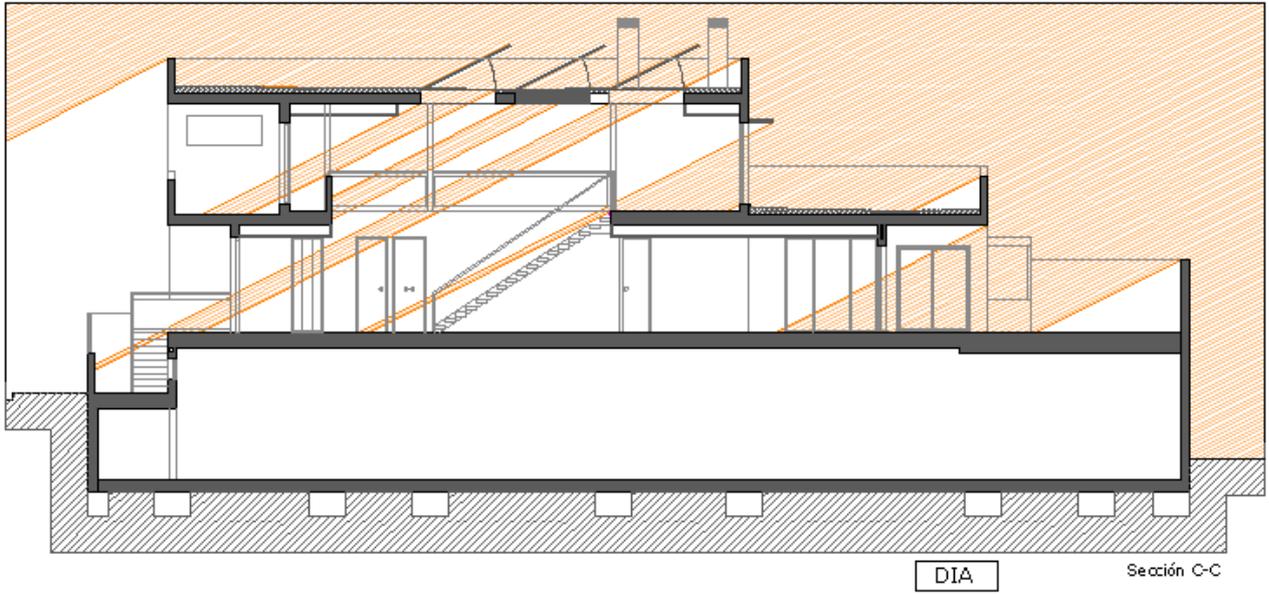


Esquema del efecto que el material crea durante la noche. Emite calor almacenado durante el día.





UNIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA

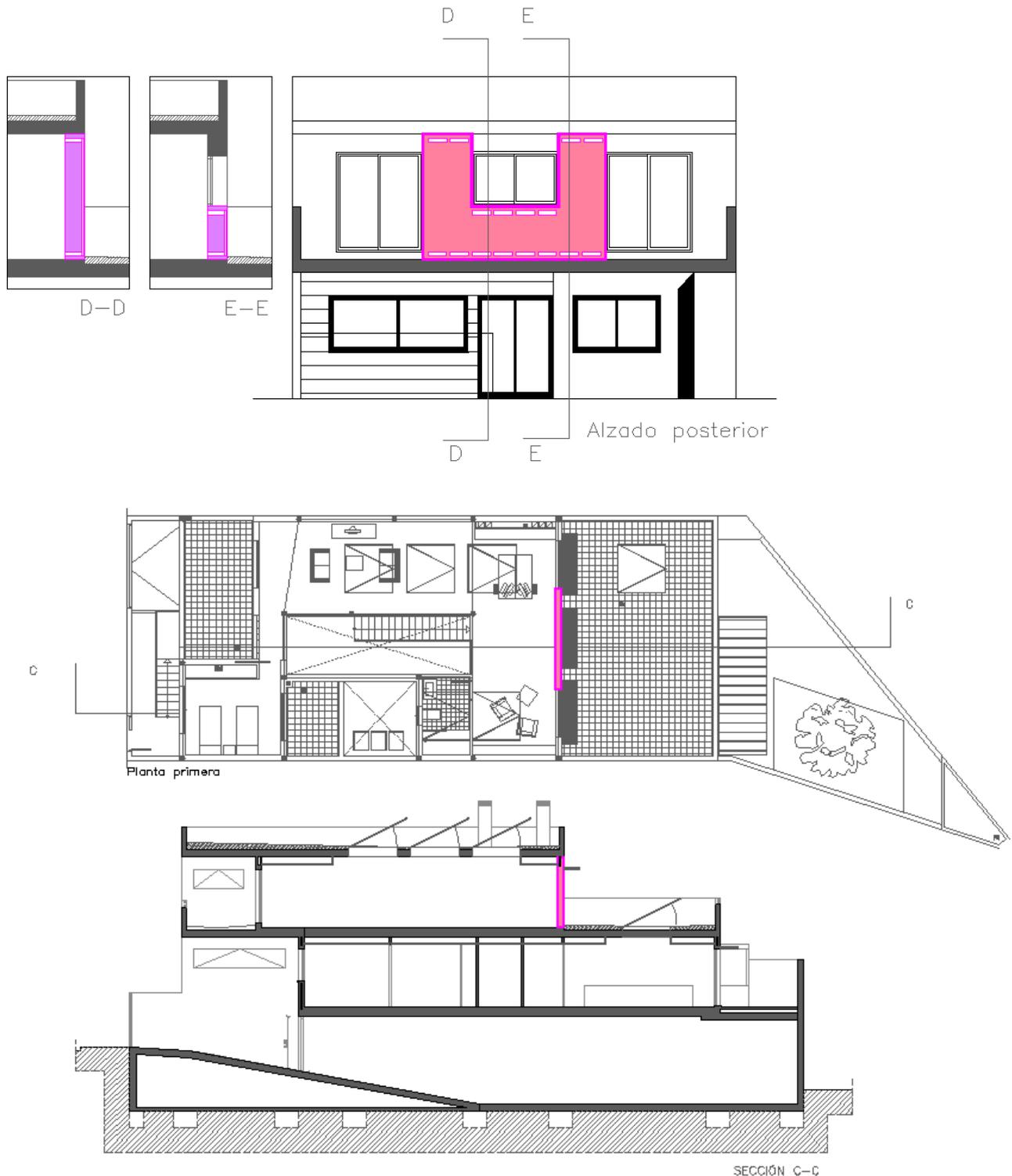




6.4.2 MURO TROMBE

Muro trombe situado en la planta primera, en la fachada orientada al sur, la posterior. Regulando la abertura de las rejillas, conducimos el tiro ascendente de aire caliente, hacia el interior de la casa en invierno, o hacia el exterior en verano en favor de la entrada de aire más fresco por la cara norte de la edificación (ver planos de ventilación cruzada).

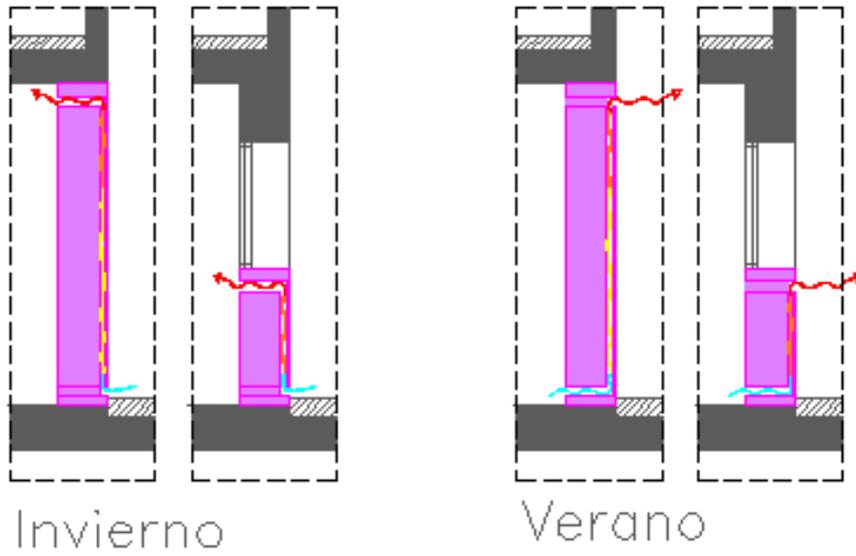
A todo esto cabe sumarle el efecto de la gran masa del muro trombe, que le confiere la capacidad de almacén de calor tras acumularlo directamente del sol. Estos muros deben de prestarse atención al perfil térmico, para calcular las horas que tarda el calor en atravesarlo.





UNIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA

Detalle del funcionamiento del muro según el efecto deseado en cada estación del año.



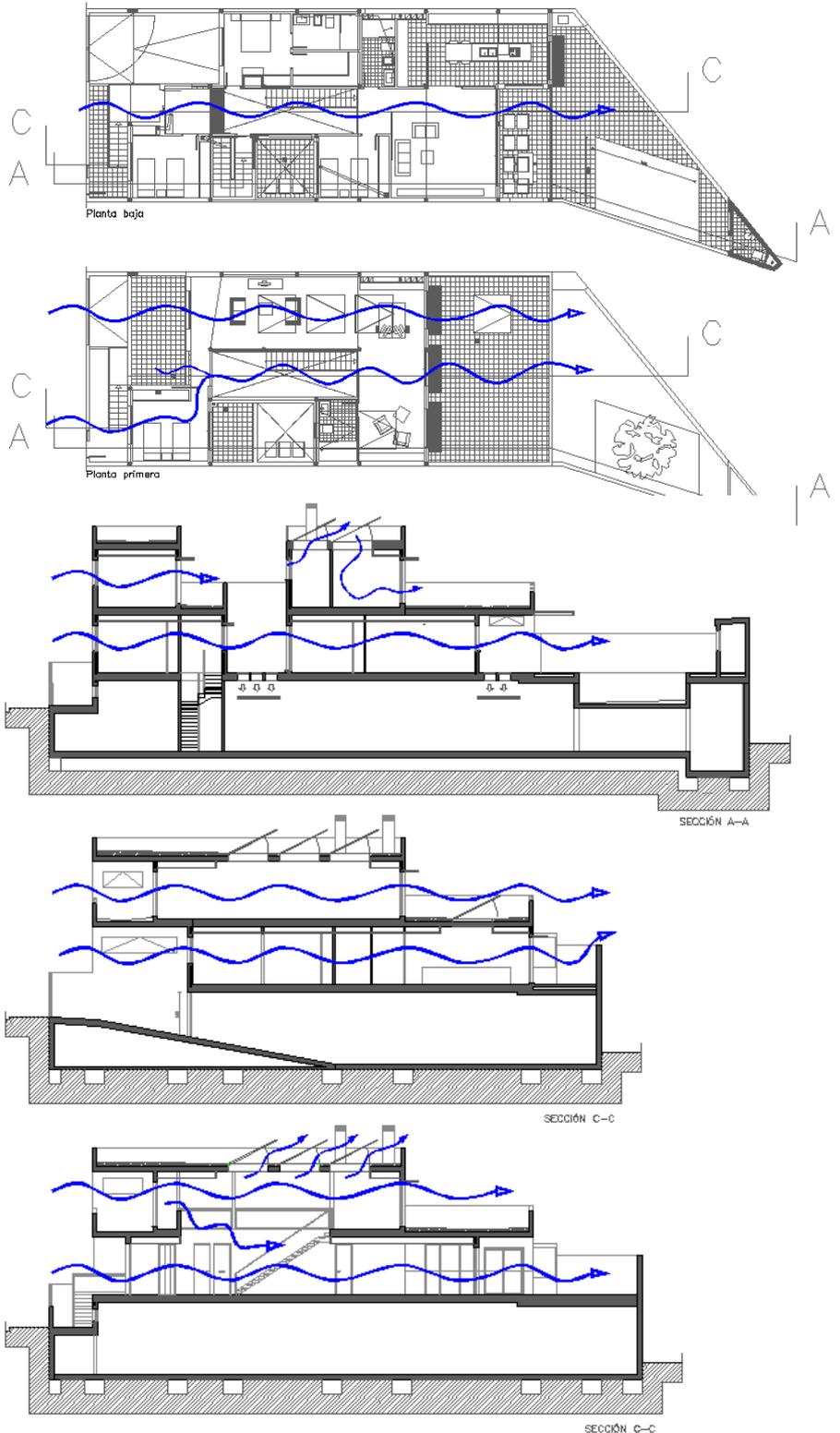


VENTILACIÓN NATURAL

6.4.3 MEDIANTE VENTILACIÓN CRUZADA

, favoreciendo la entrada y circulación de la brisa natural por dentro de la vivienda. Los huecos enfrentados en los muros, ventanas y puertas, en la dirección longitudinal de la vivienda lo permiten.

El paso de brisa entre plantas se favorece por el gran hueco de la escalera y el patio de luces.





6.4.4 TUBO PROVENZAL

Este sistema recoge el viento a temperatura ambiente y lo canaliza hasta el subsuelo, hasta una profundidad de 2,5m respecto del terreno natural y a 4,65m respecto de la rasante. El aire atraviesa a esa profundidad el tubo enterrado, a lo largo 30 metros, permaneciendo en el subsuelo el tiempo suficiente para atemperarse y llegar a la temperatura de confort. Puesto que la temperatura media estacional subterránea a partir de los dos metros de profundidad se aproxima a la temperatura de confort (18-26°C) tanto en verano como en invierno.

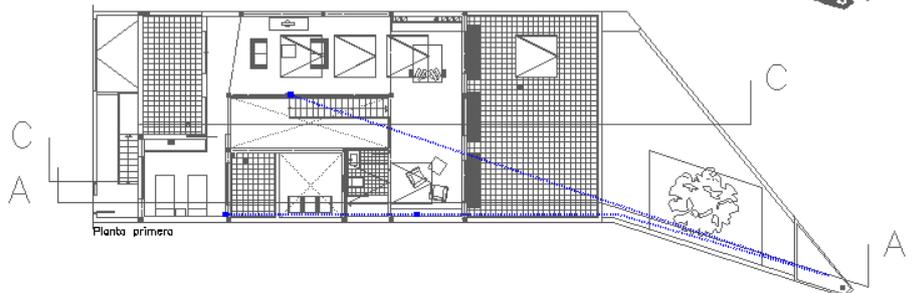
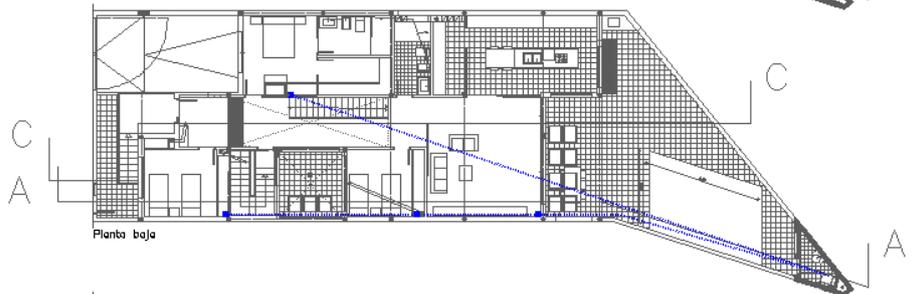
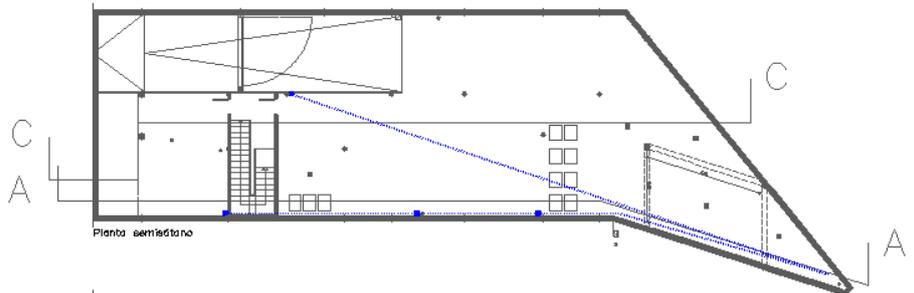
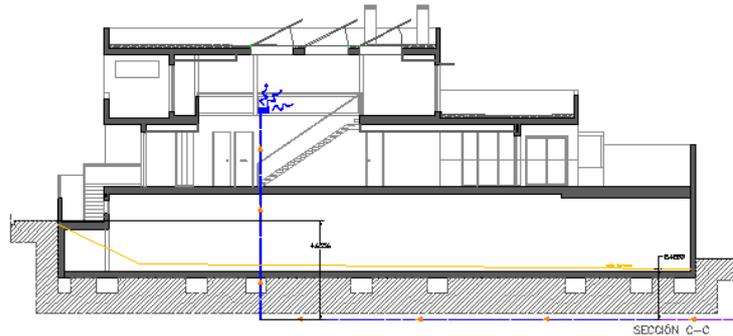
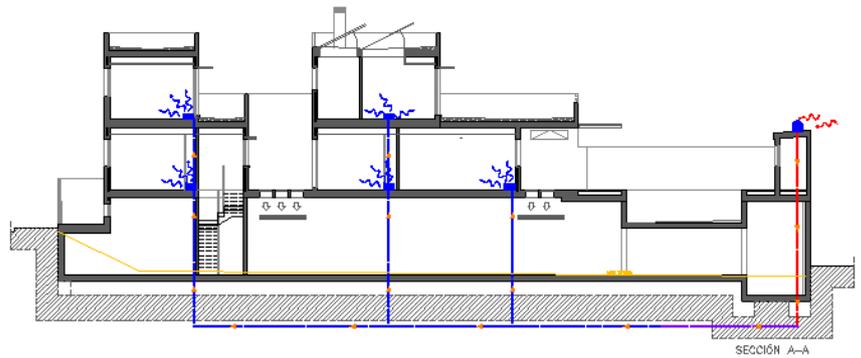
Se estima que para que el aire llegue a atemperarse a tales temperaturas debe recorrer mínimo 20 metros a una profundidad mínima de 2 metros.

Dos situaciones, de verano e invierno:

En el caso de invierno, en el aire entra frío y se atempera, disminuye su densidad en el tubo, tiende a subir y sale del circuito creando el tiro natural que mueve el circuito.

En el caso de verano, en el cual el aire entra al circuito caliente y se enfría a medida que atraviesa el tubo. Este aire aumenta su densidad y no se crea el tiro deseado, de modo que se hace necesario forzarlo por medio de ventiladores.

Las rejillas de cada salida regulan en cada estancia el caudal que deba entrar.



AHORRO ENERGÉTICO EN EL PROYECTO DE
UNA UNIFAMILIAR.

CUMPLIMIENTO DEL CTE-DB-HE



7. CUMPLIMIENTO DEL CTE-DB-HE

Visto el bioclimatismo como método de eficiencia energética, entramos a estudiar el Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico, CTE-DB-HE mediante su aplicación al proyecto de una vivienda unifamiliar.

7.1 CUMPLIMIENTO DEL CTE HE1.LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

La demanda energética de los edificios se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zona climática establecida y de la carga interna en sus espacios.

Determinación de la zona climática a partir de valores tabulados.

Tabla D.1.- Zonas climáticas

Provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Albacete	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	E1
Almería	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1
Ávila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	E1	E1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Burgos	E1	861	E1	E1	E1	E1	E1
Cáceres	C4	385	D3	D1	E1	E1	E1
Cádiz	A3	0	B3	B3	C1	C1	D1
Castellón de la Plana	B3	18	C2	C1	D1	D1	E1
Ceuta	B3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Ciudad real	D3	630	D2	E1	E1	E1	E1
Córdoba	B4	113	C3	C2	D1	D1	E1
Coruña (a)	C1	0	C1	D1	D1	E1	E1
Cuenca	D2	975	E1	E1	E1	E1	E1
Donostia-San Sebastián	C1	5	D1	D1	E1	E1	E1
Girona	C2	143	D1	D1	E1	E1	E1
Granada	C3	754	D2	D1	E1	E1	E1
Guadalajara	D3	708	D1	E1	E1	E1	E1
Huelva	B4	50	B3	C1	C1	D1	D1
Huesca	D2	432	E1	E1	E1	E1	E1
Jaén	C4	436	C3	D2	D1	E1	E1
León	E1	346	E1	E1	E1	E1	E1
Lleida	D3	131	D2	E1	E1	E1	E1
Logroño	D2	379	D1	E1	E1	E1	E1
Lugo	D1	412	E1	E1	E1	E1	E1
Madrid	D3	589	D1	E1	E1	E1	E1
Málaga	A3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Melilla	A3	130	B3	B3	C1	C1	D1
Murcia	B3	25	C2	C1	D1	D1	E1
Ourense	C2	327	D1	E1	E1	E1	E1
Oviedo	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Palencia	D1	722	E1	E1	E1	E1	E1
Palma de Mallorca	B3	1	B3	C1	C1	D1	D1
Palmas de gran canaria (las)	A3	114	A3	A3	A3	B3	B3
Pamplona	D1	456	E1	E1	E1	E1	E1
Pontevedra	C1	77	C1	D1	D1	E1	E1
Salamanca	D2	770	E1	E1	E1	E1	E1
Santa cruz de Tenerife	A3	0	A3	A3	A3	B3	B3
Santander	C1	1	C1	D1	D1	E1	E1
Segovia	D2	1013	E1	E1	E1	E1	E1
Sevilla	B4	9	B3	C2	C1	D1	E1
Soria	E1	984	E1	E1	E1	E1	E1
Tarragona	B3	1	C2	C1	D1	D1	E1
Teruel	D2	995	E1	E1	E1	E1	E1
Toledo	C4	445	D3	D2	E1	E1	E1
Valencia	B3	8	C2	C1	D1	D1	E1
Valladolid	D2	704	E1	E1	E1	E1	E1
Vitoria-Gasteiz	D1	512	E1	E1	E1	E1	E1
Zamora	D2	617	E1	E1	E1	E1	E1
Zaragoza	D3	207	D2	E1	E1	E1	E1

La provincia del proyecto es VALENCIA, la altura de referencia es 8 y la localidad es MONSERRAT con un desnivel entre la localidad del proyecto y la capital de 92 m. Así que extraemos de tabla que la vivienda se sitúa en la zona **B3**. La temperatura exterior de proyecto para la comprobación de condensaciones en el mes de Enero es de 10,4 °C



La humedad relativa exterior de proyecto para la comprobación de condensaciones en el mes de Enero es de 63 %

La zona climática resultante es B3

Atendiendo a la clasificación de los puntos 1 y 2, apartado 3.2.1 de la sección 1 del DB HE.

Existen espacios interiores clasificados como “espacios habitables de carga interna baja”.

Existen espacios interiores clasificados como “espacios no habitables”.

Atendiendo a la clasificación del punto 3, apartado 3.2.1 de la sección 1 del DB HE.

Existen espacios interiores clasificados como “espacios de clase de higrometría 3 o inferior”.


VALORES LÍMITE MÁXIMOS DE LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS MEDIOS:
ZONA CLIMÁTICA B3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	$U_{Mlim}: 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$
Transmitancia límite de suelos	$U_{Slim}: 0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$
Transmitancia límite de cubiertas	$U_{Clim}: 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$
Factor solar modificado límite de lucernarios	$F_{Llim}: 0,30$

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{Hlim} \text{ W/m}^2\text{K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Alta carga interna		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	5,4 (5,7)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,8 (4,7)	4,9 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	3,3 (3,8)	4,3 (4,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,57	-	-
de 31 a 40	3,0 (3,3)	4,0 (4,2)	5,6 (5,7)	5,6 (5,7)	-	-	-	0,45	-	0,50
de 41 a 50	2,8 (3,0)	3,7 (3,9)	5,4 (5,5)	5,4 (5,5)	0,53	-	0,59	0,38	0,57	0,43
de 51 a 60	2,7 (2,8)	3,6 (3,7)	5,2 (5,3)	5,2 (5,3)	0,46	-	0,52	0,33	0,51	0,38

⁽¹⁾ En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada U_{Mm} , definida en el apartado 3.2.2.1, sea inferior a 0,58 se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis para las zonas climáticas B3 y B4.

VALORES LÍMITE MÁXIMOS TRANSMITANCIA:

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en $\text{W/m}^2\text{K}$

Cerramientos y particiones interiores	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios <i>no habitables</i> , primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos ⁽²⁾	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m

⁽²⁾ Las transmitancias térmicas de vidrios y marcos se compararán por separado.

- 5 En edificios de viviendas, las *particiones interiores* que limitan las *unidades de uso* con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas, tendrán cada una de ellas una transmitancia no superior a $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Condensaciones.

Las condensaciones superficiales en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio, se limitarán de forma que se evite la formación de mohos en su superficie interior. Para ello, en aquellas superficies interiores de los cerramientos que puedan absorber agua o susceptibles de degradarse y especialmente en los puentes térmicos de los mismos, la humedad relativa media mensual en dicha superficie será inferior al 80%.

Las condensaciones intersticiales que se produzcan en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o



supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. Además, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual no será superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

Permeabilidad al aire

Las carpinterías de los huecos (ventanas y puertas) y lucernarios de los cerramientos se caracterizan por su permeabilidad al aire.

La permeabilidad de las carpinterías de los huecos y lucernarios de los cerramientos que limitan los espacios habitables de los edificios con el ambiente exterior se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zona climática establecida en el apartado 3.1.1.

Tal y como se recoge en la sección 1 del DB HE (apartado 2.3.3): La permeabilidad al aire de las carpinterías, medida con una sobrepresión de 100 Pa, tendrá un valor inferior a $50 \text{ m}^3/\text{h m}^2$.

Verificación de la limitación de demanda energética.

Se opta por el procedimiento alternativo de comprobación siguiente: "Opción simplificada".

Esta opción está basada en el control indirecto de la demanda energética de los edificios mediante la limitación de los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica. La comprobación se realiza a través de la comparación de los valores obtenidos en el cálculo con los valores límite permitidos. Esta opción podrá aplicarse a obras de edificación de nueva construcción que cumplan los requisitos especificados en el apartado 3.2.1.2 de la Sección HE1 del DB HE y a obras de rehabilitación de edificios existentes.

En esta opción se limita la presencia de condensaciones en la superficie y en el interior de los cerramientos y se limitan las pérdidas energéticas debidas a las infiltraciones de aire, para unas condiciones normales de utilización de los edificios.

Puede utilizarse la opción simplificada pues se cumplen simultáneamente las condiciones siguientes:

a) La superficie de huecos en cada fachada es inferior al 60% de su superficie; o bien, como excepción, se admiten superficies de huecos superiores al 60% en aquellas fachadas cuyas áreas supongan una superficie inferior al 10% del área total de las fachadas del edificio.

En el caso de que en una determinada fachada la superficie de huecos sea superior al 60% de su superficie y suponga un área inferior al 10% del área total de las fachadas del edificio, la transmitancia media de dicha fachada UF (incluyendo parte opaca y huecos) será inferior a la transmitancia media que resultase si la superficie fuera del 60%.

b) La superficie de lucernarios es inferior al 5% de la superficie total de la cubierta.

No se trata de edificios cuyos cerramientos estén formados por soluciones constructivas no convencionales tales como muros Trombe, muros parietodinámicos, invernaderos adosados, etc.

Documentación justificativa

Para justificar el cumplimiento de las condiciones que se establecen en la Sección 1 del DB HE se adjuntan fichas justificativas del cálculo de los parámetros característicos medios y los formularios de conformidad que figuran en el Apéndice H del DB HE para la zona habitable de carga interna baja y la de carga interna alta del edificio.



Apéndice H Fichas justificativas de la opción simplificada

FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA	B3	Zona de carga interna baja	X
----------------	----	----------------------------	---

MUROS (UMm) y (UTm)						
Tipos		A (m2)	U (W/m2 °K)	A·U (W/°K)	Resultados	
N	Muro en contacto con el aire	50,75	0,46	23,48	$\sum A=$	52,55
	Puente térmico (caja de persianas > 0.5 m)	1,80	1,18	2,13	$\sum A \cdot U=$	25,61
				0,00	$U_{Mm} = \frac{\sum A \cdot U}{\sum A=}$	0,49
E	Muro en contacto con el aire	127,84	0,46	59,15	$\sum A=$	133,60
	Puente térmico (pilares en fachada > 0.5 m)	5,76	0,46	2,67	$\sum A \cdot U=$	61,82
				0,00	$U_{Mm} = \frac{\sum A \cdot U}{\sum A=}$	0,46
O	Muro en contacto con el aire	127,84	0,46	59,15	$\sum A=$	133,60
	Puente térmico (pilares en fachada > 0.5 m)	5,76	1,18	6,82	$\sum A \cdot U=$	65,97
				0,00	$U_{Mm} = \frac{\sum A \cdot U}{\sum A=}$	0,49
S	Muro en contacto con el aire	47,51	0,46	21,98	$\sum A=$	51,35
	Puente térmico (caja de persianas > 0.5 m)	3,84	1,18	4,55	$\sum A \cdot U=$	26,53
				0,00	$U_{Mm} = \frac{\sum A \cdot U}{\sum A=}$	0,52
SE				0,00	$\sum A=$	0,00
				0,00	$\sum A \cdot U=$	0,00
				0,00	$U_{Mm} = \frac{\sum A \cdot U}{\sum A=}$	
SO				0,00	$\sum A=$	0,00
				0,00	$\sum A \cdot U=$	0,00
				0,00	$U_{Mm} = \frac{\sum A \cdot U}{\sum A=}$	

SUELOS (U _{sm})						
Tipos		A (m2)	U (W/m2 °K)	A·U (W/°K)	Resultados	
En contacto con espacios no habitables		167,60	0,47	78,77	$\sum A=$	167,60
				0,00	$\sum A \cdot U=$	78,77
				0,00	$U_{Sm} = \frac{\sum A \cdot U}{\sum A=}$	0,47

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (U _{Cm} , FL _m)						
Tipos		A (m2)	U (W/m2 °K)	A·U (W/°K)	Resultados	
En contacto con el aire		182,40	0,42	75,95	$\sum A=$	182,40
				0,00	$\sum A \cdot U=$	75,95
				0,00	$U_{Cm} = \frac{\sum A \cdot U}{\sum A=}$	0,42



Tipos	A (m2)	F	A· F (m2)	Resultados
Lucernarios			0,00	$\sum A=$ 0,00
Lucernarios			0,00	$\sum A \cdot F=$ 0,00
Lucernarios			0,00	$F Lm= \sum A \cdot F / \sum A=$

ZONA CLIMÁTICA	B3	Zona de carga interna baja	Zona de carga interna alta	X
----------------	----	----------------------------	----------------------------	---

HUECOS (UMm ,FHm)					
Tipos	A (m2)	U (W/m2 °K)	A· U (W/°K)	Resultados	
N	Huecos	12,20	3,68	44,84	$\sum A=$ 16,16
	Huecos	3,96	3,03	12,01	$\sum A \cdot U=$ 56,84
	Huecos			0,00	$U Mm= \sum A \cdot U / \sum A=$ 3,52

Tipos	A (m2)	U (W/m2 °K)	F	A· U (W/°K)	A·F (m2)	Resultados
E	Huecos			0,00	0,00	$\sum A=$ 0,00
	Huecos			0,00	0,00	$\sum A \cdot U=$ 0,00
	Huecos				0,00	$\sum A \cdot F=$ 0,00
	Huecos				0,00	$U Hm= \sum A \cdot U / \sum A=$
	Huecos				0,00	$F Hm= \sum A \cdot F / \sum A=$
O	Huecos			0,00	0,00	$\sum A=$ 0,00
	Huecos			0,00	0,00	$\sum A \cdot U=$ 0,00
	Huecos				0,00	$\sum A \cdot F=$ 0,00
	Huecos				0,00	$U Hm= \sum A \cdot U / \sum A=$
	Huecos				0,00	$F Hm= \sum A \cdot F / \sum A=$
S	Huecos	23,48	3,68	0,56	86,29	$\sum A=$ 23,48
	Huecos				0,00	$\sum A \cdot U=$ 86,29
	Huecos				0,00	$\sum A \cdot F=$ 13,20
	Huecos				0,00	$U Hm= \sum A \cdot U / \sum A=$ 3,68
	Huecos				0,00	$F Hm= \sum A \cdot F / \sum A=$ 0,56
SE	Huecos			0,00	0,00	$\sum A=$ 0,00
	Huecos			0,00	0,00	$\sum A \cdot U=$ 0,00
	Huecos				0,00	$\sum A \cdot F=$ 0,00
	Huecos				0,00	$U Hm= \sum A \cdot U / \sum A=$
	Huecos				0,00	$F Hm= \sum A \cdot F / \sum A=$
SO	Huecos			0,00	0,00	$\sum A=$ 0,00
	Huecos			0,00	0,00	$\sum A \cdot U=$ 0,00
	Huecos				0,00	$\sum A \cdot F=$ 0,00
	Huecos				0,00	$U Hm= \sum A \cdot U / \sum A=$
	Huecos				0,00	$F Hm= \sum A \cdot F / \sum A=$



FICHA 2 CONFORMIDAD - Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA	<input type="text" value="B3"/>	Zona de carga interna baja	<input checked="" type="checkbox"/>	Zona de carga interna alta	<input type="checkbox"/>
----------------	---------------------------------	----------------------------	-------------------------------------	----------------------------	--------------------------

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	U _{max} (proyecto)(1)		U _{max} (2)
Muros de fachada	0,46	≤	1,07
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	0,00		
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	0,00		
Suelos	0,47	≤	0,68
Cubiertas	0,42		0,59
Vidrios de huecos y lucernarios	3	≤	5,70
Marcos de huecos y lucernarios	5,7		
Medianerías	0,00	≤	1,07

Particiones interiores (edificios de viviendas)(3)	<input type="text"/>	≤	<input type="text" value="1,2 W/m²K"/>
--	----------------------	---	--

MUROS DE FACHADA

	U _{Mm} (4)		U _{Mlim} (5)
N	0,49	≤	0,82
E	0,46		
O	0,49		
S	0,52		
SE			
SO			

HUECOS

	U _{Hm} (4)		U _{Hlim} (5)	F _{Hm} (4)		F _{Hlim} (5)
N	3,52	≤	3,8			
E		≤	5,7		≤	
O						
S	3,68	≤	5,5	0,56	≤	
SE		≤	5,7		≤	
SO						

CERR. CONTACTO TERRENO

U _{Tm} (4)	≤	U _{Mlim} (5)
<input type="text"/>		0,82

SUELOS

U _{Sm} (4)	≤	U _{Slim} (5)
0,47		0,52

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS

U _{Cm} (4)	≤	U _{Clim} (5)
0,42		0,45

LUCERNARIOS

F _{Lm}	≤	F _{Llim}
<input type="text"/>		0,3



$U_{max}(\text{proyecto})$ corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en proyecto.

U_{max} corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2.1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.

En edificios de viviendas, $U_{max}(\text{proyecto})$ de particiones interiores que limiten unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto con las zonas comunes no calefactadas.

Parámetros característicos medios obtenidos en la ficha 1.

Valores límite de los parámetros característicos medios definidos en la tabla 2.2.

FICHA 3 CONFORMIDAD - Condensaciones

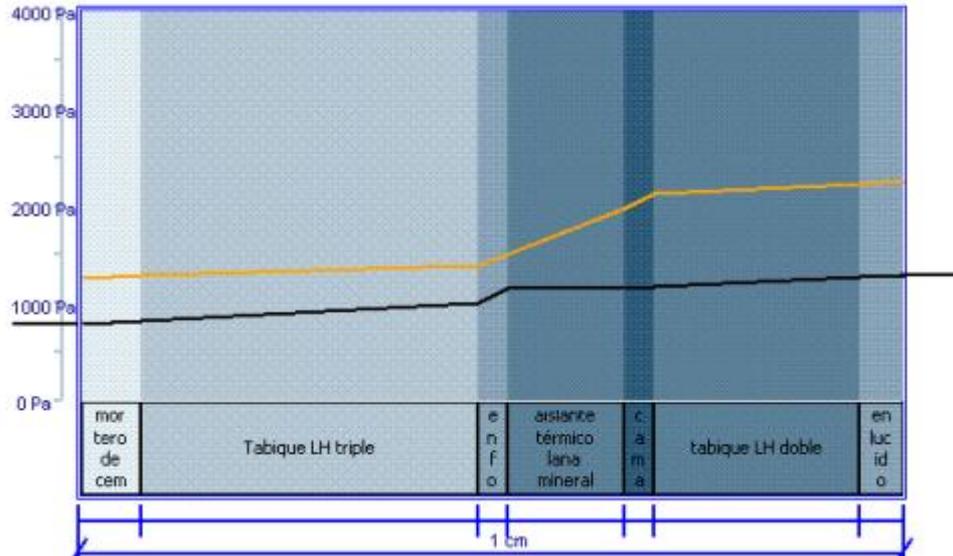
CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS										
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales							
	$fR_{si} \geq$	fR_{smin}	$P_n \leq$	$P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6
Fachada C/ Joan Fuster	fR_{si}	0	$P_{sat,t,n}$	1283,21	1387,16	1497,91	1979,19	2118,83	2231,45	2254,7
	fR_{smin}	0,52	P_n	824,97	1002,03	1155,99	1162,15	1163,69	1271,47	1285,32
Medianera E	fR_{si}	0	$P_{sat,t,n}$	1283,21	1387,16	1497,91	1979,19	2118,83	2231,45	2254,7
	fR_{smin}	0,52	P_n	824,97	1002,03	1155,99	1162,15	1163,69	1271,47	1285,32
Medianera O	fR_{si}	0	$P_{sat,t,n}$	1283,21	1387,16	1497,91	1979,19	2118,83	2231,45	2254,7
	fR_{smin}	0,52	P_n	824,97	1002,03	1155,99	1162,15	1163,69	1271,47	1285,32
Fachada posterior	fR_{si}	0	$P_{sat,t,n}$	1283,21	1387,16	1497,91	1979,19	2118,83	2231,45	2254,7
	fR_{smin}	0,52	P_n	824,97	1002,03	1155,99	1162,15	1163,69	1271,47	1285,32
Cubierta Catalana	fR_{si}	0	$P_{sat,t,n}$	1277,52	1282,64	1297,58	1335,04	1367,24	2163,6	2279,73
	fR_{smin}	0,52	P_n	794,45	794,59	1259,83	1260,11	1260,2	1262,99	1285,32
PT persianas N	fR_{si}	0,7	$P_{sat,t,n}$	1319,18	1722,82	1735,45	1735,45	2131,53	2131,55	0
	fR_{smin}	0,52	P_n	794,17	794,17	794,17	794,17	794,17	1285,32	0
PT pilares E	fR_{si}	0,88	$P_{sat,t,n}$	1283,21	1387,16	1497,91	1979,19	2118,83	2231,45	2254,7
	fR_{smin}	0,52	P_n	824,97	1002,03	1155,99	1162,15	1163,69	1271,47	1285,32
	fR_{si}	0,7	$P_{sat,t,n}$	1319,18	1722,82	1735,45	1735,45	2131,53	2131,55	0
	fR_{smin}	0,52	P_n	794,17	794,17	794,17	794,17	794,17	1285,32	0



Cerramientos utilizados

Los cerramientos utilizados para la elaboración del la justificación del HE se enumeran a continuación:

Nombre: fachada enlucida con doble tabique ladrillo
 U: 0,4627 W/m²h°K

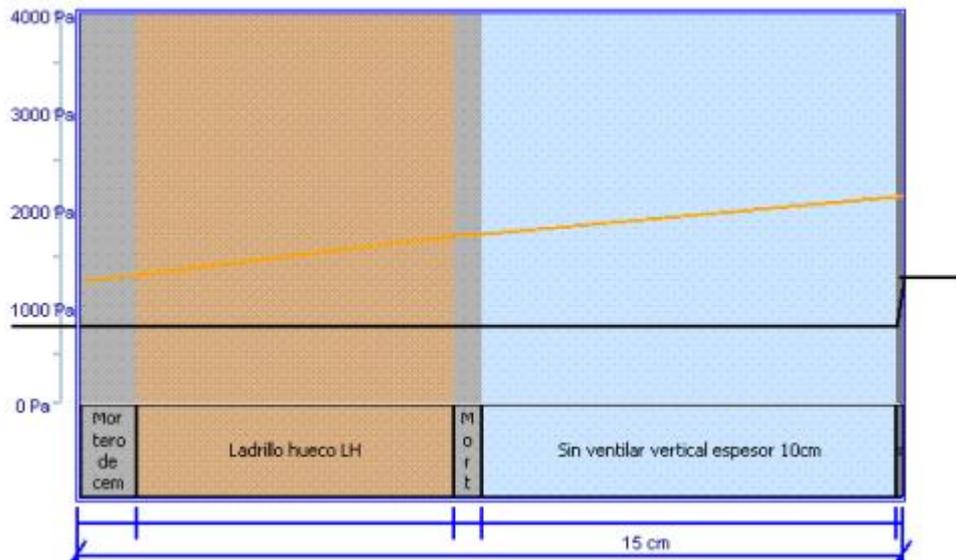


Materiales:

- mortero de cemento
 - Espesor (cm): 2
 - Cond. (W/m²K): 1
- Tabique LH triple
 - Espesor (cm): 11,5
 - Cond. (W/m²K): 0,435
- enfoscado mortero hidrofugo
 - Espesor (cm): 1
 - Cond. (W/m²K): 0,038
- aislante térmico lana mineral
 - Espesor (cm): 4
 - Cond. (W/m²K): 0,041
- camara de aire
 - Espesor (cm): 1
 - Cond. (W/m²K): 0,041
- tabique LH doble
 - Espesor (cm): 7
 - Cond. (W/m²K): 0,375
- enlucido de yeso
 - Espesor (cm): 1,5
 - Cond. (W/m²K): 0,4



Nombre : cajón persianas
 U: 1,18405 W/m²h°K



Materiales:

Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1600<d<1800

Espesor (cm): 2

Cond. (W/m²K): 1

Ladrillo hueco LH

Espesor (cm): 11,5

Cond. (W/m²K): 0,32

Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1600<d<1800

Espesor (cm): 1

Cond. (W/m²K): 1

MW Lana mineral [0,04 W/[mK]]

Espesor (cm): 0

Cond. (W/m²K): 0,041

Sin ventilar vertical espesor 10cm

Espesor (cm): 15

Cond. (W/m²K): 0,526

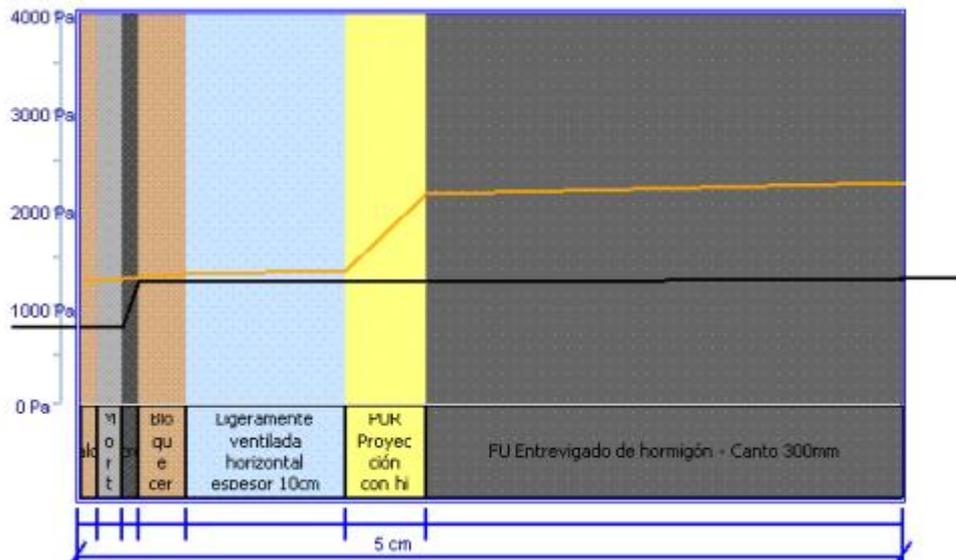
Aluminio

Espesor (cm): 0,3

Cond. (W/m²K): 230



Nombre : cubierta catalana
 U: 0,41644 W/m²h°K



Materiales:

Plaqueta o baldosa cerámica

Espesor (cm): 1

Cond. (W/m²K): 1

Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1600<d<1800

Espesor (cm): 1,5

Cond. (W/m²K): 1

Betún fieltro o lámina

Espesor (cm): 1

Cond. (W/m²K): 0,23

Bloque cerámico de arcilla aligerada

Espesor (cm): 3

Cond. (W/m²K): 0,28

Ligeramente ventilada horizontal espesor 10cm

Espesor (cm): 10

Cond. (W/m²K): 1,111

PUR Proyección con hidroflocarbono HFC [0,028 W/[mK]]

Espesor (cm): 5

Cond. (W/m²K): 0,028

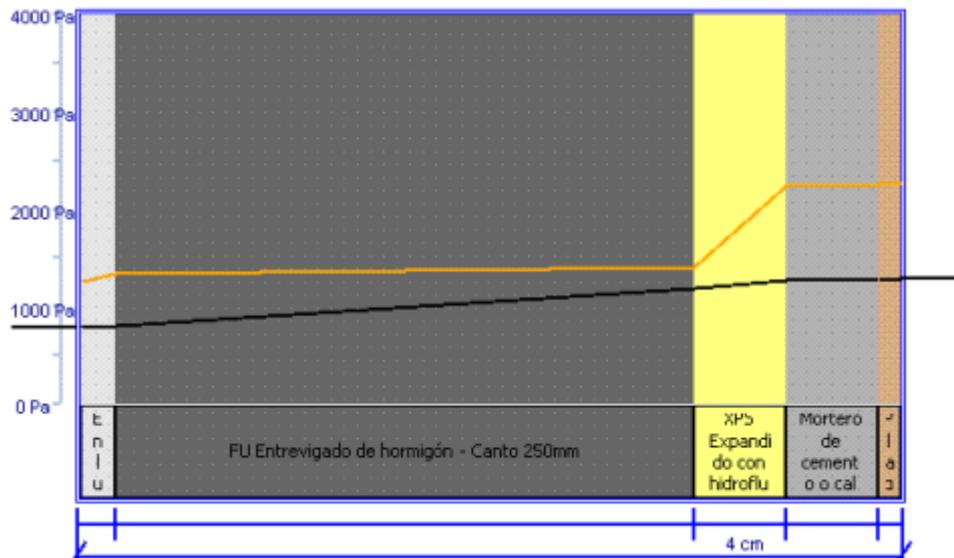
FU Entrevigado de hormigón - Canto 300mm

Espesor (cm): 30

Cond. (W/m²K): 1,429



Nombre : forjado entre vivienda y sotano
 U: 0,47096 W/m²h°K



Materiales:

Enlucido de Yeso aislante 500<d<600

Espesor (cm): 1,5

Cond. (W/m²K): 0,18

FU Entrevigado de hormigón - Canto 250mm

Espesor (cm): 25

Cond. (W/m²K): 1,316

XPS Expandido con hidrofluorcarbonos HFC

Espesor (cm): 4

Cond. (W/m²K): 0,025

Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1600<d<1800

Espesor (cm): 4

Cond. (W/m²K): 1

Plaqueta o baldosa cerámica

Espesor (cm): 1

Cond. (W/m²K): 1

Nombre : vidrio 4-9-6

U: 3,00 W/m²h°K

Nombre : marco ventana metalico

U: 5,70 W/m²h°K

Nombre : uglass 4-12-4

U: 2,80 W/m²h°K

BIBLIOGRAFIA



8. BIBLIOGRAFIA

8.1 LIBROS

Autor: Creus Solé, Antonio
 Libro: Energías renovables
 Editorial: Técnica, segunda edición, 2009.

Autor: Benevolo, Leonardo.
 Libro: Historia de la arquitectura moderna
 Editorial: Barcelona, Gustavo Gili, octava edición, 1999

Autor: Neila González, Francisco Javier.
 Libro: Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible
 Editorial: Madrid, Munilla-Lería, 2004

8.2 NORMATIVA:

Documento básico de ahorro de energía de código técnico de la edificación. DB-HE CTE

8.3 PÁGINAS WEB:

http://www.unizar.es/med_naturista/arquitectura%20bioclimatica_completo.pdf

<http://abioclimatica.blogspot.com.es/>

http://www.coag.es/websantiago/pdf/estudo_soleamento_xeometria_solar.pdf

http://www.sostenibilidad-es.org/sites/default/files/_Documentos/plat_urbana/reconsost_proteccion_solar.pdf

http://unfccc.int/files/essential_background/kyoto_protocol/application/pdf/kpstats.pdf

http://www.cinu.org.mx/temas/des_sost/conf.htm

<http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc16967/doc16967-anexos.pdf>

<http://madrid2008-09.blogspot.com/2009/01/apuntes-martes-13-de-enero.html>

http://citywiki.ugr.es/wiki/Tema_9.La_ciudad_entre_finales_del_siglo_XIX_y_comienzos_del_XX:_problemas,_propuestas,_m%C3%A9todos.#2._EL_CRECIMIENTO_URBANO_EN_ALEMANIA_ENTRE_1870_Y_1914

www.monadnockbuilding.com

<http://teo-teoblog.blogspot.com.es/2012/01/la-ciudad-industrial-del-siglo-xix.html>



http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/131/materiales/tic_sociales_m1/propuestas/2_nivel_basico_2/2_contenido/02_contenido_1.html

<http://es.scribd.com/doc/2553283/INFORME-BRUNDTLAND>

http://unfccc.int/porta1_espanol/items/3093.php

http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/l28060_es.htm

www.wikipedia.es

www.aven.es

www.Mityc.es