

LA BELLEZA DE LA BIOCLIMATICA

1 INTRODUCCION:

Se ha producido, de forma evidente, un gran desarrollo en la bioclimatización, la eficiencia energética y las energías renovables en la arquitectura y la ingeniería, pero este desarrollo no parece haber sido interiorizado por los profesionales de la arquitectura como un elemento más de esta, sino como instalación más del edificio, algo engorrosa de calcular y construir, que no hace más que dificultar el desarrollo de sus ideas de proyecto, lo que ha motivado que la aplicación de estos conceptos siga siendo algo singular en vez de general.

La arquitectura ha sido, tradicionalmente, un sector con una gran inercia ante el cambio, y suelen ser las grandes figuras, con sus proyección mediática, las que pueden promover cambios conceptuales, en ese sentido, consideramos imprescindible dar a conocer estos proyectos innovadores, tanto a estudiantes (como venimos haciendo en nuestra labor docente en la Universidad de Granada) como a profesionales y promotores, haciendo ver cómo se pueden incorporar en el propio desarrollo del concepto arquitectónico o ingenieril la idea de eficiencia y aprovechamiento de los recursos y energías naturales.

Por lo tanto proponemos enfocar la innovación tecnológica desde el diseño y la belleza que nos proponen los arquitectos e ingenieros de mayor prestigio mundial, recogiendo en la presente investigación aquellos proyectos u obras en donde los conceptos de sostenibilidad y bioclimatismo hallan formado parte del desarrollo conceptual, demostrando así que la incorporación de estas estrategias energéticas y ecológicas permiten obtener resultados en donde la eficiencia energética no está reñida con la belleza y el diseño más innovador.

En la presente comunicación, mostraremos el trabajo de investigación que estamos llevando a cabo en colaboración con nuestros alumnos, explicando de cada edificio, cual es su concepto arquitectónico o ingenieril, y como los nuevos sistemas energéticos han ayudado al desarrollo constructivo de dicho concepto, viendo que la interacción entre la arquitectura y el medio ambiente puede establecerse con muy distintos niveles de implicación, desde una intención de relación puramente visual entre las formas del paisaje y las de la edificación, hasta una construcción radicalmente bioclimática. Algunas de las obras analizadas son:

Norman Foster, obra: Central Swiss Re, Londres, primer rascacielos con sistemas de ventilación natural que permite un ahorro energético de un 40%

Mvrdv, obra: Sky Village, Copenhague, un edificio en altura con los últimos estándares medioambientales daneses.

RE&Sie(n), obra: I'mlostinparis, que nos muestra un invernadero con sistema de recogida de agua para riego por goteo y refracción de la luz.

Richard Rogers, obra: Hotel bioclimático,

Glen Murcutt, obra: Casa Marika-Alderton, nos muestra como un proceso industrial puede ser eficaz energéticamente gracias a la arquitectura que lo alberga.

Jean Nouvel, obra: Instituto del mundo árabe, París, con una fachada que se adapta a las condiciones climáticas y lumínicas.

2 CONCEPTOS DE DISEÑO BIOCLIMATICO

El diseño bioclimático de un edificio, comprende un gran abanico de complejas herramientas que hay que dominar para llevar a cabo de forma eficiente el diseño y ejecución de un edificio energéticamente eficiente y aportando las suficientes condiciones de habitabilidad.

Pero aún así, existen algunas condiciones que afectan más al resultado estético que otras, tales como el factor de forma o las protecciones solares si las comparamos con el aprovechamiento de la humedad del suelo para refrescar el ambiente, por ejemplo.

Es por esto, que parece oportuno recordar cuales son, a nuestro juicio, las condiciones o aspectos bioclimáticos más influyentes en el aspecto formal de la arquitectura.

1 – RADICACION SOLAR:

Este factor, afecta de modo muy diferente según la latitud en la que nos encontremos, así como en qué época del año. A efectos de poder clasificar las condiciones que impone al diseño arquitectónico, consideraremos solamente condiciones de invierno y condiciones de verano, asumiendo que estas condiciones varían drásticamente para cada latitud, nosotros consideraremos aquellas condiciones en latitudes medias, que es donde se produce gran parte de la arquitectura que nos proponemos analizar.

a) Condiciones de invierno:

En estas condiciones, el sol incide con un ángulo bajo, esto provoca una baja radiación que hay que captar y mantener en el interior, intentando además una adecuada iluminación natural de los espacios. Estas condiciones de invierno, necesitan de un buen aislamiento que reduzca las pérdidas de energía captada del sol o bien generada desde el interior.

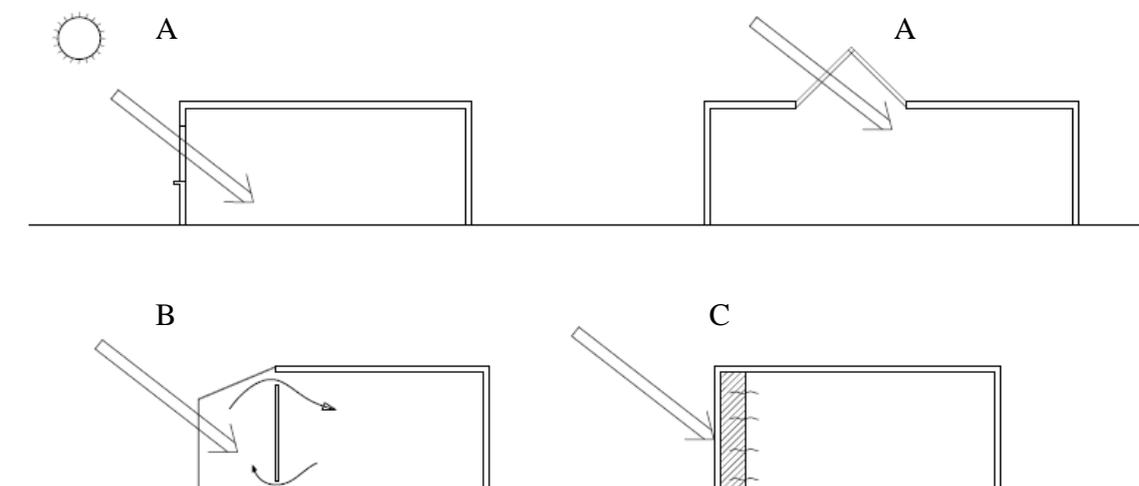
Los pilares de la arquitectura bioclimática en este aspecto, se basa en 3 pilares fundamentales, captación de energía, acumulación (ya que las energías renovables son variables en el tiempo) y distribución (por que la captación y acumulación se producen en puntos determinados del edificio)

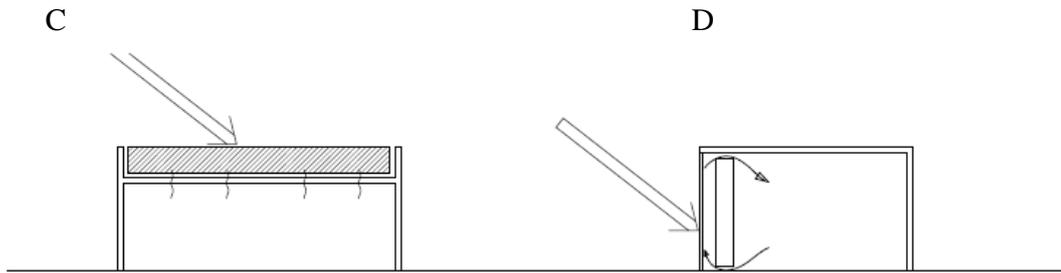
a.1) Captación.

Los sistemas de captación pasivos, son los constituidos por los propios elementos constructivos y sus disposiciones (muros, ventanas, invernaderos, sótanos etc...)

Según la forma de captación tendremos la siguiente clasificación:

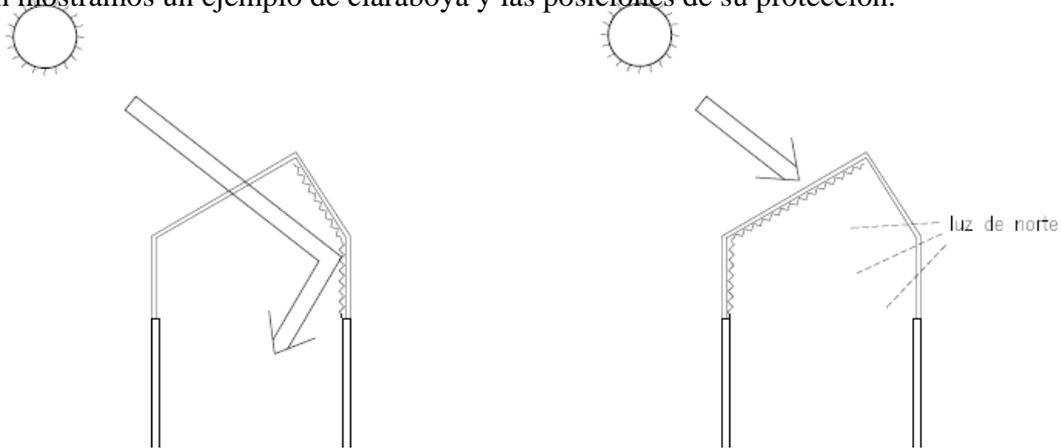
A directa B directa con lazo convectivo C retardada por acumulación D directa con acumulación y lazo convectivo.





La captación directa, nos exige tan solo un correcto dimensionamiento y orientación de huecos, su efectividad en términos de efectividad/precio es muy elevada, pero necesita de un buen diseño, y por lo tanto de un arquitecto con un buen conocimiento de bioclimática. Habrá que tener cuidado en este sistema, ya que es irregular (se calienta más la zona soleada) y depende totalmente del sol.

En latitudes intermedias, como ya se comentó antes, el verano y el invierno pueden llegar a ser completamente diferentes, esto se reflejará en el diseño de los huecos y sus protecciones, a continuación mostramos un ejemplo de claraboya y las posiciones de su protección.



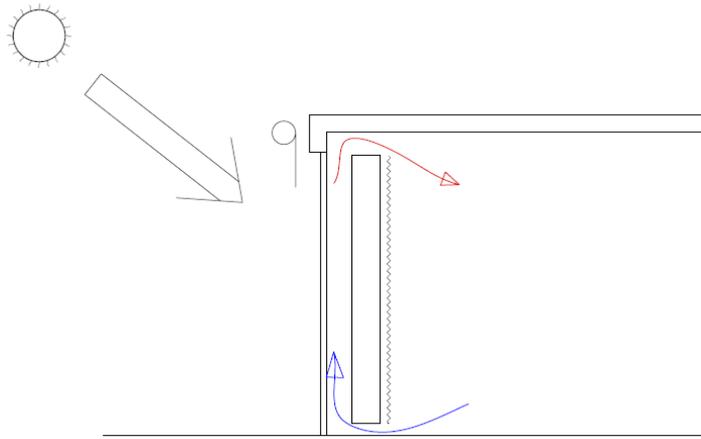
En invierno se deja pasar la luz y el calor

En verano se protege del sol y pasa la luz suave de norte

La captación directa con lazo convectivo, mejora la distribución y necesita de un elemento separador entre la zona de captación y la zona a calentar, este elemento separador podría ser transparente para no perder visibilidad y luminosidad. Para crear este sistema se emplean con frecuencia galerías acristaladas o invernaderos adosados.

La captación retardada, permite captar el calor en los momentos en los que no se necesita (día) y emitir cuando hace falta (noche), el retardo dependerá del espesor y del material utilizado, el gran inconveniente es la gran pérdida de energía al retroceder parte de ella al exterior. Una forma efectiva podría ser sustituir parte del ladrillo de fachadas por bidones o bolsas de agua.

La captación directa con acumulación y lazo convectivo, estos son los conocidos muros Trombe, en el que se deja un pequeño espacio entre el acristalamiento y el muro, este muro deja pasar el aire caliente al interior por aberturas superiores y deja salir el aire frío por las aberturas inferiores, además el propio muro se calienta y sirve de acumulador.



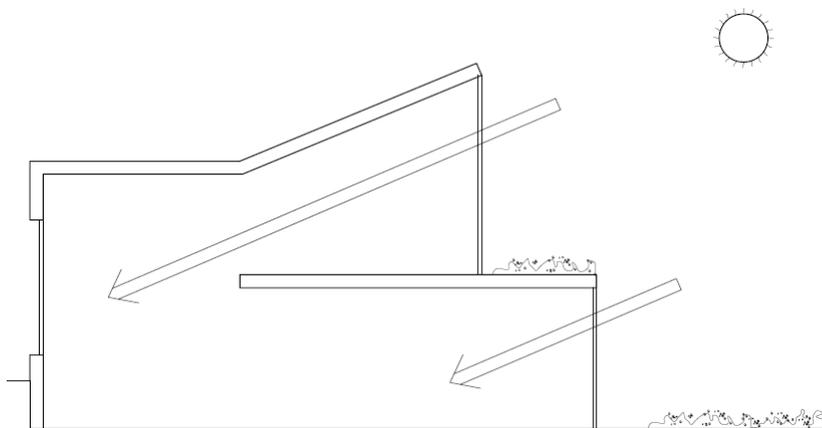
Por la noche se debería de proteger el vidrio a fin de que no se pierda energía por radiación.

Todos estos sistemas, están aplicando el “efecto invernadero”, el cual está basado en la permeabilidad del vidrio a las radiaciones solares, permitiendo calentar el interior del invernadero, pero una vez calentados los elementos sólidos interiores, estos emiten radiación en una longitud de onda para la que el vidrio es totalmente opaco, permitiéndose así una acumulación de calor. Para que este calor no vuelva a remitirse por el calentamiento del vidrio hacia el exterior, es conveniente distribuir ese aire caliente lo más rápido posible, a continuación comentaremos algunas formas de distribución.

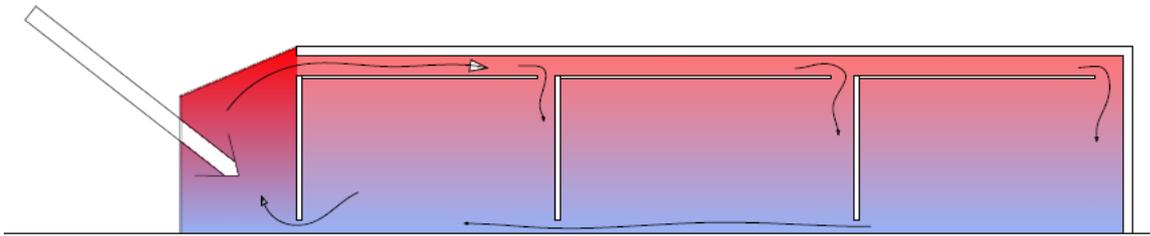
a.2) Distribución y acumulación.

La forma más directa de llevar el aire caliente obtenido, por ejemplo con captación directa, a otros espacios del edificio es con algún tipo de sistema mecánico, dejando el retorno al efecto de succión. Pero aquí nos centraremos en aquellas formas de distribuir y acumular la energía que dependan del diseño arquitectónico. Una de la formas sería orientar las estancias vivideras (salón, dormitorios, cocina etc..) a sur, permitiéndoles captar y acumular energía, para una correcta distribución de la energía, sería aconsejable que las estancias dispusieran de dos ventanas enfrentadas que forzasen la ventilación.

Si la edificación es de grandes dimensiones, sería necesario que los espacios situados al norte pudiesen captar energía de algún modo, un sistema podría ser la captación cenital, tal y como se observa en la siguiente figura.



En el caso de tener locales alejados de la zona de captación, se podría distribuir la energía por conductos en el techo convenientemente aislados para no producir pérdidas en el transporte.



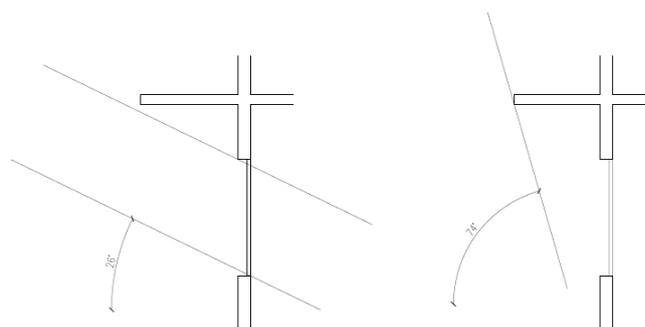
b) Condiciones de verano

Estas condiciones, son incluso más exigentes en cuanto al diseño arquitectónico que las de invierno, ya que es más fácil protegerse del frío que del calor, ya que no existen fuentes naturales de refrigeración, además en verano se pueden llegar a alcanzar temperaturas muy superiores a la exterior en el interior de una edificación por el efecto invernadero, pero en invierno no se alcanzan temperaturas inferiores a la exterior.

Al no existir una aportación natural de energía frigorífica, las estrategias bioclimáticas, van dirigidas a la protección de ganancias de calor y la eliminación de sobrecalentamientos e introducción del fresco exterior por ventilación.

b.1) Evitar el sobrecalentamiento:

b.1.1: Orientación de huecos: En los países de latitudes medias, aunque en invierno sea necesario captar la radiación y el calor, en verano es imprescindible evitarlo. Aunque es en estas mismas latitudes donde la inclinación del sol tiene una amplia variación del verano al invierno, lo cual permite diseñar protecciones que nos protejan en verano de las radiaciones más intensas, pero permitan el paso de los rayos solares en invierno. Los valores angulares en orientación sur para España varían de los 74° a los 26° .



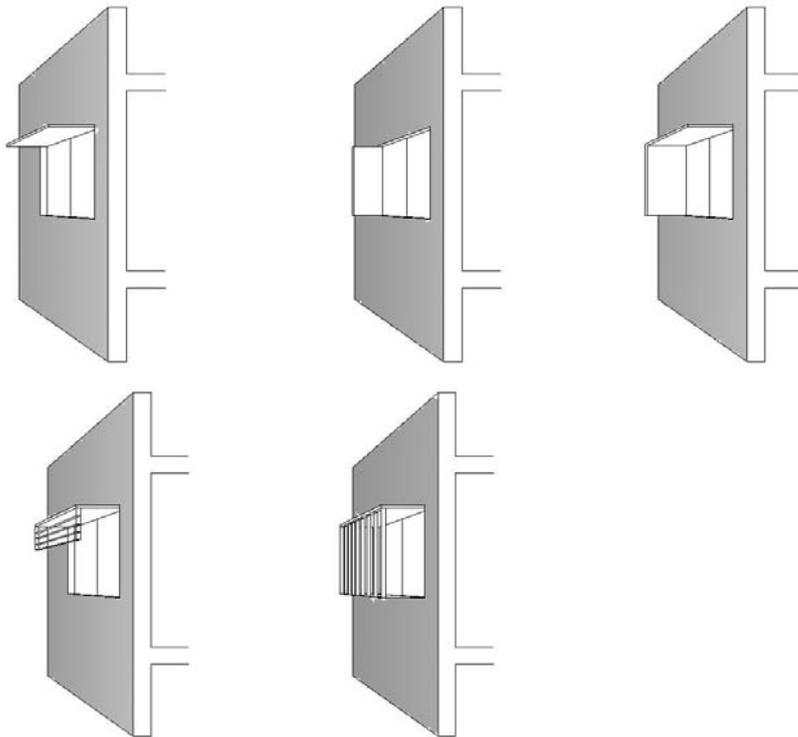
Inclinación solar invierno

verano

Vemos por lo tanto que las orientaciones más ventajosas son a sur (fácil de protegerse en verano y buena captación en invierno) y norte (poca captación en verano e invierno), siendo pésimas las orientaciones este y oeste (gran captación en verano y poca en invierno)

b.1.2: Protección de los huecos:

A continuación hemos representado algunos de los modelos más usuales de protección.



También tenemos otro tipo de protecciones que además de evitar la radiación evitan la transmisión de calor, como son: persianas, contraventanas, cortinas o persianas venecianas.

b.1.3: Cubiertas

Esta es la zona que recibe una mayor radiación, por lo tanto habrá de diseñarse con especial cuidado. Dentro de las distintas soluciones que se nos ofrecen, probablemente las más adecuadas a efectos bioclimáticos sean: cubiertas ventiladas y las cubiertas vegetales, dentro de estas últimas podríamos distinguir entre cubiertas ajardinadas y cubiertas ecológicas, las características principales de cada una son:

Cubiertas ajardinadas, tienen un gran espesor de sustrato y drenaje, pudiendo alcanzar de los 40 a los 80 cm. con sobrecargas de 700 a 1200 Kg/m², lo cual supone grandes inconvenientes constructivos.

Cubiertas ecológicas, su espesor de sustrato es mucho menor, unos 20 cm. siendo aconsejable que las especies plantadas sean autóctonas, reduciendo así su mantenimiento.

b.1.4: Fachadas: En las fachadas, la estrategia más empleada es la ventilación, mediante una doble capa que estará aislada hacia el interior.

2 - FACTOR DE FORMA:

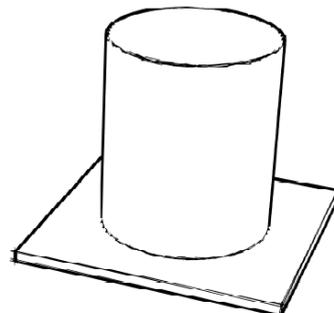
La forma de un edificio interviene de manera directa en el aprovechamiento climático del entorno, mediante su volumen y su superficie, a mayor superficie mayor capacidad de intercambio, a mayor volumen, mayor capacidad de almacenamiento de calor. El factor de forma viene a cuantificar estos parámetros, siendo el cociente entre la superficie y el volumen de un edificio. En climas fríos se aconsejan factores pequeños de 0,5 y en climas cálidos se aconsejan mayores a 1,2.

A continuación analizaremos el factor de forma de algunas figuras geométricas empleadas en arquitectura (no se ha tenido en cuenta el apoyo con el terreno en el cómputo de la superficie)

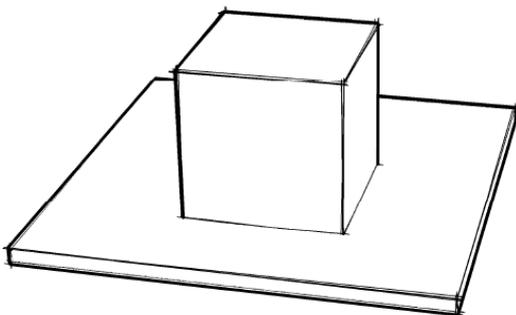
Esfera: $3/r$



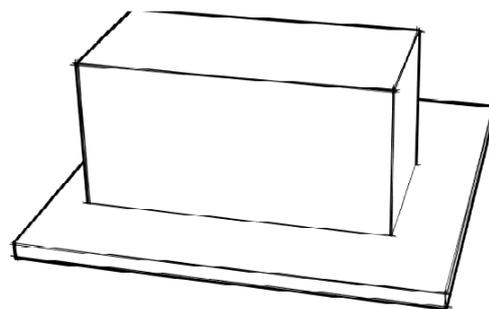
Cilindro: $2h+r/rh$



Cubo de lado "l": $5/l$



Prisma de lados a,b,c: $2(bc+ca)+ ab/abc$



A continuación vamos a plantear la variación del factor de forma para un mismo volumen en 2 figuras diferentes, un cubo y un prisma. Las dimensiones del cubo serán $1 \times 1 \times 1$, las del prisma $a=1, b=0,5, c=2$, teniendo ambos cuerpos un volumen de 1 ud^3 .

Factor de forma del cubo: $5/1=5$

Factor de forma del prisma: 6.5

Vemos como en general, el aumento de tamaño hace disminuir el factor de forma, lo cual nos lleva a la conclusión que en lo relacionado con la forma climas fríos es preferible grandes volúmenes para albergar un determinado espacio, en cambio en climas cálidos sería preferible un mayor número de volúmenes más pequeños.

EJEMPLOS DE ARQUITECTURAS BIOCLIMATICAS

Las siguientes obras de arquitectura, están firmadas por arquitectos de prestigio internacional. Estas obras son de sobra conocidas en sus aspectos formales, pero no suele hablarse de los conceptos bioclimáticos con las que han sido concebidas. Al final haremos una breve reseña de los arquitectos y estudios cuyas obras han sido analizadas.

La exposición de los siguientes edificios seguirá la siguiente pauta: 1 explicación formal del edificio 2 Conceptos bioclimáticos aplicados y 3 Conclusiones

CENTRAL SWISS RE, Londres (Inglaterra), ARQUITECTO Sir Norman Foster

1.-Explicación formal del edificio:

Se trata de una torre de 180 metros de altura, su planta circular es relativamente pequeña, debido en parte a la escasa superficie de solar disponible, su forma ovalada, da una imagen mucho menos corpulenta que si hubiese sido rectangular de igual área, además permite ganar espacio público en la base, al tener una menor dimensión.

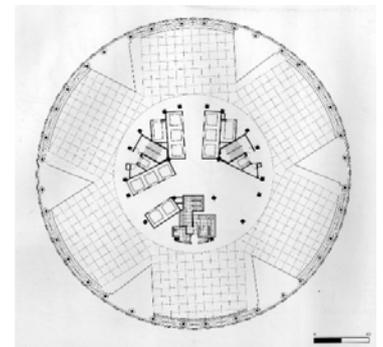


La estructura de 180 metros, se compone de un núcleo central que absorbe principalmente cargas gravitatorias, y una malla perimetral que es la encargada de resistir las cargas horizontales. Permitiendo así una planta libre, y una fachada totalmente transparente

Su forma circular, minimiza las cargas de viento al oponer una menor resistencia.

En planta baja está el acceso y comercios a dos alturas, dando a una plaza en la que unos muros de piedra mantienen los límites históricos del solar.

Los usos se distribuyen de forma radial, con las zonas de comunicación y servicios en el núcleo, de esta manera se dejan las zonas de uso permanente en fachada para aprovechar la luz y energía naturales.

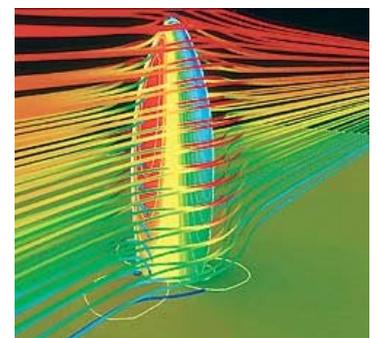


2.-Conceptos bioclimáticos:

La forma ovalada genera diferencias de presión en la superficie de la fachada, que facilitan la ventilación, sustituyendo la ventilación natural al aire acondicionado durante el 40% del año. Este aire recorre unos patios en espiral que recorren la fachada. Estos patios se cierran cada 6 plantas para evitar las corrientes indeseables de aire, y se aprovechan para introducir jardines en el interior que mejoran la calidad del aire.

Los patios introducen luz natural en el interior, reduciendo el uso de luz artificial.

Toda la piel del edificio es doble, para permitir la circulación del aire que proviene de las oficinas.



3.-Conclusiones

En este edificio, así como en el siguiente, Sir Norman Foster nos muestra la importancia que la geometría del edificio puede desempeñar en su eficiencia bioclimática, consiguiendo con la forma ovalada aunar eficiencia energética, eficiencia estructural e incluso lo que podríamos denominar como “eficiencia paisajística”.

Podemos contemplar en este bello ejemplo de arquitectura, como la simplicidad de la forma puede tener múltiples lecturas e interpretaciones.

AYUNTAMIENTO DE LONDRES, Londres (Inglaterra), ARQUITECTO Sir Norman Foster

1.-Explicación formal del edificio:

Este edificio, explora la transparencia en un edificio dedicado al servicio público, que ya este arquitecto adelanto con su trabajo en el Reichstag.

No tiene delante o detrás, en términos convencionales, su forma deriva de la deformación de una esfera.

En la planta baja, en contacto con una plaza, se encuentra una cafetería y una librería, el primer piso está reservado a exposiciones. El segundo acoge el hemicycle, y del tercero al séptimo están las oficinas, el octavo piso es para el alcalde y sus asesores, los dos últimos pisos son públicos, con bar, y negocios de souvenir, son para disfrutar de unas magnificas vistas de Londres.

El análisis de la incidencia del sol en su fachada, se expresa en su revestimiento

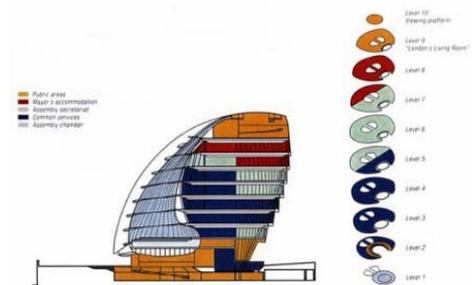
2.-Conceptos bioclimáticos:

Su forma, es la deformación de una esfera para adaptarse a exigencias bioclimáticas, minimizando la superficie expuesta a los rayos solares directos que vienen del sur, absorbiendo con su enorme fachada de cristal la luz difusa proveniente del norte. Se calcula que ahorra en torno al 50% de energía que un edificio público de similares características.

El sistema de refrigeración usa el agua bombeada desde la capa freática, por lo que es frecuente que no haya que aportar energía para enfriarla.

3.-Conclusiones:

Este es quizás de todos, el ejemplo más bonito de cómo el control de la iluminación y la captación solar, pueden dar lugar a formas inesperadas y cargadas de sensibilidad.



Es sorprendente como, un edificio que no intenta integrarse ni mimetizarse con el entorno, ha logrado implantarse como una escultura que mejora la calidad urbana sin competir con los elementos históricos cercanos.

En el interior podemos encontrar una rampa en espiral, que nos va ofreciendo unas maravillosas vistas de Londres, así como del interior del propio edificio.

Un ejemplo de arquitectura para ser vista y desde la que mirar.....

PABELLON DE LOS PAISES BAJOS, Hannover (Alemania), ARQUITECTOS MVRDV

1.-Explicación formal del edificio:

Este edificio es una reflexión del nuevo papel de la edificación y la ecología en altura, enmarcándola en el contexto de un mundo cada vez más poblado. Además nos muestra como la tecnología y la ecología no han de ser opuestos, sin o más bien han de reforzarse uno a otro.

La naturaleza se dispone en varios niveles, siendo extensión de la naturaleza circundante y expresando claramente su propia artificialidad.

Crea un mini-ecosistema, que ahorra agua, energía, tiempo e infraestructuras.

Se superponen seis formas de ser del paisaje, la planta baja o “dune landscape” conduce a la “greenhouse landscape” donde se nos muestra la relación de agricultura y vida. En el “pot landscape” se encontraban grandes maceteros que albergaban las raíces de los arboles de la planta superior. “rain landscape” era el espacio dedicado al agua, que servía a su vez de pantalla de proyección. En el “forest landscape” se encontraban grandes troncos de árboles. El último nivel, el “polder landscape” acogía grandes palas eólicas así como una gran superficie verde.

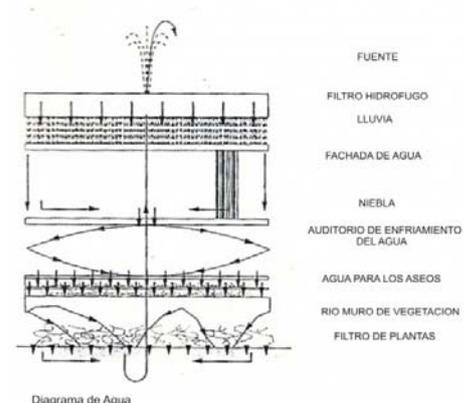


2.-Conceptos bioclimáticos:

Se aprovechan los recursos disponibles en el entorno, como el aire para generar energía, el agua se almacena para riego, el sol para climatización.

3.-Conclusiones:

Quizás este edificio, no pretende una utilidad o eficiencia bioclimática en si mismo, pero de todos los ejemplos que exponemos en esta comunicación, es aquel que fue concebido y diseñado para ser didáctico, no solo a otras personas relacionadas profesionalmente, si no para todo tipo de público. Esperemos que iniciativas como esta acerquen la necesidad de la racionalización de los recursos naturales a los consumidores, que son lo que en última instancia permitirán que este cambio sea posible o no.



ACADEMIA DE LAS CIENCIAS DE CALIFORNIA, (EEUU), ARQUITECTO Renzo Piano

1.-Explicación formal del edificio:

En realidad, el concepto arquitectónico, surge de levantar un trozo del Golden Gate Park, introducir el museo debajo, y cubrirlo con paisaje. Su techo de 10.000 m² está cubierto de pasto, flores y plantas propias del lugar, dando la sensación de haber crecido de forma natural.



Las colinas artificiales de la cubierta, nos permiten identificar los diferentes usos dentro del museo, generando un interesante juego de ocultar/mostrar/intuir.

2.-Conceptos bioclimáticos:

La cubierta, entre otras funciones sirve como aislante térmico, reduciendo la utilización de aire acondicionado.

Se produce el aprovechamiento de agua de lluvia, ya que el jardín está estructurado en torno a una red de piedras colocadas sobre una malla metálica que permite que el agua se drene para recolectarla y reutilizarla para las áreas verdes y en algunas áreas ubicadas en el interior del museo.



Se han diseñado las inclinaciones de las colinas, para generar corrientes de aire hacia el patio interior, permitiendo una adecuada ventilación, con lucernarios en su parte superior que permiten salir el aire caliente cuando es necesario.

El edificio cuenta con toda una serie de compuertas y cortinas, que se abren o cierran según las necesidades, siendo todo este proceso dirigido por ordenador, regulando también el uso de iluminación artificial en función de la entrada de luz natural.

Se ha calculado, que la reducción de consumo de energía está en torno a un 30-40% con respecto a un edificio de similares características. Además, de la energía que consume, un 10% la produce el propio edificio. El mantenimiento de las condiciones de humedad constante en diversas colecciones se realiza mediante sistemas de humidificación por ósmosis inversa, que tienen un consumo energético un 95% inferior al resto.

En este edificio, los conceptos bioclimáticos están vinculados a los ecológicos, por ejemplo el aislamiento de las paredes está hecho con ropa tejana reciclada.

3.-Conclusiones

Este edificio, paradigma del diseño bioclimático, aporta toda una serie de ingeniosas soluciones para dar confort y utilidad reduciendo el consumo energético.

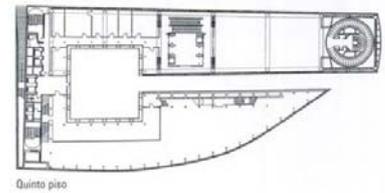
Una de las grandes lecciones que nos da Renzo Piano, con el uso de vegetación autóctona en la cubierta, reduciendo el consumo de agua y energía, es que no se puede ir en contra de la naturaleza, si no aprovecharla.

Es especialmente notable como la vegetación en la cubierta dota al edificio de una gran plasticidad visual, integrándolo perfectamente en su entorno, un magnífico ejemplo de cómo la bioclimática y la estética pueden complementarse para mejorar la experiencia de la arquitectura.

INSTITUTO DEL MUNDO ARABE, París (Francia), ARQUITECTO Jean Nouvel

1.-Explicación formal del edificio

Este edificio alberga un complejo programa que comprende desde ser sede del Salón Euroárabe del Libro, a talleres artísticos, festivales de música, cine etc..

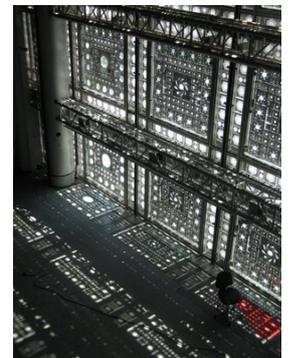


El edificio se trata como si fueran dos edificios, separados por una profunda hendidura que mira hacia Notre Dame y confluye en un patio, homenaje a la concepción espacial árabe. Uno de los volúmenes es curvo y se adapta al margen del río Sena, el segundo es un bloque prismático, en uno de cuyos extremos se encuentra la rampa de la torre de libros, que siendo siempre transparente, siempre se relaciona con la ciudad.

A pesar de ser dos volúmenes separados, las transparencias interiores consiguen unificar el espacio.

Las alturas del edificio respetan las de las manzanas tradicionales, incluso el color de escalas monocromas es típico del paisaje de París.

Este edificio es un edificio occidental representando valores de un mundo más oriental, esto se aprecia en la clara diferenciación entre fachada norte (más abstracta, reflejando imágenes del Sena y París) y la fachada sur (con elementos inspirados en la tradición árabe).



2.-Conceptos bioclimáticos

Toda la fachada sur está compuesta por 240 paneles cuadrados de aluminio, con una estructura reticulada de 73 diafragmas, inspirados en los motivos geométricos decorativos de la Alhambra. La apertura de estos diafragmas es controlada automáticamente en función de la intensidad lumínica por células fotovoltaicas, permitiendo así un grado de permeabilidad a la luz óptimo en cada momento.

3.- Conclusiones

De este edificio se podrían extraer muchas conclusiones, pero quizás la que más nos ha interesado es como la maestría de Jean Nouvel, ha sabido conjugar aspectos tan diferentes como son: modernidad, tradición árabe y bioclimatismo en un único edificio, en una única fachada.



Nos sorprende como la reinterpretación de las celosías árabes, permiten con una fachada tan plana, dotar de una gran riqueza de matices en el interior, tal y como apreciamos en las imágenes.

BIBLIOGRAFIA

NEILA GONZÁLEZ, F. Javier, Arquitectura Bioclimática en un entorno sostenible (2004) Edit. Munilla-Lería, Madrid

LLOYD JONES, David, Arquitectura y entorno (2002) Edit. Blume, Barcelona

MOSTAEDI, Arian, Arquitectura sostenible low tech houses (2002) Edit. Inst. Monsa de Ediciones, Barcelona

MOSTAEDI, Arian, Arquitectura sostenible high tech houses (2003) Edit. Inst. Monsa de Ediciones, Barcelona

YEANG, Ken, El rascacielos ecológico (2001) Edit. Gustavo Gili, Barcelona

GIVONI, Baruch, Passive and low energy. Cooling of buildings (1994) Edit. Van Nostrand Reinhold, Nueva York

USON, Ezequiel, GUERREIRO, Nuno, CUNILL, Eulalia, Dimensiones de la sostenibilidad (2004) Edit. UPC, Barcelona