



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
**INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN**



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESTUDIO Y ANÁLISIS DE PARÁMETROS BIOCLIMÁTICOS. CASO PRÁCTICO: LAS FACHADAS DEL EDIFICIO C1 DE LA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE LA EDIFICACIÓN DE LA UPV.

PROYECTO FINAL DE GRADO – MODALIDAD CONSTRUCCIÓN Y MEDIO AMBIENTE

Profesor-Tutor: Luís Palmero Iglesias y Graziella Bernardo

Departamento de construcciones arquitectónicas

Curso 2017-2018.

Alumno: Álvaro López Vallés

AGRADECIMIENTOS

Como no puede ser de otra manera, agradezco a todas aquellas personas que a lo largo de estos años han sido de gran apoyo para sacar esto adelante. A mis padres y hermana que, gracias a su esfuerzo y sacrificio, han conseguido que hoy sea mejor persona y pueda acabar mis estudios universitarios de la mejor forma posible. A mi tutor Luís Palmero, gran profesor y gran persona, que me ha apoyado y aconsejado durante todo este camino del proyecto final de carrera, a la profesora Graziella Bernardo, de la università della Basilicata facoltà di architettura, por el apoyo recibido durante todo este proceso de elaboración del proyecto y en especial, a mis compañeros de la carrera y amigos de la infancia, que sin ellos no habría llegado hasta el final.

ESTUDIO Y ANÁLISIS DE ASPECTOS BIOCLIMÁTICOS EN EDIFICACIÓN. CASO PRÁCTICO.

RESUMEN

La finalidad del presente trabajo final de grado, es reflejar en un proyecto todos los conocimientos adquiridos a lo largo de estos años en el estudio de la titulación del Grado de Arquitectura Técnica.

La siguiente propuesta del Trabajo Final de Grado consiste en la desarrollar los conceptos generales relativos al Bioclimatismo, para posteriormente aplicarlos a un caso práctico de algún edificio y/o vivienda ya construido.

Se parte con una introducción histórica, para avanzar desarrollando los puntos fundamentales en que se basa el Bioclimatismo como recurso para una construcción más sostenible y de mayor ahorro energético. Por lo tanto, se explicarán con detalle una serie de características, entre otras, como la adaptación de la temperatura, soleamiento, ventilación cruzada, cubiertas ajardinadas, ..., así como otros factores influyentes del medio ambiente.

En segundo lugar, se pretende apoyar la teoría anteriormente expuesta mediante un caso práctico como es el edificio C1 de la Escuela técnica superior de Ingeniería de Edificación (ETSIE). Con este ejemplo se podrá entender mejor la relación entre clima-lugar-arquitectura-construcción.

Mediante estos objetivos, se pretende definir el concepto de Bioclimatismo y explicar de una manera clara y sencilla el porqué es tan importante este recurso arquitectónico en el medio ambiente. También se pretende concienciar del aprovechamiento de las condiciones medioambientales de los edificios construidos con este propósito, además de conseguir un nivel óptimo de eficiencia energética, proporcionar un estatus de confort y seguridad y saber satisfacer las necesidades climatológicas de sus habitantes.

Palabras clave:

Bioclimatismo, Edificaciones, medio ambiente, confort, eficiencia energética.

STUDY AND ANALYSIS OF BIOCLIMATIC ASPECTS IN BUILDING. CASE STUDIES

SUMMARY

The purpose of this Final Degree Project is to reflect in a project all the knowledge acquired over the years in the study of Technical Architecture Degree.

The next proposal of the Final Degree Project is to develop the general concepts related to Bioclimatism, and then apply them to a practical cases of some buildings and / or housing already built.

It starts with a historical introduction, to advance developing the fundamental points on which Bioclimatism is based as a resource for a more sustainable and energy-saving construction. Therefore, a series of characteristics, among others, such as temperature adaptation, sunshine, cross ventilation, Landscaped roof, ..., as well as other influential factors of the environment, will be explained in detail.

Secondly, it is intended to support the above theory through a practical case such as building C1 of the Higher Technical School of Building Engineering (ETSIE). With this example we can better understand the relationship between climate-place-architecture-construction.

Through these objectives, we intend to define the concept of Bioclimatism and explain in a clear and simple way why this architectural resource is so important in the environment. It is also intended to raise awareness of the use of the environmental conditions of buildings built for this purpose, in addition to achieving an optimal level of energy efficiency, provide a status of comfort and security and know how to meet the climatological needs of its inhabitants.

KEYS WORDS:

Bioclimatism, Buildings, Environment, Comfort, Energy Efficiency.

INDICE

1. <u>OBJETIVOS Y METODOLOGÍA</u>	1
2. <u>INTRODUCCIÓN</u>	2
• Arquitectura bioclimática ¿qué es?	
• ¿Qué principios se basa el Bioclimatismo?	2
• ¿Es lo mismo hablar de arquitectura bioclimática, arquitectura sostenible y arquitectura ecológica?	3
• ¿Por qué es importante la arquitectura bioclimática?	5
3. <u>ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS</u>	8
3.1 <u>CLIMA</u>	10
• La latitud del lugar.	10
• Factores climáticos.	12
3.2 <u>ILUMINACIÓN Y SOLEAMIENTO</u>	15
• El sol.	15
• Movimientos de la tierra y consecuencias.	15
• La radiación solar.	15
• Inercia térmica.	17
• Efecto invernadero.	18
3.3 <u>VENTILACIÓN</u>	19
• ¿Qué entendemos por Aire?	19
• ¿Qué es el viento?	19
• ¿Qué es la ventilación?	20
• ¿Qué importancia tiene ventilar?	20
• ¿Qué entendemos por ventilación natural?	20
• ¿Qué es y cómo funciona la ventilación cruzada?	22
• ¿Porqué el aire caliente pesa menos?	
• ¿Qué influencia tiene la colocación de las ventanas?	24
3.4 <u>VEGETACIÓN</u>	29
• Sistema y análisis constructivo de las fachadas verdes como elementos colgantes	36
3.5 <u>CONFORT</u>	53
• Confort térmico.	54
• Confort lumínico.	56
• Confort acústico.	56
• Confort olfativo.	58
• Confort psicológico.	58

4. <u>ESTUDIO DE CASO PRÁCTICO</u>	62
4.1 <u>ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO</u>	63
• Clima	63
• Clima en la ciudad de Valencia	63
• Situación	65
• Estado actual del edificio	68
• Orientación e incidencia del sol del edificio actual	73
• Solución a adoptar en las diferentes fachadas	76
4.2 <u>FACHADA VENTILADA</u>	78
• Análisis del sistema de soporte	78
• Sistema de acabado de la fachada ventilada	79
4.3 <u>ESPECIES VEGETALES A REPRODUCIR</u>	81
4.4 <u>SOLUCIÓN FINAL PRUPUESTA PARA LA FACHADA VERDE</u>	85
5. <u>CONCLUSIONES</u>	93
6. <u>BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA</u>	94
7. <u>LISTA DE FIGURAS Y REFERENCIAS</u>	97
8. <u>ANEXO I: DETALLES GRÁFICOS</u>	103



OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Los objetivos a la hora de afrontar este proyecto son los de conocer el concepto de Bioclimatismo y de la importancia y repercusión que tiene en el medio ambiente, además de esto, también se estudia un caso práctico de un edificio construido, donde comprobaremos como una mejora en su estructura exterior, ejecutando una fachada verde, podemos conocer los recursos bioclimáticos empleados para mejorar sus condiciones y de que manera estos afectan tanto al entorno como al propio edificio, para resolver de forma eficaz, los posibles problemas que puedan ocasionar el clima del lugar en la propia estructura.

El poder realizar un estudio sobre un edificio construido y poder implementar los conceptos de la arquitectura bioclimática, son un paso importante en la concienciación del uso de los materiales y recursos relacionados con el medio ambiente y así conseguir avanzar hacia un futuro donde el uso de la arquitectura bioclimática sea importante en la sociedad. Para ello debemos concienciar de cómo se empleaba este concepto en la antigüedad y de cómo ha ido evolucionando hasta el día de hoy, aportando muchas ventajas en el ámbito ecológico y medioambiental.

A su vez, el saber que las viviendas que se construían en una época mucho más atrasada tecnológicamente, se resolvían de forma más eficiente según las necesidades de sus habitantes, con un consumo de energía menor que en la actualidad, hace pensar que algo está fallando en la actualidad. Hoy en día, si nos ponemos a pensar en la situación económica y medioambiental de los edificios que se están construyendo, dista mucho de cómo era en la antigüedad, ya que este concepto se ha ido perdiendo con el paso del tiempo y, en cierta medida, se está intentando volver a ese pensamiento de bienestar y confort medioambiental que se tenía de antaño.

La metodología aplicada en el siguiente trabajo, se realizará de manera mixta, por una parte, se elaborará una búsqueda y un estudio de información en fuentes bibliográficas sobre lo que es la arquitectura bioclimática y lo que conlleva en nuestra sociedad y, por otra parte, se realizará un estudio de un edificio ya construido, el cual se realizará un previo estudio del estado actual y posteriormente una propuesta de mejora mediante los conceptos estudiados anteriormente sobre el Bioclimatismo.



edificio en comparación con zonas de clima frío, donde esto se explicará más detalladamente en los siguientes puntos del trabajo.

El segundo principio se basa en un estudio de la forma del edificio, la inercia térmica, el grado de aislamiento térmico del cerramiento, la eficiencia energética de la instalación, la adecuación de los tipos de combustible para cada uso y la eficiencia del propio uso del edificio.

¿Es lo mismo hablar de arquitectura bioclimática, arquitectura sostenible y arquitectura ecológica?

Los tres conceptos se basan en unos términos muy parecidos entre ellos, pero no, al referirnos a ellos, cada uno le pone más énfasis en unos criterios que en otros.

La arquitectura bioclimática: Es el que más relación guarda con la historia de la humanidad. Nuestros antepasados, siempre han sabido adaptarse a su entorno, aprovecharse de los recursos y saber transmitir de generación en generación su experiencia y sabiduría sobre los conceptos como los vientos dominantes, los lugares soleados, la existencia de agua para conseguir el mayor confort posible. Pero con el paso del tiempo y el uso de las nuevas tecnologías, el distanciamiento con el medio va aumentando.

Hoy en día, la arquitectura bioclimática resume toda esta información: el estudio del soleamiento, el clima, los vientos dominantes, los materiales y diseño de las edificaciones teniendo en cuenta todos estos conceptos. Nos proporciona una mejor calidad de vida consiguiendo una eficiencia energética adecuada y más económica.

La arquitectura sostenible: Se basa en el modo de realizar el diseño arquitectónico de manera sostenible, buscando utilizar recursos naturales para reducir el impacto ambiental de los edificios sobre el medio ambiente y los habitantes. También responde al principio de sostenibilidad y a los conceptos de eficiencia económica, equidad social y calidad ambiental. Este concepto incluye como novedad respecto a los otros la parte social, ya que cobra sentido este término cuando nos referimos a barrios o ciudades. (Ver imagen 3).

Se basa en una serie de principios que son los siguientes: considerar las condiciones climáticas, hidrográficas y ecosistema del entorno en el que se construyen los edificios. La modernización y eficiencia en el uso de materiales para la construcción, dando importancia al alto contenido ecológico por los de bajo contenido. La reducción en el consumo de energía para la calefacción, la climatización, etc. Minimizar el balance energético global y cumplir los requisitos sobre el confort térmico, sanitario, iluminación y habitabilidad de las edificaciones.



Imagen 3. Ejemplo de vivienda sostenible.



La arquitectura ecológica: Se centra en la acción directa sobre el medio-ambiente, potenciando la reutilización de elementos reciclados que se consideran de gran impacto ambiental sobre el planeta, por lo tanto, el desarrollar una vivienda ecológica ayuda a revertir el cambio ecológico y ayudar a mejorar el planeta. El objetivo principal es reducir el impacto negativo de las construcciones sobre la salud medio ambiental y humana. (Ver imagen 4).

Existen una serie de consideraciones respecto al diseño: reducir los desperdicios y la contaminación y degradación que se genera a través del reciclaje y la creación de sistemas cerrados. Mejorar la eficiencia del uso de los recursos, dando hincapié en el agua y la energía. Proteger la salud de los ocupantes y del medio que los rodea a través del uso de materiales no tóxicos.

También tenemos que tener en cuenta factores como donde se va a construir la edificación, lo que rodea dicha edificación y el impacto que generará en el entorno, aprovechando al máximo los recursos ecológicos y contaminar lo más mínimo la zona.

Una vez hemos aclarado estos conceptos, podemos citar ahora los diez principios básicos en que se basan estos tipos de arquitectura:

Valorar las necesidades: La construcción de un edificio tiene un impacto ambiental, de mayor o menor medida. Para ello debemos analizar y valorar las necesidades de espacio y superficie, diferenciando aquellas que consideramos indispensables de las optativas y dándoles más prioridad.

Proyectar la obra de acuerdo al clima local: Debemos buscar el aprovechamiento pasivo del aporte energético solar, una optimización de la iluminación y de la ventilación natural para ahorrar energía y aprovechar lo que nos ofrece el clima.

Ahorrar energía: Conseguir un ahorro económico directo. Destacar como factores importantes la relación entre la superficie externa, el volumen y el aislamiento térmico del edificio ya que, si ocupamos poca superficie externa y disponemos de un buen aislamiento, esto produce menor pérdida de calor. También se puede ahorrar usando sistemas de alto rendimiento y de bajo consumo eléctrico como la ventilación, los electrodomésticos y la iluminación artificial.

Pensar en fuentes de energía renovables: Cuando proyectamos un edificio, debemos valorar de manera positiva el uso de tecnologías que usan energías renovables. Es favorable utilizar calentadores solares para el agua caliente sanitaria, bombas de calor para la producción de calor ambiental, paneles fotovoltaicos para la energía



Imagen 4. Ejemplo de vivienda ecológica.



eléctrica, etc.

Ahorrar agua: Para un buen uso del agua, utilizaremos dispositivos que reducen el consumo hídrico, o que aprovechan el agua de lluvia para diversos usos.

Construir edificios de mayor calidad: Los edificios ecológicamente sostenibles tienen mayor calidad y longevidad, son de fácil mantenimiento y adaptables para los cambios de uso. Exigen menos reparaciones y al final de su vida son fácilmente desmontables y reutilizables.

Evitar riesgos para la salud: No solo los riesgos de la salud de los trabajadores dependen de la seguridad de la obra, también en los materiales de construcción empleados durante la producción y levantamiento de la obra.

Utilizar materiales obtenidos de materias primas generadas localmente: El uso y aprovechamiento de estos materiales, reducen sensiblemente el impacto ambiental, ya que reduce el consumo de combustibles y la contaminación ambiental.

Utilizar materiales de reciclables: El uso de estos materiales prolonga la permanencia de las materias en el ciclo económico y ecológico, reduciendo el consumo de materias primas y la cantidad de desechos originados por estos.

Gestionar ecológicamente los desechos: Para gestionar ecológicamente los desechos originados por las restauraciones o demoliciones de los edificios, se debe disminuir la cantidad y la variedad, subdividiendo los desechos por categorías (plásticos, metales, cerámicos, etc.) de manera que resulte fácil su recuperación, reciclaje o reuso de los materiales de construcción.

¿Por qué es importante la arquitectura bioclimática?

La arquitectura bioclimática es uno de los caminos que existen para poder llegar a un desarrollo sostenible y el poder conseguir que dicho desarrollo nos permita avanzar sin comprometer el futuro del entorno que nos rodea, de nuestros futuros descendientes, de mantener y respetar el ecosistema y además, en comparación con la arquitectura, es mucho más económico, práctico y saludable para todos nosotros, ya que conseguimos concienciar a las personas de



que la naturaleza puede aportarnos mucho más de lo que piensan. Un ejemplo que podemos seguir es la ciudad de Reikiavik, considerada la ciudad más ecológica del mundo.

Si echamos la vista en el pasado, mucho antes incluso de la existencia del ser humano, podemos observar como los propios animales construyen sus refugios y se adaptan al medio en el que se encuentran. Como podemos apreciar en las imágenes 1 y 2, la construcción de sus nidos colgantes o en el interior de un tronco, nos hace pensar que cada especie de pájaro se siente más cómoda en un tipo de vivienda muy diferente entre ellos. Estos tipos de vivienda coexisten con la naturaleza, ya que han aprovechado los materiales que les ofrece el entorno para hacerlas, como las pequeñas ramas que caen de los árboles, plumas, barro o simplemente picando y haciendo el agujero en el tronco.

De la misma forma, el hombre comenzó a adaptarse al medio en el que se encontraba, refugiándose en cuevas o construyendo cabañas con los materiales de los que disponía, como piedras, troncos y ramas de madera o telas de cuero.

Con el paso del tiempo, el hombre se vio con nuevas necesidades, y no solo se centraba en conseguir una vivienda como refugio, sino que también para poder disponer de un espacio para cultivar y cosechar, criar animales para alimentarse, etc., por lo tanto, el concepto de refugio se empezó a desarrollar desde otro punto de vista del habitual, porque pasaban muchas horas en él. La vivienda había que dotarla de unas mínimas condiciones de confort para que se sintiera a gusto, dentro de las limitaciones que pasaba. La evolución de la arquitectura ha ido sufriendo constantes cambios dependiendo de las necesidades que iban surgiendo en el hombre y de los recursos que disponía en aquel entonces, luego ya en la era moderna, empezaron a surgir ideas de crear un edificio el cual se le daría más uso que antaño, no solo el habitar una casa.

La arquitectura antigua y tradicional se basaba en el aprovechamiento del sol, el viento, el agua... para proporcionarle a la vivienda las condiciones de confort y estabilidad, tanto en invierno como en verano. Dependiendo de la zona climática en la que se ubicaba, se utilizaban unos recursos u otros, bien sean los árboles para proporcionar sombra, toldos para tapar el sol, estufas para calentarnos en invierno y un largo etc. Es verdad que no todos los



edificios antiguos poseían las condiciones climáticas internas perfectas, pero sabían aprovechar los recursos del entorno para estar lo más cómodos posibles.

Han pasado varias etapas de la historia para ver como el hombre ha ido evolucionando el concepto que se tenía de la vivienda, pero fue la revolución industrial aparecieron arquitectos que cambiaron la forma de ver el edificio en relación con su entorno.

Esta época trajo consigo un aumento considerable del consumo de energía (debido a las actividades que se realizaban con maquinaria pesada recién inventada). La mayor parte del siglo XX, esta energía estuvo disponible de manera ilimitada, por lo que se consideraba necesario reducir su consumo o buscar alternativas más ecológicas para el momento.

Dichos acontecimientos provocaron que la arquitectura contemporánea, se convirtiera en una arquitectura superficial, dejando de lado los principios de los que hemos comentado anteriormente y centrándose en el diseño estético como punto fuerte del proyecto, utilizando una mayor cantidad de recursos energéticos. Como ejemplo, destacan los rascacielos de oficinas construidos en América del norte, utilizando materiales demasiado ligeros y provocando pérdidas de energía y aumento innecesario del consumo.

En los años 70, con la crisis del petróleo y los problemas ambientales que iban surgiendo, como el calentamiento global o el agujero de la capa de ozono, los gobiernos empiezan a plantearse el uso de energías y técnicas basadas en recursos renovables, para evitar seguir malgastando la energía como se iba haciendo hasta entonces.

Una vez que el sector del ladrillo ha llegado al fondo, estamos empezando a cambiar un poco de mentalidad, retomando ese espíritu ecológico de siglos atrás y volviendo a tener en cuenta conceptos como la orientación, la iluminación, la ventilación, la utilización de materiales más eficientes, el auto-suministro de energía, etc., para la concepción de edificios más orientados a viviendas de uso particular y consiguiendo, de esta manera, contribuir un poco más a la protección del medio ambiente y del ecosistema que nos rodea.



ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS

Una vez hemos hablado del concepto del Bioclimatismo, procederemos a describir los principios en los que se basan las estrategias de acondicionamiento en el interior de la vivienda, para garantizarnos un estado de confort, tanto enfriando en verano como calentando en invierno.

Enfriamiento Pasivo:

- Reducir la superficie de las fachadas expuestas a la radiación solar.
- Colocar los huecos en la fachada por el lado de la sombra y con orientación en la dirección del viento.
- Minimizar las ganancias solares utilizando protectores solares en los cerramientos.
- Aislar de una manera los huecos soleados, especialmente en la cubierta.
- Utilizar ventilación natural e infiltración controladas cuando la temperatura en el exterior sea alta.
- Colocar cerramientos con masa térmica para evitar el sobrecalentamiento en el interior de la vivienda para evitar un exceso de radiación.
- Emplear recursos con agua para favorecer la evaporación y reducir la sensación de calor.

Calentamiento pasivo:

- Aislar perimetralmente toda la superficie de la vivienda.
- Controlar la ventilación natural y las posibles infiltraciones.
- Disminuir la diferencia de temperatura entre el exterior y el interior, para reducir la pérdida de calor en el interior por los cerramientos.
- Aprovechar la ganancia solar por medio de la orientación.
- Conseguir una baja superficie exterior en relación al volumen interior.



-Almacenar la energía calorífica mediante cerramientos con masa térmica.

En muchas ocasiones, cuando el clima posee los dos extremos (mucho calor en verano y mucho frío en invierno) ambos conceptos se combinan, según la ubicación de la vivienda.

En la parte más expuesta al sol se utiliza el procedimiento del enfriamiento pasivo, mientras que, para las zonas más frías, es el calentamiento pasivo. Del mismo modo, hay muchas estrategias que se repiten en ambos casos.

En las siguientes páginas, se va a desarrollar a fondo las estrategias más importantes, como es el caso del clima, la iluminación, el soleamiento y la vegetación, hablando del aprovechamiento de la vegetación como recurso bioclimático y, además, una introducción del concepto de confort térmico, donde hablaremos sobre lo que se entiende de este concepto y los diferentes parámetros y factores que afectan es su aprovechamiento y a la hora de alcanzarlo.



EL CLIMA

A lo largo de la historia, la relación entre el clima y la arquitectura ha sido siempre íntima, estableciéndose una dependencia de las técnicas, materiales, sistemas constructivos y diseño de los edificios dependiendo del clima de la zona.

El clima de un lugar es una combinación de los elementos, parámetros y factores determinantes. De todos ellos, destacamos como principal la radiación solar, ya que la palabra clima proviene del griego "klima" que quiere decir "inclinación", haciendo referencia a la inclinación de los rayos solares (Imagen 5). La radiación solar, una vez incide sobre la superficie terrestre, calienta el aire en mayor o menor temperatura y, por otro lado, al reflejar los rayos del sol en el agua, esta se evapora, provocando distintos grados de humedad, nubosidad y pluviometría. Finalmente, debido al distinto recalentamiento por partes desiguales de la tierra, provocan movimientos desequilibrados de masas de aire, dando lugar a los vientos y, en menor medida también, influye en la composición de la atmósfera, provocando reacciones químicas en los gases que envuelven la atmósfera.

La latitud del lugar

Su ubicación estará ligada a la posición aparente del sol. Las latitudes bajas se centran en zonas de la tierra donde los rayos solares inciden de una forma muy uniforme y perpendicular en cualquier época del año. Las latitudes medias tienen diferenciada las épocas de verano, donde el día dura mucho y los rayos inciden con suficiente inclinación, provocando altas temperaturas y finalmente en las latitudes altas, centradas en el círculo polar, hay días, incluso meses, donde no llega a amanecer, pero, por el contrario, en verano no llega a anochecer, lo que no representa gran cantidad de radiación solar, ya que los rayos solares inciden con un ángulo muy bajo.

La latitud señala la posición del lugar con relación a la circulación general de la atmósfera. Esto se debe a los procesos tanto de calentamiento provocados por la radiación solar, como a los dinámicos motivados por el movimiento de rotación de la tierra. Las masas de aire caliente se desplazan desde la zona de máximo calentamiento, situado entre los trópicos, hasta las zonas polares.

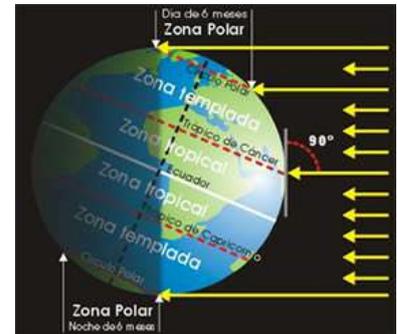


Imagen 5. Inclinación de la tierra y efecto de la radiación solar.



El aire caliente se desplaza verticalmente hasta las zonas más frías de la capa atmosférica, siendo reemplazada por aire más frío que viene de los polos, pero a su vez, el aire caliente se desplaza por las capas altas de la atmósfera hacia los polos, donde esta se enfría y desciende, dirigiéndose hacia el ecuador, completando así la circulación. Esta circulación que acabamos de comentar, se ve afectada por la rotación terrestre, dando lugar a la aparición de nuevos ciclos de viento.

Como resultado de estos fenómenos, se da lugar a sistemas de vientos en forma de cinturones circumpolares (Imagen 6). Haciendo referencia a los hemisferios terrestres, en el caso del hemisferio norte son tres cinturones de circulación atmosférica y en el hemisferio sur se produce de un modo similar como podemos apreciar en la siguiente imagen:

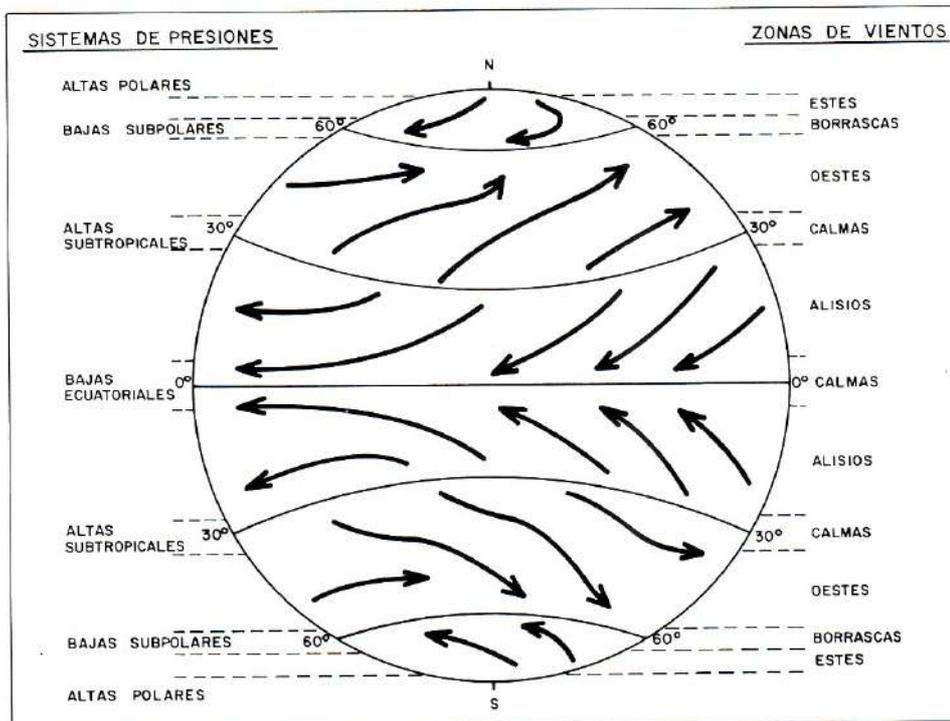


Imagen 6. Explicación de los cinturones circumpolares.



Factores climáticos

Los elementos del clima son la resultante climatológica de los factores climáticos. Existe gran variedad de elementos climáticos que pueden organizarse según sea su origen en diferentes grupos:

-Propiedades físicas de la atmósfera: en este grupo forman parte la temperatura del aire, la humedad, la presión atmosférica, la radiación solar y el viento. Se realizan una serie de estudios y aproximaciones para conocer el estado de estos factores y la forma en la que actúan en las distintas partes del mundo, recopilando información y sacando valores máximos y mínimos de cada día ya que, con estos datos, se establece el modelo de día tipo mensual con sus valores predeterminados.

-Fenómenos meteorológicos: Pertenecen a este grupo las precipitaciones, donde se incluye la cantidad y duración de lluvia o nieve, las tormentas, las nubes y las nieblas.

-Composición química: En este grupo pertenece la composición química de la atmósfera y de las precipitaciones.

-Unidades ecológico-agrícolas: Se incluye la fauna y la flora que se desarrolla en un determinado lugar en función de su clima.

-Unidades paisajísticas: Se incluyen los tipos de paisajes generados por el clima del lugar. Se trata de los desiertos, la tundra, la estepa, los bosques, la sabana, etc.

El clima de un lugar quedará definido por sus factores climáticos y por los valores estadísticos de sus elementos climáticos. A continuación, procedemos a clasificar las condiciones climáticas mediante una clasificación climática de Strahler, en cual divide los climas de la tierra en tres grupos:

- A. Climas de latitudes bajas, zonas propias de aire tropical y ecuatorial.
- B. Climas de latitudes medias, zonas propias de aire tropical y polar.
- C. Climas de latitudes altas, zonas propias de aire polar y ártico.



Estos climas se clasifican a su vez dependiendo de la zona geográfica en la que se encuentran (Imagen 7):

A- Climas de latitudes bajas:

- a. Clima ecuatorial húmedo (10° N y 10° S).
- b. Clima del litoral de los alisios (10° - 25° N y 10° - 25° S).
- c. Clima de desiertos y estepas tropicales (15° - 45° N y 15° - 45° S).
- d. Clima desértico de la costa occidental (15° - 30° N y 15° - 30° S).
- e. Clima tropical seco-húmedo (5° - 25° N y 5° - 25° S).

B- Clima de latitudes medias:

- a. Clima subtropical húmedo (20° - 35° N y 20° - 35° S).
- b. Clima marino de la costa occidental (40° - 60° N y 40° - 60° S).
- c. Clima mediterráneo (30° - 45° N y 30° - 45° S).
- d. Clima de desiertos y estepas (35° - 50° N y 35° - 50° S).
- e. Clima continental húmedo (35° - 60° N).

C- Clima de latitudes altas:

- a. Clima continental subártico (50° - 70° N).
- b. Clima subártico marino (50° - 60° N y 45° - 60° S).
- c. Clima de tundra (por encima de 55° N y 50° S).
- d. Clima de casquete de hielo (Groenlandia y la Antártida).

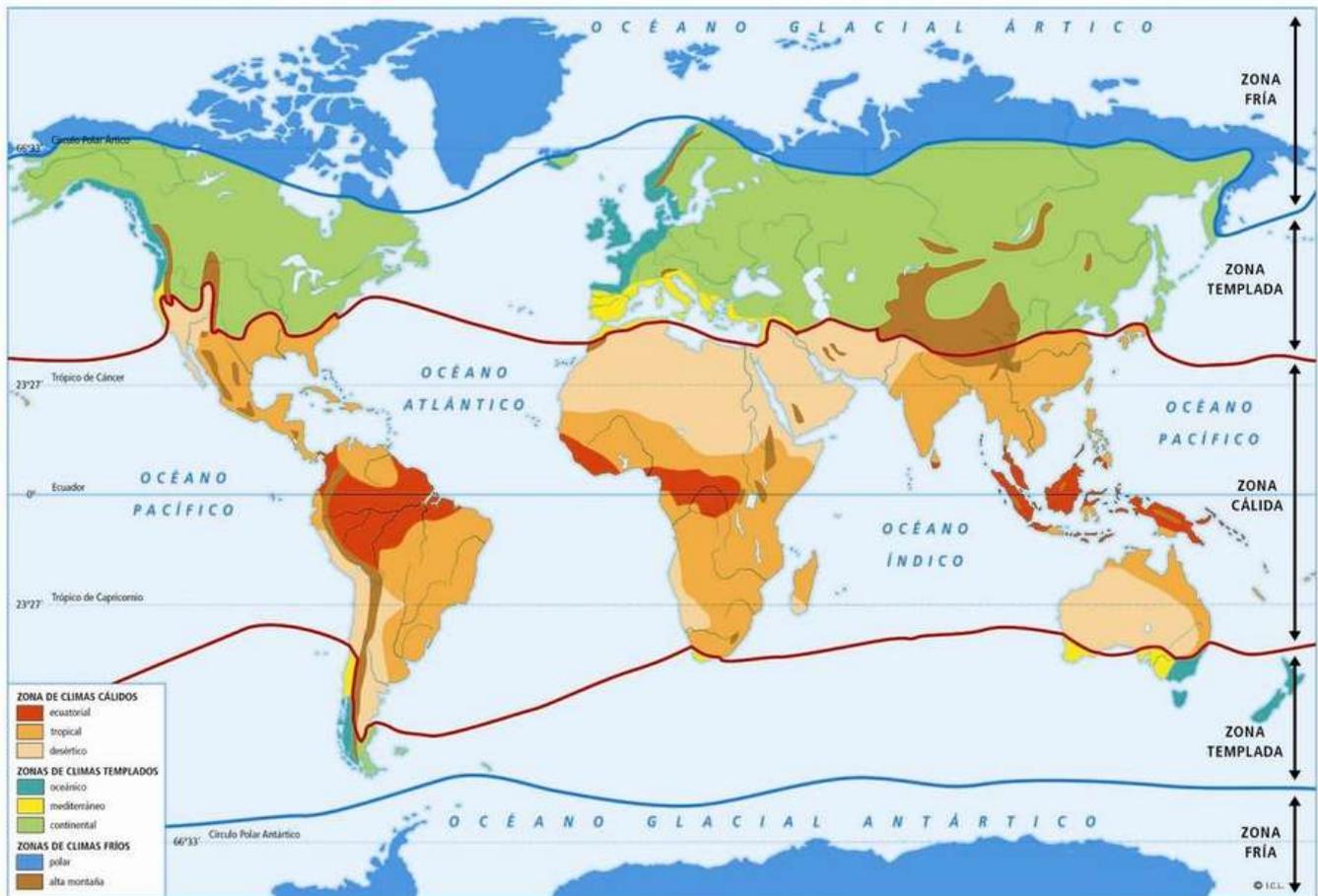


Imagen 7. Climas en las diversas zonas de la tierra.

CLIMAS	FRIO	templados	CALIDOS
LOCALIZACION	Entre los 60° - 90° N y S	Entre los 30° - 60° N y S	Entre los 0° - 30° N y S
Tª MEDIA ANUAL	No supera los 0°C	Entre 0°C - 20°C	Superior a 20°C

Tabla justificativa sobre la localización y la temperatura de los climas



ILUMINACION Y SOLEAMIENTO

El sol

Cuando hacemos referencia al sol, no solo debemos pensar en una estrella que nos proporciona calor, también es el causante de la vida de este planeta, de la existencia de agua, los climas, los fenómenos meteorológicos, etc. Además de todo esto, representa una fuente inagotable de energía, gracias a las energías renovables que conocemos y que sabemos aprovechar para abastecernos de la radiación que emite. Por ello, el sol juega un papel fundamental en la arquitectura bioclimática y es importante conocer y saber su funcionamiento para poder aprovechar la energía que nos proporciona, ya que es una de las bases del Bioclimatismo.



Imagen 8. El Sol.

Como hemos mencionado antes, el sol es una estrella como tal, cuyo tamaño no es tan grande en comparación con las estrellas que forman otros sistemas, véase Imagen 8, pero nos proporciona radiación que permite la vida en la Tierra. Nos separa una distancia de casi 150 millones de kilómetros, pero esta distancia varía, ya que la tierra gira en una trayectoria elíptica en torno al sol, donde este se sitúa en el eje central.

Desde los tiempos más remotos, se ha destacado la importancia del sol para la vida en la superficie terrestre y por ello ha tenido un impacto en las antiguas civilizaciones, llegando a ser considerado como un dios, desde los Mayas en México a los egipcios en la ribera del río Nilo.

Movimientos de la tierra y consecuencias

Como hemos mencionado en el anterior apartado, la tierra gira en torno al sol en un movimiento, llamado traslación, por el cual nuestro planeta gira en una órbita alrededor del sol, en un periodo de 365 días con 6 horas, donde esas 6 horas se acumulan cada año y trascurridos 4 años, se convierte en 24 horas (1 día). Es gracias a este movimiento el que permite que se desarrolle la vida en la tierra. Además de girar en torno a la tierra, también gira sobre sí mismo de oeste a este a lo largo de un eje imaginario, denominado eje terrestre, que pasa por sus polos, y es gracias a estos movimientos, junto con la inclinación, que tiene la tierra de unos $23^{\circ} 27'$ grados con respecto a la vertical, lo que genera que existan los cambios climáticos estacionales o lo que conocemos como climas. Este proceso lo podemos comprender mejor en la Imagen 9.



Imagen 9. Movimientos de traslación de la tierra e incidencia de la radiación.

EQUINOCIO DE PRIMAVERA	20 de marzo	Declinación = 0°
SOLSTICIO DE VERANO	21 de junio	Declinación = $+23,5^{\circ}$
EQUINOCIO DE OTOÑO	22 de septiembre	Declinación = 0°
SOLSTICIO DE INVIERNO	21 de diciembre	Declinación = $-23,5^{\circ}$



El **solsticio de verano** es la época donde hay más horas de sol y con el máximo soleamiento del hemisferio, aunque las máximas temperaturas se retrasen en un intervalo de un mes, cuyo desfase es producido por la acumulación de calor en la tierra.

En los **equinoccios** la duración de la noche es similar a la de los días y los dos hemisferios reciben una cantidad parecida de soleamiento, estableciendo el cambio de estación.

En el **solsticio de invierno** el soleamiento es mínimo y la duración del día es más corta, donde las temperaturas a finales de enero son mínimas. En el hemisferio sur el proceso es prácticamente igual, pero con un desfase de 6 meses.

La radiación solar

El sol es una estrella con una elevada temperatura y donde en su interior tiene lugar una serie de reacciones de fusión nuclear, que producen una pérdida de masas que se transforman en energía. Esta energía que emite el sol tiene unas pérdidas muy lentas, por lo que podemos esperar que continúe radiando energía durante varios millones de años.

La radiación que atraviesa el espacio se compone de radiaciones de diferentes longitudes de onda y aunque el sol radia energía en muchas longitudes de onda, lo hace en mayor número en algunas de ellas. (Ver imagen 10)

Parte de esta radiación atraviesa la atmósfera y llega directamente a la superficie de la tierra sin sufrir cambios de dirección, lo que se llama radiación directa.

Pero no toda la radiación llega directamente a la tierra, la mayor parte es desviada o absorbida por los gases, el vapor de agua, las nubes... Parte de esa energía es reflejada y devuelta al espacio exterior y solo una porción llega a la superficie terrestre. A este proceso se le llama radiación difusa.

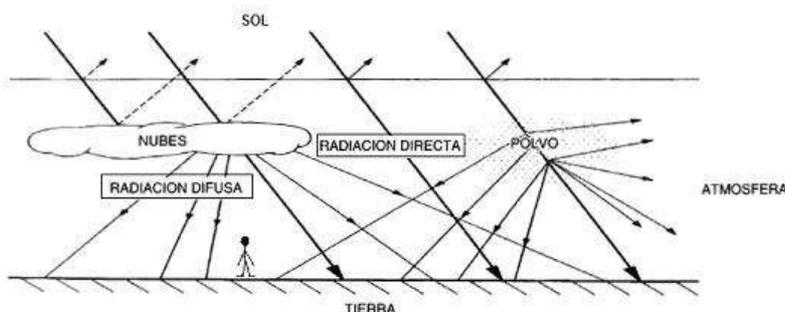


Imagen 10. Tipos de radiaciones solares.

En referencia a la radiación absorbida, ésta no se absorbe de igual manera en todas partes, depende de la superficie absorbente.



Finalmente, la suma de la radiación directa y la difusa dan origen a la radiación global, que es toda la radiación solar que llega a la superficie terrestre. Esta radiación global solo es un 45% de la radiación recibida por la atmósfera, ya que debido a que los movimientos de la tierra no son constantes, durante el día varían, como podemos ver en la imagen 11.

Según esté situado el sol y la masa de aire que atraviesan los rayos, es devuelta una mayor o menor radiación. Por la mañana es mayor, ya que el sol se encuentra en el cenit y la trayectoria de los rayos es perpendicular a la superficie, pero con el paso de las horas, la posición del sol varia, dando lugar a que los rayos atraviesen una cantidad mayor de masa de aire y debido a esto la radiación devuelta es mucho menor.

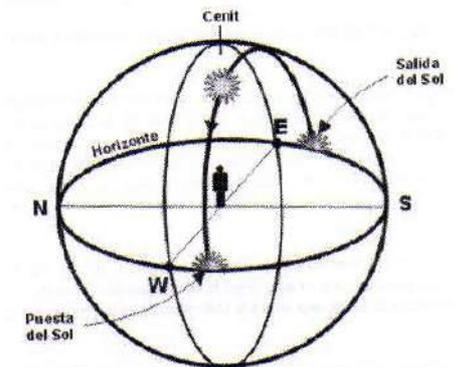


Imagen 11. Posición del sol.

La energía que llega a la tierra en forma de radiaciones tiene una longitud de onda comprendida entre los 0.3 y 1.0 μm .

Podemos apreciar como la longitud de onda que forma la luz visible, se compone de todos los colores, la radiación ultravioleta y la radiación infrarroja, siendo esta última la que mayor importancia tiene en el desarrollo de la arquitectura bioclimática. Esta radiación infrarroja la emite cualquier cuerpo con una temperatura superior a 0 Kelvin o, dicho de otra manera, a -273.15 grados Celsius (cero absolutos).

Por otra parte, cuando un cuerpo está más caliente que su entorno, este se enfriará, ya que la rapidez con la que emite energía excede la rapidez con que la absorbe. Podemos apreciar cuando una superficie está irradiando energía térmica y en qué cantidad gracias a las fotos termográficas, véase imagen 12. Cuando se alcanza un equilibrio térmico, tanto la rapidez de emisión como de absorción son iguales y es entonces cuando aparece el llamado factor de inercia térmica, el cual aprovecharemos para obtener el mayor rendimiento de la radiación producida por el sol.



Imagen 12. Termografía de una fachada.

Dependiendo de cómo reciben la radiación solar los objetos situados en la superficie terrestre, se pueden diferenciar varios tipos de radiación:

Radiación solar directa. Es la radiación que llega directamente del sol sin haber sufrido cambio alguno en su dirección. Este tipo de radiación se caracteriza por proyectar una sombra definida de los objetos opacos que la interceptan.

Radiación solar difusa. De toda la radiación que atraviesa la atmósfera, parte de ella es reflejada por las nubes o absorbida por éstas. Esta radiación, llamada difusa, se dirige en todas direcciones, efecto producido por las reflexiones y absorciones, no sólo de las nubes, sino de las partículas de polvo atmosférico, montañas, árboles, edificios, el propio suelo, etc. Este tipo de radiación se caracteriza por no producir sombra alguna respecto a los objetos opacos interpuestos. La radiación difusa es recibida en mayor proporción en las superficies horizontales, ya que ven toda la bóveda celeste, pero en caso contrario, las verticales reciben menos, ya que solo ven la mitad.



Radiación solar reflejada. Este tipo de radiación solar es la que refleja la superficie terrestre. La cantidad de radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie, también llamado albedo. Las superficies horizontales no reciben ninguna radiación reflejada, porque no ven ninguna superficie terrestre y las superficies verticales son las que más radiación reflejada reciben.

Radiación solar global. La radiación solar global es la radiación total. Esta constituida por la suma de las tres radiaciones anteriormente mencionadas. Cuando el día está despejado, la radiación directa es preponderante sobre la radiación difusa. En caso contrario, en un día nublado no hay radiación directa y la totalidad de la radiación que incide es difusa. Los distintos tipos de colectores solares aprovechan de forma distinta la radiación solar. Los colectores solares planos, por ejemplo, captan la radiación total (directa + difusa), sin embargo, los colectores de concentración sólo captan la radiación directa. Por esta razón, los colectores de concentración suelen situarse en zonas de muy poca nubosidad y con pocas brumas, en el interior, alejadas de las costas. Los colectores solares planos pueden colocarse en cualquier lugar, siempre que la insolación sea suficiente.

Como es lógico, en las épocas de mayor radiación solar, es necesario disminuir los aportes energéticos producidos por la incidencia del sol en la edificación al mínimo.

Durante el verano, La posición del sol es más alta que en invierno, evitando que una gran parte de los rayos del sol penetren directamente por los huecos que se encuentran en la dirección sur. Para conseguir evitar por completo esta radiación, se puede optar por diseñar pantallas o voladizos que proyecten sombra, con unas dimensiones según la orientación y teniendo en cuenta el recorrido solar anual. De este modo, en la época de invierno, la radiación incide en el interior de la edificación, mientras que en verano se impide la radiación directa.

El comportamiento de la carpintería también es importante, si colocamos vidrios aislantes o incluso reflectantes, mejoraría el comportamiento del acristalamiento, que ya de por si tiene un coeficiente de transmisión más bajo cuando la radiación es oblicua. (Ver imagen 13)

Un inconveniente a tener en cuenta es la posición del sol durante los días más calurosos del año. En general, suelen coincidir con los últimos días del mes de julio y principios de agosto, en los que, tras pasar el solsticio de verano, su altura se ve reducida y de ese modo los rayos penetran mejor por los huecos de la fachada. Otro posible inconveniente son las horas de exposición del sol, ya que son días más largos en los que no hay casi nubosidades y los aportes energéticos son mayores. Por esta razón, se necesitan unos sistemas que proyecten sombra o impidan la radiación solar.

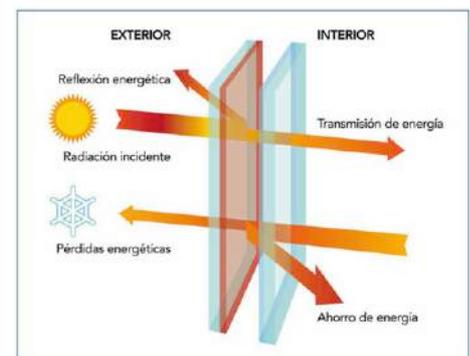


Imagen 13. Radiación y comportamiento de un buen acristalamiento.



Entre las distintas opciones que podemos elegir, cabría destacar las siguientes:

Pérgolas, toldos y celosías. Como se ha mencionado anteriormente, son soluciones que se ajustan según las necesidades generales. También se pueden utilizar plantas trepadoras para las pérgolas.

Contraventanas, persianas o lamas direccionales. Para impedir que una gran parte de la radiación solar sea atravesada, limitando así su entrada a través de los huecos. Dependiendo del modelo pueden bloquear demasiada luz.

Aleros. Ya sean con vegetación de hoja caduca o de estructura fija. Los aleros con vegetación deben preferiblemente ser más largos y colocar una maya metálica que deje pasar la luz.

Inercia térmica

Podemos entender como inercia térmica la propiedad que indica la cantidad de radiación infrarroja, en forma de calor, que puede conservar un cuerpo y la velocidad que este la cede o absorbe. Dependiendo del calor de los materiales, la masa que está compuesto y del coeficiente de conductividad térmica de estos. Este concepto se lleva usando en la construcción durante siglos para poder conservar la temperatura en el interior de los espacios habitables a lo largo del día, empleando muros con una gran masa y una inercia térmica adecuada. Por el día se calientan y, por la noche, donde tiende a enfriarse, el calor va cediendo en el interior del espacio habitable.

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

- **Su calor específico** (c) o capacidad para almacenar calor ($c = J/Kg \times K$).
- **Su masa** (Kg): la capacidad calorífica (C), mide la relación entre la energía o calor transmitida a un cuerpo y la variación de temperatura que experimenta ($C = J/K$). Cuanto mayor es la capacidad calorífica de un cuerpo, mayor energía hay que transmitirle para que aumente su temperatura en un grado, y cuanto mayor es su masa ($C = c \times \text{masa (Kg)}$), mayor es la capacidad calorífica y, por tanto, su inercia térmica.
- **Su densidad** (Kg/m^3). Relaciona el volumen y la masa del elemento. A mayor densidad, mayor inercia térmica.
- **Su coeficiente de conductividad térmica** (λ) o capacidad para conducir calor (W/mK). Los materiales que sean buenos conductores colaboran en el aumento de la inercia térmica interior.



La inercia térmica de los materiales empleados en la construcción permite mantener una temperatura estable durante el día, en los espacios interiores habitables. En verano, un muro másico, que presenta una gran inercia térmica, absorbe calor durante el día del ambiente interior, debido a la diferencia de temperatura entre ambos, lo va almacenando de manera progresiva, y se disipa durante la noche, con una ventilación adecuada. Al día siguiente, por la mañana, el muro mencionado ve reducida su temperatura, para empezar de nuevo el ciclo: absorbe calor durante el día y lo emite durante la noche, manteniendo una temperatura constante y reduciendo la necesidad de utilizar el equipo de refrigeración. (Ver imagen 14).



Imagen 14. Radiación en verano e invierno.

Durante las estaciones más frías, el funcionamiento consiste en almacenar calor durante el día, para después devolverlo al ambiente interior durante la noche cuando desciende la temperatura. Se trata de un mecanismo de refrigeración y calefacción pasivos, que aprovechan la diferencia de temperatura entre los elementos constructivos y su entorno, amortiguan las diferencias térmicas y se comportan de forma anticíclica (amortiguación y retardo). Esto podemos comprenderlo mejor mediante el ejemplo de la imagen 15.

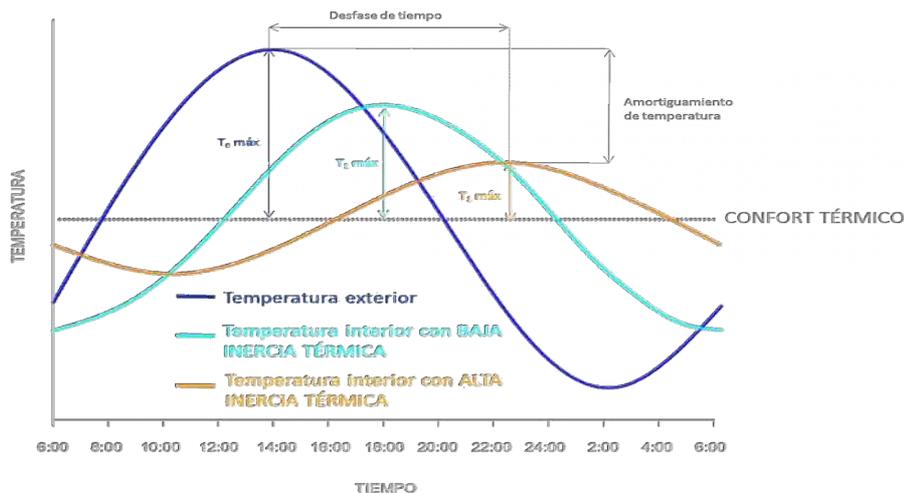


Imagen 15. Gráfica explicativa de la inercia térmica.

De manera evidente, el aprovechamiento de una manera efectiva estos sistemas implican un estudio previo del clima en el que su ubicara el edificio (orientación, asoleamiento, horas de radiación, etc.) y una adecuada aplicación del mecanismo, que evite temperaturas elevadas en estancias donde no se requiere, junto con un buen sistema de ventilación, que permita enfriar la masa térmica en verano. (Ver imagen 16).

También podemos destacar el uso de medidas pasivas en la construcción, permitiendo reducir el consumo de energía de las instalaciones térmicas, para alcanzar el estado de confort deseado en el interior de los edificios. Entre estas medidas, destacamos el uso de materiales con gran inercia o capacidad calorífica como el agua, el granito, la tierra seca o adobe (capacidad calorífica entre

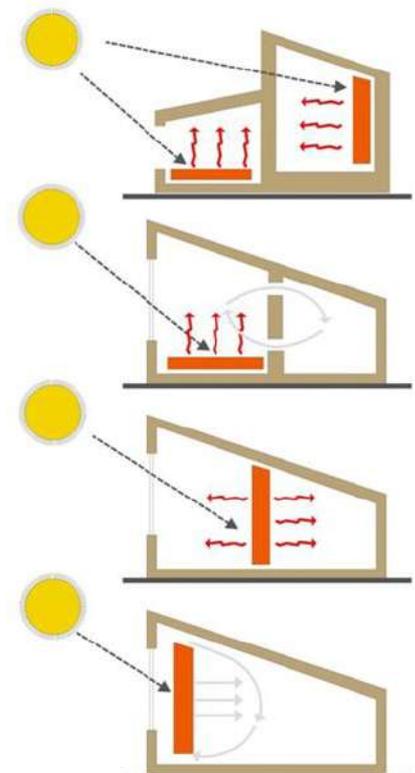


Imagen 16. Zonas de colocación de la masa térmica.



500 y 1000 Kcal/m³°C) para la construcción de elementos constructivos bioclimáticos.

Otros materiales más habituales en la construcción y que también tienen una capacidad calorífica aceptable son la madera, el ladrillo o el hormigón, por un lado, y los aislantes térmicos como la lana mineral, el EPS y el poliuretano, o la celulosa que se utiliza como aislamiento térmico, por otro.

La inercia térmica no es la solución adecuada en todos los casos

Los espacios con envolvente térmica de gran inercia necesitan más tiempo para calentarse al principio, para alcanzar la temperatura de confort deseada; por lo tanto, no es un recurso adecuado en edificios que no se usen de forma continuada o permanente. Este es el caso de las segundas residencias, que pueden permanecer cerradas entre semana y solo se utilizan durante el fin de semana.

La inercia térmica, junto a un buen aislamiento térmico, puede ser un recurso adecuado que permita mantener una temperatura constante durante el día en el interior de una vivienda, siempre que dicha vivienda permanezca cerrada durante el día y la temperatura nocturna no supere los 25° C.

En verano se aconseja oscurecer o bloquear la radiación solar en las orientaciones este y oeste, ya que un exceso en la radiación solar puede llegar a ser un problema. Si a eso le sumamos una elevada inercia térmica, como resultado podemos tener justo lo contrario a lo deseado.

La construcción en seco, con materiales ligeros poco conductores del calor y con uniones mecánicas, permite la construcción de envolventes térmicas y estructuras de baja inercia térmica, en los que las pérdidas de calor son mínimas. Es un tipo de construcción común en EEUU, Norte y Centro de Europa o Canadá. Países fríos donde las viviendas se construyen con madera y derivados, así como aislamientos térmicos de espesores importantes, vidrios muy aislantes y sellados continuos, donde no existen juntas o superficies frías que absorban el calor. Este tipo de construcciones tienen que ser muy estancas al aire.

En España, por contra, es normal que existan puentes térmicos y falta de estanqueidad al aire de los edificios, debido a sistemas constructivos tradicionales, mediante uso de materiales que contienen agua como el yeso, el cemento, el mortero, el hormigón o la cerámica, y que facilitan el intercambio y la transmisión de calor con el entorno. Si estos edificios tienen inercia térmica, podrán almacenar energía en su masa, pero al ser conductores, serán sensibles a las pérdidas de calor, y por lo tanto sus instalaciones térmicas consumirán más energía. Una alternativa en la península puede consistir en utilizar un sistema de construcción que incorpore aislamiento por el exterior, ya que es poco conductor, y elementos de inercia térmica en el interior y no en la envolvente térmica del edificio. (ver imagen 17).

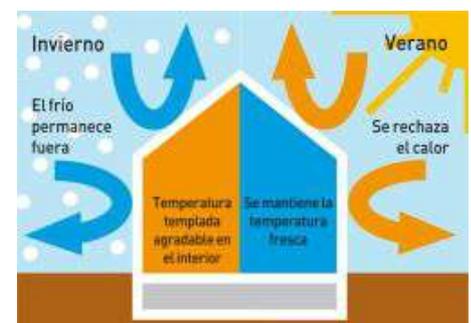


Imagen 17. Zonas de frío – calor en una vivienda.



Efecto invernadero

La combinación de los elementos que hemos mencionado en los anteriores apartados, además de la radiación y los gases que forman la atmósfera de la tierra, todos ellos son los que dan lugar al llamado efecto invernadero.

Este efecto invernadero es la acumulación de la radiación solar, por el cual los gases permiten la entrada de parte de esta radiación emitida por el sol, pero debido a la reflexión, no toda esta radiación se refleja, quedando atrapada entre la atmósfera y la superficie terrestre.

Este proceso provoca un incremento de la temperatura en la atmósfera terrestre, haciendo posible que el planeta sea habitable. En la imagen 18 podemos apreciar de una forma más clara lo comentado anteriormente.

Pero fue en la revolución industrial, donde los gases generados por las actividades humanas, principalmente el CO_2 , los que han modificado la composición de la atmósfera y han originado que el efecto invernadero crezca, provocando que las temperaturas cada vez vayan en aumento y dando lugar a lo que hoy conocemos como cambio climático. Este aumento de la temperatura tiene graves repercusiones en la tierra, provocando aumentos en la temperatura y causando que ciertas zonas del planeta se vean afectadas gravemente, como podemos observar en la Imagen 19.

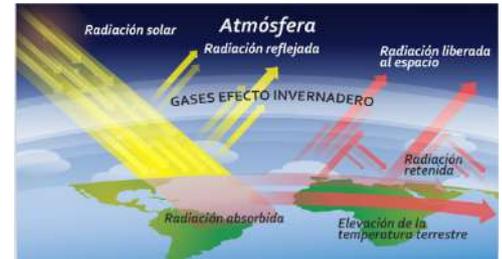


Imagen 18. Representación de la radiación a causa del efecto invernadero.

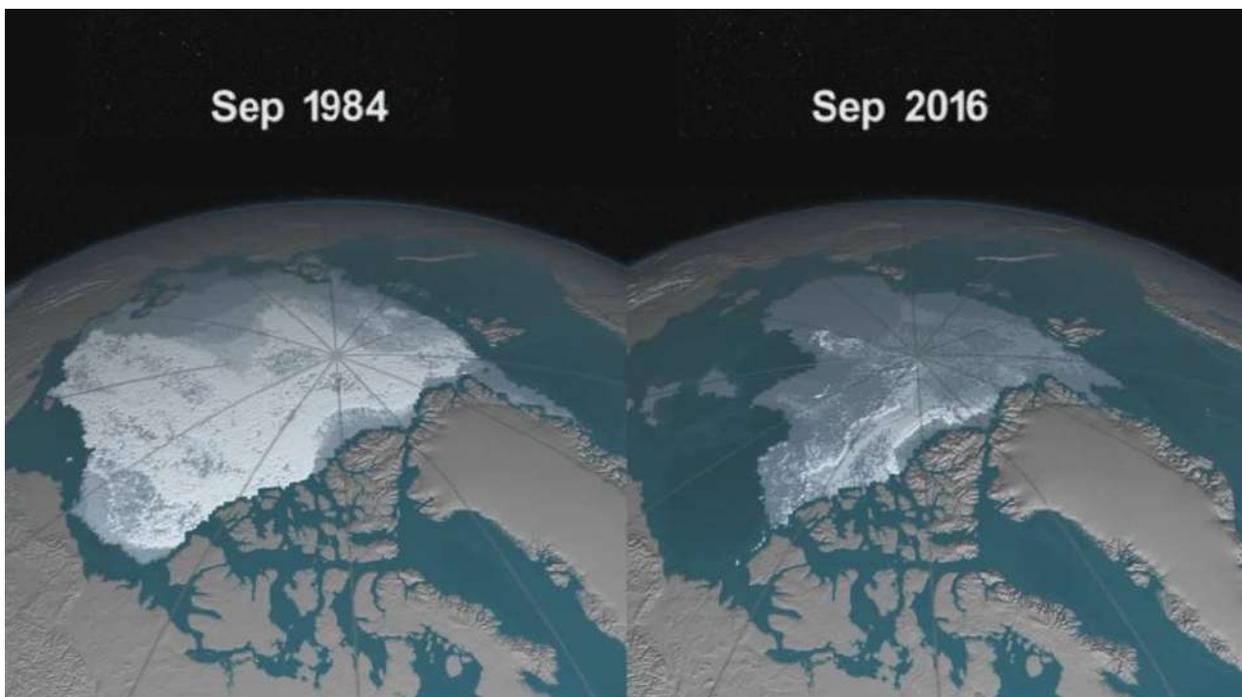


Imagen 19. Efecto del cambio climático en la superficie terrestre.



VENTILACIÓN

Como he mencionado en apartados anteriores, el concepto de la ventilación en una arquitectura basada en principios bioclimáticos, cobra mucha importancia. En los siguientes apartados realizaré un recorrido explicando cómo llega a influir de una manera decisiva en el funcionamiento de un edificio bioclimático.

¿Qué entendemos por Aire?

El aire es una mezcla de gases, cuyos componentes principales son el nitrógeno (N₂) y el oxígeno (O₂). También, en menor proporción, contiene argón (Ar), dióxido de carbono (CO₂), Vapor de agua, criptón (Kr), neón (Ne), helio (He), hidrógeno (H₂), ozono (O₃) y algunas partículas, como polvo, esporas, polen, contaminación, etc. Es un gas inodoro, insípido e incoloro en pequeños volúmenes. (Ver Imagen 20).

El aire que se mantiene dentro de un local, sobre todo si hay muchas personas, disminuye su cantidad de oxígeno y aumenta el llamado anhídrido carbónico (con efecto asfixiante), el vapor de agua y la temperatura. Esto a cierto límite es imperceptible, pero si se sobrepasa llega a ser molesto para los que ocupan el lugar. Esto es lo que se llama aire confinado. Pero si se producen algunos factores en el ambiente, ya sea la descomposición de materiales o procesos de combustión, esto provoca la aparición de gases contaminantes y como resultado tenemos el aire viciado. Ambos tipos de aire, independientemente de su medida, son perjudiciales para la salud, debido a las dificultades para respirar, tos, mareos, irritación de ojos, etc. Por esto y otros factores, es importante garantizar una buena ventilación para evitar estos problemas en las personas.

¿Qué es el viento?

El viento es aire que se desplaza de un sitio a otro. Se origina en el calentamiento desigual de la superficie terrestre, provocando zonas de altas y bajas presiones. Estos valores de presión se representan en los mapas por medio de isobaras, señalando la existencia de zonas de baja presión (ciclones) y zonas de alta presión (anticiclones). (Ver imagen 21).

También encontramos variaciones según la estación del año y el momento del día. Por ejemplo, en verano, durante el día, el aire se calienta más sobre la tierra que el aire sobre el mar. Este aire continental (el de la tierra) se expande y se eleva, disminuyendo la presión sobre el terreno, lo que provoca que el viento sople desde el mar hacia las costas. Sucede lo opuesto por la noche y, sobretudo en invierno, donde la tierra se enfría más rápido que el mar, lo que provoca que el aire viaje en el sentido opuesto.

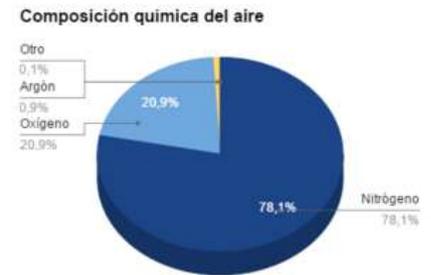


Imagen 20. Composición del aire.

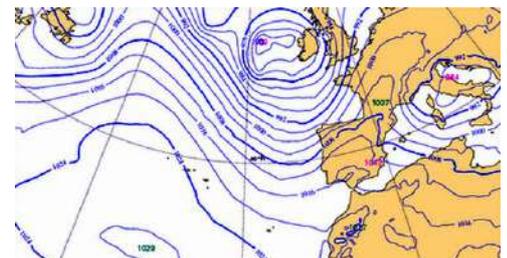


Imagen 21. Ejemplo mapa de isobaras.



¿Qué es la ventilación?

Lo podemos definir como la forma de sustituir el aire ambiental interior de un local, teniendo en cuenta el inconveniente de la falta de pureza, una temperatura no adecuada o humedad excesiva, por otro exterior de mejores cualidades, más limpio y adecuado.

¿Qué importancia tiene ventilar?

Es importante ya que el aire nos ayuda, a todos los seres vivos, a resolver acciones como la respiración y el control del calor que producimos. La ventilación afecta tanto a la temperatura como a la velocidad del aire, a la humedad y a disipar los malos olores, todo esto proporcionando condiciones de confort.

Antes de comentar un ejemplo de humedad dentro de una vivienda, es importante saber distinguir los distintos tipos de humedad.

Tenemos por una parte la humedad ambiental, que no es más que la presencia de vapor de agua en el aire. La humedad absoluta, nos indica la cantidad de vapor de agua que contiene un volumen concreto en el aire, según una temperatura y presión determinadas. Podemos decir que hay una relación entre la temperatura y la cantidad de vapor de agua. Por ejemplo, conforme aumentan la temperatura, también aumenta la cantidad de vapor de agua que el aire puede llegar a contener, sin alcanzar la saturación del mismo. Por último, tenemos la humedad relativa, que es la humedad absoluta real de un volumen determinado de aire con la humedad absoluta máxima que puede llegar a alcanzar sin producir condensaciones, en igual condición de temperatura y presión atmosférica.

También tenemos que tener en cuenta que una mala ventilación en la vivienda puede causar estrés, afecciones respiratorias, hipoxia (mal de montaña), anoxia (falta casi total de oxígeno) o el efecto monóxido de carbono. Es importante conseguir unas adecuadas condiciones climáticas favorables en el interior que eviten la aparición de humedades y moho, debido a la condensación que se puede llegar a producir en las paredes. No solo las personas, también los aparatos electrónicos e instalaciones necesitan una adecuada ventilación para controlar el calor o la toxicidad, entre otros casos.

¿Qué entendemos por ventilación natural?

La ventilación natural podemos decir que es aquella en la que la renovación de aire se produce por la acción del viento o por la existencia de un gradiente térmico entre el punto de entrada y salida del aire. Visto esto, la ventilación natural parece la manera más lógica de ventilar el edificio, pero, no debe sustituir por completo a la ventilación forzada (aire acondicionado), ya que en algunos casos no será efectiva.

Como ventajas está el bajo coste que cuesta de mantener y el poco espacio físico en planta. Sin embargo, una desventaja notable a



destacar se relaciona con las temperaturas en el exterior. En épocas de mucho calor o mucho frío, no nos ofrece un estado de confort necesario. Además, si la vivienda está ubicada en un entorno urbano, la contaminación del aire exterior y el ruido producido en el exterior, hacen inapropiado este sistema para ventilar correctamente.

La ventilación natural garantiza una calidad óptima del aire en el interior de la vivienda y brinda un confort térmico en verano a través de la ventilación directa sobre las personas (ventilación de confort) o con la ventilación nocturna sobre la masa del edificio (refrescamiento convectivo).

Antes de explicar estos 2 tipos de ventilación, es importante hablar del concepto de la convección, que no es más que el mecanismo de transferencia de calor que tiene mayor importancia en la ventilación natural. Es el proceso por el cual la transmisión de calor está asociada al movimiento de material, mediante el cual se transporta calor.

En la ventilación de confort, la transferencia de calor se realiza directamente desde la persona al flujo de aire en movimiento que la envuelve. Dependiendo de la presión de vapor y la temperatura, tenemos una diferencia en la ventilación que mantiene la calidad del aire en el interior, que es independiente de las condiciones climáticas. Pero si modificamos el movimiento del aire alrededor del cuerpo humano, ayudamos a dicho cuerpo a controlar el confort térmico, aun teniendo en cuenta que la temperatura del aire interior sea elevada.

El refrescamiento convectivo es un proceso que consiste en mantener el edificio cerrado en las horas más calurosas del día y ventilarlo al caer la noche, cuando las temperaturas bajan, a través de las ventanas y/o de los pasajes de aire entre los elementos de la masa estructural, que al día siguiente actúan como acumulador de calor, absorbiendo el calor que entra en el edificio y que genera dentro de él. Un ejemplo es el llamado muro trombe, imagen 22.

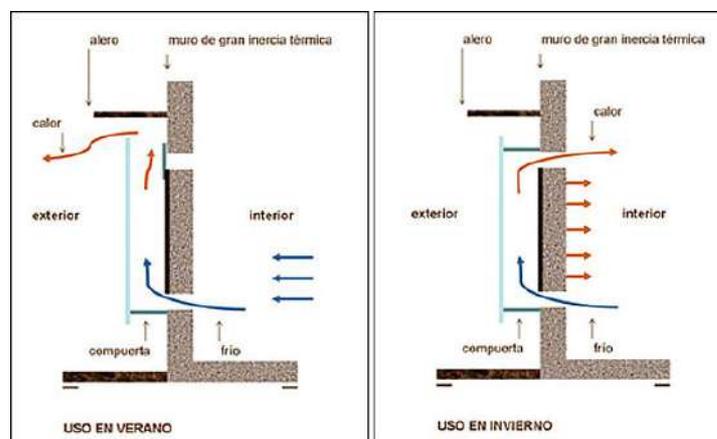


Imagen 22. Muro trombe durante el verano y el invierno.



Este proceso se puede entender mejor a través de este esquema. (Ver imagen 23).

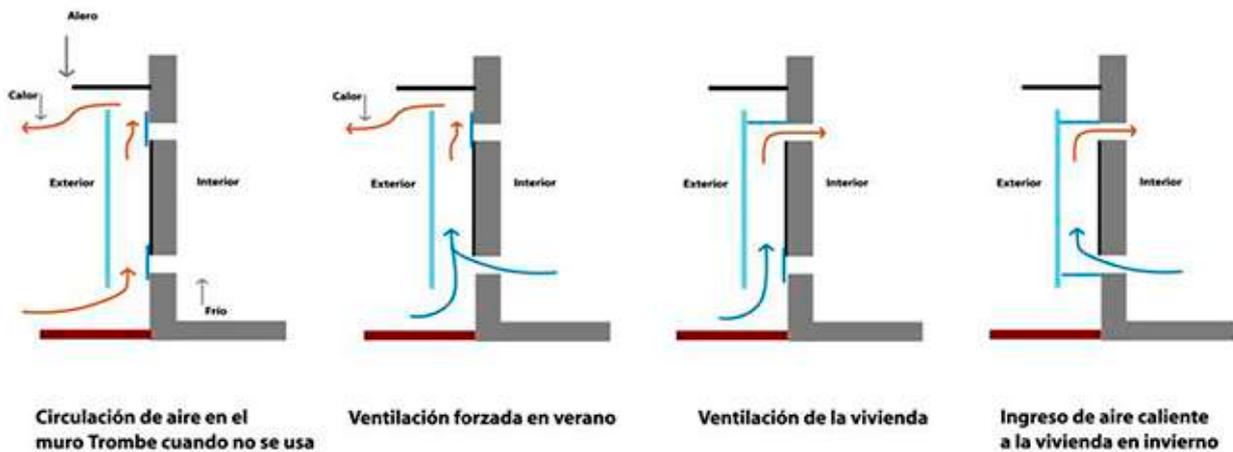


Imagen 23. Funcionamiento del Muro trombe.

Para garantizar una ventilación nocturna adecuada, se tendrá en cuenta lo siguiente: evitar las ganancias de calor (mediante sistemas de aislamiento térmico y protección solar controlada), el edificio tendrá una inercia térmica (en contacto con el exterior), las aberturas de las ventanas serán en los momentos de mayor seguridad (lluvia, ladrones, insectos, olas de calor...), el caudal de aire que entra debe ser el más alto posible. En este tipo de ventilación la velocidad el aire es importante también.

¿Qué es y cómo funciona la ventilación cruzada?

Según el diccionario de Arquitectura y construcción, la ventilación cruzada significa "circulación del aire a través de ventanas u otros espacios abiertos situados en lados opuestos de una sala o habitación. Es un sistema muy utilizado en las viviendas que se basan en los principios del Bioclimatismo. (Ver imagen 24).

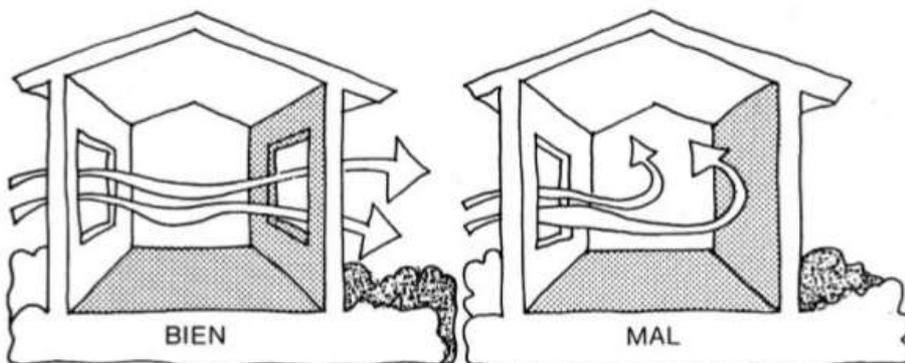


Imagen 24. Recorrido correcto e incorrecto de la ventilación cruzada.



En la ventilación cruzada, uno de los principios fundamentales es la correcta colocación de las ventanas y puertas en paredes opuestas, para permitir que el viento que entra deje correr el aire confinado o viciado que se encuentra en el interior de la vivienda y lo saque al exterior, sustituyendolo por aire limpio. De otra manera, con las ventanas colocadas en la pared de manera perpendicular a los huecos de entrada, el recorrido del aire se ralentizaría, disminuyendo la efectividad de la ventilación.

Como alternativa para facilitar la ventilación es jugar con la forma, el tamaño y la posición de las ventanas. La ventilación cruzada produce una zona de alta presión en la fachada situada al barlovento¹, y una zona de baja presión en la fachada de sotavento², ya que como se ha explicado anteriormente, el aire viaja desde la zona de altas presiones a la zona de bajas presiones. Ver imágenes 25 y 26.

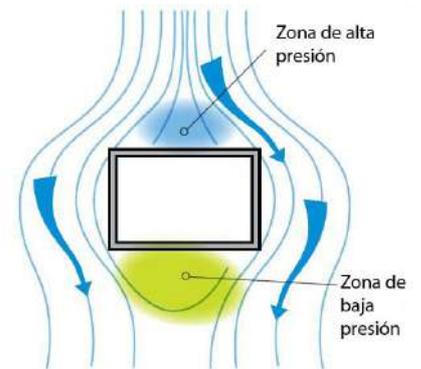


Imagen 25. Presión generada por el viento.



Imagen 26. Explicación detallada del Barlovento y el Sotavento.

De esta manera, el colocar ventanas más grandes en la zona de sotavento permite que la circulación del aire fluya con mayor velocidad y la habitación se enfríe más rápidamente. Pero, por el contrario, si nos interesa que la habitación se ventile, pero no se enfríe mucho (porque podría tratarse de una zona de umbría, por ejemplo), las ventanas serán más grandes a barlovento, reduciendo la velocidad del viento.

¹ Barlovento; sentido contrario al que siguen los vientos dominantes.

² Sotavento: sentido señalado por los vientos dominantes.



¿Porqué el aire caliente pesa menos? ¿Qué influencia tiene la colocación de las ventanas?

Si cogemos un mismo volumen de aire caliente y aire frío, se puede apreciar que hay más moléculas de oxígeno y nitrógeno en la masa de aire frío. Esto se debe a que las moléculas que contiene el aire caliente se encuentran más separadas, por lo tanto, tiene menos masa, ya que habrá menos cantidad de materia en el mismo volumen. Es por esto que el aire frío, al tener un peso mayor, se desplaza hacia el aire caliente, que se encuentra por encima de este.

Una vez explicado esto, entendemos que el aire caliente suele estar en la parte superior de los locales, por lo que la colocación de las ventanas a una altura media o algo más alta, favorece que dicho aire salga hacia el exterior y se ventile eficazmente y es por esto que las ventanas no se suelen colocar cerca del suelo.

Lo más adecuado e ideal sería colocar ventanas a una menor altura en la zona de barlovento y a mayor altura en la de sotavento, obligando así a que el aire recorra toda la habitación (de un lado a otro y de abajo a arriba) y llevarse el aire confinado o viciado. Este proceso se puede apreciar de una mejor forma en la imagen 27.

También hay que tener en cuenta que, además de ventilar la vivienda, es necesario aislarla del viento para evitar la pérdida de calor. Para ello, uno de los recursos que mejor vienen para proteger la edificación y que se suele utilizar en muchas ocasiones es la vegetación que, dependiendo de la localización geográfica, tendrá más importancia en unos espacios que en otros.

También el viento se puede utilizar para enfriar o calentar las fachadas del edificio. Por ejemplo, podemos enfriar el viento caluroso del verano si conseguimos que pase por una superficie de agua o por cámaras subterráneas, ya que el efecto de la evaporación refresca el ambiente y también del mismo modo es posible calentar el aire frío en invierno si conseguimos colocar a su paso un elemento de color negro que absorba el calor del sol.

Por otro lado, están las cámaras subterráneas naturales de agua dentro de las viviendas, que consiguen aportar humedad al ambiente y refrescar el aire que pasa a través de ellas, introduciéndose en el interior. Este proceso podemos verlo de una forma más clara en la imagen 28.



Imagen 27. Colocación correcta de las ventanas.

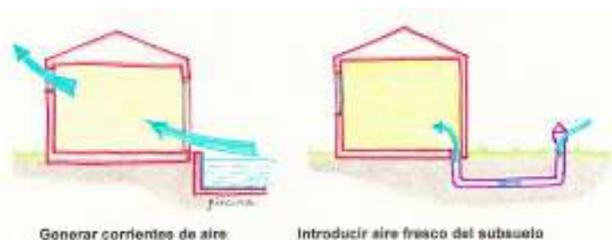


Imagen 28. Explicación cámaras subterráneas naturales.



VEGETACIÓN

La vegetación ha sido un factor muy a tener en cuenta en la arquitectura bioclimática a la hora de combatir tanto el ruido, el viento o para refrigerar corrientes de aire. Es por ello que, junto con la ventilación, es importante a la hora de realizar un diseño bioclimático, siempre que las condiciones del clima lo permitan.

En este apartado se pretende dar un repaso genérico a las diversas formas de protección que nos ofrece la vegetación. En el desarrollo de las tipologías se explicará mejor cuales de ellas se utilizarán.

Dispone de unas características y unos requisitos específicos según la especie que se trate:

- Necesidad de iluminación y exposición solar.
- Resistencia mecánica.
- Tiempo de crecimiento.
- Necesidad y resistencia a la poda.

Según el punto geográfico en el que nos encontremos, es necesario realizar un estudio de las especies vegetales que existen en el solar o la zona donde se encuentre el edificio, para elegir la más adecuada y acorde a las necesidades: tipo de hoja, floración, crecimiento, necesidad de agua, profundidad de las raíces, etc.

Podemos destacar una serie de ventajas e inconvenientes:

Beneficios térmicos: Regulan la temperatura, reducen el efecto isla térmica y aíslan térmicamente. En entornos cálidos, pueden refrescar la temperatura del ambiente. Aíslan térmicamente y protegen de la radiación solar. (Ver imagen 29).

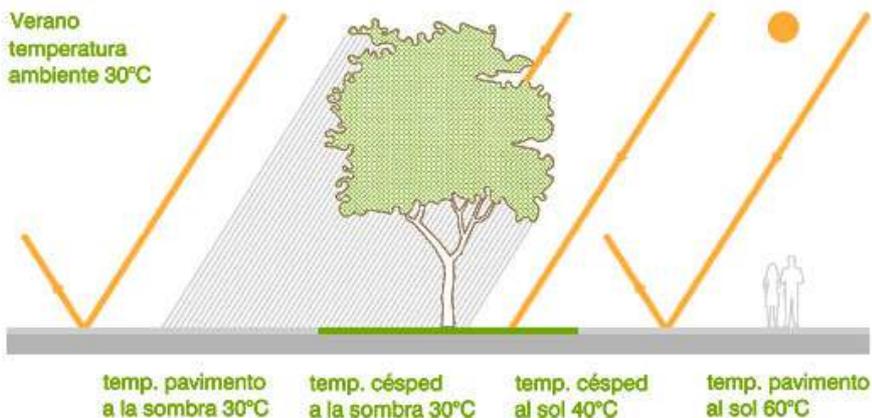


Imagen 29. Vegetación como reguladora de la radiación solar.



Mejora la calidad del aire: En ambientes urbanos, la existencia de vegetación mejora las condiciones del aire tanto en exterior como en interior. Las plantas y los árboles purifican el aire y almacenan contaminantes, realizando el proceso de fotosíntesis y emitiendo oxígeno a la atmósfera todos los días.

Protección contra el ruido y el aire: Las formaciones o barreras vegetales, según su grosor, pueden ejercer un efecto de amortiguación del ruido, actuando como pantallas acústicas. También si existen fuertes vientos o moderados, o simplemente se desea minimizar la pérdida de calor dentro del hogar, se aconsejan colocar árboles para reducir la acción de estos vientos. (Ver imágenes 30 y 31).



Imagen 30. Vegetación como aislante acústico.

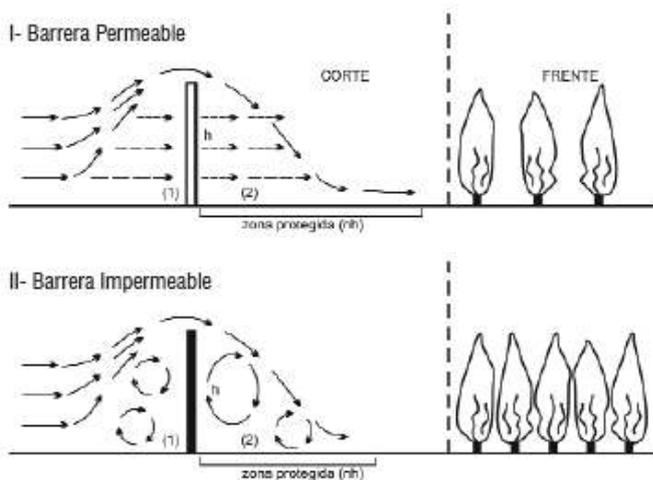


Imagen 31. Vegetación como barrera frente al viento.

Protección estructural: Las enredaderas en las fachadas pueden proteger los materiales constructivos deteriorados a causa de los rayos ultravioletas y el ácido carbónico del ambiente.



Mejora estética: Las zonas verdes y la vegetación en los muros y fachadas de los edificios producen a la vista un ambiente de tranquilidad y clama, proporcionando un lugar de ocio y descanso.

Sin embargo, si no realizamos un estudio previo de la zona en la que nos encontramos a la hora de seleccionar y realizar la plantación, la vegetación no adecuada puede ocasionar problemas, como el consumo importante de agua para la irrigación, una producción en exceso de desechos vegetales, daños estructurales al edificio, averías tanto en las instalaciones aéreas como subterráneas, etc. Por eso, hay que tener muy en cuenta donde vamos a realizar la plantación que deseamos para nuestro edificio.

En la arquitectura bioclimática, la vegetación tiene múltiples aplicaciones en la edificación, como hemos comentado anteriormente. A continuación, hablaremos de una serie de ejemplos en su utilización:

Sistemas pasivos de enfriamiento por evaporación:

Existes muchos ejemplos para utilizar la vegetación a modo de refrigeración del aire antes de introducirlo en la vivienda. Este tipo de soluciones son útiles en climas veraniegos, donde la humedad relativa no sea elevada. En caso de utilizar esta estrategia, conviene utilizar árboles de hoja grande, frondosa y caduca, de modo que en el periodo invernal no obstruyan el acceso de los rayos solares.

Sistema de protección solar mediante vegetación:

Cuando requerimos de protección solar en el periodo estival, podremos utilizar elementos vegetales delante de los huecos. Para garantizar una eficacia en esta estrategia, dependerá del tipo de árbol y su desarrollo biológico particular (ver imagen 32). Se recomienda usar árboles de hoja caduca para las orientaciones Este, Sur Este, Sur, Sur Oeste y Oeste; emparrados caducos horizontales a sur y cortinas vegetales o trepadoras a Este, Oeste y Norte.

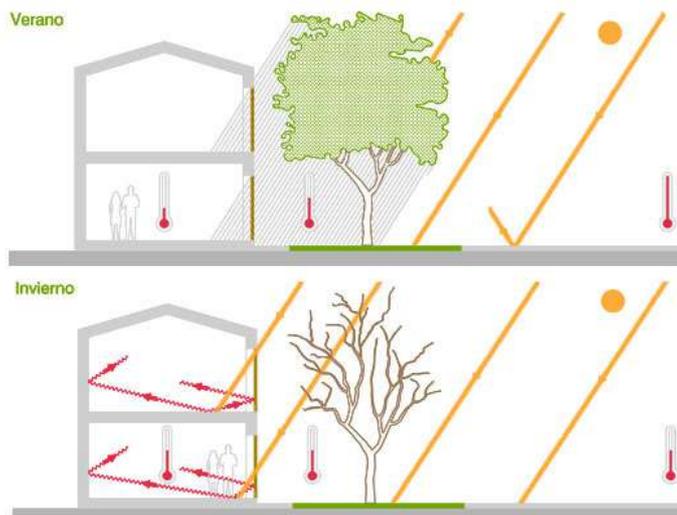


Imagen 32. Vegetación como protección solar.



Cubiertas vegetales, ajardinadas o cubiertas “verdes”:

Las llamadas cubiertas vegetales son sistemas de cubierta que incluyen un sustrato y vegetación. Estos sistemas aumentan el aislamiento gracias al aprovechamiento de las propiedades térmicas de la tierra como de la mejora del microclima que provoca la vegetación.

Esta vegetación protege al edificio de la radiación solar, reduciendo el sobrecalentamiento y proporcionando un aislamiento natural.

Muros vegetales:

Podemos diferenciar los muros vegetales en fachadas vegetales y paredes vivas o jardines verticales.

Fachadas vegetales:

En este tipo de fachadas tenemos las tradicionales con plantas trepadoras, las de doble piel con plantas trepadoras y las jardineras perimetrales con plantas arbustivas. El uso de estas plantas trepadoras es una manera de garantizarnos un aislamiento térmico suplementario, ya que nos ofrece protección a los muros en condiciones meteorológicas adversas. (Ver imagen 33).

Es muy importante seleccionar las plantas adecuadas según el clima del lugar, para facilitar su mantenimiento y que no sufran un exceso de calor o heladas, para así mantener la fachada verde en buen estado.



Imagen 33. Ejemplo de fachada vegetal.

Paredes vivas o jardines verticales:

Este método integra el empleo de plantas como si se tratara de una piel exterior de los edificios. La estructura del edificio ya incorpora un sustrato para favorecer el crecimiento de las plantas, pero en vertical. El sistema permite el crecimiento de una vegetación colgante diferente de las trepadoras y así aprovechar las capacidades aislantes y de inercia térmica del sustrato. Un ejemplo de este tipo de paredes lo podemos apreciar en la imagen 34.



Imagen 34. Ejemplo de paredes vivas o jardines verticales.



Efectos más relevantes de un muro vegetal

La actividad y construcción de los edificios ejercen un efecto nocivo en el medio ambiente, ya que los pasos a seguir para su mantenimiento y construcción no son los más adecuados desde el punto de vista ecológico. En cada uno de los procesos y actividades de la edificación, teniendo en cuenta también la eliminación de los residuos producidos, son necesarios el uso de medios de transporte contaminantes y de aportes de energía, con la consiguiente producción de materiales tóxicos peligrosos para las personas y la naturaleza.

Por ello, el edificio del futuro, de carácter duradero y sostenible, no solo debe ser algo más que una envolvente térmica. Debe existir una unión entre el exterior y el interior que garantice una gran importancia arquitectónica, del mismo modo que la protección del edificio frente a elementos externos, ya que es cada vez más eficaz gracias a nuevas técnicas y materiales. De este modo, un edificio más próximo al entorno sería aquel que utilizara la vegetación como una capa más en la estructura del edificio, dando una posibilidad de regulación y control de los flujos energéticos, además de representar una nueva mentalidad y una serie de valores sobre el edificio, así como un avance psicológico que permita concienciarnos más sobre una arquitectura medioambiental y vivencial para el nuevo siglo.

Entre los efectos más relevantes, a modo explicativo, destacamos los siguientes:

Incidencia del sol

Se han realizado estudios demostrando que la energía calorífica transmitida a través de un muro de hormigón es bastante inferior si este está recubierto por el exterior mediante una capa de vegetación ya que, de cara a la estación de verano, se crea un aumento de temperatura en las paredes (ocurre lo contrario en invierno) en el interior de los edificios, consumiendo más energía, aumentando la demanda de sistemas de refrigeración y produciendo un gasto económico elevado.

Incidencia del viento sobre la edificación

El hecho de que exista vegetación genera brisas de viento, provocando que el ambiente se refresque entorno a los edificios: al refrescarse la temperatura, se genera un flujo de aire, ya que el desequilibrio entre pequeñas masas de aire a diferente temperatura genera esta circulación natural. Además de todo esto, la vegetación actúa como una barrera contra el viento en el caso de orientaciones muy expuestas a fuertes vientos. Se trata de una barrera porosa que reduce la velocidad del viento creando pocas turbulencias.



Ruido ambiental y la contaminación acústica

Debido a sus propiedades, desde hace muchos años se utiliza a modo de barrera acústica contra el ruido, las plantas y los árboles para evitar el molesto sonido que produce el tráfico rodado y la contaminación acústica de las zonas urbanas, además de que la vegetación puede atenuar las bajas y altas frecuencias que se producen, gracias a su porosidad y su capacidad para vibrar respectivamente.

Se han realizado estudios que demuestran que las hojas de las plantas disminuyen el sonido en pequeñas cantidades, por lo que ayudan a absorber el eco rebotando en los edificios y a amortiguar ciertos sonidos fuertes típicos de las ciudades con gran masa de población.

Contaminación del ambiente exterior

El dióxido de carbono (Co_2) es un producto de la descomposición de materia orgánica y de la combustión de combustibles fósiles, para el funcionamiento de vehículos, para calderas en fábricas y hogares y de centrales eléctricas.

En las zonas urbanas, la concentración es mayor, produciendo que el contenido de Co_2 en el aire llegue a niveles muy altos, provocando que los niveles de oxígeno libre (O_2) disminuyan drásticamente.

Además de todo esto, el dióxido de carbono junto a otros gases y el vapor de agua es uno de los causantes del llamado efecto invernadero, que contribuyen a un incremento de la temperatura y a que la tierra tenga una temperatura habitable. Sin embargo, un exceso de dióxido de carbono en el ambiente incrementaría el fenómeno conocido como efecto invernadero, al reducir la emisión de calor al espacio y provocando un mayor calentamiento del planeta.

Isla de calor urbano

Las grandes masas de población en las ciudades modernas, la cantidad de edificios y estructuras, los materiales y la falta de vegetación, han conseguido alterar las características climáticas en los espacios urbanos. Este tipo de cambios tiene un efecto directo en el clima local, con una atención especial en las zonas centrales de las grandes ciudades, provocando un elevado aumento de la temperatura, conocido como el efecto de isla de calor. Este efecto puede originar unas causas climáticas locales desagradables e incluso poner en peligro el bienestar humano. Además de esto, también puede acabar afectando al interior de los edificios, incrementando el malestar y la cantidad de energía utilizada para condicionarlos. (ver imagen 35).

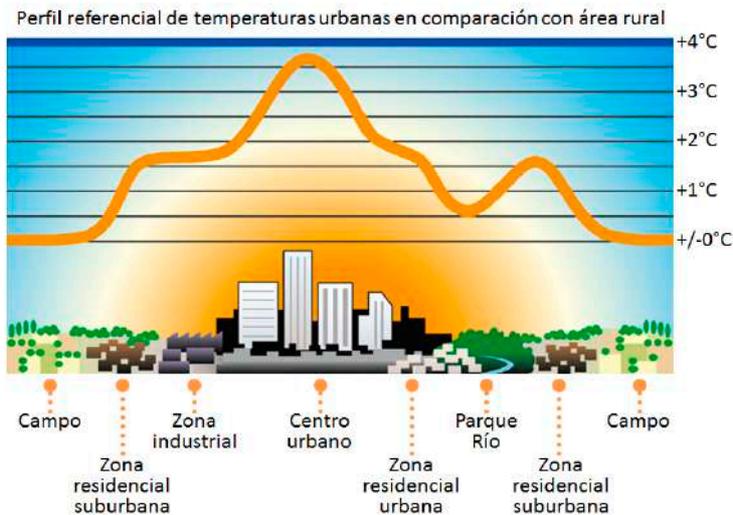


Imagen 35. Isla de calor urbano.

Como podemos apreciar en la imagen anterior, el aumento de las temperaturas en las ciudades urbanas es más elevado respecto a otras zonas. Por esta razón, si colocáramos vegetación en las zonas urbanas, como las envolventes de los edificios, podría mejorar el microclima de dicho entorno, así como el clima local de las ciudades. La magnitud de la disminución de la temperatura debido al uso de vegetación depende de las características climáticas, la cantidad de vegetación y la geometría urbana.

Naturaleza y biodiversidad urbana

Considera que los edificios no deberían ser considerados como "obstáculos" ecológicos. Sino que en zonas densamente edificadas se pueden incrementar los espacios vitales para plantas y animales, aprovechando los tejados y muros exteriores.

Los sustratos de base antropogénica utilizados no son los más adecuados para un establecimiento de biodiversidad. Pero estos, con el tiempo son capaces de incorporar mayor materia orgánica, y promover el establecimiento de diversas especies, mejorando la biodiversidad de la zona.

Efecto psicológico

El tener elementos naturales o un entorno natural con diversas clases de vegetación a la vista desde las zonas comunes o ventanas, contribuye de manera satisfactoria de los residentes de las viviendas con su entorno y con diversos aspectos de su sentido de bienestar. Este bienestar genera un efecto positivo y un papel fundamental en los residentes, provocando un agradable efecto y sensación de confort en las personas.

Aspectos económicos

Los costes de la instalación de una fachada o un muro vegetal pueden variar mucho dependiendo del tipo de proyecto y el sistema utilizado, ya que los gastos empleados para la elaboración de los mismos pueden ser muy elevados o resultar más económicos.



Sistema y Análisis constructivo de las Fachadas Verdes como elementos colgantes

En mercado actual de hoy en día existen una gran variedad de sistemas de jardín vertical: plantadas in situ, pre plantados, hidropónicos, sistemas plug-in, modulares, etc...

De todos ellos, intentaremos hacer una evaluación y clasificación de ventajas y desventajas de los distintos productos y sistemas. Pero antes, tenemos que partir en primer lugar que ningún sistema es el definitivo ni el más eficaz.

Por ello, debemos adaptarnos a determinadas condiciones económicas, de mantenimiento o de diseño y a partir de ahí, saber seleccionar la más adecuada para nuestro gusto.

Pero para poder seleccionar el más adecuado debemos preguntarnos: ¿Qué debemos tener en cuenta para saber la idoneidad de un jardín vertical?

Resistencia física del sustrato. Es la capacidad que tiene el sustrato para conservar su estructura durante varios años y mantiene una estrecha relación con la duración del jardín vertical

Retención de agua. Es la capacidad del jardín vertical para sobrevivir sin necesidad de riego. En general, la mayoría de los jardines hidropónicos (no todos ellos) requieren una circulación continua de riego ya que, si hubiera un fallo, esto provocaría un fracaso del jardín vertical en un periodo corto de tiempo.

Retención de nutrientes. Es la capacidad de un jardín vertical de sobrevivir por si mismo sin el aporte de nutrientes a través de fertirrigación. Los sistemas con sustrato tienen esta capacidad, pero los hidropónicos puros no disponen de esta ventaja.

Durabilidad química. Es la vida útil del sustrato sometido a las condiciones de fertirrigación necesarias para su funcionamiento. Determinados sustratos se colmatan de sales más rápidamente que otros.

Facilidad de sustitución de plantación. Es de vital importancia sustituir rápidamente y de manera eficiente las plantas que fallan en la fachada, ya que algunos sistemas de jardinería vertical esta sustitución se realiza planta a planta, en otros solo se puede sustituir macetas o paneles y en otros sistemas la sustitución puede suponer un problema por la suciedad, la caída de sustrato... y por motivos económicos no es recomendable utilizar sistemas donde dependamos de la empresa instaladora.

Facilidad en la sustitución de riego. El sistema de riego en un jardín vertical debe ser reemplazable y accesible sin problema alguno en caso de fallo sin afectar lo más posible al jardín. En algunos sistemas, las conducciones de riego quedan ocultas en la parte trasera de los paneles y el acceso es mas complicado.



Complejidad del sistema de riego y fertirrigación. Por una parte, existen sistemas de jardinería vertical que solo requieren de control de riesgo y de sistemas de abonado sencillos, otros en cambio necesitan complejos sistemas de filtrado, control de los parámetros de riego (conductividad, ph, humedad...) y tele gestión.

Peso. El peso del sistema es muy importante y hay que tenerlo en cuenta, sobretodo en la actuación sobre fachadas ya existentes.

Variedad de plantación. Unos sistemas disponen de una amplia gama de especies vegetales, mientras que otros solo permiten una limitada variedad que deben adaptarse a situaciones específicas (climáticas, del sustrato, de humedad, tolerancia a la acidez o a la variación de ph...).

Resistencia al frío. En lugares con clima frío, pueden existir el problema de que el sistema de jardín vertical presente una congelación de las raíces, de modo que cuanto más grueso y mejor aislado esté el sustrato, mejor comportamiento tiene el jardín vertical.

Una vez sabemos las características que nos permiten evaluar nuestra futura fachada vegetal, es necesario establecer una clasificación de las distintas tipologías de fachadas vegetales que existen en el mercado:

- Jardines verticales hidropónicos: En estos sistemas las raíces crecen en un medio inerte: lana de roca, fieltro no tejido (poliamida, polietileno, poliéster...), espumas técnicas (poliuretano, poliurea...), etc. También hay algunos sistemas donde la solución de los nutrientes discurre a través de tubos. En este tipo de jardín vertical, los nutrientes son aportados mediante el riego.
- Jardines verticales con sustrato: En estos sistemas las raíces crecen en un entorno con un medio granular mas o menos alto en porcentaje orgánico, las mezclas de sustrato empleadas suelen ser ligeras, pueden incluir arlita, perlita, espumas técnicas... con las que pueden llegar a retener gran cantidad de agua, drenaje y aireación. Los nutrientes se pueden aportar mediante riego en mayor o menor medida, pero no son imprescindibles para el funcionamiento a corto plazo.

Existen una serie de características que nos permiten realizar una clasificación más pormenorizada de los sistemas:

- Modulares: Los jardines verticales se dividen en módulos y son construidos "in situ". Estos sistemas están compuestos por una serie de paneles prefabricados mientras que los sistemas "in situ" se construyen capa a capa en el lugar. Los primeros que hemos citado permiten un montaje más rápido de elaborar y los segundos permiten adaptarse a cualquier forma sin la limitación que delimita el módulo del panel.



- Método de plantación: Pre-plantados o plantados “in situ”. Estos sistemas permiten cultivar macetas o paneles en invernaderos para realizar su instalación completamente crecidos, pudiendo disfrutar de un jardín vertical completamente tapizado desde el primer momento de su instalación, en los sistemas plantados planta a planta normalmente hay que esperar al crecimiento de la planta o realizar una inversión en plantas de mayor tamaño, lo que supone un coste muy alto.

De los tipos de fachada verde que existen en el actual mercado, destacamos los siguientes:

Fachada vegetal tradicional:

En este tipo de fachadas, las plantas tienen sus raíces en el suelo y desde ahí, van creciendo en sentido vertical. Las plantas crecen en una superficie vertical, como por ejemplo una pared, para apoyarse, pero éstas no reciben ningún tipo de humedad y nutrientes de ella. Un ejemplo son los edificios cubiertos de hiedras o enrejados.

Las hiedras son normalmente elegidas para cubrir los edificios. Estas se apoyan en los paramentos verticales mediante raíces aéreas que pueden penetrar en grietas o juntas.



Imagen 36. Fachada vegetal de hiedras.



VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>Costo e instalación: son sistemas más baratos y más fáciles de implementar.</p> <p>Sombreamiento: la sombra que produce la hoja caduca sobre las ventanas reduce la refrigeración mientras que permite la entrada de luz diurna en invierno.</p> <p>Mantenimiento: aunque requiere un mantenimiento de forma regular para que las plantas no crezcan enfrente de las ventanas, comparado con otros sistemas, no requiere un mantenimiento costoso</p>	<p>Ciclo vital de las plantas: se necesitan años para que las plantas recubran una pared por completo.</p> <p>Aislamiento térmico: El efecto de aislamiento y de la inercia térmica no es muy elevado.</p> <p>Protección de edificios: los efectos atmosféricos no son tan llamativos en este tipo de fachada.</p> <p>Daños en los edificios: algunas raíces pueden penetrar en grietas o juntas, pudiendo acelerar el proceso de deterioro en un edificio en mal estado. Además, dejan pequeñas manchas y marcas en la fachada.</p>

Modo de colocación:

Según la planta trepadora que seleccionemos, habrá que decidir por un sistema de sujeción adecuado que permita el desarrollo que se espera de ella.

Es aconsejable que la pared de adherencia de las trepadoras sea de ladrillo, piedra o con recubrimiento monocapa, materiales que no requieran mantenimiento, ya que cuando haya que intervenir la fachada, habrá que retirar todas las ramas de la pared. Tampoco son adecuados los revestimientos metálicos.

Se coloca un enrejado que se fija a la pared mediante broca de $\varnothing 8\text{mm}$ para fijar la reja al muro con tacos expansibles de $\varnothing 8 \times 60\text{mm}$, donde posteriormente se recubrirá de vegetación por medio de tacos a presión. En la parte de los pies del enrejado, hay agujeros para el paso de los tacos. Para el caso de paredes de fábrica o de hormigón, se empleará el sistema de anclaje que más se adecue a la tipología del paramento vertical.

Una vez colocada la reja, en la parte inferior colocaremos una maceta, fijándola con tacos expansibles de $\varnothing 8 \times 80\text{mm}$, que constituye la parte fundamental para contener el sustrato para el crecimiento de las plantas.

Peso: 1,5Kg/Ud.

Espesor del sistema: 5cm.



Green Wall

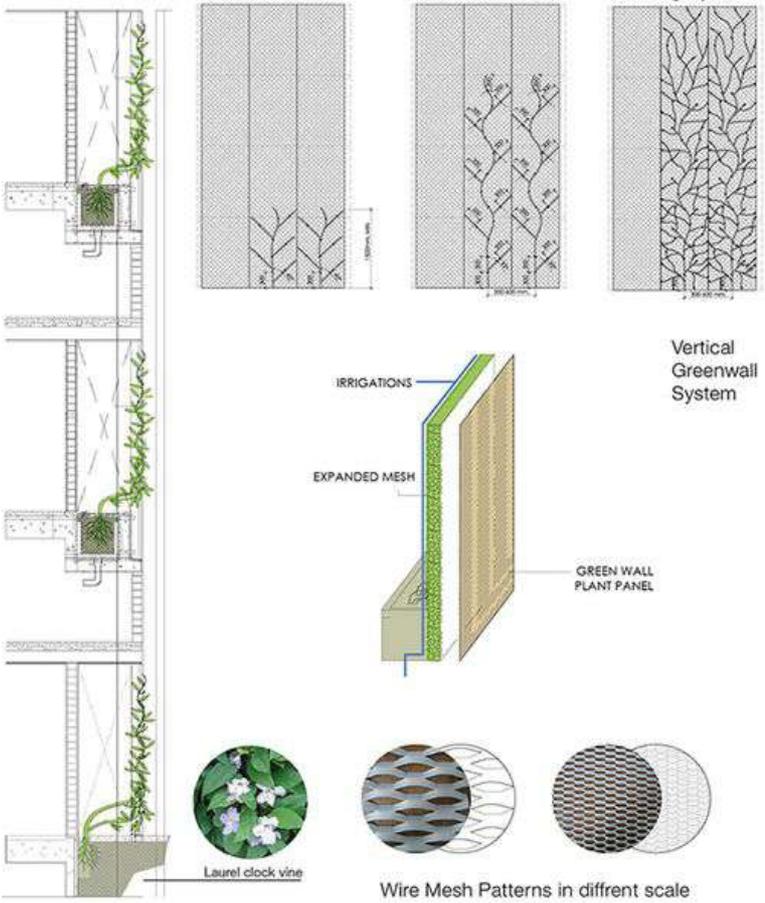


Imagen 37. Detalle Fachada vegetal de hiedras.



Imagen 38. Detalle Fachada vegetal de hiedras.



Fachada vegetal con sistema F+P

Este tipo de sistema se basa en la hidroponía, el cultivo de plantas sin necesidad de suelo, destacando como innovación el anclaje que emplea para disponer los ejemplares de especies vegetales, comprendidas entre 30° y 90°, compuesto por la estructura metálica portante y dimensionada según las sollicitaciones de la carga de viento y del estado del soporte.



Imagen 39. Ejemplo Fachada vegetal sistema F+P (Palacio de congresos de Vitoria-Gasteiz)

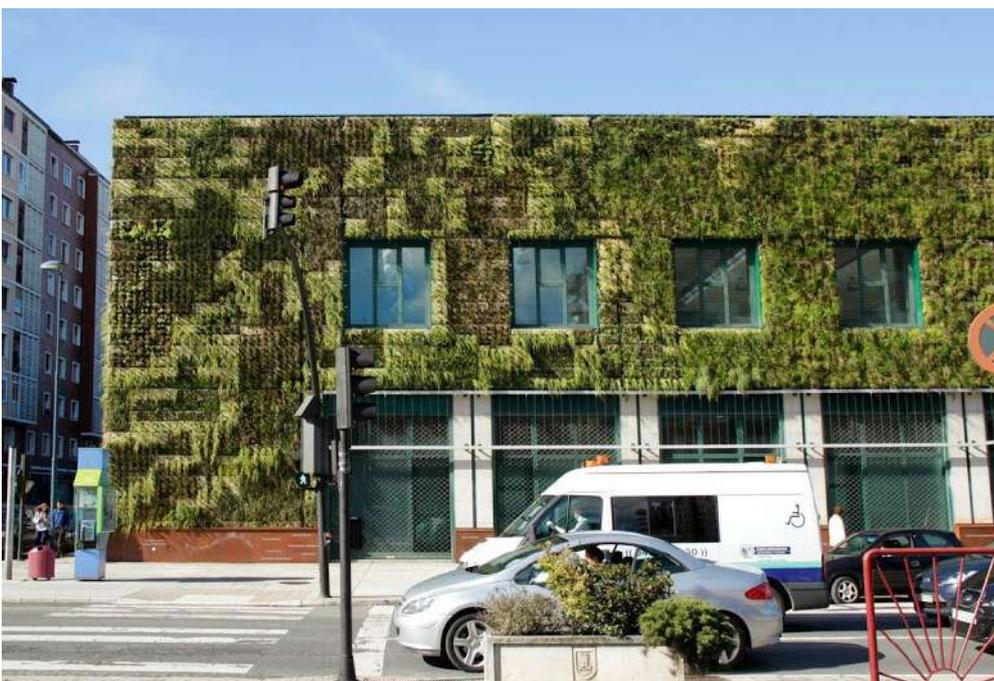


Imagen 40. Ejemplo Fachada vegetal sistema F+P (Palacio de congresos de Vitoria-Gasteiz).



VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>Fachada ventilada: funciona como una fachada ventilada.</p> <p>Apariencia verde del sustrato: a diferencia de otros sistemas, en la capa exterior del fieltro pueden llegar a instalarse algas y musgos que dotan a la fachada de una apariencia verde, de manera independiente del crecimiento de las plantas.</p> <p>Ligereza: este sistema es el más ligero, reduciendo el medio de plantación al mínimo.</p> <p>Facilidad de sustituir el riego: se pueden sustituir de manera sencilla las conducciones, mediante el grapado de una nueva capa de fieltro.</p> <p>Facilidad de sustituir la vegetación: se sustituye la planta grapando una nueva capa al fieltro.</p>	<p>Baja retención de agua: el sistema requiere una continua circulación de agua, por tanto, si el riego falla, el jardín muere a los pocos días, provocando que el sistema de riego deba estar monitorizado a distancia 24h al día.</p> <p>Resistencia al frío: como este sistema tiene poco espesor, las raíces quedan expuestas a la congelación a bajas temperaturas.</p> <p>Baja retención de nutrientes: debido a que el sistema tiene poco espesor, hay que mantener un equilibrio del pH, la conductividad, las plagas y la proliferación de hongos y bacterias. Para ello, se utiliza una serie de productos que establecen los problemas mencionados anteriormente de manera artificial.</p> <p>Complejidad del sistema de riego: por lo comentado anteriormente, se requiere el uso de un sistema de gestión de agua de riego muy complejo.</p>

Modo de colocación

Se comprueba primero que la estructura portante esté aplomada y tenga planeidad y verticalidad adecuada. Cuando el soporte sea de hormigón o de algún otro tipo de hormigón, deberá estar fraguada y seca, sin huecos ni resaltes mayores del 20% del espesor de la membrana impermeabilizante prevista. Cuando se vaya a construir la fachada, antes de comenzar los trabajos de impermeabilización, se deberá instalar el sistema de desagüe.

El proceso de ejecución es el siguiente:

- 1- Replanteo de los paneles.
- 2- Colocación del remate inferior de la fachada.
- 3- Colocación de las juntas.
- 4- Colocación y fijación de los paneles.
- 5- Colocación y fijación de láminas de polifieltro.
- 6- Remates.



7- Plantación de las especies según se describan en la obra.

8- Realización de las pruebas de servicio.

Peso: 30-35 Kg/m² (planteado y saturado de agua).

Espesor del sistema: 20mm

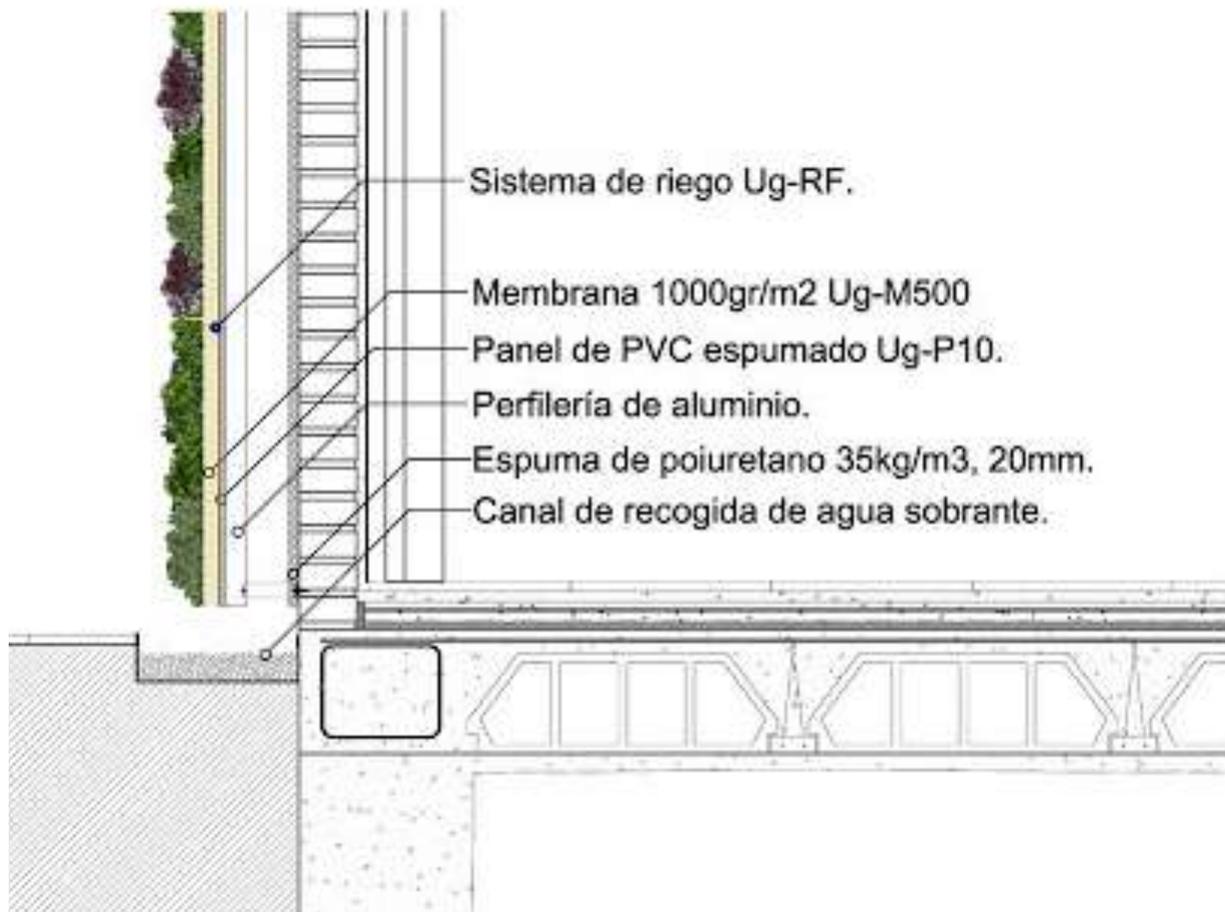


Imagen 41. Detalle Fachada vegetal sistema F+P.



Fachada vegetal con sistema LeafBox

Este tipo de sistema están compuesto por una serie de paneles modulares de fibras vegetales con un espesor de unos 10-15 cm instalados sobre bastidores. La naturaleza y durabilidad del sustrato utilizado permite simplificar el sistema de fertirrigación, facilitando el mantenimiento del jardín sobretodo en instalaciones particulares. Además, las especies vegetales ya están incorporadas en los paneles Ug-ms10.



Imagen 42. Ejemplo Fachada vegetal sistema Leaf Box.



Imagen 43. Ejemplo Fachada vegetal sistema Leaf Box en vivienda particular.



VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>Resistencia al frío: El espesor del sustrato favorece la protección, frente al frío, de la raíz de los vegetales.</p> <p>Sustitución por paneles: En caso de fallo en los paneles, se pueden reemplazar por nuevos paneles y completamente tapizados en un corto periodo de tiempo.</p> <p>Instalación del jardín totalmente tapizado: Se puede disfrutar de un jardín vertical totalmente tapizado una vez terminada la instalación.</p> <p>Retención de agua: El uso de retenedores de agua y el propio espesor del sustrato favorecen a este tipo de jardines a sobrevivir en caso de que el sistema falle por completo.</p> <p>Retención de nutrientes: La utilización de un sustrato relativamente convencional permite al jardín sobrevivir si se diera el caso de un fallo en la fertirrigación.</p>	<p>Sistema de riego: En los paneles, el riego está integrado en la parte trasera y el agua que se transmite es de panel a panel, por lo que complica su mantenimiento y sustitución en caso de haber algún fallo.</p> <p>Durabilidad: Este uso de este tipo de sistemas requiere el empleo de un sustrato convencional, provocando que en caso de necesitar fertirrigación, la durabilidad del sustrato se verá reducida debido a la saturación de sales.</p> <p>Peso: El peso en este tipo de jardines es más elevado que los sistemas hidropónicos.</p>

*Fertirrigación: aportación al terreno de los nutrientes necesarios a los cultivos, mediante agua de riego.

Modo de colocación

Se comprueba que la estructura portante presente planeidad, esté aplomada y verticalmente correcta. En caso de ser el soporte de hormigón, hormigón celular o mortero de áridos ligeros, la superficie debe de estar fraguada y seca, sin huecos ni resaltes mayores del 20% del espesor de la membrana impermeable prevista.

El proceso de ejecución es el siguiente:

- 1- Impermeabilizar con espuma de poliuretano 35Kg/m³.
- 2- Estructura portante, perfilera de aluminio.
- 3- Panel leaf.box Ug-15 o Ug-10.
- 4- Sistema de riego exudante Ug-RL.
- 5- Vegetación en módulo de plantación Ug-p10.



Peso: 45-60 Kg/m² (planeado y saturado de agua).

Espesor del sistema:

- Sistema leaf.box Ug-10: 120mm + cámara de aire trasera
- Sistema leaf.box Ug-15: 170mm + cámara de aire trasera.

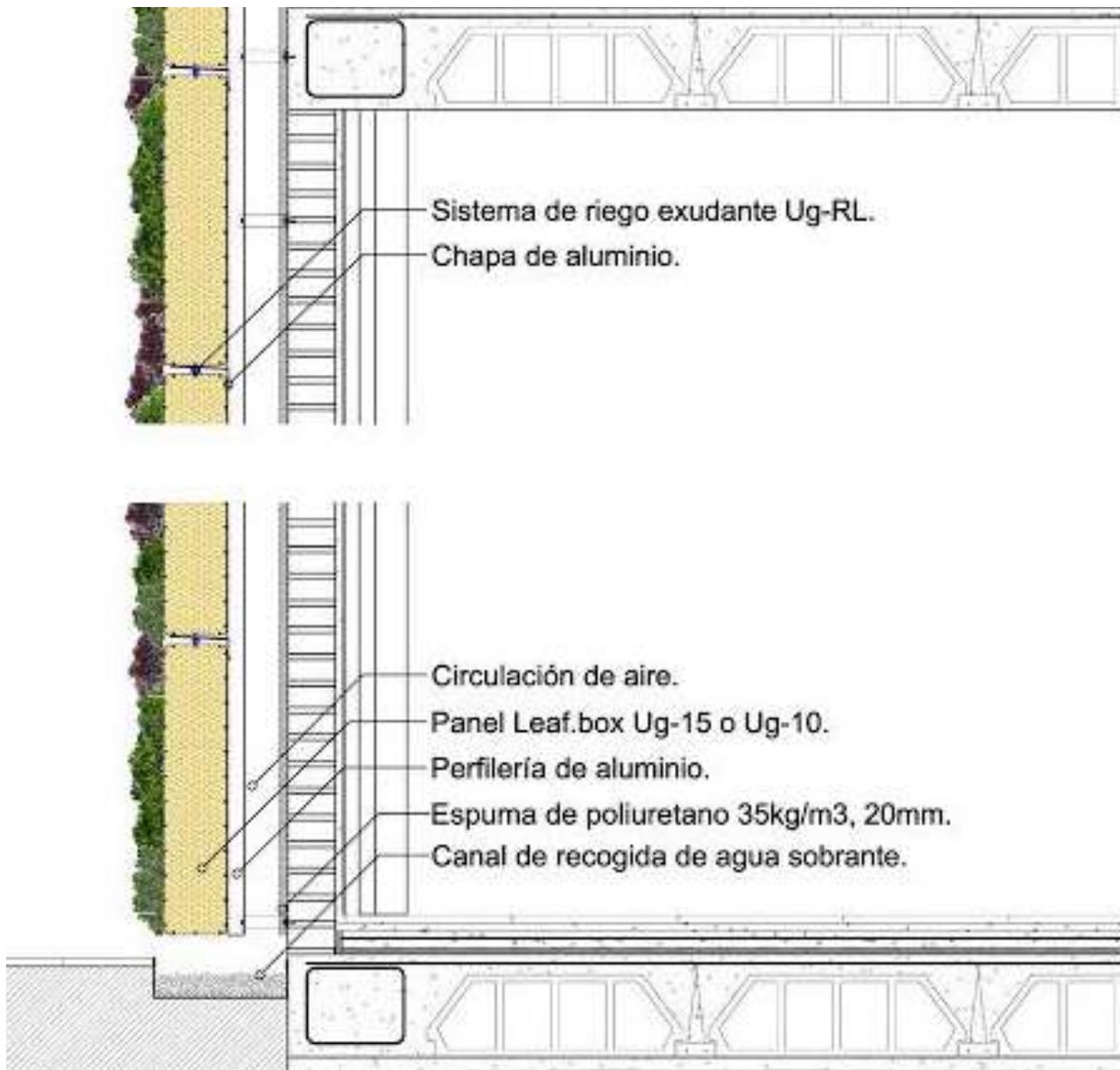


Imagen 44. Detalle Fachada vegetal sistema Leaf Box.



Fachada vegetal con sistema Babylon

Este tipo de sistema modular y flexible tienen un mantenimiento mínimo y aseguran una larga vida a la pared vegetal. Los paneles de 50x100x10 cm están formados por gaviones de malla metálica, además de una bolsa de polipropileno que contiene el fino sustrato o hidroponía y un sistema de riego por goteo y fertirrigación.



Imagen 45. Ejemplo Fachada vegetal sistema Babylon (Centro comercial Bonaire (Valencia)).



Imagen 46. Ejemplo Fachada vegetal sistema Babylon (Centro comercial Bonaire (Valencia)).



VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>Instalación: Como esta tecnología está basada en un sistema modular, permite altos niveles de estandarización a lo que se refiere en elementos constructivos que lo componen, facilitando su puesta en obra y montaje.</p> <p>Instalación del jardín completamente tapizado: Una vez se ha instalado el sistema, permite disfrutar del jardín vertical completamente tapizado.</p> <p>Resistencia al frío: El espesor necesario para el sustrato facilita la protección de la raíz en condiciones de mucho frío.</p> <p>Sustitución por paneles: Cuando se produzca un fallo, se puede reemplazar el jardín vertical por uno nuevo y completamente tapizado en poco tiempo.</p>	<p>Estabilidad de los gaviones.</p> <p>Peso: el peso del sistema es más alto que el de los otros sistemas hidropónicos.</p>

Modo de colocación

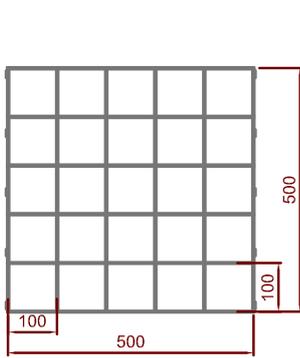
Se comprobará previamente que la estructura esté aplomada, presente planeidad y una verticalidad adecuada. Si el soporte es de mortero de cemento, hormigón celular, homigón, mortero de áridos ligeros, la superficie debe estar fraguad y seca y sin huecos ni resaltes.

El proceso constructivo es el siguiente:

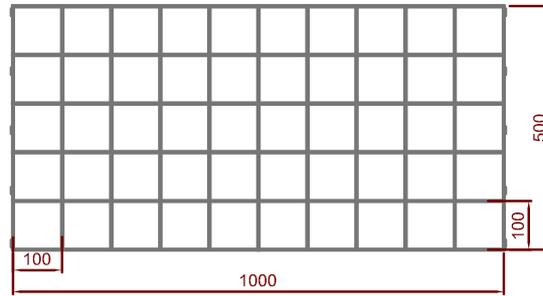
- 1- Estructura portante de perfilera de aluminio.
- 2- Gavión de 50x100x10 cm o de 50x50x10 cm.
- 3- Sistema de riego por goteo y fertirrigación.
- 4- Vegetación en módulo de plantación.

Peso: 35Kg/m² (peso del gavión + saturado de agua).

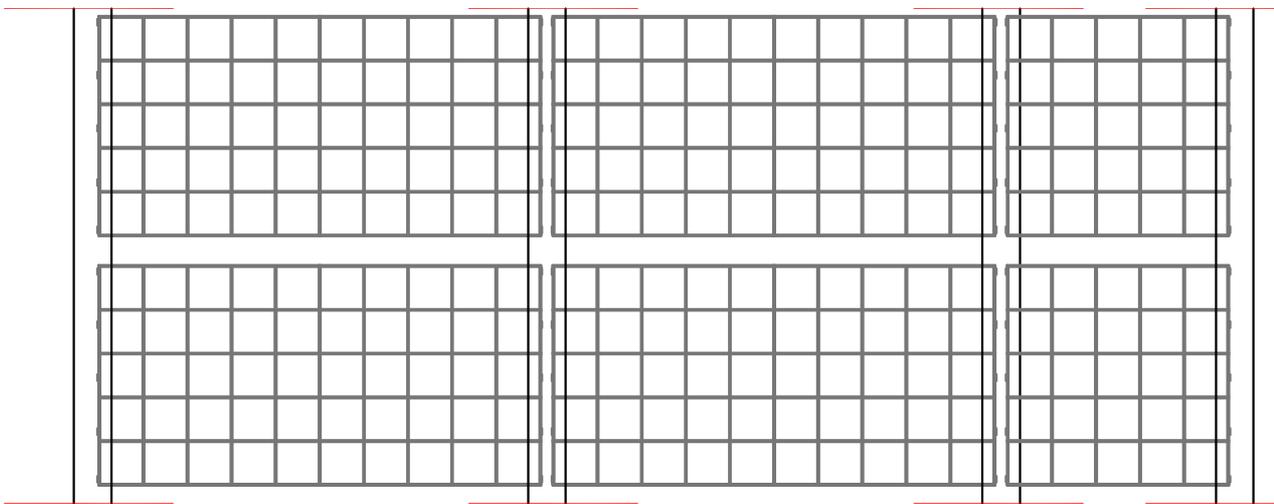
Espesor del sistema: 100mm + cámara de aire trasera.



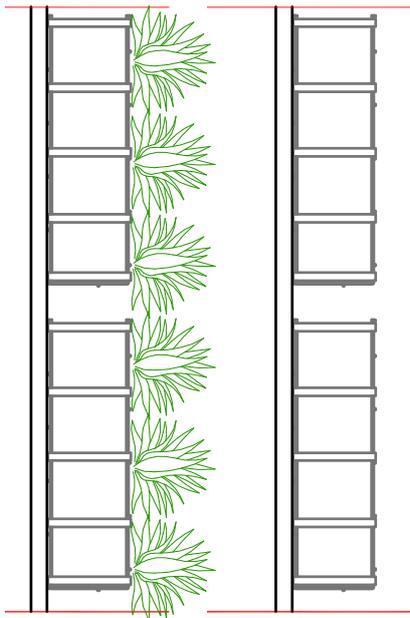
Ø4mm Inox. 304



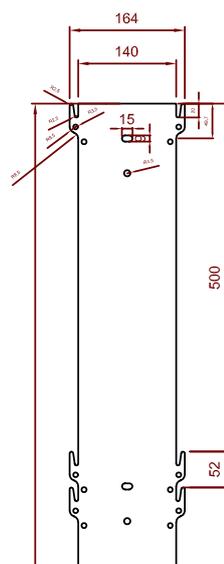
Ø4mm Inox. 304



Alzado



Sección



Guías
verticales
de
anclaje

Imagen 47. Detalle sistema constructivo Fachada vegetal sistema Babylon.



Fachada vegetal con sistema Eco.bin

Este tipo de sistema destaca por su medio de plantación de las especies vegetales, construido por una fábrica de celdas cerámicas. Están formados por una membrana impermeable de poliuretano de 1,5Kg/m², fábrica de botellero cerámico hexagonal en la cara posterior inclinado sobre la horizontal y anclada al muro de hormigón de la cara posterior mediante mortero mixto 1:2:1. Las especies vegetales son plantadas según una selección específica y en módulos Ug-10 a razón de una media de 80 plantas/m².



Imagen 48. Ejemplo Fachada vegetal sistema Eco Bin (discoteca Usuhaïa en Ibiza).



VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>Instalación del jardín totalmente tapizado: Ofrece la posibilidad de disfrutar de un jardín totalmente tapizado una vez se haya instalado.</p> <p>Resistencia al frío: El botellero facilita en caso de frío, la protección de la raíz.</p> <p>Retención de nutrientes: El uso de un sustrato relativamente convencional permite al jardín sobrevivir en caso de que haya un fallo en el sistema de fertirrigación.</p> <p>Facilidad de sustitución de plantas: Las plantas se sustituyen fácilmente poniendo nuevas plantas en el botellero cerámico.</p>	<p>Factor estético: el sistema de riego es visible.</p> <p>Peso: el peso de este tipo de sistemas es mucho mayor que los sistemas hidropónicos.</p> <p>Difícil resolución de problemas: como se trata de una hoja de fábrica, puede presentar problemas de sustitución de los elementos que se encuentran detrás de ella (lámina geotextil, lámina impermeabilizante, estructura portante...).</p>

Modo de colocación

Se comprueba de manera previa que la estructura esté aplomada, presente planeidad y una verticalidad adecuada. Si el soporte es de mortero de cemento o mortero de áridos ligeros, hormigón celular, hormigón, la superficie debe estar fraguada y seca y sin huecos ni resaltes.

El proceso constructivo es el siguiente:

- 1- Replanteo de las paredes.
- 2- Colocación y aplomado de las miras de referencia a las esquinas.
- 3- Marcado de las hiladas a las miras y tendido de los hilos.
- 4- Colocación de plomadas en aristas y voladizos.
- 5- Colocación de las piezas humedeciéndolas y en hiladas enteras.
- 6- Repaso de las juntas y limpieza del paramento.
- 7- Protección de la estabilidad del muro frente de las acciones horizontales.
- 8- Protección de la obra de fábrica de los golpes, rozaduras y salpicaduras del mortero.



Peso: 325-350 Kg/m² (Totalmente planeado y saturado de agua).

Espesor del sistema: 270mm.

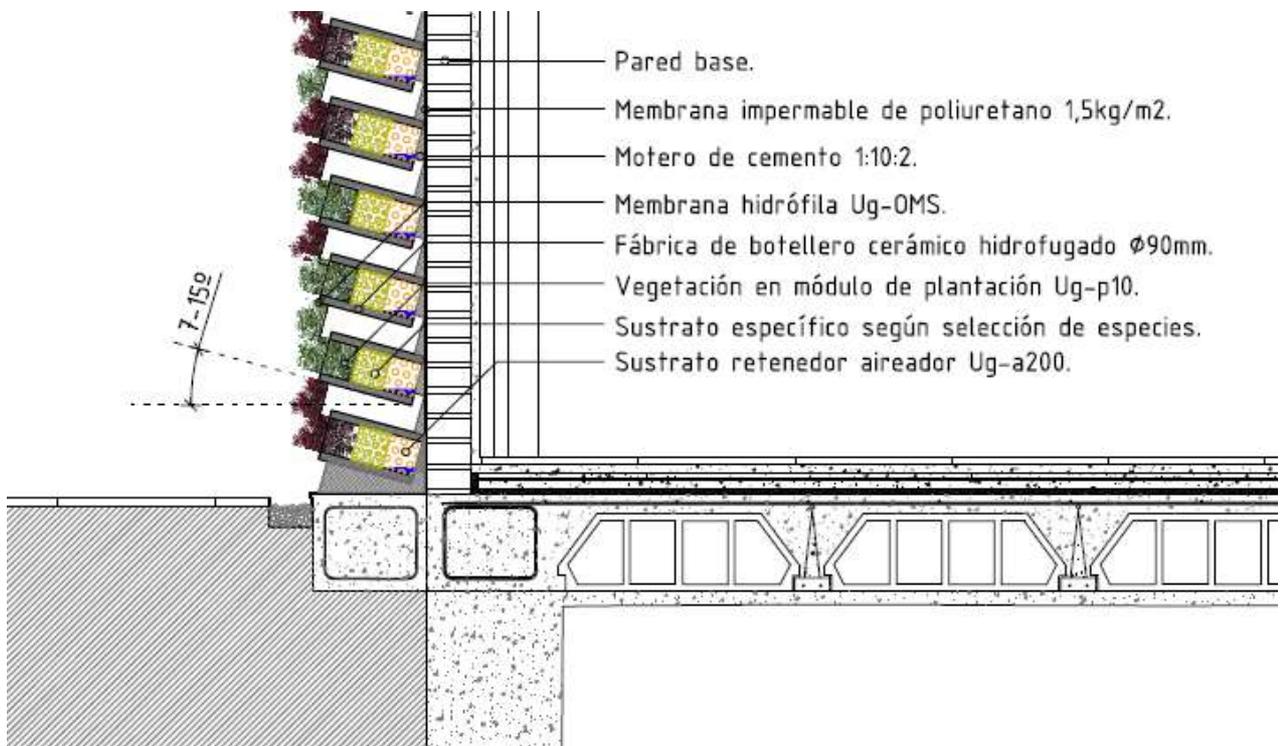
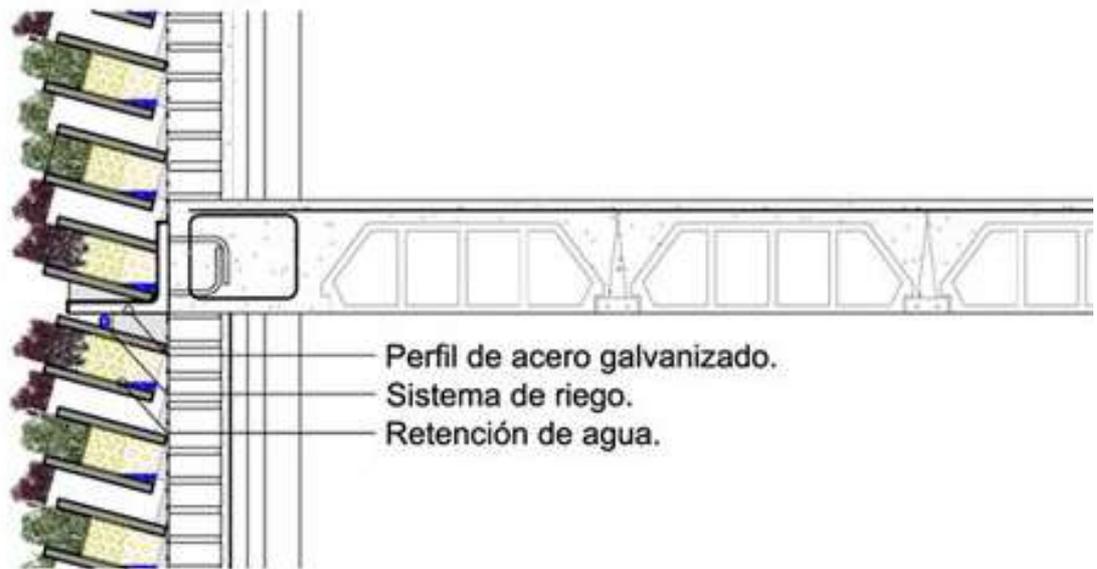


Imagen 49. Detalle Fachada vegetal sistema Eco Bin.



CONFORT

Con el paso del tiempo, el concepto de confort ha ido variando y hoy en día, sigue siendo un término que abarca muchos conceptos abstractos, difíciles de calcular o cuantificar de manera científica. Pero, aun así, los diferentes autores que estudian el tema están de acuerdo en que el término confort hace referencia a un estado de bienestar. El referirse a este estado de bienestar es consecuencia de un equilibrio entre el hombre u el medio que lo rodea, teniendo en cuenta sus condiciones fisiológicas y ambientales. Se puede afirmar que el confort es una sensación óptima compleja, que depende de factores fisiológicos, sociológicos, físicos y psicológicos, donde el cuerpo humano se encuentra satisfecho.

Alcanzar el confort en cualquier ámbito ha sido primordial para el ser humano, una búsqueda, en muchos aspectos, inconsciente.

Se reconocen como parámetros y factores del confort aquellas condiciones propias del lugar que inciden en las sensaciones de los ocupantes, además de que estas condiciones pueden variar con el tiempo y el espacio en el que se encuentren. Esto puede apreciarse en distintos tipos de confort como podemos apreciar a continuación:

Parámetros Ambientales:

- Temperatura del aire.
- Velocidad del aire.
- Humedad relativa.
- Radiación solar.
- Niveles de ruido.
- Temperatura radiante.

Parámetros Arquitectónicos:

- Adaptabilidad del espacio.
- Contacto visual y auditivo.

Los parámetros ambientales se pueden decir que son los más importantes y han sido estudiados más a fondo, ya que pueden ser medidos físicamente. Con ello se ha podido determinar rangos y valores estándar dentro de los cuales se puede ubicar el estado de bienestar del individuo. Estos parámetros tienen una repercusión directa sobre las personas y sus sensaciones, independientemente de las actividades o uso que allí se desarrollen, Los parámetros arquitectónicos como bien indican, están íntimamente relacionados con las características de la edificación.

Por otro lado, los factores de confort se asocian a las condiciones propias de los usuarios, las que determinan su respuesta al ambiente. Estas son independientes de las condiciones exteriores y, se relacionan con las características biológicas, fisiológicas, sociológicas o psicológicas de los individuos. Las podemos clasificar de la siguiente manera:



Factores personales:

- Metabolismo o actividad metabólica.
- La ropa.
- Tiempo de permanencia.
- Salud.
- Color de piel
- Historial térmico, lumínico y acústico.
- Salud personal.
- Sexo, edad y peso.

Factores socio-culturales:

- Educación
- Expectativas para el momento y lugar considerados.

Este trabajo no pretende ser un estudio completo del confort, no es el objetivo principal, por tanto, vamos a explicar a modo resumen los diversos tipos de confort que existen y algunos aspectos que nos parecen importantes y curiosos, como los relacionados con los factores personales.

Confort térmico

El confort térmico es una de las variables más importantes a tomar en consideración en el reacondicionamiento bioclimático de los edificios. Con esto nos referimos a las condiciones de bienestar en el individuo, pero centrados en su relación de equilibrio con las condiciones de temperatura y humedad en un lugar determinado. No obstante, además de la humedad del aire y la temperatura, hay que tener en cuenta el movimiento del aire y la temperatura de las superficies envolventes de la vivienda, ya que afectan directamente a quienes las habitan.

Para alcanzar y mantener este confort, el cuerpo humano necesita disipar el calor metabólico excedente hacia el ambiente, hasta conseguir el equilibrio térmico mencionado en el apartado anterior. Por ello, se entiende que las ganancias del calor en el interior del cuerpo deben de equipararse al calor que pierde hacia el exterior. En el caso de que no fuera este el resultado, dicho equilibrio se vería afectado, dando lugar a una situación contraria de confort térmico. (Ver imagen 50).

Cuando hablamos de confort térmico, es necesario considerar las relaciones que existen entre el medio ambiente térmico y las sensaciones fisiológicas y psicológicas que experimentan las personas frente las condiciones impuestas por ese ambiente.

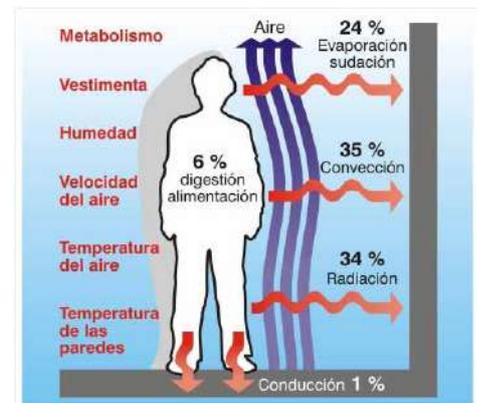


Imagen 50. Calor que desprende el cuerpo humano.



Los estudios de estas relaciones se han desarrollado bajo 2 enfoques distintos:

- A partir de modelos de balance térmico del cuerpo. El cálculo de este método se basa en el confort térmico en estado estable, obtenido mediante investigaciones en cámaras climáticas en un ambiente controlado. Es decir, que estos estudios se basan, en las respuestas fisiológicas del organismo.
- A partir de modelos de adaptación. Los cuales se derivan de estudios “en campo”, es decir, en condiciones reales y en relación al confort térmico de estado estable. Este método asume que la gente se adapta o trata de adaptarse a las condiciones térmicas modificando su comportamiento o las condicionantes ambientales inmediatas; es decir, que hace ajustes en su arropamiento, postura, horario de actividades, niveles de actividad, dieta, bebida, ventilando, etc. Además de ajustes psicológicos inconscientes.

La ventilación o el movimiento del aire, en ambos modelos, es un factor a tener en cuenta en la percepción de confort.

En el campo del reacondicionamiento y del diseño bioclimático en las edificaciones, la utilización de los elementos de transmisión térmica y el conocimiento son muy importantes y, en modo alguno, se deben ignorar, ya que para mantener la temperatura corporal interior se debe dar un proceso de búsqueda del equilibrio entre la cantidad de calor producido y ganado por el cuerpo y el disipado hacia el ambiente gracias a los mecanismos de transferencia necesarios.

Es con esto que, previo a la realización de propuestas de reacondicionamiento de las viviendas, se plantea una necesidad sobre una observación en su comportamiento, en lo que a la transmisión térmica se refiere, para prevenir los posibles intercambios de temperatura a los que podría verse enfrentado una persona en épocas diferentes del año y, de este modo, desarrollar diversas propuestas para mejorar las condiciones del lugar.



Confort lumínico

El confort lumínico es la percepción de la luz a través del sentido de la vista. No es lo mismo hablar de confort lumínico que confort visual, ya que el primero hace referencia a los aspectos físicos, fisiológicos y psicológicos relacionados con la luz, mientras que el segundo se centra más en los aspectos psicológicos relacionados con la percepción espacial y de los objetos que rodean al individuo.

Desde que el hombre descubrió el fuego, descubrió, al mismo tiempo, la iluminación artificial. Varios siglos después Thomas A. Edison inventó la bombilla y con ello, conseguir que el hombre tuviera iluminación durante las 24 horas del día. Con el paso de los años, se han inventado variedad de lámparas y sistemas de alumbrado, utilizando la iluminación eléctrica de manera intensiva. Este hecho acarreo consigo la ruptura o alteración de los ciclos biológicos naturales (sueño-vigila, entre otros), pero además puede provocar otras alteraciones fisiológicas y psicológicas.

Suele asumirse que, si se provee una cantidad suficiente de luz, se puede desarrollar cualquier tipo de trabajo; sin embargo, es necesario considerar la calidad de la luz, además de la simple cantidad. La calidad se relaciona con las características de iluminación que facilitan la visión. Normalmente todas estas características están interrelacionadas.

Confort acústico

El control acústico forma parte del control ambiental; sin embargo, es un tema poco desarrollado. Se refiere a las sensaciones auditivas, tanto en contar los niveles sonoros adecuados, como contar con una adecuada calidad sonora. (Ver imagen 51).

La acústica se encarga del diseño de los espacios, dispositivos y equipos necesarios para contar con una buena audición. Esto es sumamente importante para determinados géneros de edificios y espacios abiertos, ya que contar con una buena audición (percepción) entraña procesar adecuadamente la información adquirida interactuando de manera más eficaz con el medio ambiente (ligado directamente con la comunicación). Cuando el sonido es desordenado o demasiado intenso, se convierte en un factor contaminante, que denominamos ruido (aunque en general podemos definir al ruido como cual tipo de sonido indeseable, sea éste ordenado o desordenado, tenue o intenso). (Ver imagen 52).

No obstante, pensamos que el confort acústico debe asociarse también con la calidad acústica de los espacios, y se podrá afirmar que es alcanzado cuando se logren unas adecuadas condiciones de reproducción sonora, evitando los ruidos o sonidos no deseados dentro de las habitaciones, pero además presentando unos sonidos de carácter y magnitud compatibles con el uso y las actividades que tienen lugar en él.



Imagen 51. Efectos del ruido sobre la salud.

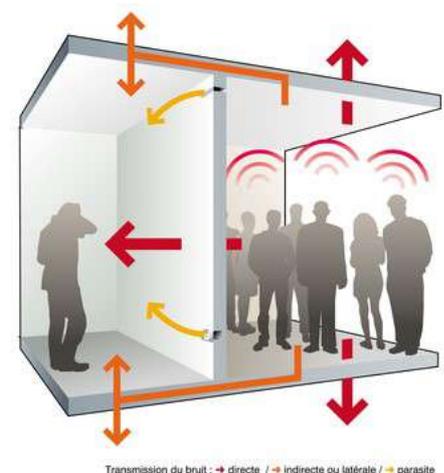


Imagen 52. Transmisión del ruido en una habitación.



El ruido tiene diversos efectos tanto fisiológicos como psicológicos, nombrando los más importantes a continuación:

Interferencia en la comunicación.

Los niveles de ruido en los lugares superiores a los 55dB, la expresión oral entre 2 personas implica levantar la voz para hablar, lo que provoca un esfuerzo adicional y una molestia tanto para el que habla como para el oye. Además, la comunicación por otros medios se complica, como puede ser hablar por teléfono, entender los mensajes de un sistema de sonido, etc.

Pérdida de la audición.

A su vez, el estar sometidos a un constante u ocasional exposición al ruido puede provocar pérdida temporal o permanente de la capacidad auditiva. De hecho, con el tiempo, el hombre pierde gradualmente su capacidad para escuchar los sonidos en intensidad y frecuencia variadas, sin embargo, los efectos patológicos de sonidos intensos son fácilmente apreciables en personas expuestas constantemente a ruidos en sus medios laborales, tales como: operadores de maquinaria pesada, músicos, etc.

Perturbación del sueño.

Cualquier persona ha experimentado alguna vez la interrupción del sueño producida por sonidos intensos o ruidos externos. La exposición a fuentes de ruido puede originar una perturbación del sueño. Puede suceder que un ruido nos despierte al momento, que afecte al nivel de profundidad y duración del sueño o provocar dificultad para conciliarlo; estos efectos pueden darse de manera inmediata debido a la generación del ruido o de manera desfasada, es decir, que una persona expuesta a ruido constantemente durante el día puede padecer sus efectos durante la noche. Es evidente que los niveles confortables e intensidad de ruido son mucho más bajos para dormir que los que podemos tolerar durante las horas de vigilia o actividad.

Estrés y problemas psicológicos.

Se ha comprobado y demostrado que el ruido actúa directamente sobre el sistema nervioso autónomo, tiene efectos sobre el aparato circulatorio y cardiovascular y provoca hipertensión. El estrés puede provocar cefaleas, migrañas y dolores musculares, además de problemas psicológicos como la ansiedad, irritación, desesperación, impotencia, etc.... y problemas de relación social.



Confort olfativo

El confort olfativo es la percepción a través del sentido del olfato. Aunque no es un tipo de confort considerado importante, hay que tenerlo en cuenta sobre todo en lugares con alto índice de contaminación.

Este confort tiene 2 vertientes de análisis, la primera se centra en la utilización de los olores agradables con el fin de producir al individuo una cierta sensación psicológica y la segunda se trata en el manejo que se debe dar a los olores desagradables, aspecto directamente relacionado con la contaminación ambiental.

La solución parece obvia, eliminar la fuente contaminante, pero, aunque sea una solución obvia, es difícil llevarla a cabo, principalmente en las grandes concentraciones urbanas; pero además de este tipo de macro-contaminación, en el ámbito doméstico se encuentran una gran cantidad de productos y elementos contaminantes de uso cotidiano.

Todos estos productos deben ser manejados de manera especial, almacenándolos en lugares adecuados y controlados, además es necesario proveer la ventilación suficiente a todas las habitaciones, principalmente las que sean más contaminantes.

Confort psicológico

El confort psicológico se refiere a la percepción global que tiene nuestro cerebro de toda la información sensorial que recibe del medio ambiente. Esta información es analizada y procesada en función de la información residente (conocimientos y experiencias), de tal forma que el individuo responderá de una manera u otra, expresando satisfacción o desagrado ante los estímulos ambientales. Evidentemente los aspectos psicológicos están involucrados en todos los medios de percepción descritos anteriormente además de muchos otros factores determinantes del comportamiento humano. Todos ellos interactúan entre sí estableciendo una red sumamente compleja, es por ello que son analizados de manera independiente.

Es curioso ver como los aspectos psicológicos interactúan con los factores térmicos, lumínicos, acústicos y olfativos, ya que, en ausencia de unos, los otros pueden compensarlos para equilibrar así la estabilidad del individuo.

En términos muy generales, estos estudios tratan de cómo percibe el individuo los objetos y espacios que lo rodean, su legibilidad, como se interpretan en función de su complejidad (forma, cromática, de su textura, de su orden, secuencias, proporciones, etc.) en función de la ubicación espacial y del tiempo que tiene el sujeto receptor para leer, percibir y procesar la información que da el objeto en particular o el ambiente en general.



A continuación, vamos a definir brevemente algunos parámetros ambientales que caracterizan a estos términos del confort comentados anteriormente.

La temperatura del aire.

Hace referencia al estado térmico del aire a la sombra. El grado de humedad relativa va muy ligado a este parámetro, y ambos son los que determinan la sensación de calor o frío del individuo. Varían según la estación del año en la que nos encontremos, además son subjetivos con respecto a las preferencias de cada usuario y a las actividades que cada uno desarrolle en su espacio. Sin embargo, para la zona que se ocupe, debe existir una temperatura media de conformidad para que el usuario se sienta en óptimas condiciones, oscilando desde los 21°C en invierno hasta los 26°C en verano.

La humedad relativa.

Esta humedad junto con la temperatura del aire, es un parámetro que influye de forma muy directa con la sensación térmica y, por tanto, en el estado de confort del individuo. Dicha humedad relativa se entiende como la cantidad de agua que hay contenida en el aire, de ahí que exista una relación con la temperatura del aire. Esto se debe a que la capacidad que tiene el aire de contener agua viene dada por la temperatura de saturación del aire.

La cantidad de humedad en el ambiente provoca una sensación negativa que impide a las personas que disipen su calor correctamente mediante la evaporación del agua, generando pues un mal estar producido por el sudor.

La temperatura radiante.

Es definida como la temperatura media irradiada por las superficies envolventes desde un espacio a su interior. Teniendo presente que el calor por radiación se intercambia cuando existen diferencias de temperaturas, generalmente desde un cuerpo caliente a uno frío, la temperatura radiante de las paredes, el suelo y la cubierta de una habitación puede dar una sensación de calor o frío a sus ocupantes independientemente de la temperatura del aire contenido en su interior. Es por esta circunstancia que la temperatura radiante no solamente debe ser considerada en la evaluación de las viviendas, sino que además puede ser aprovechada como un principio para prever sistemas de calefacción o refrigeración que se tengan que introducir en el reacondicionamiento. (Ver imagen 53).

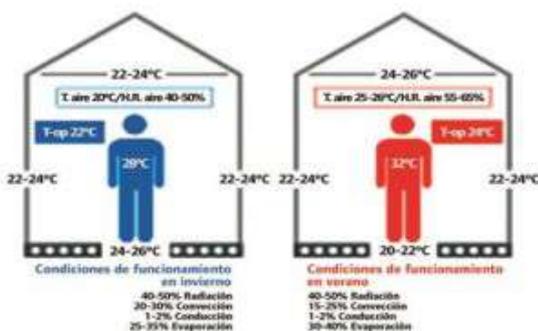


Imagen 53. Temperatura adecuada en el interior de la vivienda según la estación.



Velocidad del aire.

Para el reacondicionamiento pasivo de viviendas, la velocidad del aire constituye un parámetro muy valioso, pues produce corrientes que pueden ser aprovechadas para refrescar o calentar los espacios. Sin embargo, hay que tener presente que, dependiendo de la velocidad y la procedencia del aire que llega a la vivienda, estas corrientes pueden resultar un inconveniente más que una ventaja, especialmente en invierno. Por lo tanto, el objetivo del reacondicionamiento será proteger los diferentes espacios de estas masas de aire. En el caso de que la temperatura del aire esté por debajo de la temperatura de la piel, la velocidad del mismo provocará una pérdida de calor que generará una sensación de frescura, pero, si es al revés, el cuerpo tomará calor del aire.

Además, la velocidad del aire es una preexistencia ambiental que puede ayudar a reducir la humedad y favorecer la ventilación de los espacios de la vivienda, modificando, con su frecuencia y con su fuerza, la sensación térmica de las personas.

El metabolismo.

Es un factor térmico que está relacionado con la capacidad del cuerpo humano para generar calor de un modo similar al de un motor. El metabolismo basal es la generación de calor que se produce en los procesos bioquímicos internos, involuntarios y continuos, como la circulación de la sangre, la respiración, la secreción glandular y la sudoración. Se estima que del total de la energía generada por el cuerpo humano sólo se utiliza el 20%, mientras que el 80% restante se disipa en el ambiente.

La edad, el sexo y el peso pueden hacer variar su valor. Así, por ejemplo, el metabolismo basal del hombre es mayor que el de la mujer y en ambos casos disminuye con la edad.

La ropa.

Desde el punto de vista térmico, la función de la ropa consiste en proporcionar aislamiento y reducir las pérdidas de calor del cuerpo humano. A pesar de la importancia que pudieran tener las características de las telas sobre el confort térmico, no existen estudios en los cuales se haya llegado a determinar los valores exactos de la influencia de la ropa, pues las investigaciones se han orientado hacia el nivel de aislamiento o la cantidad de ropa que protege al cuerpo.

La aclimatación.

Puede incidir en la producción metabólica de calor durante el periodo en que se está expuesto ante determinadas condiciones de frío o calor. Dependiendo de la persona, el tiempo para aclimatarse en una zona puede variar, siendo el periodo más o menos corto. Durante este periodo de adaptación, sus preferencias térmicas cambiarán de manera significativa. Según la zona geográfica que nos hallemos, los cambios bruscos de temperatura pueden ser muy bruscos o leves, ya que las personas se han ido adaptando a lo largo del tiempo a las condiciones climáticas del hábitat en el que se encuentran y el moverse o trasladarse a otro punto diferente al habitual, puede afectarles considerablemente.



El color de la piel.

Diversas investigaciones han demostrado que la piel clara refleja en promedio tres veces más radiación que la piel oscura, pero al mismo tiempo es mucho más vulnerable a las quemaduras, úlceras y cánceres provocados por el sol. Por otro lado, la piel oscura se ve más afectada por la absorción de calor, pero esta situación se equilibra por el hecho de que su capacidad para emitir calor aumenta casi en la misma proporción. Además, contiene más pigmento de melanina, lo cual disminuye de manera significativa la penetración de los dañinos rayos ultravioletas. Considerando esto, podemos afirmar que el color de la piel tiene un mayor impacto en la resistencia a los rayos solares que en las preferencias térmicas.



EJEMPLO DE CASO PRÁCTICO

Una vez hemos dejado claro el concepto de Arquitectura bioclimática y todo lo que conlleva, es interesante saber cómo aplicar todos esos conocimientos de manera práctica en los edificios que pretendemos construir.

Como hemos hablado en los apartados anteriores, tenemos que tener en cuenta la situación, orientación y demás factores climáticos a la hora de saber ubicar nuestro edificio, ya que, sin saber todo esto, podemos llegar a edificar incorrectamente y con el tiempo ver unos resultados negativos al respecto.

Es por ello por lo que a continuación, vamos a explicar mediante un ejemplo práctico, como llevamos la idea de arquitectura bioclimática a un edificio ya construido, realizando previamente un estudio de la ubicación, situación geográfica y de todos los factores bioclimáticos que ya hemos hablado anteriormente, como son el soleamiento, la ventilación, la orientación y la vegetación, de la cual está última parte explicaremos una solución constructiva adecuada para el edificio en cuestión.



ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO

A continuación, se explicará los conceptos estudiados anteriormente sobre la arquitectura bioclimática en referencia a nuestro edificio objeto de análisis.

CLIMA

El clima es la suma total de las condiciones atmosféricas, que hacen de un lugar de la superficie terrestre más o menos habitable para los seres vivos; es el fenómeno no generalizado y cíclico de las variaciones del tiempo en un lugar o región determinada.

El clima es determinante en el diseño, puesto que condiciona las formas de los edificios debido a la influencia que tiene sobre las maneras de vivir y las necesidades de los diferentes espacios.

Los factores climáticos son las condiciones físicas, no variables de un sitio y que afectan al clima de modo genérico. El elaborar un estudio de dichos factores es importante, pues llegan a determinar, desde el punto de vista medioambiental, el buen comportamiento de la edificación y del confort. Dichos factores son: la altura sobre el nivel del mar o latitud, el relieve, la situación geográfica, la longitud...

Los elementos del clima se entienden como las propiedades físicas o variables de la atmósfera utilizadas para describir y medir el clima en un momento dado, afectando en el tiempo atmosférico. Para establecer las condiciones climáticas de un lugar, se promedian y observan los datos de los elementos del clima de los periodos comprendidos entre 10 y 20 años. Estos elementos son: la radiación solar, la temperatura, la humedad, el viento, presión atmosférica, precipitaciones...

No vamos a explicar todo esto de nuevo, puesto que anteriormente ya hemos realizado un estudio previo de todos estos factores que influyen en el clima. Ahora nos centraremos en las condiciones del clima de nuestro edificio objeto de estudio.

EL CLIMA EN LA CIUDAD DE VALENCIA

Respecto al clima en la ciudad de Valencia, es el típico clima mediterráneo, un clima subtropical de la fachada occidental de los continentes, el cual se caracteriza por ser un clima suave y húmedo. La temperatura media anual en la ciudad es de unos 17,8°C, lo cual hace que Valencia posea un clima muy benigno, sin temperaturas extremas y con una amplitud térmica media que oscila entre los 11,5°C en enero y los 25,5°C de agosto. Las precipitaciones anuales son superiores a los 450mm, con mínimos muy marcados en verano



(tres meses secos, de junio a agosto), y máximos en los meses de otoño (de septiembre a noviembre, por el efecto meteorológico de la gota fría), ya que el clima mediterráneo es un clima con lluvias estacionales.

Visto de esta manera, el clima de Valencia presenta un verano seco y cálido, ya que durante los meses estivales las temperaturas medias son superiores a los 20°C y precipitaciones inferiores al 15% del total anual, seguido por un otoño lluvioso, donde se concentra cerca del 40% de las precipitaciones y un invierno suave, con temperaturas medias nunca inferiores a los 7°C. Pese a esto, no es extraño que en invierno se den casos de olas de frío, las cuales se deben al desplazamiento de masas de aire frío, como los frentes polares, hacia las bajas presiones del área mediterránea. Pero en caso contrario, la ciudad suele sufrir en verano olas de calor, las cuales se deben a la llegada de frentes cálidos procedentes del Sahara. Además de esto, otro rasgo característico del clima de Valencia es que la ciudad cuenta con unas 2660 horas de sol cada año aproximadamente, lo cual equivale a más de 300 días.

Finalmente, puede destacarse que el clima de Valencia es muy irregular, ya que se suceden largos periodos de sequía con algunos años, muy húmedos, así como años muy calurosos, seguidos de años especialmente fríos.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	11.2	11.1	13.4	15.3	18.2	21.8	24.6	24.9	22.8	18.9	14.5	11.9
Temperatura mín. (°C)	6.8	7.3	8.6	10.6	13.8	17.5	20.4	20.9	18.4	14.3	10	7.5
Temperatura máx. (°C)	15.7	15	18.3	20	22.7	26.1	28.8	29	27.3	23.5	19	16.3
Temperatura media (°F)	52.2	52.0	56.1	59.5	64.8	71.2	76.3	76.8	73.0	66.0	58.1	53.4
Temperatura mín. (°F)	44.2	45.1	47.5	51.1	56.8	63.5	68.7	69.6	65.1	57.7	50.0	45.5
Temperatura máx. (°F)	60.3	59.0	64.9	68.0	72.9	79.0	83.8	84.2	81.1	74.3	66.2	61.3
Precipitación (mm)	32	32	32	32	32	23	10	18	55	85	50	44

Imagen 54. Clima en Valencia



SITUACION

El edificio en cuestión se encuentra en la ciudad de Valencia, en el interior de la Universidad Politécnica de Valencia. Se trata de la resolución de una conexión con la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación.



Imagen 55. Ubicación de Valencia en España.



Imagen 56. Ubicación de Valencia en la provincia de Valencia.



Imagen 57. Emplazamiento dentro del campus universitario.

Campus Universitario de la UPV, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia (España)



Imagen 59. Edificio ETSIE.



Imagen 60. Emplazamiento y orientación del Edificio ETSIE.



Imagen 61. Perspectiva edificio ETSIE.



ESTADO ACTUAL DEL EDIFICIO

Anteriormente como hemos comentado, el edificio se sitúa dentro del campus universitario “Universidad Politécnica de Valencia” y fue construido para albergar los despachos destinados al profesorado de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación, las Aulas de Master, Proyecto Final de Grado y demás servicios administrativos propios de la escuela.

Como podemos observar a continuación, según el plano cartográfico que nos ofrece a modo informativo la Universidad Politécnica de Valencia, el edificio se encuentra desplazado del Norte Polar 20° en dirección Este.



Imagen 62. Situación edificio ETSIE.

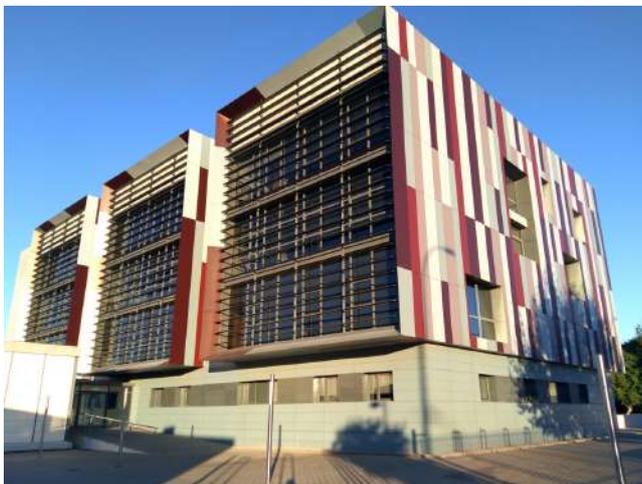


Imagen 63. Estado Actual ETSIE.

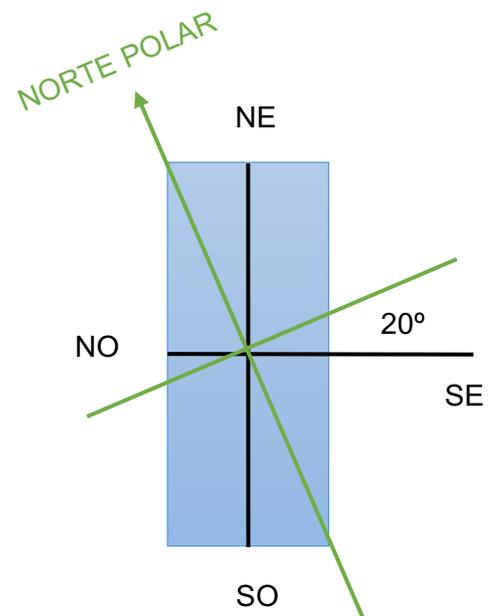


Imagen 64. Orientación edificio ETSIE.

Una vez sabemos la orientación del edificio, la envolvente del mismo consta de fachadas resueltas mediante lamas fijas y superficies acristaladas.

A continuación, Citaremos cada una de las características principales de las cuatro fachadas que conforman este edificio tan singular.



Fachada Noroeste



Imagen 65. Fachada Noroeste.

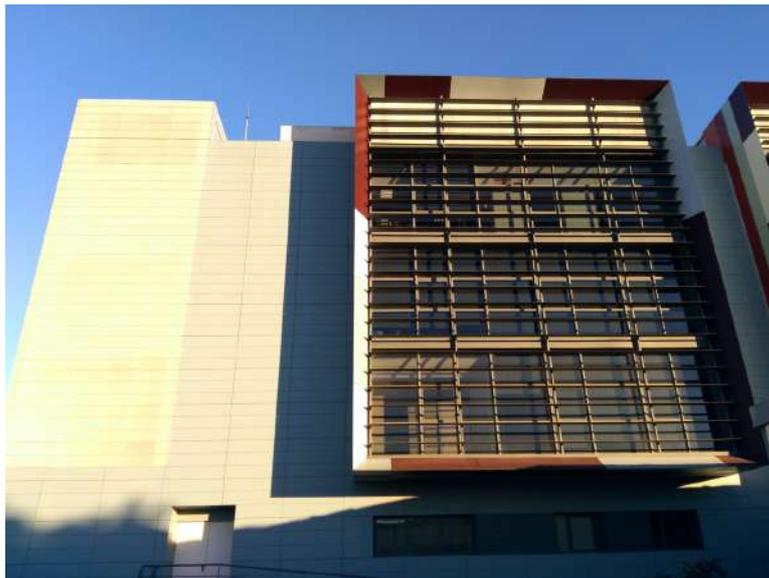


Imagen 66. Lamas fijas y Lamas orientables

En esta fachada podemos apreciar que está formada por los tres módulos principales con ventanales y lamas fijas. Los grandes acristalamientos permiten una buena iluminación en los espacios interiores.

Las ventanas que se indican en la fachada de la fotografía están protegidas mediante el sistema de lamas orientables.



Fachada Noreste



Imagen 67. Fachada Noreste.



Imagen 68. Lamas Orientables.



Imagen 69. Entrada Principal.

La fachada en este lado se encuentra con puerta principal de acceso al edificio, que conecta con el exterior de la facultad, y se trata de un módulo de madera adosado al edificio con puertas acristaladas.

Como en la fachada anteriormente citada, las ventanas están protegidas mediante un sistema de lamas orientables moduladas mediante los paneles azules que la componen.



Fachada Sureste



Imagen 70. Fachada Sureste.



Imagen 71. Lamas Orientables.



Imagen 72. Módulos acristalados.

Esta fachada es simétrica prácticamente a la fachada noroeste, formada también por los tres grandes módulos acristalados y protegido mediante sistema de lamas fijas y lamas orientables.



Fachada Suroeste



Imagen 73. Fachada Suroeste.

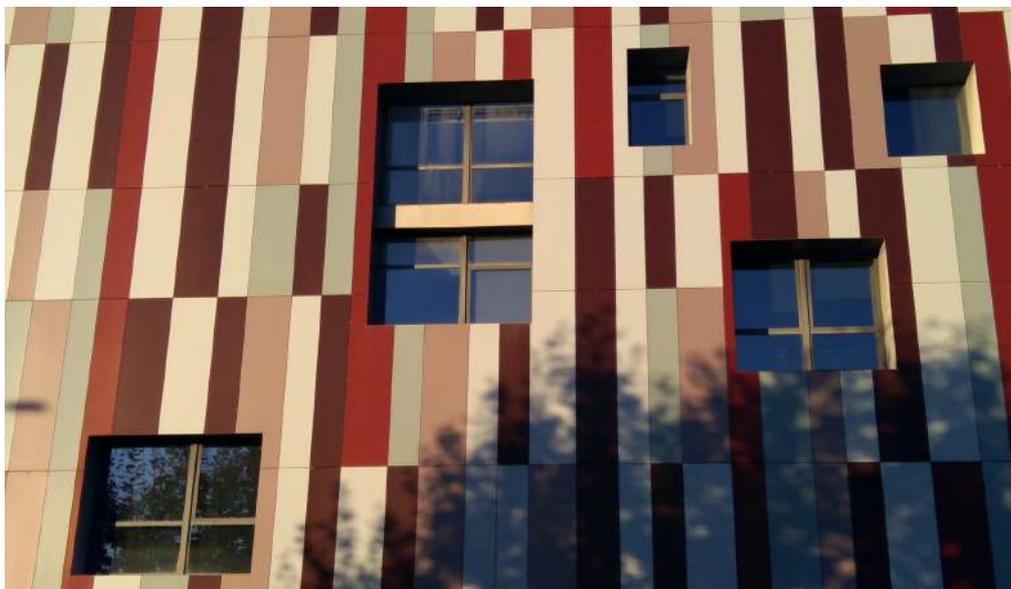


Imagen 74. Revestimiento y ventanales.

Esta fachada está diseñada con paneles de resina termoendurecida de distintos colores. De las 4 fachadas, esta es la más vista desde la Avenida de los Naranjos. En ella se abren grandes ventanas para aportar iluminación interior.



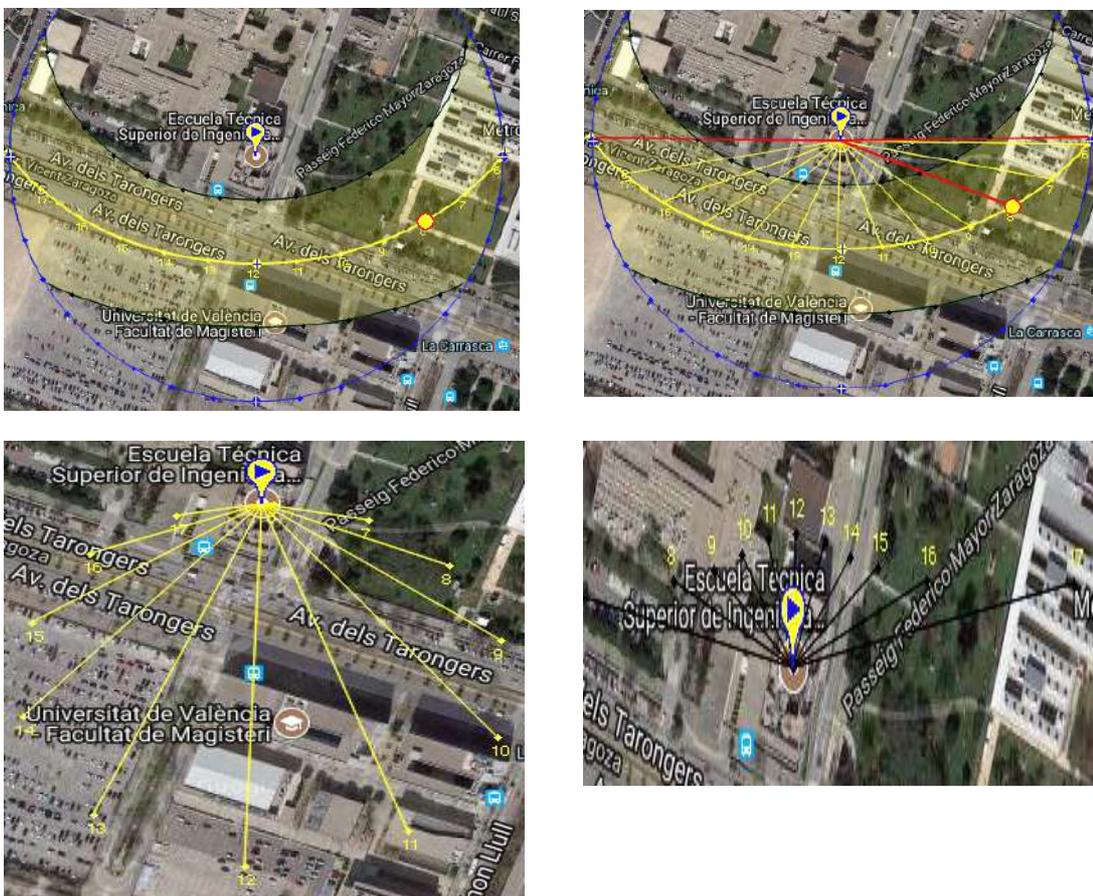
Solsticio de Verano (21 de junio)

Imagen 76. Posición, Incidencia de los rayos y sombras del sol.



Equinoccio de Otoño (22 de septiembre)

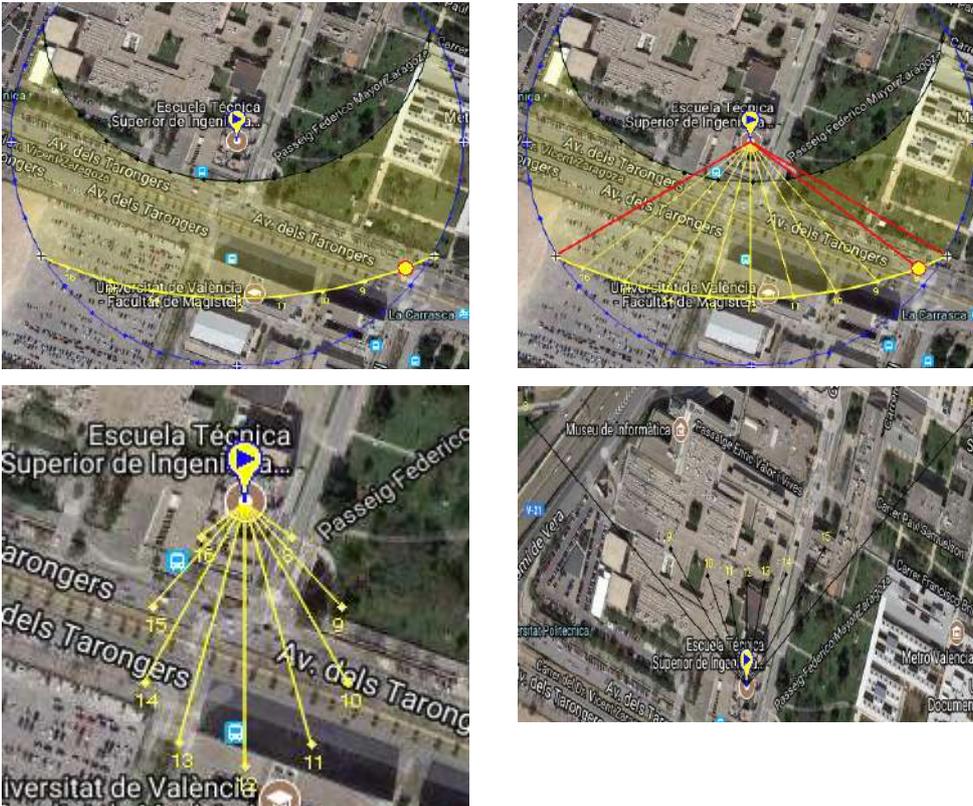
Imagen 77. Posición, Incidencia de los rayos y sombras del sol.





Solsticio de invierno (21 de diciembre)

Imagen 78. Posición, Incidencia de los rayos y sombras del sol.



Mediante el estudio realizado in situ en el propio edificio y la toma de datos sobre la exposición del sol que hemos comentado anteriormente, se puede afirmar que existen varios problemas en cada una de las fachadas.

- En la **fachada noreste** la solución propuesta y establecida para la protección solar de las ventanas no sería necesaria, ya que durante todo el año no hay gran incidencia solar en esta zona y provoca un gasto económico innecesario.
- En la **fachada sureste** el sistema de lamas fijas delante de los grandes ventanales no es totalmente eficaz, ya que la incidencia del sol durante el año es permanente y no podemos orientarlas a nuestro gusto y necesidades personales. Esto provoca un sobrecalentamiento de las zonas interiores y provocando una deficiencia en el confort térmico del ser humano.
- En la **fachada noroeste** nos encontramos con el mismo problema que la fachada anterior, en ésta las lamas de protección solar son fijas. La única diferencia aquí es que según la orientación en la que está el edificio, la fachada tiene una menor incidencia solar.
- En la **fachada suroeste**, está solucionada mediante un revestimiento de paneles de resina termo endurecida de diferentes colores, pero incide mucho el sol durante el día, provocando que se acumule el calor en el interior.



SOLUCION A ADOPTAR EN LAS DIFERENTES FACHADAS

Una vez vistos estos problemas, el siguiente paso a tomar es buscar una solución que corrija los problemas anteriormente mencionados y actuar de manera clara y precisa.

Por ello, se opta por realizar un supuesto por el cual, el edificio debería estar orientado de la forma siguiente:

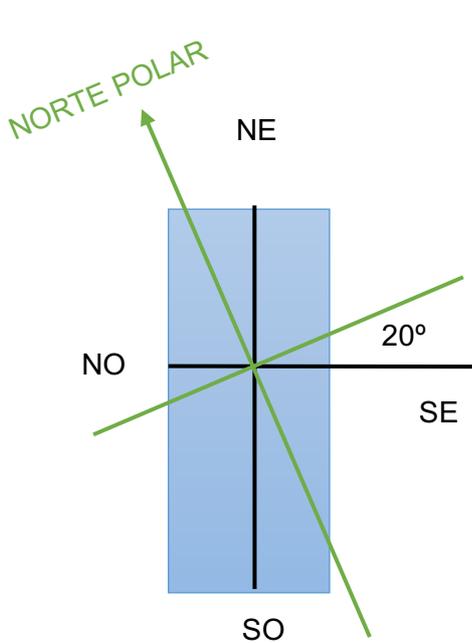


Imagen 79. Orientación Actual.

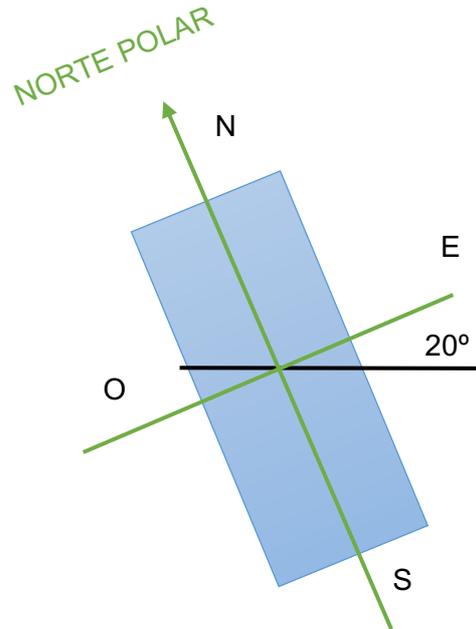


Imagen 80. Orientación propuesta.

De esta manera las fachadas del edificio están orientadas correctamente respecto los puntos cartesianos norte, sur, este y oeste. Esta nueva orientación expone a las fachadas este y oeste a una misma duración de iluminación natural y, por tanto, de incidencia solar. Se procederá a distinguirlas a la hora de solventar el problema de ambas, teniendo más preocupación la incidencia en la fachada este, ya que en este lugar se encuentran las estancias principales del edificio (despachos, aulas...), es decir, las zonas de más uso durante el día y concretamente por la mañana.

Con esto se pretende aprovechar mejor la incidencia de los rayos del sol en el edificio ya que, encontrándose el edificio situado en esta nueva orientación, se aprovecha mejor de la iluminación y de las condiciones climáticas que lo rodean.



A continuación, se expondrán unas soluciones adecuadas para cada una de las fachadas, intentando siempre llegar al mejor rendimiento y aprovechamiento de las mismas de manera adecuada y correcta:

En la **fachada norte** Se retirarían las lamas orientables y se dejarían al descubierto las ventanas para dotar de una mayor iluminación en este lado del edificio, ya que esta fachada no recibe radiación directa del sol.

En la **fachada este** se sustituirá el sistema de lamas fijas por un nuevo sistema de lamas orientables con ángulos distintos. Estas nuevas incidencias solares tendrán un factor solar bajo (opacas y tono de color claro) para tener una eficacia contra la luz y la energía solar en los momentos del día donde hay máxima radiación.

En la **fachada oeste** las lamas las consideraremos orientables también y con características similares a las que se coloquen en la fachada este.

Finalmente, habiendo tenido en cuenta el diseño del edificio, se plantea dentro del desarrollo del TFG una alternativa mediante el sistema de jardín vertical o fachada verde en la fachada más expuesta de todas, la **fachada sur**, como finalidad de ganar masa y protección frente a la gran inercia solar que recibe este lado del edificio durante el día. Esta solución se podrá utilizar en la situación supuesta comentada anteriormente, siendo esta la de la orientación modificada, como para la orientación actual del edificio objeto estudio del presente tfg.

Pero antes de todo esto debemos preguntarnos lo siguiente: ¿Qué funcionalidad tendría una fachada verde y que ventajas e inconvenientes supondría la ejecución de la misma?

Por ello y a continuación, procedemos a explicar las características de la actual fachada ventilada del edificio C1, seguido de las especies vegetales que seleccionaremos para nuestra futura fachada verde y los diversos tipos que existen en el mercado sobre la elaboración de fachadas verdes, tanto su ejecución como su funcionalidad, mantenimiento, coste e idoneidad y una vez sepamos todo esto, elegiremos el más adecuado para el edificio objeto de estudio del presente TFG. (imagen 62).

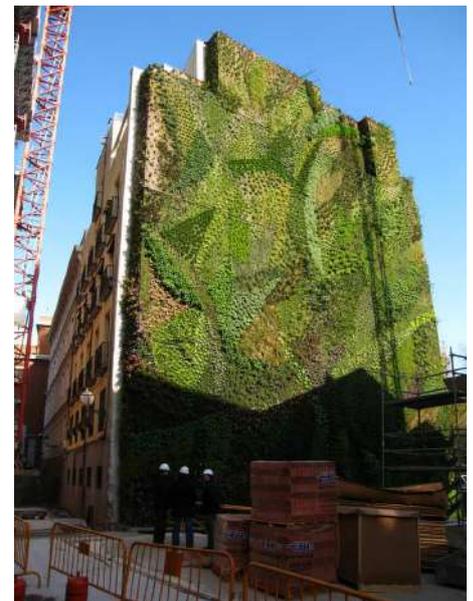


Imagen 81. Ejemplo de fachada verde.



FACHADA VENTILADA

Análisis del sistema de soporte.

Una vez hemos realizado un estudio genérico sobre el edificio C1 de la ETSIE, será importante saber las características de su actual fachada (del tipo ventilada), donde explicaremos la elaboración y los materiales de los que se compone, así como su funcionalidad y características generales.

El sistema actual de soporte rígido de la fachada de nuestro edificio es una hoja elaborada mediante fábrica de ladrillo de 11,5 cm de espesor, construida según la normativa NBE-FL90 y NTE-FFL, con ladrillos perforados de 24 x 11,5 x 9 cm, sentados sobre mortero de cemento confeccionado en obra (M-40 a (1:6)), con juntas de 1 cm de espesor.

Dicho de otra manera, esta hoja de fábrica posee un trasdosado de placa de yeso laminado por la cara interior y por la cara exterior un sistema de acabado de paneles fenólicos (con el remachado visto y atornilladas directamente en la perfilaría) conformando una fachada parcialmente ventilada.

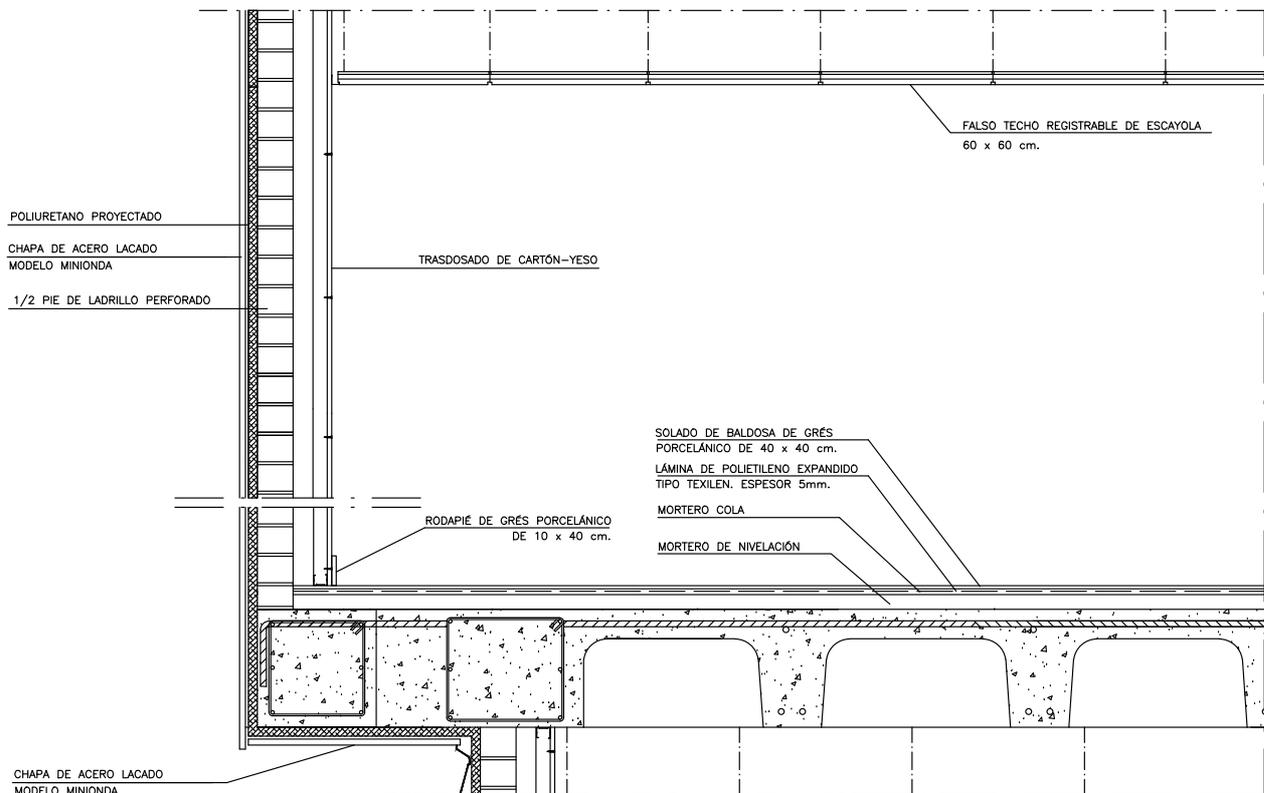


Imagen 82. Detalle Sección Vertical hoja interior fachada sur edificio ETSIE.



Sistema de acabado de la fachada ventilada

Según se observa en el esquema anterior, la primera capa sobre la hoja de ladrillo, hacia el exterior, es el aislamiento térmico, acústico e impermeabilizante. Se trata de una espuma rígida de poliuretano proyectado "in situ" con un espesor de unos 30 mm aproximadamente, que representa una resistencia a compresión de 4,5 Kg/cm² y una conductividad térmica de 0,019 Kcal/mh°C. Este aislamiento se ejecutó "in situ", antes de colocar la fachada ventilada y se proyectó directamente sobre la hoja de cerramiento exterior de ladrillo perforado.

La subestructura de aluminio está elaborada por perfiles verticales de apoyo, ancladas al cerramiento mediante unos soportes angulares. Tanto los perfiles de aluminio, como las placas de acabado, sufren fuertes variaciones dimensionales debido a los condicionantes de la temperatura y la humedad del lugar, por lo que el sistema de montaje se cuenta con puntos fijos y deslizantes de fijación de los paneles a la subestructura.

Las placas que están colocadas como revestimiento en la fachada del edificio 1C están correspondidas con los paneles fenólicos de la empresa Trepasa (cuyo modelo recibe el nombre de Meteon), que son placas laminadas de alta presión (HPL), con una eficaz protección exterior frente a los agentes externos. Esta protección está compuesta por: Resinas de acrilopoliuretano doblemente endurecidas y producidas mediante prensas de laminado de alta presión y a temperaturas elevadas. El material presenta unas características que le otorgan frente al impacto y al rayado una buena resistencia, así como a bases, disolvente y ácidos.

También frente a los agentes externos es altamente resistente, garantizando una buena impermeabilización de la placa, que impide que gran parte del agua que se proyecta sobre la fachada alcance la zona interior del cerramiento de la fachada. Además, mediante una abertura trasera de ventilación entre el la placa y el aislamiento, se elimina el exceso de humedad.

Las placas tienen la función de proteger la fachada del soleamiento, de forma que ejercen la función de barrera contra los rayos solares. Las placas Meteon disponen del marcado CE (requisito indispensable para su comercialización en la UE).

El proyecto no se ajusta a las medidas del fabricante, pero en la web se menciona que se pueden variar las medidas bajo petición de los usuarios.

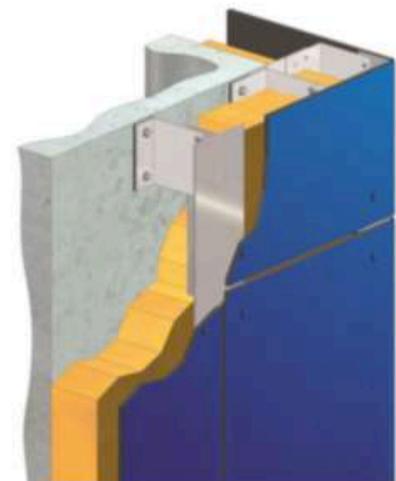
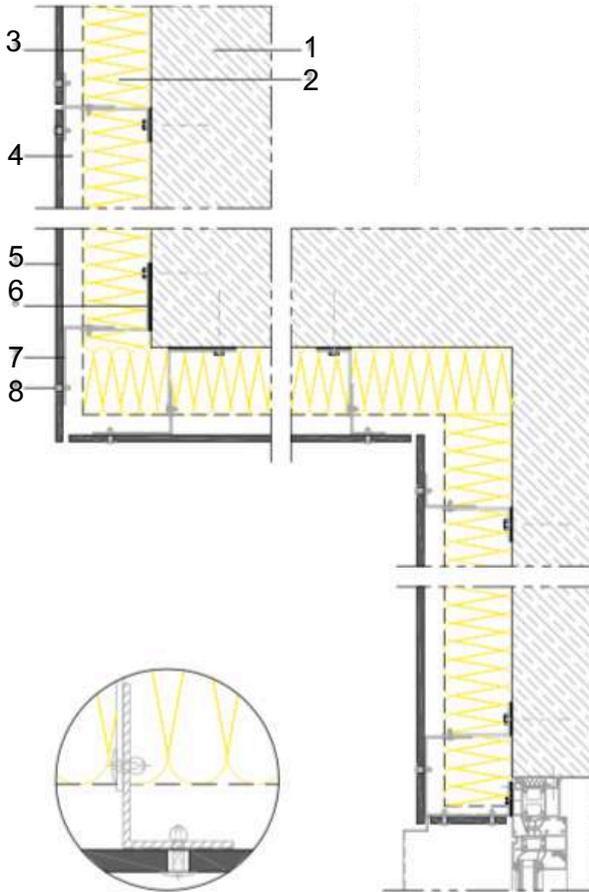
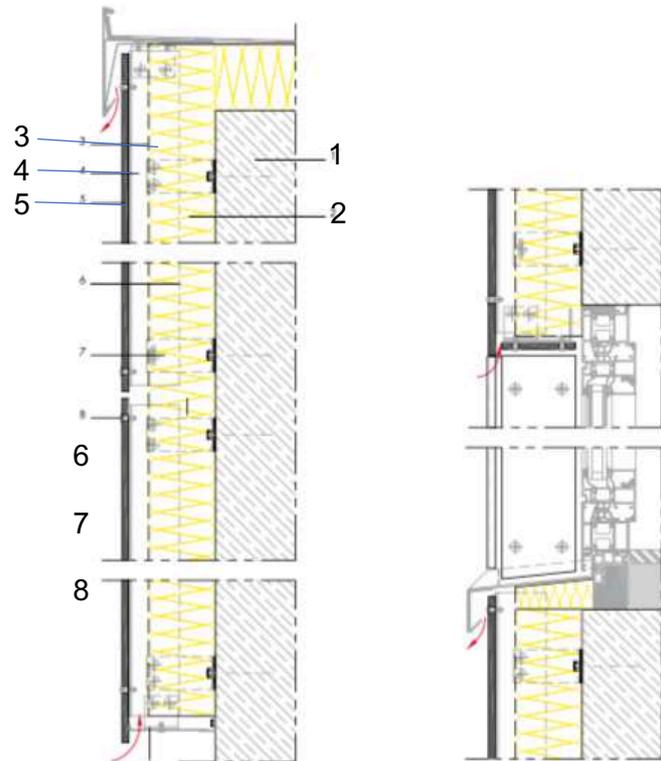


Imagen 83. Sistema de fijación vista con remaches a una subestructura metálica. MODELO TS700.



- 1- Pared interior autoportante.
- 2- Aislamiento térmico.
- 3- Barrera de vapor.
- 4- Cámara ventilada.
- 5- Placa Trespa Meteon.
- 6- Anclaje mural.
- 7- Perfil vertical.
- 8- Remache.

Imagen 84. Sección Horizontal fachada sur.



- 1- Pared interior autoportante.
- 2- Aislamiento térmico.
- 3- Barrera de vapor.
- 4- Cámara ventilada.
- 5- Placa Trespa Meteon.
- 6- Perfil vertical.
- 7- Anclaje mural.
- 8- Remache.
- 9- Perfil de ventilación.

Imagen 85. Sección Vertical fachada sur.



ESPECIES VEGETALES A REPRODUCIR

En este apartado seleccionaremos las especies vegetales que mejor se adapten a las condiciones de nuestra futura fachada verde. Para ello, se han valorado aspectos climáticos, realizando una búsqueda de especies que sean capaces de soportar grandes cantidades de luz solar y también altas temperaturas de humedad típicas del clima Valenciano. Las que sean seleccionadas, deberán soportar moderadamente la sequía (a pesar de esto, la fachada dispondrá de un sistema de riego integrado).

El tipo de vegetación a colocar, tanto en sentido horizontal como en vertical, dependerá de la climatología y de la orientación, al igual que si se trata de una pared interior o exterior. Además, las especies seleccionadas mantendrán una relación de colores verdes, azules o grisáceos, combinados con coloraciones de flores o granates, azules y amarillas. Para el diseño se tomará como referencia la configuración previa de la fachada, intentando respetar la definición de los paneles verticales y buscar una similitud parecida con el diseño actual de la fachada ventilada del edificio, pero se le dará un toque de color algo más diferenciado mediante las especies.

Buscamos una manera de conjugar estéticamente entre especies vegetales en cuanto a:

- Crecimiento
- Floración.
- Cromatografía foliar.

En un clima como es el de Valencia, mediterráneo continental, existen muchas especies vegetales que podemos utilizar. Por ello, se ha decidido seleccionar las siguientes especies, atendiendo a lo propuesto anteriormente en referencia con la estética de la fachada actual.

En las siguientes tablas, describiremos las características de cada una de las especies vegetales seleccionadas para nuestra fachada, habiendo seleccionado aquellas especies que sean de colores vivos y den a la fachada un aspecto más natural y de coloración viva:



Bougainvillea glabra



Imagen 86. Bougainvillea glabra (flor de papel)

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	PORTE	FORMA	OBSERVACIONES
Bougainvillea glabra.	Flor de papel.	Arbustivo o trepador.	Trepadora de altura limitada, sin largas ramas sarmentosas, florece sobre ramas cortas.	Tolera mejor la sequía y el viento frío. Admite el recorte en épocas concretas.
ALTURA	ANCHURA	USO EN FACHADA	RESISTENCIA	INTERÉS
2-6 cm.	3-8 m.	Floración.	Alta resistencia a la sequía y al viento frío.	Flores de color fucsia o púrpura azulado.

Callibrachoa 'Million Bells Trailing Blue'



Imagen 87. Callibrachoa (petunia).

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	PORTE	FORMA	OBSERVACIONES
Callibrachoa	Petunia.	Herbáceo.	Tallos decumbentes o colgantes.	Vivaz herbácea de vida corta, cultivada como anual.
ALTURA	ANCHURA	USO EN FACHADA	RESISTENCIA	INTERÉS
5-15 cm.	30-60 cm.	Floración.	Resistencia media al calor con riesgos regulares.	Floración prolongada durante varios meses.



Centaurea ragusina



Imagen 88. Centaurea ragusina (jacea de Ragusa).

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	PORTE	FORMA	OBSERVACIONES
Centaurea Ragusina.	Jacea de ragusa.	Subarbuscivo.	Tallos cortos, ramificados, vegetación densa.	Tolera las situaciones soleadas y la sequía. Sensible a los suelos húmedos y compactos.
ALTURA	ANCHURA	USO EN FACHADA	RESISTENCIA	INTERÉS
30-60 cm.	40-60 cm.	Follaje.	Alta resistencia a la sequía.	Hojas de color blanco plateado; color de las flores amarillo.

Echeveria sp. pl.



Imagen 89. Echeveria Sp (echeveri).

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	PORTE	FORMA	OBSERVACIONES
Echeveria Sp.	Echeveri	Herbáceo.	Suculentas con las hojas dispuestas en roseta, acaules o sobre tallos cortos.	Género con una elevada diversidad de tamaños y coloraciones de las hojas La mayoría prefieren situaciones soleadas en suelos secos y muy bien drenados.
ALTURA	ANCHURA	USO EN FACHADA	RESISTENCIA	INTERÉS
5-40 cm.	15-40 cm.	Floración.	Alta resistencia a la sequía.	Vegetación de alta belleza.



Festuca arundinacea



Imagen 90. Festuca arundinacea (festuca alta).

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	PORTE	FORMA	OBSERVACIONES
Festuca arundinacea.	Festuca alta.	Herbáceo.	Rizoma corto, matas densamente cespitosas.	Moderadamente tolerante a la sequía y a la salinidad. Admite la siega continuada y el uso intensivo. Prefiere situaciones soleadas en suelos algo profundos.
ALTURA	ANCHURA	USO EN FACHADA	RESISTENCIA	INTERÉS
10-80 cm.	20-80 cm.	Herbaceo/tapiz.	Tolerable a la sequía.	Gramínea adecuada para la formación de céspedes de bajo mantenimiento.



SOLUCIÓN FINAL PROPUESTA PARA LA FACHADA VERDE

Llegados a este punto, conocemos lo siguiente: sabemos el clima de la ciudad de Valencia, donde se encuentra ubicado nuestro edificio objeto de estudio, las condiciones climatológicas a las que se ve sometido el edificio (soleamiento y ventilación), cuales son el tipo de fachada y como están construidas, las especies vegetales para nuestra futura fachada verde y los tipos de jardín vertical existentes en el mercado.

Con todo esto, poseemos suficiente información para decidir que tipo de jardín vertical nos decantaremos para construir en nuestro edificio objeto de estudio y el sistema elegido y el más adecuado para la solución constructiva, es el SISTEMA F+P y ha sido elegido por lo siguiente:

- Ligereza del sistema.
- Clima adecuado.

Además, el sistema está compuesto por 3 capas, principalmente:

- Capa impermeable de PVC.
- Marco estructural.
- Capa de fieltro.

Este sistema se instala sobre un marco formado por guías verticales, donde se fijan al edificio o estructura donde se quiere instalar el jardín vertical y a continuación, sobre el marco, se ponen unas láminas de PVC impermeable.

Tanto los sistemas para el exterior como para el interior tienen una cámara de aire entre la lámina impermeable y la pared, fachada o estructura existente. Dicho espacio tiene unos 3cm de ancho aproximadamente y recorre toda la longitud y la altura del sistema vegetal. Con esto se permite la circulación libre del aire por detrás del sistema y que funcione también como una pared ventilada.

Las capas de fieltro se grapan a los paneles impermeables de PVC. Estas capas disponen de unas bolsas que harán de soporte físico de las plantas y el sustrato de cultivo. El medio de cultivo se compone de sustratos inertes, como perlita y vermiculita. Este tipo de sustratos retienen el agua durante menos tiempo que un sustrato biológico.

Debido al clima de la ciudad de Valencia, se pondrá la fachada verde en la cara SUR del edificio objeto de estudio (como se había indicado anteriormente en la orientación del soleamiento) para una buena protección contra el ruido y sobre todo para una perfecta protección contra el calor del verano.



Pero antes de empezar con la construcción de nuestra fachada verde, previamente habrá que realizar un desmontaje de la actual fachada ventilada de nuestro edificio objeto de estudio, donde posteriormente explicaremos una descripción de la intervención de la fachada verde.

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Colocación de andamio tubular en toda la superficie de la fachada.
2. Retirada de las piezas cerámicas de la cara exterior de la fachada.
3. Desanclaje de los perfiles horizontales sujetos al perfil T vertical.
4. Desanclaje y retirada de los perfiles T verticales.
5. Retirada de la espuma de poliuretano proyectado.
6. Desanclaje de las ménsulas sujetas al paramento vertical.
7. Rellenar los huecos existentes en el paramento.

Una vez se ha realizado el desmontaje de la fachada ventilada, procedemos a realizar la ejecución de nuestra fachada verde:

La obra ajardinada de la fachada sur consiste en la instalación de unas láminas donde produce el crecimiento de la vegetación y un sistema de riego con agua totalmente automatizado.

Para la colocación de las láminas, será necesario la instalación de unos rastreles de aluminio de 40x40x2mm aproximadamente sobre la fachada, impermeabilizada previamente, mediante un panel a base de copolímeros elásticos de estireno-acrílicos de dispersión acuosa resistente a los rayos UVA.

EL enrastrelado estará sujeto a base de tornillería galvanizada de 5mm y taco Fisher SX8 (con impermeabilización interior de los agujeros con la inyección de poliuretano con pistola tipo Hilti) colocados cada 40cm y posteriormente, se colocará una capa de panel aminoplástico P-URB 750 de 10mm de espesor sujeta mediante remaches de aluminio de alta tracción cada 40cm y una capa superior de polifiltro fitogenerante pH P-URB 700 de 3mm de espesor.

Sobre todo, en este conjunto se instalarán las especies vegetales (elegidas previamente) elegidas acorde a la zona y climatología del lugar.

Dicho jardín se sectorizará para el riego con un sistema completamente automatizado donde el agua se dejará caer en la parte superior del jardín e irá humedeciendo el soporte.

La superficie total para los trabajos en fachada es de unos 419m².



Los procesos de ejecución de la fachada verde son los siguientes:

1. Primero quitamos las placas de resina termo endurecida y el poliuretano proyectado.
2. Colocamos la capa de mortero de cemento hidrófugo.
3. Ponemos una capa de pintura impermeable de revestimiento elástico.
4. Realizamos la instalación de los rastreles de aluminio.
5. Replanteo de los paneles.
6. Colocación de las juntas.
7. Colocaciones y fijaciones de las láminas de polifieltro.
8. Colocación del sistema de riego.
9. Plantación de las especies vegetales.
10. Realización de las pruebas de servicio.
11. Mantenimiento.

- 1) Quitar las placas de resina termoendurecida y quitar el poliuretano proyectado.

El primer paso que se realizará será retirar las placas de resina termoendurecida de la fachada sur y el poliuretano proyectado para poder colocar la instalación de la estructura portante de los paneles de PVC.

- 2) Colocación de la capa de mortero de cemento hidrófugo.

Se colocará una capa de mortero de cemento hidrófugo monocapa de 15mm de espesor, preparando dicha capa para la segunda capa a colocar.

- 3) Poner capa de pintura impermeable de revestimiento elástico.

Aplicaremos una capa de pintura impermeable elástica de consistencia pastosa y color blanco, a base de copolímeros elásticos de tipo elástico-acrílicos en dispersión acuosa que, una vez se halle en seco, formara una película impermeable flexible, duradera y flexible, revestida de color blanco.

- 4) Instalación de un enrastrelado de aluminio.

Para la colocación de las láminas, será necesario la instalación de unos rastreles de aluminio de 40x40x2mm sobre la fachada impermeabilizada previamente a base de copolímeros elásticos estireno-acrílicos de dispersión acuosa resistente a los rayos UVA.

Este elemento constructivo está situado por detrás del revestimiento que transmite los esfuerzos de éste a la estructura del edificio y que presenta una deformabilidad acumulada compatible con la libre deformación de los componentes del revestimiento.



Independiente de la estabilidad del paño, que deberá ser estudiada como cualquier otro caso con el añadido de la excentricidad de las cargas, la naturaleza de este soporte viene dada por la necesidad de aportar un apoyo adecuado al anclaje.

Para el anclaje, el dimensionado se deberá tener en cuenta en cuanto a la resistencia del material y la situación de este respecto a las juntas y bordes de las fábricas.

En nuestro caso, las fachadas están formadas con ladrillo perforado, por tanto, se puede fijar la estructura portante y no falta poner los anclajes, ya que es suficiente poner directamente los paneles de PVC al soporte.

Dicho enrastrelado estará sujeto mediante tornillería galvanizada de 5mm y taco Fisher SX8 (con impermeabilización interior de los agujeros con la inyección de poliuretano con pistola tipo Hilti) colocados cada 40cm.

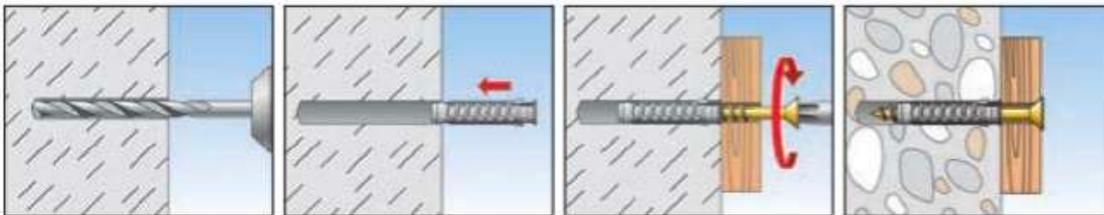


Imagen 91. Detalle colocación taco Fischer.

5) Replanteo de los paneles

Se colocará una capa de panel aminoplástico P-URB 750 de 10mm de espesor sujeta mediante remaches de aluminio de alta tracción cada 40cm.

6) Colocación de las juntas.

Se fijarán los paneles con juntas de silicona o resina epoxi.

7) Colocaciones y fijación de las láminas de polifieltro.

Se situará el polifieltro fitogenerante pH P-URB 700 (de espesor 3mm, pH6) anclada mediante grapas metálicas al panel UG-10.

8) Colocación del sistema de riego.

Este sistema constructivo es un sistema de jardín vertical de sustrato mineral y almacena agua durante un periodo de tiempo determinado; se basa en un sistema similar al cultivo hidropónico, por lo que es fundamental para el correcto desarrollo del mismo, la instalación del sistema de fertirrigación.

El control de riego se realiza con un temporizador de cuatro estaciones convencional, que podrá ser regulado por el mantenedor



del jardín vertical. El riego del jardín se realiza mediante líneas de goteo situadas cada 2,5m como máximo.

El almacenamiento de agua se produce en la parte vertical del jardín, cayendo por gravedad. Como la capacidad de retención del sustrato es limitada, el riego se realiza de una manera muy especial, siendo necesario un riego constante.

No obstante, existe la posibilidad de realizar la recirculación del agua, minimizando al máximo las pérdidas y el consumo.

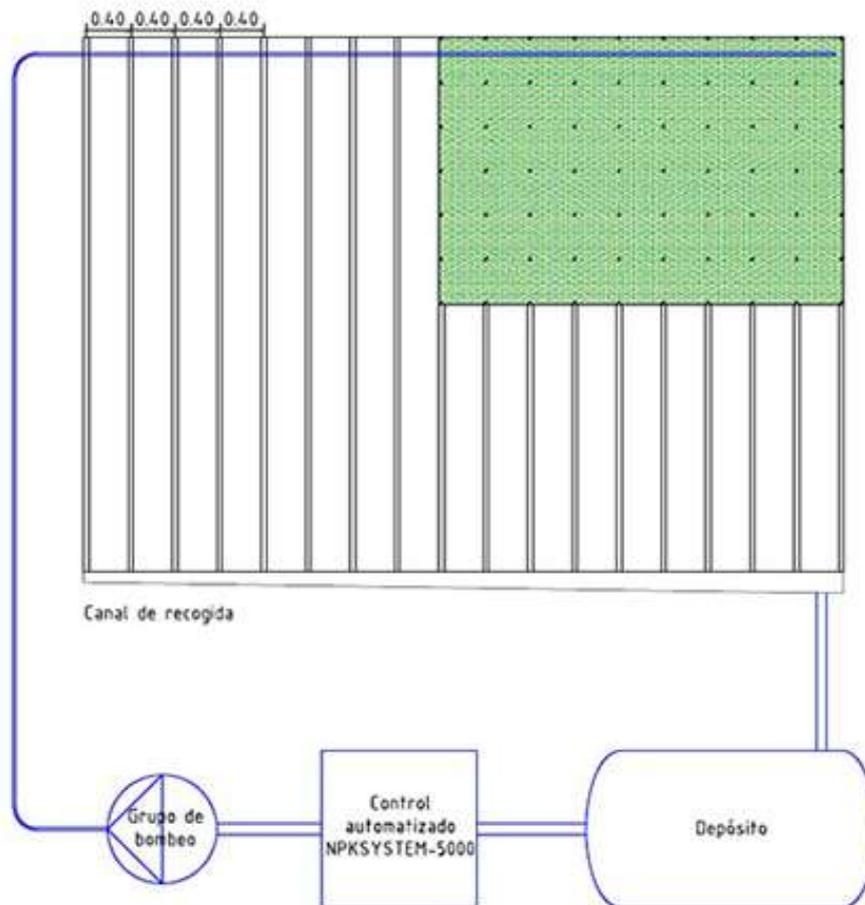


Imagen 92. Ejemplo sistema de riego.



9) Plantación de las especies vegetales.

La vegetación se plantará según el tipo de clima de la zona.

En el polifiltro, se introducirán las plantas se introducirán, de manera que quedarán posicionadas como si estuviera dentro de un macetero colgado, como se aprecia a continuación:



Imagen 93. Detalle plantación especies vegetales.

10) Mantenimiento.

El jardín vertical tendrá un mantenimiento que deberá seguir el siguiente proceso:

Durante los meses de verano, una inspección cada mes del jardín vertical (los más calurosos) y durante el resto del año, cada dos meses.

Control visual continuo del funcionamiento de riego y de las plagas.

Reposición de marras (inferior a la de un jardín convencional).

Podar las plantas en función de la vegetación seleccionada para el jardín, estas podas pueden ser o no necesarias, produciéndose desde una vez cada 2 o 3 años, hasta de forma trimestral.



Bougainvillea glabra (Flor de papel)



Echeveria sp (Echeveri)



Callibrachoa (Petunia)



Festuca arundinacea (Festuca alta)



Centaurea ragusina (Jacea de Ragusa)



Diseño Fachada Verde

Imagen 94. Detalle fachada verde con vegetación.

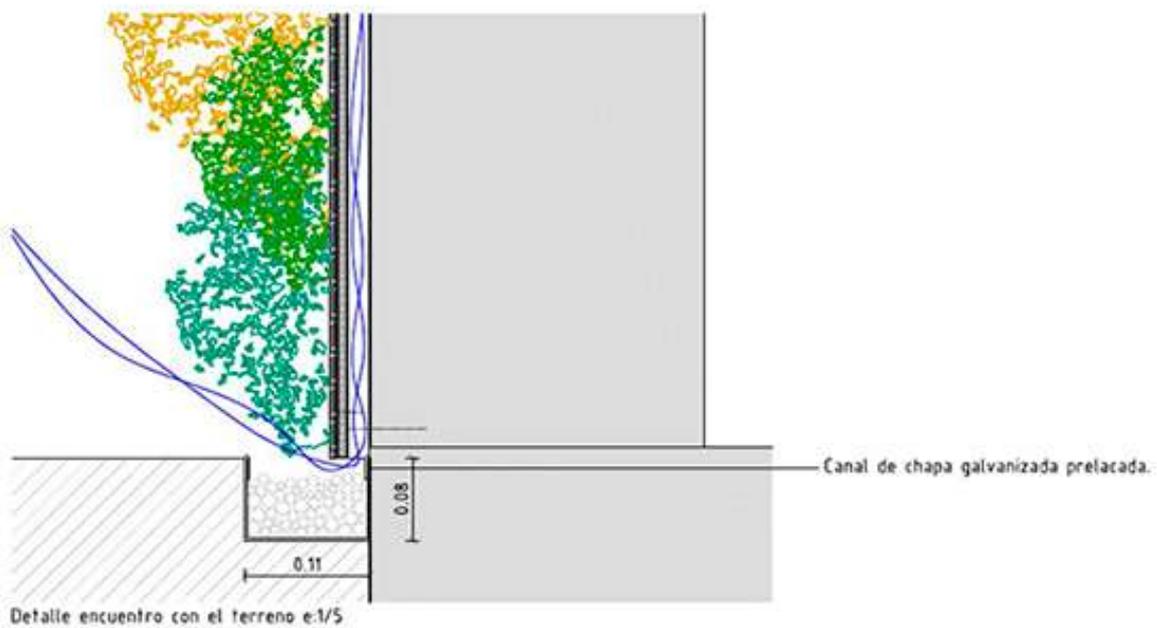
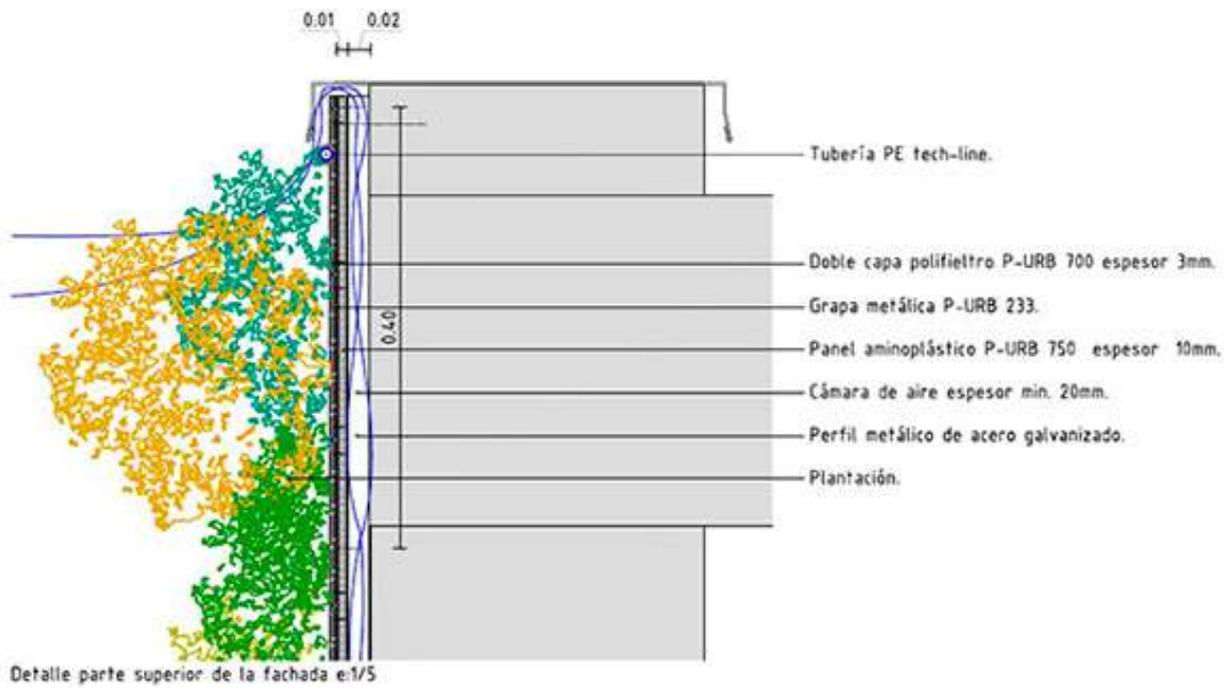


Imagen 95. Detalle fachada verde sistema F+P.



CONCLUSIONES

Una vez llegados a este punto, podemos confirmar que en el presente edificio existen varios problemas que se han detectado a lo largo del estudio.

El problema más relevante, a mi parecer, es la orientación del edificio, que se encuentra orientado de manera incorrecta. Este inconveniente afecta de gran medida al funcionamiento del edificio en términos de eficiencia energética ya que, al estar mal orientado, provoca en el edificio un sobrecalentamiento al estar expuesta 2 de sus fachadas principales a una alta exposición solar. Si se hubieran aplicado unos conocimientos previos de eficiencia energética este problema se podría haber solucionado, ya que se hubiera orientado bien el edificio y como consecuencia de esto, se hubiera reducido la inercia solar de manera más eficaz. Desde el punto de vista teórico, esta solución sería la ideal, pero no se puede adoptar, puesto que el edificio ya se encuentra construido y no puede volver a orientarse.

Una vez hemos sabido de este problema, se ha podido comprobar durante el presente estudio, otra serie de problemas que presenta la envolvente del edificio. Uno de ellos es la mala colocación de las lamas de protección solar.

La fachada norte, que posee unas lamas abatibles, presenta una exposición solar mínima. Debido a estas lamas, el sistema no cumple la totalidad de su función, ya que este lado es el que menos expuesto se encuentra durante la mayor parte del día, en cambio la fachada este presenta el caso opuesto a la fachada norte; está permanentemente expuesta a la radiación solar durante mucho más tiempo y no cumple su función de protección adecuadamente, ya que sus lamas se encuentran fijas. Si estas lamas fueran abatibles, se podría evitar que la radiación solar penetre en el interior del edificio, el cual produce un sobrecalentamiento de estos mismos.

Otro de los problemas que afecta a la envolvente es la fachada sur, ya que, de todas las fachadas, es la más expuesta a la radiación solar. En esta fachada se ha propuesto una alternativa para evitar la transmisión del calor producido por culpa de la radiación solar ya que se encuentra totalmente expuesta a la inercia del sol. Como solución a aportar, dispondremos de la colocación de una fachada verde, o jardín vertical, que actúe a modo de barrera protectora, evitando durante el verano un sobrecalentamiento y en invierno la retención del calor, así como una protección frente al ruido.

Como aporte final, según el estudio realizado y aplicando las soluciones expuestas anteriormente, como opinión personal, pienso que el edificio puede mejorar considerablemente en el apartado de la eficiencia energética, para obtener un gran ahorro energético y un buen confort en el interior.



BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA EN UN ENTORNO SOSTENIBLE

Francisco Javier Neila González, Arquitectura y tecnología. Ed. Munilla-Iería. Avda. filipinas 30, Madrid 28003, España.

ARQUITECTURA Y CLIMA

Victor Olgyay, manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Ed. Gustavo gili, SA. 08029 Barcelona. Rosselló.

WEBS DE CONSULTA

ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

<https://pedrojhernandez.com/2014/03/01/antecedentes-historicos-de-la-arquitectura-bioclimatica/>

<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia22/HTML/articulo07.htm>

<https://arquigrafico.com/la-arquitectura-bioclimatica-protectora-del-medio-ambiente/>

<https://arquigrafico.com/que-es-la-arquitectura-sustentable-o-sostenible/>

<http://vidaverde.about.com/od/Tecnologia-y-arquitectura/a/Que-Es-La-Arquitectura-Ecologica.htm>

<http://www.iarquitectos.com/2010/01/arquitectura-sustentable-y-bioclimatica.html>

CONFORT AMBIENTAL

<http://eadic.com/wp-content/uploads/2013/09/Tema-3-Confort-Ambiental.pdf>

<https://es.slideshare.net/Norbri/enfriamiento-y-calentamiento>

<https://www.certificacionenergeticasalamanca.com/2013/03/05/sistemas-pasivos-de-calentamiento-arquitectura-bioclim%C3%A1tica-en-salamanca/>



RADIACIÓN SOLAR

http://www.construmatica.com/construpedia/Radiaci%C3%B3n_Solar

<https://pedrojhernandez.com/2014/03/19/proteccion-contra-la-radiacion-solar/>

INERCIA TÉRMICA

<http://www.certificadosenergeticos.com/inercia-termica-construccion-edificios-eficientes>

<http://bioclimax.net/vlog/2010/12/21/en-verde/>

<http://www.cando.es/ES/noticia-detalle/10-principios-arquitectura-ecologica>

PRINCIPIOS DE LA ARQUITECTURA ECOLOGICA

http://ecosofia.org/2007/03/la_arquitectura_ecologica_10_principios.html

http://www.miliarium.com/ATECOS/HTML/Soluciones/Fichas/Principios_de_dise%C3%B1o_bioclimatico_Vegetacion.PDF

VEGETACIÓN

<https://biuarquitectura.com/2012/04/13/la-vegetacion/>

CONFORT

<http://eadic.com/wp-content/uploads/2013/09/Tema-3-Confort-Ambiental.pdf>

DATOS EDIFICIO ETSIE

www.upv.es

<http://www.etsie.upv.es/>

<http://www.vitaleloft.com/conoce-la-trayectoria-del-sol-en-tu-terreno/>

TIPOS DE FACHADA VERDE

<https://www.urbanarbolismo.es/blog/fachadas-vegetales-urbanarbolismo/>

<https://www.api.cat/noticias/ventajas-de-las-casas-con-hiedra/>

<https://www.singulargreen.com/jardin-vertical-sistema-fp-preplant-en-el-palacio-de-congresos-de-vitoria-gasteiz/>

https://www.f3arquitectura.es/mies_portfolio/fachada-vegetal/

<http://www.paisajismourbano.com/sistema-f-p>



<https://www.singulargreen.com/jardin-vertical-leaf-box-en-rubi-barcelona/>

http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/173926/TFG_2017_MartinezSunerSergio.pdf?sequence=1&isAllowed=y

<http://www.v-ter.com/paredes-vegetales/sistema-babylon.html>

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-349031/en-detalle-jardines-verticales>



LISTA DE FIGURAS Y REFERENCIAS

http://www.arquitecturasana.com/arquitectura-bioclimatica/ (Imagen 1)	2
http://casasprefabricadasya.com/wp-content/uploads/2015/04/arquitectura-bioclimatica.png (Imagen 2)	2
http://unalhistoria3.blogspot.com/2014/02/casa-jacobs-1-frank-lloyd-wright.html (Imagen 3)	3
https://lh5.googleusercontent.com/-Ui5lYe1vemw/UcKUg_EcpHI/AAAAAAAAA2x0/5DLZfwa9zoY/w1046-h785-p-o/Green+Roof.jpg (Imagen 4)	4
http://3.bp.blogspot.com/-Q7s64HHeg5E/UIC1a2DgYLI/AAAAAAAAAAo/uTE-RfJZAug/s1600/inclinacion.png (Imagen 5)	10
http://ojaizmet.blogspot.com.es/2012/01/la-circulacion-general-de-la-atmosfera.html (Imagen 6)	11
http://aprendiendoadudar.weebly.com/uploads/8/8/9/6/8896345/7062176_orig.jpg (Imagen 7)	14
http://static.vix.com/es/sites/default/files/styles/large/public/btg/curiosidades.batanga.com/files/A-ver-si-conoces-estos-15-datos-interesantes-sobre-el-Sol-8.jpg?itok=FewmFKdh (Imagen 8)	15
https://funnysocialscience.wikispaces.com/EL+PLANETA+TIERRA (Imagen 9)	15
https://sites.google.com/site/edyroman/_/rsrc/1242505607708/renovables/energa-solar/tipos%20radiaciones%20solares.jpg (Imagen 10)	16
https://sites.google.com/site/lacienciadelosastros/_/rsrc/1470267180407/taller-de-astronomia/el-gnomon/movimiento-aparente-del-sol/movi.JPG (Imagen 11)	17
http://araujoarquitectura.com/wp-content/uploads/2015/10/termografia-gijon.jpeg (Imagen 12)	17
https://pedrojhernandez.com/2014/03/19/proteccion-contra-la-radiacion-solar/ (Imagen 13)	18



https://www.certificadosenergeticos.com/inercia-termica-construccion-edificios-eficientes (Imagen 14)	20
http://www.mundolignia.com/sites/default/files/imagen3_7.png (Imagen 15)	20
https://www.certificadosenergeticos.com/inercia-termica-construccion-edificios-eficientes (Imagen 16)	20
https://www.certificadosenergeticos.com/inercia-termica-construccion-edificios-eficientes (Imagen 17)	21
http://fisicablognacho.weebly.com/uploads/2/9/8/8/29888489/4913190_orig.jpg (Imagen 18)	22
https://elpais.com/elpais/imagenes/2016/10/31/ciencia/1477929271_546370_1477930710_noticia_fotograma.jpg (Imagen 19)	22
https://1.bp.blogspot.com/2VbHDXDnovl/Vw1E7vVACII/AAAAAAAFWY/TWxek5Pd9aMD0tLNGxeCxymIHd0phlo2wCLcB/s320/Composici%25C3%25B3n%2Bdel%2Baire.png (Imagen 20)	23
http://www.meteoactual.es/blog/images/mapa-isobaras.jpg (Imagen 21)	23
http://fotos.miarroba.es/fo/61b4/2A50FA0BEE12509964D52950996426.jpg (Imagen 22)	25
https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/19/84/40/1984408474977b34c297708eef71596a.jpg (Imagen 23)	26
https://image.slidesharecdn.com/acondicionamientoambiental-150218113857-conversion-gate01/95/iluminacin-natural-artificial-y-ventilacin-23-638.jpg?cb=1424281191 (Imagen 24)	26
https://gramaconsultores.files.wordpress.com/2012/06/fxgf-copy.jpg (Imagen 25)	27
http://2.bp.blogspot.com/-IYQkpkwIAR0/Vh81qcQFTCI/AAAAAAAABpw/6NbrOKkf2t0/w1200-h630-p-k-no-nu/Diapositiva1.JPG (Imagen 26)	27



http://www.lasaldelvarador.com/es/arquitectura-bioclimatica/ (Imagen 27)	28
http://1.bp.blogspot.com/_uMI3L9txyBE/SPMWsh5ZTXI/AAA AAAAABbk/yI9hZQ4d0D8/s400/28.Tema+3+lam+11.jpg (Imagen 28)	28
https://biuarquitectura.files.wordpress.com/2012/04/casa_ecologica_vegetacion_arboles_bioclimatismo_pavimentos_02.jpg?w=710 (Imagen 29)	29
https://www.tendencias21.net/Las-paredes-vegetales-aislan-a-los-edificios-del-ruido-de-las-ciudades_a39299.html (Imagen 30)	30
http://www.tangiblex.net/apps/diego/wp/calculo-de-barreras-vegetales-contr-el-viento/ (Imagen 31)	30
https://biuarquitectura.files.wordpress.com/2012/04/casa_ecologica_vegetacion_arboles_bioclimatismo_02.jpg?w=710 (Imagen 32)	31
https://cdn.certicalia.com/images/postAnchoCompeto/3854-fachada-vegetal-enredaderas.jpg (Imagen 33)	32
http://www.eltiempo.com/Multimedia/especiales/turismoresponsable/ARTICULO-WEB-NOTA_INTERIOR_MULTIMEDIA-12451472.html (Imagen 34)	32
http://www.cipdel.cl/cipdel/wp-content/uploads/2017/01/Isla-de-calor-urbana1.jpg (Imagen 35)	35
https://www.api.cat/noticias/ventajas-de-las-casas-con-hiedra/ (Imagen 36)	38
https://ar.pinterest.com/pin/463378249143553635/ (Imagen 37)	40
https://ar.pinterest.com/pin/433049320404953089/ (Imagen 38)	40
https://www.singulargreen.com/jardin-vertical-sistema-fp-preplant-en-el-palacio-de-congresos-de-vitoria-gasteiz/ (Imagen 39 y 40)	41
https://www.f3arquitectura.es/mies_portfolio/fachada-vegetal/ (Imagen 41)	43



<https://i.pinimg.com/564x/57/d1/5b/57d15b8e8d548ae98f9dbbc6f459b40c.jpg>

(Imagen 42)

44

<https://lh6.googleusercontent.com/-fkzqEN03crQ/UFrCPHhMOI/AAAAAAAAAUzA/bcNmLriylqQ/s800/>

(Imagen 43)

44

<http://singulargreen.com/owncloud/index.php/s/gc9n9Sd1Oc7VN4G#pdfviewer>

(Imagen 44)

46

Imagen Propia del Centro comercial Bonaire, Valencia

(Imagen 45 y 46)

47

http://v-ter.com/images/BABYLON_DETALLS_TECNICS.pdf

(Imagen 47)

49

https://lh5.googleusercontent.com/-srluz5EiYjU/TeNDvKEti9I/AAAAAAAAAGik/MqXsL4PNSN0/s800/tn90_IMG_4792.JPG

(Imagen 48)

50

<https://i.pinimg.com/564x/b0/91/39/b09139814d1ab851c2d77126d293ef5e.jpg>

(Imagen 49)

52

<http://alternativarenovable.blogspot.com.es/2016/01/confort-termico.html>

(Imagen 50)

54

<http://www.rockwool.es/edificios+sostenibles/confort+ac%C3%BAstico?>

(Imagen 51)

56

<http://www.residencialaurora.es/confort-acustico/>

(Imagen 52)

56



http://inarqadia.jstarquitectura.es/?tag=refrigeracion (Imagen 53)	59
https://es.climate-data.org/location/845/ (Imagen 54)	64
https://www.thinglink.com/scene/611890457315639296 (Imagen 55 y 56)	65
https://www.upv.es/contenidos/OSE/info/plano-upv-vera.pdf (Imagen 57 y 62)	65 y 68
<i>Imagen tomada mediante Google Maps</i> (Imagen 58, 59, 60 y 61)	66 y 67
<i>Esquema realizado mediante la aplicación Word</i> (Imagen 64, 79 y 80)	68 y 76
<i>Imagen Propia tomada desde la Universidad Politécnica de Valencia, Campus de la ETSIE</i> (Imagen 63, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73 y 74)	68, 69, 70, 71 y 72
http://www.vitaleloft.com/conoce-la-trayectoria-del-sol-en-tu-terreno/ (Imagen 75, 76, 77 y 78)	73, 74 y 75
https://inarquia.es/images/fachada-verde-caixa-forum.jpg (Imagen 81)	77
<i>Imagen propia de un detalle Constructivo realizado mediante el programa AutoCad 2015</i> (Imagen 82)	78
http://www.trespa.info/Images/codeU3058_TS700_version2.0_date14-06-2011_tcm37-41737.pdf (Imagen 83, 84 y 85)	79 y 80
http://floresbucaramanga.blogspot.com.es/2016/10/ (Imagen 86)	82
http://www.gardenworldimages.com/Details.aspx?ID=168802&TypeID=1 (Imagen 87)	82



http://rslandscapedesign.blogspot.com.es/2010/08/centaurea.html (Imagen 88)	83
http://www.lambertandwalz.com/2973/echeveria-blue-rose-05-07-2017/ (Imagen 89)	83
https://www.zulueta.com/productos/semillas-para-cesped/festuca-arundinacea/ (Imagen 90)	84
https://docplayer.es/76675773-Catalogo-de-fijaciones-agosto-2005.html (Imagen 91)	88
https://www.construnario.com/jardines-verticales-sistema-patentado_jardines-verticales-sl_C2000JAR11# (Imagen 92)	89
https://1.bp.blogspot.com/-8QDOs_hWtrg/WZxTQr5d5cl/AAAAAAAAAKpg/5q046fKOFyQqAYHU3kQ-i3Bg7zcJFCU1ACLcBGAs/s320/M%25C3%25A9rida_Agosto_2017%2B%25288%2529.JPG (Imagen 93)	90
<i>Imagen propia de un detalle Constructivo realizado mediante el programa AutoCad 2015</i> (Imagen 94)	91
http://www.paisajismourbano.com/uploads/paginas/m1.jpg (Imagen 95)	92



ANEXO I: DETALLES GRÁFICOS

En este apartado, hablaremos de los diferentes componentes, tanto de las fachadas como de la cubierta, de la envolvente del edificio resueltos de la siguiente manera:

Cerramientos verticales:

Patios interiores y fachadas:

- **Exterior.**
 - Placas de 8mm planas de resina termoendurecida reforzada con fibra de madera sobre rasteles de aluminio.
 - Poliuretano proyectado de 3cm de espesor (aislamiento térmico y acústico e impermeabilizante).
 - Fábrica de ladrillo perforado de $\frac{1}{2}$ pie (24x11,5x9cm).
 - Cámara de aire de 9cm de espesor.
 - Estructura auxiliar galvanizada para la sujeción del trasdosado de cartón-yeso.
 - Trasdoso de cartón-yeso de 12,5mm de espesor acabado con pintura plástica lisa.
- **Interior.**

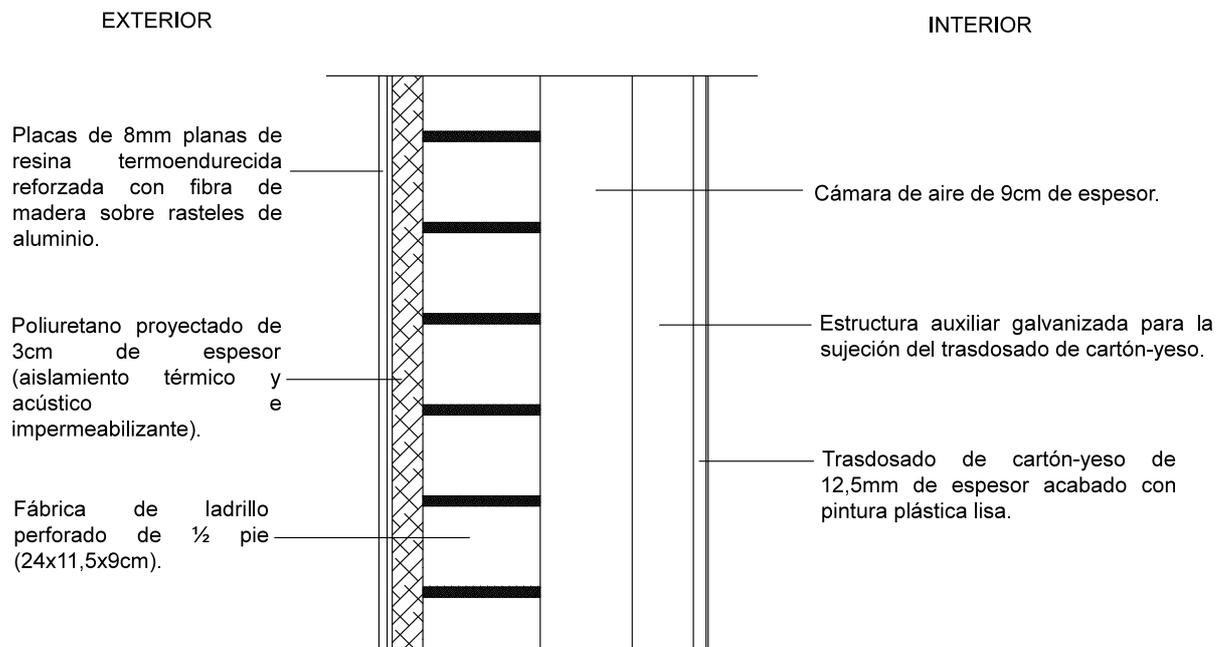


Imagen 1. Detalle constructivo cerramiento solución ventilada.



Antepechos:

- **Exterior.**
 - Placas de 8mm planas de resina termoendurecida reforzada con fibra de madera sobre rasteles de aluminio.
 - Poliuretano proyectado de 3cm de espesor (aislamiento térmico y acústico e impermeabilizante).
 - Fábrica de ladrillo perforado de ½ pie (24x11,5x9cm).
 - Enfoscado de mortero de cemento 1cm maestreado fratasado acabado con pintura pétreo lisa impermeabilizante.
-
- **Exterior.**

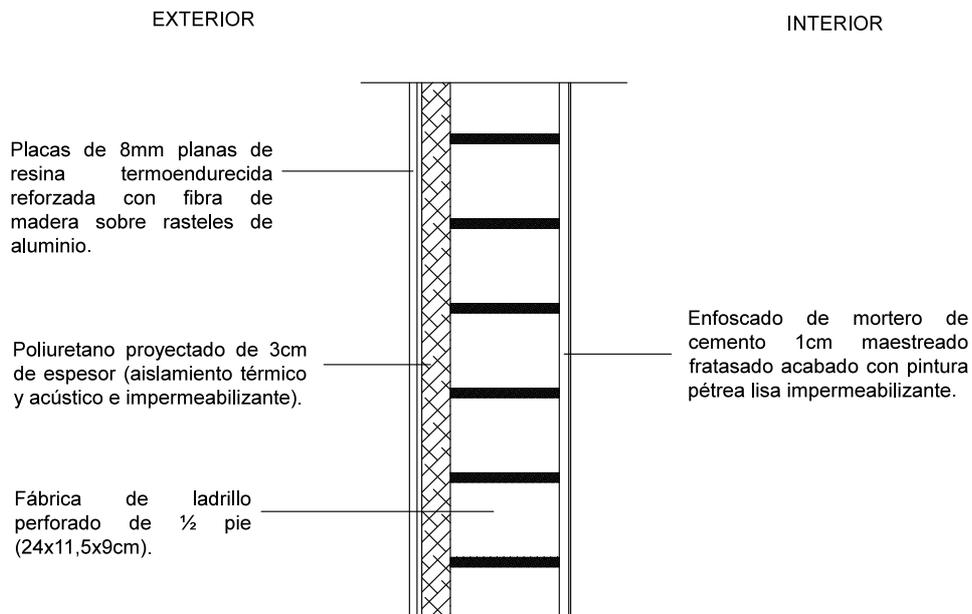


Imagen 2. Detalle constructivo cerramiento fábrica de ladrillo.



Patios interiores y lucernarios:

- **Exterior.**
 - Placas de 8mm planas de resina termoendurecida reforzada con fibra de madera sobre rasteles de aluminio.
 - Poliuretano proyectado de 3cm de espesor (aislamiento térmico y acústico e impermeabilizante).
 - Fábrica de ladrillo perforado de $\frac{1}{2}$ pie (24x11,5x9cm).
 - Enfoscado de mortero de cemento 1cm maestreado fratasado acabado con pintura pétreo lisa impermeabilizante.
- **Interior.**

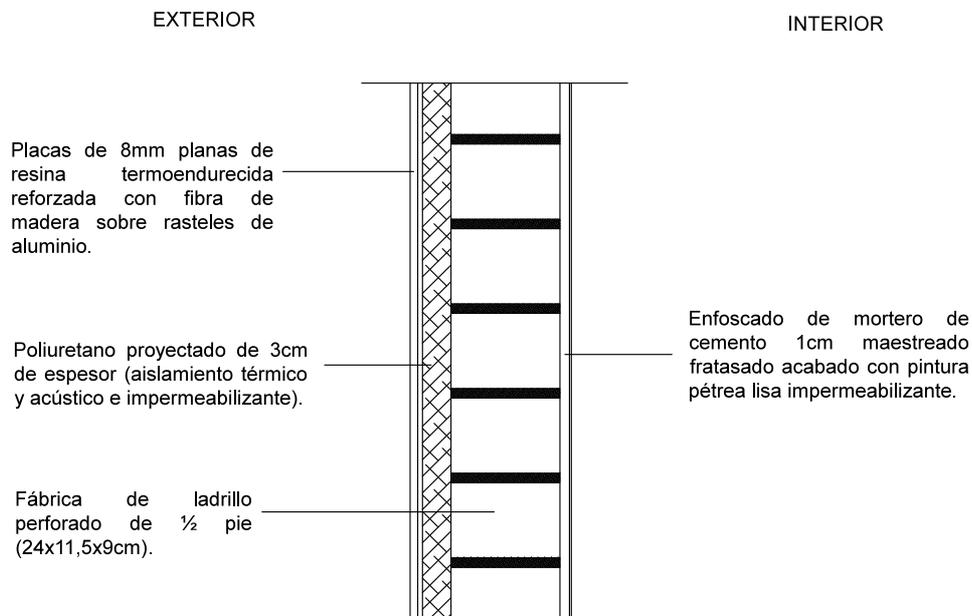


Imagen 3. Detalle constructivo cerramiento fábrica de ladrillo.



Lucernarios:

- **Exterior.**
 - Chapa grecada de acero recubierto "aluzinc".
 - Rastrel de madera.
 - Losa armada de 25cm de canto.
 - Enlucido de yeso.
- **Interior.**

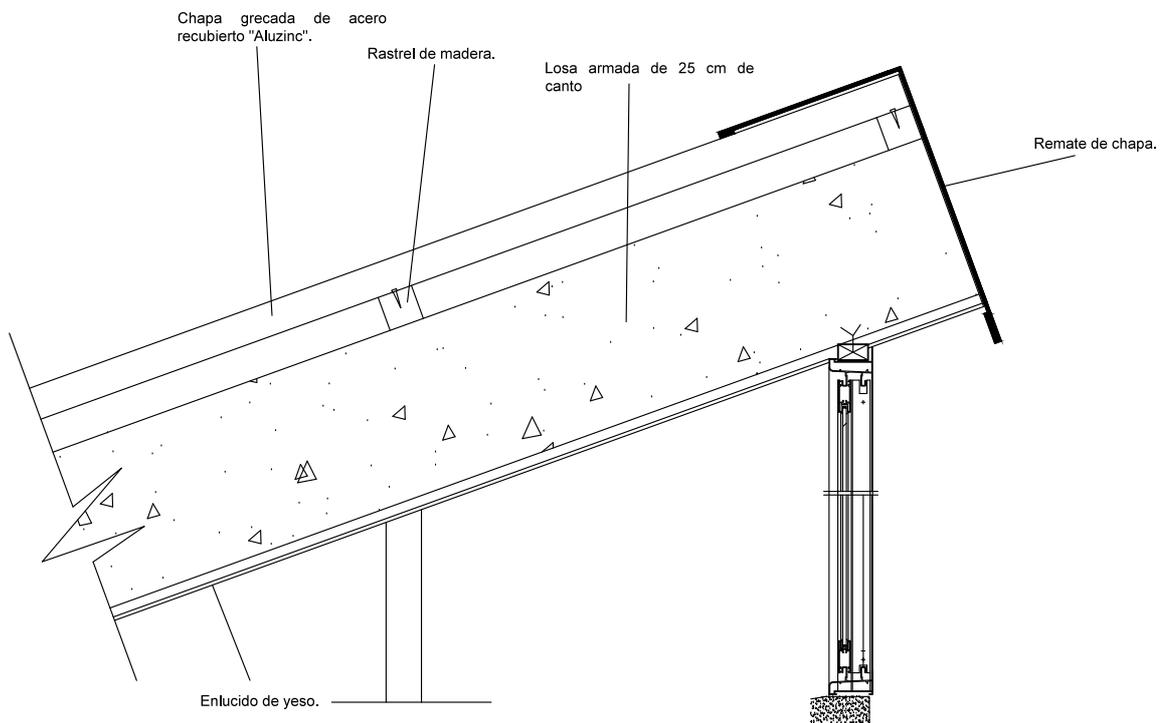


Imagen 4. Detalle constructivo cubierta inclinada de chapa (Lucernario).



Casetón escalera:

- **Exterior.**
 - Lámina impermeabilizante de betún polimérico con autoprotección mineral 5kg doble armadura.
 - Lámina impermeabilizante de betún polimérico TEXTA MORTER-PLAS polimérica 4kg.
 - Mortero de regularización de 2cm de espesor.
 - Hormigón aligerado con arlita espesor medio 10cm. (formación de pendientes).
 - Plancha de poliestireno extrusionado de 40mm de espesor.
 - Losa armada de 25cm de canto.
 - Revestimiento interior.

- **Interior.**

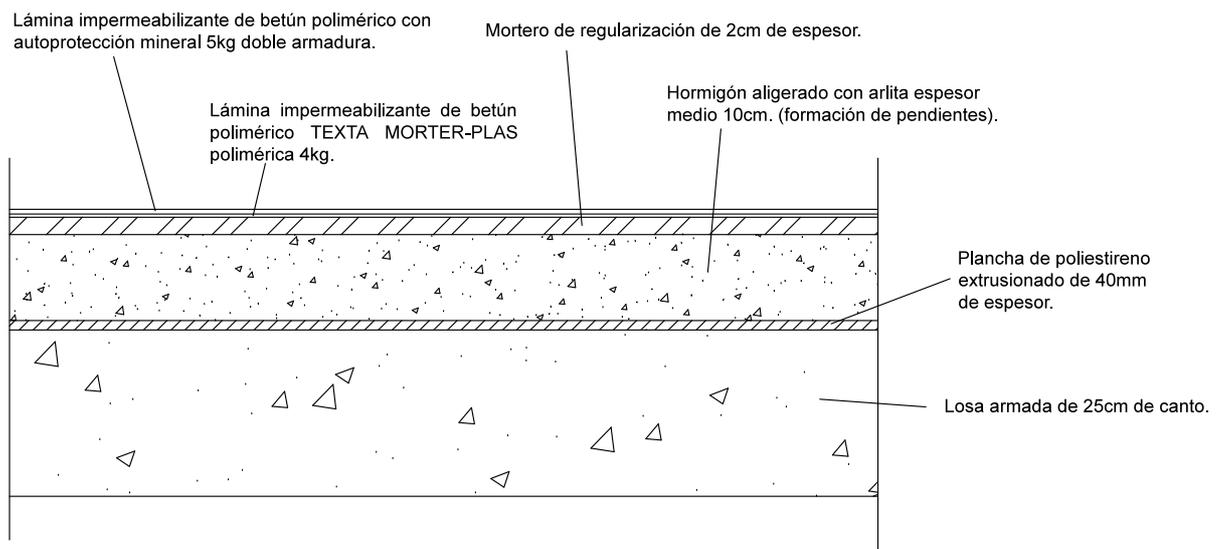


Imagen 5. Detalle constructivo cubierta plana no transitable con acabado de lámina autoprottegida (acceso, casetón escalera y ascensor).



Acceso Escuela:

- **Exterior.**
 - Lámina impermeabilizante de betún polimérico con autoprotección mineral 5kg doble armadura.
 - Lámina impermeabilizante de betún polimérico 4kg.
 - Mortero de regularización de 2cm de espesor.
 - Hormigón aligerado con arlita espesor medio 10cm (formación de pendientes).
 - Plancha de poliestireno extrusionado de 40mm de espesor.
 - Losa armada de 25cm de canto.
 - Revestimiento interior.
- **Interior.**

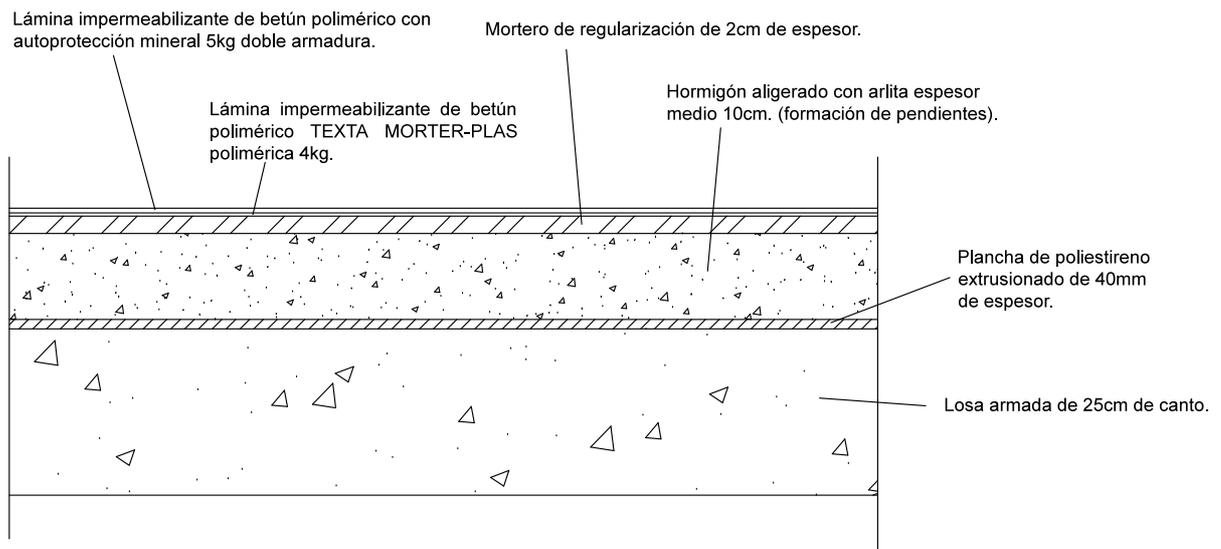


Imagen 6. Detalle constructivo cubierta plana no transitable con acabado de lámina autoprotegida (acceso, casetón escalera y ascensor).



Casetón ascensor:

- **Exterior.**
 - Lámina impermeabilizante de betún polimérico con autoprotección mineral 5kg doble armadura.
 - Lámina impermeabilizante de betún polimérico 4kg.
 - Mortero de regularización de 2cm de espesor.
 - Hormigón aligerado con arlita espesor medio 10cm (formación de pendientes).
 - Plancha de poliestireno extrusionado de 40mm de espesor.
 - Losa armada de 30cm de canto.
 - Revestimiento interior.

- **Interior.**

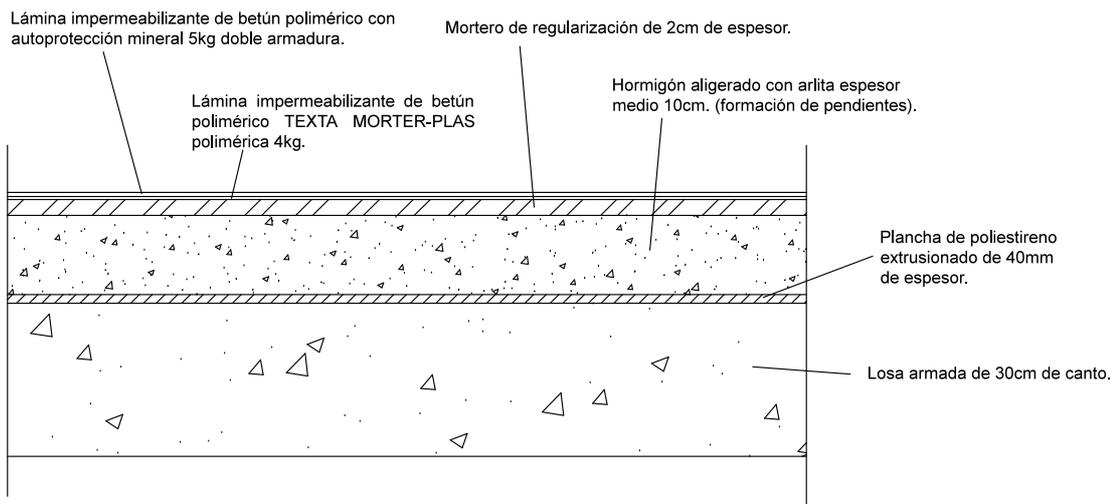


Imagen 7. Detalle constructivo cubierta plana no transitable con acabado de lámina autoprotegida (acceso, casetón escalera y ascensor).



Azotea y patios interiores:

- **Exterior.**
 - Gres de 20x20mm.
 - Mortero de agarre.
 - Lámina geotextil (capa separadora).
 - Lámina impermeabilizante de betún polimérico 4kg.
 - Capa de arena de nivelación.
 - Hormigón aligerado con arcilla expandida (formación de pendientes).
 - Plancha de poliestireno extrusionado de 40mm de espesor.
 - Losa armada de 35cm de canto.
 - Revestimiento interior.
- **Interior.**

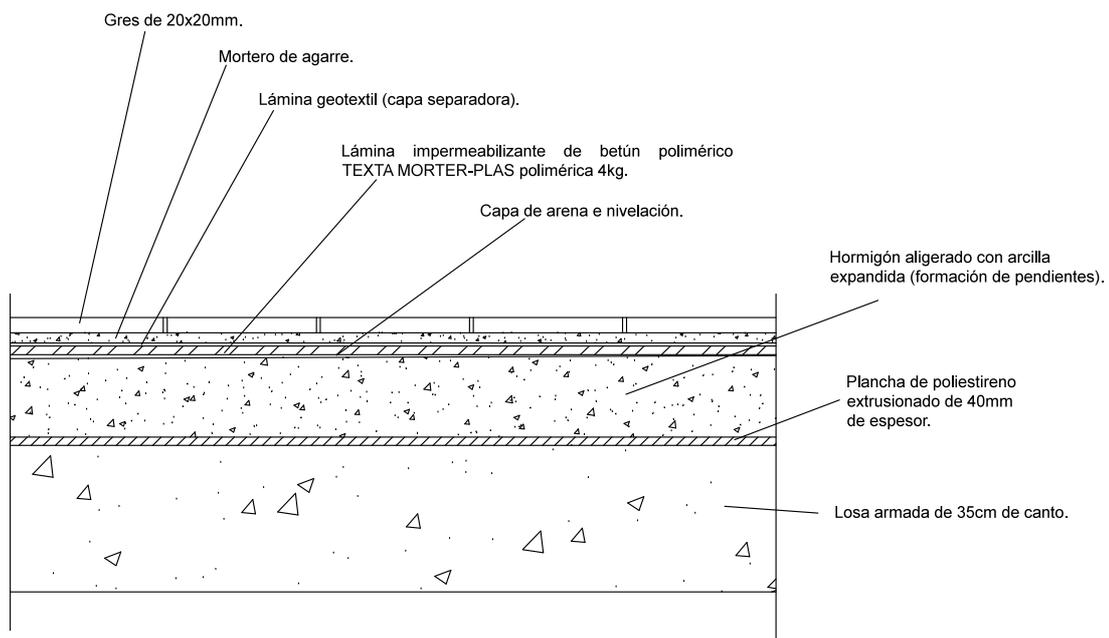


Imagen 8. Detalle constructivo cubierta plana transitable con acabado de gres (azotea y patios interiores).

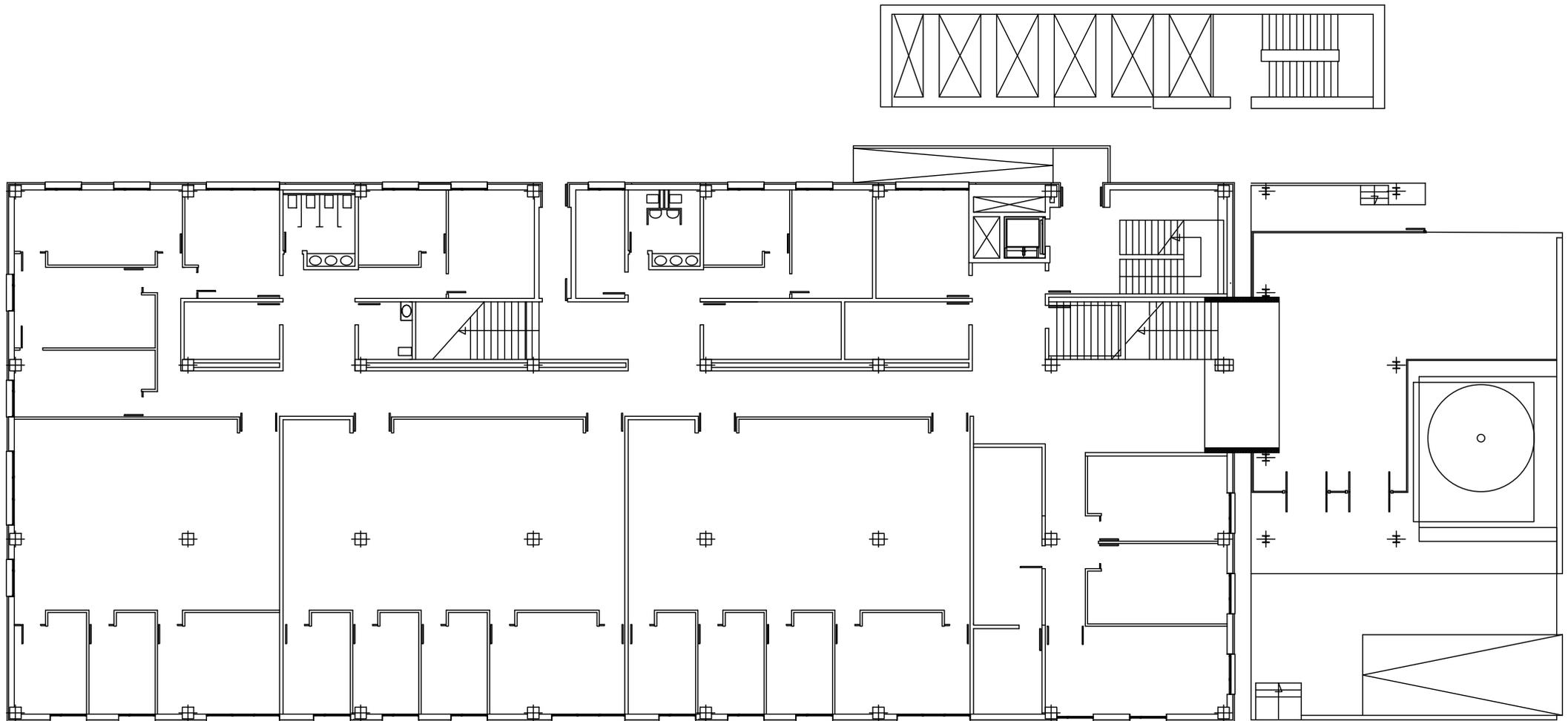


Imagen 9. Planta baja ETSIE

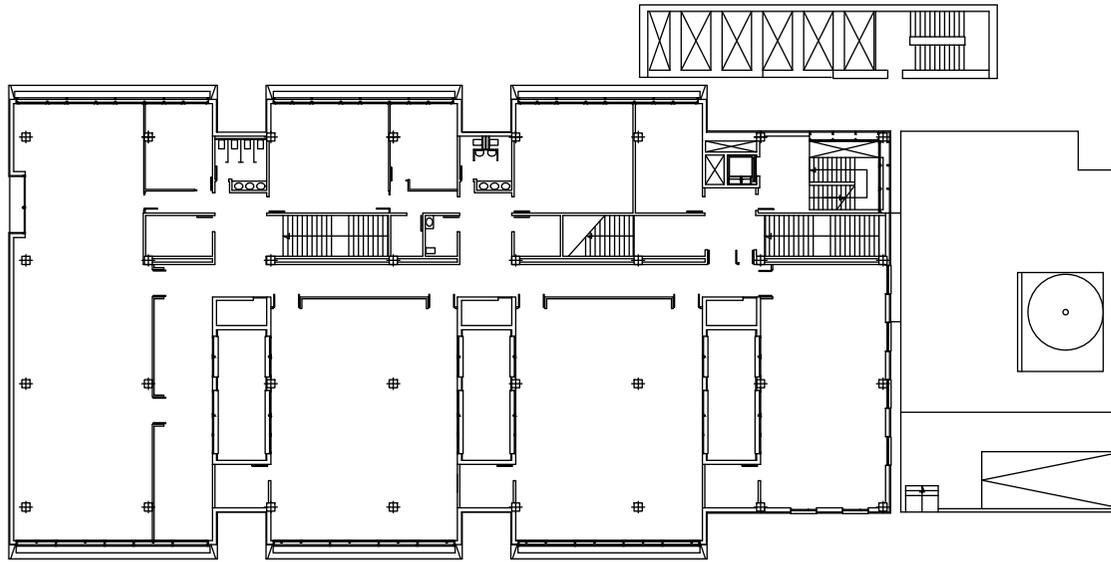


Imagen 10. Planta primera ETSIE

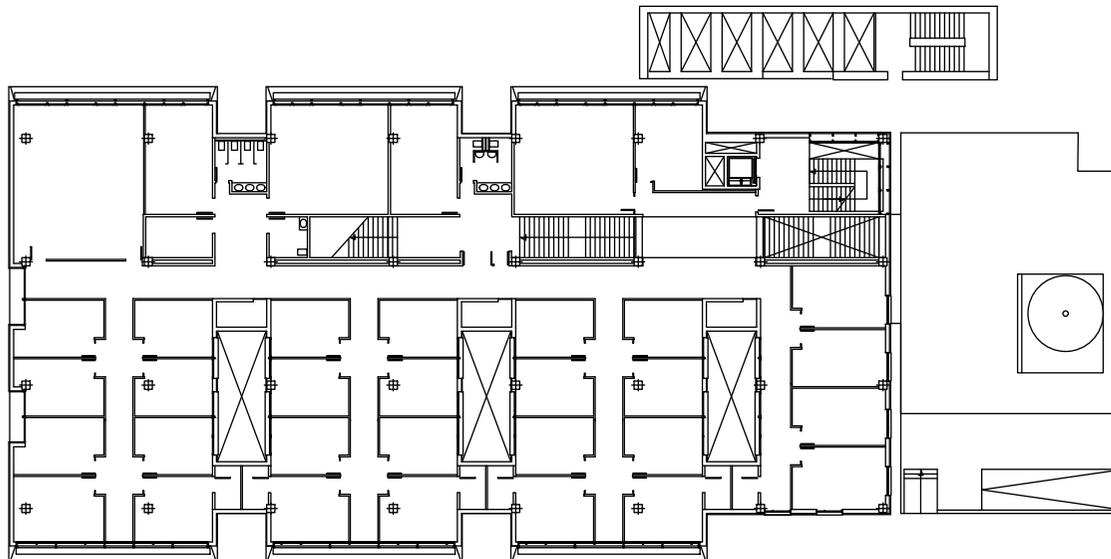


Imagen 11. Planta segunda ETSIE

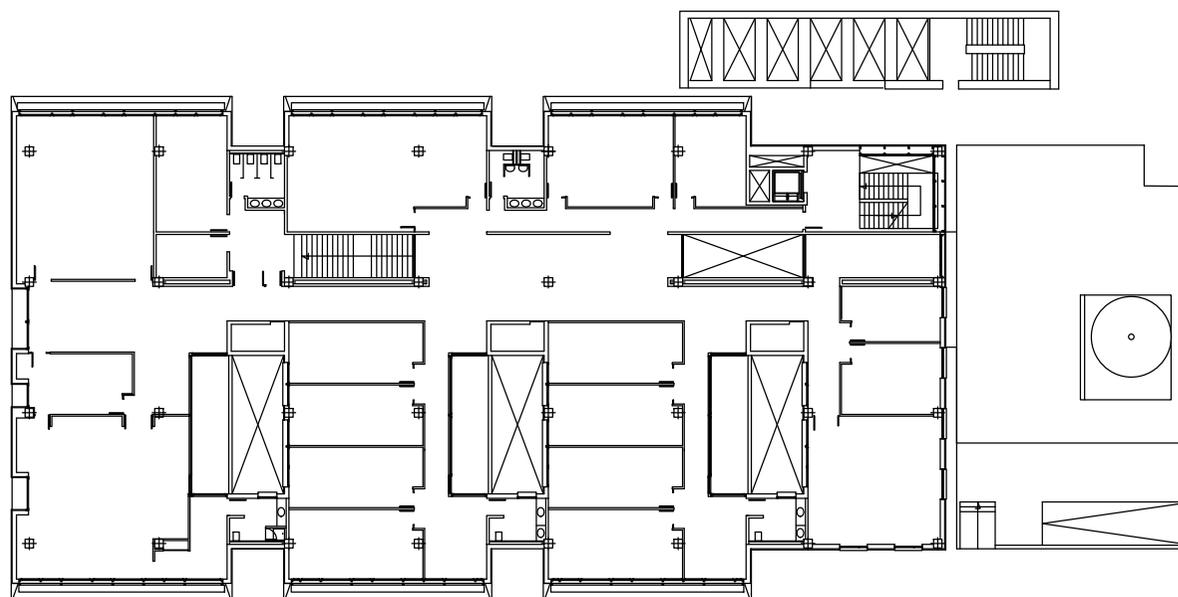


Imagen 12. Planta tercera ETSIE

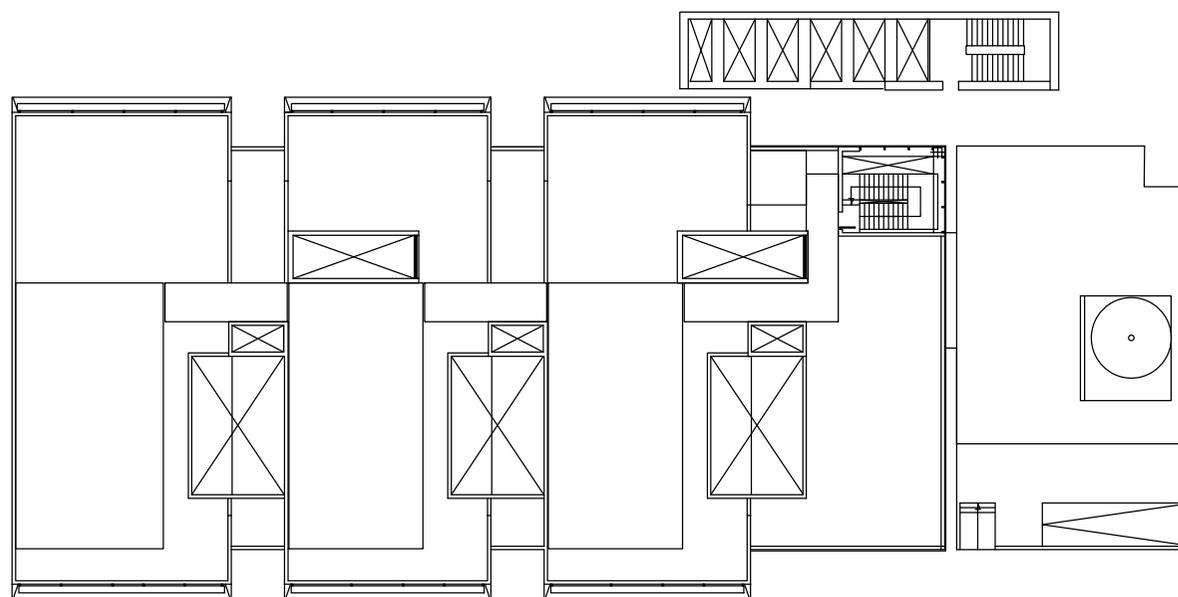


Imagen 13. Planta cuarta ETSIE