



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN

ESTUDIO Y ANÁLISIS CON CRITERIOS BIOCLIMÁTICOS Y SOSTENIBLES SOBRE EL EDIFICIO NUEVO (1C) DE LA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE LA EDIFICACIÓN, ETSIE (UPV)

ARQUITECTURA SOSTENIBLE, MEDIO AMBIENTE Y EFICIENCIA ENERGETICA

Alumnos:

Capucci, Andrea

Mandrilli Forelli, Martín

Morante Ruiz, Silvia

Director académico:

Luis Palmero Iglesias



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. LA ARQUITECTURA	6
2.1. HISTORIA	6
2.1.1. GRECIA	7
2.1.2. ROMA	8
2.1.3. ISLAM	11
2.1.4. ROMÁNICO	13
2.1.5. GÓTICO	14
2.1.6. RENACIMIENTO	16
2.1.7. BARROCO	17
2.1.8. REVOLUCIÓN INDUSTRIAL	18
2.1.8.1. PRECEDENTES DE LA FACHADA CONVENCIONAL	18
2.1.8.1.1. MÉTODO “CAVITY WALL”	18
2.1.8.1.2. MÉTODO “TABIQUE PLUVIAL”	19
2.2. LA EVOLUCIÓN DE LA FACHADA COMO SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA DE LA ENVOLVENTE DEL EDIFICIO.	19
2.2.1. TRANSCENDENCIA DE LAS FACHADAS	19
2.2.2. LA INNOVACIÓN	20
2.2.3. LA FACHADA VENTILADA	21
2.2.4. FUNCION QUE DEBE CUMPLIR LA FACHADA VENTILADA	24
2.2.5. VENTAJAS E INCONVENIENTES GENERALES DE SU UTILIZACION	33
2.2.6. COMPONENTES DE LA FACHADA VENTILADA	39
2.2.7. PRIMEROS PASOS DE LA FACHADA LIGERA (MURO CORTINA)	51

2.2.8. OTRAS SOLUCIONES EN FACHADAS. UTILIZACIÓN DE FACHADAS VERDES COMO SOLUCIÓN SOSTENIBLE	54
2.2.8.1. FRIEDRICH STOWASSER	57
2.2.8.2. EFECTOS MAS RELEVANTES DE UNA FACHADA VERDE	62
2.2.8.3. ESPECIES A REPRODUCIR	69
2.2.8.4. NUTRIENTES NECESARIOS	79
2.2.8.5. SISTEMA Y ANALISIS CONSTRUCTIVO DE LAS FACHADAS VERDES COMO ELEMENTOS COLGANTES	88
2.3. INCONVENIENTES Y LIMITACIONES DE LAS FACHADAS CONVENCIONALES	114
2.3.1. LOS PROBLEMAS DE PROTECCIÓN TÉRMICA.....	115
2.3.2. LOS PROBLEMAS DE ESTABILIDAD.....	117
2.3.3. LOS PROBLEMAS DE ESTANQUEIDAD	118
3. LA ARQUITECTURA COMO PARTE DEL ENTORNO	120
3.1. ESTRATEGIAS DE DISEÑO PARA LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA	122
3.1.1. ADAPTACIÓN A LA TEMPERATURA.....	124
3.1.2. INFLUENCIA DE LA ORIENTACIÓN EN LOS EDIFICIOS	124
3.1.3. INFLUENCIA DEL SOL EN LOS EDIFICIOS; SOLEAMIENTO.....	126
4. ANÁLISIS Y CARACTERISTICAS DEL EDIFICIO	130
4.1. CARACTERISTICAS DEL EDIFICIO OBJETO DE ESTUDIO.....	130
4.2. ESTUDIO DE LAS FACHADAS EN FUNCIÓN DE SUS HUECOS, EXPOSICIÓN SOLAR Y SUS COORDENADAS.	140
4.2.1. TEMPERATURA, ORIENTACIÓN Y SOLEAMIENTO EN LA CIUDAD DE VALENCIA	140
4.2.1.1. CLIMA	140
4.2.1.2. SITUACIÓN	142
4.2.2. SITUACIÓN ACTUAL DEL EDIFICIO.....	151
4.2.2.1. DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LAS FACHADAS	154
4.2.2.2. ORIENTACIÓN E INCIDENCIA DEL SOL DEL EDIFICIO ACTUAL	160
4.2.3. PROPUESTA DE MEJORA DEL EDIFICIO ANALIZADO	194



4.2.3.1. ORIENTACIÓN E INCIDENCIA DEL SOL DE LA NUEVA SITUACIÓN PROPUESTA	195
4.2.3.2. SOLUCIÓN A ADOPTAR EN LAS DIFERENTES FACHADAS	223
5. CONCLUSIÓN	260
6. AGRADECIMIENTOS	261
7. BIBLIOGRAFÍA	262

1. INTRODUCCIÓN

Se puede decir que la fachada como elemento constructivo, al ser la única parte del edificio percibida desde el exterior conlleva un especial cuidado a la hora de contextualizar el diseño arquitectónico; es un recurso singular con el que se le puede dar carácter y forma a la construcción.

La fachada a lo largo de la historia ha experimentado gran variedad de transformaciones debido a la cantidad de estilos arquitectónicos a los que ha sido sometida, esto se ha producido a raíz de la evolución de las diferentes técnicas constructivas.

Tradicionalmente la fachada ha formado parte de la estructura y al mismo tiempo del cerramiento del edificio, a consecuencia de esto, la capacidad de abrir huecos para ventilar e iluminar ha sido escasa. Con esto podemos decir que el desarrollo histórico de la fachada ha sido en menor o mayor medida una carrera por evolucionar tecnológicamente; observando este punto de vista hacia una mejora de la calidad interior del edificio, decimos que las fachadas experimentan nuevas tendencias constructivas, que adaptadas a las nuevas tecnologías que junto con los nuevos materiales experimentan soluciones enfocadas a la unión de una buena EFICIENCIA ENERGÉTICA y el valor ESTÉTICO DEL EDIFICIO.

“En el mundo de la construcción hay una gran variedad de empresas que ofrecen nuevos productos y sistemas constructivos tales como las **fachadas ventiladas, fachadas verdes y muros cortina**, pero muchas veces por el desconocimiento respecto a la adecuación de los materiales a emplear y la falta de apoyo técnico, pueden dar lugar a una decisión inadecuada o a una indecisión de la cual es el material más idóneo a emplear para cada solución constructiva”

La fachada juega un factor muy importante a la hora de elegir la orientación adecuada del edificio, por lo tanto de acuerdo al tipo de orientación, se deberá escoger la solución más idónea para aprovechar un mayor ahorro energético.

El edificio objeto de estudio se encuentra en Valencia, dentro de la Universidad Politécnica de Valencia. Se trata del edificio 1C que conecta la Escuela Técnica Superior de Ingeniería en la Edificación. ES de carácter docente-administrativo formado por planta baja y 3 plantas superiores. Tiene una huella aproximada de 70 m en el frente de la Avenida Adolfo Suarez y una profundidad de 27 m en su ortogonal con una superficie de 1890 m².

En frente a los problemas existentes que se han percibido desde su construcción y atendiendo a los diversos problemas climatológicos que presenta el edificio objeto de estudio, hemos optado por plantear propuestas que puedan, a nuestro entender, solucionar estos inconvenientes.

En este proyecto veremos una serie de problemas reales que iremos planteando, analizando y solucionando para la mejora del edificio desde el punto de vista energético donde expondremos el tipo de orientación y soleamiento actual en función de sus huecos, exposición solar y tipología constructiva.

Concluiremos el proyecto con una serie de soluciones concretas y reales dando lugar a una posible intervención en un futuro próximo.

2. LA ARQUITECTURA

2.1. HISTORIA

ANTECEDENTES HISTORICOS

“Antiguamente solía decirse que el aspecto exterior representa muchas veces la condición interior del hombre. Ante todo debo decir que las fachadas no lo son todo en esta vida, pero tienen un factor muy influyente, sobre todo en la Arquitectura pues todo lo bien hecho permanece y bien parece”

“Artículo de Valen Gómez Jáuregui”.



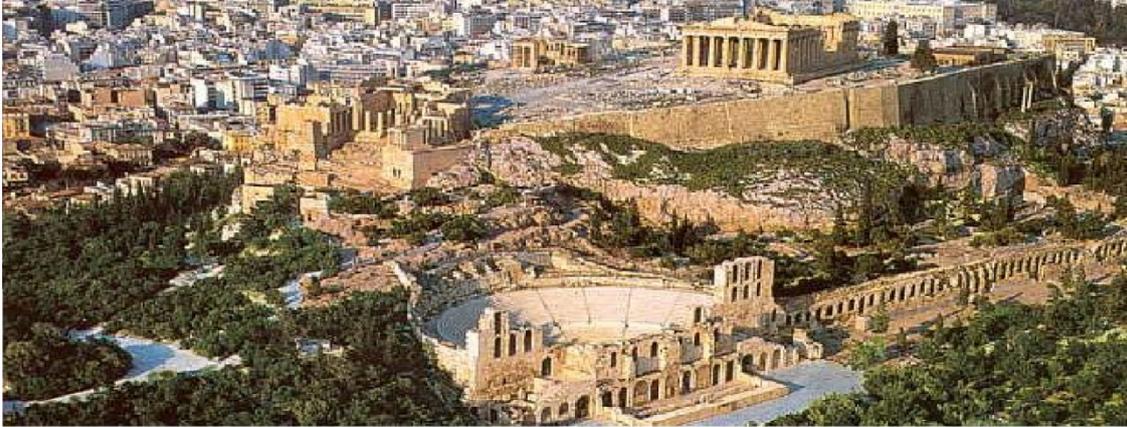
LA HISTORIA

A lo largo de la historia la construcción y la arquitectura ha tenido una evolución constante, es un camino que comenzó a trazar el hombre sin saber el legado que dejaría, una herencia que es imprescindible y fundamental para nuestra forma de vida actual y que sin ella nuestra calidad de vida sería totalmente diferente.

Esta evolución de la construcción y arquitectura a mi entender podría ser una de las ciencias a las que el hombre ha dedicado grandes esfuerzos, uno de los mayores legados históricos y artísticos que ha dejado el ser humano mediante belleza de alguna de las obras conservadas aun en la actualidad, las cuales nos sirven de ejemplo hoy por hoy de como se debe construir.

A lo largo de este antecedente histórico, veremos cómo ha evolucionado la construcción, como el hombre ha ido adaptando lo heredado de etapas anteriores así también como la aportación de nuevos materiales y técnicas constructivas más eficaces.

2.1.1. GRECIA



- “Foto de la ciudad de Atenas (Grecia)” (imagen obtenida de Google el 6/05/2013)

El templo fue, sin lugar a duda, uno de los legados más importantes de la arquitectura griega a occidente. Construida de una forma sencilla y simple (sala rectangular con acceso mediante un pórtico pequeño denominado “pronaos” y cuatro columnas que actuaban de soporte de un techo con forma de dos aguas; este ha sido el esquema que marcó los comienzos de la arquitectura.

Los edificios de culto espiritual eran de los más singulares, su interior estaba en su totalidad vacío ya que su principal objetivo era el de actuar como una morada al dios que estaban dedicados, el templo tenía que ser observado como una gran escultura para los creyentes.

Tomaron al hombre como medida de todas las cosas, en su arquitectura se cuidaba mucho la estética de la proporción, hicieron de del orden la clave de la arquitectura.



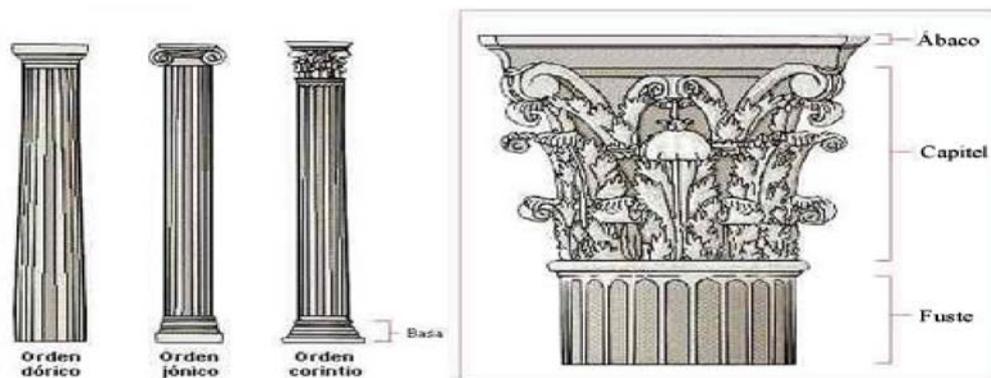
- “Foto del Partenón 432 a.C” (imagen obtenida de Google el 6/05/2013)

Tres tipos de órdenes:

- **DORICO**
- **JONICO**
- **CORINTIO**

Cada uno de ellos con sus correspondientes peculiaridades y soluciones técnicas.

Los griegos se preocuparon mucho por la perfección óptica de sus edificios, queriendo evitar las fugas y curvaturas generadas por la imperfección en la percepción de ojo humano; esto lo solucionaron introduciendo contracurvaturas.



- “Tipo de ordenes: DORICO, JONICO Y CORINTIO” (Imagen obtenida de Google el 6/05/2013)

A la hora de elegir el lugar del templo, tenían en cuenta la importancia litúrgica del lugar, buscaban una cota de apoyo en una capa de terreno firme, los cimientos se elaboraban piedras colocadas a hueso.

2.1.2. ROMA



- “Foto de la ciudad de Roma” (imagen obtenida de Google el 6/05/2013)

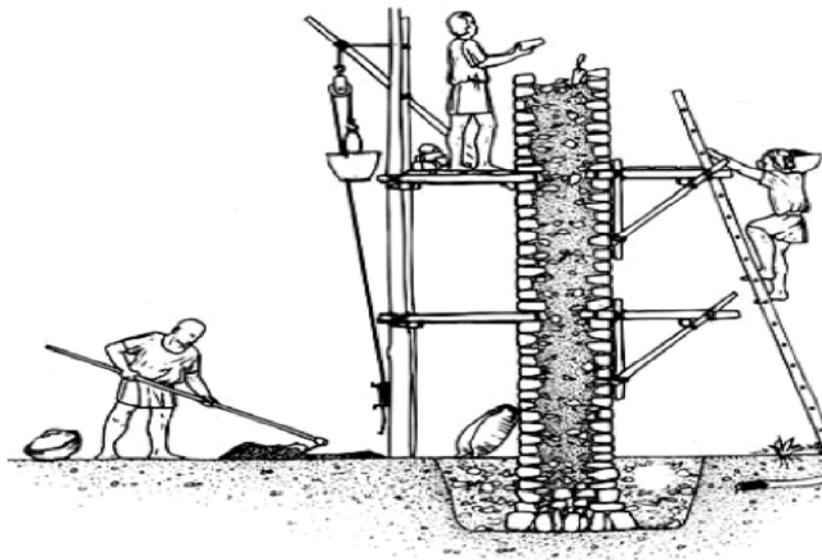
En el año 323 a.C, la cultura de todos los pueblo mediterráneos quedo muy influenciada por la griega. Los herederos de esta cultura decidieron expandirse mucho más allá de lo de hasta entonces conocido por los griegos, dando lugar a una serie de reinados bastantes inestables, con un acontecimiento político y económico que hoy denominamos "HELENISMO", una transformación muy evolucionada de la cultura griega perteneciente al periodo clásico.

Cronológicamente podemos diferenciar de forma clara tres tipos de periodos históricos, el primero de estos tres periodos es conocido como el periodo "ETRUSCO" (VIII-V) a.C, el segundo periodo conocido como "REPUBLICANO", este se extendió del V a.C al año 23 d.C, fecha en la que fue asesinado Julio Cesar, este acontecimiento fue EL que marco el inicio del tercer periodo conocido como "IMPERIAL", el cual finalizara con la división del imperio romano en dos estados, oriental y occidental, por el siglo IV d.C.

La civilización romana desde sus comienzos estuvo en permanente contacto con la cultura etrusca y la etapa helenística del arte griego y ambas dejaron su impronta en los esquemas romanos.

De la cultura helenística, la herencia más importante sería la continuación de un uso de las formas clásicas en general, de ellos heredaron el concepto del orden y modulación como vehículo del ideal estático, aunque en el periodo romano los sistemas constructivos empleados fueron totalmente distintos al de los griegos.

Los romanos personalizaron la técnica del muro empleton griego para poder hacer sólidos muros de tres hojas y grandes bóvedas que cerraban vastos espacios.



- "Muro romano" (imagen obtenida de Google el 6/05/2013)

La arquitectura romana era un espacio moldeado por bóvedas, arcos y muros, con el fin de realizar actividades ordenadas. Sus técnicas constructivas estaban basadas en el uso de formas abovedadas.

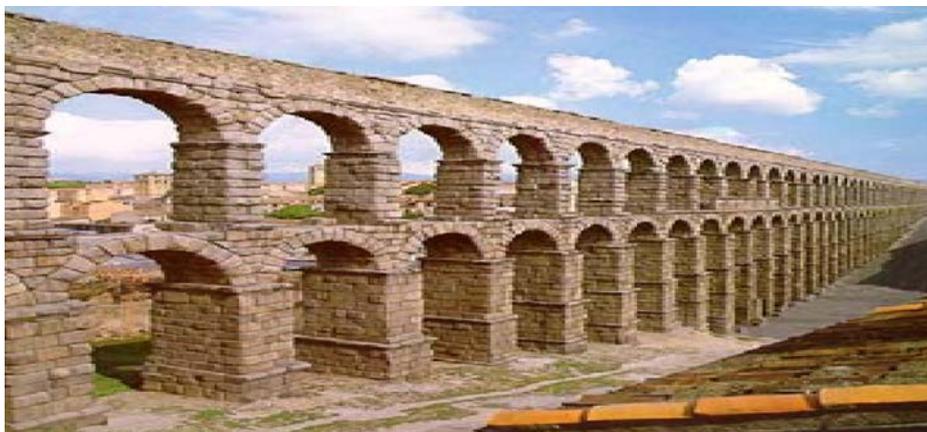
El orden en roma fue empleado de una forma más variable y no tan pura como en Grecia, teniendo distintos usos y aplicaciones.

Los romanos tuvieron tendencia al fachadismo, obligando a adoptar tendencias de observaciones fijas, predeterminadas por un arquitecto, dirigidas siempre hacia una imagen frontal.



- “Construcción romana; puente romano” (imagen obtenida de Google el 6/05/2013)

Destacaron en la arquitectura, como nos demuestra sus vías romanas, acueductos, teatros, anfiteatros, estadios, basílicas, termas, villas, templos, etc...



- “Construcción romana; acueducto romano” (imagen obtenida de Google el 6/05/2013)

Una de las aportaciones más importantes y fundamentales de la arquitectura romana fueron las termas romanas. Eran recintos públicos destinados a baños a la disposición de todo ciudadano romano. En las antiguas villas romanas los baños se denominaban balnea y los baños públicos therma. Las termas eran un sitio para bañarse, pero también para pasar el tiempo. Todos podían acceder a las termas pagando un módico precio.

DOMUS ROMANA



- “Termas romanas” (imagen obtenida de Google el 7/05/2013)

2.1.3. ISLAM

La construcción islámica surge tras una extraordinaria transformación cultural en el siglo VIII. Se origina en la ciudad de la Meca (Arabia), de la mano de Mahoma. Se expande a través de una extensa área geográfica, desde la India, hasta la península ibérica, propagándose también a través de los Balcanes, Grecia y Turquía. Suelen expropiar y reutilizar edificios anteriores a su llegada, mezclando sus tradiciones con la de los territorios conquistados, se pueden observar influencias griegas, romanas y orientales.



- “Construcción islámica; la Alhambra de Granada” (imagen obtenida de Google 7/05/2013)

Realizaban construcciones de escasa altura, pero extensas en superficie, por lo que no eran necesarias estructuras de gran resistencia. Las construcciones son sencillas, con materiales fáciles de trabajar salvo en Egipto, es poco el uso de la piedra, se prefieren el ladrillo y el mampuesto. Los revestimientos superficiales con otros materiales, utilizaron el yeso y el mortero de cal. Utilizaron tres tipos de soporte, el pilar de ladrillo, columnas con capiteles de inspiración corintia y los capiteles trabajados al trepano de influencia bizantina.



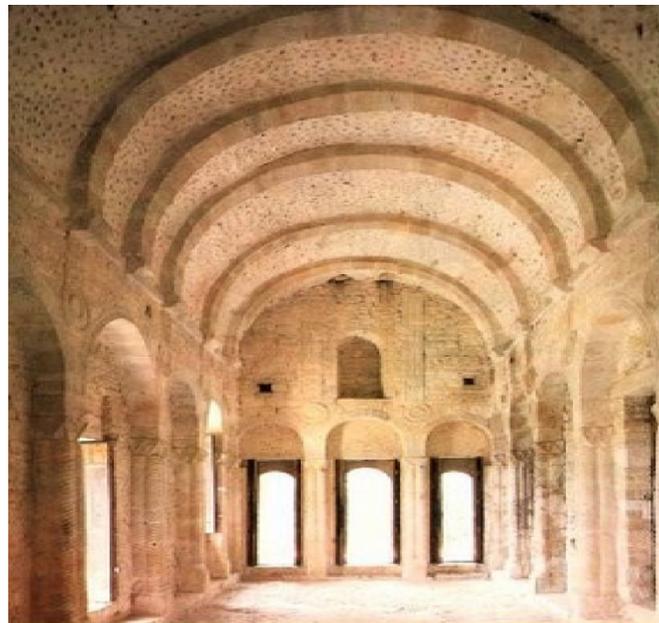
- “Construcción islámica; el Taj Mahal” (imagen obtenida de Google el 7/05/2013)

2.1.4. ROMÁNICO

Recibe el nombre de construcción románica por el parecido que guarda con las formas de la antigua Roma. Su nacimiento coincide con la consolidación de Europa, la cual sale de un periodo de crisis y epidemias (siglo XI).

El material más utilizado fue la piedra ya que se utilizaba en todos los elementos constructivos, excepto en sobrecubiertas, en las que siempre se utilizaba la madera.

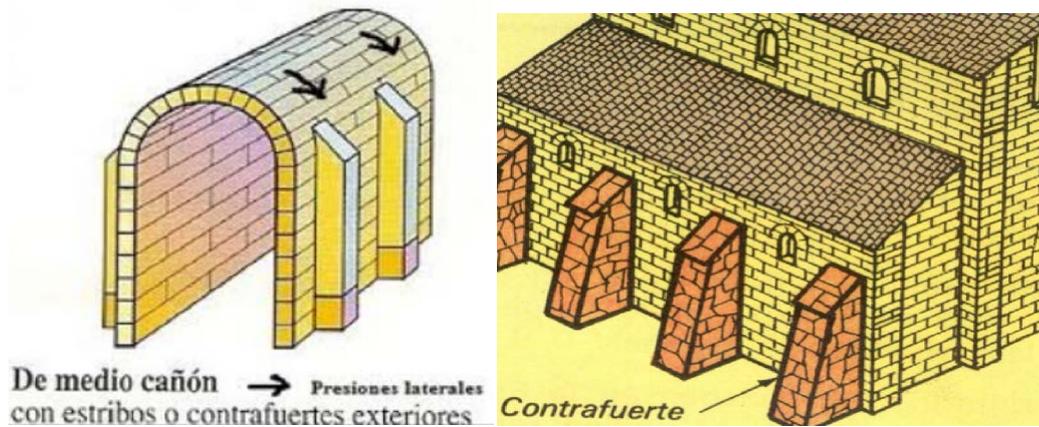
En las cubiertas, también se utilizó la madera, hasta que comenzaron a desarrollar la bóveda de cañón, en la cual también utilizaron la piedra. A veces, en lugar de extraer la piedra directamente de la cantera, solían emplear material de derribo de edificios preexistentes.



- “Construcción románica; bóveda de cañón” (imagen obtenida de Google el 10/05/2013)

El muro generalmente se elevaba colocando las piezas talladas según hiladas horizontales aunque también las colocaron en aparejo en espina de pez o de espiga.

El objetivo de los muros románicos era la de tener una misión estructural, tenían un espesor considerable por el uso de bóvedas. Se realizaban en piedra, por la desaparición del ladrillo, debido a la dificultad de su fabricación. El muro se resolvía con la técnica del “opus emplectum”, utilizada por los romanos. Aparece entonces el contrafuerte (son ensanchamientos necesarios del muro para contrarrestar las cargas producidas por las bóvedas)



- “Representación de los contrafuertes” (imagen obtenida de Google el 10/05/2013)

En una de las últimas etapas del románico, surgieron diversos problemas a resolver, uno de ellos fue que la nave central empujaba a distinto nivel y requería de mas iluminación. Esto se resolvió articulando más el muro, con la mejora de la talla de la piedra y a la necesidad de abrir huecos para la iluminación, esto obligo a perforar más el muro, mediante jambas y arcos, y a abandonar los rellenos y concentrar las cargas, esto dio como resultado un sistema de cruces transversales que no afectan al espacio interior.

2.1.5. GÓTICO

A partir de esta época, las iglesias implementaron su altura de manera considerable, sus muros pasaron a ser mucho más altos y esbeltos, dejaron de tener misión estructural y pasaron a ser meramente de cerramiento.

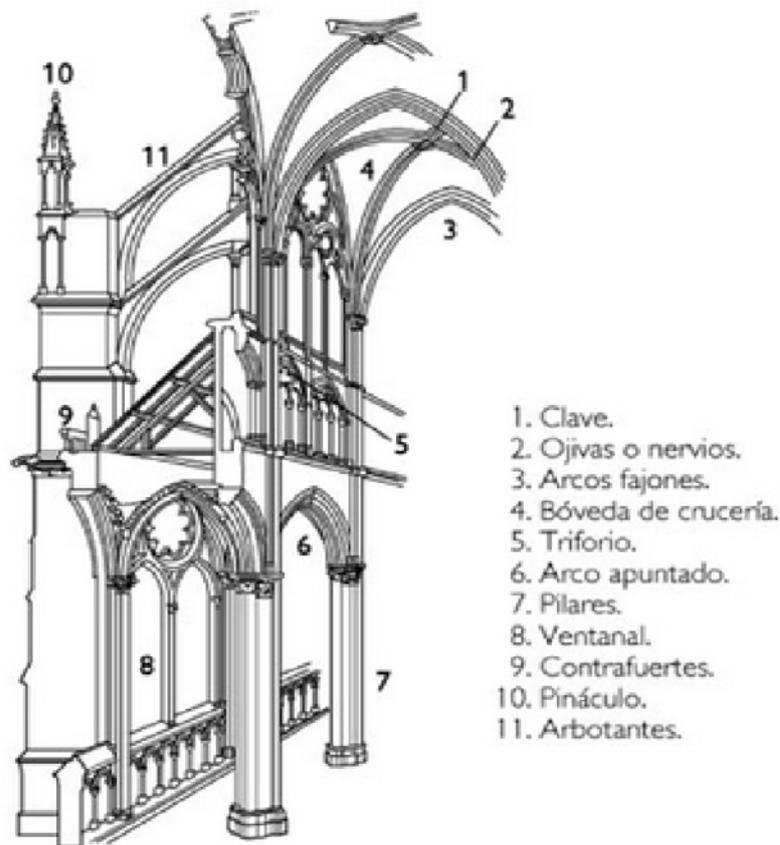


- “Construcción gótica; catedral de Milán” (imagen obtenida de Google el 10/05/2013)

Es una arquitectura muy luminosa, con multitud de vidrieras que permitían el paso de la luz. En la mayoría de los casos se limitaban a reformar edificios ya existentes.

Los muros en el gótico pierden su misión estructural, pasando a soportar solo su propio peso y la acción del viento, actuando solo como cerramiento. Son de piedra o ladrillo, utilizando el método del “opus emplectum”.

Los huecos generalmente resueltos mediante arcos apuntalados, las ventanas se dividían por parteluces y se les colocaban vidrieras.



Elementos de la arquitectura gótica

- “Elementos en sección de una arquitectura gótica” (imagen obtenida de Google el 15/05/2013)

La ornamentación en este periodo se basaba en la escultura y la vidriería, las cuales, preferentemente en fachadas, presentaba un marcado naturalismo.

2.1.6. RENACIMIENTO

Esta época rechaza el gótico, por dejar la estructura a la vista y vuelven a la arquitectura romana, pero sin copiarla, utilizando el método arquitectónico para realizar sus propias construcciones.



- “Construcción renacentista; ayuntamiento de Amberes” (imagen obtenida de Google el 15/05/2013)

Utilizan el orden romano para la modulación del edificio. El sistema estructural se basa en zapatas corridas y la utilización de muros de carga, utilizando cubiertas de bóvedas de cañón y arista, donde comienzan a aparecer pechinas, esto es una clara influencia bizantina.



- “Construcción renacentista; San Pedro, Roma” (imagen obtenida de Google el 15/05/2013)

En los edificios se proporciona la altura con la amplitud de la calle. Nace el orden de proporción gigante, el cual hace que se unifique la fachada, el orden va desde la base de la cornisa del edificio, teniendo dos plantas. También nace la SERLIANA, que Trabaja como dintel (arco de descarga). La medida humana griega pasa del exterior al interior del edificio prevaleciendo la horizontalidad.

2.1.7. BARROCO

La Arquitectura Barroca crea espacios Arquitectónicos de tal fuerza y riqueza, en combinaciones de una perfección y fantasía sorprendente, que la problemática del muro debe ser comprendida a partir de esa vocación especial que caracteriza esta peculiar época artística.



- “Construcción barroca; San Pablo, Londres” (imagen obtenida de Google el 15/05/2013)

En el barroco el espacio se vuelve el factor dominante a través de complejas combinaciones e interpretaciones y el muro se adapta, pliega, somete, ondula y se mueve como reflejo pasivo del diseño espacial.



- “Construcción barroca; Los Inválidos, Paris” (imagen obtenida de Google el 15/05/2013)

2.1.8. REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

En el siglo XIX aun no era posible pensar que una fachada hueca presentaría mejores propiedades frente a una fachada maciza.

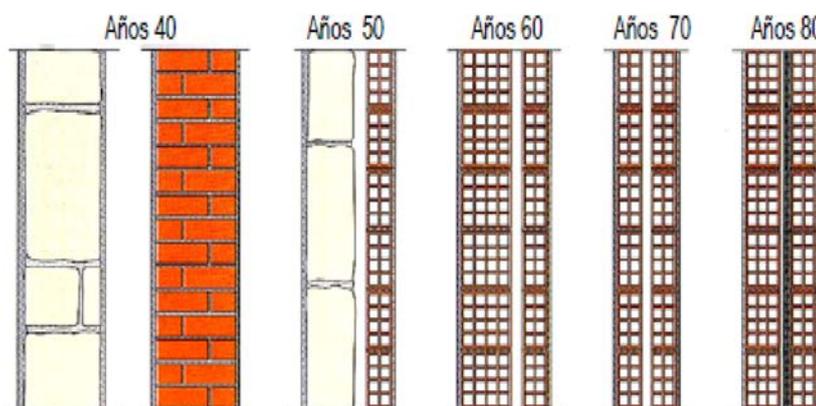
Cuando a finales del siglo XIX se planteo un nuevo sistema constructivo para mejorar la obra de fábrica, el “cavity wall” o conocido actualmente como pared hueca, revoluciono el concepto arquitectónico y dio cabida a la salubridad ya que podía llegar a controlarse la ventilación y el aireado, desde entonces se vio claro el objetivo que este nuevo sistema constructivo debía ofrecer, la de poder controlar las humedades y condensaciones, mejorando por ende el aislamiento térmico.

2.1.8.1. PRECEDENTES DE LA FACHADA CONVENCIONAL

2.1.8.1.1. MÉTODO “CAVITY WALL”

El método “cavity wall” o también denominado pared hueca, fue introducido en las construcciones del Reino Unido a finales del siglo XIX. Este sistema constructivo al principio utilizaba la piedra para atar las dos hojas de la cavidad del muro. Al comienzo el espesor de la cavidad era muy estrecho ya que fue creado para impedir el paso de las humedades y controlar las condensaciones.

Con respecto al aislamiento introducido en la cavidad no comenzó a utilizarse hasta la década de 1970; este paso a ser obligatorio según la norma de 1990.



- “Evolución de las fachadas ventiladas a lo largo de la historia” (imagen obtenida de Google el 25/05/2013)

2.1.8.1.2. MÉTODO “TABIQUE PLUVIAL”

Es una solución comúnmente empleada en nuestros climas ya que la cámara ventilada siempre se ha utilizado para proteger medianeras y azoteas. Es una solución especialmente idónea, donde a la evacuación de las aguas por ventilación añade la protección solar de los elementos interiores. El soporte del tabique se ha hecho tradicionalmente con macizos de ladrillos volados respecto al muro medianero interior.

2.2. LA EVOLUCIÓN DE LA FACHADA COMO SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA DE LA ENVOLVENTE DEL EDIFICIO.

2.2.1. TRANSCENDENCIA DE LAS FACHADAS

Con el transcurso del tiempo podemos decir que las fachadas tradicionales han sobrevivido como elementos constructivos homogéneos hasta el principio de nuestros siglos. Esta duración histórica de las fachadas que se han basado en el uso de un solo material, se debe a que hasta hace muy poco tiempo, las exigencias de las envolventes fundamentales en los elementos verticales eran muy satisfactorias.

Las fachadas podían satisfacer cómodamente las exigencias de soporte, estanqueidad y protección térmica, con el espesor exigido por los procedimientos constructivos tradicionales. A principios del siglo XIX, los 60 cm de espesor de fachadas utilizados, parecía más fruto de la consideración del proceso de puesta en obra de la mampostería que una respuesta al funcionamiento mecánico o a la exigencia de aislamiento, se utilizó un muro de fachada con capas especiales. En climas muy lluviosos se han llevado a cabo soluciones de protección de fachadas, con capas especiales de materiales envolventes, de los que habitualmente se utilizan en la cubierta, como madera, pizarra o incluso teja.

Cuando los materiales se sustituyen por piezas de geometría más regular, es posible reducir los espesores de una obra bien trabada hasta el límite que puedan afectar al cumplimiento de las exigencias de la envolvente. El soporte puede que esté garantizado por la trabazón del muro y piezas con espesores de 15 cm, pero son insuficientes para soportar la estanqueidad y la protección térmica.

A diferencia de la fachada de los comienzos del siglo XIX, la fachada de finales de siglo tienen como mínimo 30 cm, pero se complementa con un grueso revoque pétreo para hacer frente a su estanqueidad.

Podemos decir que las deficiencias del aislamiento térmico aparecen cuando el espesor aún es más pequeño, por ejemplo, en muros de 15 u 20 cm, es por ello que se introduce el

término de “tabique pluvial”, este garantiza la estanqueidad y mejora notablemente el confort térmico. Esta es una solución es mucho más económica pero tiene un delicado funcionamiento mecánico.

2.2.2. LA INNOVACIÓN

El movimiento moderno se planteo con una buena postura profesional debido a las garantías que los nuevos materiales debían ofrecer a la protección de los espacios interiores. El primer análisis objetivo al respecto, abrió camino a una nueva tendencia constructiva denominada “multicapa”, con la sugerencia de doblados de corcho, cámaras de aire, tendidos impermeables, etc. Se experimentaron toda clase de soluciones constructivas desde el bloque de hormigón que utilizó Le Corbusier tantas veces, hasta el doble tabique del ático de J.L Sert en el dispensario central antituberculoso.

Si hablamos del movimiento moderno no podemos dejar de hacer mención a uno de los miembros fundadores más destacados de dicho movimiento. **“LE CORBUSIER”**

Le Corbusier fue uno de los miembros fundadores del congreso internacional de la arquitectura moderna (1887-1965) de nacionalidad suiza. Instalado en París en 1917, rompió con la idea académica arquitectónica. Expresa sus ideas innovadoras en materia de urbanismo y arquitectura. Funda la revista “L’*esprit nouveau*” en 1920 con el pintor y arquitecto, Amedee Ozenfant y Paul Demee.



- Charles-édouard Jeanneret 1887-1965 (Le Corbusier) *“(imagen obtenida de Google el 26/05/2013)”*

Dentro de sus obras magnificas y brillantes podemos distinguir “la Villa Savoye”, un edificio en Poissy, a las afueras de Paris, que fue construido en 1929, casa de fin de semana de la familia Savoye que recibe el nombre de “Les Heures Claires” y la cual es la culminación de las investigaciones formales del arquitecto y de la aplicación de los 5 principios de la Arquitectura Moderna.

Esta magnífica construcción llamada “Villa Savoye” se encuentra situada en el Nº 82 de Rue de Villieres 78300 de Paissy, hoy por hoy restaurada como casa-museo y está protegida como monumento nacional francés.

La Villa Savoye es considerada junto a otras grandes construcciones como la casa de Farnsworth de Ludwing Mies van de Rohe y la casa de la cascada de Frank Lloyd Wright, el paradigma de la arquitectura internacional y de la nueva manera de construir edificios de viviendas del siglo XX.

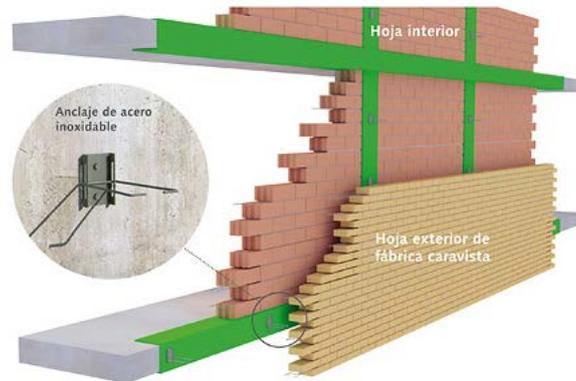


- “Villa Savoye by Le Corbusier (1927-1931)” (imagen obtenida de Google el 26/05/2013)

2.2.3. LA FACHADA VENTILADA

Ante la crecientes exigencias de calidad que se le pide a la fachada, surge la fachada ventilada como respuesta a la evolución de la convencional.

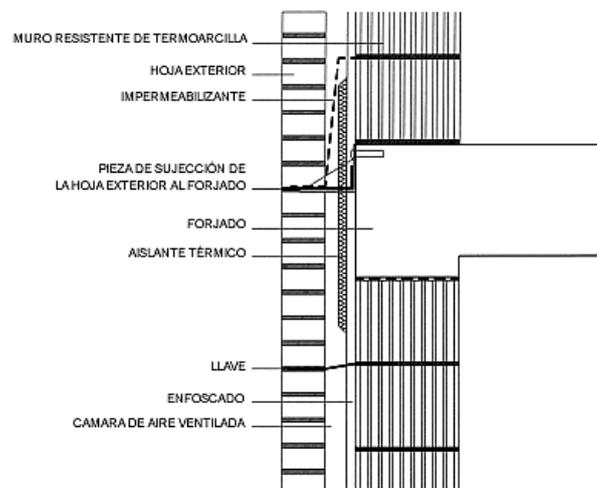
En un principio, el muro macizo tradicional solucionaba las exigencias más importantes de la construcción y el confort gracias a su espesor. Estas fachadas de pie y medio de ladrillo soportaban grandes cargas, y además de garantizar la estanqueidad, proporcionaban un aislamiento térmico eficaz gracias a su resistencia térmica. Pero los cerramientos interiores se insertaban en las estructuras sin tener en cuenta el comportamiento mecánico del edificio. La junta entre los muros y estructuras no podía garantizar la estanqueidad cuando la estructura entraba en carga.



- “La fachada tradicional con cámara de aire” (imagen obtenida de Google el 28/05/2013)

Con el paso de los años, el avance de la tecnología y las exigencias en comodidad, se ha producido una evolución constante en soluciones constructivas de los parámetros exteriores de la fachada. Inicialmente, la solución se basa en pasar por delante de simples revestimientos monolíticos, piedra o ladrillo cerámico (apoyados en el forjado) en masa y compuesta interiormente por una cámara de aire ventilada a la que se encomienda la estanqueidad y la protección de la radiación solar directa. El tiempo ha dado pie a un cambio de pensamiento: con la realización de inversiones, la reducción del espesor y peso de los materiales, la introducción de la doble hoja y la posibilidad de utilizar una variedad de nuevos materiales, juntos con la preocupación por el confort térmico, acústico y la humedad, que nos aporta dicha cámara de aire.

Finalmente al exterior de la cámara solo queda una hoja cuya misión es exclusivamente la de encerrar ese espacio ventilado. Esa capa puede estar formada por cualquier material que resista a la intemperie, ya que prácticamente sólo se le exige que defina la imagen del edificio.

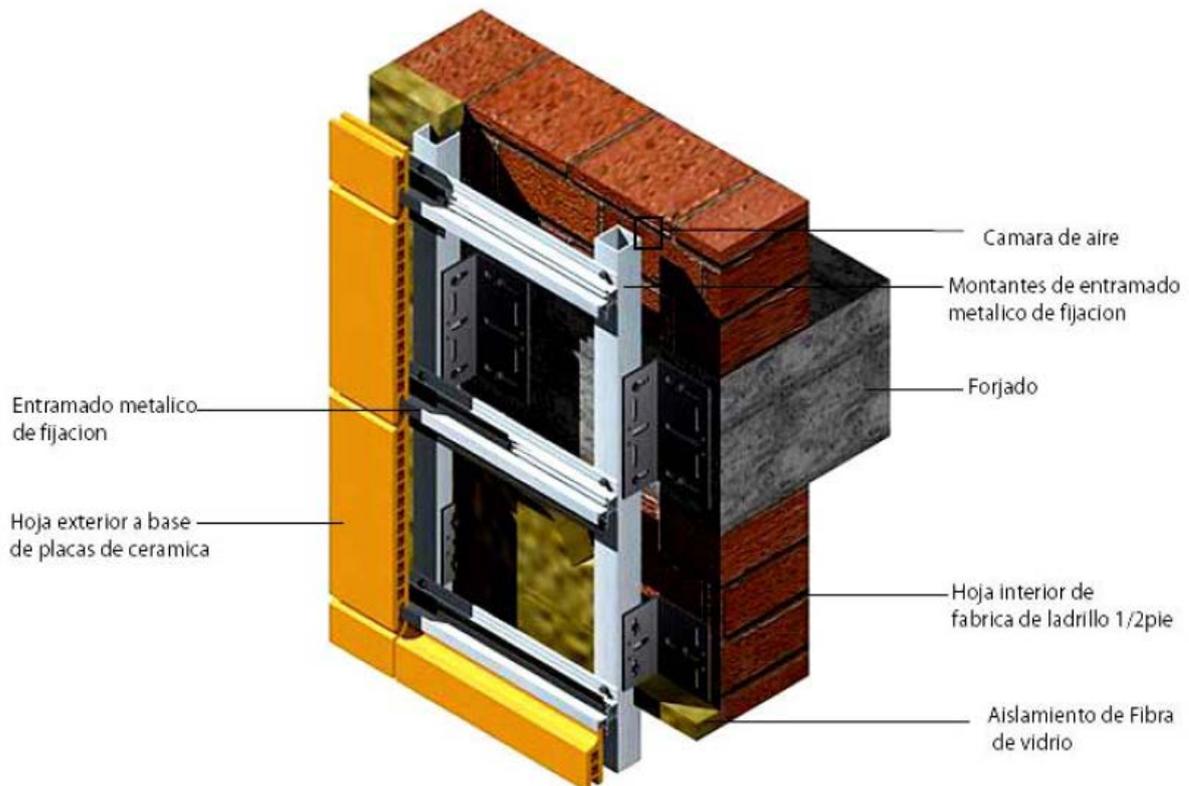


- “La fachada tradicional con cámara de aire y hoja interior de ladrillo de termoarcilla” (imagen obtenida de Google el 28/05/2013)

El objetivo importante de la puesta en obra será el garantizar el libre comportamiento de esa hoja exterior. Su alta exposición, su delgadez y la forma de ser soportada, exigen una gran libertad de movimiento diferenciales de cada pieza y del conjunto respecto al soporte, cosa que no sucede con las fachadas convencionales de ladrillo.

Finalmente podemos definir la fachada ventilada como un sistema constructivo que puede ser utilizado tanto en obra nueva como en rehabilitación. La fachada ventilada está compuesta por paneles independientes al muro soporte fijados a través de una estructura portante, de modo que crea una cámara ventilada, que contribuye a reducir los efectos negativos de los agentes externos y de la humedad, permitiendo minimizar el sobrecalentamiento en verano, facilitando la transpiración de la fachada y evitando las condensaciones. La mejora térmica y acústica se consigue al fijar el aislamiento a la cara externa del muro soporte, evitando los posibles puentes térmicos.

La utilización de paneles independientes para el revestimiento permite una gran variedad en el diseño gracias a la gran variedad de acabados que ofrece, tanto en amplia gama de colores, como en diversidad de materiales y texturas.



- “Sección de fachada ventilada con sus componentes” (imagen obtenida de Google el 28/05/2013)

2.2.4. FUNCION QUE DEBE CUMPLIR LA FACHADA VENTILADA

La fachada ventilada en general, es la primera barrera arquitectónica que protege al edificio de las agresiones externas que proceden de su entorno, siendo la piel del edificio.

La misión de la “piel” es la de actuar como barrera protectora que aísla al organismo del medio que lo rodea, protegiéndole y contribuyendo a mantener íntegra su estructura, al tiempo que actúa como sistema de comunicación con el entorno, es por tanto, una membrana que puede controlar el flujo térmico de aire, de vapor de agua y también el movimiento del agua, y debe tener un comportamiento adecuado frente al fuego, resistencia, rigidez y además los materiales que la componen deben ser durables.

Lo que se espera de cualquier edificio es que el cerramiento lo aísla del viento, la humedad y la lluvia, que permita la entrada de luz y aire, que conserve el calor y que también proporcione seguridad e intimidad. Los cerramientos están constituidos por elementos opacos-macizos y por elementos translúcidos. La relación entre la parte opaca y la translúcida condiciona sensiblemente el comportamiento de la fachada.

El sistema está constituido por un elemento aplacado o revestimiento exterior generalmente de placas de piedra, cerámica o de hormigón, más o menos delgadas, las cuales son soportadas por elementos portantes interiores, a través de una subestructura, mediante fijaciones y anclajes, quedando entre aplacado y zona portante un espacio (cámara de aire) y barrera de aislamiento, por lo que puede discurrir una corriente de aire entre parte interior y la superficie del edificio con el objeto de mantener condiciones de baja humedad en el hueco, de forma que se preserven las condiciones idóneas del aislamiento térmico incorporado. La fachada ventilada es una solución constructiva que forma parte de los elementos opacos del cerramiento.

Respecto al control de la transferencia de energía de el cerramiento, la operación básica es la de proveer al edificio de un primer “escudo-piel” frente a las inclemencias exteriores y de un sustrato de aislamiento térmico. También se tiene que tener en cuenta las acciones producidas por el viento y peso propio así como las tensiones de origen térmico.

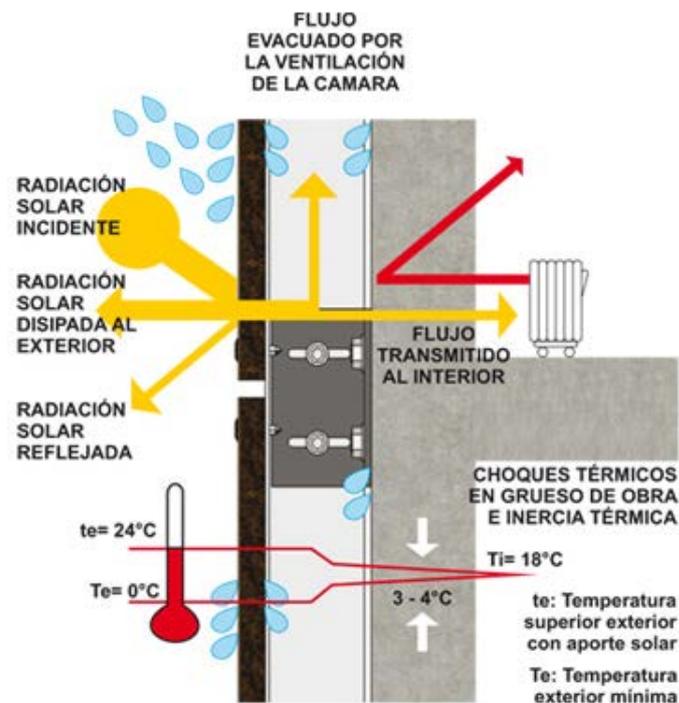
En cuanto a su capacidad portante, únicamente se le exige a la subestructura que sea capaz de resistir el peso propio de las piezas. Los materiales que se pueden utilizar en las hojas exteriores son muy variados, prácticamente todos aquellos que cumplan con las condiciones mínimas y requisitos: homogeneidad de las piezas en cuanto a su constitución, permeabilidad y dureza. Además dichas piezas deberán cumplir con las normativas específicas locales referentes a sus propiedades mecánicas de resistencia a tracción, compresión y flexión, y asegurar todas sus características iniciales después de sufrir una larga exposición a las variedades del tiempo, especialmente a la acción del sol.



- “Fotos de la construcción de cerramientos de fachadas ventiladas” (imagen obtenida de Google el 28/05/2013)

Aislamiento de habitabilidad

Aportar a las edificaciones protección contra los agentes atmosféricos, como son el viento, lluvia, nieve, etc, en especial a la humedad producida por los agentes dichos anteriormente, evitando así condensaciones y dilataciones que producen fisuras y grietas en las fachadas convencionales de ladrillo y optimizar el confort interior gracias a la cámara de aire que queda entre los muros.



- “Dibujo del funcionamiento del flujo de aire y calor en la fachada” (imagen obtenida de Google el 28/05/2013)

Protección de los elementos constructivos

Resistencia mecánica, estanqueidad, prevención contra incendios, la hoja exterior protege todos los elementos estructurales posibles ya que su continuidad por delante de la estructura nos proporciona una protección ante los agentes externos que podrían dañar.

Aspecto exterior del edificio

Modularidad, tratamiento superficial (brillo, mate, etc) color, soporte gráfico, posibilidad de efectuar combinaciones, nos proporciona una amplia gama de posibles soluciones estéticas, haciendo que el edificio adopte una personalidad propia y singular.

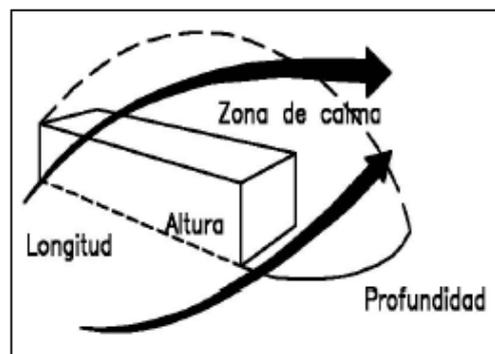


- “Alternativas de diseño en la fachada ventilada” (imagen obtenida de Google el 28/05/2013)

La acción del viento

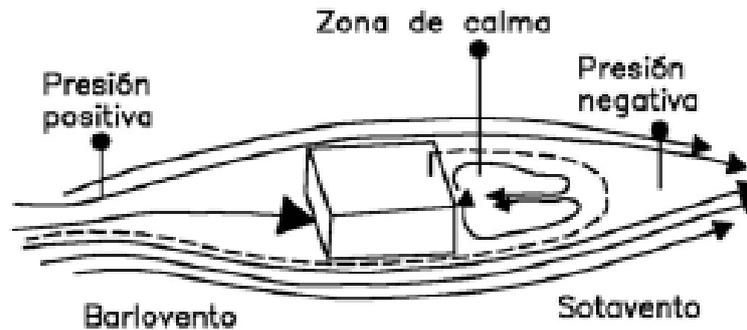
Una de las cosas que se debe de tener en cuenta a la hora de calcular una fachada es que uno de los parámetros determinantes a la hora de fijar su resistencia mecánica es el viento.

Los vientos son corrientes de convección en la atmosfera que tienden a igualar la diferencia de calentamiento en las diversas zonas del planeta. El aire más caliente flota sobre el más frío y es por eso que las masas de aire se mueven de un lado para otro, subiendo y bajando, y finalmente mezclándose entre sí. El viento es, por tanto, el desplazamiento horizontal del aire.



- “Función de la presión negativa y positiva del viento” (imagen obtenida de Google el 28/05/2013)

Cuando una corriente choca con un edificio aminora su flujo, haciendo que cierta cantidad llegue al interior mientras que la otra parte se desvía alrededor del propio edificio, hacia arriba y hacia sus lados adyacentes y tarda un cierto tiempo en bajar de nuevo a la superficie para recuperar su dirección y presión original.

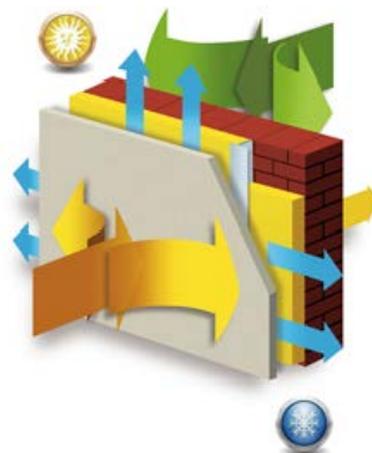


- “Función de la presión negativa y positiva del viento” (imagen obtenida de Google el 28/05/2013)

Protección Higrotérmica

Las protecciones atmosféricas que nos aportan las fachadas ventiladas a diferencia de otro tipo de fachadas, es una especial protección ante los agentes atmosféricos, produciéndose en estas efectos diferenciados según las estaciones del año.

- Gracias a las corrientes renovadoras de aire frío que generan es su interior, evitan el recalentamiento de los parámetros exteriores de los edificios impidiendo de esta forma que las temperaturas en el interior del edificio se eleven. Esto es debido a que el calor radiantes reflejado hacia el exterior, puesto que la parte de calor que penetra en la cámara de aire activa una corriente de aire generada por el efecto chimenea, lo desplaza hacia arriba finalmente evacuando por la coronación de la cámara, por lo que solo una pequeña parte del flujo de calor penetra en el interior del edificio.

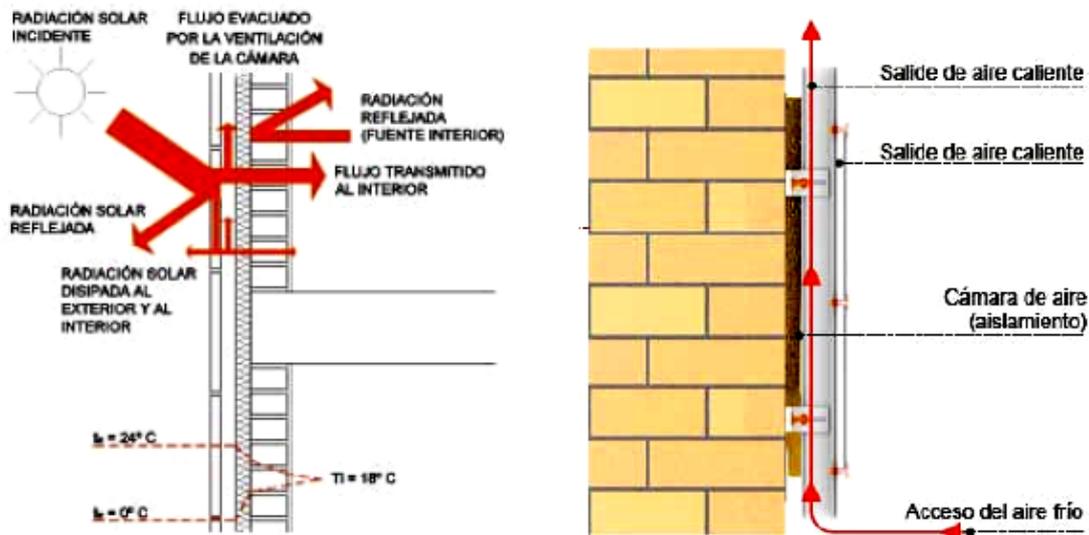


VERANO. El sol incide en el panel calentando el aire de la cámara que hay entre panel y aislante, disminuyendo su densidad y por convección natural se produce un efecto CHIMENEA, disipando el calor de la fachada, al mismo tiempo que aísla térmicamente el interior del edificio.

INVIERNO. Al bajar el calor solar, ya no hay la convección natural del aire, entonces el panel actúa como acumulador de calor ayudando a la estabilidad térmica y el aislante impidiendo la pérdida de calor del edificio.

- “Comportamiento en verano e invierno” (imagen obtenida de Google el 28/05/2013)

La ventilación mejora el comportamiento higrotérmico de la solución constructiva al evitar que se llegue a calentar el aire en la cámara y produzca la consiguiente transmisión de calor por convección hacia el interior. Además el aire que circula por la cámara favorece la evacuación del vapor de agua que se transmite desde el espacio interior. El aislamiento garantiza el correcto comportamiento térmico de la solución. La disposición del aislamiento forrando la totalidad del soporte impide que se produzcan puentes térmicos y condensaciones tanto superficiales como en interiores.



- “Esquema de corrientes por evacuación en la cámara de aire “(Imagen obtenida de Google el 28/05/2013)

Protección térmica

Con este tipo de cerramiento se reducen las fluctuaciones en la temperatura del aire disminuyendo los saltos térmicos y por tanto, la estabilidad dimensional de las piezas del conjunto. La corrección de los puentes térmicos permite reducir notablemente las dispersiones globales (incluso en un 30%), por lo que se obtienen grandes ventajas de tipo energético.

El aislamiento exterior reduce los saltos térmicos en la estructura mural, elimina las radiaciones directas con la consiguiente protección de la envoltura del edificio.

A los efectos de estimación de la demanda energética del edificio en su conjunto, la fachada ventilada configura un sistema constructivo de aislamiento térmico por el exterior, desplazando el riesgo de condensaciones intersticiales desde el cerramiento soporte y atenuándolo en el estrato de aislamiento, en cuanto a la corriente de aire que se establece entre la zona aplacada y el aislamiento propicia la ventilación de la superficie exterior que forma la cámara de aire.

El peso y el color del aplacado son factores de contribución a la inercia térmica de la parte correspondiente al aplacado exterior, siendo que el aplacado pesado determina una inercia térmica elevada en las transmisiones térmicas entre el ambiente exterior y la parte posterior correspondiente. En el caso de las fachadas ventiladas el factor de inercia en el aplacado puede observarse en un rango amplio en función del color y de la reflexión térmica que presente la superficie expuesta al sol.

Todas estas consideraciones tienen que ver más que con la incidencia de estos factores de inercia en el interior del edificio (que difícilmente puede verse influido en este tipo de fachadas), con la propia durabilidad del sistema. La complejidad del problema de evaluación de los fenómenos de transferencia energética se puede constatar por una serie de variables a contemplar:

- Transferencia de calor al espacio ventilado (W/m^2)
- Conductividad térmica del aire exterior (W/mK)
- Diámetro hidráulico equivalente de Darcy
- Diferencia de temperatura interior y exterior
- Densidad del aire exterior (kg/m^3)
- Densidad del aire en el espacio ventilado (kg/m^3)
- Viscosidad del aire exterior (Pas)
- Viscosidad del aire en el espacio ventilado (Pas)
- Resistencia térmica del muro interior más el aislamiento (m^2K/W)
- Resistencia térmica de la placa exterior (m^2K/W)
- Rugosidad del material
- Aceleración gravitatoria ($9,8 m/s^2$)
- Flujo de la masa de aire (kg/s)
- Calor específico (J/kgK)
- Coeficiente de expansión térmica (K^{-1})
- Altura del espacio ventilado
- Temperatura del aire en el espacio ventilado

Resistencia mecánica

La fachada ventilada se puede instalar, en principio sobre cualquier soporte, ya que no asume en sí misma ninguna función estructural adicional, y no se le confiere ninguna función resistente salvo la de transmisión de acciones horizontales (viento) a la estructura principal del edificio. La solución ventilada se emplea tanto como acabado de estructuras de muros de carga en fachada, de fábrica u hormigón, como de terminación u hoja exterior de un cerramiento. Como norma general, la solución de fachada ventilada supone un aligeramiento

del peso propio de las fachadas frente a la solución convencional de cerramiento de doble hoja, al sustituir a la hoja exterior. En el caso de emplearse aplacados pesados, frente a la solución de fijación “amorturada”, la fijación mediante anclajes continuos o puntuales de las placas puede suponer, en sí mismo, un aligeramiento adicional al eliminarse el mortero de agarre.

La subestructura del sistema de fijación determinará el modo en que las acciones del viento sobre las placas se transmiten al edificio, ya sea a través de la hoja de cerramiento soporte, (montantes con anclajes puntuales a la fábrica), o a través de los forjados (montantes autoportantes fijados a los frentes del forjado). En el primer caso, deberemos considerar las acciones del viento (presión y succión) sobre la hoja de cerramiento (resistencia a flexión de la fábrica).

La resistencia a succión del viento es un parámetro crítico para la resistencia al arranque de los de las placas, especialmente en el caso de emplear remaches, grapas u otros anclajes puntuales. Las deberán soportar su peso propio suspendido de los anclajes, puntuales o continuos, para lo cual se estudia que la perforación, taladro o acanaladura necesaria en cada caso no merme la resistencia de las placas, especialmente crítica cuando se trata de materiales pétreos. En el caso de placas frágiles (pétreas, cerámicas o porcelánicas), la solución de fijación mediante anclajes puntuales se debe completar con medidas adicionales que eviten el desprendimiento de fragmentos en caso de rotura de la pieza, como la adherencia de una malla de fibra de vidrio en el trasdós. Las dimensiones máximas de las placas, el espesor y la distancia entre fijaciones se determinan en función de la resistencia del material a la flexión debida al viento, y otras acciones horizontales accidentales (p.e. impacto en planta baja).

Estanqueidad

La impermeabilidad del sistema debe de quedar garantizada haciendo provisiones en el diseño con objeto de que las aristas de las placas en la parte superior de la fachada y en los elementos de carpintería exterior o fábrica que queden protegidos por viseras que no impidan el tiro de ventilación.

La ventilación de la cámara proporciona un secado rápido a las piezas de aplacado. Esto resulta especialmente interesante en el caso de los aplacados de piedra natural u otros materiales con mayor riesgo de absorción de agua como los tableros fenólicos, ya que el agua de lluvia es rápidamente evaporada y se evitan así las patologías en estos materiales asociadas a la presencia de humedad. Una ventaja adicional en el caso de los aplacados pétreos frente a las soluciones amorturadas es que desaparece el riesgo de eflorescencias o manchas en la piedra debido al arrastre de sales del mortero de fijación o de la fábrica soporte. Los materiales empleados en esta solución son generalmente permeables al vapor de agua, salvo que se empleen barreras de vapor intercaladas. La posición exterior del

aislamiento respecto a la hoja de fábrica interior evita en gran medida la aparición condensaciones interiores

Protección contra incendios

En lo referente a la prevención frente al incendio, conviene tener presente que en el caso de placas ligeras de resinas, por la propia naturaleza de la placa y debido a la presencia de la materia polimérica de gluten, el comportamiento ante el fuego debe de ser conforme con la clasificación de carácter ignífugo.

El material de aislamiento térmico debe ser también ignífugo, debido a que este material conforma una pared situada detrás del aplacado, en la que las láminas de corriente producidas por el efecto tiro, tal y como sucede en una chimenea, determinan condiciones de propagación de la llama. Resulta muy recomendable la prescripción de materiales aislantes no inflamables, ya sean lanas de vidrio de roca, o bien sintéticos como EPS o PUR, de clase M1, especialmente en las franjas cortafuegos y en las plantas en contacto con espacios públicos. El Código Técnico de la Edificación en el Documento Básico de Seguridad contra Incendios limita a tres plantas y a 10 m el desarrollo vertical de las cámaras no estancas (ventiladas). Esto obliga, para evitar la posible propagación del fuego por tiro térmico, a una compartimentación en las cámaras de las fachadas ventiladas en edificios que superen dicha altura.

Comportamiento acústico

No cabe duda que representa una contribución al aislamiento acústico del edificio respecto al ruido exterior, sin embargo no es un elemento de diseño esencial a estos efectos, ya que debemos tener en cuenta que el aplacado exterior, especialmente si cuenta con juntas abiertas, no funciona como barrera tan eficaz frente al ruido como una hoja continua, por lo que del lado de la seguridad debería despreciarse su contribución al aislamiento acústico.

La presencia de un aislante termoacústico flexible (lanas minerales MW, de roca o de vidrio, o poliestireno EPS elastificado), en la cámara mejorará sin duda la protección frente al ruido, frente a las soluciones que emplean espumas rígidas (poliestireno expandido EPS, poliuretano proyectado PUR).

ASPECTO EXTERIOR DEL EDIFICIO

La fachada ventilada tiene la gran ventaja de poder adaptarse a cualquier tipo de paramento y estructura, permitiendo gracias a los sistemas de anclaje que existen en el mercado, poder realizar en una misma cara de fachada distintos despieces de la placas que constituyen la hoja exterior.



- “Estado actual y post de un edificio rehabilitado con fachada ventilada” (imagen obtenida de Google el 28/05/2013)



- “Posible solución de fachada ventilada” (imagen obtenida de Google el 28/05/2013)

2.2.5. VENTAJAS E INCONVENIENTES GENERALES DE SU UTILIZACION

En este punto del proyecto nos centraremos en las ventajas e inconvenientes que presentan las fachadas ventiladas respecto a otro tipo de fachada como es la fachada convencional. Pero antes de proceder a nombrarlas veremos las definiciones de una serie de factores relevantes a tener en cuenta.

Definiciones:

- *Condensación*: se produce en la masa interior de un cerramiento cuando el vapor de agua que lo atraviesa alcanza la presión de saturación en algún punto interior de dicha masa.
- *Condensación intersticial*: es un fenómeno de condensación que se produce en el interior de un material debido a una brusca caída de temperatura entre uno de sus lados y el otro. Este fenómeno es típico en la mayoría de los aislantes térmicos.
- *Puentes térmicos*: son las zonas de la envolvente del edificio en las que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento, de los materiales empleados, por penetración de elementos constructivos con diferente conductividad, etc., lo que conlleva necesariamente una minoración de la resistencia térmica respecto al resto de los cerramientos. Los puentes térmicos son partes sensibles de los edificios donde aumenta la posibilidad de producción de condensaciones superficiales, en la situación de invierno o épocas frías.

Un ejemplo sería, en un edificio que tenga estructura metálica o de hormigón, los pilares y vigas harán de puente térmico respecto de la fábrica de albañilería, que normalmente es de ladrillo o bloques huecos de hormigón. Una fábrica de albañilería que sea interrumpida por un pilar o una viga, experimentará un puente térmico en esa zona, pues el pilar o viga, transmiten mejor el calor, provocando una pérdida y originando un "punto frío" que puede provocar condensación. Generalmente son observables patologías.

- *Rotura de puentes térmicos*: es una "barrera" empleada para evitar la fuga de la temperatura interior a exterior mediante la colocación de materiales intermedios entre la hoja interior y exterior.

VENTAJAS

Entre las diversas ventajas que nos aporta la fachada ventilada podemos nombrar las siguientes:

- Nos proporciona un ahorro energético en determinadas condiciones que puede llegar a los valores entre el 25 y 40%.
- Dentro de los conceptos que se utilizan con frecuencia sobre este tipo de fachadas, uno de ellos es que la corriente de aire que circula por el interior de la cámara se produce por el “efecto chimenea” originado por el calentamiento del paramento exterior, que provoca una variación en la densidad de la capa de aire del espacio intermedio con respecto al aire ambiente con el consiguiente movimiento ascendente.

Esta corriente puede resultar interesante o perjudicial en función de las condiciones interiores o exteriores que se tengan en esos instantes. La ventilación de este tipo de fachadas también puede ser forzada.



- “Ejemplo de fachada ventilada con ventilación por convección” (imagen obtenida de Google el 2/06/2013)

La ventilación forzada hace referencia a que se actúa voluntariamente sobre la velocidad de convección del aire dentro de la cámara, controlando al mismo tiempo el flujo de aire que entra y sale de esta.

Se puede instalar dentro de la cámara de aire ventilada una persiana u otro elemento de protección solar, que permita variar sensiblemente el factor solar, la transmisión luminosa, la temperatura superficial y el coeficiente de transmisión térmica a voluntad, sin tener que variar el vidrio exterior. La parte interior de la fachada ventilada debe estar constituida por materiales térmicos entre aislantes y materiales acústicamente absorbentes.

- En los meses de verano la corriente de aire fresco que circula en el interior de la cámara, evita el recalentamiento de los parámetros ya que impide que la temperatura interior se eleve. En invierno, la tendencia es la inversa. Las fachadas ventiladas retienen calor y favorecen el ahorro de calefacción.
- Una menor absorción de calor en los meses cálidos permite conseguir un ahorro de acondicionamiento, y por otro lado, la menor dispersión de calor permite un ahorro energético en los meses fríos.
- En las fachadas ventiladas se reducen las fluctuaciones en la temperatura del aire disminuyendo los saltos térmicos y por tanto, la estabilidad dimensional de las piezas del conjunto.
- Una reducción de la utilización del agua, en la ejecución de la fachada.
- Reducción de los residuos generados en obra.
- Facilidad en el acopio de materiales en la ejecución de obra.
- Por otro lado, al evitar la entrada de la mayor parte del agua protege el aislante de la humedad.

El CTE en el DB-HS Salubridad, y en concreto en el documento HS-1 Protección frente a la humedad, contempla este tipo de fachadas, al hablar de la “resistencia a la filtración de la barrera contra la penetración de agua”, como solución B3 que corresponde a aquellos casos en que se requiera una resistencia muy alta a la filtración (máxima clasificación en cuanto a impermeabilidad, por la presencia de la cámara de aire).

Dicha solución contempla la colocación de una cámara de aire ventilada y un aislante no hidrófilo con las siguientes especificaciones:

- La cámara debe disponerse por sellado exterior del aislante.
- El aislante debe tener la clasificación de “no hidrófilo” equivalente a menos de 1 kg/m^2 de absorción de agua en inmersión parcial durante 24 horas (clasificación WS en el mercado CE de los productos de lana de vidrio).

- El espesor de la cámara de aire debe estar comprendido entre 3 y 10 cm.
- Deben disponerse aberturas de ventilación cuya área efectiva total sea como mínimo igual a 120 cm² por cada 10 m² de paño de fachada entre forjados repartidas al 50% entre la parte superior y la inferior. Pueden utilizarse como aberturas rejillas, juntas abiertas en los revestimientos discontinuos que tengan una anchura mayor que 5 mm u otra solución que produzca el mismo efecto.
- Mejora el aislamiento acústico en frecuencias medias-altas (1000 Hz).

Con esta solución no se producen condensaciones intersticiales.

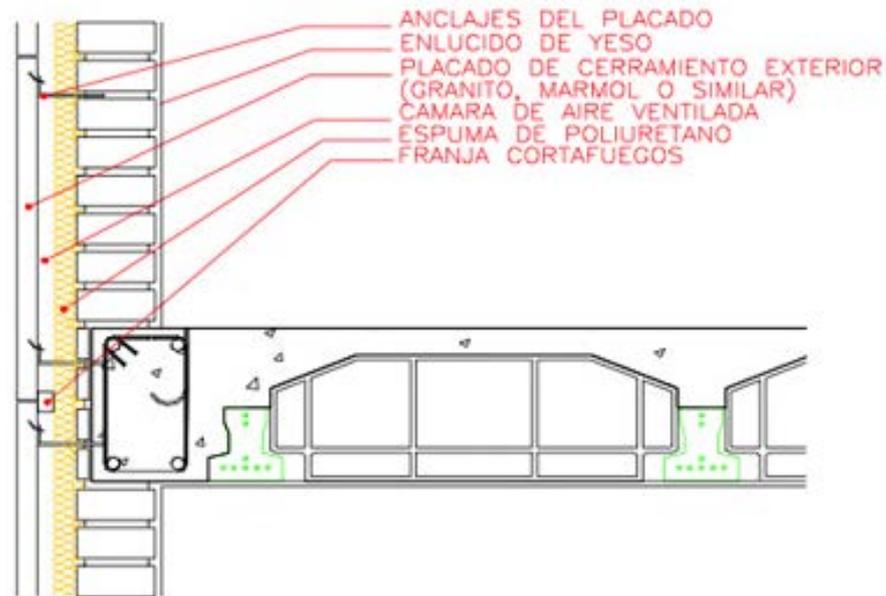
- Mediante el diagrama de Glaser, se puede observar que con el aislamiento exterior no se producen condensaciones, porque la curva de la presión de vapor de agua en ambiente saturado no intercepta la curva generada por la presión del vapor de agua en ambiente húmedo pero no saturado

Con suficiente aislamiento no se producen condensaciones superficiales interiores evitando de esta forma los puentes térmicos y favoreciendo la estabilidad dimensional.

- La aplicación del aislamiento por la cara exterior implica la eliminación total de los puentes térmicos que se generan en los cantos de los forjados mejorando el comportamiento del edificio en su conjunto. Del orden de un 20% de la energía que se pierde en un edificio se va a través de los puentes térmicos.



- “Ejemplo de puente térmico observado mediante cámara térmica” (imagen obtenida de Google el 2/06/2013)



- “Detalle constructivo de forjado encuentro con muro” (imagen obtenida de Google el 2/06/2013)
- Optimiza el aprovechamiento de la inercia térmica del muro portante.
- Se adapta perfectamente al soporte sobre el que se sustenta, corrige errores de los plomos y alineamientos de la hoja interior si ésta presenta una ejecución poco cuidada.
- En el caso de la cerámica, frente a la colocación por adherencia directa que sólo es válida en zonas de clima templado y en ausencia de riesgo de heladas, elimina el riesgo de desprendimiento de las baldosas.
- Evita fisuraciones de la piedra como las que pueden darse en las fachadas amorteras.
- La interposición de la cámara favorece una relativa independencia de movimientos del sistema sobrepuesto, amortiguando y minimizando el potencial peligro de roturas en éste debido a movimientos diferenciales.
- Aligera la envolvente.
- Es insensible a la corrosión provocada por la contaminación.
- Tiene un bajo coste de mantenimiento.
- En el caso de fachadas cerámicas, las baldosas son de fácil limpieza. Es una fachada reutilizable que se puede desmontar cuando pasa de moda y volverla a emplear en otro entorno.

- Hay casos de centros comerciales que han desmontado la fachada y la han reutilizado en otro emplazamiento. Esto ocurre normalmente con revestimientos ligeros (cerámica, madera...).
- Puede llegar a ser registrable, propiedad que puede tener interés. En algunas comunidades están permitiendo colocar las canalizaciones de gas por la cámara. Es posible, también, que puedan ir por el interior bajantes.

INCONVENIENTES

Entre Los inconvenientes de la fachada ventilada podemos nombrarlas siguientes:

- Tiene un coste económico elevado.
- Los espacios adyacentes a la fachada tardan más tiempo en calentarse o enfriarse.
- Su eficiencia depende del uso.
- Este sistema es más recomendable para edificios que se calientan de forma continuada, y menos en los que el uso es intermitente.
- Existe riesgo de desprendimiento de piezas. El riesgo, no obstante, es mucho menor que en el caso de los sistemas basados en adherencia.

Pero aunque el riesgo es menor, se debe analizar el posible desprendimiento de placas y controlar cuidadosamente su puesta en obra. Existen métodos para garantizar la seguridad ante los desprendimientos resueltos técnicamente al existir elementos y sistemas que garantizan la redundancia de la fijación y la realidad demuestra, que el riesgo de desprendimiento en los casos en que la fijación se confía a la adherencia, son mucho mayores que en el caso de la fachada ventilada.



- “Desprendimiento de placas en las fachadas ventiladas” (imagen obtenida de Google el 2/06/2013)

- En general, con cualquier fachada de piedra, debemos tener en cuenta la climatología, ya que influye en la forma en que envejece el material, sobre todo en zonas húmedas.
- El agua de lluvia puede originar manchas en la fachada, que producen efectos no deseados.
- En ocasiones el agua, en materiales porosos, puede llegar a contribuir al aumento de volumen y producir su rotura, si está coaccionado el movimiento de anclajes.
- El fuego puede llegar a transmitirse planta a planta, por el aislamiento. Según la Sección S1-2 Propagación exterior, en el apartado 1 Medianerías y fachadas, en aquellas fachadas cuyo arranque sea accesible al público, bien desde la rasante exterior o bien desde la cubierta, así como en las fachadas cuya altura sea superior a 18 metros la clase de reacción al fuego será B-s3d2.
- Los materiales calizos y los mármoles empleados como revestimiento suelen tener un buen comportamiento al fuego, aportando sin romperse elevadas temperaturas.
- No aguantan impactos (requieren zócalos amortiguados o protección física, bolardos en el arranque).
- La sustitución de piezas rotas es complicada con determinados sistemas.

2.2.6. COMPONENTES DE LA FACHADA VENTILADA

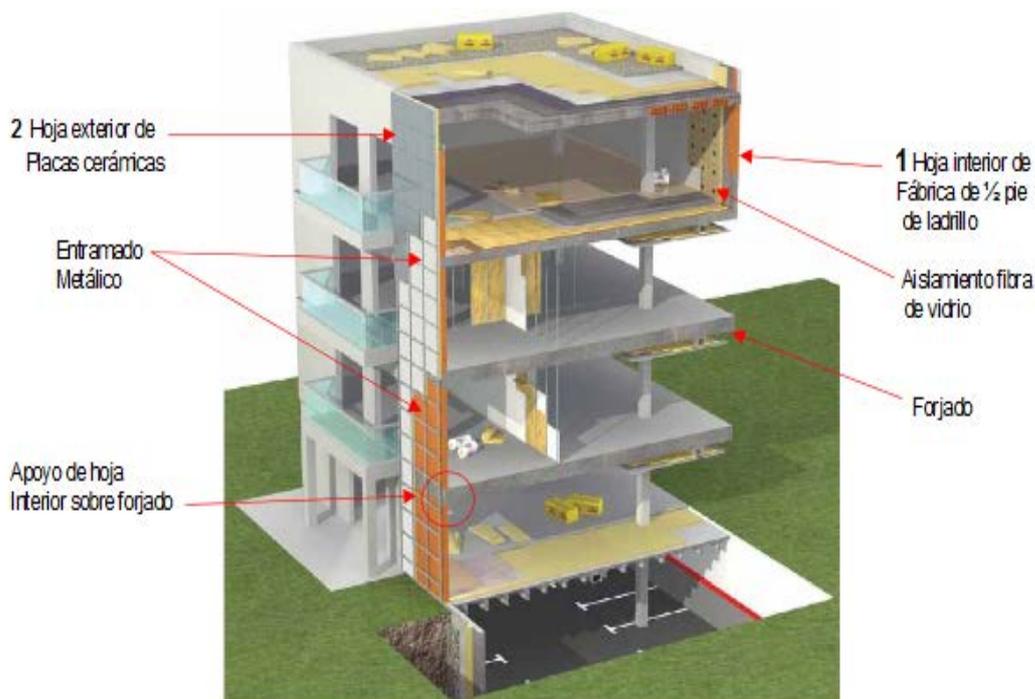
Antes de pasar a nombrar las partes que componen una fachada ventilada se debe definir de una forma general cual es su composición para luego detenernos más concretamente en cada uno de sus componentes.

LA RELACIÓN ENTRE LAS DIVERSAS HOJAS

En la fachada ventilada las hojas interior y exterior dejan de ser como en la fachada convencional dos caras de una misma solución constructiva para convertirse en dos elementos constructivos con misiones y relaciones con el edificio absolutamente diversas.

La hoja interior forma parte del conjunto solidario del edificio. Puede ser portante y recibir la carga de los forjados o puede ser simplemente un cerramiento. En cualquiera de los dos casos la hoja interior estará inserta entre los elementos estructurales. La unión con éstos deberá garantizar una cierta estanqueidad al aire pero sobre todo es un cierre del espacio interior y un soporte estabilizador de la hoja exterior.

La hoja exterior se debe entender como una envolvente global de toda la construcción, tendida sobre ésta como un elemento absolutamente independiente. La cámara de aire se forma inmediatamente detrás de esta hoja exterior creada por soportes metálicos fijados a través de una estructura anclada a la hoja interior. A la cámara se encomienda en gran parte las dos misiones principales de la fachada: la estanqueidad y la protección térmica. A la primera contribuye evacuando el agua que queda penetrar a través de la hoja exterior. El espesor de la cámara no debe ser mayor de diez centímetros, sería inútil e incluso contraproducente. La imagen exterior que presenta este tipo de fachada es la de un muro portante tradicional, por ello se cubren los cantos de los forjados con piezas cerámicas y se ocultan los elementos estructurales que realmente soportan el edificio.



- “Esquema de edificio construido mediante fachada ventilada donde se pueden observar los diferentes componentes” (imagen obtenida de Google el 2/06/2013)

LOS COMPONENTES DE LA FACHADA

1) la hoja interior

La hoja interior forma parte del conjunto solidario del edificio pudiendo ser portante o de cerramiento. Es la parte que transmite los esfuerzos del revestimiento exterior a la estructura del edificio, o que forma parte de ella, y que presenta una deformabilidad acumulada compatible con la libre deformación de los componentes de la hoja exterior.

Ésta deberá garantizar el aislamiento térmico, supondrá el cierre del espacio interior y constituirá el soporte de la hoja exterior.

Normalmente se suele utilizar una fábrica de ladrillo de $\frac{1}{2}$ pie de espesor la cual va enrasada en la línea exterior de los forjados y recibe a los marcos y premarcos de puertas y ventanas, quedando revestida interiormente con enfoscado de cemento o enlucido de yeso o pintura, así como de otros materiales y exteriormente lleva adosado inmediatamente el aislante del que hablaremos más adelante.

La hoja interior de la tipología de cerramiento propuesta se puede llevar a cabo de múltiples formas, aunque sintetizando, está podría estar tres grandes grupos:

- Hoja interior de fábrica.
- Hoja ligera de entramado
- Hoja interior prefabricada

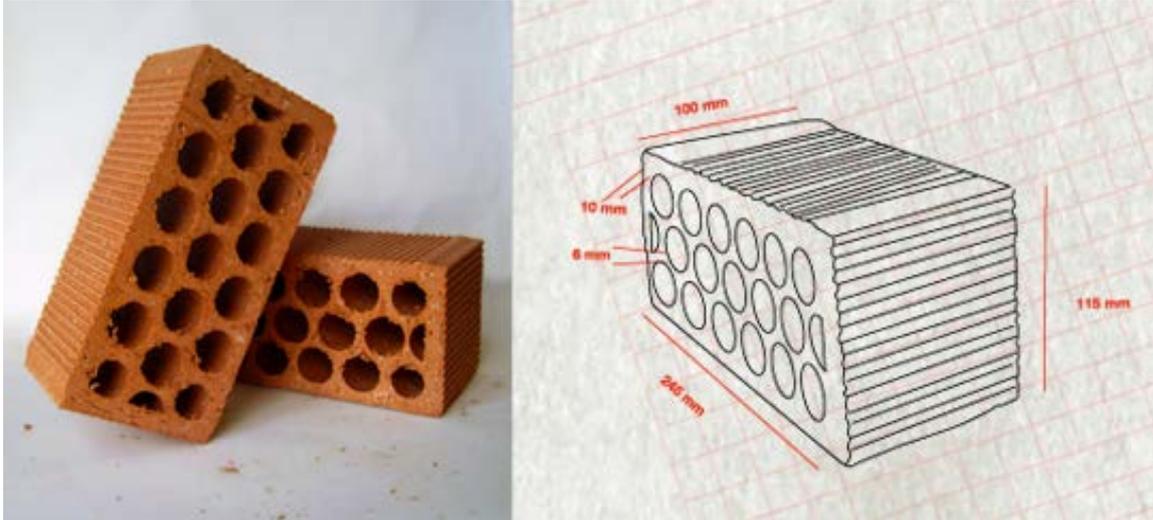
Hoja interior de fábrica

La materialización de la hoja interior puede llevarse a cabo recurriendo a los oficios de la albañilería tradicional, confeccionando fábricas por cualquiera de los sistemas habituales: ladrillo convencional, bloques de hormigón o bloques cerámicos de arcilla aligerada.

Respecto a la utilización de ladrillo para la ejecución de la hoja interior cabe mencionar que el uso de ladrillo hueco de medio pié, dado las solicitaciones excéntricas que genera la hoja exterior junto con las solicitaciones eólicas que por la propia concepción de la tipología constructiva debe soportar, puede no tener la suficiente resistencia por lo que no resulta recomendable su uso salvo que la subestructura de anclaje del material de revestimiento se fije de forjado a forjado liberando a la hoja interior de su función portante, siendo más adecuados en ese aspecto tanto el ladrillo macizo como el ladrillo perforado

Las fábricas de ladrillos y bloques para revestir pueden ser o no portantes. Los ladrillos y bloques para revestir pueden ser según su configuración piezas macizas, perforadas, aligeradas o huecas.

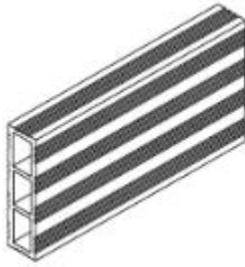
- Piezas Macizas: son aquellas sin perforaciones o con perforaciones que atraviesan por completo los ladrillos o bloques, perpendicularmente a la cara de apoyo, con un volumen de huecos inferior al 25%.
- Piezas Perforadas: son aquellas con una o más perforaciones que atraviesan por completo los ladrillos o bloques, perpendicularmente a la cara de apoyo, con un volumen de huecos entre el 25% y el 45%.
- Piezas Aligeradas: son aquellas con una o más perforaciones que atraviesan por completo los ladrillos o bloques, perpendicularmente a la cara de apoyo, con un volumen de huecos entre el 45% y el 60%.



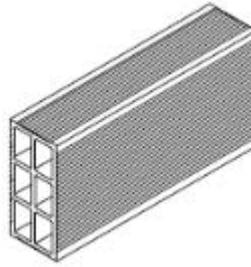
- “Ladrillo perforado” (imagen obtenida de Google el 2/06/2013)



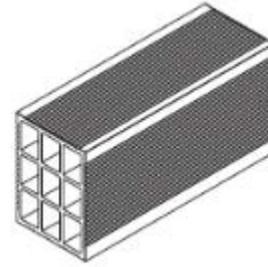
- “Ladrillo aligerados” (imagen obtenida de Google el 2/06/2013)
- Piezas Huecas: son aquellas con uno o más huecos que atraviesan por completo los ladrillos o bloques, paralelamente a la cara de apoyo, con un volumen de huecos inferior al 70%.



Sencillo



doble



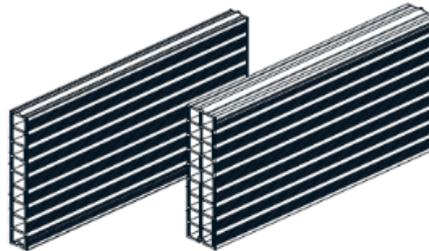
Triple

- “Ladrillos huecos para revestir” (imagen obtenida de Google el 2/06/2013)

Dentro del ladrillo hueco, por su formato y dimensiones podemos encontrar ladrillos de pequeño, mediano y gran tamaño.

Los ladrillos huecos de gran formato son aquellos ladrillos huecos cuyas dimensiones cumplen las siguientes condiciones:

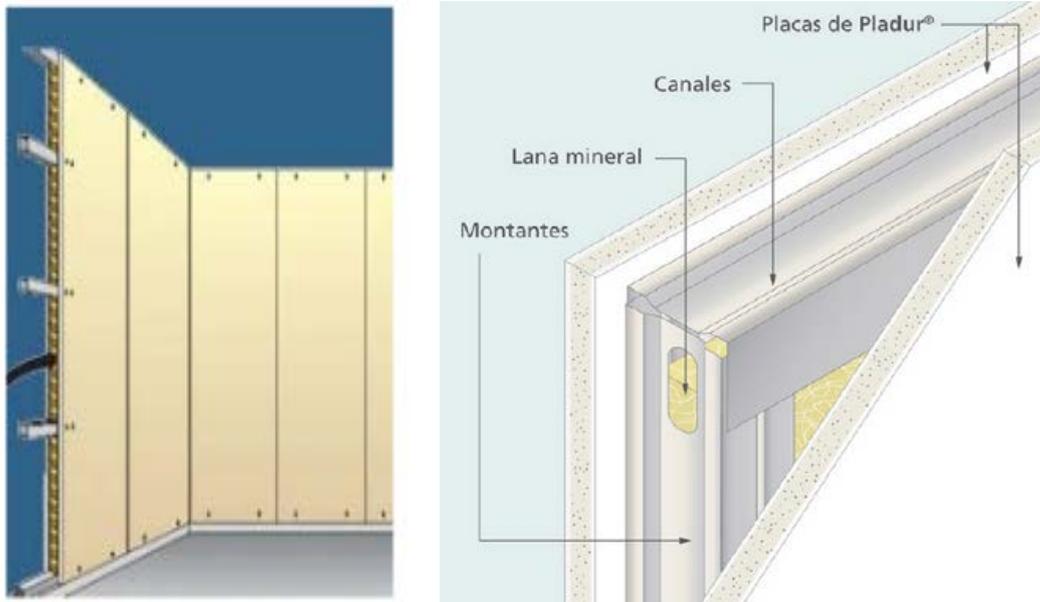
- La longitud será superior a 300mm.
- El grosor será igual o superior a 40mm e inferior a 140mm.



- “Ladrillo hueco gran formato para revestir simple y doble” (imagen obtenida de Google el 2/06/2013)

Hoja ligera de entramado

Los cerramientos realizados a partir de entramados a los que se incorpora tanto el acabado interior como la hoja exterior flotante propia del sistema objeto del presente trabajo constituye una solución singular dentro de la definición genérica adoptada para el mismo.



- “Tabique de pladur y sus componentes” (imagen obtenida de Google el 2/06/2013)

Esta fórmula para resolver la hoja interior se basa en entramados que descomponen el plano del cerramiento en pequeñas superficies, resueltos generalmente con perfiles de acero galvanizado, aluminio extruido o madera, fijados a la estructura del edificio y que sirven de soporte para la recepción de los acabados, tanto interiores como de la propia hoja exterior flotante.

Es el sistema propicio para la incorporación en su cara interior de paneles prefabricados de cartón-yeso, paneles tipo sándwich, paneles de derivados de madera así como cualquier otro tipo de acabado interior prefabricado que permita un rápido montaje de los que existen infinidad en el mercado pudiendo recibir como acabado exterior cualquiera.

Existe el mito de que los sistemas contruidos con placa de yeso laminado (PYL), comúnmente conocida como “pladur”, se están imponiendo en el mercado por ser sistemas baratos y de mala calidad que le aportan mayores beneficios a los promotores... la realidad es muy distinta, éstas son algunas de sus ventajas;

- 1) mejoran el aislamiento térmico y acústico, mejorando así el confort de quienes habitan el edificio.
- 2) aunque el precio de los materiales no es más económico, la velocidad de instalación es mayor, lo que reduce los costes de mano de obra. Evidentemente esto no se refleja necesariamente en el precio del inmueble que responde al equilibrio oferta/demanda.
- 3) son más ligeros que los sistemas de “obra tradicional”, esto reduce la carga sobre la estructura del edificio.
- 4) su instalación es mucho más limpia, y también lo es su demolición, lo que reduce el coste de las reformas posteriores que puedan practicarse. el hecho de que sus componentes sean

100% reciclables, y la facilidad de demolición y transporte de los mismos, contribuye a mejorar la “sostenibilidad” de la edificación.

Sobre lo expuesto referente a las posibilidades de incorporar en la hoja interior del sistema diferentes elementos prefabricados, no puede perderse de vista las exigencias que la tipología constructiva confiere a la misma, por lo que para la elección del mismo en cada caso deberá realizarse un estudio detallado respecto a las condiciones que del mismo se pretenden, puesto que a pesar de las ventajas relativas a la rapidez de montaje y por lo tanto ahorro en mano de obra, implica igualmente restricciones relativas a su posible comportamiento frente a la acción del fuego, comportamiento frente al agua que pueda penetrar en la cámara, estanqueidad frente al viento, inercia térmica.

En este tipo de soluciones debe ser un factor a considerar en el diseño el hecho de disponer un menor número de juntas abiertas de modo que aún permitiendo la suficiente ventilación de la cámara, cuestión fundamental del sistema, se disminuya la exposición a los agentes exterior es de la hoja interior, así como a su estudiada ubicación en aquellos puntos en los suponga menores inconvenientes. En lo relativo a la estanqueidad frente al agua y el aire, además de los criterios de diseño expuestos anteriormente, dada la situación “semi-expuesta” de la hoja interior un aspecto singular de este tipo de sistemas lo constituye la junta.

Hoja interior prefabricada

Por último, entre las posibilidades de confección de la hoja interior de la tipología propuesta, se encuentran los prefabricados de gran formato.

Los paneles prefabricados para la confección de cerramientos existentes en la actualidad en el mercado responden a diferentes tipologías entre las que cabría citar aquellos realizados en hormigón armado, los realizados con hormigón reforzado con fibras de vidrio AR, los que presentan sección maciza recurriendo a aligerantes que proporcionan mejores cualidades aislantes, los que presentan sección hueca alveolar proporcionando cada uno de ellos diferentes propiedades a al mismo. Igualmente en la actualidad se realizan paneles prefabricados multicapa o sándwich que suelen incorporar diferentes acabados que los hacen en sí mismo un sistema integral de cerramiento, son los denominados paneles de hormigón arquitectónico, cuestión que si bien supone un sistema de cerramiento de sumo interés y amplias posibilidades su utilización como hoja interior de la tipología planteada en el presente trabajo, por razones obvias, no se contempla.

A pesar de lo expuesto de forma muy genérica referente a las amplias posibilidades existentes en el ámbito de los paneles prefabricados de gran formato, todos ellos tienen en común la necesidad de atenerse a los elementos y formatos con los que cada fabricante cuente en catálogo o en su defecto a la confección de paneles a medida en cuyo caso su rentabilidad queda supeditada a la repetición del mismo formato, cuestión a la que debe añadirse en ese mismo sentido el tamaño con el que se presentan los componentes de hoja exterior, por lo que los cerramientos que se resuelvan con hoja interior mediante paneles

prefabricados de gran formato y elementos igualmente prefabricados en la hoja exterior requerirán de un exhaustivo proceso de coordinación modular.

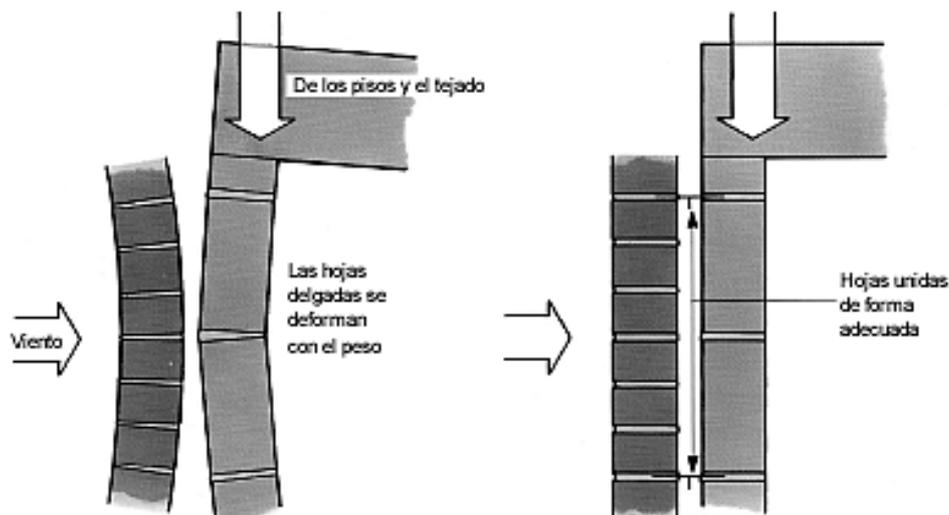


- “Acabado con cerramiento prefabricado” (imagen obtenida de Google el 5/06/2013)

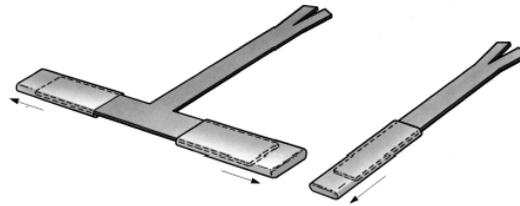
2) LA HOJA EXTERIOR

La hoja exterior debe entenderse como una envolvente global del edificio, tendida sobre éste como un elemento absolutamente independiente. Su función es la de conformar la cámara de aire y definir la imagen exterior del edificio.

Puede estar formada por cualquier material que resista la intemperie. Los materiales que se pueden emplear son diversos: ladrillo cara vista, ladrillo con revestimiento continuo, aplacado de piedra, paneles metálicos, paneles de alta densidad, o nuevos materiales como veremos más adelante. Ambas capas deben ser lo más independientes posible, aunque lógicamente, la exterior debe anclarse mediante llaves a la interior, o a elementos de la estructura como son los forjados, para ser estable



- “Colocación de llaves entre hojas para dar mayor estabilidad” (imagen obtenida de Google el 5/06/2013)



- “Llave para agarre de hojas, proporcionan mayor estabilidad” (imagen obtenida de Google el 5/06/2013)

La hoja exterior puede tener espesores variables según el material empleado para resolverla, con la única limitación que establece su propia estabilidad y la unión de las piezas. Los casos más habituales podrían ser el de fachada ventilada con hoja exterior constituida por un muro de medio pie de ladrillo con o sin revoco exterior o el de un chapado de piedra y cerámica sujeta con un entramado metálico. En todo caso, el sistema de sujeción debe ser el adecuado para anclar el material elegido. Algunos de los materiales de los que hablaremos en el punto 8 son:

- Piedra natural
- Cerámica
- Baldosa de Gres
- Gres porcelánico
- Composite
- Panel fenólico

LA CÁMARA DE AIRE

La cámara de aire situada entre la hoja exterior y el aislamiento, evacua el agua que pueda penetrar a través de la hoja exterior, de manera que en ningún caso pueda llegar hasta la hoja interior. Así garantiza la estanqueidad y que la hoja interior esté siempre seca.

Para ello es preciso que en caso de haber alambres que forman las lañas de unión (en caso de hoja exterior de ladrillo) así como fijaciones metálicas a modo de entramado (en caso de aplacados de piedra cerámica, etc.) y que son el único contacto entre las dos hojas, tengan un pliegue central que actúe de goterón o una pequeña inclinación hacia el plano de fachada. Además, el calor que acumula la cámara se evacua por convección ascendente, de manera que el elemento interior queda perfectamente protegido de los aportes solares directos.

EL AISLAMIENTO

El aislamiento se ha de colocar en la cara exterior de la hoja interior del cerramiento (o lo que es lo mismo en el trasdós de la hoja interior y portante) este queda fijado a la cara externa del muro soporte con algún sistema de perfiles de anclaje.

Las posibles condensaciones de agua se evaporaran, gracias a la colocación del aislamiento continuo (pasándolo por delante de la estructura) y en determinadas zonas de una lamina corta vapor. La lámina impermeabilizante se coloca en el encuentro del forjado y la fachada para recoger el aire de condensación.

La fábrica exterior se reviste por el interior con un enfoscado de cemento. La cámara de aire da estanqueidad y la resistencia térmica de ésta depende de sí está ventilada o no. A partir de dos centímetros la resistencia térmica de la cámara de aire aumenta y a partir de los cinco centímetros la cámara de aire vuelve a perder resistencia térmica

Los tipos de aislamiento que existen actualmente en el mercado son:

- 1) Poliestireno expansible: se presenta en planchas rígidas con gran capacidad de carga. Se utiliza en cubiertas planas e inclinadas, no en invertidas. También se utiliza en fachadas tanto en el exterior como en el interior. Admite revocos armados con fibra de vidrio.



- “Láminas de poliestireno expandido”(imagen obtenida de Google el 5/06/2013)

Se usa mucho en paneles sándwich o en fachada de prefabricados de hormigón. Se usa como aislante acústico contra impacto u térmico en calefacción por suelo radiante.

- 2) Poliestireno extruido o extrusionado: es un aislante de poro cerrado, y color azul grisáceo, tiene una baja absorción al agua y una nula capilaridad. Es resistente a la compresión. Es ideal para 87 cubiertas invertidas. Se fija con adhesivo a muros y suelo. También se usa en fachadas ventiladas y se fija con setas. Se usa como encofrado perdido y a veces en paneles sándwich.



- “Láminas de poliestireno extruido” (imagen obtenida de Google el 5/06/2013)

- 3) Poliuretano: generalmente se aplica proyectado en espuma. Es el aislante más fácil y rápido de ejecución, el más eficaz y él más caro. Desprende gases tóxicos en caso de incendio, por eso solo se usa en exteriores, en fachadas ventiladas y entre cámaras. También se usa para rellenar los anclajes y las fisuras de otros aislantes. Se aplica en forma líquida y en pocos minutos alcanza 30 veces su volumen. Toma una consistencia de plástico sólido y es muy adherente.



- “Poliuretano” (Imagen obtenida de Google el 5/06/2013)

- 4) Fibras de vidrio: se presentan en mantas/fieltros o en paneles rígidos semi-aglomerados con resinas termofijables, llevan adosada a una cara un papel craft, alquitranado o un film de polietileno que actúa como barrera de vapor y lámina impermeable. Se usan en cubiertas inclinadas de tabiquillos y para cubrir instalaciones. No soportan carga. Si se presenta en paneles rígidos, se pueden usar en suelos, y en cerramientos verticales con cámara de aire ventilada.



- “Fibras de vidrio” (imagen obtenida de Google el 5/06/2013)

- 5) Vidrio celular: es un aislante que se obtiene de la fusión de polvo de vidrio. Tiene gran resistencia al fuego y a la compresión. No absorbe el agua y puede actuar como barrera de vapor. Es de color gris.



- “Vidrio celular” (Imagen obtenida de Google el 5/06/2013)⁹

6) *Perlitas, fibra mineral y espumas de urea-formol*: este tipo de aislante se usa para rellenar cámaras.



- “Espumas de urea-formol” (imagen obtenida de Google el 5/06/2013)

Pero de todos los nombrados anteriormente los más empleados en fachadas ventiladas son:

- El Poliuretano “in situ”, con una cuota de mercado del 95%.
- La lana de roca impermeable, que comprendería lo que resta de porcentaje.

Según algunos estudios es mejor a efectos de incendios la lana de roca, pero su precio es mayor y requiere de una superficie lisa para poder fijarla mediante anclajes, obligando a efectuar un enfoscado en soportes de piezas cerámicas.

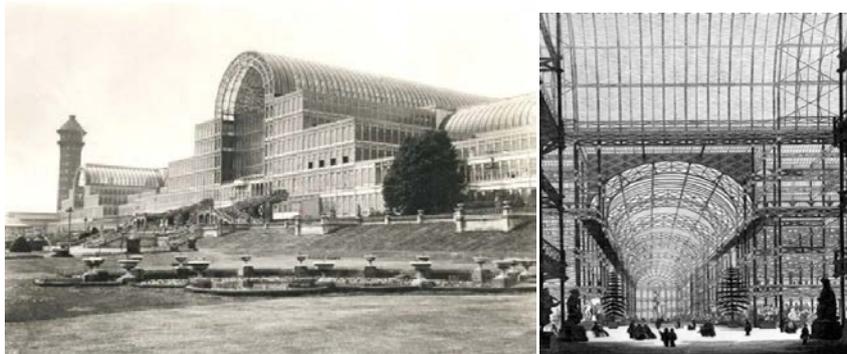
Hay que tener presente que la densidad del poliuretano proyectado in situ se puede controlar de una forma muy simple y es mediante el tallado una probeta, de unas dimensiones dadas que posteriormente se pesa.

Otro punto a controlar, es si realmente el poliuretano está curado o no. La forma de determinarlo es pinchando el aislante y si el punzón sale húmedo es que aún no ha finalizado el proceso.

Este dato es importante dado que si el material no está curado puede llegar a seguir aumentando de volumen.

2.2.7. PRIMEROS PASOS DE LA FACHADA LIGERA (MURO CORTINA)

El muro cortina tiene sus orígenes en la arquitectura del siglo XIX, cuando la innovación en la tecnología del vidrio y la generalización de los perfiles metálicos permitió construir los primeros cerramientos ligeros, transparentes y completamente exentos del sistema estructural del edificio. Se considera al Crystal Palace de Londres (Paxton, 1851) el precursor de los cerramientos acristalados, y en especial del muro cortina: un edificio de grandes dimensiones y gran ligereza, con una compleja geometría, íntegramente prefabricado y montado en un tiempo record, Por primera vez se plantea en toda su novedad un espacio habitable totalmente acristalado.



- “Edificio Crystal Palace de Londres” (imágenes obtenidas de Google el 7/06/2013)

Es una década en la que se crea una importante construcción industrializada y en la que aparecen nuevos antecedentes de paneles de cierre ligeros. Así, el primer edificio conocido que utiliza la chapa de hierro en sus fachadas es el almacén naval de Sheerness, construido en 1958 por el ingeniero G.T. Greene.

El concepto de fachada ligera, como se puede observar, ya estaba creado al finalizar el siglo XIX, pero se asociaba exclusivamente con el vidrio. Pasan varias décadas para que se clarifique la idea de la moderna construcción reticular en la que se dispone un esqueleto

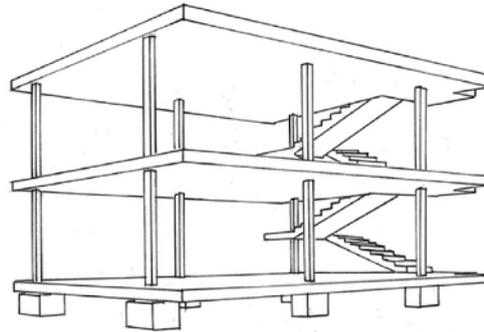
estructural cerrado y compartimentado con piezas superficiales que actúan como membranas y que pueden ser transparentes u opacas. En realidad estas membranas podrían ser todo lo finas que se quisiera porque no afectan a la estabilidad de la construcción, pero deben cumplir por necesidad las funciones de aislamiento térmico y acústico, problema que resuelven los nuevos productos químicos creados a lo largo del siglo XIX, que permiten reducir gruesos de fachadas y tabiques.

Se considera que el primer edificio construido completamente con pilares de fundición, forjados con estructura metálica y cerramientos de fachada no portantes fue el Second Leiter Building de Chicago (Jenney & Mundie, 1891).



- "Second leiter building" (imágenes obtenidas de Google el 7/06/2013)

Todos los avances sobre estos tipos de edificios llegan a los arquitectos de la mano del Movimiento Moderno. Primero las obras pioneras, como la sala de Turbinas de AEG (refiriéndonos a la sala iluminada) en Berlín (Behrens, 1909) o la Faguswerk en Alfed (Gropius, 1911), y poco después los primeros edificios de pisos, como el Bauhaus, el Pabellón Suizo y la Cite Refuge en Paris (Le Corbusier, 1933). La técnica continua siendo muy elemental aun: si los nuevos cerramientos ligeros son todavía de fabrica, el muro cortina cuenta con poco más que unas rudimentarias secciones de acero laminado y unos vidrios de prestaciones muy básicas. El cerramiento que buscan los pioneros de la arquitectura moderna indudablemente es el ideal, es decir, el que respondiera a los ideales de la nueva tradición arquitectónica y constructiva que se estaba gestando. Se buscara por lo tanto un cerramiento nuevo, no portante, que sea capaz de asumir la estructura de esqueleto planteada por Le Corbusier cuando dibuja la estructura de las casas Dom-Ino.



- “Casa dom-ino por Le Corbusier” (imagen obtenida de Google el 7/06/2013)

Es decir, un cerramiento por tanto ligero es un cerramiento de poco peso, de poco espesor, auto portante, multicapas, montado en seco, de grandes dimensiones y que cumpla las exigencias de todo cerramiento: impermeabilidad, aislamiento acústico y térmico, etc.

A finales del siglo XIX el vidrio como material capaz de superar la antítesis histórica entre interior y exterior, paso de ser una utopía brillantemente constatada por Le Corbusier, a abandonar rápidamente la utopía de una piel toda de vidrio y empezar a hablar de la frenetre en Langer, una concepción del cerramiento en la que se alternan los paños transparentes o translucidos con otros ciegos que aportan una inercia térmica mayor al conjunto de cierre. Hasta que la investigación no se dirigió a la consecución de grandes o pequeños paneles, colgados de la estructura con anclajes que permitieran su libre dilatación, no se logró evitar la fisuración de las fachadas y la consiguiente entrada de agua en el interior de las edificaciones. En el desarrollo de los edificios en altura, las primeras soluciones al muro cortina empiezan a ser impresionantes por su inventiva y nivel tecnológico: el Equitable Saving Bank de Portland (Belluschi, 1948), la Lever House de Nueva York (S.O.M., 1952), el Edificio Seagram (Mies Van der Rohe y Philip Johnson, Nueva York 1958), son los primeros rascacielos con muro cortina continuo y exterior a la estructura, construidos con el sistema de montante y travesaño, con aire acondicionado, acristalamientos tintados, etc.



“la lever house de Nueva York “ “equitable saving bank de portland”

- (imágenes obtenidas de Google el 7/06/2013)

En España, esta clase de fachada comenzó a construirse a partir de los años cincuenta. Un ejemplo destacable es el edificio de oficinas de Olivetti (1960-1964), en Barcelona, llevado a cabo por los arquitectos Ludovico Belgiojoso, Enrico Peressutti y Ernesto N. Rogers.



- “Edificio Olivett en Barcelona” (imagen obtenida de Google el 7/06/2013)

Este edificio introduce en la trama urbana de Barcelona la vanguardia del diseño internacional con el mecenazgo de Adriano Olivetti. Hoy en día los sistemas de paneles ligeros de fachada ya no son exclusivos de pioneros, al estar comercializados a través de numerosas firmas que ofrecen un extenso catalogo en el que figuran materiales como el acero, el aluminio, el vidrio, la madera o los plásticos, con una variada tipología que se puede adaptar a casi cualquier necesidad mediante sistemas abiertos que admiten variaciones, o cerrados, a la medida para cada caso particular. Todos ellos tienen las ventajas de la construcción en seco: las piezas vienen realizadas de fábrica con un importante grado de control y precisión y no hay más labor en obra que una operación de ensamblaje, por lo general extraordinariamente rápida. El concepto de estas fachadas ligeras es el de un vestido que se cuelga del cuerpo del edificio con unos cuantos toques de sastrería, tanto es así que se está convirtiendo en un tema cada vez más frecuente en arquitectura el cambio de fachada, como se cambia de traje.

2.2.8. OTRAS SOLUCIONES EN FACHADAS. UTILIZACIÓN DE FACHADAS VERDES COMO SOLUCIÓN SOSTENIBLE

Las plantas que son capaces de subir en cualquier objeto (enredaderas) existen desde siempre, el que hace difícil de datar el inicio real de las paredes verde.



- “Cascada” (Imagen obtenida de Google el 10/05/2013)

Las primeras apariciones de esta vegetación se pudieron observar en cascadas y acantilados.

La vegetación, tiene una interesante influencia en la arquitectura por su capacidad para transformarla. La intervención estética de la vegetación, mediante sus juegos de luz y sombra, color, sonido y olores, tiene una sólida tradición en la arquitectura. Por otro lado también está su intervención más funcional. Esto es debido principalmente a sus excelentes cualidades aislantes, resultantes de la combinación de plantas y una capa de tierra, que en climas fríos, retiene el calor dentro del edificio, y en climas cálidos ayuda a mantener el calor fuera.

La utilización de cubiertas verdes y jardines verticales, como parte o complemento de la arquitectura, o como elemento de definición espacial, viene desde tiempos antiguos.



- “Reconstrucción artística de babilonia, con los jardines colgantes en primer plano, efectuada en un cuadro del pintor del siglo xvi Martin Heemskerck” (imagen obtenida de “Wikipedia”)

La primera utilización del verde fue en el año 2300 a.C: fueron los jardines de Babilonia construidos por el rey Nabucodonosor para su esposa Amytis.

El rey ordenó montículos artificiales, colinas y cursos de agua, estos fueron plantados con árboles exóticos, arbustos y plantas colgantes. El rey hizo todo esto para que su reina no sintiera un desarraigo por su país natal "Persia". Los jardines mesopotámicos de Babilonia son conocidos como una de las siete maravillas del mundo antiguo

Desde los míticos jardines colgantes de Babilonia, hasta la cuidadosa utilización de esta, en la llamada arquitectura orgánica, la vegetación ha servido a los diseñadores no solo para acentuar o aligerar la arquitectura, sino también, para crearla y transformarla.



- "Canopo en Villa Adriana, que imitaba la villa egipcia de canopus, un lugar de recreo cercano a Alejandría. Tivoli" (imagen obtenida de Wikipedia).

Es notable la aportación de la cultura romana en la arquitectura vegetal, como por ejemplo a través de *Villa Adriana* en *Tivoli*, donde los edificios se integran en el paisaje mediante grandes pórticos y galerías que dan a jardines colgantes. Los romanos también colocaron árboles en lo alto de edificios institucionales, así como en los mausoleos de sus emperadores.

Otro ejemplo histórico del uso de vegetación, se puede encontrar en el periodo gótico, donde multitud de muros de iglesias, palacios y patios, de la época se cubrían con guirnaldas y tramos florales, con el fin de aligerar la contundente gravedad de la mampostería de su arquitectura.



- "Fontana dell'Ovato, en Villa Adriana a Tivoli" (imagen obtenida de Google).

En el Renacimiento (1400-1600), el redescubrimiento de los clásicos modelos romanos como Vitrubio, por parte de los arquitectos y artistas en general, inspiró el uso de la vegetación en la arquitectura, subordinando en muchos casos las construcciones a los principios y los simbolismos del arte de la jardinería como en la Fontana dell'Ovato en Tivoli.



- “Pavillon de Jussieu en los jardines de Versalle” (foto realizada en Versailles el 14/4/2013 por los integrantes del proyecto)

Entre el 1650 y 1830 las paredes de fruta eran extremadamente popular, como podemos observar en los jardines del palacio de Luis XIV en Versailles acerca del 1680; a partir de este periodo artístico, se crea una corriente de influencia en posteriores periodos artísticos como el clasicismo o el barroco, donde se puede hablar de una autentica arquitectura de la naturaleza, que concibe la naturaleza como una continuación mas del edificio, añadiendo a las edificaciones existentes una nueva edificación con grandes ventanales para conservar en invierno todo tipo de plantas frutales y meridionales.

2.2.8.1. FRIEDRICH STOWASSER.

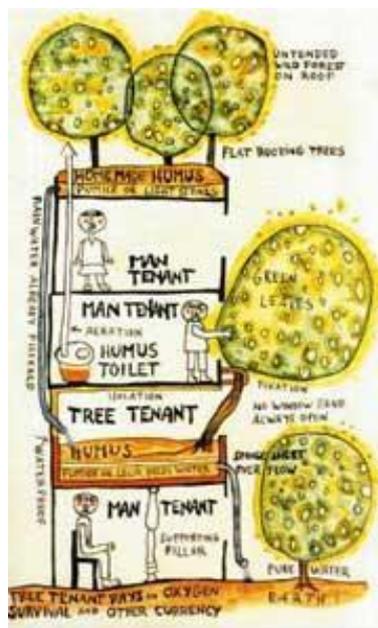


- “Friedrich Stowasser 1928-2000” (foto obtenida de Wikipedia el 14/5/2013)

Hoy por hoy podemos hablar sobre Friedensreich Hundertwasser (su verdadero nombre es Friedrich Stowasser 1928-2000), un precursor del desarrollo sostenible, que en tiempos impensables, fue un impulsor del movimiento ambiental, donde exponía vigorosamente las teorías “eco-friendly” y realizó edificios “verdes” y de bajo consumo.

Hundertwasser se formó profesionalmente como pintor, pero muy pronto empezó a realizar muchos edificios en lo que utiliza las vegetaciones como elemento arquitectónico; los techos, terrazas, balcones, y fachadas están cubiertas mediante plantas y vegetación.

En una de sus publicaciones “El árbol inquilino” (1981) se dice que el árbol, a la misma manera que el hombre, es un inquilino real, es una parte integral de la casa y por tanto la “planta”, fiel a su principio, debe estar en armonía con la casa y con la naturaleza: “For a more human architecture in harmony with nature”.



- “El árbol inquilino” (foto obtenida de Wikipedia el 14/5/2013)

Para entender la teoría del “Árbol inquilino”, es necesario hacer referencia al Museo Rupertinum en Salzburgo. Los árboles inquilinos se colocan en tres lados para que, desde cualquier punto se observe el museo, si miras el museo siempre veras al menos un árbol. Los árboles son concebidos como el símbolo de los grandes cambios para épocas posteriores, por lo que se reservara un espacio para la vegetación y para los árboles como compañeros del hombre. El concepto de que “el arte es el puente entre el hombre y la naturaleza” debe ser percibido y no ser solo una teoría.

Según Hundertwasser los beneficios son evidentes y con el paso del tiempo, aumentarán en sintonía con el crecimiento del árbol inquilino, al crecer y desarrollarse, las raíces son afectadas por el volumen de la tierra. El árbol inquilino paga el dinero del alquiler de una manera mucho más preciosa que el inquilino humano:

- Proporciona oxígeno.
- Regula el clima.
- Atenúa las diferencias de frío-calor, húmedo-seco.
- Es un aspirador en funcionamiento constante.
- Protege del ruido, aliviando así el eco.
- Despensa belleza visible desde lejos.
- Estabiliza el estado de ánimo de las personas afectadas por la vida urbana.
- Es un símbolo y un estímulo para una nueva orientación de nuestra sociedad (reforestación de los centros urbanos).

La ubicación propuesta para los árboles inquilinos puede variar. Ellos ocupan un pequeño espacio en las habitaciones y tienen la ventaja de dinamizar y mejorar el medio ambiente.

La colocación de los árboles inquilinos debe ser analizada y requiere un buen aislamiento.

Las ventanas se mueven detrás del árbol inquilino, por lo que es para formar una especie de pequeño arco ventana de amplitud hacia el interior de unos 1-3 m. Incluso en los lados de los árboles inquilinos deben ser colocados ventanas de modo que su territorio es visible desde múltiples ubicaciones.

“Que todo sea recubierto de vegetación” (1980), de esta manera llamó a uno de sus ensayos, así como “Haz el bien a tu ciudad. Utiliza el transporte público”, slogan de uno de sus carteles publicitarios



- “Que todo sea recubierto de vegetación” (foto obtenida de Wikipedia el 14/5/2013)

¿Por qué cubrir las paredes de vegetación está considerado un crimen? Tenemos que proteger la vegetación porque no daña a nadie y no implica ningún riesgo para las personas. Lo importante es pedir el consentimiento del los inquilinos.

Las leyes y regulaciones que han resultado perjudiciales (que no están adaptadas a los cambios en la estructura social, las nuevas emergencias ambientales y los nuevos supuestos, los conocimientos y los objetivos de nuestra civilización) deben ser rechazadas, a la espera de nuevas leyes y de una nueva legislación para que tengan en cuenta la situación actual. Véase, por ejemplo, la actitud tolerante de las autoridades hacia los que se bañan desnudos. Vivimos en un estado de emergencia, en el que se debería dar prioridad a la vegetación en vez de intentar regularla. Si las paredes están cubiertas de vegetación, ¿quién pierde? Incluso el vecino que vive arriba obtiene unas ventajas:

- con el enriquecimiento de oxígeno en el aire que respiramos.
- con la reducción del polvo; las plantas fijan el polvo que se lava a continuación por la lluvia, al actuar como un aspirador silencioso.
- con la reducción de la contaminación acústica, las plantas absorben los sonidos y efectos de sonido.
- con un mejor clima, reduciendo el efecto invernadero en las inmediaciones, los cambios de frío / calor se atenúan.
- incluso los acusadores más ardientes no pueden considerarse mariposas como parásitos dañinos.
- la superficie exterior de la vivienda, de los que no quieren el verde, se puede dejar como está, y esto es parte del derecho de la ventana.
- así como parte de su derecho es oponerse al verde, no si puede oponerse si su vecino decide cubrir la pared exterior de color verde en su casa con sus hogares.

Hoy en día es muy conocido por sus diseños arquitectónicos revolucionario, que suelen incorporar características naturales a los paisajes, mediante el uso de formas irregulares en los edificios que diseña.



- “Hundertwasserhaus” (foto obtenida de Wikipedia el 14/5/2013)

Los denominados: “Hundertwasserhaus”, son apartamentos de bajo coste en Viena, tienen la característica de ser pisos ondulantes (“un piso ondulado en una melodía para los pies”), un tejado recubierto de tierra y vegetación, y grande árboles creciendo en las habitaciones, con sus limbo extendiéndose por las ventanas. Este edificio fue construido con materiales ecológicos: ladrillos de arcilla para los muros, puertas y ventana de madera, pavimento de cerámica, pegamentos, pintura, cortinas y las alfombras son de origen natural. Para hacer más eficiente el edificio, las paredes son espesas, triple acristalamiento con accesorios especiales y se produce agua caliente por medio de bombas de calor.



- “Hundertwasserhaus” (foto obtenida de Wikipedia el 14/5/2013)

El pensaba que la arquitectura estándar no podía denominarse como arte, y declaró que el diseño de cualquier edificio debería estar influenciado por la estética de cada uno de sus habitantes, reivindicaba el derecho de cada individuo a participar del diseño de la propia vivienda, incluso en la fachada de los apartamentos.

Todas sus construcciones llevan su inconfundible marca, no existe la simetría ni el ritmo monótono, y siempre ostentan o esconden una espiral, su forma favorita.

Un elemento constructivo muy importante para él es la ventana, parece un filósofo metafísico cuando habla de “los derecho de la ventana”. Hundertwasser creía que las ventanas tenían mayor importancia que los muros. El pensaba que “El hombre está envuelto en 3 capas: la piel, la ropa y la pared de la casa. Las ventanas son el puente entre el interior y el exterior, como así son los poros de la piel. Las ventana son el equivalente de los ojos”. A través de la ventana, el inquilino mira fuera, pero también es un filtro para los de afuera, así que cada ventana tiene su propia historia, tiene algo diferente a los demás, es única, es original. Al observar cualquiera de sus diseños se puede apreciar que el artista dibujaba una ventana diferente a la otra, por su tamaño, por el color y por la decoración.



- “Los derecho de la ventana: idea difusa en Hudertwasser” (imagen obtenida de google el 14/5/2013)

2.2.8.2. EFECTOS MAS RELEVANTES DE UNA FACHADA VERDE

La construcción y la actividad de los edificios ejercen efectos nocivos en el medio ambiente, ya que los procedimientos para su construcción y mantenimiento no son adecuados desde el punto de vista ecológico. En cada proceso y actividad de la edificación, junto con la eliminación de los residuos que se producen, son necesarios aportes de energía y el uso de medios de transportes contaminantes, con la consiguiente producción de materiales tóxicos dañinos para las personas y la naturaleza.

En los países más industrializados y también en zonas de gran densidad de población en pos de la globalización y de una sociedad de la comunicación en rápido desarrollo se levantan cada vez más complejos arquitectónicos y de servicios de mayor envergadura. Sobre todo en las grandes ciudades del este asiático, donde se han construido, y se siguen haciendo, millones de metros cuadrados de edificaciones que con estándares tecnológicos anticuados, aceleran el consumo de energía y recursos. Este panorama, haría imprescindible un profundo cambio en el concepto del diseño de los edificios, es por ello que la planificación es cada vez más importante y en un futuro no muy lejano ya no será posible discutir sobre ideas arquitectónicas sin tener en cuenta la sostenibilidad.

El edificio del futuro, sostenible y duradero, deberá ser algo más que una envolvente térmica. La unión entre el interior y el exterior debe ganar importancia en la arquitectura, del mismo modo que la protección del edificio frente a los elementos, es cada vez más eficaz gracias a las nuevas técnicas y materiales. De este modo, un edificio más cercano al entorno, sería aquel que usara la vegetación como una piel más del edificio, posibilitando el control y la regulación de los flujos energéticos, además de reflejar los nuevos valores y la mentalidad del edificio, así también el logro psicológico que puede suponer un cerramiento vegetativo con la posibilidad de distinguir el cambio de la luz diurna sobre sus superficies y experimentar el efecto del viento o la lluvia en esta nueva piel, parece un componente esencial para definir una arquitectura integral y vivencial para el nuevo siglo.

Efectos más relevantes de una fachada verde:

- Incidencia del sol.
- Incidencia del viento sobre la edificación.
- Ruido ambiental y la contaminación acústica.
- Contaminación del ambiente exterior.
- Isla de calor urbano.
- Naturaleza y biodiversidad urbana.
- Producción de energía renovable.

- Efectos psicológicos.
- Aspectos económicos.

Incidencia del sol

Estudios pioneros realizados por A. Hoyano¹ demuestran, que la transmisión de energía calorífica a través de un muro de hormigón, es significativamente inferior si este está recubierto exteriormente por una capa de vegetación.

Durante el verano, las paredes crean un aumento de las temperaturas (en invierno ocurre el efecto contrario) dentro de los edificios aumentando la demanda de sistemas de refrigeración, consumiendo más energía.

Una pared verde puede reducir la temperatura hasta 10 °C cuando está cubierta de plantas y el suelo se encuentra húmedo. En 1979 una investigación llevada a cabo por Akira Hoyano (Profesor del Instituto Tecnológico de Tokio), un pionero de la arquitectura pasiva y de bajo consumo, reveló que la energía térmica que pasa a través de un pared verde, fue significativamente menor que en un muro de hormigón.

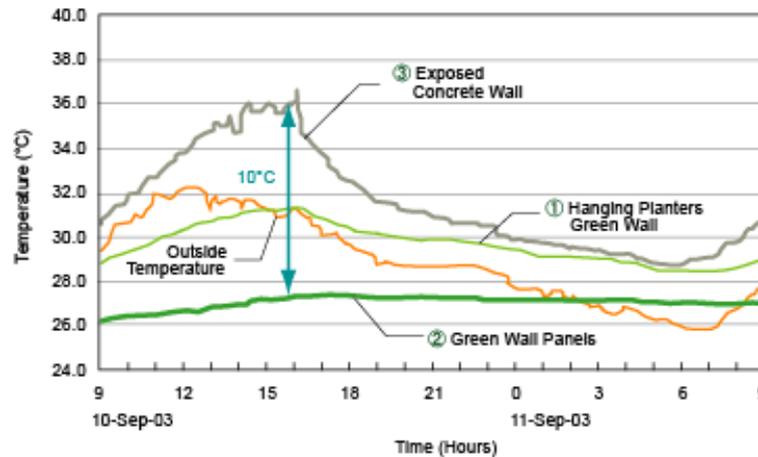
El Gobierno de la Ciudad de Tokio realizó un estudio para medir los efectos de las paredes verdes sobre el efecto en las ciudades y en esencia, confirmar los hallazgos del profesor Hoyano. Fueron capaces de deducir la importancia de las paredes verdes en la refrigeración de los edificios y la lucha contra el efecto “isla de calor”.



- “Colocación de los instrumentos de medición. HOYANO, A. (1998)” (Imagen obtenida de Google el 10/06/2013)

1: Akira Hoyano (profesor del instituto tecnológico de Tokio)

● Temperature variation of Green Walls



- “Distribución de temperaturas a través de una fachada cubierta con vegetación (hiedra) y sin cubrir. hoyano, a. (1998)” (imagen obtenida de Google el 10/06/2013)

Las pruebas que se realizaron se muestran en el gráfico. Se descubrió que las paredes verdes reducen la temperatura hasta en 10 °C. También se concluyó una reducción en la transferencia de energía en un edificio de ~ 0.24kWh/m2. Los cálculos tomados en la pared verde dependen en gran medida de la dirección, el ángulo del sol en su región local, y muchos otros factores que hacen que el cálculo de ahorro de energía sea un trabajo complejo.

Del 100% de la energía que reciben las hojas a través del sol, entre un 5 y un 30% se refleja, entre un 5 y un 20% se utiliza para la fotosíntesis, entre un 10 y un 50% se transforma en calor, entre un 20 y un 40% se utiliza para la evaporación de los cultivos, y entre un 5 y un 30% penetra a través de la vegetación. Además, la capa vegetal reduce la cantidad de rayos UV que llega directamente a la pared. Los rayos UV deterioran los materiales de construcción y afectan la durabilidad de revestimientos, pinturas, plásticos, etc.

Las temperaturas superficiales en sistemas de fachadas vegetales, han sido observadas en diferentes escenarios en la Universidad de Toronto desde 1996. El informe muestra como el efecto sombra de los sistemas de vegetación vertical, reduce la energía utilizada para el enfriamiento, en aproximadamente un 23% y la energía utilizada por los ventiladores en un 20%. El resultando es una reducción anual del 8% en el consumo de energía para acondicionamiento.

Incidencia del viento sobre la edificación

La presencia de vegetación genera brisas que refrescan el ambiente alrededor de los edificios: al refrescar la temperatura se genera un flujo de aire, ya que el desequilibrio entre pequeñas masas de aire a diferente temperatura, y por tanto diferente densidad, genera esta circulación natural. Además, la vegetación actúa como 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. Incluso las enredaderas o vegetación cercana a las paredes reducen la velocidad del viento en la proximidad del muro.

Según un estudio realizado en la Universidad de Queens, en invierno, el viento frío juega un papel crucial en la reducción de la temperatura dentro de los edificios. Incluso en edificios herméticos, el viento reduce la eficacia del aislamiento térmico ordinario. Protegiendo el edificio del viento frío, la demanda de calefacción se puede reducir en un 25%

Ruido ambiental y la contaminación acústica

Debido a sus propiedades, hace años que las plantas y los árboles se utilizan como barreras contra el ruido producido por el tráfico rodado y la contaminación acústica urbana. Y que la vegetación puede atenuar bajas y altas frecuencias, gracias a su porosidad y su capacidad para vibrar respectivamente.

Hay estudios que indican que las hojas de las plantas atenúan el sonido en forma de energía acústica en pequeñas cantidades. Por lo que ayudan a absorber el eco rebotado en los edificios, y a amortiguar ciertos sonidos fuertes, típicos las ciudades modernas. Esto posible gracias a que el sonido que llega a las hojas, es amortiguada mediante reflexión, refracción y absorción de esta energía acústica. Una parte de la energía sonora que llega a las hojas, hace que esta vibre. La otra parte de la energía acústica, es reflejada y difractada alrededor de la hoja. Indican también que el índice de reducción de ruido es proporcional al número de plantas presentes.

Contaminación del ambiente exterior

El dióxido de carbono (CO^2) es un producto de la descomposición de materia orgánica y de la combustión combustibles fósiles, para el funcionamiento principalmente de vehículos, centrales eléctricas y calderas de fábricas y hogares.

En las áreas urbanas, los procesos de combustión son tales, que el contenido de CO^2 en el aire llega a niveles altísimos, en cambio, el de oxígeno libre (O^2) disminuye drásticamente (particularmente en ausencia de viento).

Además, el dióxido de carbono junto al vapor de agua y otros gases, es uno de los gases de causantes del efecto invernadero que contribuyen a que la Tierra tenga una temperatura habitable. Por otro lado, un exceso de dióxido de carbono se supone que acentuaría el fenómeno conocido como efecto invernadero, al reducir la emisión de calor al espacio y provocando un mayor calentamiento del planeta.

La influencia de la vegetación en la reducción de CO^2 , se basa en dos conceptos:

- El proceso fotosintético: no se puede afirmar que la vegetación produzca oxígeno propiamente, sino que lo que en realidad hace es, mediante el proceso fotosintético,

liberar al oxígeno del dióxido de carbono (CO_2). En investigaciones realizadas en la ciudad Alemana de Frankfurt (am Main), se observó que la concentración de O_2 se podía reducir en un rango comprendido entre el 17-18 %, en áreas urbanas. Por lo que el conseguir un área verde de adecuadas dimensiones, podría desempeñar en estos casos, una importante acción reguladora.

- Captura de carbono: a través también del proceso de fotosíntesis, la vegetación transforma el CO_2 en carbono, y lo almacena en la biomasa.

La contaminación del aire, también es debida a la incorporación de otras sustancias sólidas, líquidas y gaseosas o una mezclas de ellas, que alteran desfavorablemente las condiciones naturales del mismo y que por lo tanto pueden afectar la salud, la higiene o el bienestar a los seres humanos u otros organismos vivos, y causar daños al medio ambiente natural o el medio ambiente urbano.

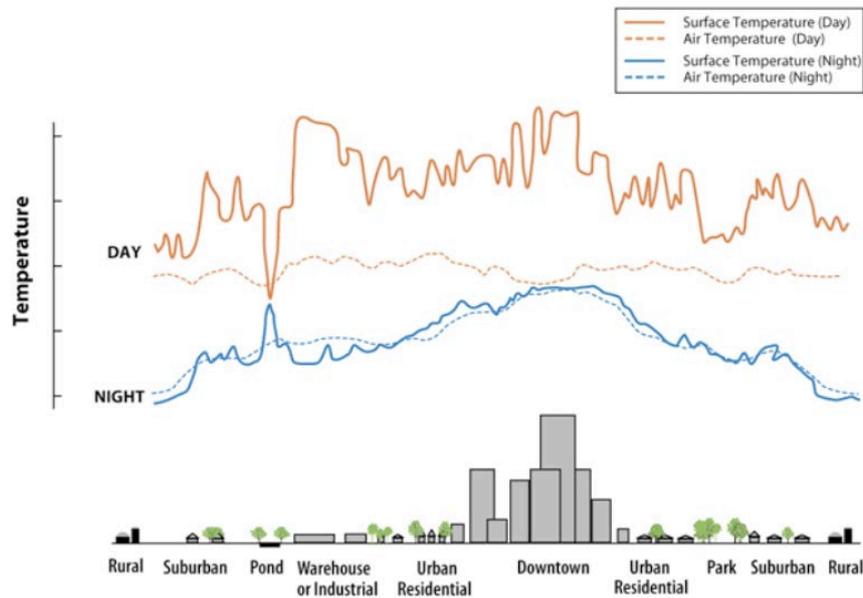
En el caso de la vegetación, las partículas se depositan en la superficie de las plantas mediante tres procesos:

- Sedimentación por gravedad.
- Impacto por remolinos de aire.
- Deposición por precipitación.

Los contaminantes gaseosos pasan a la vegetación por combinación de fuerzas de difusión y el flujo de movimiento del aire. Los gases pueden unirse o disolverse en la superficie exterior, o bien los toma la planta a través de sus estomas, fundamentalmente cuando la planta está seca o los gases tienen baja solubilidad en el agua.

Isla de calor urbano

Las grandes áreas que las ciudades modernas ocupan, con sus diferentes estructuras, materiales y la falta general de la vegetación, no ha hecho si no alterar las características climáticas de los espacios urbanos. Estos cambios tienen un efecto directo en el clima local de los espacios urbanos, especialmente en las partes más centrales de las ciudades, que provocan un aumento significativo de la temperatura urbana, conocido como el efecto isla de calor. Esto puede causar condiciones climáticas locales desagradables e incluso poner en peligro la salud humana, especialmente en ciudades de climas con una estación particularmente cálida. Además y consecuentemente acaba afectando finalmente el interior de los edificios incrementando el malestar y la cantidad de energía utilizada para condicionarlos.



- “Variaciones de la temperatura superficial y atmosférica diurna y nocturna, en diferentes zonas en diferentes zonas de uso del suelo. agencia protección del medio ambiente u.s. (epa)” (imagen obtenida de Google el 10/06/2013)

En la figura arriba se observa como las temperaturas superficiales varían más que las temperaturas del aire durante el día, pero ambas son bastante similares durante la noche. El descenso y aumento en las temperaturas superficiales sobre el estanque, indican cómo el agua mantiene una temperatura constante día y noche, debido a su alta capacidad calorífica.

Colocar vegetación en las superficies urbanas, como las envolventes de los edificios, podría mejorar el microclima del entorno urbano, así como el clima local de las ciudades. La magnitud de la disminución de la temperatura debido al uso de la vegetación, depende de las características climáticas, la cantidad de vegetación y la geometría urbana. Existe un importante potencial para lograr reducir las temperaturas urbanas, si la envolvente de un edificio está cubierta de vegetación.

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 indicados para el 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.

Producción de energía renovable

La definición de biomasa según la Especificación Técnica Europea CEN/TS 14588 es: “Todo material de origen biológico, excluyendo aquellos que han sido englobados en formaciones geológicas sufriendo un proceso de mineralización ”.

Según el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, dependiente del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio español, más del 80% del abastecimiento energético en España, proviene de energías fósiles, siendo un 13% de energía nuclear, y solamente alrededor del 6% proviene de energías renovables. Este 94% proveniente de energías no renovables, conlleva importantes implicaciones medioambientales negativas y una fuerte dependencia del abastecimiento energético del exterior.

Uno de los objetivos del Plan de Energías Renovables para España 2005- 2010 (PER) era el poder establecer una contribución de estas fuentes renovables para el año 2010, superior al 12%.

Además en los objetivos del PER, también se destacaba la participación del sector industrial de la biomasa, para que este representara en términos de suministro de energía cerca del 50% de los incrementos para energías renovables, fijados en dicho Plan.

Efectos psicológicos

Un estudio realizado en seis comunidades de apartamentos de poca altura, apoya la premisa, de que tener elementos naturales o un entorno natural a la vista desde las ventanas, contribuye sustancialmente a la satisfacción de los residentes con su vecindario, y con diversos aspectos de su sentido de bienestar. Según este estudio las vistas de jardines, flores y zonas ajardinadas desempeñan un positivo e importante papel en la satisfacción de los residentes con respecto a la naturaleza y la vecindad. Dicho estudio también cita el potencial que los elementos naturales, a la vista de las casas, tienen para contribuir de manera significativa para el bienestar y la satisfacción del bienestar. Concluye este estudio con la sugerencia de iniciar de planes de acción para conectar la vista de los usuarios de los edificios con entornos naturales.

Aspectos económicos.

Los costes de instalación de una fachada o un muro vegetal, pueden variar mucho dependiendo del proyecto y el sistema utilizado. Por ejemplo sistemas de fachada vegetales a base de plantas trepadoras tipo hiedra y con macetas, o a base de cables de acero y barras o mallas, su implantación es sencilla y sus costo bajos, necesitando poco espacio de terreno.

2.2.8.3. ESPECIES A REPRODUCIR

La vegetación dependerá de la orientación y climatología el tipo de vegetación a colocar, al igual que si se trata de una pared interior u exterior.

Se busca siempre la conjugación estética entre especies vegetales en cuanto a:

- Floración.
- Crecimiento.
- Cromatografía foliar.

Se pueden utilizar especies que se aletarguen en invierno (se amarillea), esto no es feo, es naturaleza.

No se trabaja con especies agresivas ni leñosas, evitando así un mayor mantenimiento y riesgo de descuelgue al aumentar rápidamente su crecimiento.

No todas las especies vegetales se adaptan a un crecimiento contrario a natura.

En un clima como Valencia, un clima Mediterráneo continental, podemos utilizar estos tipos de plantas:

- *Viburnum tinus*
- *Callistemon citrinus*
- *Dianella tasmanica*
- *Bulbine frutescens*
- *Rosa spp*
- *Trachelospermum jasminoides*
- *Ruschia esterilla*
- *Rosmarinus officinalis postratus*
- *Nerium oleander*
- *Ficus repens*
- *Asparagus densiflorus*
- *Pittosporum tobira*
- *Pelargonium citrosum*
- *Myrtus communis*
- *Tulbaghia violacea*
- *Plumbago auriculata*
- *Cotoneaster horizontalis*
- *Lampranthus spectabilis*



Viburnum tinus

Clasificación científica	
Reino	Plantae
Division	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Dispacales
Familia	Caprifoliaceae
Género	Viburnum
Especia	V. tinus

- Origen: Región mediterránea. Autóctono en la Península Iberia.
- Arbusto de hoja perenne de 2-4 metros de altura, aunque su altura máxima común habitual en setos es de 2 metros.
- Hojas opuestas, coriáceas y enteras de color verde intenso en la haz y más claro en el envés con mechitas de pelos en las horcaduras de los nervio.
- Flores blancas pequeñas, en corimbo.
- Florece durante todo el invierno y primavera, fructificando en verano y otoño.

Callistemon citrinus

Clasificación científica	
Reino	Plantae
Division	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Myrtales
Familia	Myrtaceae
Género	Callistemon
Especia	C. citrinus

- Origen: Australia, Nueva Gales del Sur y Victoria.
- Arbusto perennifolio que puede alcanzar 4 m de alto. En maceta, puede alcanzar los 3 m de altura.
- Hojas: lineales, lanceoladas, alternas y coriáceas de color verde grisáceo. La variedad 'Imperiais' posee hojas de mayor tamaño.
- Apreciada en jardinería por su espectacular floración.
- Luz: necesitan mucho sol.
- Resistente al exterior en verano en zonas cálidas.
- Regar con frecuencia en verano y muy poco en





Dianella tasmanica

Clasificación científica	
Reino	Plantae
Division	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Asparagales
Familia	Xanthorrhoeaceae
Género	Dianella
Especia	D. tasmanica

- Origen: diversos países desde el África tropical, China o Australia.
- La Dianela es una herbácea de rápido crecimiento, que se muestra fascinante para adornar jardines, cubrir arriates, formar parte de un conjunto con otras plantas o plantada de forma solitaria.
- Las hojas son largas, estrechas y acintadas con tendencia a curvarse ligeramente hacia adentro.
- Riego: necesita de mucho riego.
- Tras la floración le continúan unas atractivos

Bulbine frutescens

Clasificación científica	
Reino	Plantae
Division	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Asparagales
Familia	Xanthorrhoeaceae
Género	Bulbine
Especia	B. frutescens

- Origen: Sudáfrica
- Planta de rápido crecimiento, ramificada
- Hojas: suculentas, perennes, carnosas, de color verde, lineales.
- Las pequeñas flores en forma de estrellas con seis pétalos, se encuentran en una posición vertical, florece en racimo durante la primavera
- Los pétalos son de color amarillo o anaranjado,





Rosa spp

Clasificación científica

Reino	Plantae
Division	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Rosales
Familia	Rosa
Género	Rosa
Especia	R. spp

- Floración de primavera a otoño.
- Las rosas crecerán muy bien en casi cualquier lugar fuera del trópico.
- Un rosal necesita por lo menos de cuatro horas de sol al día, aunque teniendo en cuenta que ciertas variedades prefieran la semisombra.

Trachelospermum jasminoides

Clasificación científica

Reino	Plantae
Division	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Gentianales
Familia	Apocynaceae
Género	Trachelospermum
Especia	T. jasminoides

- Origen: China y Japón
- Ojas oval-lanceoladas hasta 10 cm de largo, brillantes, pecioladas y opuestas.
- Flores blancas con forma de estrellas, parecidas a las del jazmín, bastante perfumadas agrupadas en cimas terminales.
- Floración en primavera y verano, e incluso otoño.
- Luz: preferiblemente a pleno sol, pero también a semisombra en lugares cálidos.
- Temperaturas: tiene resistencia frente a las heladas; es posible cultivarla en climas con temperaturas mínimas de -10°C.
- Riego semanal no muy abundante en el caso de





Ruschia esterilla

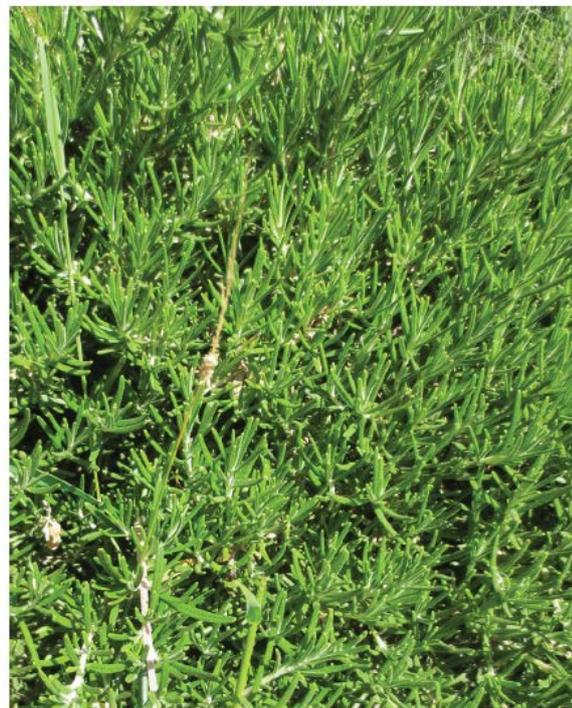
Clasificación científica	
Reino	Plantae
Division	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Caryophyllales
Familia	Aizoaceae
Género	Ruschia
Especia	R. esterilla

- Origen: Sudáfrica.
- Interesante planta crasa rastrera, muy baja, de 5-7 cm de altura.
- Flores moradas muy duraderas.
- Muy útil para cubrir el suelo en jardines secos, ya que su mantenimiento es nulo.
- Apta para macetas.
- Temperaturas: resiste -5°C y necesita de mucho sol.
- Riego moderado, es muy resistente a la sequedad.
- Gran adaptación a la cercanía del mar.

Rosmarinus officinalis postratus

Clasificación científica	
Reino	Plantae
Division	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Lamiales
Familia	Lamiaceae
Género	Rosmarinus
Especia	R. officinalis

- Aromático y de follaje perenne.
- Ideal para cubrir muros, en rocallas, taludes, como planta colgante para macetones y jardineras.
- Ayuda a ahuyentar las plagas, por lo tanto, donde ella se encuentra, las plantas que están a su alrededor se ven protegidas.
- Se cultiva bien en zonas templadas y soleadas.
- Durante el verano requiere bastante agua.





Nerium oleander

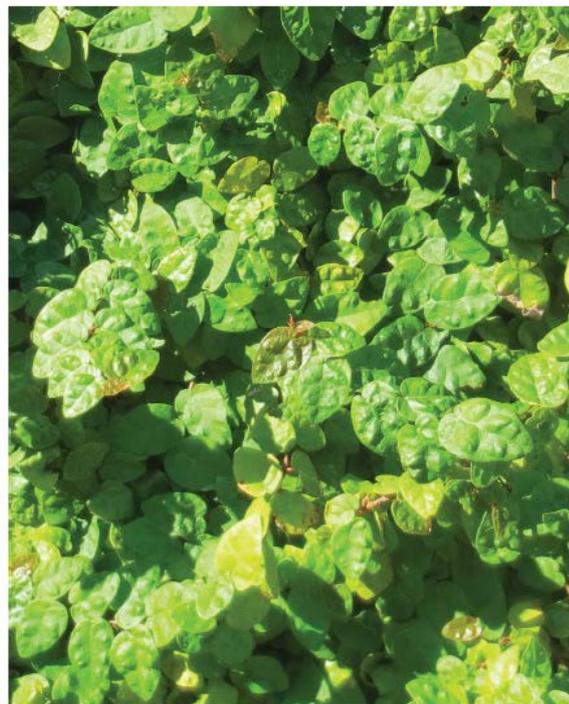
Clasificación científica	
Reino	Plantae
Division	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Gentianales
Familia	Apocynaceae
Género	Nerium
Especia	N. oleander

- Origen: cuenca del Mediterráneo
- Arbusto perennifolio, uno de los más bellos de la región mediterránea, de hasta 6 m de altura.
- Hojas lanceoladas y enteras, muy coriáceas, de 6-12 cm, verde grisáceas.
- Flores de 3-4 cm de diámetro, generalmente de color rosa aunque también blancas, rojas y amarillas.
- Normalmente florece en primavera y continúa la floración hasta la llegada del otoño.
- Planta muy tóxica.
- Se adapta a ambientes secos

Ficus repens

Clasificación científica	
Reino	Plantae
Division	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Urticales
Familia	Moraceae
Género	Ficus
Especia	F. repens

- Origen: China, Japón.
- Planta trepadora perenne
- Las hojas, de 2 a 3 cm de largo, tienen una silueta acorazonada y son de un color verde oscuro.
- Flores muy pequeñas.
- Los finos tallos se agarra con facilidad al suelo o a los muros mediante raíces adherentes.
- Luz: a semisombra o lugares umbríos. El sol directo "quema" su delicado follaje.
- Temperaturas: sólo es posible cultivar Ficus pumila al exterior todo el año en regiones en las que el frío invernal sea escaso.





Asparagus densiflorus

Clasificación científica

Reino	Plantae
Division	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Asparagales
Familia	Asparagaceae
Género	Asparagus
Especia	A. densiflorus

- Origen: Sudáfrica.
- Planta de tallos finos y verticales con ramas filiformes dispuestas en diferentes niveles y en posición horizontal, toda la planta es de color verde.
- Luz viva no directa.
- Clima cálidos, sin heladas
- En verano debe regarse muy seguido: la tierra debe estar siempre húmeda.

Pittosporum tobira

Clasificación científica

Reino	Plantae
Division	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Apiales
Familia	Pittosporaceae
Género	Pittosporum
Especia	P. tobira

- Origen: China y Japón.
- Arbusto perennifolio que puede hacerse un árbol de hasta 10 m de altura.
- Crecimiento rápido.
- Hojas ovales, coriáceas, verde oscuras por la haz, más pálidas y lampiñas por el envés.
- Flores, que huelen a azahar, de forma estrellada y de color blanco que al madurar se tornan amarillentas. Se disponen en grupos de 5-8 cm de diámetro.
- Vive bien al sol o a media sombra.





Pelargonium citrosum

Clasificación científica	
Reino	Plantae
Division	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Geraniales
Familia	Geraniaceae
Género	Pelargonium
Especia	P. citrosum

- Sol, sí, pero mejor si tiene algo de protección en las horas centrales del día en verano. En climas muy calurosos está mejor en semi-sombra.
- Los geranios son frioleros y no resisten las heladas (temperatura por debajo de 0°C). En climas donde sean habituales hay que protegerlos en invierno.
- Quiere poca agua, ya que el exceso pudre los tallos. No mojes hojas ni flores al regar, podrían quemarse con el sol. Tampoco pulverices al geranio.

Myrtus communis

Clasificación científica	
Reino	Plantae
Division	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Myrtales
Familia	Myrtaceae
Género	Myrtus
Especia	M. communis

- Origen: mirtos son especie oriunda de la Europa meridional y el norte de África.
- Arbusto de follaje perenne que puede alcanzar hasta los 3 metros de altura.
- Hojas coriáceas y relucientes, ovato lanceoladas, agudas y opuestas, que al restregarlas son muy aromáticas.
- Las flores de los mirtos son blancas.
- Frutos: bayas negras azuladas
- Toda la planta es muy olorosa y aromática.





Tulbaghia violacea

Clasificación científica

Reino	Plantae
Division	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Liliopsida
Familia	Amaryllidaceae
Género	Tulbaghia
Especia	T. violacea

- Origen: el género comprende alrededor de una veintena de especies repart por diferentes áreas de Sudáfrica
- Buena planta para zonas costeras, soporta de manera aceptable las atmósferas marinas.
- Rápido crecimiento, excelente para adaptarse sin dificultad a zonas templadas de todo el mundo, que no sufran de heladas tenaces en invierno.
- Es preferible que se mantenga con una adecuada humedad mediante riegos regulares, más abundante en periodos de excesivo calor.
- Las hojas son largas y estrechas, acintadas, de color verde vivo.

Plumbago auriculata

Clasificación científica

Reino	Plantae
Division	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Caryophyllales
Familia	Plumbaginaceae
Género	Plumbago
Especia	P. auriculata

- Origen: Sudáfrica.
- Arbusto trepador y perennifolio.
- Arbusto muy popular de flores azules.
- El Plumbago florece todo el año excepto en los meses más fríos del invierno.
- Luz: a pleno sol. Aunque crece bien en semisombra, su floración puede ser pobre.
- Temperaturas: no resiste las heladas fuertes, de menos de -5°C. En las regiones frías debe protegerse y ser puesta a resguardo durante el invierno.
- Regar abundantemente en verano y más ligeramente en invierno.





Cotoneaster horizontalis

Clasificación científica	
Reino	Plantae
Division	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Rosales
Familia	Rosaceae
Género	Cotoneaster
Especia	C. horizontalis

- Origen: Oeste de China.
- Arbusto o mata rastrera de hoja caduca o semipersistente.
- Florecen abundantemente en primavera.
- Arbusto muy decorativo durante todo el año gracias a sus frutas rojas.
- Prefieren el sol, pero se adaptan bien a la media sombra.
- Muy resistente al frío, soporta hasta temperaturas extremas de -15°C.

Lamprantus spectabilis

Clasificación científica	
Reino	Plantae
Division	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Caryophyllales
Familia	Aizoaceae
Género	Lampranthus
Especia	L. spectabilis

- Origen: Sudáfrica.
- Es el mesem más popular y frecuente en los jardines.
- Hojitas carnosas, verdeazuladas, triangulares, curvadas, sembradas de puntos semitransparentes, de 1,5 cm de longitud.
- Se cubren en verano totalmente de llamativas flores rojas o púrpuras, muy brillantes, de unos 4-5 cm de diámetro.
- Resiste -7°C.
- Resiste mucho la sequedad.



2.2.8.4. NUTRIENTES NECESARIOS

LOS NUTRIENTES NECESARIOS QUE NECESITAN LAS PLANTAS SON:

- Macroelementos o Macronutrientes Principales.
- Macroelementos o Macronutrientes Secundarios.
- Microelementos u Oligoelementos.
- Otros Fertilizantes Especiales

Macroelementos o Macronutrientes Principales

Los nutrientes principales de las plantas o macronutrientes principales son tres:

- Nitrógeno (N)
- Fósforo (P)
- Potasio (K)

Estos son los que se necesitan en mayores proporciones pero, puesto que cada uno de ellos realiza una función distinta en la fisiología de las plantas, las relaciones entre ellos deben cambiar en función de la época del año.

El Nitrógeno (N)

La deficiencia de Nitrógeno provoca que las plantas tengan hojas pálidas, formando coloraciones verde-amarillentas, la floración y fructificación quedan muy restringidas, las enfermedades, heladas y granizadas producen mayores efectos, el crecimiento se hace lento e incluso puede paralizarse, los vegetales brotan poco y deficientemente y se adelanta la floración y la maduración.



- “Carencia de nitrógeno” (imagen obtenida de google el 14/5/2013)

El Nitrógeno favorece la multiplicación celular y estimula el crecimiento, aparte de ser esencial en la formación de clorofila. Es uno de los mayores responsables (aunque no el único) del color verde intenso de las plantas y de su correcto desarrollo. Esta es la razón por la cual es necesario un mayor aporte de Nitrógeno en primavera, durante la época de brotación y desarrollo vegetativo más intensa. En cambio, en al final del Otoño y en Invierno las necesidades de este elemento son mucho menores, por lo que su aporte debe disminuir considerablemente.

Pero, además, el Nitrógeno puede ser aportado a las plantas de diferentes formas: en su forma orgánica, en su forma nítrica, en su forma amoniacal o en su forma ureica.

- El Nitrógeno Orgánico, en forma proteica tiene una disponibilidad diferenciada en el tiempo, según los pasos de transformación previos (de aminoácidos a Nitrógeno Amoniacal y a Nitrógeno Nítrico).
- El Nitrógeno Nítrico es de asimilación inmediata por parte de las plantas, con lo que sus resultados en ellas son inmediatos y fáciles de observar, pero este tipo de Nitrógeno es también fácilmente lixiviado, por lo que es conveniente que no sea la única forma en la que lo suministramos, aunque al aplicarlo en fertirrigación limitamos al máximo el riesgo de su pérdida.
- El Nitrógeno Amoniacal es más fácilmente retenido por el suelo para ser utilizados posteriormente por la planta tras su nitrificación por la biomasa microbiana.
- El Nitrógeno Ureico requiere transformación previa por la enzima ureasa a Nitrógeno amoniacal, por lo que su acción es algo más retardada, pero también hay que tener en cuenta su movilidad y alta solubilidad en agua. Otro factor muy importante a considerar en este tipo de Nitrógeno es que su contenido en biuret (producto de condensación de la urea habitualmente presente en los abonos con Nitrógeno Ureico) debe ser mínimo para su aplicación foliar (caso más habitual en el fertirriego de parques y jardines), ya que es fitotóxico en este tipo de fertilización.

El Fósforo (P)

La deficiencia de Fósforo provoca coloraciones moradas, floración tardía y deficiente, escaso vigor, fallos en la fecundación y cuajado y retraso en la maduración.



- "Carencia de fósforo" (imagen obtenida de google el 14/5/2013)

El Fósforo forma parte estructural y es un compuesto fundamental de la fisiología vegetal y además desempeña una función única y exclusiva en el metabolismo energético de la planta, ya que sin su intervención no sería posible la fotosíntesis. Favorece el desarrollo de las raíces y el aumenta la resistencia a las enfermedades y la tolerancia al calor, frío y sequía. Por estas razones la aplicación de Fósforo es necesaria durante todo el año, pero una mayor proporción es conveniente al acercarse el invierno, ya que proporcionará a las plantas una protección frente a las heladas.

El Fósforo es relativamente inmóvil, y no se mueve dentro de la solución del suelo tan fácilmente como otros elementos, como en el caso del Nitrógeno. Aunque en esta ocasión no se produce lixiviación, esta inmovilidad puede resultar en una desventaja para la planta, debido a que puede resultar muy difícil obtenerlo en las cantidades adecuadas para un crecimiento óptimo (el macronutriente está en el suelo, pero de una forma no asimilable). Esta es la razón por la cual el fertirriego es el método óptimo para su aplicación, ya que suministra este elemento a las plantas diariamente y en su forma más asimilable.

El Potasio (K)

La deficiencia de Potasio es muy difícil de detectar. En ocasiones se manifiesta en coloraciones moradas y floración tardía y deficiente. Otras veces sencillamente hay un escaso vigor, menor resistencia a las heladas y a la sequía y menor resistencia al ataque de hongos.



- “Carencia de potasio” (imagen obtenida de google el 14/5/2013)

El Potasio estimula la formación de flores y frutos, regula las funciones de la planta, aumenta la eficiencia del nitrógeno y aumenta la resistencia a las heladas al aumentar la concentración salina de las células. Por estos motivos, aunque su aporte es importante durante todo el año, al igual que el de todos los nutrientes, es especialmente importante cuando se acerca el frío, al final del otoño.

El Potasio tiene mucha mayor movilidad que el Fósforo, pero, aun así, para su aprovechamiento por las plantas, especialmente en suelos fuertes, conviene situarlo próximo a las raíces para facilitar su absorción. Esto es plenamente conseguido mediante la fertirrigación.

Macroelementos o Macronutrientes Secundarios

Los nutrientes secundarios de las plantas o macronutrientes secundarios son:

- Magnesio (Mg)
- Azufre (S)

Se denominan secundarios porque se necesitan en menores proporciones pero no por ello son menos importantes.

El Magnesio (Mg)

La ausencia de Magnesio se caracteriza por una clorosis en hojas viejas, principalmente entre las nervaduras. En algunas plantas la ausencia de clorofila es seguida por la aparición de otros pigmentos.



- "Carencia de magnesio" (imagen obtenida de google el 14/5/2013)

El Magnesio es parte esencial de la clorofila, actúa como portador de fósforo en el interior de la planta y ayuda a regular otros nutrientes.

El Magnesio es muy móvil en el suelo. Por esta razón su aporte es más necesario durante las épocas en las que los riegos son más frecuentes.

La asimilación del Magnesio por las plantas también está influenciada por la concentración de otros nutrientes como Calcio y Potasio. Es fundamental en un programa de fertilización propiciar y conservar una adecuada relación calcio/magnesio, magnesio/potasio y calcio + magnesio/potasio. Estas relaciones contribuyen a un adecuado balance en el suelo para brindar un óptimo equilibrio nutricional a las plantas y por consiguiente excelentes resultados.

Azufre (S)

La deficiencia de Azufre se caracteriza porque la lámina foliar se torna uniformemente amarilla o clorótica, presentándose la deficiencia primeramente en hojas jóvenes, ya que este elemento no se redistribuye fácilmente de las hojas viejas hacia las maduras, por ser inmóvil en el interior de la planta.



- "Carencia de azufre" (imagen obtenida de google el 14/5/2013)

El Azufre es un ingrediente proteico esencial, estimula la formación de hojas y el crecimiento vigoroso en la planta; ayuda a mantener el color verde oscuro y también ayuda en el uso de nitrógeno.

El Azufre es muy móvil en el suelo, por lo que sufre lixiviación y es necesario su aporte, especialmente en la época durante la que los riegos son más frecuentes.

Microelementos u Oligoelementos

Los microelementos son:

- Hierro (Fe)
- Manganeso (Mn)
- Zinc (Zn)

- Cobre (Cu)
- Boro (B)
- Molibdeno (Mo).

La denominación de microelementos proviene de las pequeñísimas cantidades que las plantas necesitan de estos nutrientes, pero son esenciales para su correcto desarrollo.

Todos los microelementos mencionados excepto el Boro y el Molibdeno son muy inestables en el suelo, precipitando en forma de sales y no manteniéndose disponibles para las plantas en caso de que no están quelados (secuestrados) por algún agente quelante, que los mantiene estables y en forma soluble en el suelo, protegiéndolos de sus interacciones y manteniéndolos, por tanto, de forma asimilable para las especies vegetales.

El Hierro (Fe)

La deficiencia de Hierro se manifiesta en un amarillamiento de las hojas jóvenes (debido a la escasa movilidad de este elemento dentro de la planta), pero manteniéndose los nervios verdes.



- "Carencia de hierro" (imagen obtenida de google el 14/5/2013)

El Hierro está asociado con la producción de clorofila. Su disponibilidad es adversamente influenciada en suelos alcalinos, húmedos o fríos, o que se hayan sobre-encalados, esta es la razón por la que es absolutamente imprescindible que este nutriente se encuentre quelado.

El Manganeso (Mn)

Los síntomas de deficiencia de Manganeso pueden ocurrir tanto en hojas jóvenes como en hojas viejas y comprenden una amplia variedad de formas cloróticas y manchas necróticas. Los síntomas iniciales son frecuentemente una clorosis entre las venas, tanto en hojas jóvenes como viejas, dependiendo de las especies, seguida de lesiones necróticas.



- “Carencia de manganeso” (imagen obtenida de google el 14/5/2013)

El Manganese influye es en la germinación y en la maduración de la planta, ayuda en la fotosíntesis, transformación de los carbohidratos y es necesitado en la absorción de dióxido de carbono.

El Zinc (Zn)

Los primeros síntomas de carencia de Zinc observados en el campo son la hoja pequeña y en roseta de los árboles frutales, lo que resulta en la reducción en tamaño de las hojas y de la longitud de los entrenudos. El pino presenta un síntoma bien definido de esta deficiencia, la que consiste en el tope aplastado. Las hojas jóvenes son siempre las primeras afectadas, al ser este elemento poco móvil en la planta.



- “Carencia de zinc” (imagen obtenida de google el 14/5/2013)

El Zinc es necesario para la producción de clorofila y el crecimiento de la planta y su principal función está en la reproducción de la planta.

El Cobre (Cu)

Cuando existe una deficiencia de Cobre se produce una clorosis entre los nervios de las hojas jóvenes y los bordes y las puntas de estas hojas pueden curvarse. A continuación, estas hojas

afectadas se vuelven necróticas, muriendo y dando la sensación de que se han secado.



- "Carencia de cobre" (imagen obtenida de google el 14/5/2013)

El Cobre participa en los procesos enzimáticos de las plantas, básicamente en la formación de la clorofila. Influye en el proceso fotosintético, en la síntesis y acumulación de carbohidratos y en la síntesis de lignina. Pero, además, actúa en el control de plagas y enfermedades.

El Boro (B)

Las plantas con deficiencias de Boro presentan una forma arbustiva, muerte regresiva de las puntas, rebrote de las yemas laterales, que permanecen enanas sin alcanzar un buen desarrollo, muriendo posteriormente. Las acículas presentan clorosis que se inicia en las puntas, extendiéndose hacia la base. En ocasiones las acículas se muestran retorcidas aparentando un tirabuzón. Las puntas de las hojas en algunos casos se doblan formando una jota. El crecimiento en longitud de las plantas cesa, presentándose un aspecto achaparrado. En cualquier caso, los síntomas varían ampliamente entre especies de plantas, por lo que no son fáciles de detectar.



- "Carencia de boro" (imagen obtenida de google el 14/5/2013)

El Boro Mejora el rendimiento y la calidad del fruto; es importante para la producción de semillas; contribuye con el uso del calcio y fósforo y transfiere el azúcar a la planta.

Es uno de los elementos más inmóviles en la planta. Una vez depositado en la hoja, no es retranslocado hacia las hojas jóvenes, lo que hace que los nuevos crecimientos dependan de la absorción continua de boro del suelo. Por esta razón es importante mantenerlo en todo momento disponible para las plantas, aportándolo de forma continua.

El Molibdeno (Mo)

Las deficiencias de Molibdeno pueden reducir la fijación de nitrógeno en las plantas onduladas, fijadoras de nitrógeno. Los síntomas se caracterizan por una clorosis entre las venas, que ocurre primero en las hojas viejas y que luego progresa hacia las hojas jóvenes. En algunos casos, las plantas no se tornan cloróticas, sino que las hojas jóvenes crecen de forma enrollada, muriendo posteriormente.



- “Carencia de molibdeno” (imagen obtenida de google el 14/5/2013)

El Molibdeno forma parte de la enzima nitrato-reductasa, catalizadora de la reducción de nitratos, por lo que las plantas con carencia de Molibdeno tienen acumulaciones de nitratos, mientras que faltan aminoácidos (fundamentalmente, ácido glutámico y glutamina). Así la falta de este micronutriente tiene repercusiones similares a la falta de N.

Otros Fertilizantes Especiales

Dentro de esta categoría se incluyen productos que son sustancias bioestimulantes para las plantas y les ayudan a superar diferentes tipos de estrés (hídrico, por heladas, por plagas o enfermedades...), como son los Aminoácidos Libres, y productos que influyen sobre la estructura del suelo, mejorándola e incrementando su contenido en materia orgánica y, por tanto, favoreciendo el desarrollo radicular, que están constituidos por los Ácidos Húmicos.

2.2.8.5. SISTEMA Y ANALISIS CONSTRUCTIVO DE LAS FACHADAS VERDES COMO ELEMENTOS COLGANTES

Actualmente en el mercado hay una gran variedad de sistemas de jardinería vertical: hidropónicos, modulares, pre-plantados, plantados in situ, sistemas plug-in etc.

Intentaremos de hacer una clasificación y evaluación de las ventajas e inconvenientes de los distintos productos y sistemas. Partimos de la realidad de que no existe un sistema de jardinería vertical definitivo, idóneo para todas las situaciones de diseño, unos se adaptan mejor que otros a determinadas condiciones económicas, de mantenimiento o de diseño.

Empezaremos por una breve clasificación de los principales sistemas de jardinería vertical que se dividen en 2 grandes grupos:

- Jardines verticales hidropónicos: en estos sistemas las raíces crecen en un medio inerte: fieltro no tejido (poliamida, polietileno, poliéster...), lana de roca, espumas técnicas (poliuretano, poliurea...), etc. También existen algunos sistemas donde la solución nutritiva discurre a través de tubos. En estos jardines verticales todos los nutrientes son aportados vía riego.
- Jardines verticales con sustrato: en estos sistemas las raíces crecen en un medio con un medio granular con porcentaje orgánico más o menos elevado, las mezclas de sustrato utilizadas suelen ser ligeras, pueden incluir arlita, perlita, sphagnum, espumas técnicas... que les confieren la capacidad de retención de agua, aireación y drenaje. Los nutrientes se pueden aportar vía riego en mayor o menor porcentaje 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:

- Modularidad: los jardines verticales se dividen en modulares y contruidos “in situ”. Los sistemas modulares están compuestos por una serie de paneles prefabricados mientras que los sistemas “in situ” se construyen capa a capa en el lugar. Los primeros permiten un montaje más rápido mientras que los segundos permiten adaptarse a cualquier forma sin la limitación que implica el módulo del panel.
- Método de plantación: preplantados o plantados “in situ”. Los sistemas preplantados permiten cultivar paneles o macetas en invernadero 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 planta de mayor tamaño lo que supone un sobrecoste. Ambos sistemas son válidos, sin embargo, en la historia de las empresas españolas de jardines verticales existen varios fracasos de jardines preplantados, paneles que en invernadero se plantaron y crecieron correctamente, recién instalados, dieron una primera imagen perfecta para después secarse, lo que conllevó la reposición completa del jardín vertical.

Parte de la clave del éxito de un jardín vertical reside en el medio de plantación y su equilibrio químico y biológico. El sustrato es probablemente uno de los desconocidos de los ecosistemas. Toda la vida vegetal depende de las interacciones entre el agua y el sustrato, los nutrientes disueltos se transfieren a lo largo de su estructura y son atraídos y mantenidos a través de enlaces iónicos. En la naturaleza el sustrato contiene elementos como los ácidos húmicos que ayudan a mantener estable el pH, el suelo está estructurado con microorganismos y micorrizas que realizan funciones específicas dentro de una compleja red de sistemas autorregulados que crean unas condiciones estables para la vida. Cuando colocamos un sustrato en vertical este equilibrio se trastoca y tenemos que solucionar los siguientes problemas:

- La resistencia física, evitar su desplazamiento y erosión.
- La desaparición de la interacción microbiana a lo largo de todo el sustrato, lo que sucede si este está compartimentado en celdas.
- El agotamiento de los nutrientes del sustrato.
- La aparición gradual de un exceso de sales minerales debido a la interacción iónica entre el sustrato y los nutrientes de la fertirrigación.

¿Que permite de evaluar la idoneidad de un jardín vertical?

- *Resistencia física del sustrato.* Es la capacidad del sustrato de conservar su estructura a lo largo del tiempo y está directamente relacionado con la durabilidad del jardín vertical. Determinados sustratos pierden la estructura más rápidamente, se “lavan”.
- *Durabilidad química.* Vida útil del sustrato sometido a las condiciones de fertirrigación necesarias para su funcionamiento. Determinados sustratos se colmatan de sales más rápidamente que otros.
- *Retención de agua.* Es la capacidad de un jardín vertical de sobrevivir sin necesidad de riego. En general los jardines hidropónicos (hay excepciones) requieren una circulación continua de riego que en caso de fallo conduce al fracaso del jardín vertical en un periodo muy corto de tiempo.
- *Retención de nutrientes.* Es la capacidad de un jardín vertical de sobrevivir sin aportación de nutrientes a través de fertirrigación. Los sistemas con sustrato tienen esta capacidad, los hidropónicos puros no.

- *Facilidad de sustitución de plantación.* La capacidad para sustituir fácilmente las plantas que han fallado es de vital importancia, algunos sistemas de jardinería vertical esta sustitución se realiza planta a planta, otros sólo permiten sustituir paneles o macetas, en otros sistemas la sustitución puede suponer un problema por caída de sustrato, suciedad... por motivos económicos no es recomendable utilizar sistemas donde, para realizar la sustitución, dependamos de la empresa instaladora.
- *Facilidad en la sustitución de riego.* El riego en un sistema de jardinería vertical debe ser perfectamente accesible y reemplazable en caso de fallo sin afectar al jardín. En algunos sistemas las conducciones de riego quedan ocultas en la parte trasera de los paneles y son difícilmente accesibles.
- *Complejidad del sistema de riego y fertirrigación.* Unos sistemas de jardinería vertical solo requieren sencillos sistemas de abonado y control de riego, otros necesitan complejos sistemas de filtrado, control de los parámetros de riego (conductividad, ph, humedad...) y telegestión. Aunque la seguridad nunca está de más, pensamos que la sencillez es un valor añadido.
- *Variación de plantación.* Unos sistemas permiten una amplia gama de especies vegetales mientras que otros solo permiten determinadas variedades 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 climas fríos algunos sistemas presentan el problema de congelación de las raíces, por regla general conforme más grueso y mejor aislado está el sustrato mejor comportamiento tiene el jardín vertical.
- *Peso.* El peso del sistema es una variable muy importante a considerar sobretodo en la actuación sobre fachadas ya existentes.

- Fachadas vegetales tradicionales



- “Pavillon de jussieu en los jardines de Versalle” (foto realizada en versalles el 14/4/2013 por los integrantes del proyecto)

En las fachadas vegetales tradicionales, las plantas tienen sus raíces en el suelo y crecen desde ahí. Las plantas utilizan una superficie vertical, como una pared, para apoyarse, pero no reciben ningún tipo de humedad y nutrientes de ella. Los ejemplos más comunes incluyen a los edificios cubiertos de hiedra o enrejados y espalderas de vid.

Las diferentes especies de hiedras (*Hedera helix*) son comúnmente elegidas para cubrir edificios. Estas se apoyan en los paramentos mediante raíces aéreas que pueden penetrar en grietas o juntas. Algunos tipos de plantas trepadoras, especialmente del género *Parthenocissus*, como la hiedra de Boston (*Parthenocissus tricuspidata*) o Virginia Creeper (*Parthenocissus quinquefolia*) no disponen de raíces aéreas. En su lugar, se adhieren a las superficies mediante zarcillos adhesivos que terminan en forma de copa. Por lo que no son una amenaza para la mampostería del edificio, aparte de dejar unas pequeñas marcas, y por lo tanto son la mejor elección dentro de las hiedras para fachadas vegetales.



- “Pavillon de Jussieu en los jardines de Versalle” (Foto realizada en versalles el 14/4/2013 por los integrantes del proyecto)

Ventajas

- *Costos e instalación:* la principal ventaja de las fachadas vegetales tradicionales es el costo y su instalación. Son, en general, el sistema más barato de fachada vegetal disponible y más fácil de implementar.
- *Sombreamiento:* la sombra que produce la vegetación de hoja caduca sobre las ventanas, reduce las cargas de refrigeración, al limitar la ganancia solar en el verano, mientras que permite la entrada de luz diurna en invierno.
- *Mantenimiento:* aunque requieren de un mantenimiento regular para asegurar que las plantas no crezcan frente a las ventanas, comparado con otros sistemas el mantenimiento no es costoso.

Desventajas

- *Ciclo vital de las plantas:* la mayor desventaja es el hecho de que las plantas necesitan del orden de años, para cubrir una pared por completo. Por consiguiente si una planta muere, se necesitan muchos años para llenar el vacío que ha dejado esa planta.

- *Aislamiento térmico*: el efecto aislante y el incremento de inercia térmica es muy pequeño.
- *Protección de edificios*: la protección contra los elementos atmosféricos no son tan pronunciados en este tipo de fachada verde.
- *Daños en los edificios*: algunas especies de hiedras (*Hedera helix*) se apoyan por raíces aéreas, que pueden penetrar en grietas o juntas pudiendo acelerar el proceso de deterioro de un edificio en mal estado. Además dejan pequeñas marcas y manchas en los acabados de las fachadas.
- *Factor estético*: hay una limitación en este tipo de fachadas vegetal en lo que respecta a la libertad artística y el uso de diferentes especies de plantas para crear patrones y diseños.

Condiciones previas del soporte

Según la trepadora elegida habrá que optar o no por un sistema de sujeción que permita el desarrollo que se espera de ella. Existen varios tipos de especies trepadoras en función de los diversos mecanismos que desarrollan de forma natural para trepar. Algunas son capaces de emitir raíces adventicias o ventosas, de modo que son capaces de adherirse a la pared sin ayuda.

Las trepadoras que desarrollan ventosas o raíces adventicias pueden adherirse a un muro sin necesidad de sujeción. En este caso es aconsejable que la pared sea de ladrillo, piedra o con recubrimiento monocapa, materiales que no requieran mantenimiento, ya que cuando se necesite pintar, enfoscar o encalar habrá que retirar todas las ramas de la pared. En el caso de estas trepadoras tampoco son adecuados los revestimientos metálicos: se calientan en verano y las plantas no pueden adherirse a un material a cierta temperatura. Las trepadoras que desarrollan raíces adventicias no son aconsejables sobre paredes impermeabilizadas: tarde o temprano las raicillas acaban rompiendo la capa impermeabilizante.

Las especies trepadoras que tienen espinas, las que utilizan sus tallos o peciolos y las que se valen de sus sarmientos o zarcillos necesitan algún tipo de estructura donde sujetarse. Dicha estructura puede variar desde un simple alambre sujeto con clavos, hasta celosías o mallas firmemente ancladas a la pared. En los centros de jardinería hallarás infinidad de modelos de soportes, en distintos materiales y adaptables a todos los espacios. Para favorecer el buen desarrollo de la planta es aconsejable colocar las celosías separadas unos 10 centímetros de la pared; para facilitar la limpieza de este pequeño hueco es mejor que no llegue al suelo.



DESCRIPCIÓN

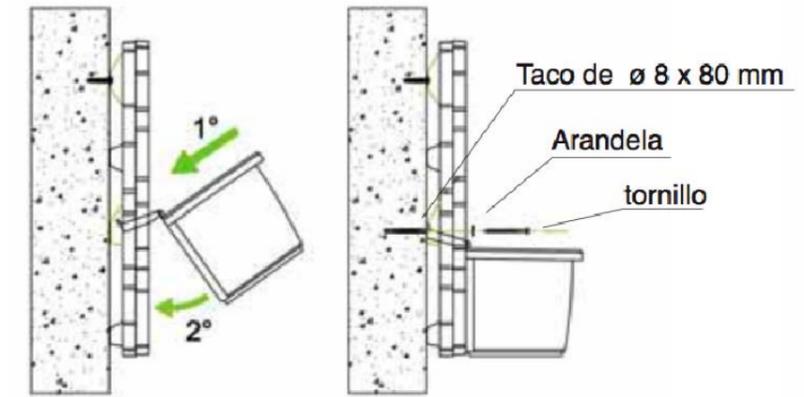
Wall-y es un emparrillado para la realización de jardines verticales. La estructura original de las celdas, de forma irregular, embellece las paredes incluso antes de que estén completamente cubiertas de vegetación. El sistema es muy ligero, modular y fácil de instalar. El material plástico con el cual está hecho es resistente a la humedad y a los microorganismos y garantiza una mayor durabilidad del sistema. Una pared jardinada con WALL-Y® ofrece un mejor aislamiento térmico del edificio y protege contra los efectos corrosivos de la contaminación urbana y de la humedad.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Medidas	58 X 58 X 7,5 cm (3 Uds./m ²)
Peso	1,5 Kg/Ud.
Material	Polietileno de alta densidad virgen
Tipo de engarce entre los enrejados	De doble sobreposición
Intereje horizontal de los anclajes de fijación	49,5 cm
Intereje vertical de los anclajes de fijación	29 cm
Diametro de los taladros de fijación	Ø 10 mm
Espesor del enrejado	5 cm
Altura de los pies de fijación	2,5 cm
Colores disponibles	Verde, blanco y transparente

INSTALACIÓN DE LA MACETA

Insertar la cubeta en la reja, moviéndola como se indica. Fijarla así mismo con tacos expandibles de Ø 8x80mm.
N.B: En caso de paredes de hormigón o de obra de fábrica, utilizar el sistema de anclaje que mejor se adapte a la tipología de aquellas.
Se puede fijar sólo una maceta por cada rejilla.



MODO DE COLOCACIÓN EN LA PARED

El enrejado se fija de un modo permanente a la pared a la espera de ser recubierta por vegetación, por medio de tacos a presión. En los pies de los enrejados hay agujeros adecuados para el paso de los tacos.

Practicar dos taladros con una broca Ø 8 mm. y, como se indica en la figura, fijar la reja al muro con tacos expandibles de Ø 8x60 mm.
N.B: En caso de paredes de hormigón o de obra de fábrica, utilizar el sistema de anclaje que mejor se adapte a la tipología de aquellas.

ACCESORIOS MACETA WALL-Y

La maceta constituye el accesorio fundamental para contener el sustrato para el crecimiento de las plantas, ya sean trepadoras o no. Los enganches permiten posicionar la cubeta a varios niveles de altura y los orificios en el fondo, garantizan el drenaje del agua sobrante.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS ENVASE

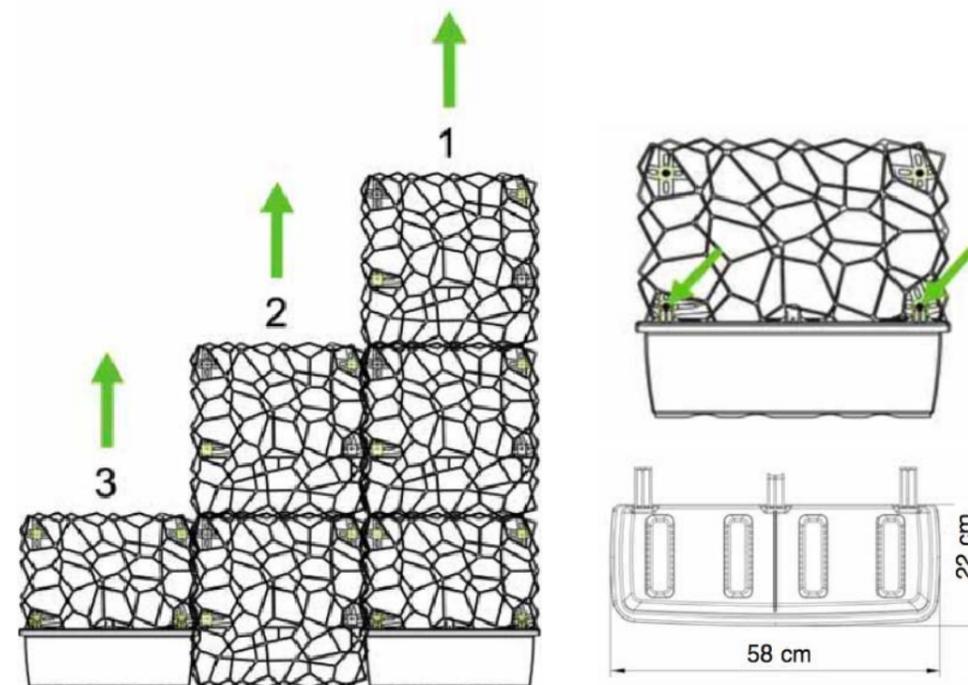
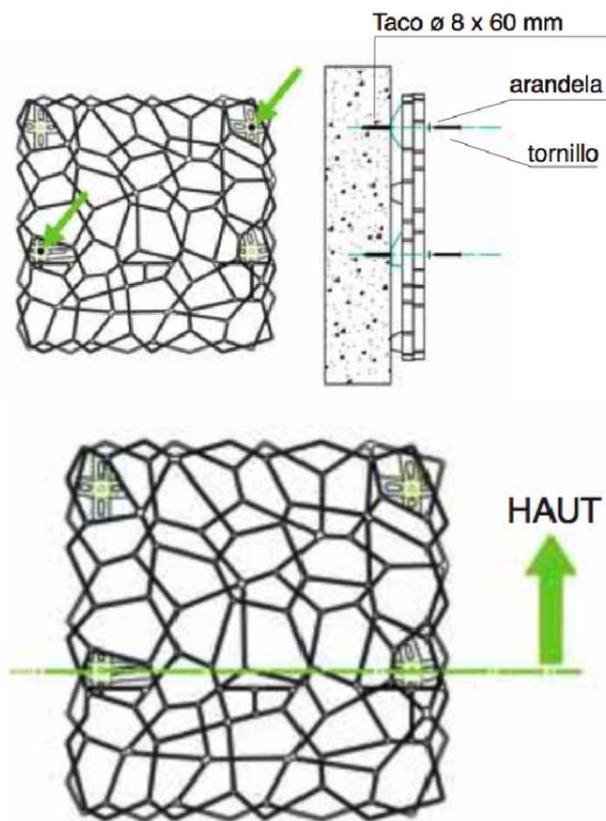
Medidas	58 x 22 x H 20 cm
Peso	1,2 Kg
Capacidad de la cubierta	20 l.
Colores disponibles	Verde, blanco y transparente

VENTAJAS:

- Ligero
- Modular
- Rápido de colocar y de fijar a la pared
- Resistente a la humedad y a la intemperie
- Resistente a los rayos UV
- Resistente al ataque de los microorganismos
- Geometría de las celdas estudiada para favorecer un mejor agarre de las plantas trepadoras
- Rápido enraizamiento de la vegetación.

CONSEJOS

- Para obtener un óptimo ajardinamiento de la pared con el sistema Wall-Y se aconseja lo siguiente:
- Poner como máximo 5 plantas por maceta
 - Prever un sistema de riego por goteo
 - Instalar las macetas cada 2 metros de altura
 - Rellenar las macetas con una mezcla de terreno vegetal y grava volcánica (preparación especial para plantas trepadoras)

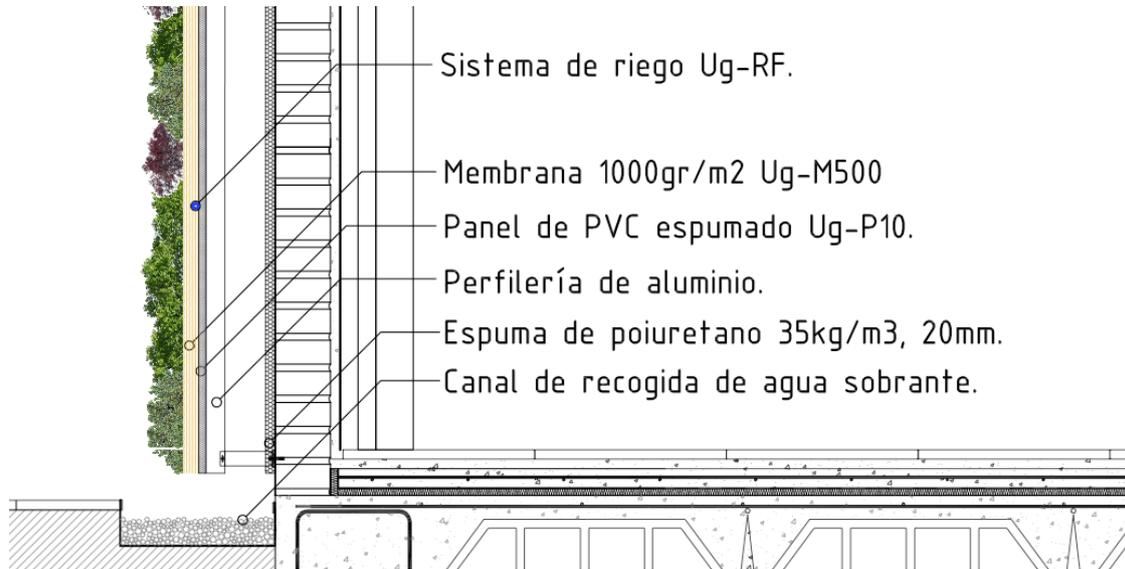


- Fachada vegetal con sistema f+p



- “Paterna: Valencia” (Foto realizada en Paterna el 9/6/2013 por los integrantes del proyecto)

Sistema de jardín vertical **f+p** para fachadas destinado a la plantación de especies vegetales con pendiente comprendidas entre 30º y 90º compuesto por estructura metálica portante dimensionada según solicitaciones de carga a viento y estado del soporte, módulos rectangulares Ug-gr105 de estructura impermeable, sustrato mineral Ug-pf03 y plantación de especies vegetales de variedades idóneas para el clima de la en módulos Ug-ms10 a razón de 40 plantas/m2. Incluso instalación de riego Ug-RF, mediante tubería tech-line de goteo autocompensante propia del muro.



- “Paterna: Valencia. Detalle constructivo” (imagen obtenida de google el 1/6/2013)

Ventajas

- *Ligereza*. Este sistema es el más ligero ya que reduce el medio de plantación a su mínima expresión.
- *Fachada ventilada*. funciona como una fachada ventilada.
- *Facilidad de sustitución de riego*. Las conducciones se sustituyen de manera sencilla grapando una nueva capa de fieltro.
- *Facilidad de sustitución de planta*. La planta se sustituye fácilmente grapando una nueva capa de fieltro.
- *Apariencia verde del sustrato*. A diferencia de los sistemas de paneles la capa exterior de fieltro es colonizada por algas y musgos y adquiere una apariencia verde independientemente del crecimiento de las plantas.

Desventajas

- *Resistencia al frio*. El poco espesor del medio de plantación expone las raíces de la planta a la congelación en temperaturas bajas.
- *Baja retención de agua*. Este sistema requiere la continua circulación de agua por la capa de material no tejido, si el riego falla el jardín muere en pocos días, esto provoca que el sistema de control de riego deba de estar monitorizado a distancia 24h.
- *Baja retención de nutrientes*. El pequeño espesor y la naturaleza del medio de plantación hacen que sea necesario mantener el equilibrio del pH, la conductividad, las plagas y la proliferación de hongos y bacterias. Para ello se utilizan una serie de

productos que establecen colonias de hongos y bacterias beneficiosos así como sistemas de regulación y control del pH y la conductividad eléctrica de manera artificial.

- *Complejidad del sistema de riego.* Por todo lo anterior se hacen necesarios sistemas de gestión del agua y telegestión del riego complejos.

Condiciones previas del soporte

Se comprobará que la estructura portante presenta aplomado, planeidad y verticalidad adecuadas. Cuando el soporte sea de hormigón, hormigón celular, mortero de cemento o mortero de áridos ligeros, su superficie deberá estar fraguada y seca, sin huecos ni resaltes mayores que el 20% del espesor de la membrana impermeabilizante prevista. Antes de comenzar los trabajos de impermeabilización deben ser instaladas los elementos de desagüe. En soportes cuya sensibilidad a la humedad sea especialmente alta se protegerá con una impermeabilización continua adicional.

Proceso de ejecución:

- Replanteo de los paneles.
- Colocación del remate inferior de la fachada.
- Colocación de juntas.
- Colocación y fijación de paneles.
- Colocación y fijación de láminas de polifiltro.
- Remates.
- Plantación de especie según características de la obra.
- Realización de pruebas de servicio.

Peso del sistema (en kg/m^2)

Peso total planteado y saturado de agua 30-35 kg/m^2

Espesor del sistema (en mm)

Espesor Total 20 mm



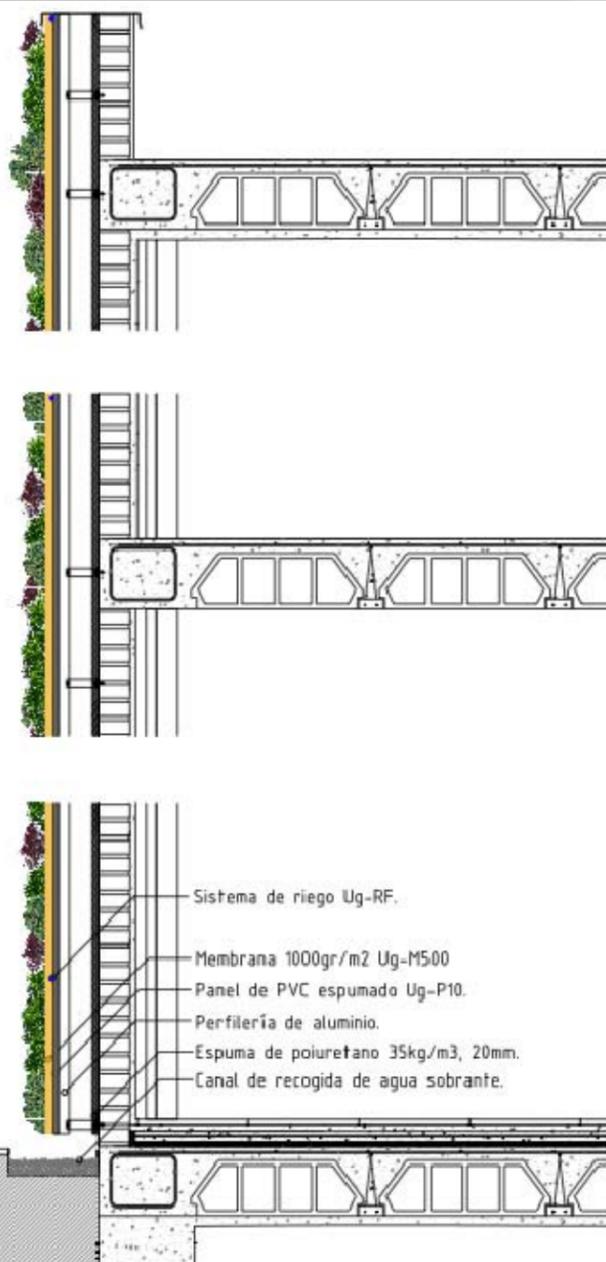
Situación actual 09/06/2013

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Sistema de jardín vertical f+p para fachadas destinado a la plantación de especies vegetales con pendiente comprendidas entre 30° y 90° compuesto por estructura metálica portante dimensionada según solicitaciones de carga a viento y estado del soporte, módulos rectangulares Ug-gr105 de estructura impermeable, sustrato mineral Ug-pf03 y plantación de especies vegetales de variedades idóneas para el clima de la zona (seleccionadas en colaboración con la dirección facultativa) en módulos Ug-ms10 a razón de 40 plantas/m². Incluso instalación de riego Ug-RF, mediante tubería tech-line de goteo autocompensante propia del muro.

CONDICIONES PREVIAS DEL SOPORTE

Se comprobará que la estructura portante presenta aplomado, planeidad y verticalidad adecuadas. Cuando el soporte sea de hormigón, hormigón celular, mortero de cemento o mortero de áridos ligeros, su superficie deberá estar fraguada y seca, sin huecos ni resaltes mayores que el 20% del espesor de la membrana impermeabilizante prevista. Antes de comenzar los trabajos de impermeabilización deben ser instaladas los elementos de desagüe. En soportes cuya sensibilidad a la humedad sea especialmente alta se protegerá con una impermeabilización continua adicional.



VENTAJAS

- *Ligereza.* Este sistema es el más ligero ya que reduce el medio de plantación a su mínima expresión.
- *Fachada ventilada.* funciona como una fachada ventilada.
- *Facilidad de sustitución de riego.* Las conducciones se sustituyen de manera sencilla grapando una nueva capa de fieltro.
- *Facilidad de sustitución de planta.* La planta se sustituye fácilmente grapando una nueva capa de fieltro.
- *Apariencia verde del sustrato.* A diferencia de los sistemas de paneles la capa exterior de fieltro es colonizada por algas y musgos y adquiere una apariencia verde independientemente del crecimiento de las plantas.

DESVENTAJAS

- *Resistencia al frío.* El poco espesor del medio de plantación expone las raíces de la planta a la congelación en temperaturas bajas.
- *Baja retención de agua.* Este sistema requiere la continua circulación de agua por la capa de material no tejido, si el riego falla el jardín muere en pocos días, esto provoca que el sistema de control de riego deba de estar monitorizado a distancia 24h.
- *Baja retención de nutrientes.* El pequeño espesor y la naturaleza del medio de plantación hacen que sea necesario mantener el equilibrio del ph, la conductividad, las plagas y la proliferación de hongos y bacterias. Para ello se utilizan una serie de productos que establecen colonias de hongos y bacterias beneficiosos así como sistemas de regulación y control del ph y la conductividad eléctrica de manera artificial.
- *Complejidad del sistema de riego.* Por todo lo anterior se hacen necesarios sistemas de gestión del agua y telegestión del riego complejos.

Peso del sistema (en kg/m²)

Peso total planteado y saturado de agua
30-35 kg/m²

Espesor del sistema (en mm)

Espesor Total 20 mm

PROCESO DE EJECUCIÓN

- Replanteo de los paneles.
- Colocación del remate inferior de la fachada.
- Colocación de juntas.
- Colocación y fijación de paneles.
- Colocación y fijación de láminas de polifieltro.
- Remates.
- Plantación
- Realización de pruebas de servicio.

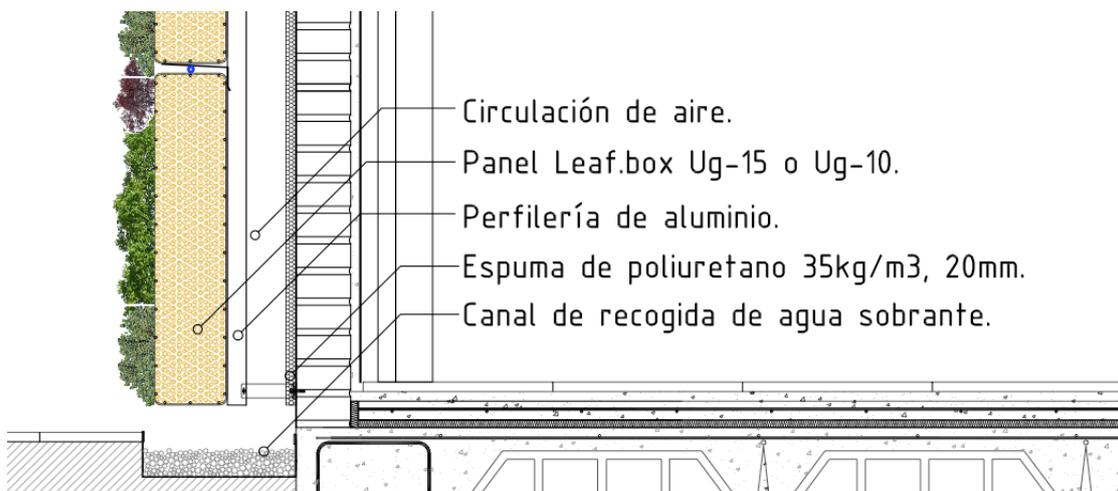


- Fachada vegetal con sistema LeafBox



- "Sistema leaf.box "(imagen obtenida de google el 14/5/2013)

Jardín vertical **sistema leaf.box**, compuesto por una capa aislante e impermeable de espuma de poliuretano 35Kg/m³ de 20mm, estructura portante de perfilería de aluminio, paneles leaf.box Ug-15 o Ug-10 contruidos a medida, realizados en varilla metálica, cerrados con alambre galvanizado, electro-soldado y plastificado, rellenos de sustrato de fibras vegetales Ug-ms05, y plantación de especies vegetales de variedades idóneas para el clima de la zona en módulos Ug-ms10 a razón de 40 plantas/m². Incluso instalación de riego mediante tubería exudante propia del muro.



- "Detalle constructivo" (imagen obtenida de google el 1/6/2013)

Ventajas

- *Instalación del jardín completamente tapizado.* Ofrece la posibilidad de disfrutar de un jardín vertical completamente tapizado nada más finalizada la instalación.
- *Retención de nutrientes.* La utilización de un sustrato relativamente convencional permite al jardín sobrevivir en caso de un fallo en el sistema de fertirrigación.
- *Retención de agua.* La utilización de retenedores de agua y el espesor del propio sustrato permiten al jardín vertical sobrevivir en caso de un fallo en el sistema de riego.
- *Resistencia al frío.* El espesor necesario del sustrato facilita la protección de la raíz frente al frío extremo.
- *Sustitución por paneles.* La sustitución por paneles es una ventaja en algunos de estos sistemas donde en caso de fallo se puede reemplazar el jardín vertical nuevo y completamente tapizado en un periodo breve de tiempo.

Desventajas

- *Durabilidad.* La instalación de estos sistemas implica la utilización de un sustrato relativamente convencional, esto implica que en el caso de necesitar fertirrigación la durabilidad del sustrato se acortará debido a la saturación de sales. En aquellos sistemas que no controlen adecuadamente la pérdida de finos los sustratos se lavarán.
- *Sistemas de riego.* En los sistemas de paneles el riego está integrado en la parte trasera y la aportación de agua se produce panel a panel, esto complica su mantenimiento y sustitución
- *Peso.* El peso de estos sistemas es mucho más elevado que los sistemas hidropónicos.

Condiciones previas del soporte

Se comprobará que la estructura portante presenta aplomado, planeidad y verticalidad adecuadas. Cuando el soporte sea de hormigón, hormigón celular, mortero de cemento o mortero de áridos ligeros, su superficie deberá estar fraguada y seca, sin huecos ni resaltes mayores que el 20% del espesor de la membrana impermeabilizante prevista. Antes de comenzar los trabajos de impermeabilización deben ser instaladas los elementos de desagüe. En soportes cuya sensibilidad a la humedad sea especialmente alta se protegerá con una impermeabilización continua adicional.

Proceso de ejecución

El conjunto estará compuesto por:

- Impermeabilización de espuma de poliuretano 35Kg/m³, 20mm
- Estructura portante, perfilaría de aluminio
- Panel leaf.box Ug-15 o Ug-10
- Sistema de riego exudante Ug-RL
- Vegetación en módulo de plantación Ug-p10.

Peso del sistema (en kg/m²)

Peso total planteado y saturado de agua 45-60 kg/m²

Espesor del sistema (en mm)

Espesor del sistema leaf.box Ug-10: 120 mm + cámara de aire trasera

Espesor del sistema leaf.box Ug-15: 170 mm + cámara de aire trasera



VENTAJAS

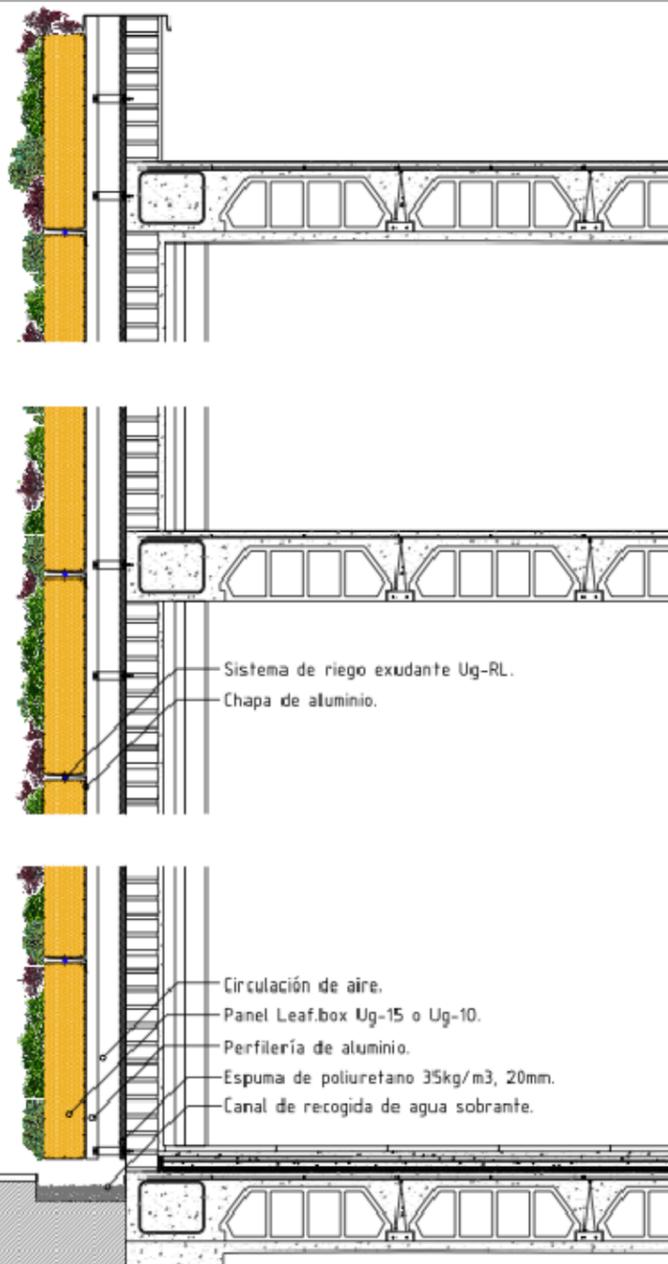
- *Instalación del jardín completamente tapizado.* Ofrece la posibilidad de disfrutar de un jardín vertical completamente tapizado nada más finalizada la instalación.
- *Retención de nutrientes.* La utilización de un sustrato relativamente convencional permite al jardín sobrevivir en caso de un fallo en el sistema de fertirrigación.
- *Retención de agua.* La utilización de retenedores de agua y el espesor del propio sustrato permiten al jardín vertical sobrevivir en caso de un fallo en el sistema de riego.
- *Resistencia al frío.* El espesor necesario del sustrato facilita la protección de la raíz frente al frío extremo.
- *Sustitución por paneles.* La sustitución por paneles es una ventaja en algunos de estos sistemas donde en caso de fallo se puede reemplazar el jardín vertical nuevo y completamente tapizado en un periodo breve de tiempo.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Jardín vertical sistema leaf.box, compuesto por una capa aislante e impermeable de espuma de poliuretano 35Kg/m³ de 20mm, estructura portante de perfilería de aluminio, paneles leaf.box Ug-15 o Ug-10 contruidos a medida, realizados en varilla metálica, cerrados con alambre galvanizado, electro-soldado y plastificado, rellenos de sustrato de fibras vegetales Ug-ms05, y plantación de especies vegetales de variedades idóneas para el clima de la zona en módulos Ug-ms10 a razón de 40 plantas/m². Incluso instalación de riego mediante tubería exudante propia del muro.

CONDICIONES PREVIAS DEL SOPORTE

Se comprobará que la estructura portante presenta aplomado, planeidad y verticalidad adecuadas. Cuando el soporte sea de hormigón, hormigón celular, mortero de cemento o mortero de áridos ligeros, su superficie deberá estar fraguada y seca, sin huecos ni resaltes mayores que el 20% del espesor de la membrana impermeabilizante prevista. Antes de comenzar los trabajos de impermeabilización deben ser instaladas los elementos de desagüe. En soportes cuya sensibilidad a la humedad sea especialmente alta se protegerá con una impermeabilización continua adicional.



Peso del sistema (en kg/m²)

Peso total planteado y saturado de agua 45-60 kg/m²

Espesor del sistema (en mm)

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

PROCESO DE EJECUCIÓN

- Impermeabilización de espuma de poliuretano 35Kg/m³, 20mm.
- Estructura portante, perfilería de aluminio.
- Panel leaf.box Ug-15 o Ug-10.
- Sistema de riego exudante Ug-RL.
- Vegetación en módulo de plantación Ug-p10.

CONDICIONES PREVIAS DEL SOPORTE

Se comprobará que la estructura portante presenta aplomado, planeidad y verticalidad adecuadas. Cuando el soporte sea de hormigón, hormigón celular, mortero de cemento o mortero de áridos ligeros, su superficie deberá estar fraguada y seca, sin huecos ni resaltes mayores que el 20% del espesor de la membrana impermeabilizante prevista. Antes de comenzar los trabajos de impermeabilización deben ser instaladas los elementos de desagüe. En soportes cuya sensibilidad a la humedad sea especialmente alta se protegerá con una impermeabilización continua adicional.

DESVENTAJAS

Durabilidad. La instalación de estos sistemas implica la utilización de un sustrato relativamente convencional, esto implica que en el caso de necesitar fertirrigación la durabilidad del sustrato se acortará debido a la saturación de sales. En aquellos sistemas que no controlen adecuadamente la pérdida de finos los sustratos se lavarán.

Sistemas de riego. En los sistemas de paneles el riego está integrado en la parte trasera y la aportación de agua se produce panel a panel, esto complica su mantenimiento y sustitución

Peso. El peso de estos sistemas es mucho más elevado que los sistemas hidropónicos.

DETALLES

Estructura portante de aluminio:
La estructura de aluminio se anclará a la pared. Estas fijaciones se instalarán previamente al proceso de impermeabilización.

Impermeabilización:
Aplicación de una película continua de impermeabilización de espuma de poliuretano 35Kg/m³, 20mm.

Sujeción de paneles leaf.box:
Colocación y sujeción de los paneles leaf.box Ug-15 o Ug-10 función de las especies vegetales seleccionadas y la orientación del jardín vertical. Los paneles se colocarán ya rellenos del sustrato de fibras vegetales Ugms05.

Sistema de riego exudante Ug-RL:
Se procederá a la instalación del sistema de riego exudante Ug-RL en los espacios horizontales entre los paneles leaf.box que resultan al instalarlos, una vez instalada la tubería exudante Ug-RL se procederá a su ocultación, relleno de los huecos con sustrato Ug-ms05. Las tuberías exudantes se conectan a su vez a la tubería general de distribución.

Plantación:
La plantación de especies se realizará con módulo de plantación Ug-ms10 que contienen la planta, en la instalación se presionará el sustrato hasta que el módulo quede incrustado completamente en el sustrato Ug-ms05.

MANTENIMIENTO

El mantenimiento del sistema de jardín vertical leaf.box puede ser llevada a cabo por cualquier persona con una pequeñas nociones de jardinería. Una vez totalmente enraizado el sistema, y gracias a las características del sustrato Ug-ms05 no es necesario un proceso de abonado. El control del riego es totalmente automático y autónomo de manera que el mantenimiento consta de la revisión periódica de las instalaciones, además, y gracias al sistema de monitorización de riego IQ2, las alertas de posibles fallos, son instantáneas.

- Fachada vegetal con sistema Babylon



- “Sistema Babylon” (imagen obtenida de google el 1/6/2013)

Jardín vertical **sistema Babylon**, estructura portante de perfilera de aluminio, gavión de 50x100x10 cm o de 50x50x10 cm en acero inox 304-316 realizados en malla metálica, rellenos de sustrato ecológico compuesto por un aminoplasto (orgánico-sintético) en forma de espuma junto a sustrato vegetal, y plantación de especies vegetales de variedades idóneas para el clima de la zona (25 cplantas cada alveolo). Incluso sistema de riego por goteo y fertirrigación.

Vantajas

- *Instalación del jardín completamente tapizado.* Ofrece la posibilidad de disfrutar de un jardín vertical completamente tapizado nada más finalizada la instalación.
- *Instalación:* Esta tecnología al estar basada en un sistema modular, permite altos niveles de estandarización en cuanto a los elementos constructivos que la componen, facilitando la puesta en obra y el montaje del sistema.
- *Reutilizo de las aguas grises.* Posibilidad de aplicar la comprobada tecnología de depuración de aguas grises para macrófitas en zonas urbanas con una reducida oferta de espacio.
- *Resistencia al frío.* El espesor necesario del sustrato facilita la protección de la raíz frente al frío extremo.
- *Sustitución por paneles:* en caso de fallo, se puede reemplazar el jardín vertical nuevo y completamente tapizado en un periodo breve de tiempo.

- *Juegos de colores.* Posibilidad de crear juegos de colores con las plantas y especies.

Desventajas

- *Peso:* El peso de estos sistemas es más elevado que los sistemas hidropónicos.
- Estabilidad de los gaviones.

Condiciones previas del soporte

Se comprobará que la estructura portante presenta aplomado, planeidad y verticalidad adecuadas. Cuando el soporte sea de hormigón, hormigón celular, mortero de cemento o mortero de áridos ligeros, su superficie deberá estar fraguada y seca, sin huecos ni resaltes mayores que el 20% del espesor de la membrana impermeabilizante prevista. Antes de comenzar los trabajos de impermeabilización deben ser instaladas los elementos de desagüe. En soportes cuya sensibilidad a la humedad sea especialmente alta se protegerá con una impermeabilización continua adicional.

Proceso de ejecución

El conjunto estará compuesto por:

- Estructura portante, perfilería de aluminio.
- Gavión de 50x100x10 cm o de 50x50x10 cm .
- Sistema de riego por goteo y fertirrigación.
- Vegetación en módulo de plantación.

Peso del sistema (en kg/m²)

El peso del gavión de 100x50x10cm saturado de agua es de 35 kg/m².

Espesor del sistema (en mm)

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



DETALLE TÉCNICO CONSTRUCTIVO CON GUÍAS VERTICALES Y HORIZONTALES

La sujeción de los gaviones a la pared o estructura se realiza mediante guías verticales fijadas con tornillería metálica tipo Fischer FBN. Posee unos dientes en la perfilera para poder colocar el gavión, de esta forma se facilita el montaje y desmontaje del mismo. Es también posible utilizar guías horizontales como ilustrado en las imágenes.

RIEGO

Sistema de riego por "Goteo" y "Fertirrigación" a través de abonadora inyectada en el riego. El riego se estudia siempre en función de cada especie vegetal, así como de su orientación y a la altura que se colocará el gavión en el muro. Según la especie vegetal, utilizaremos goteros de más o menos caudal, al igual que la dosificación del abono. Toda pared irá gestionada por un sistema de gestión del riego vía radio / gprs llamado "Sky Green". El Mantenimiento de un jardín vertical es igual de necesario que en un jardín de superficie, estamos tratando con seres vivos.

SUBSTRATO

Sustrato ecológico compuesto por un aminoplasto (orgánico-sintético) en forma de espuma, hecho de Urea, Methanol y agua, junto a sustrato vegetal propiamente dicho. Este sustrato ecológico se caracteriza por ser:

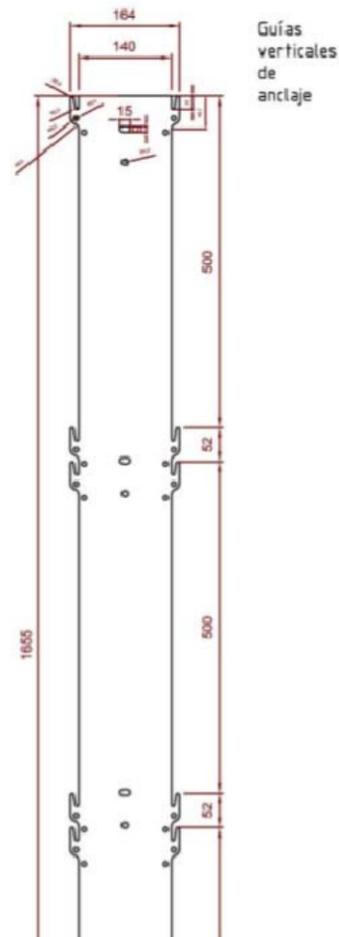
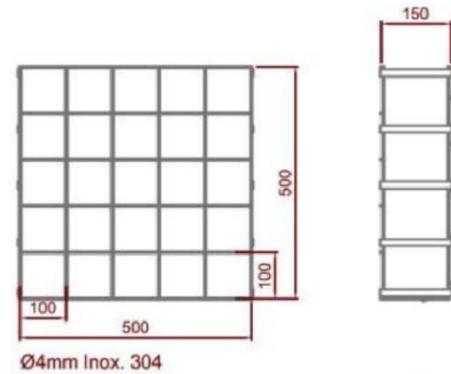
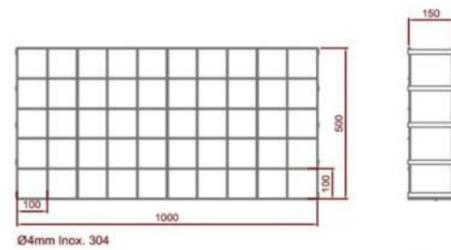
- biodegradable
- atóxico
- inerte
- orgánico
- completamente inofensivo para el medio ambiente
- ultraligero
- capacidad grande de retención de agua y nutrientes en solución (60 vol%),
- alta resistencia a la presión
- alta permeabilidad al aire
- funciona como fertilizante de liberación lenta



Sistema mixto trespadoras y gaviones

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Estructura modular de piezas de 50x100x10cm y de 50x50x10cm en acero Inox 304-316 Rellenada de sustrato especial que permite un perfecto funcionamiento con mínimo mantenimiento. Peso del gavión de 100x50x10cm saturado de agua 35 kg/m² (70 kg/m²)



VENTAJAS PARA EL MEDIO AMBIENTE:

- Asimilación mensual de CO₂
- Reducción de 2.6° C detrás de los paneles de plantas
- Permite la depuración y reutilización de aguas grises en la misma instalación.
- Mejora el aislamiento térmico en edificios (rebaja la temperatura de 5-8°C en verano).
- Reducción del efecto "Isla de Calor" en las grandes ciudades.

VENTAJAS PARA LA SALUD:

- Incremento del nivel de oxígeno y disminución de [CO₂] en el aire de recirculación, gracias a la actividad de fotosíntesis de las plantas del muro vegetal
- Disminución de los niveles de polvo en el aire por quedar retenido en el muro.
- Fijación de gases nocivos por parte de las plantas de la pared vegetal.
- Aislante natural del ruido. Reducción de hasta 10 dB

CARACTERÍSTICAS DE LA MALLA DEL GAVIÓN

Diametro del alambre	5.5 mm.
Cuadrícula de malla	10 x 10 cm.
Color de malla de polietileno	Verde
Permeabilidad	40.5/s.
Capacidad de depuración	60 l/mq día



Juego de colores

CARACTERÍSTICAS DEL GAVIÓN

Tamaño	50x100x10 cm / 50x50x10 cm
Peso	70 kg/m ²
Resistencia corrosión	3000 h.
Puntos de sujeción	8 puntos
Plantas en alveolo	25 unidades



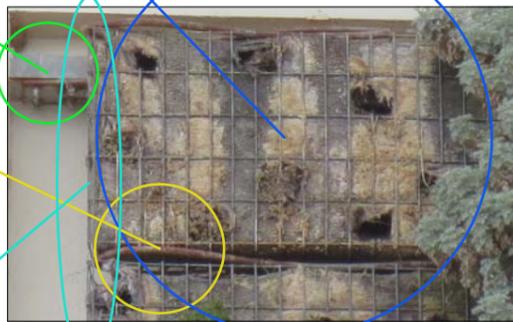
Gaviones modulare de malla metalica

104 x 51,5 cm

Perfiles sujeción gaviones

Riego por goteo

Separación del soporte

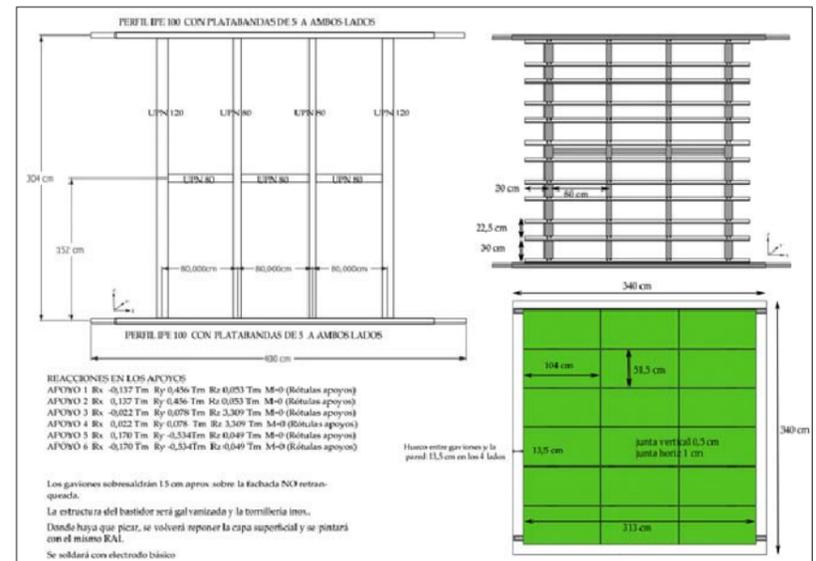
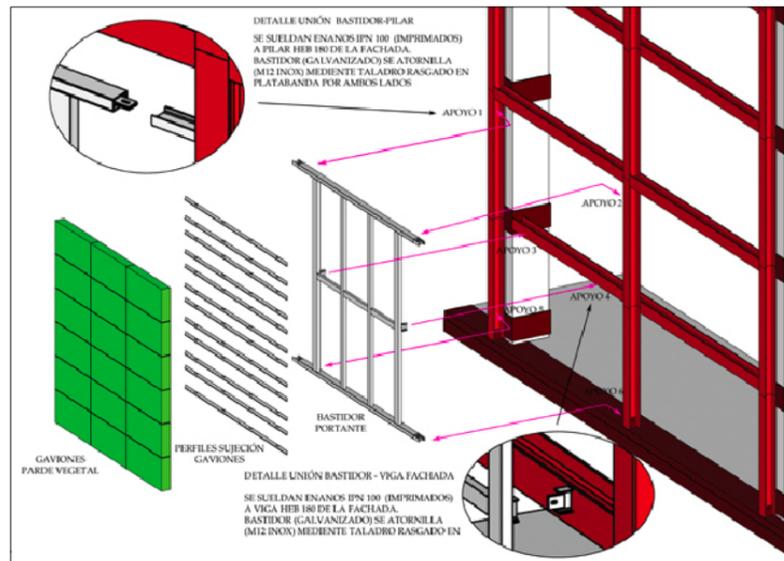
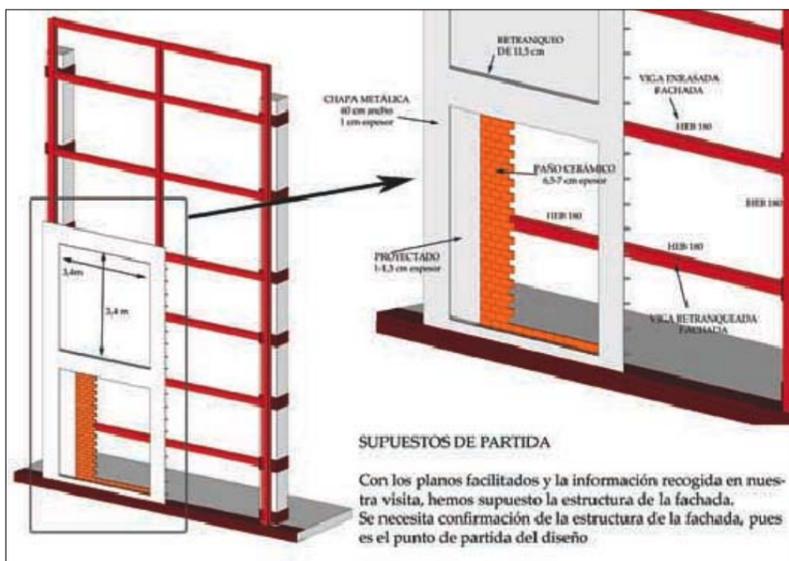
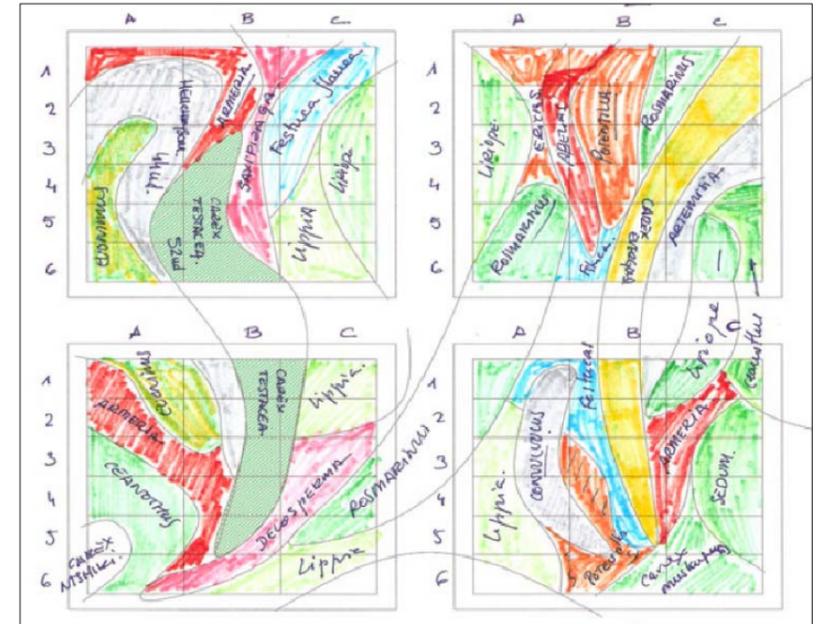


DETALLES

Sistema compuesto de 24 módulos de 4 x 4 mts: en total 390 metros cuadrados. En cada módulo, para la selección de plantas se ha tenido en cuenta la localización y la orientación del jardín. El jardine se encuentra en Valencia y sin embargo recibe insolación directa dotos el día.

La estructura portante es galvanizada mediante aclaje.

El modulo se repite con iguales dimensiones pero con diferentes combinaciones de especies para crea un contraste de color; importante es la orientación sur de la fachada.

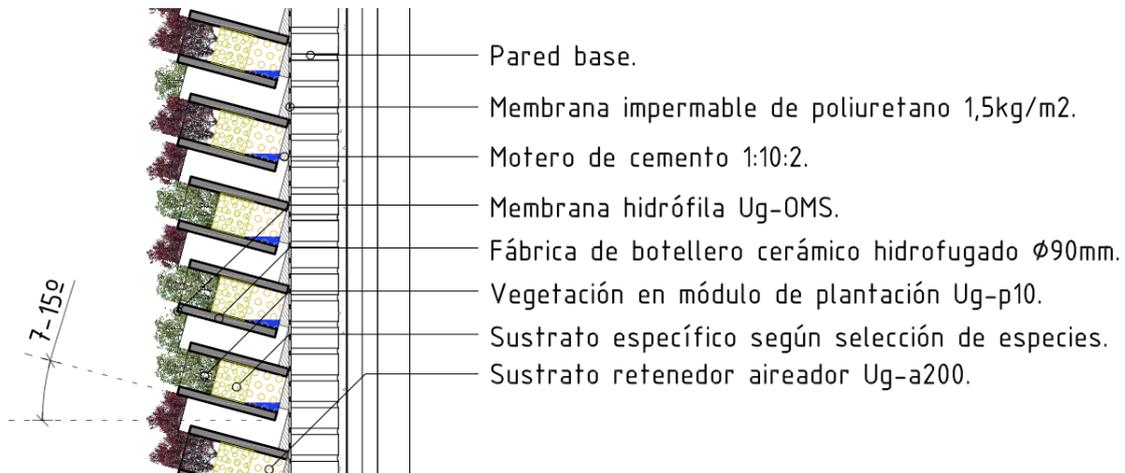


- Fachada vegetal con sistema Eco.bin



- “Sistema eco.bin, Ibiza”(imagen obtenida de google el 1/6/2013)

El jardín vertical con el **sistema eco.bin** está formado por una membrana impermeable de poliuretano 1,5kg/m², fábrica de botellero cerámico hexagonal de 2 huecos hidrofugado, inclinado de 7-15° sobre la horizontal y anclada a muro de hormigón en la cara posterior mediante mortero mixto 1:2:10 y conectores de alambre de acero inoxidable de 4mm de diámetro anclados al muro de hormigón cada 1,5ml. Relleno con sustrato retenedor aireador Ug-a200 y sustrato específico según selección de especies, plantación de especies vegetales (seleccionadas en colaboración con la dirección facultativa) en módulos Ug-p10 a razón de 80 plantas/m².



- “Detalle constructivo” (imagen obtenida de google el 1/6/2013)

Ventajas

- *Facilidad de sustitución de planta.* La planta se sustituye fácilmente poniendo una nueva planta en el botellero cerámico.
- *Resistencia al frío.* El botellero facilita la protección de la raíz frente al frío extremo.
- *Instalación del jardín completamente tapizado.* Ofrece la posibilidad de disfrutar de un jardín vertical completamente tapizado nada más finalizada la instalación.
- *Retención de nutrientes.* La utilización de un sustrato relativamente convencional permite al jardín sobrevivir en caso de un fallo en el sistema de fertirrigación.

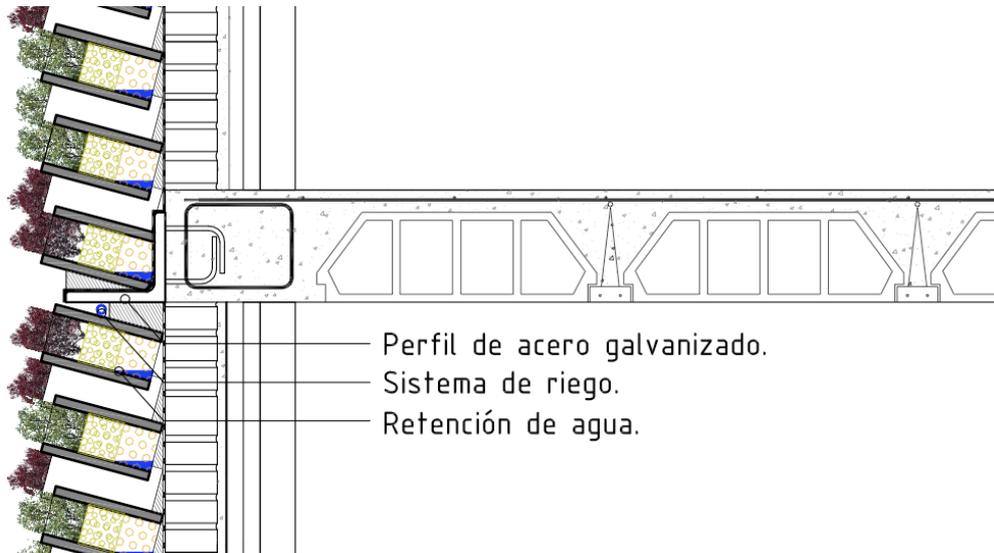
Desventajas

- *Peso.* El peso de estos sistemas es mucho más elevado que los sistemas hidropónicos.
- *Factor estético.* El sistema de riego es visible.
- *Intervente invasivo.* Si hace un interverte mucho invasivo en el pared vertical.

Condiciones previas del soporte

Se comprobará que la estructura portante presenta aplomado, planeidad y verticalidad adecuadas.

Cuando el soporte sea de hormigón, hormigón celular, mortero de cemento o mortero de áridos ligeros, su superficie deberá estar fraguada y seca, sin huecos ni resaltes mayores que el 20% del espesor de la membrana impermeabilizante prevista. Antes de comenzar los trabajos de impermeabilización deben ser instaladas los elementos de desagüe. En soportes cuya sensibilidad a la humedad sea especialmente alta se protegerá con una impermeabilización continua adicional.



- “Detalle constructivo” (imagen obtenida de google el 1/6/2013)

En jardines vertical con una altura superior a 3m se instalarán perfiles metálicos y anclajes de acero para la correcta sujeción de la fábrica de botelleros a la edificación. Estas fijaciones se instalarán previamente al proceso de impermeabilización.

Proceso de ejecución

Formación de pared de cerramiento o divisoria fábrica de celdas cerámicas. La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Replanteo de las paredes.
- Colocación y aplomado de las miras de referencia a las esquinas
- Marcado de las hiladas a las miras y tendido de los hilos.
- Colocación de plomadas en aristas y voladizos.
- Colocación de las piezas humedeciéndolas y en hiladas enteras.
- Repaso de las juntas y limpieza del paramento.
- Protección de la estabilidad del muro frente de las acciones horizontales.
- Protección de la obra ejecutada de la lluvia, las heladas y de las temperaturas elevadas.
- Protección de la obra de fábrica de los golpes, rozaduras y de las salpicaduras de mortero.

Peso del sistema (en kg/m²)

Peso total planteado y saturado de agua 325-350 kg/m²

Espesor del sistema (en mm)

Espesor Total 270 mm



VENTAJAS

- *Facilidad de sustitución de planta.* La planta se sustituye fácilmente poniendo una nueva planta en el botellero cerámico.
- *Resistencia al frío.* El botellero facilita la protección de la raíz frente al frío extremo.
- *Instalación del jardín completamente tapizado.* Ofrece la posibilidad de disfrutar de un jardín vertical completamente tapizado nada más finalizada la instalación.
- *Retención de nutrientes.* La utilización de un sustrato relativamente convencional permite al jardín sobrevivir en caso de un fallo en el sistema de fertirrigación.

MANTENIMIENTO

El mantenimiento del sistema de jardín vertical eco.bin puede ser llevada a cabo por cualquier persona con una pequeñas nociones de jardinería. Una vez totalmente enraizado el sistema, se puede llevar a cabo un proceso de abonado mediante fertirrigación en pequeñas proporciones. El control de fertirrigación es totalmente automático y autónomo de manera que el mantenimiento consta de la revisión periódica de las instalaciones así como el cambio de los depósitos de fertilizante.

PROCESO DE EJECUCIÓN

Formación de pared de cerramiento o divisoria fábrica de celdas cerámicas. La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Replanteo de las paredes.
- Colocación y aplomado de las miras de referencia a las esquinas
- Marcado de las hiladas a las miras y tendido de los hilos.
- Colocación de plomadas en aristas y voladizos.
- Colocación de las piezas humedeciéndolas y en hiladas enteras.
- Repaso de las juntas y limpieza del paramento.
- Protección de la estabilidad del muro frente de las acciones horizontales.
- Protección de la obra ejecutada de la lluvia, las heladas y de las temperaturas elevadas.
- Protección de la obra de fábrica de los golpes, rozaduras y de las salpicaduras de mortero.

DESVENTAJAS

- *Peso.* El peso de estos sistemas es mucho más elevado que los sistemas hidropónicos.
- *Factor estético.* El sistema de riego es visible.
- *Intervente invasivo.* Si hace un intervente mucho invasivo en el pared vertical.

Peso del sistema (en kg/m²)

Peso total planteado y saturado de agua
325-350 kg/m²

Espesor del sistema (en mm)

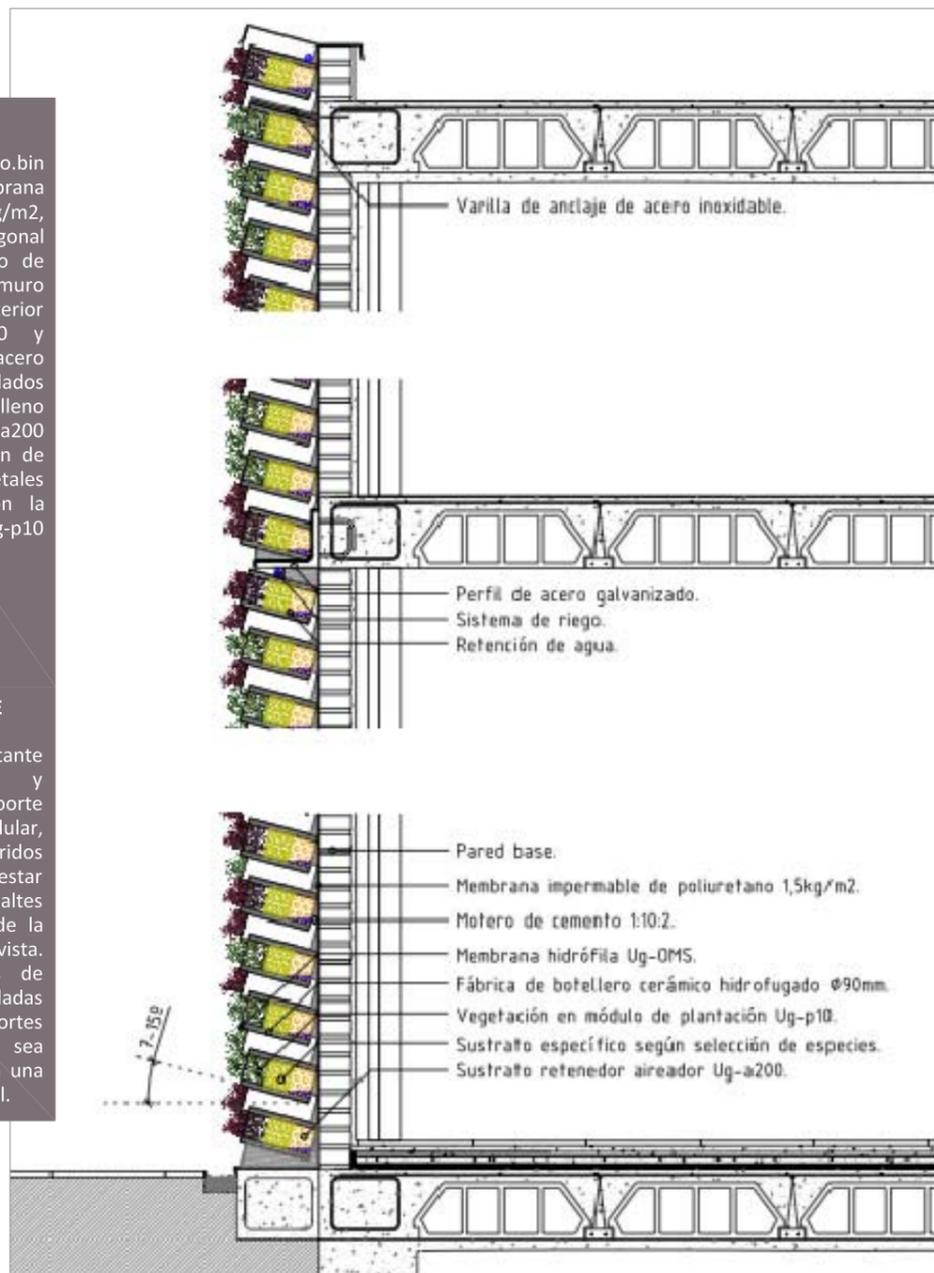
Espesor Total 270 mm

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El jardín vertical con el sistema eco.bin está formado por una membrana impermeable de poliuretano 1,5kg/m², fábrica de botellero cerámico hexagonal de 2 huecos hidrofugado, inclinado de 7-15° sobre la horizontal y anclada a muro de hormigón en la cara posterior mediante mortero mixto 1:2:10 y conectores de alambre de acero inoxidable de 4mm de diámetro anclados al muro de hormigón cada 1,5ml. Relleno con sustrato retenedor aireador Ug-a200 y sustrato específico según selección de especies, plantación de especies vegetales (seleccionadas en colaboración con la dirección facultativa) en módulos Ug-p10 a razón de 80 plantas/m².

CONDICIONES PREVIAS DEL SOPORTE

Se comprobará que la estructura portante presenta aplomado, planeidad y verticalidad adecuadas. Cuando el soporte sea de hormigón, hormigón celular, mortero de cemento o mortero de áridos ligeros, su superficie deberá estar fraguada y seca, sin huecos ni resaltes mayores que el 20% del espesor de la membrana impermeabilizante prevista. Antes de comenzar los trabajos de impermeabilización deben ser instaladas los elementos de desagüe. En soportes cuya sensibilidad a la humedad sea especialmente alta se protegerá con una impermeabilización continua adicional.



DETALLES

Instalación de anclajes de acero inoxidable y perfiles: en jardines vertical con una altura superior a 3m se instalarán perfiles metálicos y anclajes de acero para la correcta sujeción de la fábrica de botelleros a la edificación. Estas fijaciones se instalarán previamente al proceso de impermeabilización.

Impermeabilización: aplicación de una película continua de impermeabilización de poliuretano de 1,5kg/m².

Fabrica de celdas cerámicas: Construcción de la fábrica de celdas cerámicas con una inclinación entre 7 y 15° en función de las especies vegetales seleccionadas.

Película hidrófila Ug-OMS. Se procederá a la aplicación de la película hidrófila en la cara exterior de las celdas, se evitará en la medida de lo posible que dicha película no penetre en el interior.

Plantación: La plantación de especies se realizará con módulo de plantación Ug-p10 que contienen la planta, en la instalación se presionará el sustrato hasta que el módulo quede incrustado completamente en la celda cerámica.



INTRODUCCIÓN

El edificio de Caixaforum Madrid consiste en la rehabilitación y ampliación de una antigua central eléctrica y parte del objetivo arquitectónico de configurar un gran espacio público, para lo que se elimina la base inferior del muro existente, quedando el volumen del edificio "suspendido" en el aire. La problemática estructural principal reside así en definir un sistema capaz de recoger la totalidad de las cargas verticales y transmitir las a cimentación sin interferir con el espacio público de la plaza.

Para ello se plantea un macrosistema estructural formado por tres potentes núcleos de hormigón, únicos elementos portantes verticales, un muro perimetral continuo de hormigón postesado, adosado y conectado al muro de ladrillo, y dos paredes estructurales interiores de gran canto que conectan los núcleos con el muro perimetral. A partir de este sistema se organiza la estructura mixta de los niveles superiores y la metálica del volumen superior, mientras que el forjado de planta primera se resuelve con un sistema mixto formado por una estructura metálica tridimensional, que configura la volumetría de la plaza.

La complejidad y particularidad del proyecto sugiere el planteamiento combinado de sistemas estructurales muy diversos, algunos de ellos de gran singularidad estructural y constructiva, ofreciendo un interesante ejemplo de relación y diálogo entre la definición arquitectónica y su soporte resistente.



DESCRIPCIÓN

En el frente correspondiente al muro medianero del edificio de viviendas colindante se sitúa el muro vegetal, que actúa como reclamo del nuevo edificio y punto de referencia. Realizado por el botánico francés Patrick Blanc constituye un auténtico jardín vertical, formado por 15.000 plantas de 250 especies diferentes, que atrae al público y define el acceso principal del edificio.

El jardín vertical, de 24 metros de altura, está dispuesto sobre un sistema estructural completamente autónomo e independiente del muro medianero del edificio colindante, evitando así cualquier posible afección al mismo. Se plantea por lo tanto una estructura vertical autoportante, que recoge las cargas verticales del jardín y actúa frente a las acciones horizontales de viento como una gran viga en ménsula empotrada en su base inferior.

El sistema estructural está formada por cuatro torres principales, situadas en los extremos del muro y una doble en la zona central. Cada torre está formada por un potente cajón metálico de 100 x 90 cm, con un espesor de chapa variable de 15 mm en el extremo superior a 40 mm en la base inferior. Al llegar al nivel del forjado de la plaza el cajón metálico dobla formando una L y se conecta a dos muros paralelos de hormigón que garantizan el necesario empotramiento de la base de la torre. El conjunto de estos dos muros recoge así importantes esfuerzos de flexión, por lo que hubo que reforzar su cimentación, disponiendo una potente losa de 3,0 metros de espesor que actúa como contrapeso y garantiza la estabilidad del sistema.

Sobre las cuatro torres principales se dispuso una estructura metálica secundaria que transmite las cargas (verticales y horizontales) a las torres y permite dar forma a la geometría quebrada del muro en el extremo superior.



DETALLES

El Jardín vertical está formado por tres elementos principales: una estructura metálica, una lámina plástica y una capa de fieltro de poliamida. En el caso de CaixaForum Madrid, tiene una altura de 24 metros, un grosor de casi un metro y una longitud de 19 metros. La superficie vegetal resultante se extiende a lo largo de 460 metros cuadrados. Está formada por 15.000 plantas de 250 especies diferentes. Muchas de ellas son autóctonas, otras son foráneas, pero se adaptan bien al clima de Madrid.

- **Estructura metálica:** Se trata de una estructura vertical autoportante, de 24 metros de altura, y es la base sobre la que descansan la estructura auxiliar y todos los elementos constitutivos del jardín vertical. Está formada por seis torres principales y, como si de las cuadernas de un barco se tratara, de un sistema de perfiles tubulares. Forma una capa de aire que actúa como un sistema de aislamiento térmico y fónico muy eficiente.
- **Panel de soporte:** Está formado por un panel de PVC expandido sujeto a la estructura metálica. Esta capa dota de rigidez a toda la estructura y la hace impermeable.
- **Capa de irrigación:** Formada por una manta doble de fibras sintéticas y una lámina plástica en su cara interior, está fijada mediante grapas al panel de soporte. Es la base de apoyo de toda la plantación. El fieltro es especial, por lo que no se pudre, y su enorme capilaridad permite una distribución homogénea del agua. Las plantas se han distribuido a lo largo de esta capa de fieltro (la densidad es de unas 30 plantas por metro cuadrado) y las raíces crecen a lo largo de ella.
- **Plantación:** Se realiza insertando las raíces de las plantas, sin tierra, entre las dos capas de la manta y fijándolas mediante grapas.
- **Suministro de agua y nutrientes y recogida del agua:** Una red de tuberías, con boquillas de goteo y alimentada por una bomba de agua y nutrientes, va fijada sobre la manta de enraizamiento. El riego del agua, enriquecida con nutrientes, se realiza desde la parte de arriba de la estructura, y es automático. El agua que se escurre por el muro es recogida por una canaleta colocada en la parte inferior del jardín vertical. De esta manera se soluciona el problema que podría generar el agua de escorrentía sobrante.

DETALLES PROYECTO

- **Arquitectos:** Herzog & de Meuron: Jacques Herzog, Pierre de Meuron, Harry Guggler, Peter Ferretto, Carlos Gerhard, Stefan Marbach, Benito Blanco.
- **Estructuras:** NB35 Ingeniería: Jesús Jiménez, Antonio Gimeno, Eduardo Gimeno, Alejandro Bernabeu, Roberto Duque, Marián Sánchez, José Ignacio García, Germán Gil.
- **Instalaciones:** Urculo Ingenieros.
- **Acústica:** Audioscan.
- **Fachada:** ENAR.
- **Iluminación:** Arup.
- **Muro vegetal:** Patrick Blanc, Herzog & de Meuron, NB35 Ingeniería (estructuras).
- **Estructura metálica:** Emesa.



DESCRIPCIÓN

En el proyecto de ampliación del Museo de San Telmo - de la oficina española Nieto Sobejano Arquitectos -, la empresa Proiek utilizó más de 3.500 paneles de aluminio y la última tecnología en maquinaria para lograr la construcción del muro vegetal que permite integrar el nuevo edificio a su entorno natural.

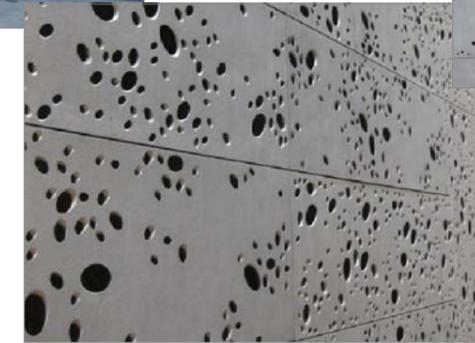
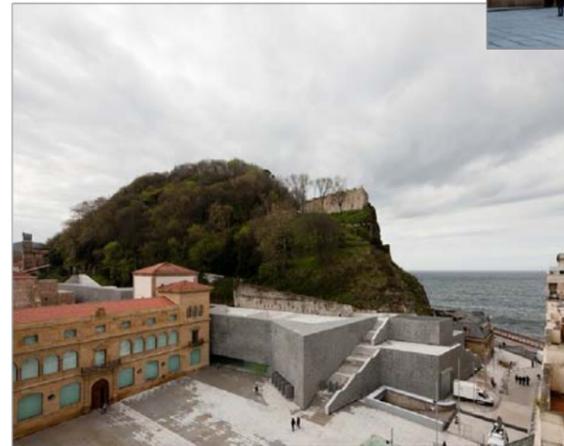
La intervención arquitectónica del edificio - inaugurado en 1902 -, tuvo como objetivo no solo mejorar el antiguo edificio sino también crear un conjunto que respondiera a la nueva visión del museo, recuperando la construcción existente como referente histórico de la ciudad y mejorar sus servicios.

Uno de los desafíos de los arquitectos fue vincular el nuevo edificio al paisaje existente, dominado por el monte Urgell; se decidió plantear un muro vegetal, profundo pero ligero, que mantuviese las diferencias topográficas existentes y a la vez oculte en su interior, dos pabellones para las salas de exposición.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVA

El muro se construye en base a paneles de aluminio fundido con perforaciones en diversos ángulos, lo que le da un aspecto variable a la fachada. Para este proyecto, Proiek usó una innovadora maquinaria que permite ejecutar las perforaciones, sobrepapeles de 8 mm de espesor en los distintos ángulos dejando un canto vivo en las aristas y entregándoles la profundidad para dar un acabado rugoso específico y lograr el efecto estético requerido.

Medición	3.880 mq.
Localización	Donostia
Fecha de ejecución	2009/2010
Cliente	UTE Moyua/Amenabar
Arquitecto	Nieto Sobejano



INNOVACIÓN

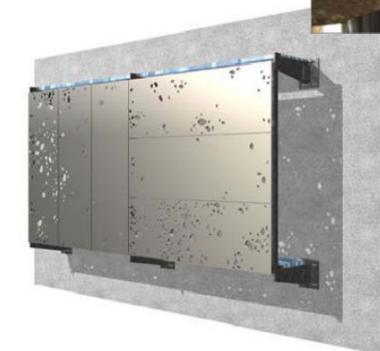
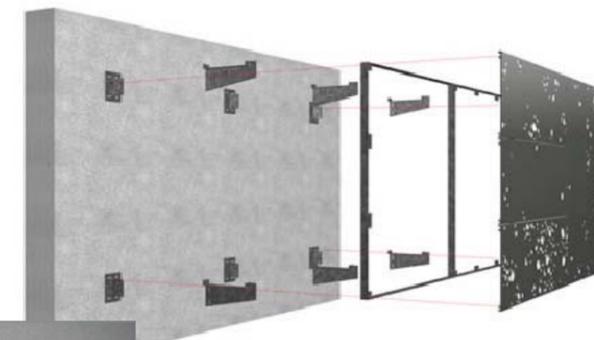
La innovación en esta parte de la obra es el uso de aluminio fundido en placas con diferente scantidades de agujeros para la fachada y en función de un diseño predeterminado, a través de los que luego se implementa la vegetación.

Un sistema de riego controlado instalado en la cara interior del revestimiento, permitirá el crecimiento de los musgos y líquenes que completaran y matizaran el acabado superficial de las fachadas.

MODO DE COLOCACIÓN EN LA PARED

En lo técnico, la complejidad radicó en el trabajo in situ con el material, ya que muchas piezas se ajustan a formas determinadas en obra y al montaje mismo de las fachadas, que deben quedar perfectamente alineadas en los encuentros entre ellas, y el posicionamiento de los diferentes marcos, que deben encajar perfectamente en los sistemas de cuelgue preparados con anterioridad al montaje.

La fachada se diseñó mediante la disposición de marcos de acero en los que se pre-montan las chapas de aluminio correspondientes, que luego hay que colocar en un determinado orden según el dibujo que los arquitectos han previsto.



Conclusiones

El sistema de fieltro es recomendable para grandes superficies en climas que no sufran heladas muy prolongadas, donde el cliente esté dispuesto a asumir un control gestionado por la empresa instaladora. Podría recomendarse para aficionados en autoconstrucción y automantenimiento por el bajo precio de los materiales, existen varios kits en el mercado que se basan en este sistema (aunque sin los adecuados tratamientos tendríamos una tasa de fracaso de plantas elevada). No es recomendable para pequeñas superficies por la elevada complejidad del sistema de riego que encarece significativamente el jardín y el mantenimiento.

El sistema LeafBox es recomendable para jardines pequeños donde se vaya a realizar una sustitución periódica de la plantación con planta de temporada o con flor, procedimientos que se realizan de una manera bastante común en muchas de nuestras ciudades. En ningún caso se recomienda estos sistemas para grandes superficies ni situaciones donde se requiera poco mantenimiento.

El sistema de gaviones relleno de sustrato es interesantes en situaciones donde las condiciones requieran que el jardín vertical esté completamente tapizado desde el primer momento, especialmente en instalaciones temporales como en el cuadro de *Van Gogh* vegetal. El instalador de un jardín vertical de este tipo debe tener siempre en cuenta que la durabilidad es limitada y que tarde o temprano deberá sustituir los paneles por otros debido a la pérdida de estructura del sustrato o a la saturación de sales.



- “Van Gogh vegetal” (imagen obtenida de google el 1/6/2013)

Del análisis de dichos sistemas, se desprenden las siguientes conclusiones:

- El número de empresas dedicadas a la fabricación de elementos para la vegetación de fachadas, es porcentualmente pequeño, comparado con otras empresas dedicadas a otros sistemas constructivos, existe una gran variedad en las soluciones constructivas para sistemas vegetales verticales.
- Las empresas que hay, son recientes y están inmersas en pleno proceso de implantación en el mercado.
- En los últimos años, se han desarrollado diferentes sistemas que permiten integrar vegetación en las fachadas y muros de los edificios. Estos sistemas además han supuesto una gran evolución técnica y conceptual con respecto a las fachadas vegetales tradicionales.
- Debido quizás a que los sistemas vegetales verticales son una tecnología en pleno proceso de evolución, no existen normativas de carácter global y general que clasifiquen, regulen su ejecución, y el funcionamiento o mantenimiento de los mismos.
- Todos los sistemas analizados se integran en mayor o menor medida en los edificios: aprovechan las características de ciertas especies, y se inspiran en la simplicidad de diseño de las fachadas verdes tradicionales, para conseguir su integración arquitectónica con la edificación.

2.3. INCONVENIENTES Y LIMITACIONES DE LAS FACHADAS CONVENCIONALES

La sección tipo de una fachada convencional se compone de dos hojas:

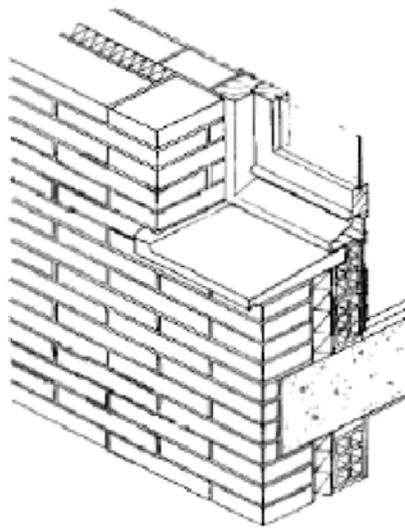
- 1) Hoja exterior, normalmente de ladrillo.
- 2) Hoja interior, posiblemente construida con ladrillo u otros materiales como el cartón-yeso.

Entre estas dos hojas se coloca un aislante térmico, que casi siempre se utilizan materiales como el poliuretano, la fibra de vidrio o la lana de roca.

En lo referente a las condensaciones intersticiales, se puede colocar en el lado caliente del aislante, una barrera de vapor, pero es necesaria una pequeña separación de uno o dos centímetros para permitir que ventile al vapor de agua y no empape el aislamiento.

Al día de hoy la facha tradicional está considerada como una solución convencional. En los edificios con cerramientos de ladrillo cara vista, la imagen que maneja el que proyecta es la de un muro portante tradicional y por eso se cubren los cantos de los forjados con piezas ya sean cerámicas u otra clase de materiales, se muestran falsos espesores de un pie de ladrillo en los huecos y ocultan todos los elementos estructurales, ya que estos son los que soportan realmente al edificio.

Sin embargo, esta solución de fachada puede presentar diversos problemas entre los cuales, la separación clara de las dos hojas (exterior e interior), insertas en la estructura, exige un comportamiento muy diferentes al separarlas, haciendo mención cada vez más a los aislamientos térmicos.

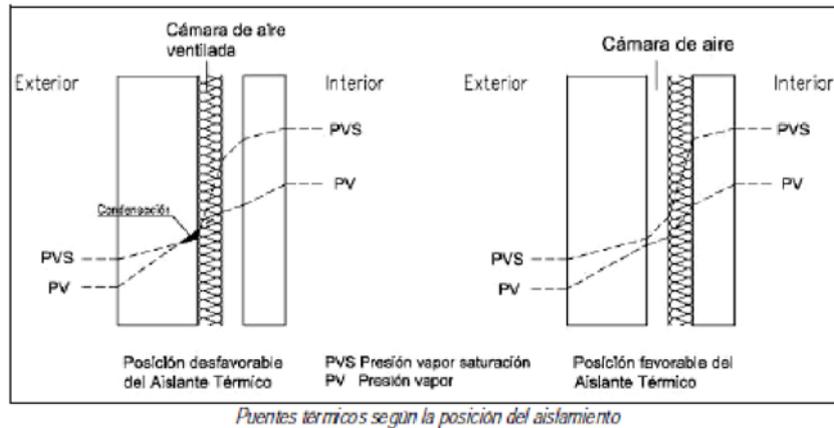


- “Dibujo de la fachada convencional “ (imagen obtenida de Google el 10/06/2013)

2.3.1. LOS PROBLEMAS DE PROTECCIÓN TÉRMICA

Durante los primeros años de colocación de esta solución se cometieron diversas clases de errores. Esta solución se presenta difícil ya que su colocación es muy complicada, si el aislamiento térmico queda suelto y el aire se mueve a su alrededor será ineficaz, si se adosa a la hoja exterior las condensaciones se producirán en el plano de contacto entre el aislamiento y la albañilería, por lo tanto, el comportamiento higrotérmico será muy dudoso, y ya por último adosarlo a la hoja interior es imposible por el proceso constructivo, ya que se debe de hacer de fuera hacia dentro.

Así pues mientras más eficaz sea el aislamiento, más salto térmico existirá entre las hojas. Sus uniones son unos imposibles enjarjes de cerámica entre las sogas del muro de medio pie y el panderete de los tabiques. Las fisuras en esas uniones y las roturas de las llaves o piezas intermedias de unión, si las hay, son inofensivas pero inevitables.



- “Trasmitancia térmica” (imagen obtenida de Google el 10/06/2013)

El puente térmico es una zona donde se transmite muy fácilmente el calor, por ser de diferente material o espesor. La existencia de puentes térmicos presentes en fachadas de edificios se debe al contacto de piezas estructurales con el exterior como por ejemplo, en un edificio que tenga estructura metálica o de hormigón, los pilares y vigas harán de puente térmico respecto de la fábrica de albañilería que normalmente es de ladrillo o bloques huecos de hormigón. Una fábrica de albañilería que sea interrumpida por un pilar o una viga, experimentará un puente térmico en esa zona, pues el pilar o viga transmiten mejor el calor, provocando una pérdida y apareciendo lo denominado “punto frío” que puede provocar condensaciones. Generalmente son observables patologías (zonas húmedas con moho) en estos puentes térmicos.

Uno de los modos más frecuente de resolver este puente térmico que suele ser muy común es no situar los pilares o vigas enrasadas con la fachada por su parte externa, sino que debe de estar retirado unos centímetros respecto de la fábrica de albañilería, lo suficiente para protegerlos con un aislante térmico exterior. Así se evitarán las condensaciones y aparición de humedades y moho en el interior de la vivienda. Pero esta medida de precaución requiere una especial atención a su puesta en obra.

Los puentes térmicos más comunes en la edificación, que se tendrán en cuenta en el análisis, se clasifican en:

a) Puentes térmicos integrados en los cerramientos:

- Pilares integrados en los cerramientos de las fachadas
- Contorno de huecos y lucernarios
- Cajas de persianas
- Otros puentes térmicos integrados

b) puentes térmicos formados por encuentro de cerramientos:

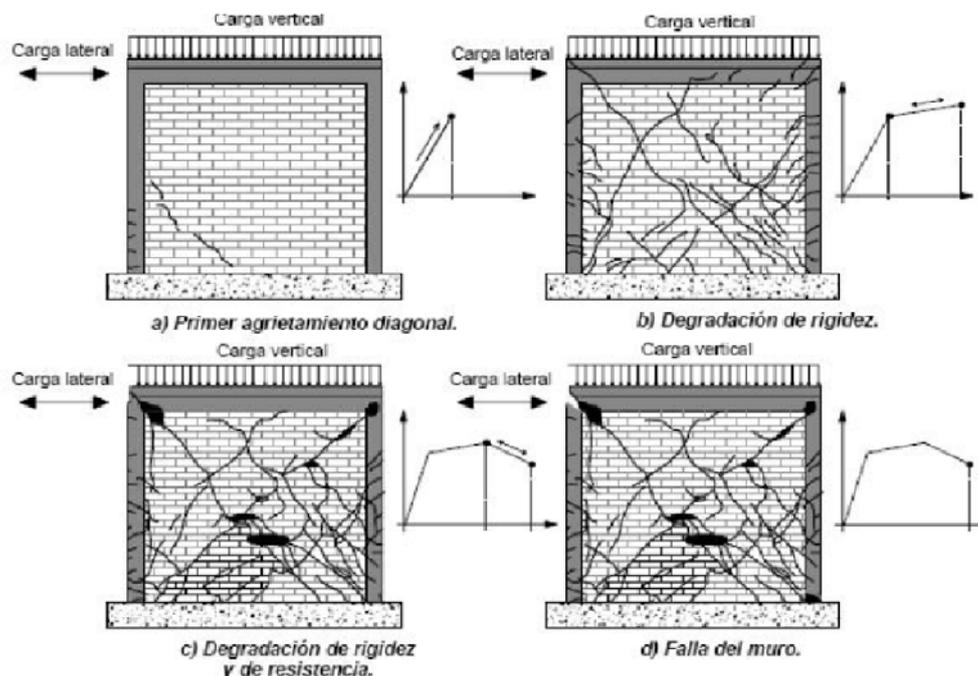
- Frontes de forjado en las fachadas
- Unión de cubiertas con fachadas
- Unión de fachadas con cerramientos en contacto con el terreno
- Esquina o encuentro de fachadas, dependiendo de la posición del ambiente exterior respecto se subdividen en:

Esquinas entrantes
Esquinas salientes

- b) Encuentro de voladizos con fachadas
- d) Encuentro de tabiquería interior con fachadas

2.3.2. LOS PROBLEMAS DE ESTABILIDAD

La fábrica de ladrillo que se ejecuta hoy por hoy como cerramiento exterior en los edificios, emplea habitualmente el aparejo a soga realizado en un espesor de $\frac{1}{2}$ pie. Si bien las fábricas no tienen problemas para resistir los esfuerzos de compresión, no ocurre lo mismo cuando tienen que soportar tracciones, siendo este el principal origen de aparición de grietas y fisuras en los muros convencionales. La diferencia entre grieta y fisura está en que la primera atraviesa el elemento constructivo en todo su espesor y la segunda no.

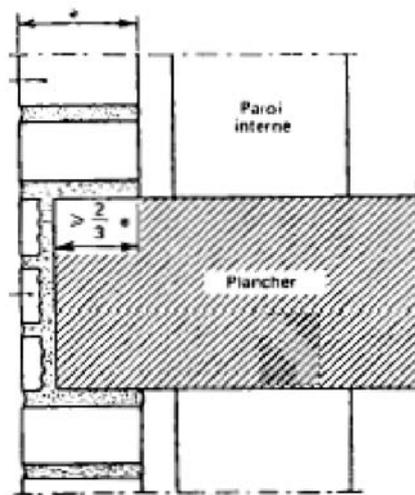


- “Problemas de estabilidad” (Imagen obtenida de Google el 10/06/2013)

Un aspecto muy importante y de especial riesgo, muy habitual, es la solución del apoyo en cada planta. Para dar continuidad a la obra vista desde el exterior se forra el canto del forjado con plaquetas de ladrillo de tres o cuatro centímetros de grosor. Con su mortero de agarre la distancia mínima entre borde del forjado y la cara exterior del ladrillo quedara por debajo de los 5 cm.

La estabilidad de la hoja exterior exige que esta se apoye en el borde del forjado los dos tercios de su grueso. Por lo tanto la hoja exterior puede volar un tercio de su grosor, es decir, menos de 4 cm en el forjado métrico y casi 5 cm en el catalán. La solución es difícil y muchas veces imposible. Es muy habitual que con dicha solución exista un riesgo de desprendimiento de ladrillos en los cantos del forjado.

Podemos observar en este dibujo el tipo de asiento más frecuente, este provoca fisuras en la fábrica de ladrillo apoyada sobre el forjado.



Geometría de apoyo de la hoja exterior según Normativa

- “Problemas de estabilidad” (Imagen obtenida de Google el 7/06/2013)

2.3.3. LOS PROBLEMAS DE ESTANQUEIDAD

Los macizos de albañilería quedan insertos dentro de una estructura deformable, por lo que no se puede encomendar la estanqueidad del edificio a unos cerramientos cuya continuidad queda interrumpida por los forjados y está sometida a las deformaciones de estos. Los movimientos térmicos y mecánicos diferenciales no pueden resolverse con sellados de mortero, ni las plaquetas de albañilería pueden formar una fábrica cohesionada con los ladrillos completos.

En el caso de del perímetro de los huecos, la estanqueidad es difícil de garantizar. Junto a los marcos de la carpintería los tendeles de mortero constituyen un punto débil. La unión del ladrillo-mortero es el punto más débil en una fábrica de ladrillo desde el punto de vista de la estanqueidad, si no se compensa la excesiva succión de algunos ladrillos con el adecuado humedecimiento de estos antes de su puesta en obra.

También la aparición de fisuras o grietas en la fachada del edificio, se supone la existencia de puntos débiles a través de los cuales el agua es capaz de atravesar el espesor de la pared posibilitando la aparición de diversos procesos patológicos.

3. LA ARQUITECTURA COMO PARTE DEL ENTORNO

..en arquitectura es fundamental que exista una correcta relación de la edificación con el medio físico (Stanley Abercrombie, Architecture as Art, 1984)

Una vez construido un edificio, este pasa a formar parte del entorno de la misma manera que un árbol o una roca. Este hecho tiene una doble importancia. En primer lugar, significa que el arquitecto debe considerar, en todas las fases del proyecto, cómo va a afectar al entorno el edificio propuesto, sea en un contexto urbano en un paisaje natural. En segundo lugar, el edificio, una vez terminado, va a estar sometido a los efectos incesantes del sol, la lluvia y el paso del tiempo, exactamente igual que cualquier otro elemento del entorno. Parece razonable considerar cuidadosamente el impacto que va a tener los elementos ambientales sobre el edificio, así como también el que éste va a ejercer, a su vez, sobre su microentorno inmediato.

A lo largo de la historia se han ido utilizando diferentes sistemas pasivos para reducir la incidencia del sol en el edificio y conseguir un confort térmico interior. Pero el desarrollo del invento del aire acondicionado por parte de Wallis Haviland Carrier (1876-1950), durante 1902-1906, hizo que los arquitectos se olvidasen temporalmente del aprovechamiento de los medios pasivos para reducir las ganancias de calor solar, hasta que la llamada crisis del petróleo de 1973 y el consiguiente despertar de una nueva sensibilidad hacia los problemas ecológicos volvieron a poner de actualidad el tema. De hecho, en un edificio es posible mantener unas temperaturas interiores confortables aumentando el flujo de aire a través del mismo, eliminando calor e induciendo en el cuerpo humano la sensación de frescor a través de la evaporación del sudor, es decir, evitando la entrada de los rayos solares al interior y dejando circular el aire a su través. Por ello la solución más inmediata para mantener fresco un edificio, evitando un mayor consumo de energía para el sistema de refrigeración, es mantenerlo alejado de los rayos directos del sol.

Por otro lado la utilización de los grandes ventanales cada vez estaba más presente en la arquitectura y eso condujo a otro problema ya que pese a la transparencia y ligereza visual que proporciona el vidrio, hay que reconocer que también ha sido fuente de numerosos problemas de ganancias térmicas. La luz solar, incluyendo la franja infrarroja invisible del espectro, atraviesa fácilmente el vidrio, pero una vez que incide sobre una superficie de la habitación, el calor generado no puede volver a atravesarlo para salir al exterior. El resultado es una ganancia gradual de calor. Una vez más, la solución está en evitar que el sol incida sobre el vidrio, manteniendo, a la vez, las vistas; para ello pueden usarse elementos salientes de la pared, por encima o a los lados de la ventana, según sea la orientación de ésta. Además, estos elementos salientes deben estar en proporción con la latitud del edificio. Los toldos de lona, las celosías de lamas verticales u horizontales (brise-soleils; parasoles) son buenos ejemplos de ello. Otra solución pasiva ante este problema sería el emplazamiento del edificio al lado de árboles de hoja caduca, lo que proporciona que durante el verano, el espejo follaje sombrea la casa, mientras que en invierno, con la caída de la hoja, el sol se filtra a través de las desnudas ramas ayudando a calentarla. Así pues, en la antigüedad, ya existía un medio de crear una arquitectura amablemente reconciliada con el entorno.

De la misma manera que se puede impedir la incidencia directa de los rayos del sol sobre el vidrio, también se pueden utilizar los vientos dominantes para enfriar un edificio. Por medio de un cuidadoso estudio de los vientos dominantes y de la forma y orientación del edificio, se pueden aprovechar los emplazamientos de masa de aire exterior para ventilar y refrigerar con efectividad del aire interior. Pero nosotros, en este estudio, nos centraremos principalmente en la forma y orientación del edificio para conseguir un mayor confort térmico interior ahorrando el consumo de energía destinada a la refrigeración de la masa de aire que contenta este.

3.1. ESTRATEGIAS DE DISEÑO PARA LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

La **arquitectura bioclimática** puede definirse como la arquitectura diseñada sabiamente para lograr un máximo confort dentro del edificio con el mínimo gasto energético.

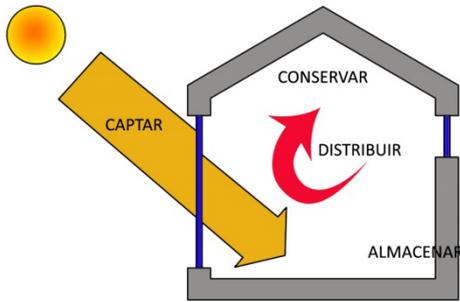
Ésta consiste en el diseño de edificios teniendo en cuenta las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles (sol, vegetación, lluvia, vientos...) para disminuir los impactos ambientales, intentado reducir los consumos de energía.

La arquitectura bioclimática aprovecha las condiciones climáticas de su entorno, mediante las **estrategias de diseño bioclimático**, transformando los elementos climáticos externos en confort interno gracias a un diseño inteligente. Estas estrategias de diseño en la arquitectura bioclimática son:

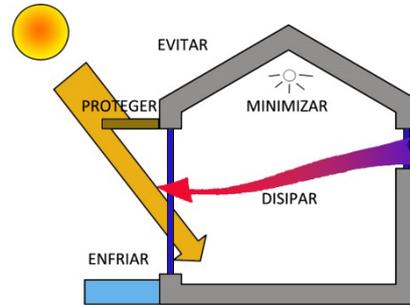
- Ubicación
- Orientación
- Asoleamiento
- Aislamiento térmico
- Iluminación
- Captación solar
- Ventilación
- Protección de la radiación.
-

Estas estrategias variaran según la estación en que nos encontremos, es decir, según las condiciones climatológicas. Para ello diferenciamos las siguientes:

ESTRATEGIAS DE INVIERNO (CALENTAMIENTO) **ESTRATEGIAS DE VERANO (ENFRIAMIENTO)**



• Imagen propia (05/05/13)



• Imagen propia (05/05/13)

CAPTAR	ORIENTACIONES AVENTANAMIENTOS (SIST. SOLARES PASIVOS)	PROTEGER	ORIENTACIONES, SOMBRA, COLOR
CONSERVAR	OPTIMIZACIÓN DE LA AISLACIÓN TÉRMICA	ENFRIAR	AGUA, VIENTOS
DISTRIBUIR	VENTILACIÓN	EVITAR DISIPAR	OPTIMIZAR AISLACIÓN, VENTILACIÓN NATURAL
ALMACENAR MODERAR	MASA TÉRMICA	MODERAR	MASA TÉRMICA
		MINIMIZAR	CONTROL DE EMISIONES INTERNAS

Cabe destacar que el diseño en condiciones de verano es más difícil que en invierno, ya que no existen fuentes naturales de refrigeración (en contraposición al sol como fuente natural de calefacción)

Un edificio bioclimático busca **adaptarse al clima del lugar**. En nuestro caso el edificio que estamos analizando debe estar adaptado completamente a las condiciones climatológicas de la ciudad de Valencia que más adelante explicaremos.

Durante el desarrollo del presente proyecto nos centraremos en las actuaciones para conseguir el enfriamiento del edificio. Éstas serán de carácter arquitectónico, basadas en el diseño y la configuración del conjunto del edificio y de sus elementos. Por lo tanto, una vez estudiado el clima de la ciudad donde nos encontramos, analizaremos el edificio desde el punto de vista de la **orientación** y el **soleamiento** con la finalidad de eliminar el exceso de calor (**sobrecalentamiento**).

3.1.1. ADAPTACIÓN A LA TEMPERATURA

Es quizá en este punto donde es más común incidir cuando se habla de arquitectura bioclimática. Lo más habitual, es aprovechar al máximo la energía térmica del sol cuando el **clima es frío**, por ejemplo para calefacción y agua caliente sanitaria. Aprovechar el efecto invernadero de los cristales y tener las mínimas pérdidas de calor (buen aislamiento térmico) si hay algún elemento calefactor.

Cuando el **clima es cálido** lo tradicional es hacer muros más anchos, y tener el tejado y la fachada del edificio con colores claros. Poner toldos y cristales especiales como doble cristal y tener buena ventilación son otras soluciones. En el caso de usar algún sistema de refrigeración, se debería de aislar el edificio. Contar delante del edificio con un gran árbol de hoja caduca que tape el sol en verano y en invierno lo permita también sería una solución.

3.1.2. INFLUENCIA DE LA ORIENTACIÓN EN LOS EDIFICIOS

Uno de los aspectos más importantes a la hora de diseñar un edificio es la orientación de éste a fin de conseguir unos mínimos costes energéticos y unas máximas prestaciones ópticas.

La orientación de un edificio determina su exposición al sol, tanto en la cantidad de calor como en la cantidad y calidad de luz que recibe. Por este motivo se citan a continuación las cuatro orientaciones posibles con sus principales características:

Orientación Norte:

Ésta es la orientación en la cual el edificio no recibe luz directa del sol. En cambio, la calidad de la luz que recibe es muy constante. Esta orientación es recomendable para edificios en los cuales la actividad principal requiera un gran uso de la vista, como por ejemplo bibliotecas, ya que se obtiene un gran confort debido a que se evita el deslumbramiento que puede causar la luz solar directa.

El hecho que una fachada orientada a norte reciba muy poca radiación solar, obliga a que sus vidrios tengan que disponer de un buen aislamiento térmico (bajo coeficiente $U_{h,v}$) para mitigar las pérdidas térmicas en invierno.

Orientación Sur:

Ésta es la orientación en la cual el edificio aprovecha mejor las ganancias térmicas del sol de invierno, época en que la altura del sol es más baja. Contrariamente, desde el punto de vista

óptico, un sol bajo puede provocar deslumbramientos por incidencia directa de los rayos del sol. Por tanto, será necesario disponer en esta orientación de elementos de protección solar que permitan regular la incidencia directa de la luz sobre la fachada acristalada.

En cambio, durante los meses de verano, cuando el sol está alto, es fácil proteger las aberturas con un voladizo.

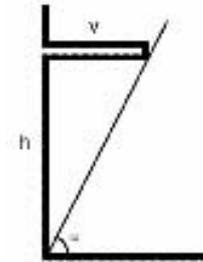
Según esta figura, se evitará la acción directa del sol en un momento determinado cuando la relación entre la protección solar y la fachada ligera sea la siguiente:

$$\frac{v}{h} \geq \cotg(\alpha)$$

h: es la altura entre el suelo y el voladizo [m]

v: es la longitud del voladizo [m]

α : es el ángulo de altura del sol respecto la horizontal en nuestra latitud.

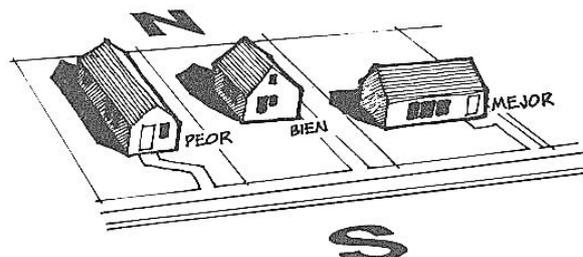


- Imagen y fórmula de un Cuaderno Técnico. “Comportamiento energético de una fachada acristalada”

Orientación Este y Oeste:

Las fachadas acristaladas orientadas a este y a oeste reciben radiación solar directa, por la mañana en el caso del este, y por la tarde en el caso del oeste, ambos casos con una altura del sol baja. Por tanto, conviene que las fachadas dispongan para ambas orientaciones elementos de protección solar apropiados, con el fin de proteger a los usuarios de los efectos del deslumbramiento, y al edificio de un sobrecalentamiento en verano.

Este hecho se acentúa más en la orientación oeste, ya que cuando estas fachas acristaladas reciben la luz solar por la tarde, la temperatura exterior alcanza valores más altos que no por la mañana (como sería en el caso de la orientación este). Por tanto, es importante utilizar estos elementos de protección solar durante las horas de tarde donde se recibe la máxima radiación solar para esta orientación.



- Comparación de orientaciones (Google 05/05/13)

Con una orientación de las ventanas acristaladas al sur en el Hemisferio Norte, o al norte en el Hemisferio Sur, se capta más radiación solar en invierno y menos en verano, aunque para las zonas más cálidas (con temperaturas promedio superiores a los 25 °C) es sustancialmente más conveniente colocar los acristalamientos en el sentido opuesto, esto es, dándole la espalda al ecuador; de esta forma en el verano, la cara acristalada sólo será irradiada por el Sol en los primeros instantes del alba y en los últimos momentos del ocaso, y en el invierno el Sol nunca bañará esta fachada, reduciendo el flujo calorífico al mínimo y permitiendo utilizar conceptos de diseño arquitectónico propios del uso del cristal.

Ya que nuestro edificio objeto de estudio está ubicado en la ciudad de Valencia, podemos decir que es conveniente colocar los acristalamientos en la fachada Norte o lo que es lo mismo dándole la “espalda al ecuador”. Por lo contrario la fachada Sur y Este deberán estar más resguardadas del sol mediante una serie de condicionantes arquitectónicos y de diseño como pueden ser fachadas verdes o materiales adecuados para una buena protección solar.

3.1.3. INFLUENCIA DEL SOL EN LOS EDIFICIOS; SOLEAMIENTO

El principio de soleamiento o asoleamiento se define como: “El diseño de una casa para aprovechar los rayos solares y protegerla del sol indeseable”.

Para poder lograr un soleamiento adecuado es necesario conocer sobre la geometría solar para prever la cantidad de horas que estará asoleado un edificio mediante la radiación solar que pase a través de ventanas y otras superficies no opacas. Es probable que después de un estudio de soleamiento se requiera controlar el ingreso de radiación solar mediante una adecuada protección solar y así poder regular el efecto del sol y su capacidad de calentar el interior de locales habitables. Indistintamente necesita solearse o protegerse del sol una superficie vidriada o una superficie opaca. En cada caso será sensiblemente diferente el modo en que el calor del sol se transmitirá al interior del local.

El proceso en su estudio es el siguiente:

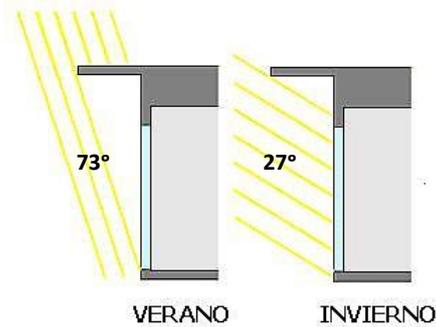
- Orientar los espacios para que el sol penetre cuando y donde se requiera
- Proveer suficientes aberturas y superficies variadas para que el sol penetre en el grado deseado.
- Emplear en el exterior del edificio algún dispositivo (aleros, parasoles, plantas o árboles de hojas caducas) que impidan que el sol caliente la superficie del vidrio en las horas y épocas que el sol no es deseado.
- Organizar los interiores del edificio para aprovechar los beneficios del sol que penetra en ellos.

Existe un sinnúmero de reglas que fijan las bondades y defectos de cada orientación. Entre ellas

hay que tener en cuenta en ocasiones el emplazamiento en relación con las siluetas de las construcciones circundantes, pues, a menudo, estas llegan a producir efectos que contradicen las reglas. Es inútil considerar las ventajas de la orientación hacia el este, si a ese lado existe una pared medianera.

Se tratará de recibir el sol en invierno y eliminarlo en verano, aprovechando las diferencias en ángulos o altura que se registra en las distintas estaciones durante su recorrido. En este sentido la ubicación

más conveniente es la que mira hacia el punto donde el sol culmina al mediodía (sur en el hemisferio norte), pues en verano recibe menos horas de sol que en invierno y con un ángulo de incidencia menor, en un lugar orientado hacia este rumbo, al ser los rayos solares más verticales, pueden evitarse en verano, durante las horas de mayor intensidad, con la construcción de porches, voladizos, aleros o parasoles horizontales, y en invierno, como el sol efectúa el recorrido más bajo, sus rayos alcanzarán a penetrar en los interiores, aun existiendo las citadas protecciones sobre las aberturas.



- Distintos ángulos de incidencia (Google 05/05/13)

Es conveniente que los parasoles horizontales se sitúen algo separados de la pared vertical, con el fin de favorecer la circulación del aire. Los frentes al este y al oeste reciben más horas de sol en verano que en invierno. Las aberturas que miran al este reciben los rayos del sol naciente hasta la mitad de la mañana en invierno y hasta cerca de mediodía en verano. Los espacios orientados hacia ese punto son menos cálidos en verano que los expuestos al norte, pues el sol actúa menos tiempo y antes de haber calentado la atmósfera, y en invierno son templados por el sol de la mañana que rompe el ambiente frío de la noche. Las aberturas orientadas al oeste son castigadas por el sol de la tarde en verano de manera molesta, pues la reciben en la segunda mitad del día, cuando el ambiente ya está caldeado. En invierno, apenas reciben el sol en forma oblicua y el frío de la noche no es contrarrestado sino después de mediodía, y después de mediodía, enseguida lo sorprende de nuevo el frío nocturno.

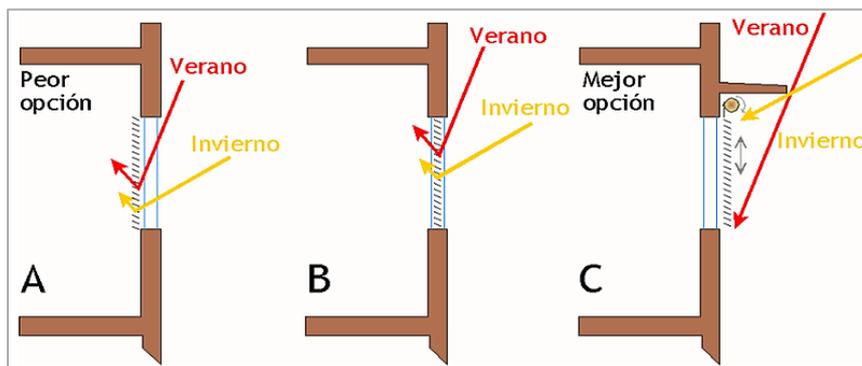
La orientación de los locales secundarios, como pueden ser las escaleras, garajes, etc., no es necesario tenerlos tan en cuenta como los principales, como lo son los despachos o aulas de trabajo. Ha de tratarse entonces de que no ocupen o afecten un lugar bien orientado, privado de sus beneficios a otros locales.

ANÁLISIS DEL SOLEAMIENTO

Para poder analizar el soleamiento de ventanas existen diversas técnicas donde la más antigua y todavía vigente es mediante el auxilio de cartas solares que indican el recorrido del sol en cada mes del año y a cada hora en una latitud determinada.

Otra forma muy usada por los arquitectos bioclimáticos es mediante el uso de un heliodón que simula la posición del sol en la bóveda celeste. Suple al sol una lámpara de alta intensidad que va a asolear una maqueta del edificio a analizar iluminando las zonas expuestas a la lámpara (sol) y sombreando las opuestas a este. El heliodón es un instrumento costoso y voluminoso que está presente en casi todas las facultades y escuelas de arquitectura del mundo que cuenten con un laboratorio ambiental.

Mejores disposiciones de una protección solar para una ventana:



- Distintas posiciones; protección solar (Google 10/05/13)

SOLEAMIENTO DE SUPERFICIES VIDRIADAS

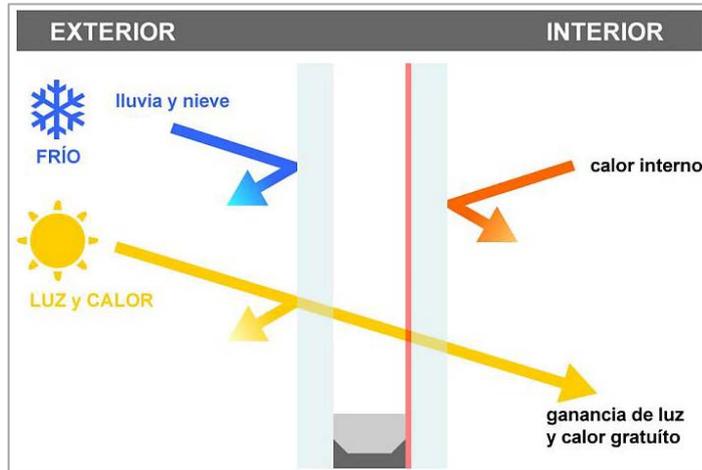
En el caso de superficies vidriadas, la radiación solar llegará a la superficie del exterior del vidrio y en condiciones generales del 86% continuará por el interior del local hasta encontrar una superficie opaca. Dependiendo de su color parte se absorberá y parte se reflejará. La parte absorbida calentará la masa del elemento y luego de calentada irradiará calor en el espectro infrarrojo, ya no visible al ojo humano.

El FACTOR SOLAR es la relación entre la energía solar que atraviesa una superficie transparente y la que incide sobre esa misma superficie. Se utiliza habitualmente como índice de la protección que proporciona una lámina de vidrio frente a la energía solar.

El factor solar es pequeño cuando la protección solar es opaca y de tonalidad clara. Si la protección solar no es opaca y permite parcialmente el paso de la radiación solar el valor del factor solar aumenta.

$$\% \text{ Factor solar} = \frac{\text{energía solar que atraviesa un vidrio}}{\text{energía solar que incide en el vidrio}}$$

Por ejemplo; La expresión "este vidrio posee un factor solar del 40%" significa que únicamente deja pasar el 40% de la energía solar. Por eso, cuanto menor es el porcentaje de factor solar de un cristal, mayor es la protección que proporciona frente a la energía solar.



- Vidrio (Google 10/05/13)

4. ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado aplicaremos a nuestro edificio objeto de análisis, los conceptos estudiados.

4.1. CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO OBJETO DE ESTUDIO

El edificio se encuentra en Valencia, dentro de la Universidad Politécnica de Valencia. Es la resolución de una conexión con la Escuela Técnica Superior de Gestión en la Edificación.



- Localización (Wikipedia 20/05/13)



- Localización (Wikipedia 20/05/13)



- Emplazamiento dentro del campus universitario (Web de la UPV 20/05/13)

Campus Universitario de la UPV, Valencia (España)

Camino de Vera, s/n

46022 Valencia

Se trata de un edificio de carácter docente-administrativo formado por planta baja y 3 plantas superiores. Tiene una huella aproximada de 70 m en el frente de la Avenida Adolfo Suarez y una profundidad de 27 m en su ortogonal con una superficie de 1890 m².

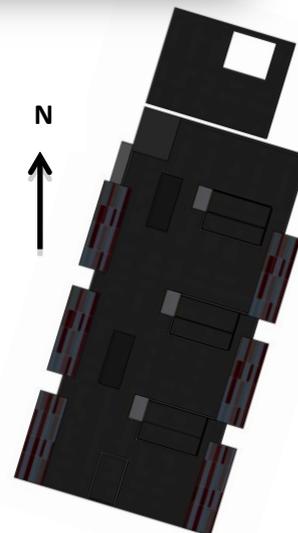


- Emplazamiento (Google Maps 11/04/13)



- Fotografía propia (11/04/13)

Emplazamiento y orientación del Edificio Nuevo de la ETSIE

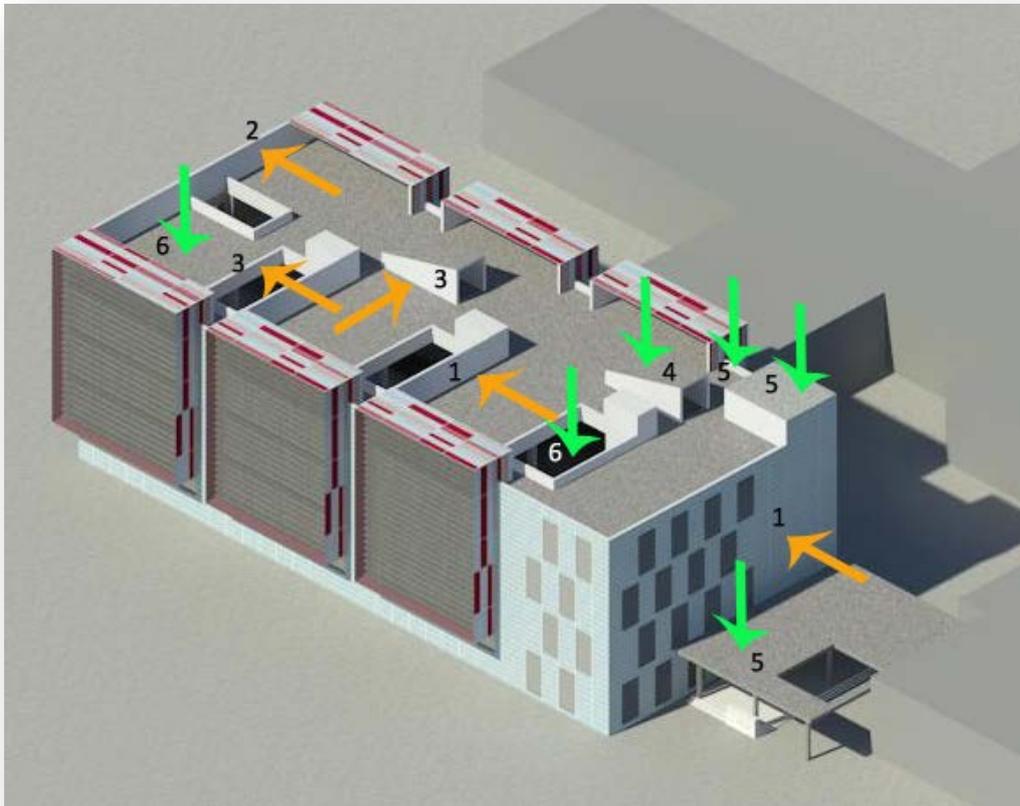


- Imagen propia de nuestro 3D en Revit ; PLANTA AÉREA (11/04/13)

La construcción está repartida en:

	SUPERFICIE UTIL	SUPERFICIE CONSTRUIDA
PLANTA BAJA	1.125,12 m ²	1.239,89 m ²
PLANTA PRIMERA	1.122,82 m ²	1.215,52 m ²
PLANTA SEGUNDA	1.076,50 m ²	1.207,50 m ²
PLANTA TERCERA	1.001,60 m ²	1.119,05 m ²
TOTAL	4.326,04 m²	4.78196 m²

Los diferentes componentes de la envolvente se resuelven de la siguiente manera;



- Imagen propia de nuestro 3D en Revit: VISTA GENERAL (11/04/13)

Las flechas naranjas indican los cerramientos verticales y las flechas verdes las distintas soluciones de cubierta.

En estas tablas se define y detalla la envolvente del edificio objeto de análisis. En primero lugar se especifican los cerramientos verticales, existen dos tipos. Seguidamente se describen las capas de las distintas soluciones de cubierta que nos podemos encontrar.

Cerramiento solución ventilada		
Zona 1	Capas	Detalle
PATIOS INTERIORES Y FACHADAS	<p>Ext.</p> <p>Placas de 8 mm planas de resina termoendurecida reforzada con fibra de madera sobre rastreles de aluminio</p> <p>Poliuretano proyectado de 3 cm de espesor (aislamiento térmico y acústico e impermeabilizante)</p> <p>Fábrica de ladrillo perforado de 1/2 pie (24x11,5x9cm)</p> <p>Cámara de aire de 9 cm de espesor</p> <p>Estructura auxiliar galvanizada para la sujeción del trasdosado de cartón-yeso</p> <p>Trasdosado de cartón-yeso de 12,5mm de espesor acabado con pintura plástica lisa</p> <p>Int.</p>	<p>CERRAMIENTO SOLUCIÓN VENTILADA (PATIOS INTERIORES Y FACHADAS)</p> <p>EXTERIOR</p> <p>INTERIOR</p> <p>PLACAS DE 8mm PLANAS DE RESINA TERMOENDURECIDA REFORZADA CON FIBRA DE MADERA SOBRE RASTRELES DE ALUMINIO</p> <p>POLIURETANO PROYECTADO DE 3cm DE ESPESOR</p> <p>1/2 PIE DE LADRILLO PERFORADO (24x11,5x9cm)</p> <p>CÁMARA DE AIRE DE 9cm DE ESPESOR</p> <p>ESTRUCTURA AUXILIAR GALVANIZADA</p> <p>TRASDOSADO DE CARTÓN-YESO DE 12,5mm DE ESPESOR ACABADO CON PINTURA PLÁSTICA LISA</p>

Cerramiento fábrica de ladrillo		
Zona 2	Capas	Detalle
ANTEPECHOS	<p>Ext.</p> <p>Placas de 8 mm planas de resina termoendurecida reforzada con fibra de madera sobre rastreles de aluminio</p> <p>Poliuretano proyectado de 3 cm de espesor (aislamiento térmico y acústico e impermeabilizante)</p> <p>Fábrica de ladrillo perforado de 1/2 pie (24x11,5x9cm)</p> <p>Enfoscado de mortero de cemento 1 cm maestreado fratasado acabado con pintura pétreo lisa impermeabilizante</p> <p>Ext.</p>	<p>CERRAMIENTO FABRICA DE LADRILLO (ANTEPECHOS)</p> <p>EXTERIOR</p> <p>EXTERIOR</p> <p>PLACAS DE 8mm PLANAS DE RESINA TERMOENDURECIDA REFORZADA CON FIBRA DE MADERA SOBRE RASTRELES DE ALUMINIO</p> <p>POLIURETANO PROYECTADO DE 3cm DE ESPESOR</p> <p>1/2 PIE DE LADRILLO PERFORADO (24x11,5x9cm)</p> <p>ENFOSCADO DE MORTERO DE CEMENTO 1cm MAESTREADO FRATASADO ACABADO CON PINTURA PÉTREO LISA IMPERMEABILIZANTE</p>

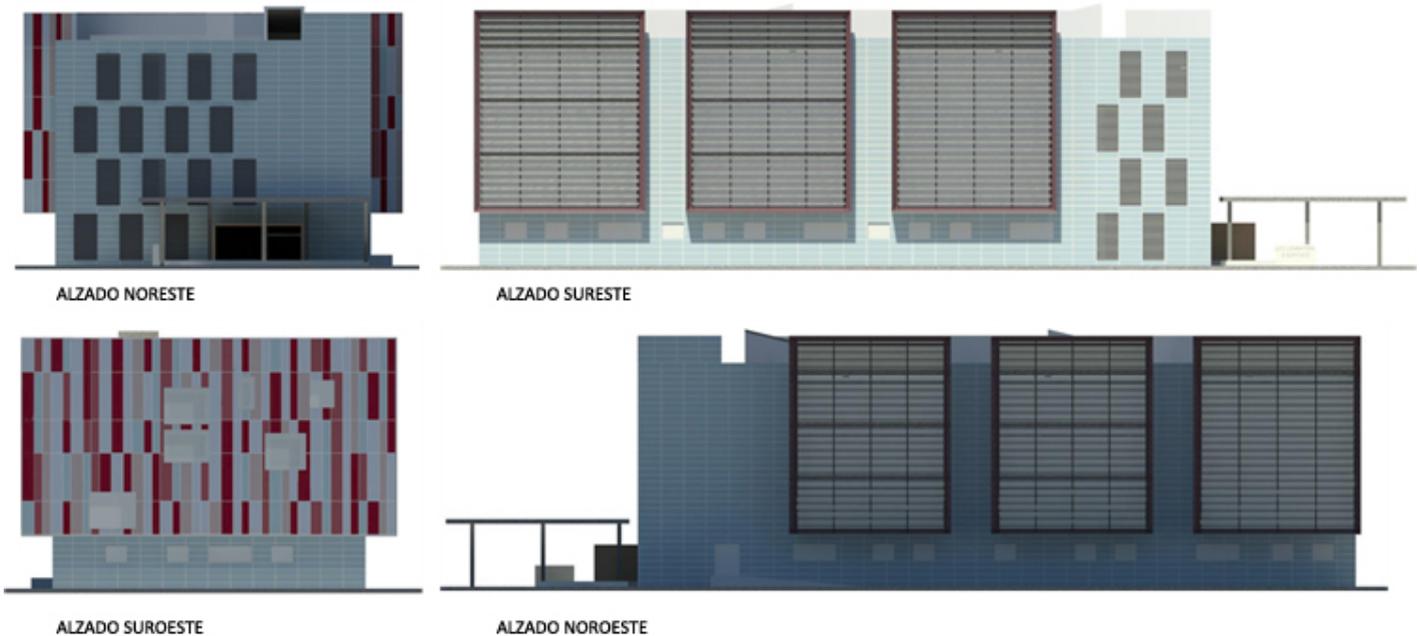
Zona 3	Capas	Detalle
TIOS INTERIORES Y LUCERNARIOS	Ext. Placas de 8 mm planas de resina termoendurecida reforzada con fibra de madera sobre rastreles de aluminio	
	Int. Poliuretano proyectado de 3 cm de espesor (aislamiento térmico y acústico e impermeabilizante) Fábrica de ladrillo perforado de 1/2 pie (24x11,5x9cm) Enfoscado de mortero de cemento 1 cm maestreado fratasado acabado con pintura pética lisa impermeabilizante	

Cubierta inclinada con acabado de chapa		
Zona 4	Capas	Detalle
LUCERNARIOS	Ext. Chapa grecada de acero recubierto "aluzinc"	
	Int. Rastrel de madera Losa armada de 25 cm de canto Enlucido de yeso	

Cubierta plana no transitable con acabado de lámina autoprotegida		
Zona 5	Capas	Detalle
CASETÓN ESCALERA	Ext. Lamina impermeabilizante de betún polimérico con autoprotección mineral 5kg doble armadura Lámina impermeabilizante de betún polimérico 4kg Mortero de regularización de 2 cm de espesor Hormigón aligerado con arlita espesor medio 10 cm (formación de pendientes) Plancha de poliestireno extrusionado de 40 mm de espesor Losa armada de 25 cm de canto Revestimiento interior	
	Int.	

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">ACCESO ESCUELA</p>	<p>Ext. Lamina impermeabilizante de betún polimérico con autoprotección mineral 5kg doble armadura Lámina impermeabilizante de betún polimérico 4kg Mortero de regularización de 2 cm de espesor Hormigón aligerado con arlita espesor medio 10 cm (formación de pendientes) Plancha de poliestireno extrusionado de 40 mm de espesor Losa armada de 25 cm de canto Revestimiento interior</p> <p>Int.</p>	
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">CASETÓN ASCENSOR</p>	<p>Ext. Lamina impermeabilizante de betún polimérico con autoprotección mineral 5kg doble armadura Lámina impermeabilizante de betún polimérico 4kg Mortero de regularización de 2 cm de espesor Hormigón aligerado con arlita espesor medio 10 cm (formación de pendientes) Plancha de poliestireno extrusionado de 40 mm de espesor Losa armada de 30 cm de canto Revestimiento interior</p> <p>Int.</p>	
<p style="text-align: center;">Cubierta plana transitable con acabado de gres</p>		<p style="text-align: center;">Detalle</p>
<p>Zona 6</p>	<p style="text-align: center;">Capas</p>	
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">AZOTEA Y PATIOS INTERIORES</p>	<p>Ext. Gres de 20 x 20 mm 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 40 mm de espesor Losa armada de 35 cm de canto Revestimiento interior</p> <p>Int.</p>	

Las fachadas presentan el siguiente aspecto.



- Imagen propia de nuestro 3D en Revit: ALZADOS (11/04/13)

Carpintería exterior

Es de aluminio de perfil europeo para ventas y puertas balconeras de diversos modelos y superficies, realizadas a base de perfil de aluminio lacado > 60 micras, con sello de calidad GUALICOAT, color gris.

Acristalamiento

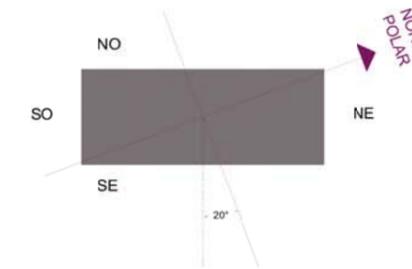
Está realizado con vidrio doble aislante, compuesto por vidrio de seguridad 3+3 mm, en el interior, cámara de aire deshidratado de 10 mm, sellada perimetralmente, y vidrio exterior control solar de 5 mm, de tono gris, reflectante, control solar mediante tratamiento de una de sus caras por pulverización catódica en vacío.

Protección solar

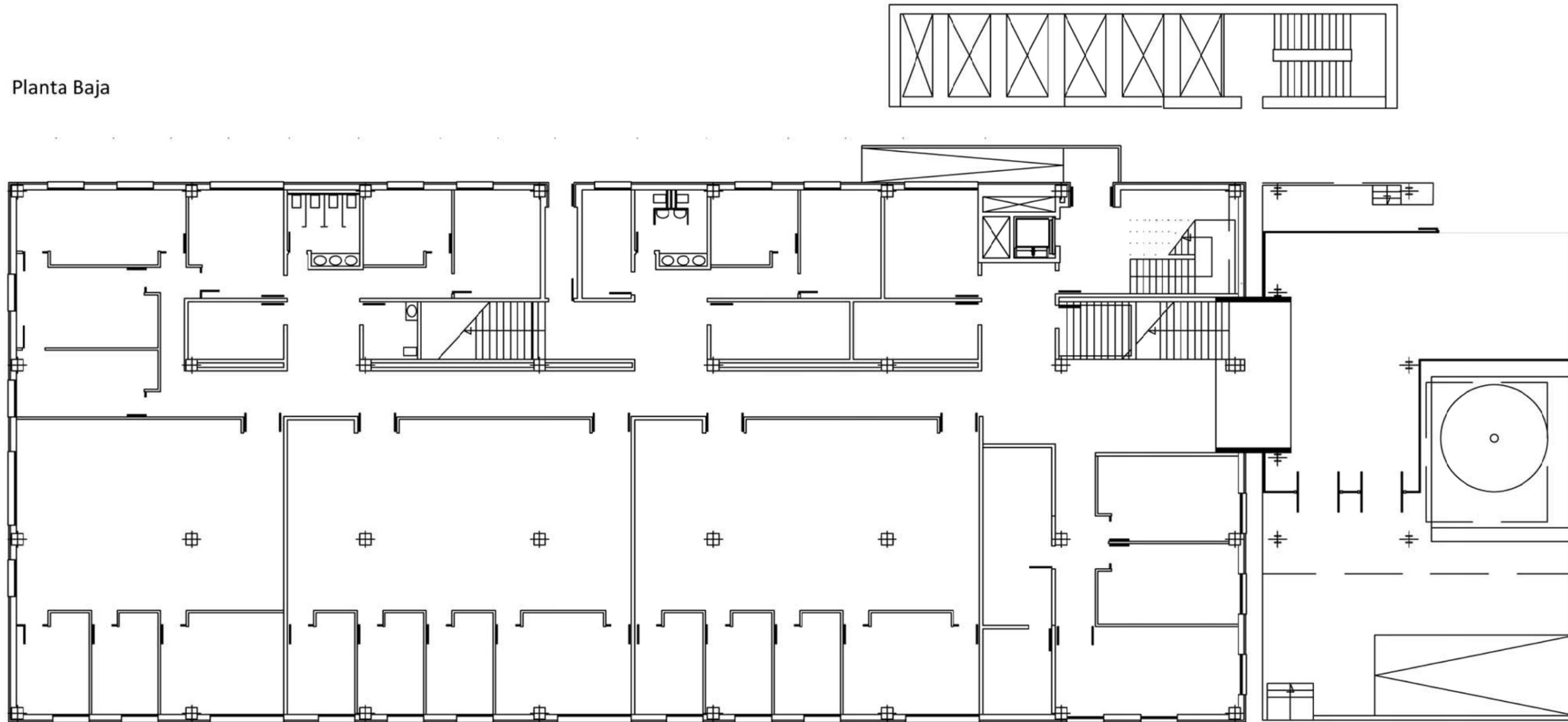
Las fachadas este, oeste y norte tienen lamas dispuestas a modo de protección solar, pero en las fachadas este y oeste estas lamas no son abatibles por lo tanto inútiles.

OBSERVACIONES:

LOS SIGUIENTES PLANOS CORRESPONDEN AL PROYECTO DEL 2005, ESTOS SE HAN UTILIZADO COMO PUNTO DE PARTIDA PARA REALIZAR EL DISEÑO 3D CON EL PROGRAMA REVIT.
DURANTE EL DISEÑO SE HAN IDO REALIZANDO LOS CAMBIOS PERTINENTES PARA ADAPTARLOS A LA SITUACIÓN ACTUAL.

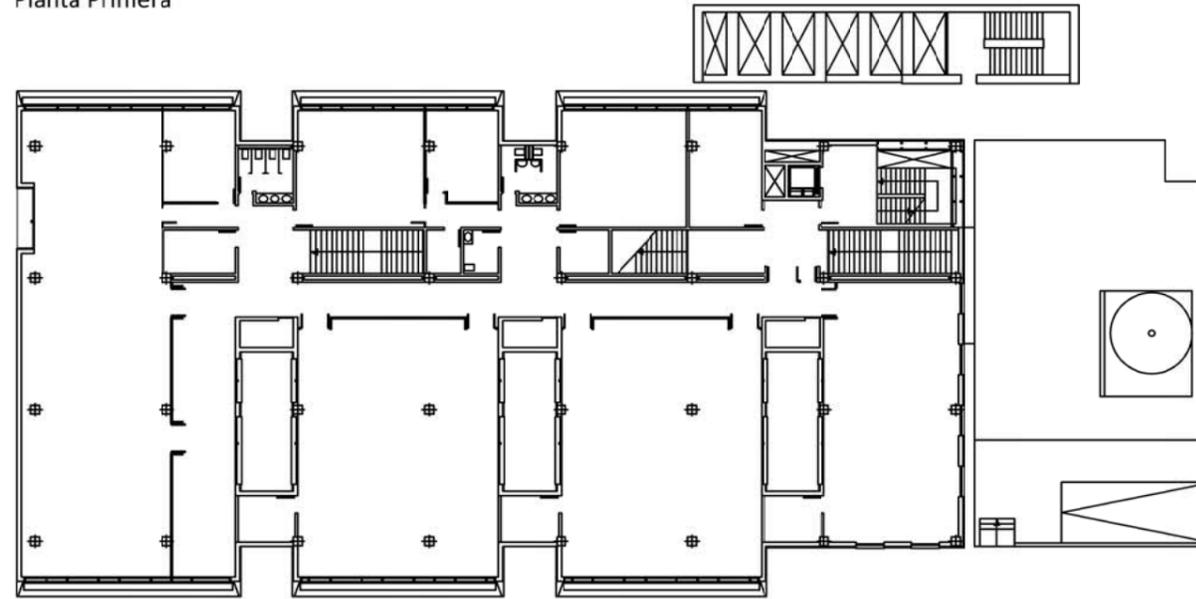


Planta Baja

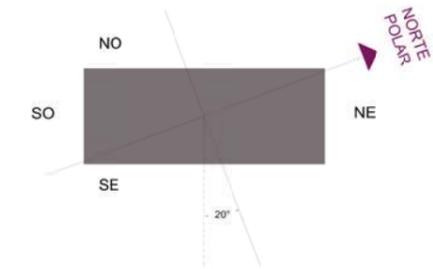


Escala 1:200

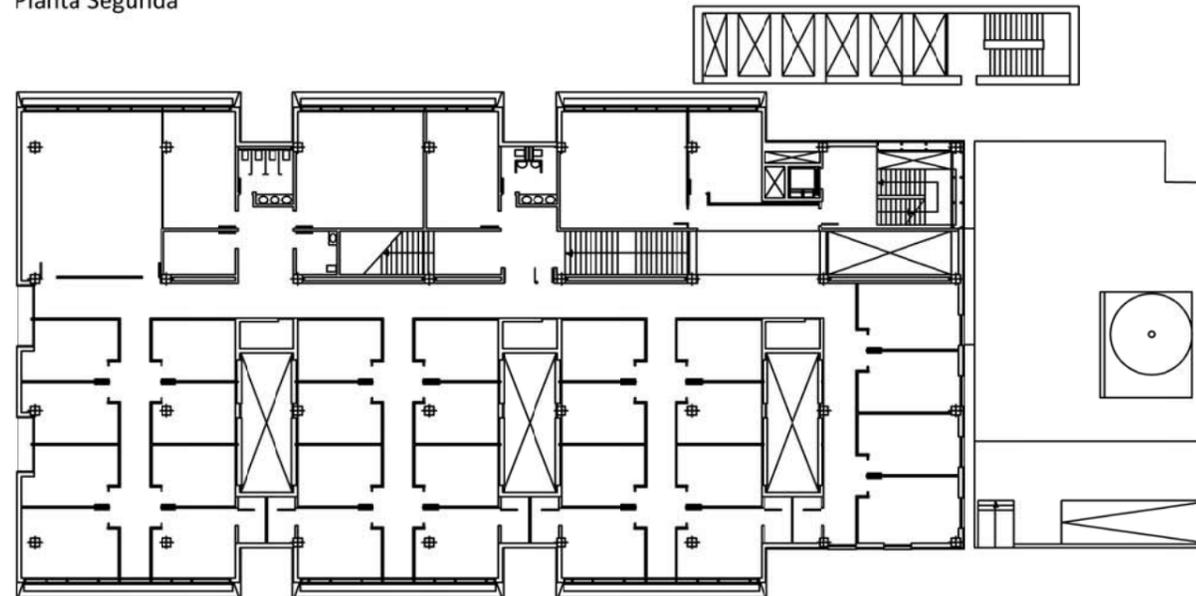
Planta Primera



Escala 1:400

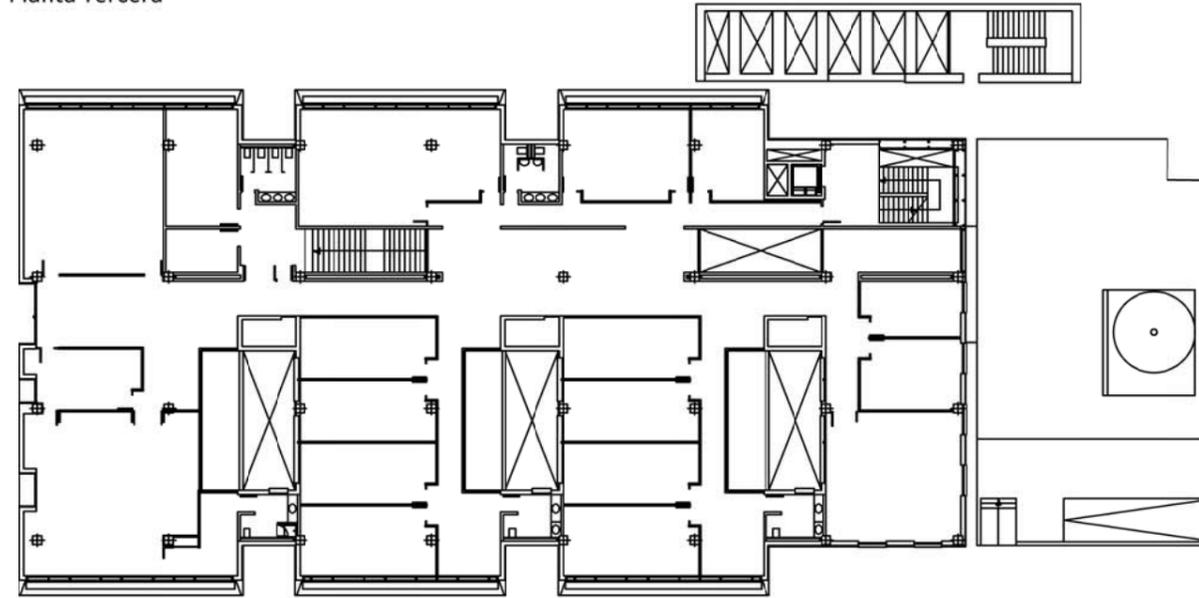


Planta Segunda

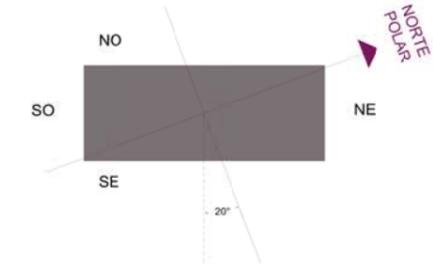


Escala 1:400

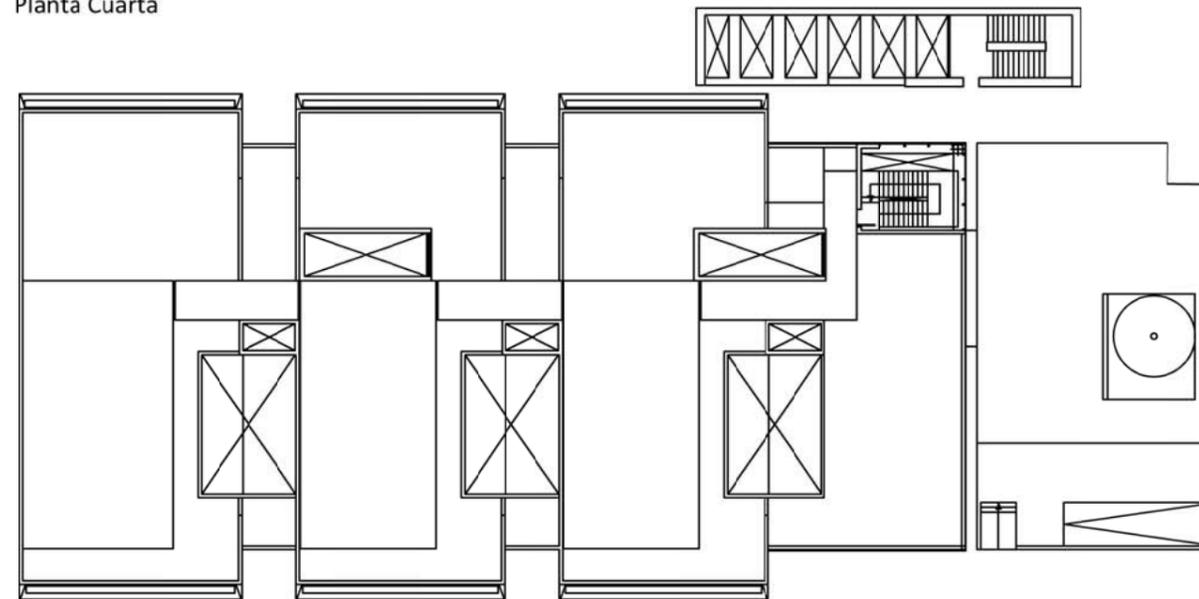
Planta Tercera



Escala 1:400



Planta Cuarta



Escala 1:400

4.2. ESTUDIO DE LAS FACHADAS EN FUNCIÓN DE SUS HUECOS, EXPOSICIÓN SOLAR Y SUS COORDENADAS.

En este apartado lo primero que haremos será analizar nuestro edificio desde el punto de vista de la orientación y el soleamiento. Posteriormente, y después de haber encontrado los problemas que existen, buscaremos una solución para solventarlos de la mejor forma posible.

Para determinar las estrategias necesarias que garantizarán el rendimiento óptimo de los elementos constructivos, es preciso conocer primeramente los parámetros climáticos geológicos y topográficos que configuran un determinado entorno, y deducir de ellos cuales son los más apropiados para satisfacer el confort del hábitat.

4.2.1. TEMPERATURA, ORIENTACIÓN Y SOLEAMIENTO EN LA CIUDAD DE VALENCIA

A continuación detallaremos el conjunto de variables exteriores que inciden sobre la ubicación concreta y particular del edificio considerado.

4.2.1.1. CLIMA

EL CLIMA Y LA ARQUITECTURA

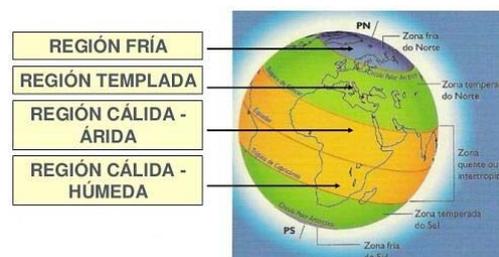
El clima es la suma total de las condiciones atmosféricas, que hacen de un lugar de la superficie terrestre más o menos habitable para los seres vivos; es el fenómeno no generalizado y cíclico de las variaciones del tiempo en un lugar o región determinada.

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.

CLIMAS PRINCIPALES

Los criterios generales de diseño dependen de las regiones geográficas-climáticas del planeta, clasificadas en 4 fundamentalmente:

- Climas cálidos secos
- Climas cálidos húmedos (tropicales, ecuatoriales)
- Distribución de climas (Google 25/05/13)



- Climas templados (con periodos calurosos y fríos)
- Climas fríos

Los factores del clima son las condiciones físicas, no variables de un sitio y que afectan de modo general al clima. Es importante realizar el estudio de estos factores, pues llegan a determinar el buen comportamiento de la edificación desde el punto de vista medioambiental y de confort. Estos factores son; la situación geográfica o latitud, la longitud, la altura sobre el nivel del mar o latitud, el relieve...

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

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 de enero y los 25,5 °C de agosto. Las precipitaciones anuales son superiores a los 450 mm, 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 del fenómeno meteorológico de la gota fría), ya que el clima mediterráneo es un clima con lluvias estacionales.

De este modo, el clima de Valencia presenta un **verano cálido y seco**, ya que los meses estivales siempre tienen temperaturas medias superiores a los 20 °C y precipitaciones inferiores al 15% del total anual, sucedido 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 raro que en invierno se produzcan olas de frío, las

Observatorio de la Ciudad de Valencia
Altitud (m): 11; Latitud: 39 28 48; Longitud: 0 22 52;

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total ^{nota 1}
MES^{nota 2}													
Temperatura (°C)	11,5	12,6	13,9	15,5	18,4	22,1	24,9	25,5	23,1	19,1	14,9	12,4	17,8
Máximas (°C)	16,1	17,2	18,7	20,2	22,8	26,2	29,1	29,6	27,6	23,6	19,5	16,8	22,3
Mínimas (°C)	7,0	7,9	9,0	10,8	14,1	17,9	20,8	21,4	18,6	14,5	10,4	8,1	13,4
Precipitaciones (mm)	36	32	35	37	34	23	9	19	51	74	51	52	454
Humedad (%)	63	61	61	60	65	65	66	68	67	66	65	65	65
DÍAS^{nota 3}													
Lluvia	4	3	4	5	5	3	1	2	4	5	4	5	44
Nieve	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tormenta	0	0	1	1	2	2	2	3	3	2	1	0	18
Niebla	1	2	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	10
Heladas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soleados	9	6	7	5	5	8	13	10	7	6	7	7	91
Horas de sol	169	169	212	229	256	271	314	285	237	201	167	150	2 660

- Clima en Valencia (Wikipedia 25/05/13)

cuales se deben al desplazamiento de masas de aire frío, como los frentes polares, hacia las bajas presiones del área mediterránea. Del mismo, **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 **2 660 horas de sol cada año**, lo cual equivale a más de 300 días.

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

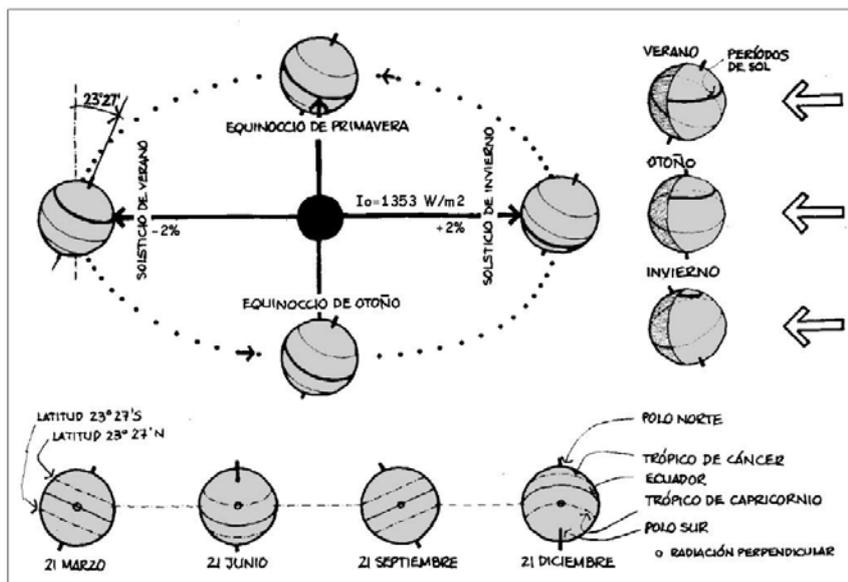
Datos obtenidos del Revit basados en la Estación meteorológica más próxima (VALENCIA (CIV/MIL)). Temperaturas de diseño de refrigeración.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura seca	20°C	23°C	25°C	26°C	28°C	32°C	34°C	34°C	32°C	28°C	24°C	20°C
Temperatura húmeda	14°C	14°C	16°C	17°C	20°C	23°C	25°C	26°C	24°C	21°C	18°C	15°C
Oscilación media diaria	10°C	10°C	11°C	10°C	10°C	10°C	10°C	9°C	9°C	9°C	9°C	9°C

4.2.1.2. SITUACIÓN

MOVIMIENTO DE LA TIERRA

La tierra realiza una órbita anual casi circular en torno al sol. La ligera excentricidad de la órbita hace que en diciembre se reciba casi un 4% más de radiación que en junio. La tierra realiza una rotación diaria sobre sí misma, con la importante característica que el plano del Ecuador no es paralelo al plano de la órbita, sino que forman un ángulo constante de unos 23.5 grados.



- Movimientos de la Tierra (Google 25/05/13)

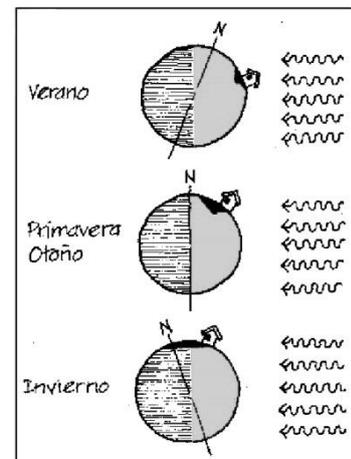
La declinación, es el ángulo que forma el rayo solar con el plano del ecuador en cada época del año, determinando las estaciones climáticas. En el caso del hemisferio norte, que es en el que nos encontramos en España, las principales fechas estacionales son:

EQUINOCCIO DE PRIMAVERA	20 de marzo	Declinación = 0°
SOLSTICIO DE VERANO	21 de junio	Declinación = +23,5°
EQUINOCCIO DE OTOÑO	22 de septiembre	Declinación = 0°
SOLSTICIO DE INVIERNO	21 de diciembre	Declinación = -23,5°

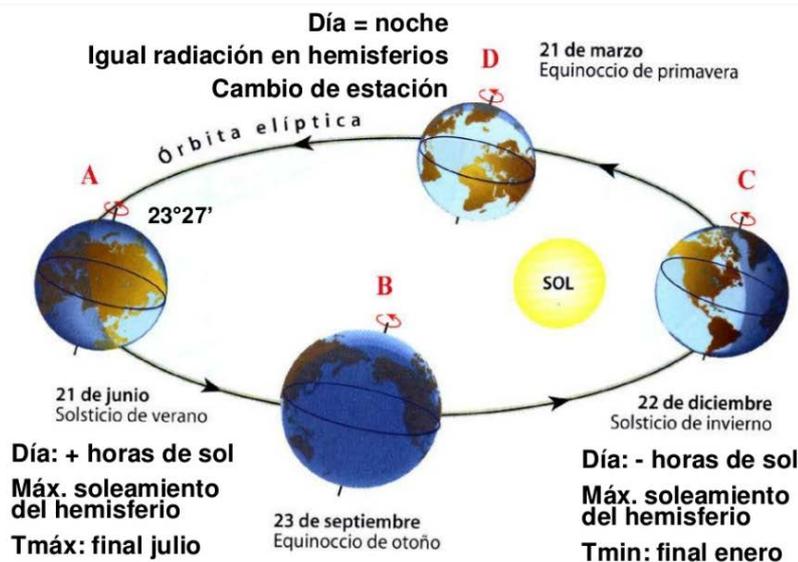
El **solsticio de verano** es el día con más horas de sol y con el máximo soleamiento del hemisferio, aunque las temperaturas máximas se retarden aproximadamente un mes, desfase producido por el almacenamiento de calor en la tierra.

En los **equinoccios** la noche dura igual que los días, y ambos hemisferios reciben igual cantidad de soleamiento, marcando el cambio de estación.

El **solsticio de invierno** es el día más corto y con soleamiento mínimo, con temperaturas mínimas a finales de enero. En el hemisferio sur el proceso es idéntico pero con un desfase de 6 meses.



• Inclinações de la Tierra (Google 25/05/13)



• Posiciones de la Tierra (Google 25/05/13)

COORDENADAS TERRESTRES

Cualquier punto de la tierra se puede localizar por sus coordenadas globales, denominadas **Latitud** (φ) y **Longitud** (L), correspondientes a su paralelo y meridiano respectivamente.

La **latitud** (φ) se mide por su elevación en grados respecto al ecuador, considerado el polo norte como $\varphi = 90^\circ$. Son paralelos de referencia del hemisferio norte:

Paralelos	Latitud (φ)	Características
Polo Norte	90 ° N	A partir del equinoccio de primavera luce el sol durante 6 meses (verano ártico).
Círculo polar Ártico	66,5 ° N (90-23,5)	En el solsticio de verano luce el sol las 24 h (sol de medianoche)
Paralelo de Canarias	28 ° N	(Latitud media)
Trópico de Cáncer	23,5 ° N	En el solsticio de verano el sol está en posición cenital (radiación perpendicular al suelo)
Ecuador	0 ° N	En los equinoccios al mediodía el sol está en el cenit.

La **longitud** (L) es el ángulo que forma el meridiano del lugar con el meridiano 0° de referencia que pasa por Greenwich (Londres). La longitud media de canarias es de 15° Oeste. Es de interés calcular el mediodía local (instante en que el sol tiene la altura máxima) a partir de la hora solar media, común para un uso horario de 15° de ancho ($360^\circ / 24 \text{ horas} = 15^\circ/\text{hora}$).

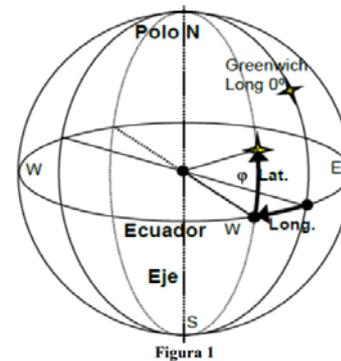


Figura 1

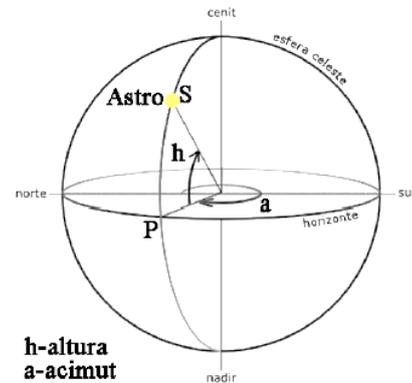
Finalmente, solo falta indicar la **altitud** de un lugar junto con sus coordenadas terrestres para situar cualquier punto de la tierra.

- Coordenadas globales (Google 25/05/13)

COORDENADAS Y RADIACIÓN SOLAR EN LA CIUDAD DE VALENCIA

Valencia se encuentra en la latitud 40° NORTE. Para cada latitud es posible escenificar en gráficos la posición solar variable a lo largo del tiempo con diferentes tipos de diagramas, las cartas solares. Gracias a las cartas solares podremos averiguar la radiación que incide en nuestro edificio y el recorrido solar que se realiza en cada periodo del año (en cada estación)

De una carta solar **obtendremos dos coordenadas** que nos permitirán fijar una dirección espacial de los rayos solares, correspondiente a un momento concreto y que se denominan “azimut” y “y altura solar”. El **azimut** es el ángulo horizontal definido por la proyección ortogonal de un rayo incidente sobre el plano horizontal situado en el lugar de observación y un punto cardinal que generalmente coincide con la dirección del Sur. La **altura solar** es el ángulo vertical que forman los rayos con el plano horizontal.

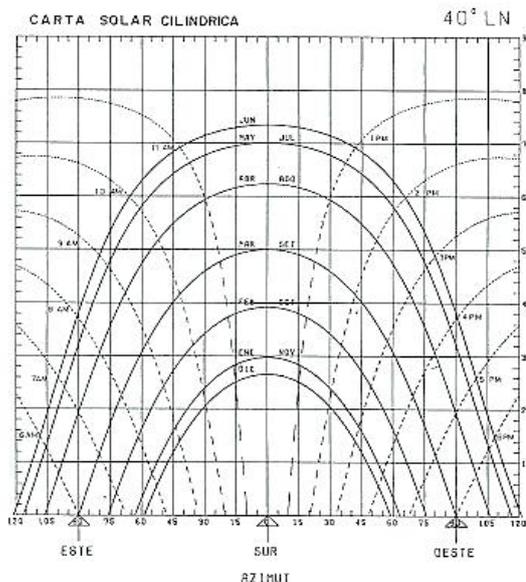


h-altura
a-azimut

- Coordenadas: altura solar y azimut (Google 25/05/13)

En función de los elementos que intervengan en la proyección y en la representación de lo descrito se establecen **distintos tipos de cartas solares**, entre ellas destacamos dos;

1. La **carta solar cilindra** consiste en un diagrama en el que se representa la posición del Sol sobre un lugar determinado para fechas diferentes y a diferentes horas, en función de la altura del Sol y el azimut del punto (orientación con respecto al Sur). En el eje vertical se sitúa la altura solar en grados sexagesimales y en el eje horizontal el azimut medio desde el Sur. Una de las aplicaciones de la carta solar es **conocer el número de horas de sol teóricas (con el cielo despejado) que reciben las diferentes fachadas de un edificio cuando ocurre ninguna obstrucción (no hay sombras proyectadas)**. Para ello únicamente hay que considerar que el azimut en grados sexagesimales del eje X del diagrama expresa las diferentes orientaciones de la superficie:

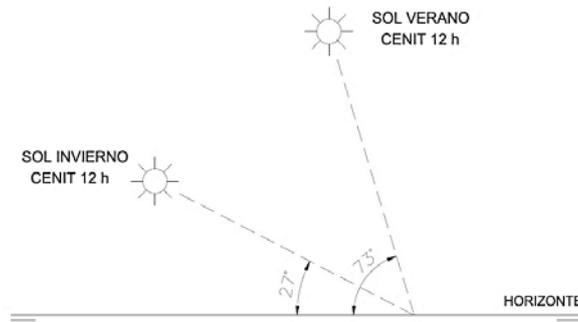


Así en función de la orientación a la que esté expuesta una u otra fachada se puede diferenciar claramente el número de horas de sol a la que está expuesta.

- Carta solar cilíndrica para una latitud como la nuestra, 40°NORTE (Google 02/06/13)

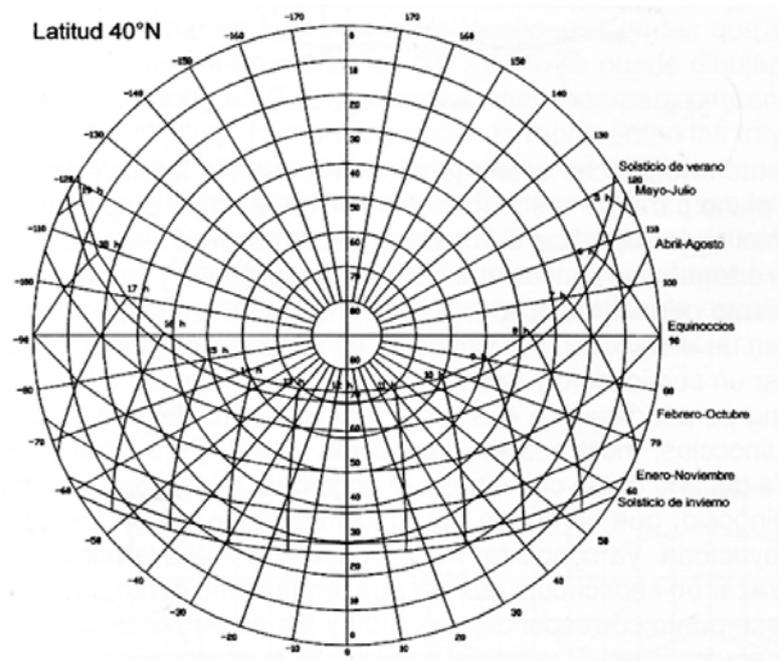
Por ejemplo en el diagrama anterior se puede observar, que para una latitud de 40° NORTE, el sol sale en el solsticio de invierno sobre las 7.30 hora solar y se pone

sobre las 16.30 horas después de alcanzar una altitud máxima de 27°. En el solsticio de verano, el orto se produce sobre las 5.00 horas, alcanzando en el cenit una altura de unos 73° y ocultándose sobre las 19.00 horas, después de proporcionar una hora de radiación, si no existen obstrucciones, a la fachada norte.



- Ángulo de incidencia de los rayos solares para las máximas alturas solares en los solsticios de invierno y verano (Apuntes asignatura Área de Eficiencia Energética 07/05/13)

2. La **carta solar estereográfica o de Fisher** consiste en un diagrama en el que se permite conocer la dirección de los rayos solares en un momento concreto a partir de azimut y la altura solar.



- Carta solar estereográfica para una latitud como la nuestra, 40°NORTE (Google 02/06/13)

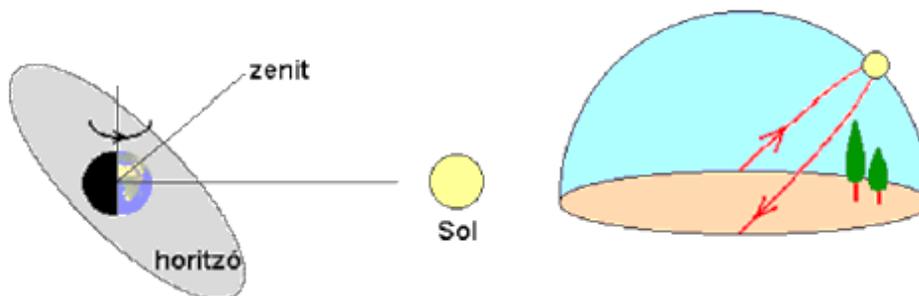
En Valencia (latitud 40°), en los equinoccios la elevación alcanza por el sol a mediodía unos 50° sobre la horizontal. Avanzando hacia el solsticio de verano, el sol cada vez se eleva más, hasta los 73° , y avanzando hacia el solsticio de invierno, el sol cada vez está más bajo, hasta los 27° .

En cuanto a la salida y puesta del sol, en el solsticio de invierno, se llegan a desplazar 31° hacia el sur, y en el solsticio de verano 21° hacia el norte.

“En invierno la fachada sur recibe la mayor parte de la radiación, pues el sol está más bajo, mientras que el resto del edificio apenas recibe sus rayos. En verano, el sol cada vez está más vertical a mediodía: la fachada sur recibe menos radiación solar directa y por la mañana y por la tarde las fachadas este y oeste son las más afectadas por el calor.”

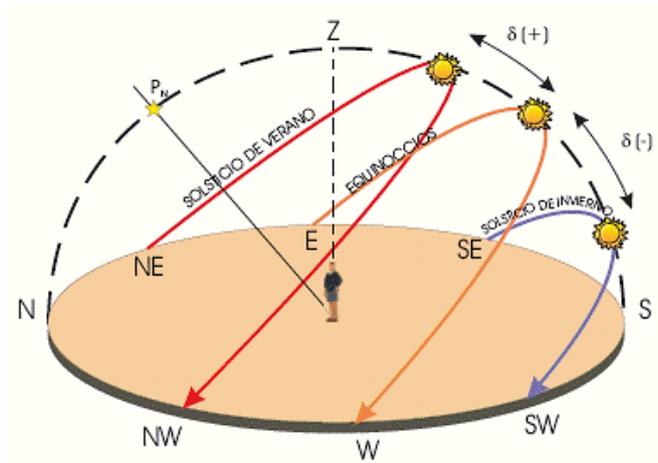
Para tener conciencia más real del fenómeno que se está estudiando, se adopta el convenio de considerar fija la Tierra, en el centro de una semiesfera, y dibujar unas trayectorias circulares sobre la llamada bóveda celeste, donde se puede representar la altitud que toma el sol en cada momento del año, y que estará delimitado por los ángulos máximo y mínimo de la oblicuidad de la elíptica ($+23^\circ 27'$ y $-23^\circ 27'$). La otra variable a considerar para la correcta ubicación del sol en un instante determinado será el acimut, o ángulo formado sobre el plano horizontal por el plano meridiano que contiene al sol y el plano meridiano del lugar.

Por lo tanto, por comodidad utilizamos esta representación en la cual la Tierra ocupa el centro de la bóveda terrestre. Así, el sol gira en torno a ella.



- Trayectoria aparente del sol. Visión del sol desde una latitud intermedia como la nuestra (Google 02/04/13)

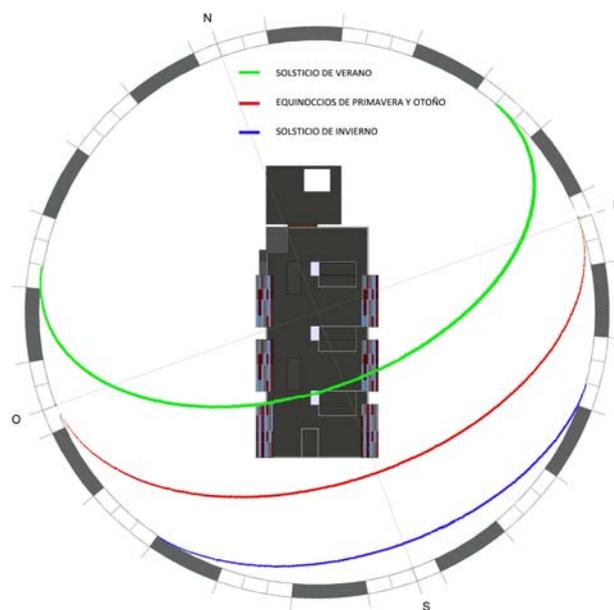
Para cada periodo del año, o estación climatológica, corresponderá una trayectoria solar distinta, debido al movimiento de translación de la tierra alrededor del sol. En la siguiente imagen podemos observar un ejemplo de las distintas trayectorias a lo largo del año para la latitud en la que se encuentra la ciudad de Valencia.



- Trayectorias aparentes del sol según la estación del año en la que nos encontremos (Google 02/04/13)

Cada mañana el Sol aparece en un punto del horizonte (orto), se irá elevando hasta llegar a su culminación a las 12 del mediodía (hora solar) y volverá a bajar hasta desaparecer por un punto simétrico al primero con respecto a la meridiana (ocaso). Esto se repite todos los días del año, variando ortos, ocasos, y culminaciones según la época del año como se indica en la imagen.

Para nuestro caso en concreto las trayectorias aparentes de las distintas estaciones climatológicas se muestran en planta en la imagen siguiente. Más adelante entraremos en detalle y analizaremos como influyen estos recorridos en el edificio.



- Trayectorias aparentes del sol según la estación del año en la que nos encontremos; Edificio Nuevo (1C), UPV (Imagen propia de nuestro 3D en Revit; TRAYECTORIAS SOLARES 20/05/13)

Como se aprecia en la imagen; en el equinoccio de primavera y en el de otoño el día dura lo mismo que la noche, y el sol sale exactamente por el este y se pone por el oeste.

Después del **equinoccio de primavera**, días cada vez más largos, y el sol cada vez más alto hacia mediodía. La salida y puesta de sol se desplazan hacia el norte (es decir, tiende a salir cada vez más por el noreste y a ponerse por el noroeste). Esta tendencia sigue hasta el **solsticio de verano**, el día más largo del año, para seguir después la tendencia contraria hasta llegar al equinoccio de otoño.

Después del **equinoccio de otoño**, días cada vez más cortos, y el sol cada vez más bajo a mediodía. La salida y la puesta del sol se desplazan hacia el sur. Esta tendencia sigue hasta el **solsticio de invierno**, el día más corto del año, para seguir después la tendencia contraria hasta llegar al equinoccio de primavera otra vez.

La radiación solar que incide en edificio va ligada a la **orientación** de dicha construcción. Ya que de ésta depende la cantidad de rayos que la alcancen y durante cuánto tiempo.

En los **huecos**, los valores de irradiación en invierno a través de un vidrio orientado al sur son los mayores (como ya hemos visto antes, mayor altura solar durante los meses de verano) Las orientaciones este y oeste son las más desfavorables: mayores en valores en verano y mínimos en invierno. En lo referido a los **elementos opacos** que componen la envolvente de un edificio, interesa la mejor orientación para tener máxima captación en invierno y mínima en verano (mejor: norte, noreste, noroeste, sur intermedia) Y en cuanto a las **cubiertas** como cerramiento imprescindible a tener en cuenta, interesa extensión mayor factor de perímetro (pensar en relación entre perímetro y área encerrada de superficies). Independientemente de esto y por lo general, es recomendable aplicar aquellas **soluciones de orientación que mejoren el comportamiento energético global**.

Por ejemplo, en Valencia, el Museo Príncipe Felipe CAC del arquitecto Santiago Calatrava, experimenta un tratamiento distinto entre fachadas. Por un lado la fachada norte se encuentra totalmente acristalada para el aporte de luz al interior. Por otro lado la fachada sur, que se encuentra protegida por formas a modo de marcos que hacen sombra de tal forma que en invierno se capte el calor y en verano solo la luz.



- Imagen vista general Museo Príncipe Felipe, Valencia (Google 18/06/13)



- Imagen orientación sur Museo Príncipe Felipe, Valencia (Google 18/06/13)

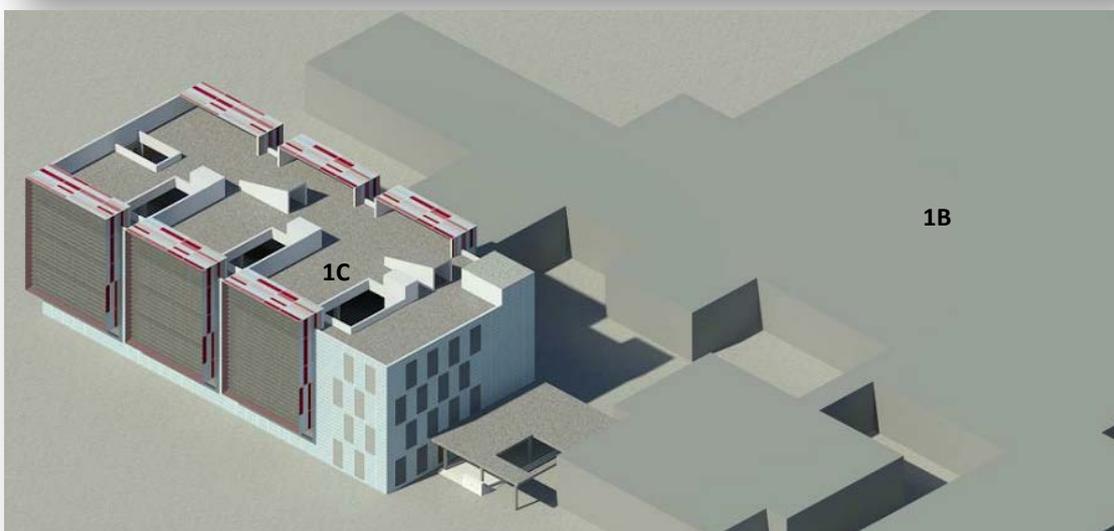
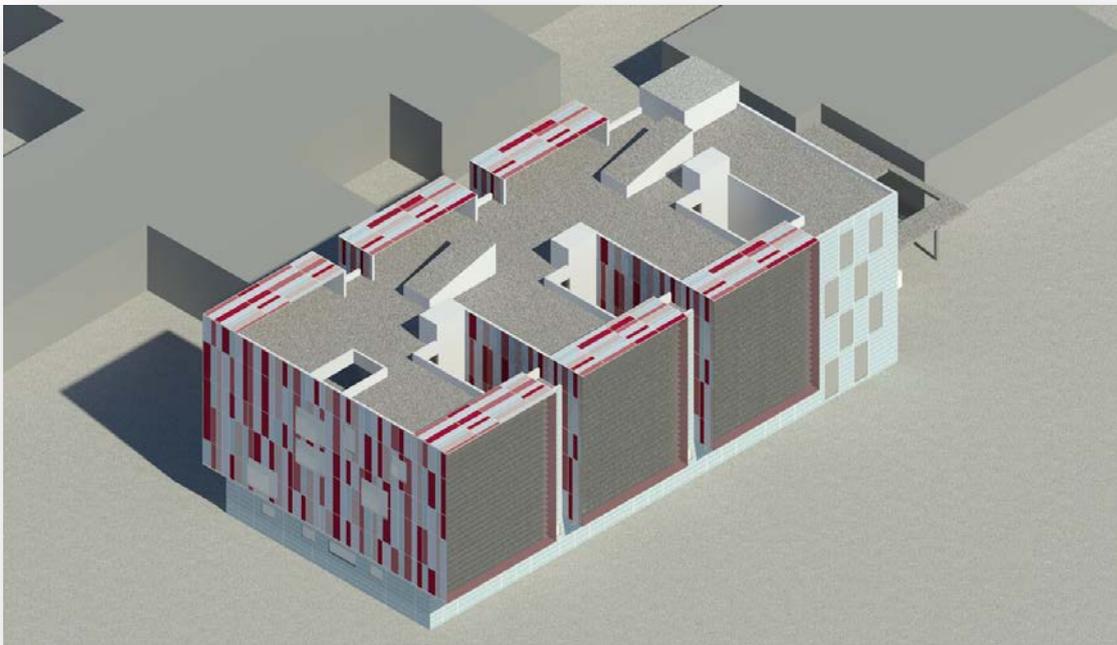


- Imagen orientación norte Museo Príncipe Felipe, Valencia (Google 18/06/13)

4.2.2. SITUACIÓN ACTUAL DEL EDIFICIO

Como ya hemos mencionado antes, el edificio se encuentra dentro del campus universitario “Universidad Politécnica de Valencia” y fue construido para albergar los despachos destinados a los profesores de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación, además de las Aulas de Master, de Proyecto de Fin de Grado y demás servicios administrativos de la propia escuela.

En las siguientes imágenes, importadas desde el programa informático de Revit, se puede apreciar las características principales que definen el edificio objeto de estudio y que nos servirán como punto de partida para realizar su análisis.



- Imágenes propias de nuestro 3D en Revit: VISTAS GENERALES

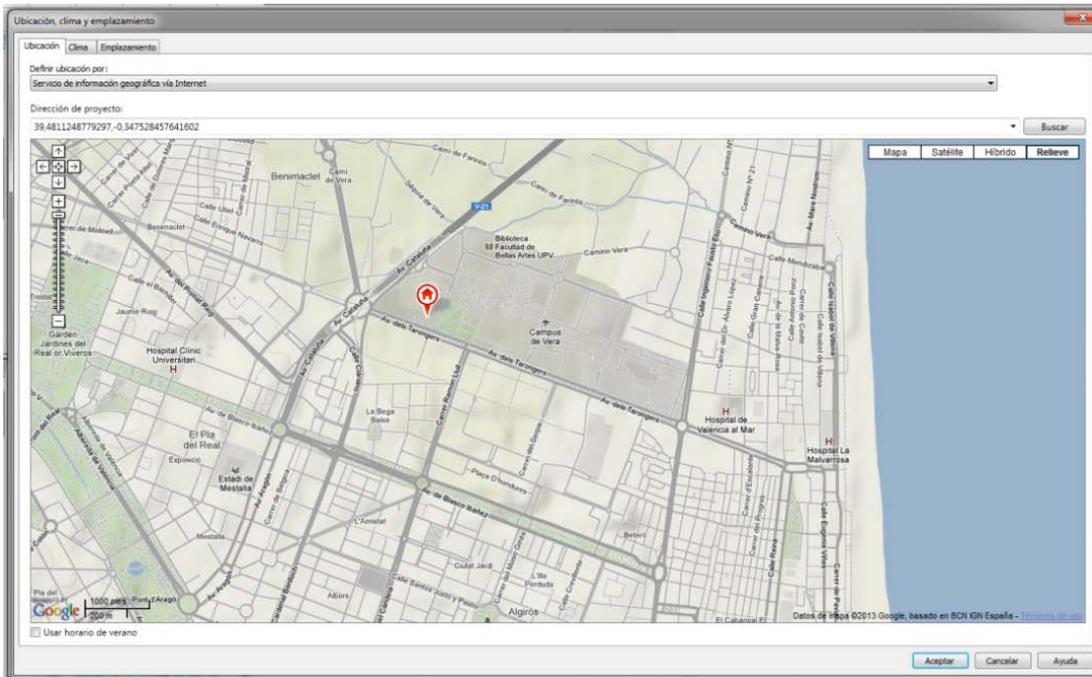
Según la cartografía del propio plano que ofrece como información la Universidad Politécnica de Valencia, el edificio se encuentra desplazado del Norte Polar 20° en dirección Este.



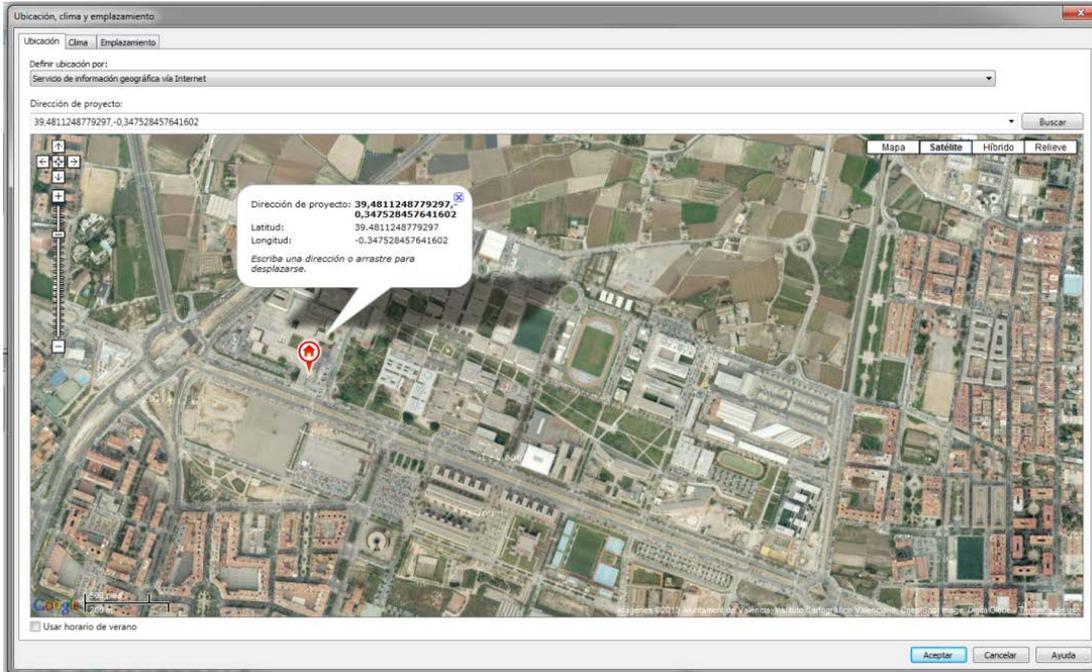
- Situación de la escuela en el plano de la UPV (Web de la UPV 25/04/13)
- Imagen propia; orientación (29/04/13)

A continuación se muestran los datos reales que hemos indicado al propio programa (Revit), para que el estudio realizado sea preciso sin tener que recurrir a suposiciones ni aproximaciones.

En esta primera imagen se identifica el emplazamiento dentro del propio campus universitario de Valencia;



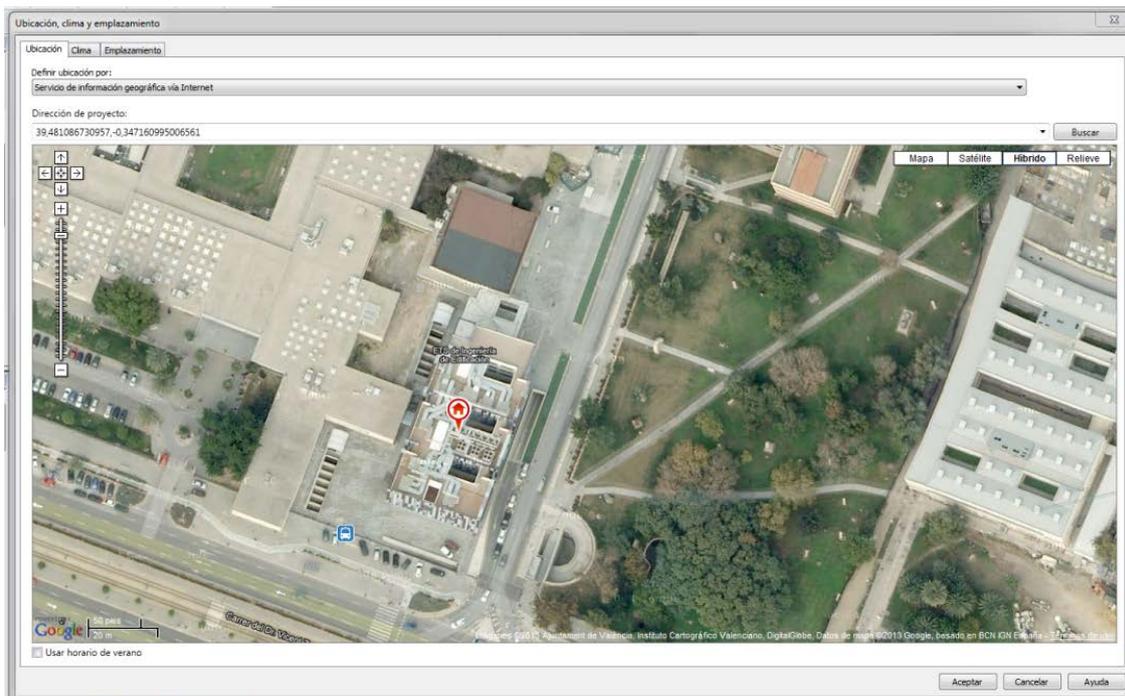
En la siguiente imagen se especifican las coordenadas de situación del edificio;



Obteniendo como resultado los valores siguientes:

Latitud; 39,48
Longitud; -0,34

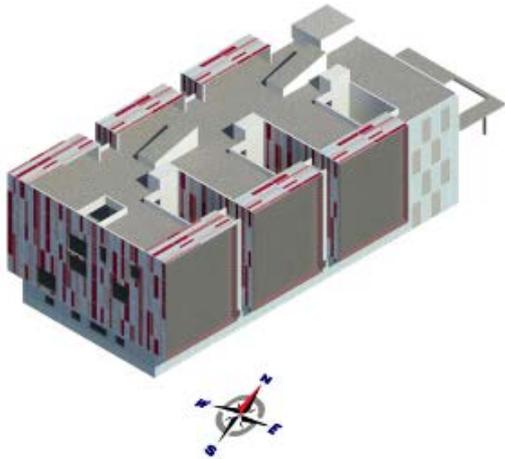
Finalmente observamos la vista aérea que presenta.



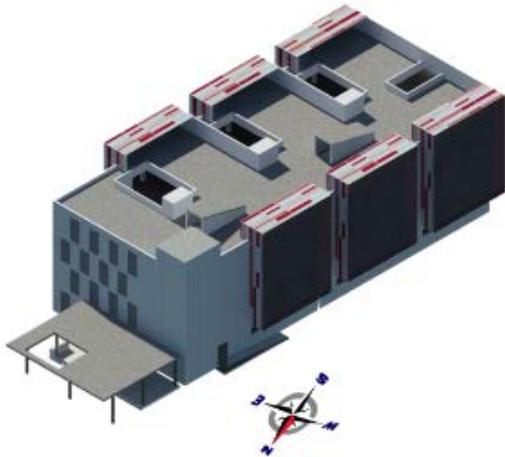
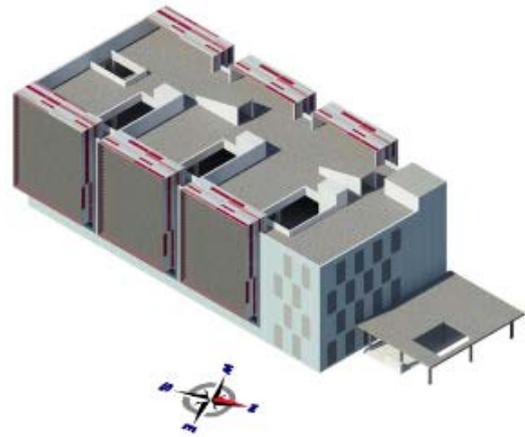
4.2.2.1. DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LAS FACHADAS

Las fachadas que componen el edificio presentan el siguiente aspecto:

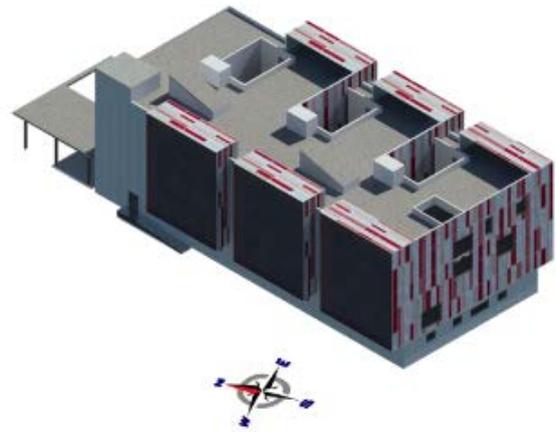
ORIENTACIÓN SURESTE



ORIENTACIÓN NORESTE



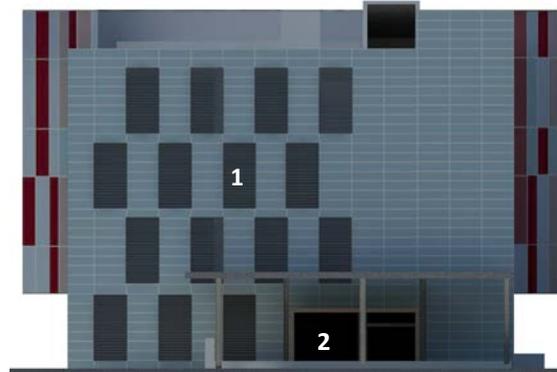
ORIENTACIÓN NOROESTE



ORIENTACIÓN SUROESTE

A continuación mencionaremos las características principales de cada una de las cuatro fachadas que componen este edificio tan singular.

FACHADA NORESTE



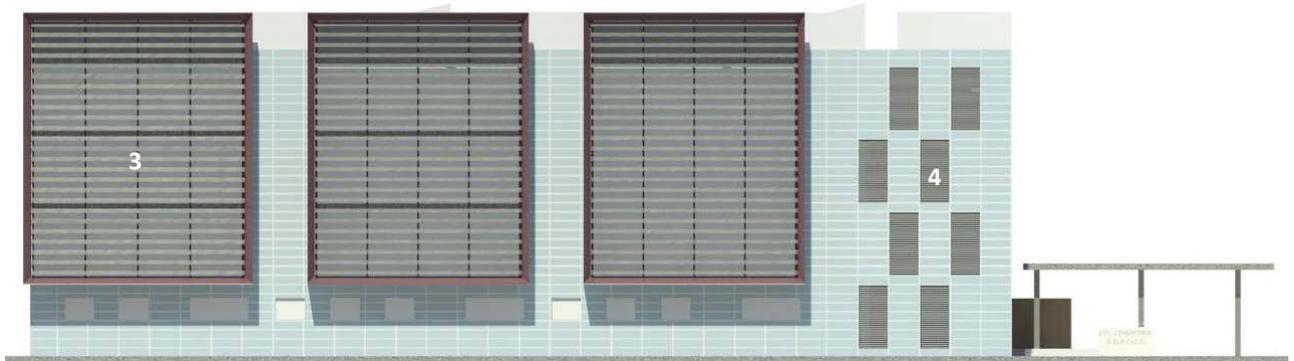
- 1. Imagen propia; LAMAS ORIENTABLES (16/05/13)

- 2. Imagen propia; ACCESO PRINCIPAL (16/05/13)

En esta fachada se encuentra la puerta principal de acceso desde el exterior de la facultad, se trata de un modulo de madera adosado al edificio con puertas acristaladas.

Las ventanas de esta fachada estan protegidas mediante un sistema de lamas orientables moduladas según los paneles azules que la componen.

FACHADA SURESTE



- 3. Imagen propia; LAMAS FIJAS (16/05/13)



- 4. Imagen propia; LAMAS ORIENTABLES (16/05/13)

Esta fachada se caracteriza por los tres módulos principales de ventanales y lamas fijas. Con grandes acristalamientos para permitir una buena iluminación en los espacios interiores.

También en esta fachada las ventanas que se indican en la fotografía, están protegidas mediante el sistema de lamas orientables.

FACHADA NOROESTE



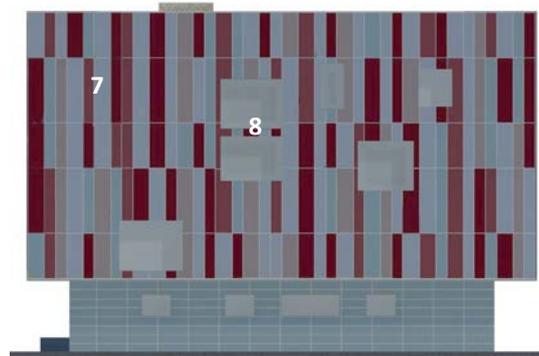
- 5. Imagen propia; ACCESO DESDE EL EDIFICIO 1B (16/05/13)



- 6. Imagen propia; LAMAS FIJAS (16/05/13)

Esta fachada es prácticamente simétrica a la anterior, formada también por los tres grandes módulos acristalados y protegidos mediante sistema de lamas fijas. En esta orientación se encuentra el acceso al edificio desde la propia Escuela de Ingeniería de Edificación (edificio 1B)

FACHADA SUROESTE



- 7. Imagen propia; REVESTIMIENTO
(16/05/13)

- 8. Imagen propia; TERRAZA
(16/05/13)

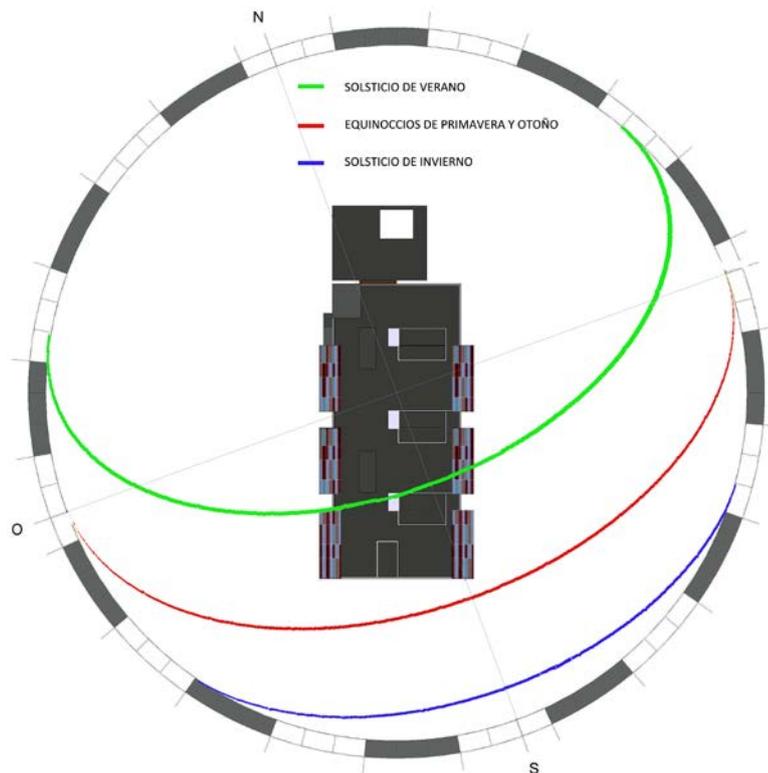
Esta fachada está diseñada con paneles de resina termoendurecida de distintos colores, es la fachada más vista desde la Avenida de los Naranjos. En ella se abren grandes ventanas para aportar iluminación interior.

FOTOGRAFÍAS. LAMAS FIJAS



4.2.2.2. ORIENTACIÓN E INCIDENCIA DEL SOL DEL EDIFICIO ACTUAL

La conservación de un ambiente confortable dentro de la estancia, depende de una buena orientación y una correcta ubicación de las ventanas, de manera que se permita el asoleamiento y se proteja de una excesiva insolación. Por ello, vamos a realizar un análisis de las fachadas según la orientación y el periodo del año, observando como incide el sol en ellas. Este estudio solar se realizará desde que amanece hasta que anochece y en periodos de una hora.



- Trayectorias aparentes del sol según la estación del año en la que nos encontremos; Edificio Nuevo (1C), UPV (Imagen propia de nuestro 3D en Revit; TRAYECTORIAS SOLARES 20/05/13)

DATOS DE PARTIDA PARA REALIZAR EL ESTUDIO SOLAR

Coordenadas

Avenida de los Naranjos, 46022 Valencia, España
39.4807501, -0.3472433
39° 28' 50.700" N 0° 20' 50.076" W

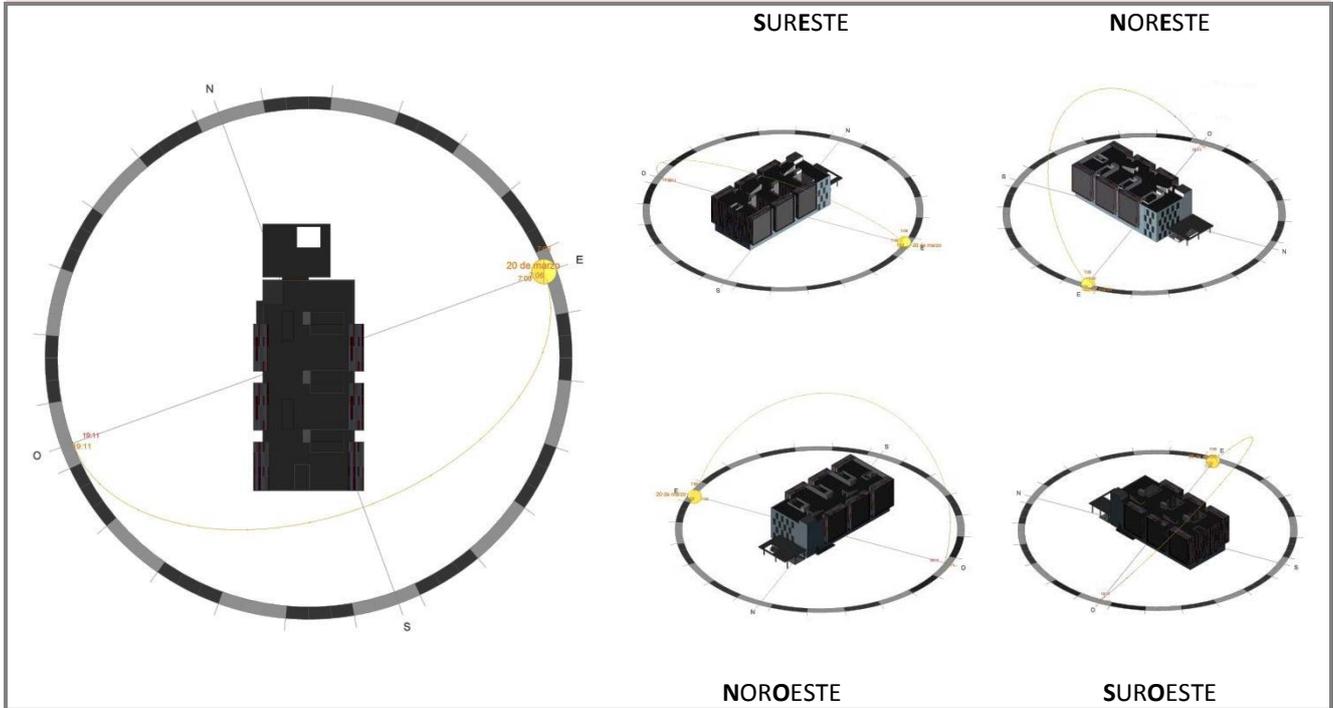
Zona horaria

GTM+1 (España)

EQUINOCCIO DE PRIMAVERA (20 de marzo)

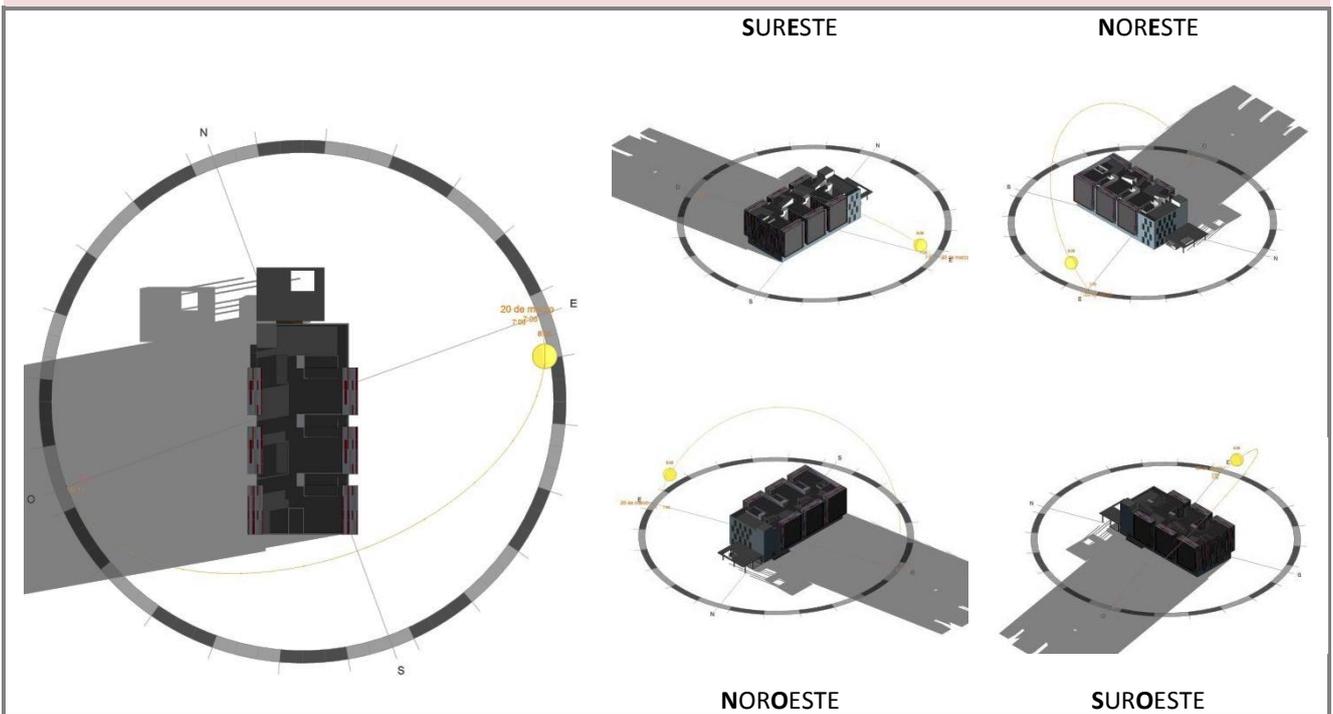
- POSICIÓN DEL SOL - 7.06 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



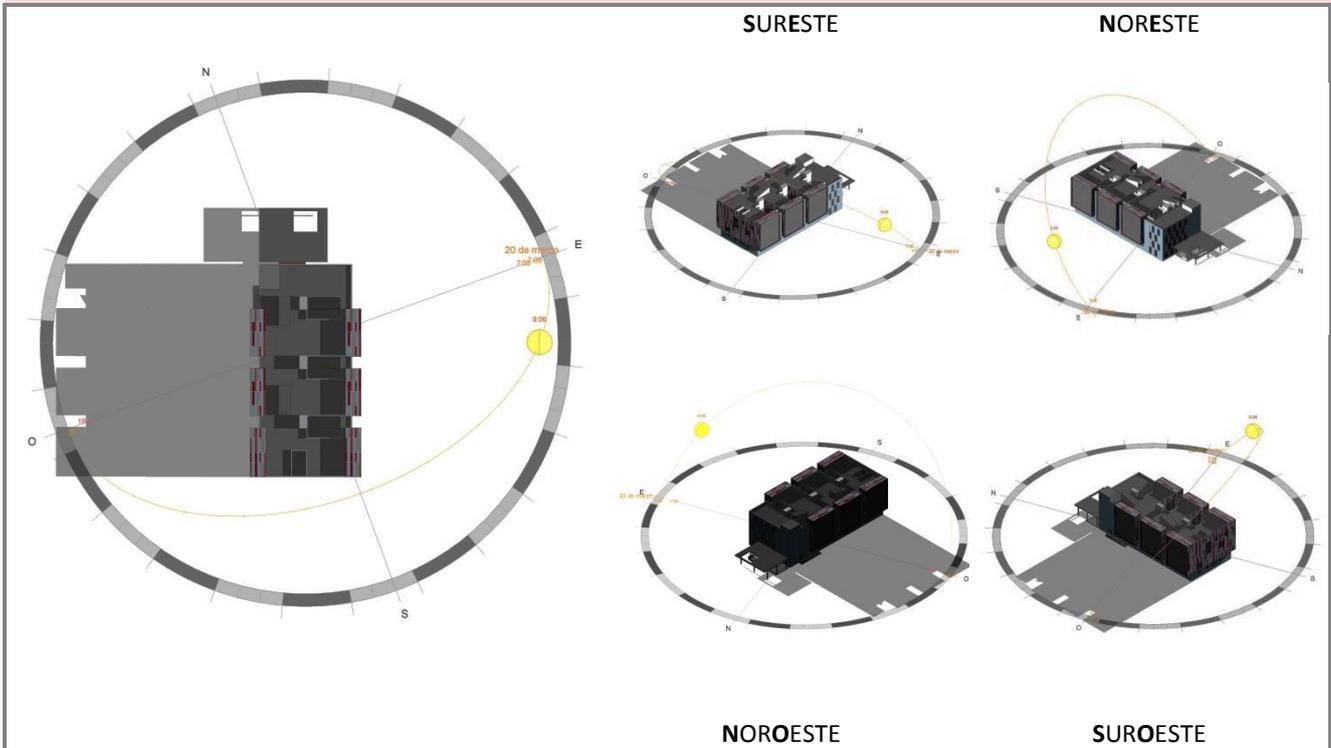
- POSICIÓN DEL SOL - 8.06 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



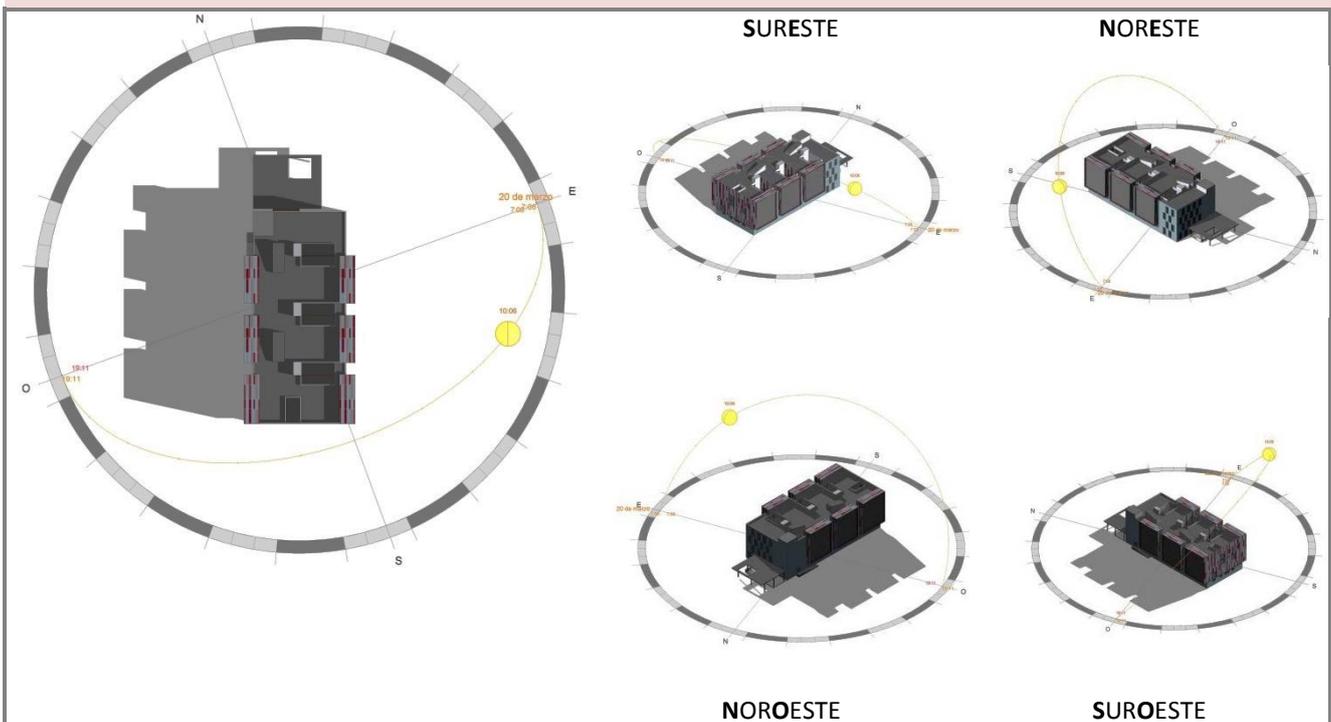
- POSICIÓN DEL SOL - 9.06 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



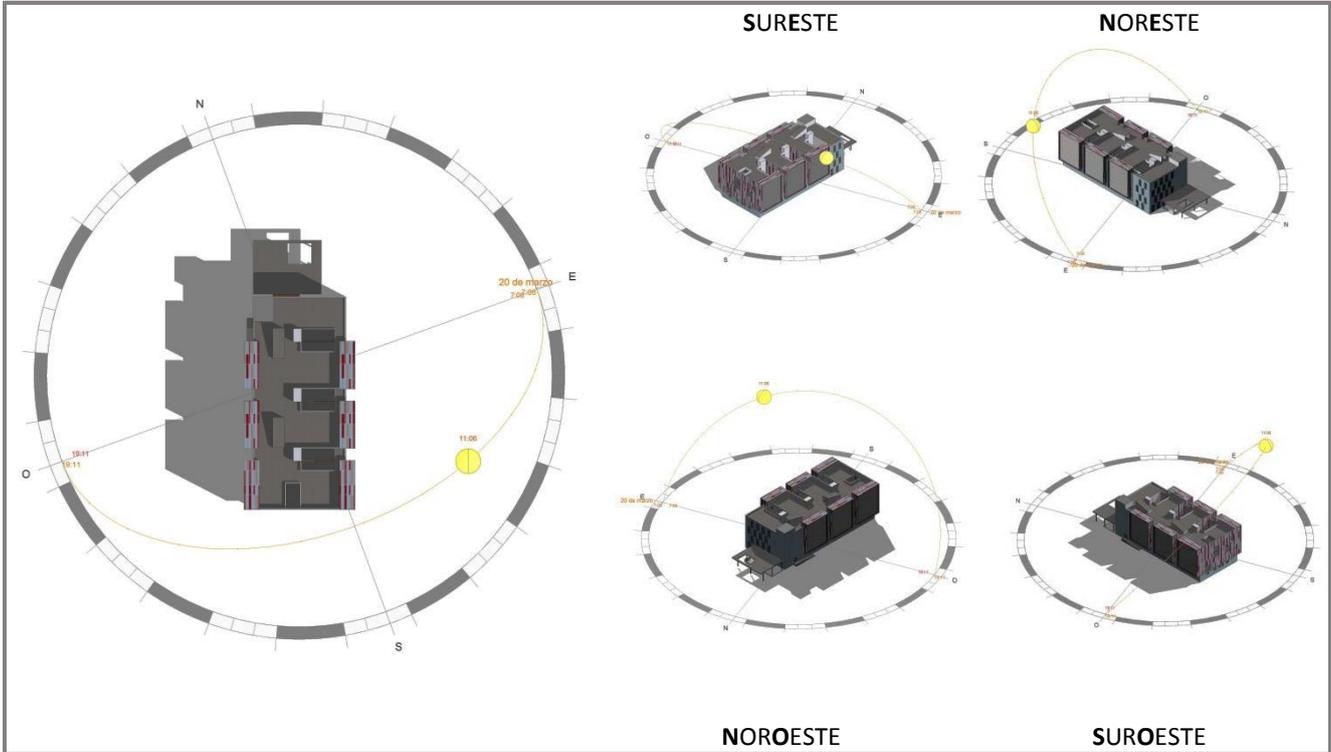
- POSICIÓN DEL SOL - 10.06 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



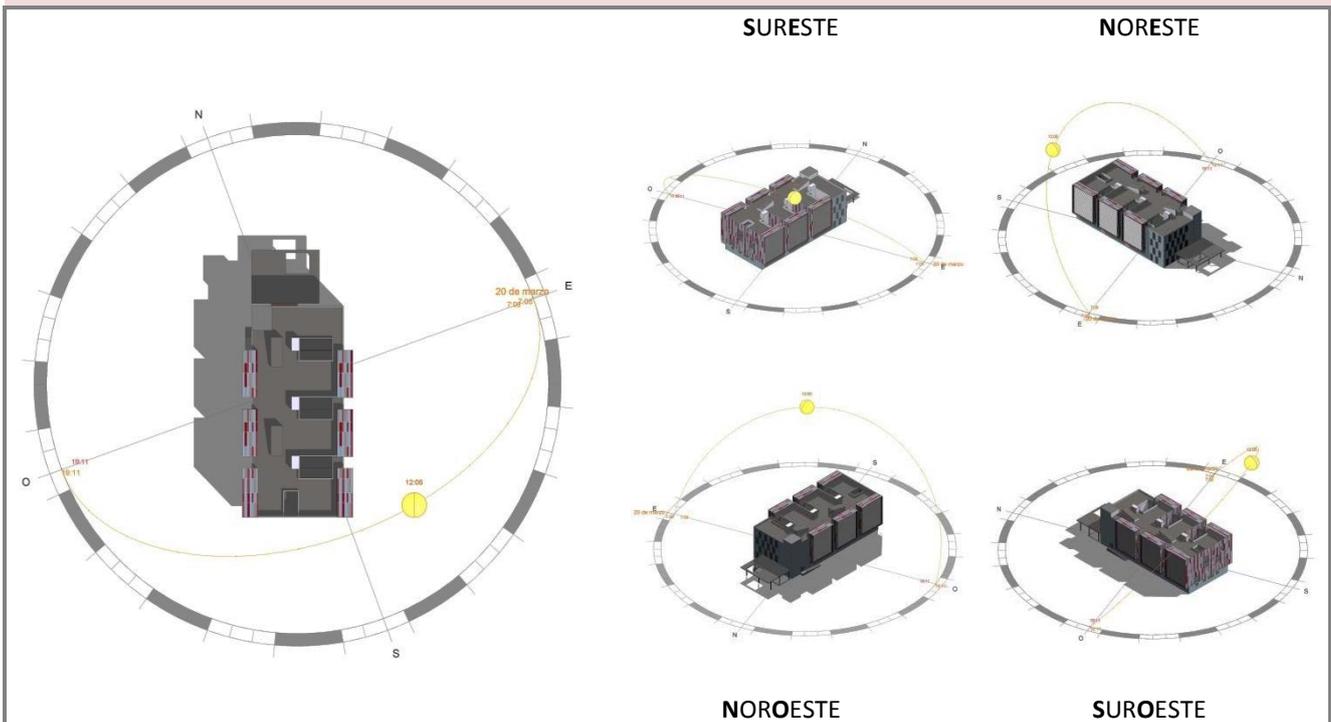
- POSICIÓN DEL SOL - 11.06 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



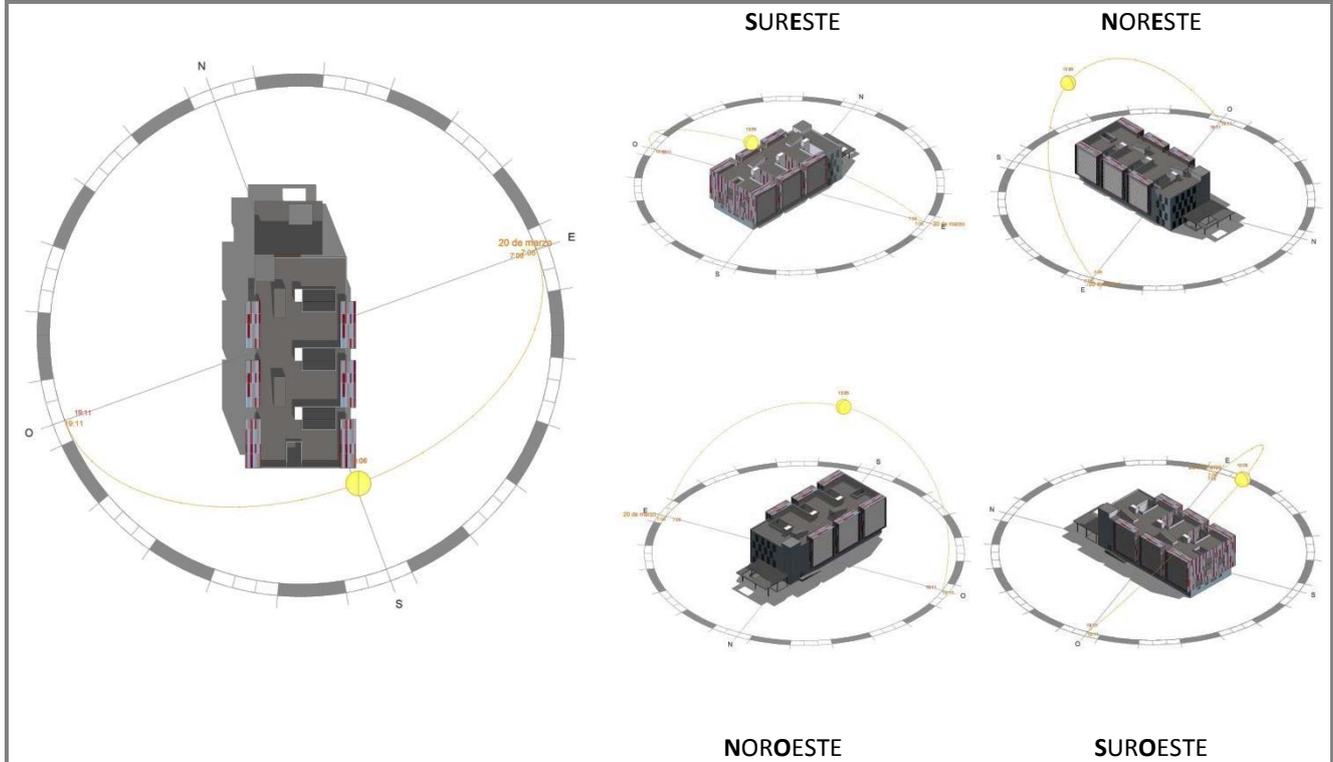
- POSICIÓN DEL SOL - 12.06 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



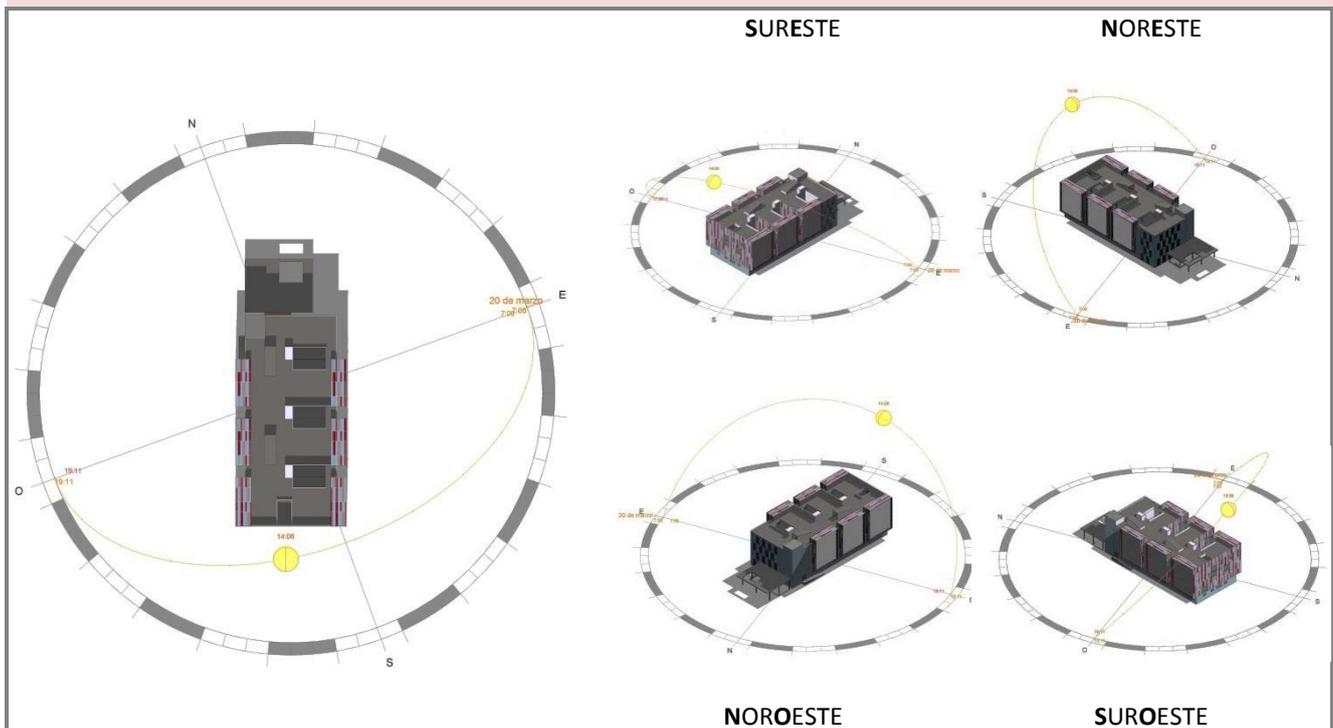
- POSICIÓN DEL SOL - 13.06 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



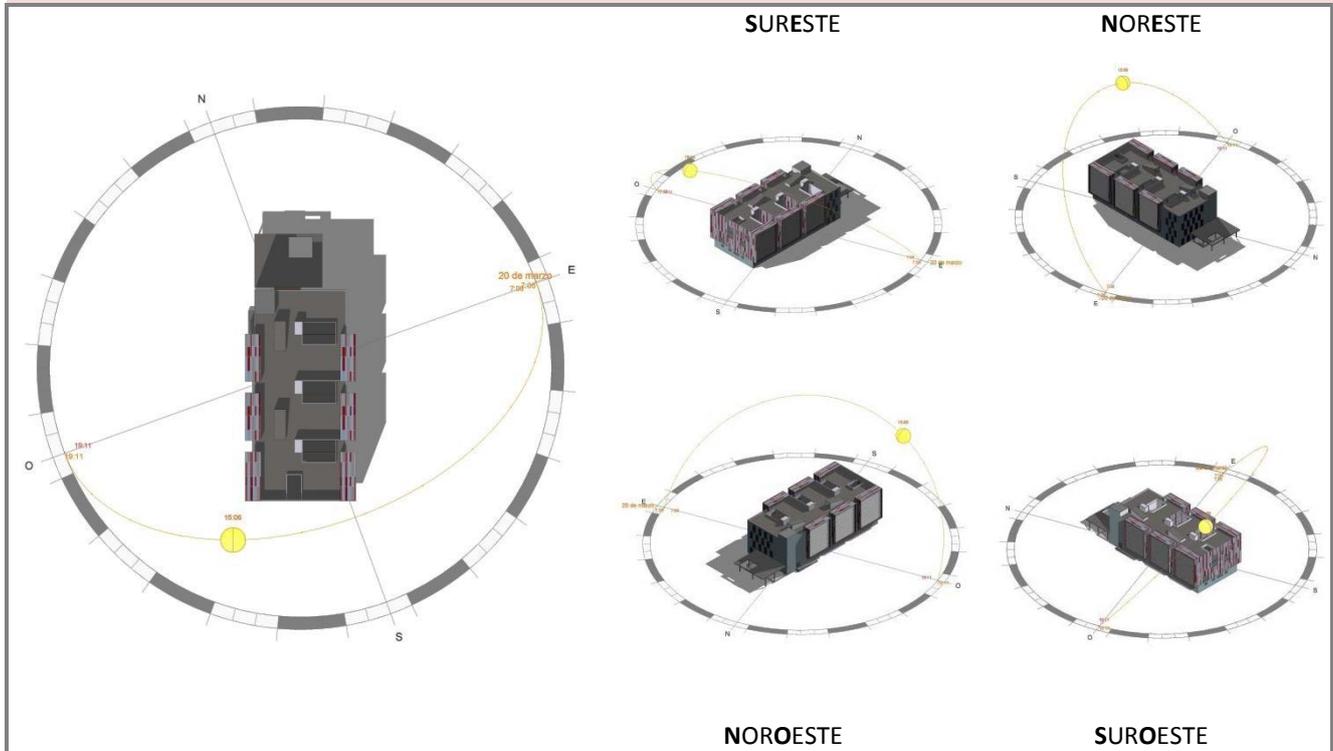
- POSICIÓN DEL SOL - 14.06 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



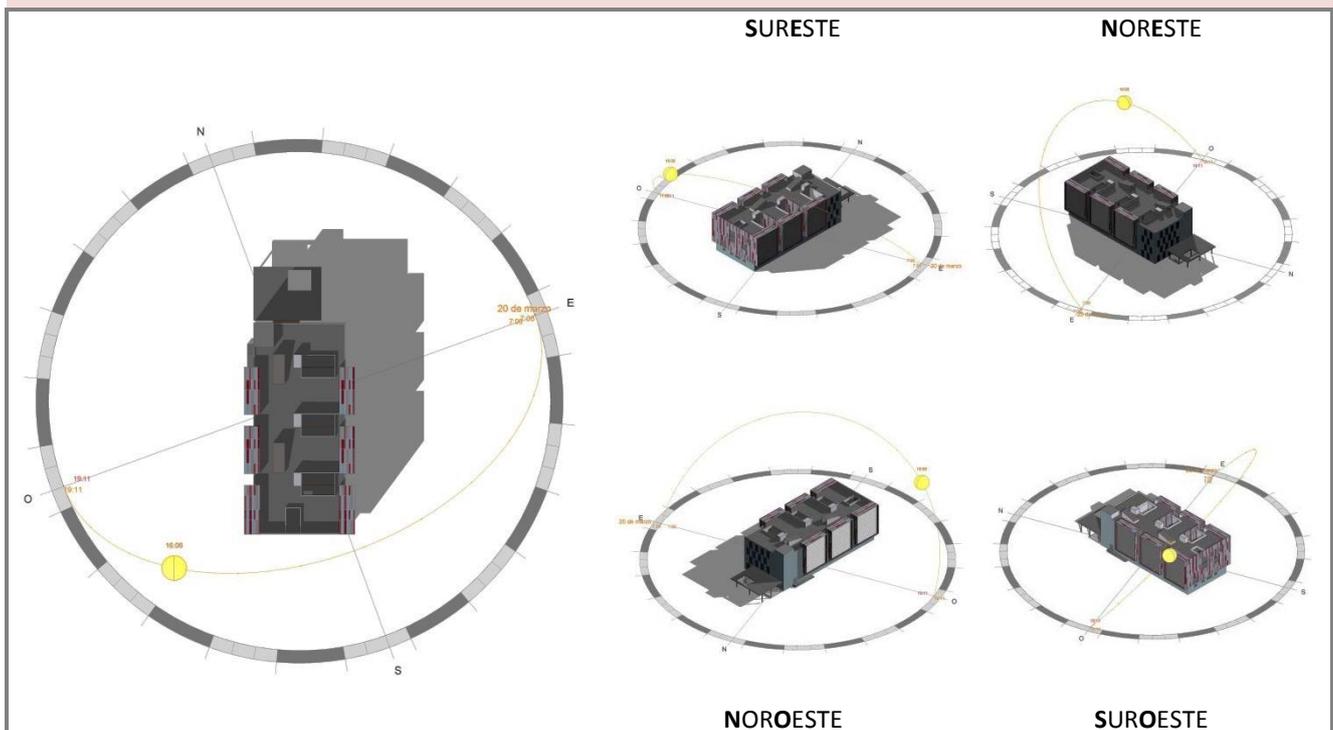
- POSICIÓN DEL SOL - 15.06 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



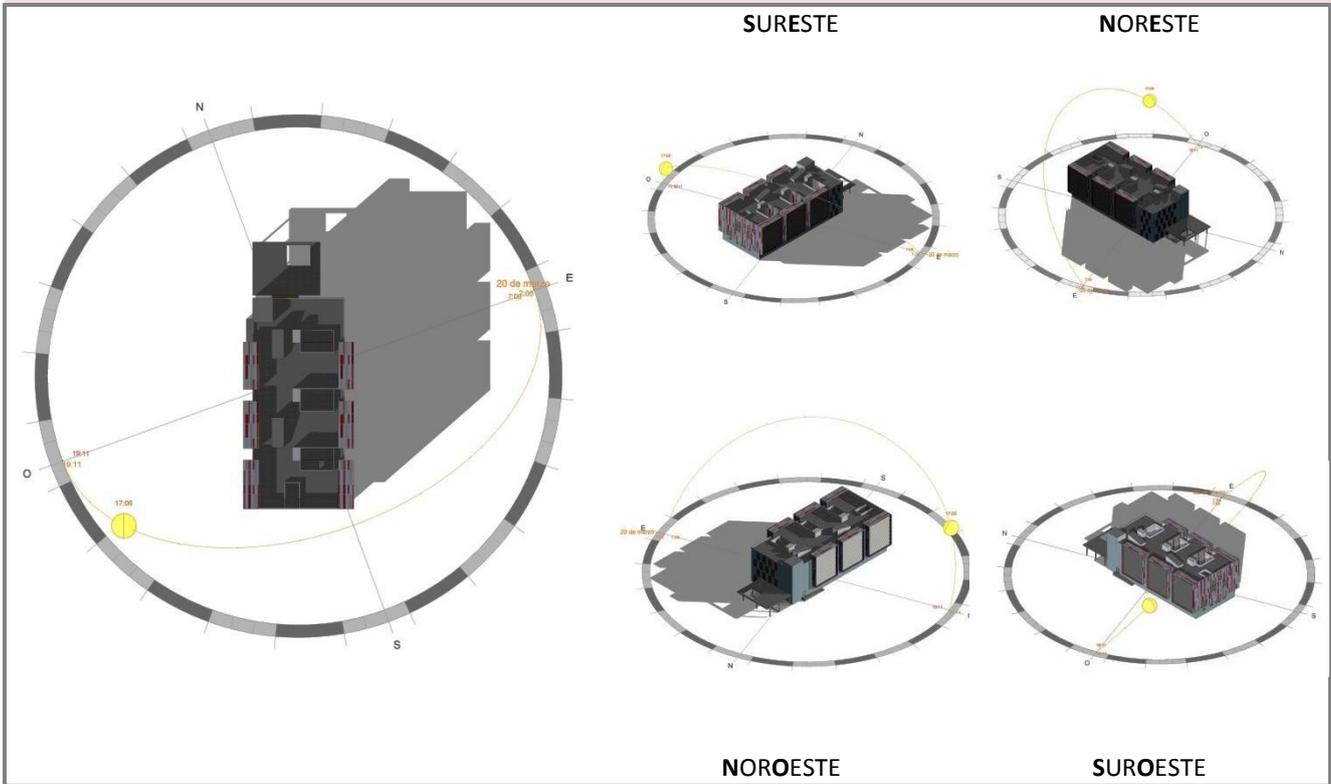
- POSICIÓN DEL SOL - 16.06 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



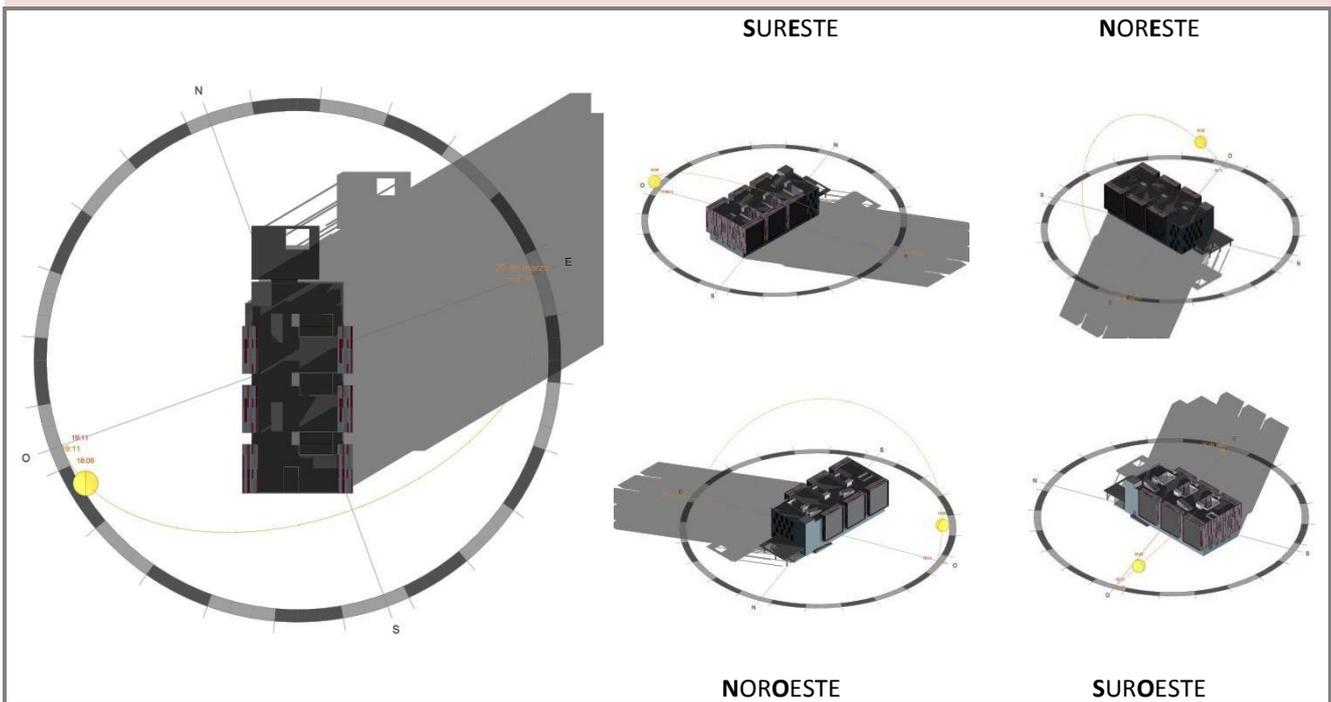
- POSICIÓN DEL SOL - 17.06 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



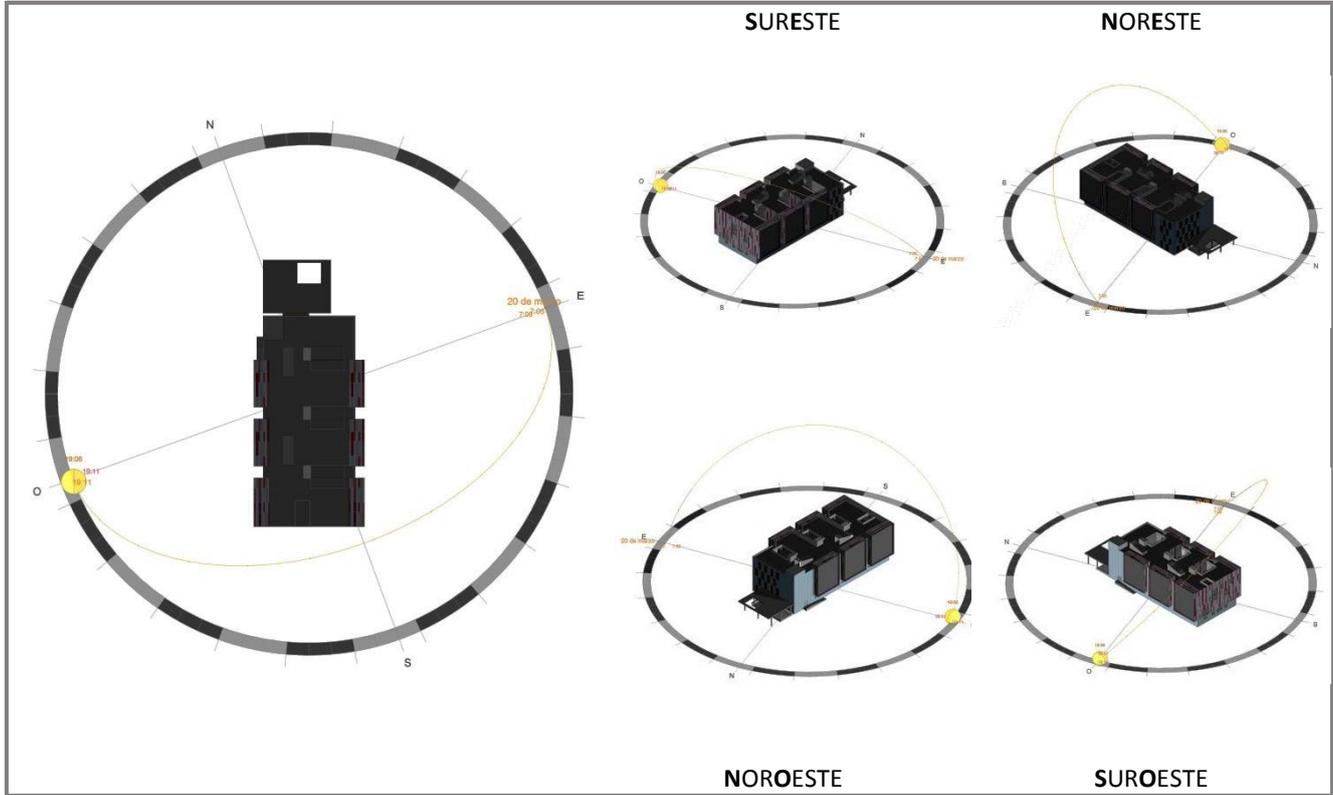
- POSICIÓN DEL SOL - 18.06 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



- POSICIÓN DEL SOL - 19.06 horas

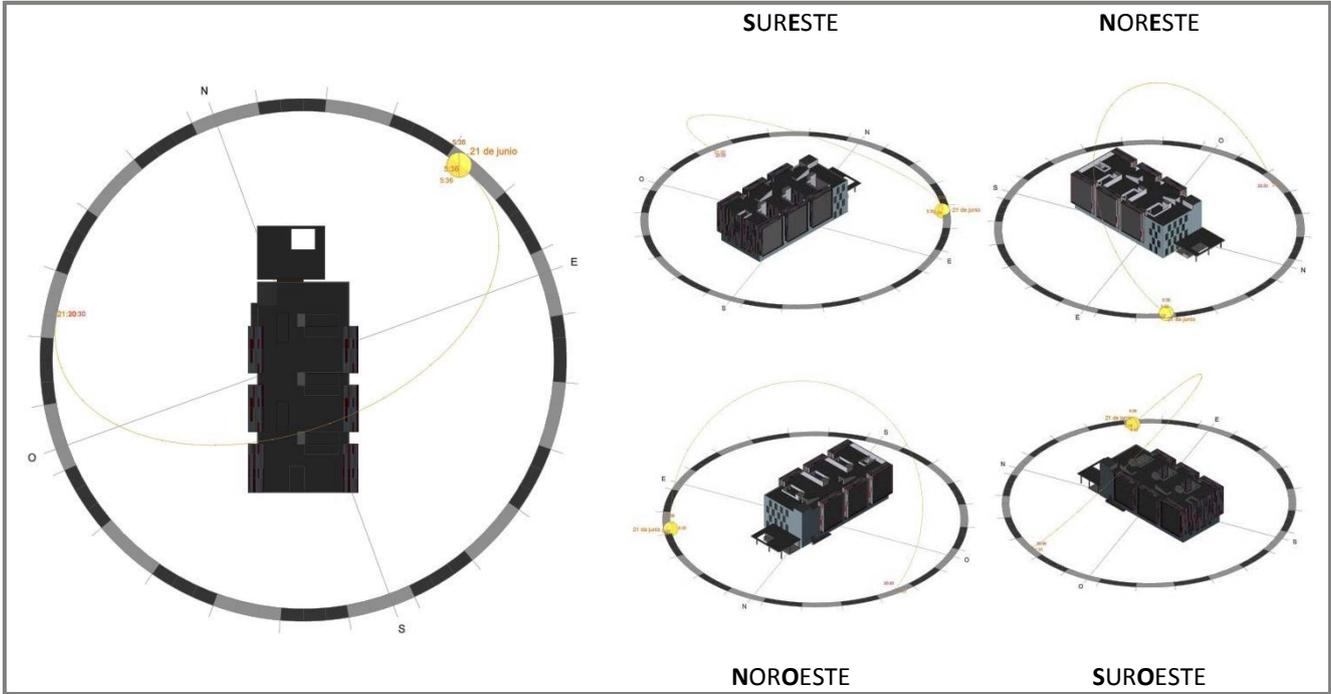
- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



SOLSTICIO DE VERANO (21 de junio)

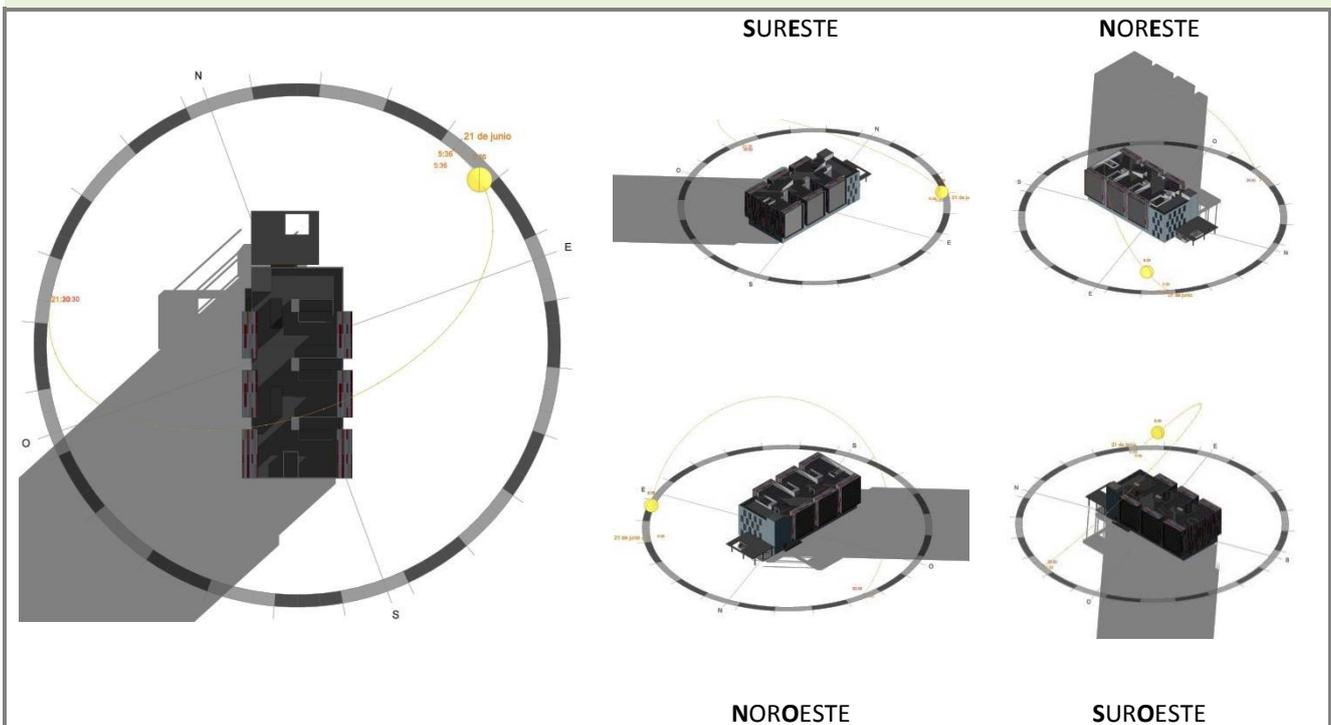
- POSICIÓN DEL SOL - 5.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



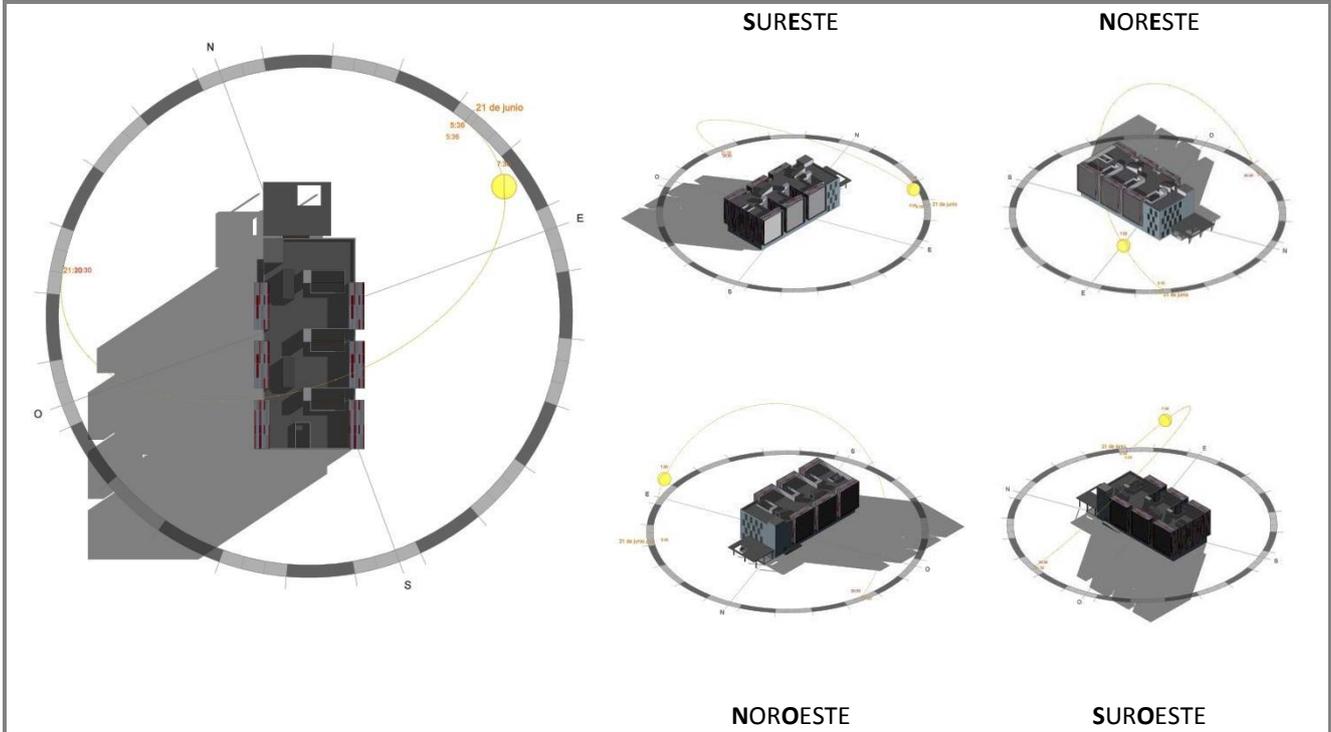
- POSICIÓN DEL SOL - 6.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



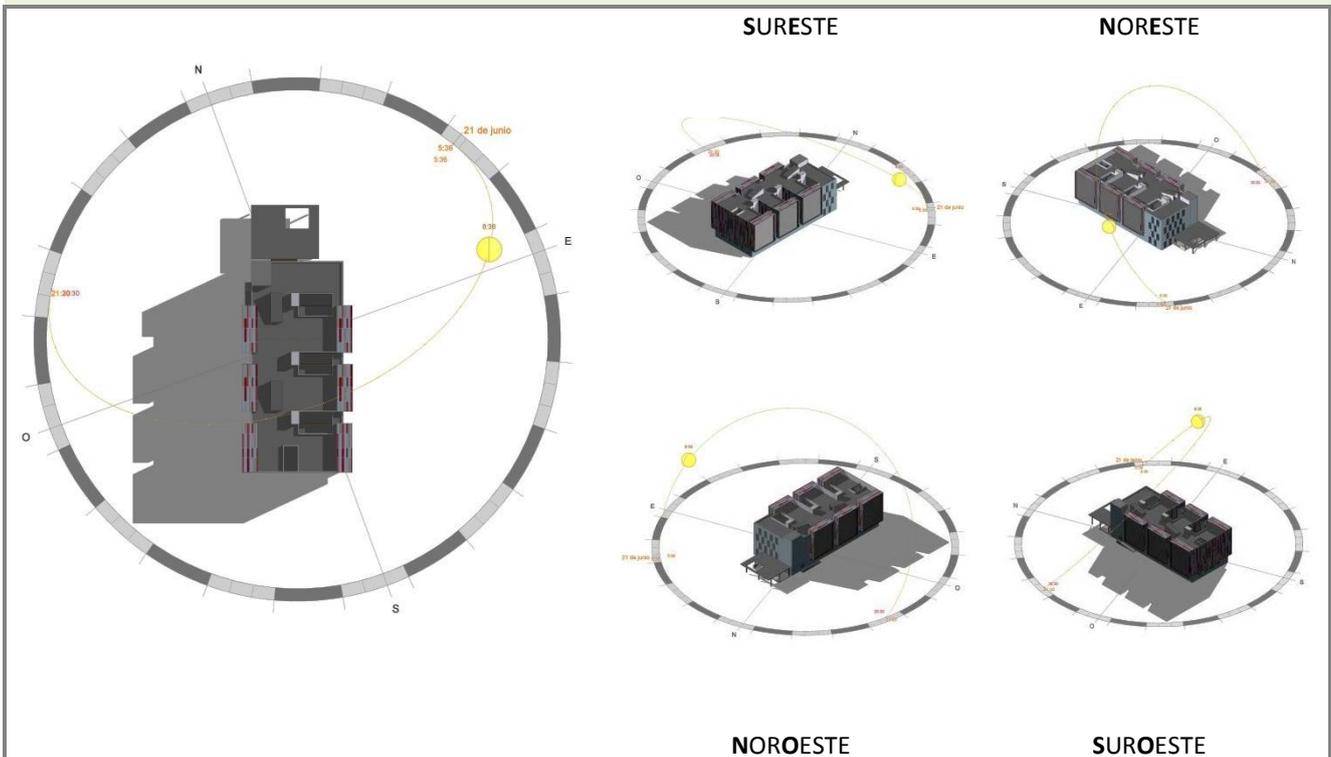
- POSICIÓN DEL SOL - 7.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



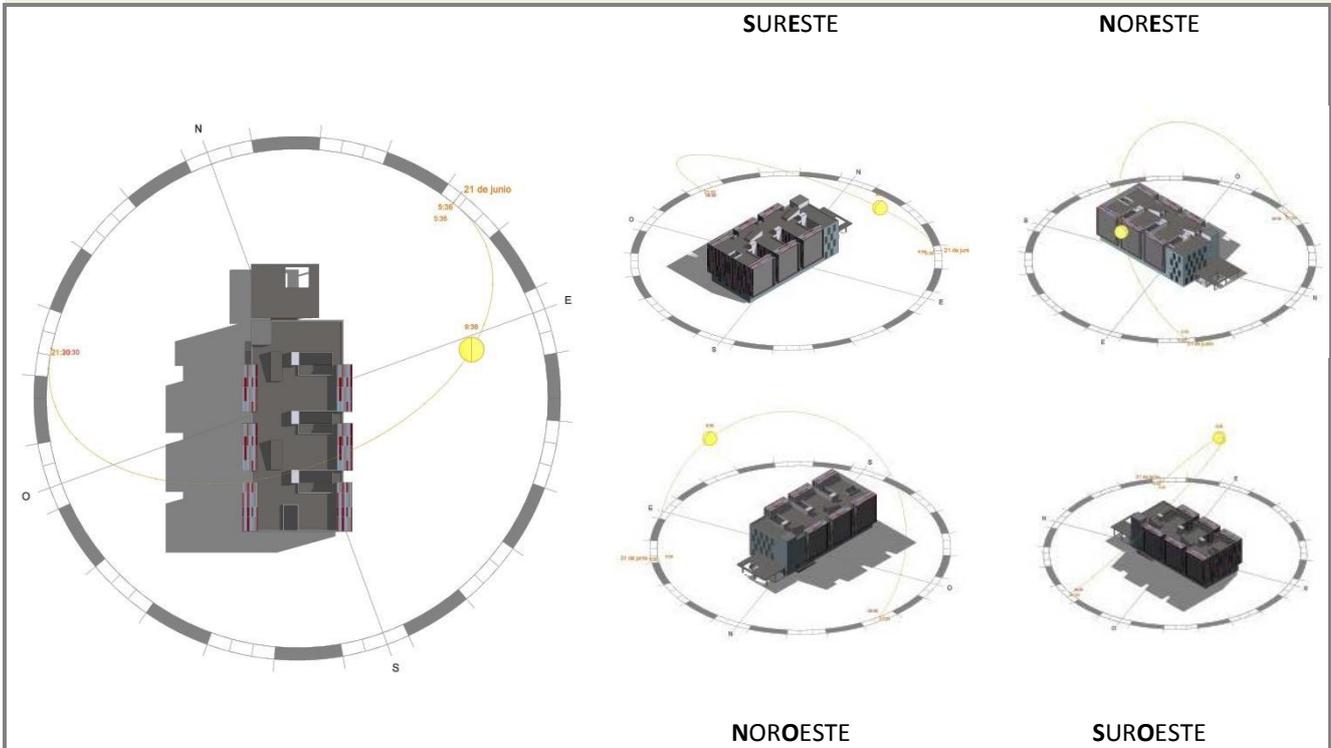
- POSICIÓN DEL SOL - 8.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



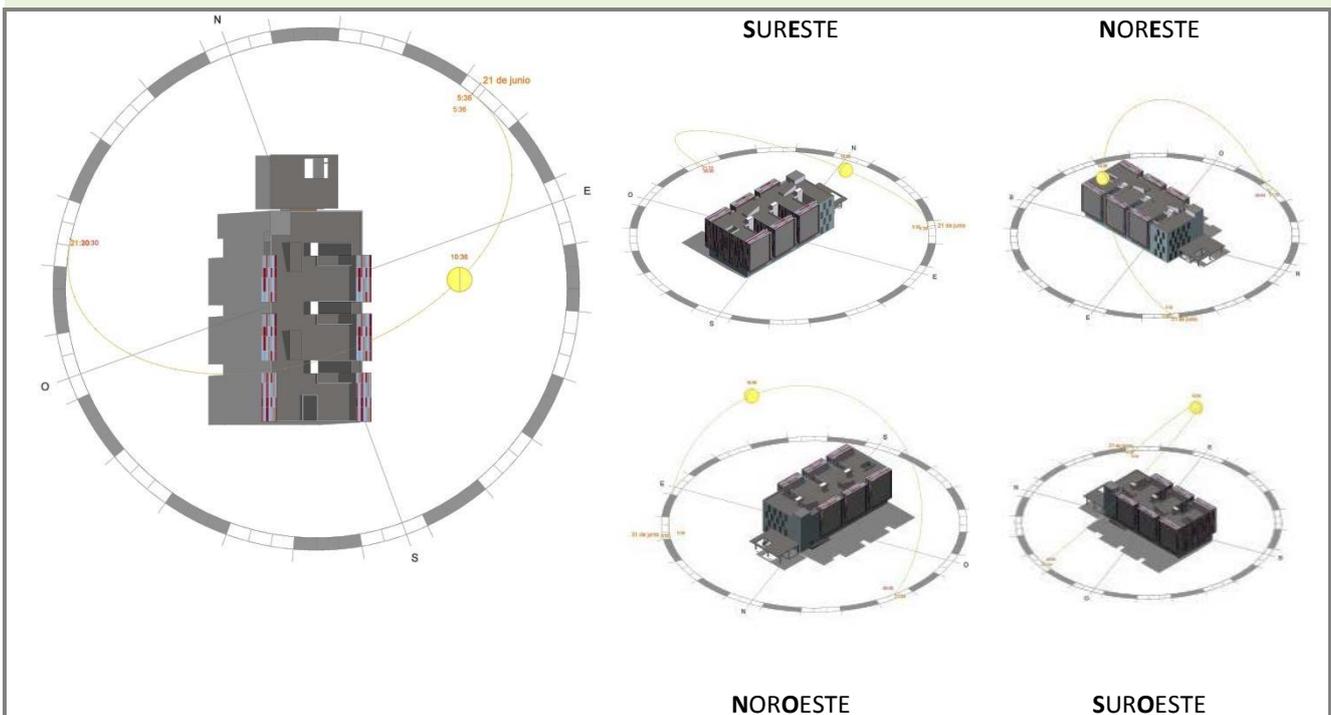
- POSICIÓN DEL SOL – 9.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



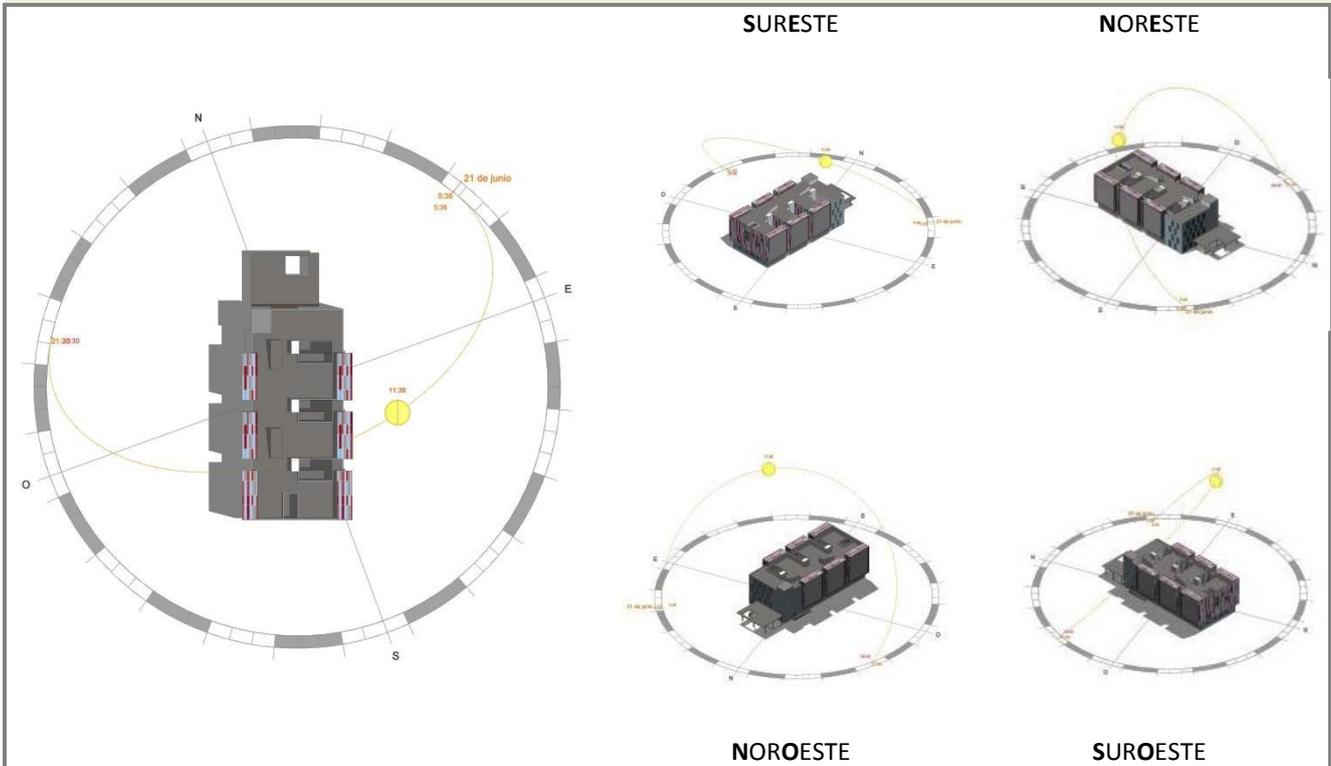
- POSICIÓN DEL SOL - 10.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



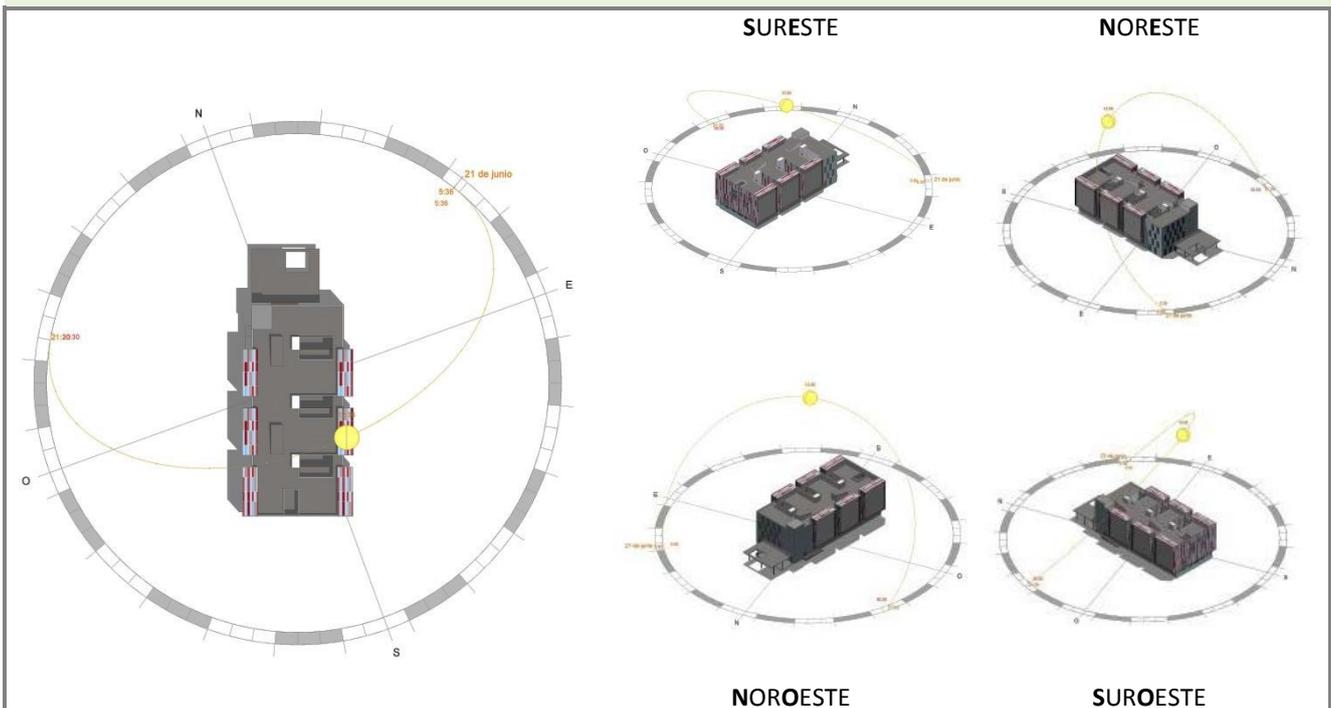
- POSICIÓN DEL SOL - 11.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



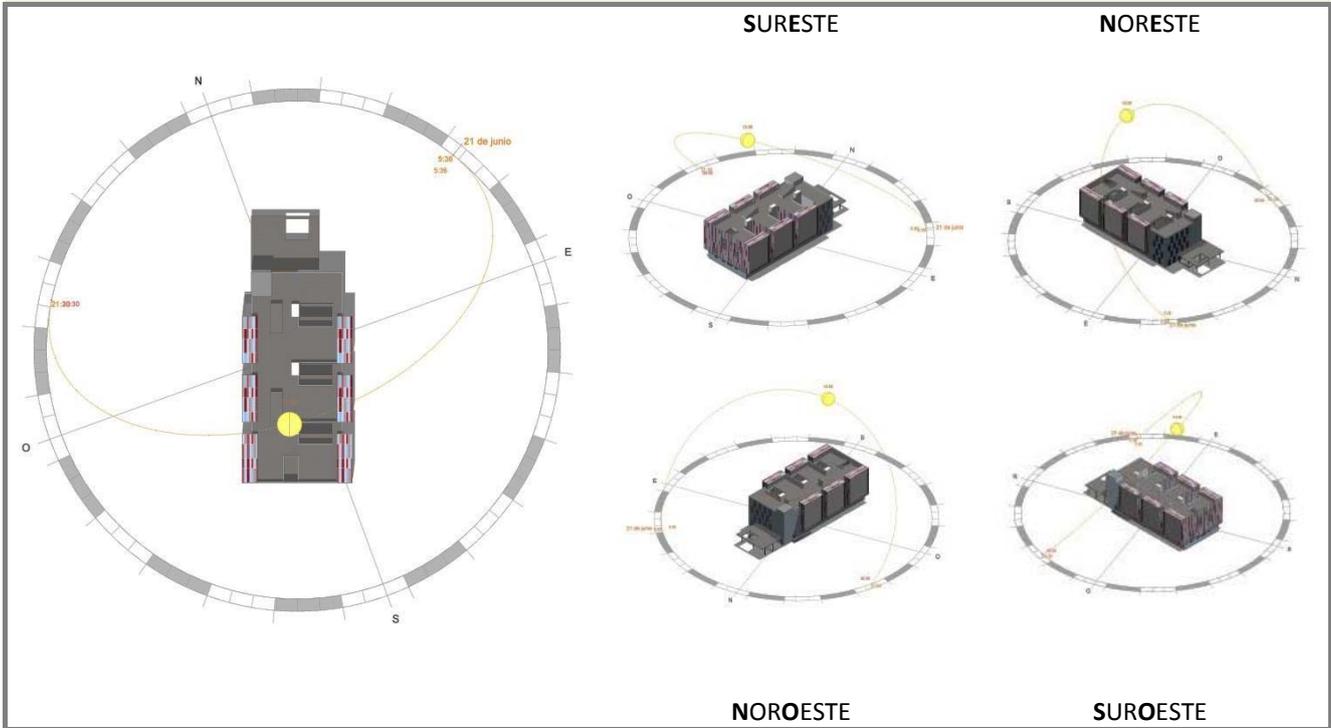
- POSICIÓN DEL SOL - 12.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



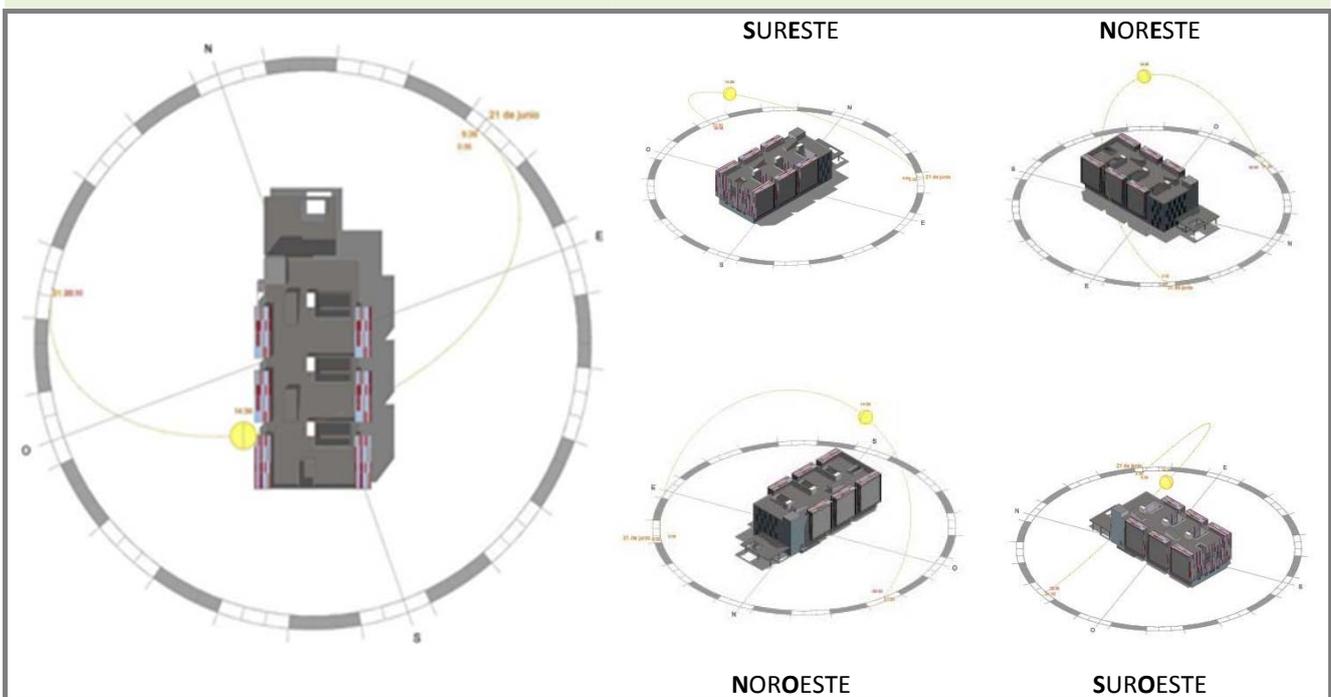
- POSICIÓN DEL SOL - 13.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



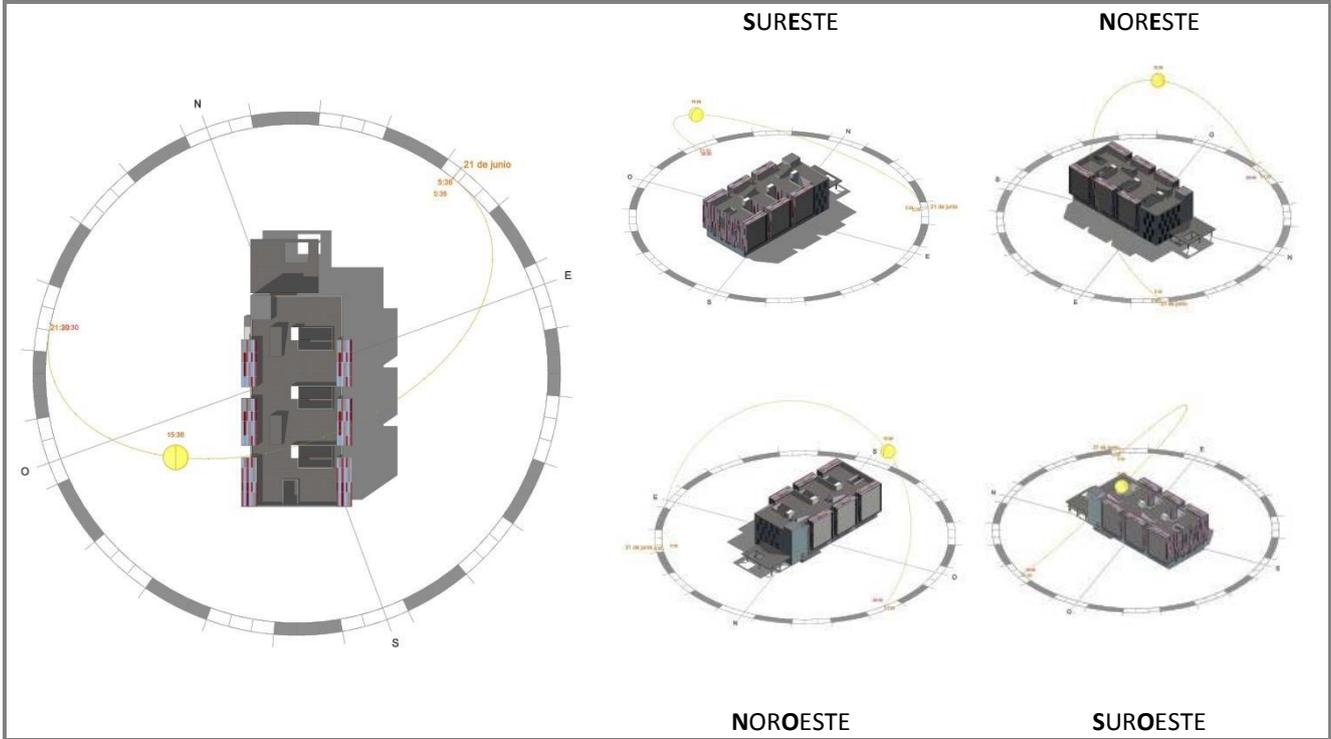
- POSICIÓN DEL SOL - 14.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



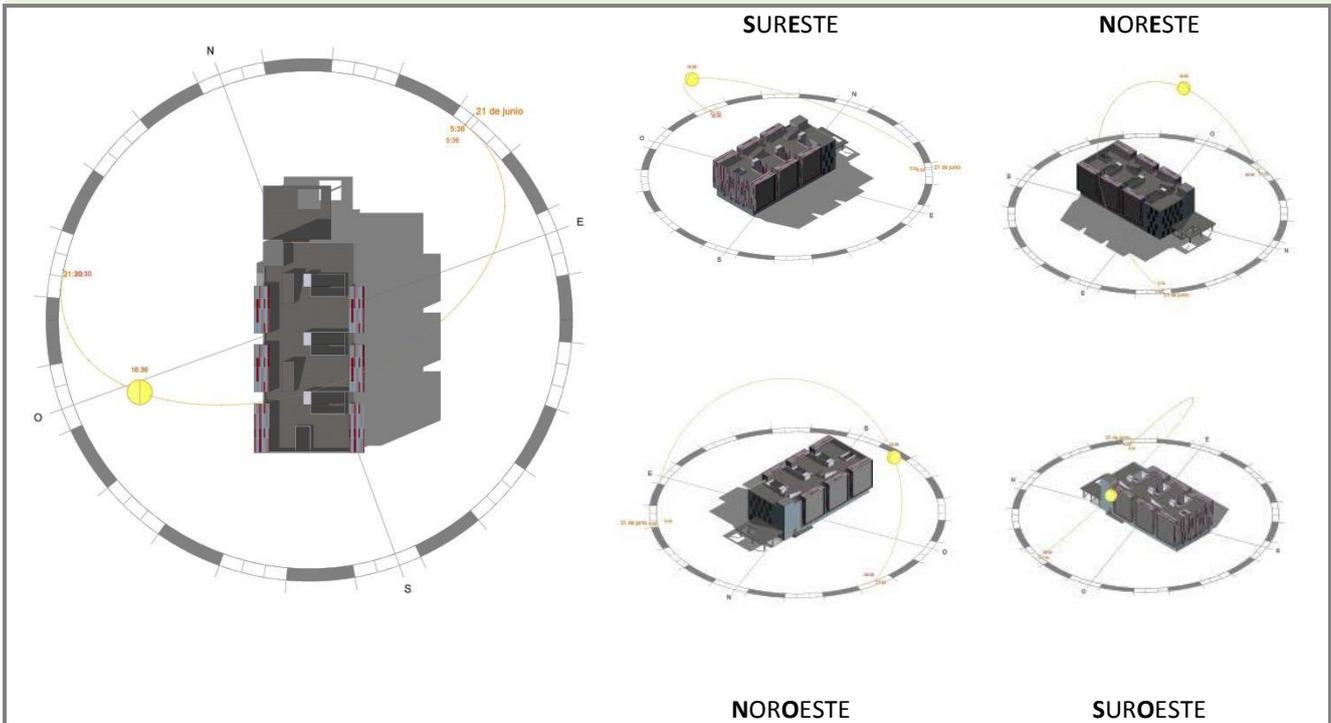
- POSICIÓN DEL SOL - 15.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



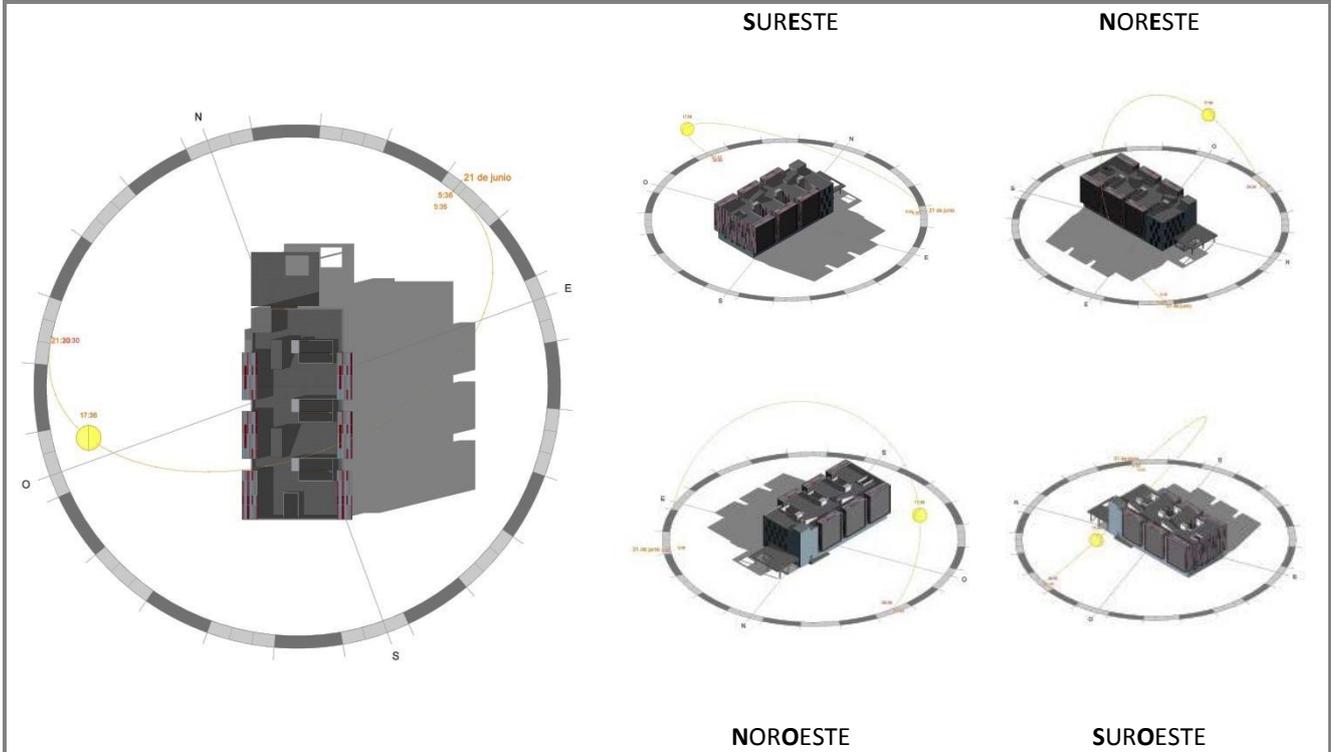
- POSICIÓN DEL SOL - 16.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



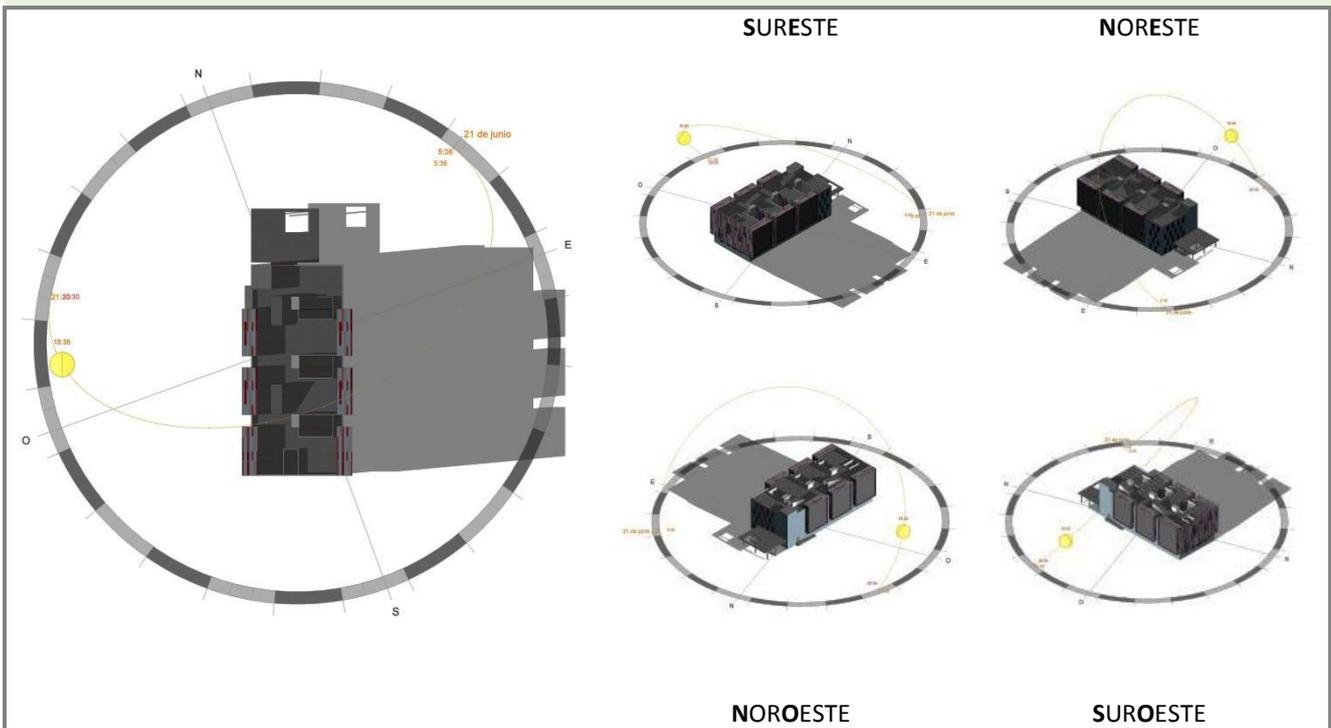
- POSICIÓN DEL SOL - 17.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



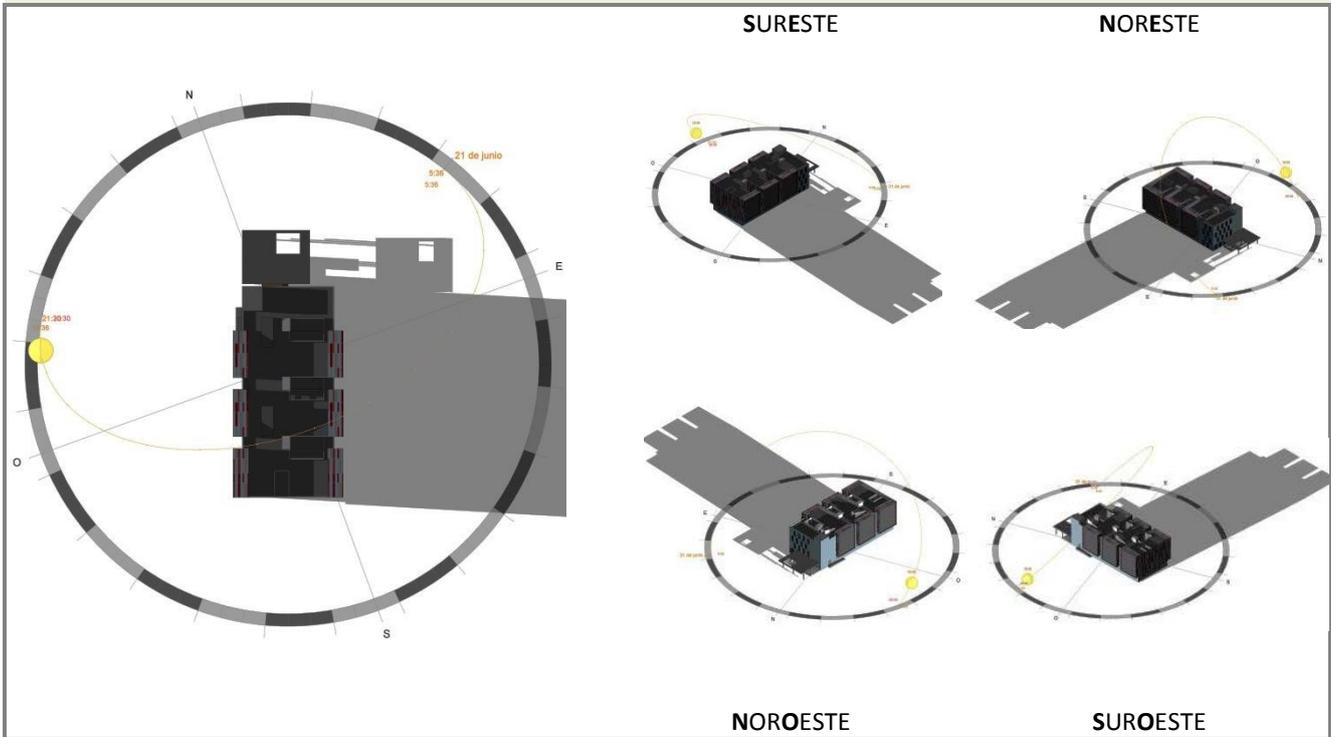
- POSICIÓN DEL SOL - 18.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



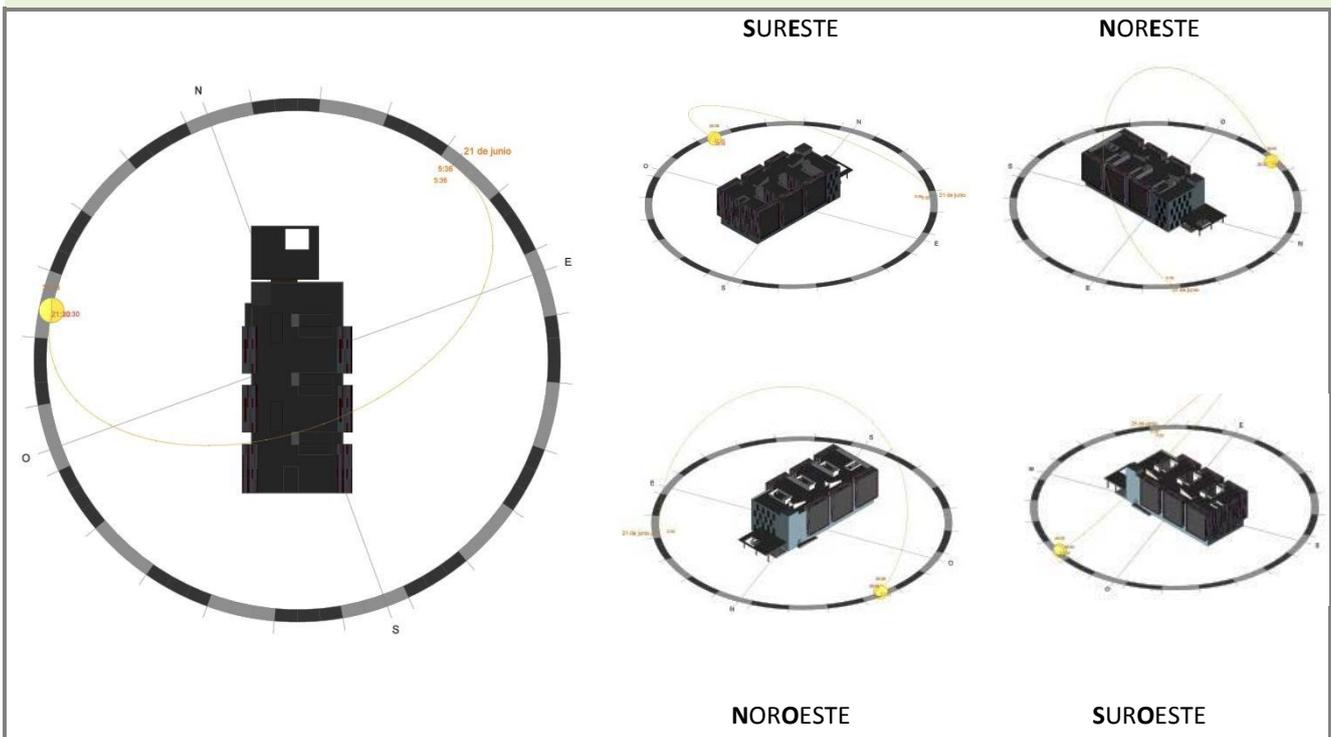
- POSICIÓN DEL SOL - 19.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -

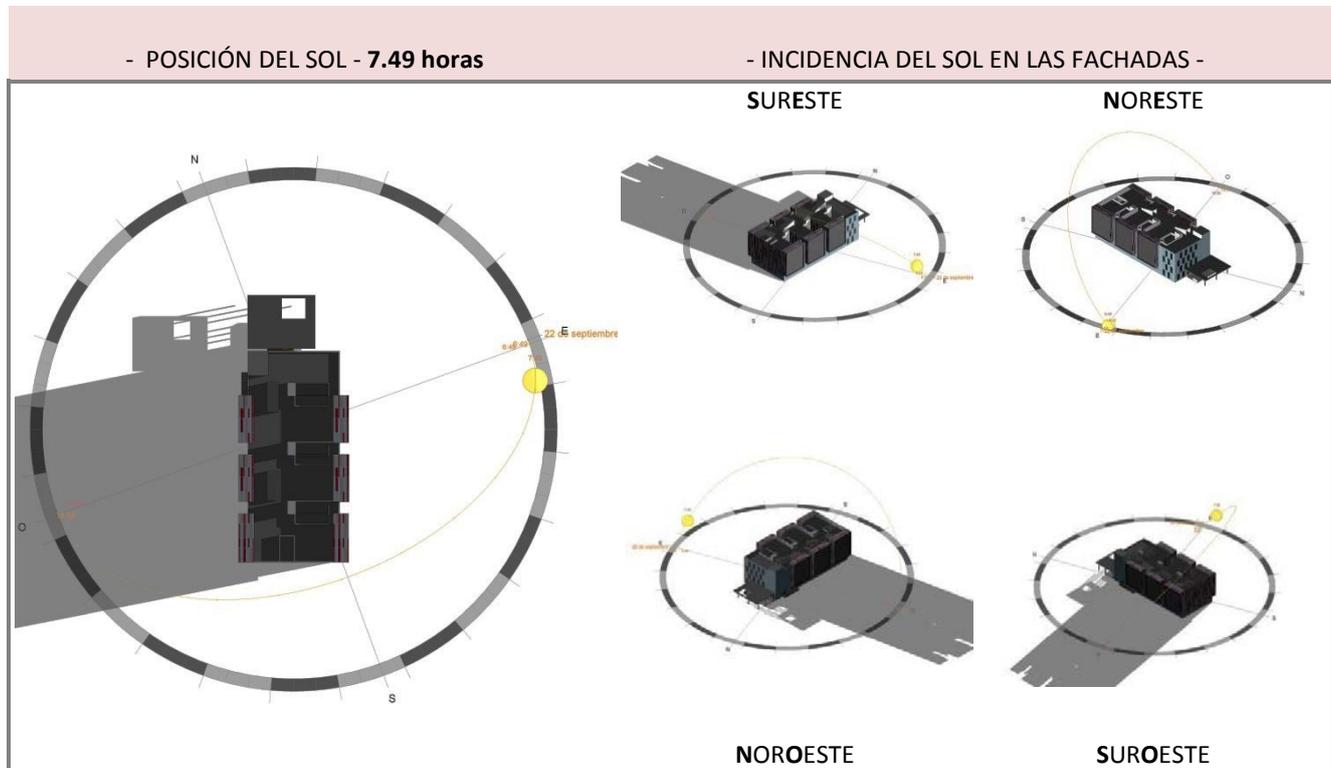
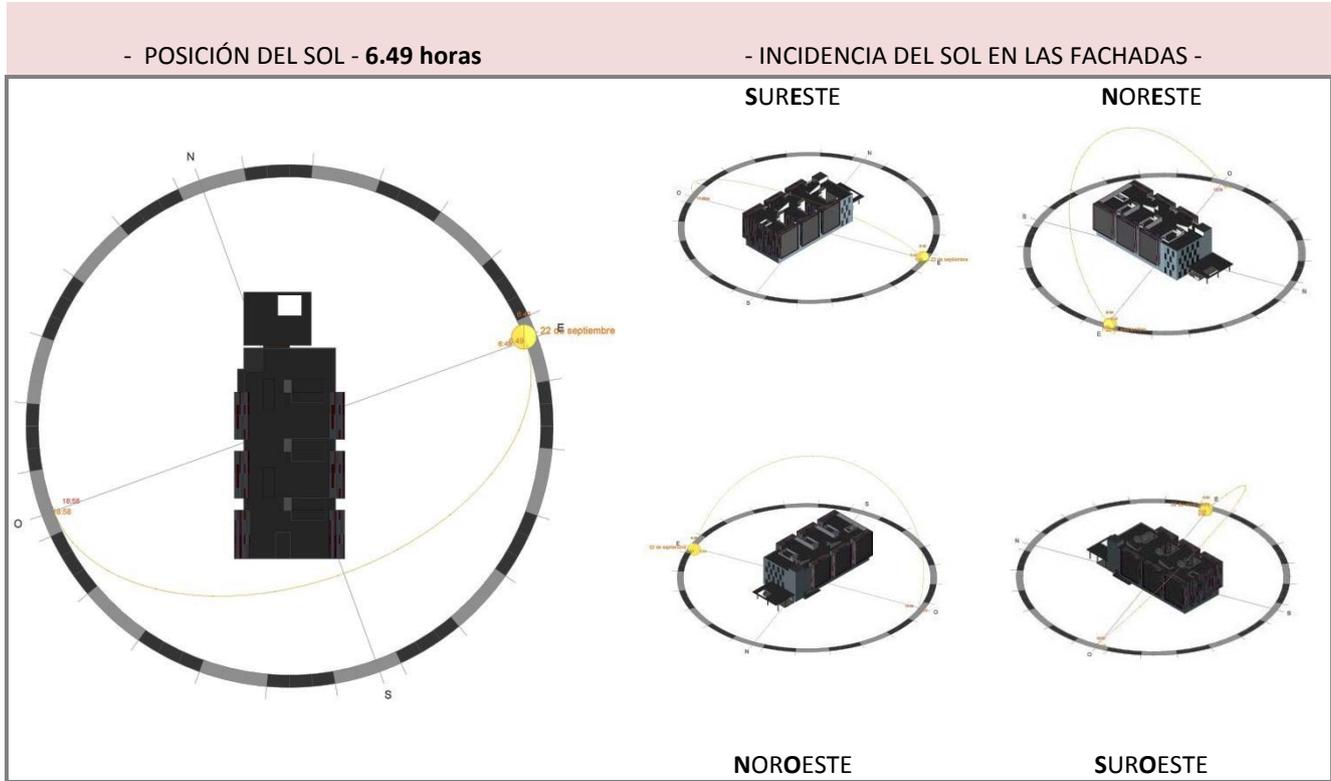


- POSICIÓN DEL SOL - 20.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -

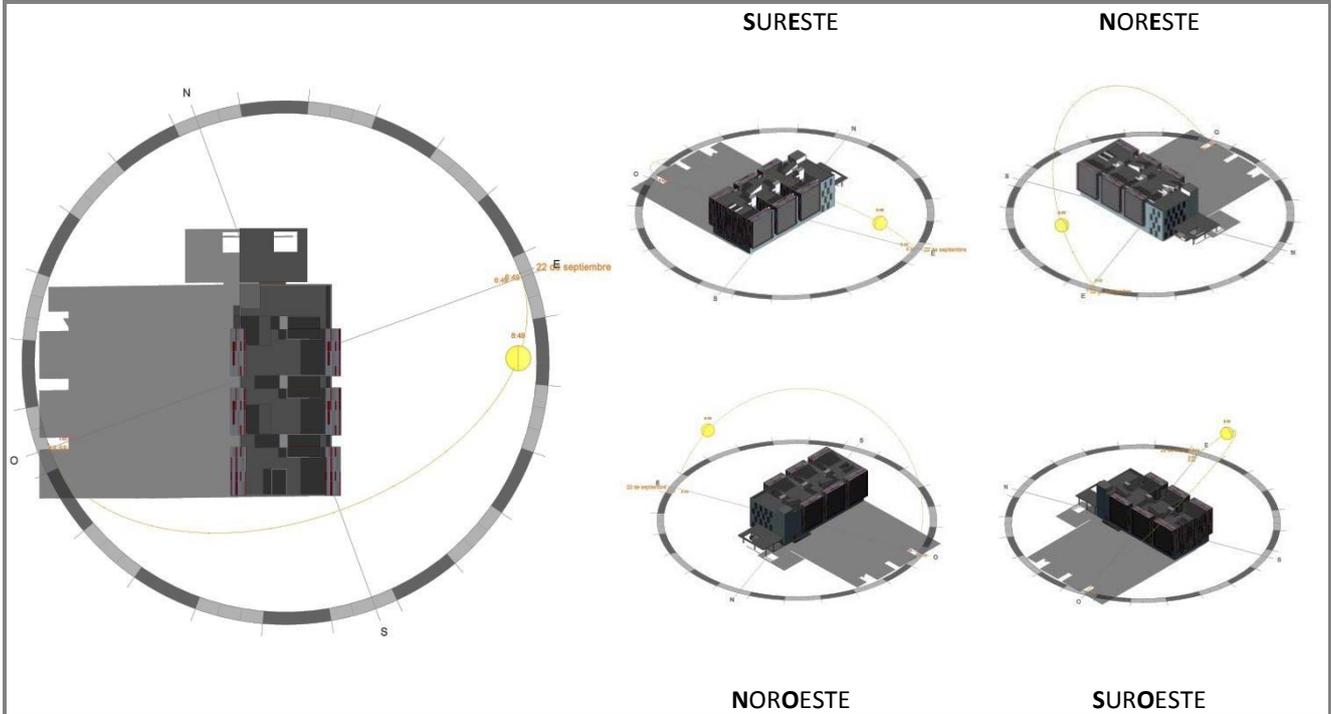


EQUINOCCIO DE OTOÑO (22 de septiembre)



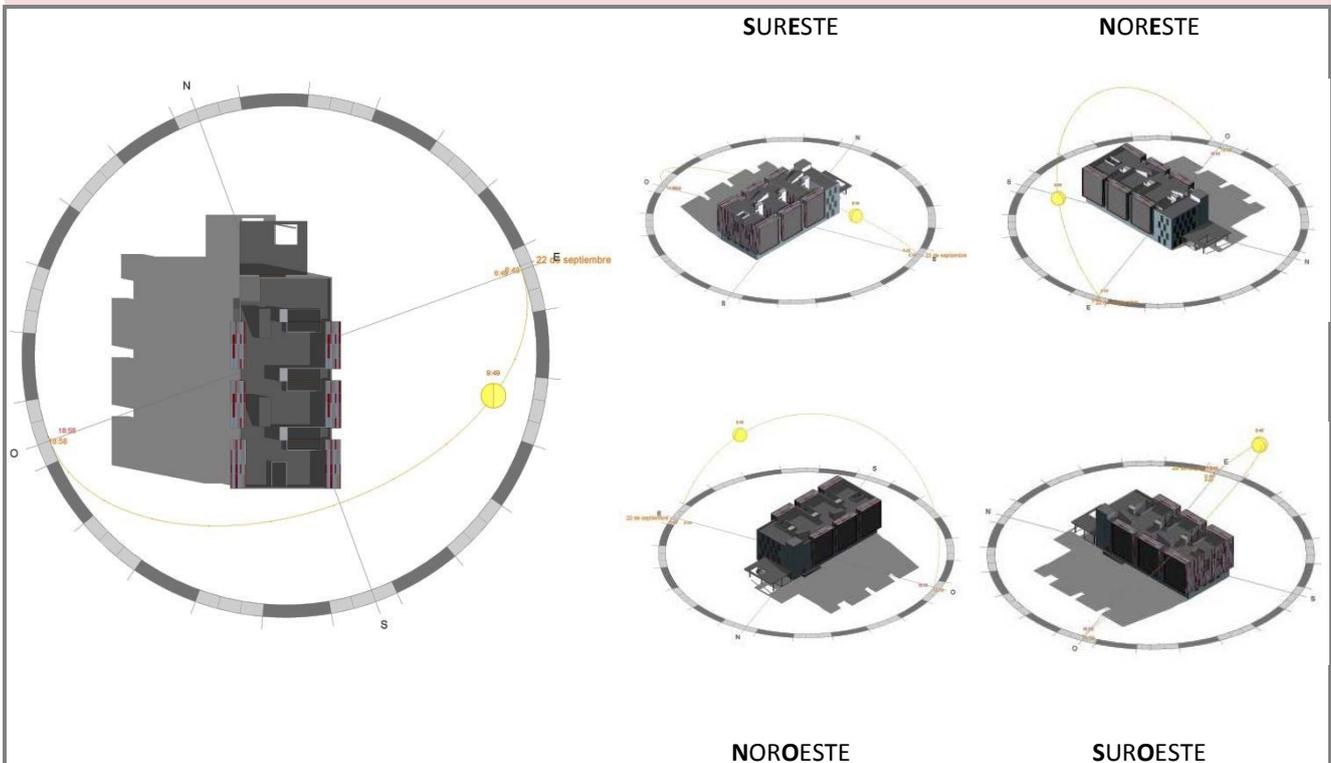
- POSICIÓN DEL SOL - 8.49 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



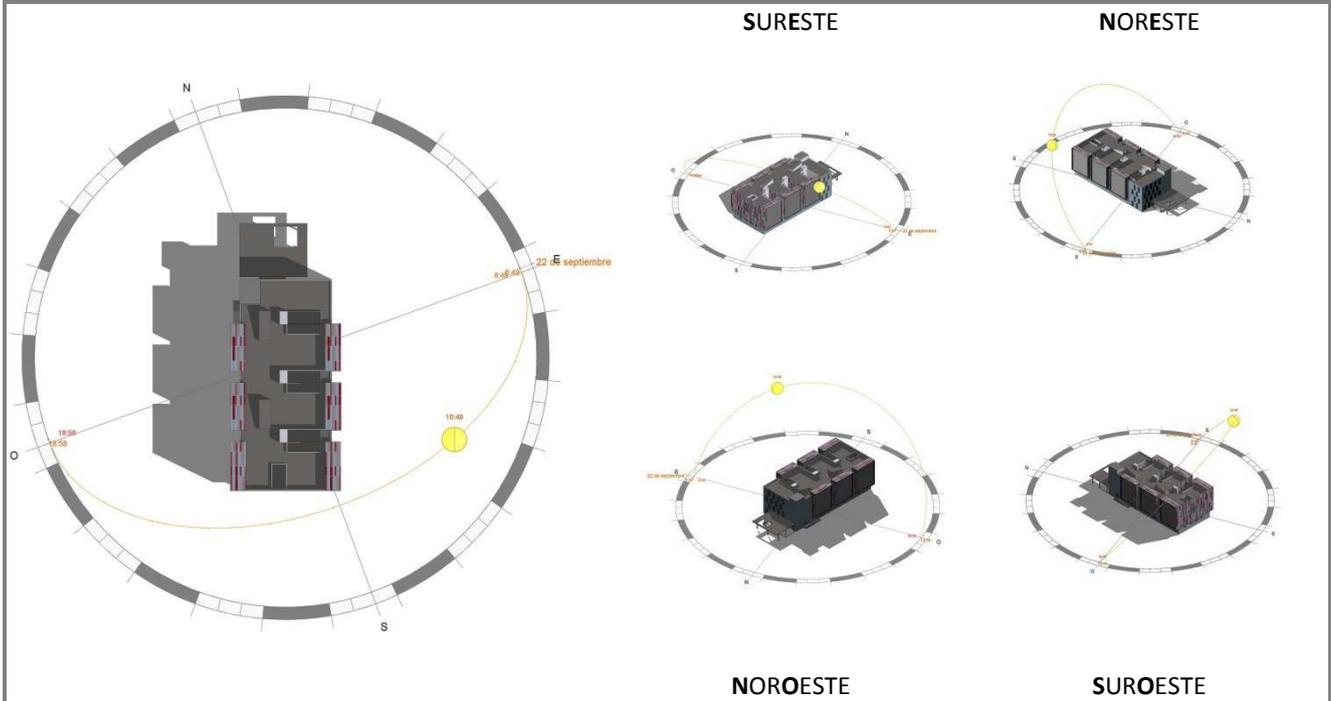
- POSICIÓN DEL SOL - 9.49 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



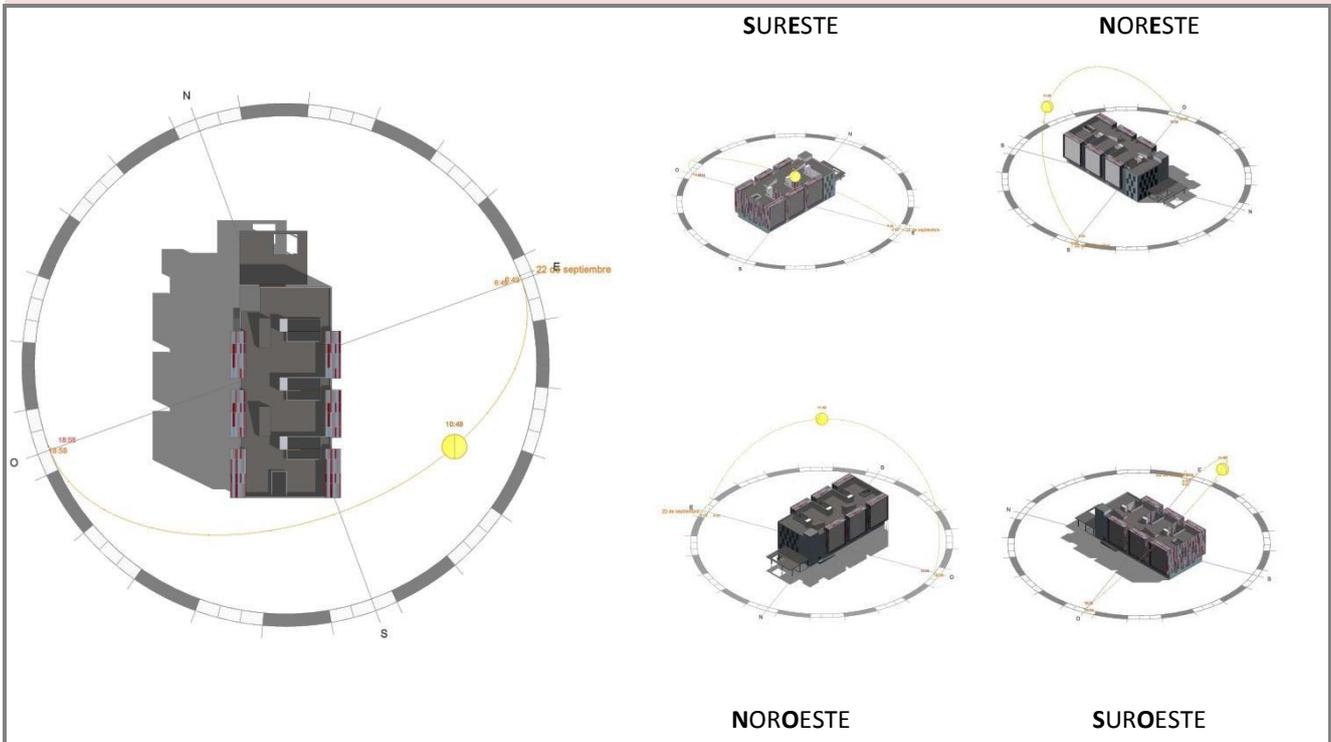
- POSICIÓN DEL SOL - 10.49 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



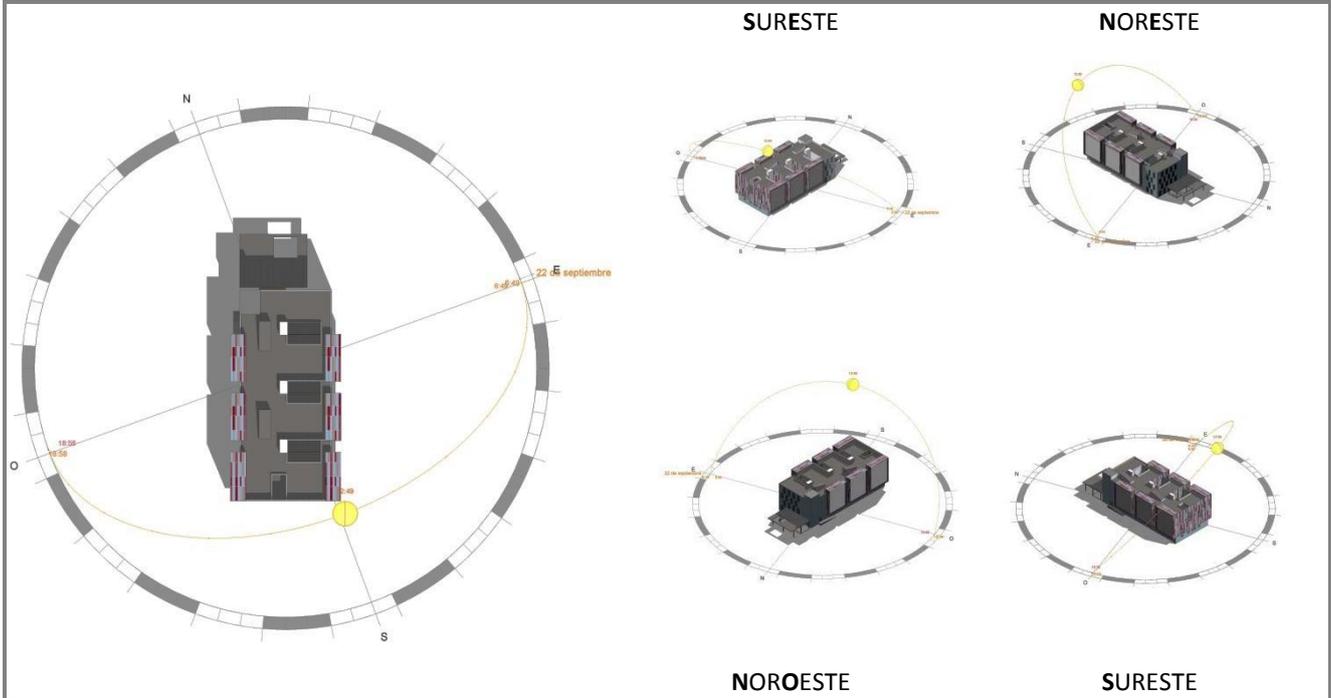
- POSICIÓN DEL SOL - 11.49 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



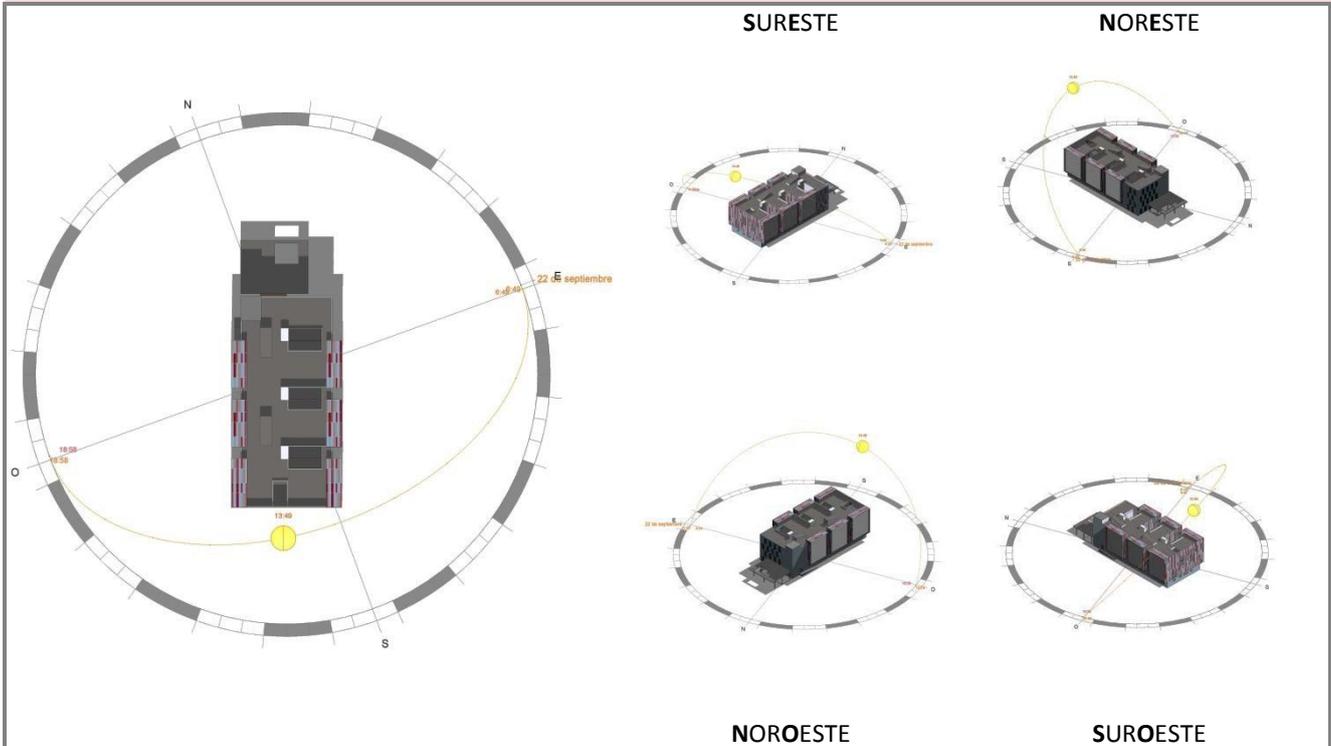
- POSICIÓN DEL SOL - 12.49 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



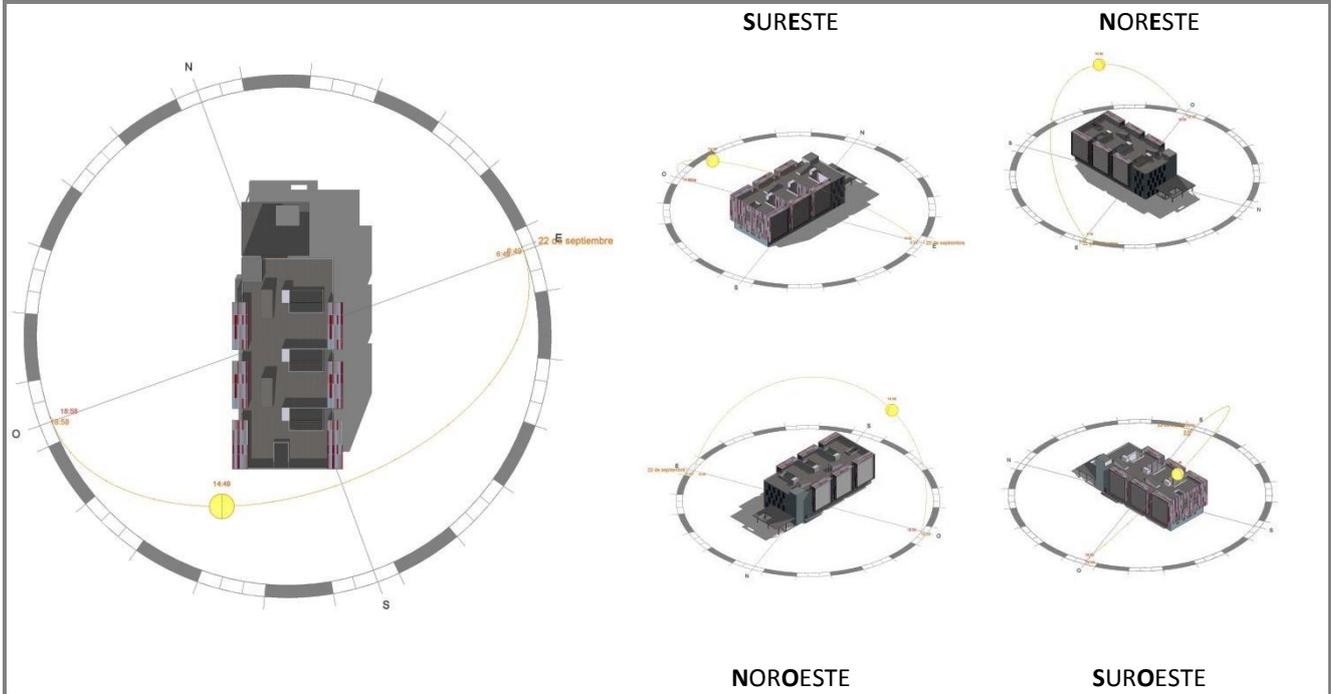
- POSICIÓN DEL SOL - 13.49 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



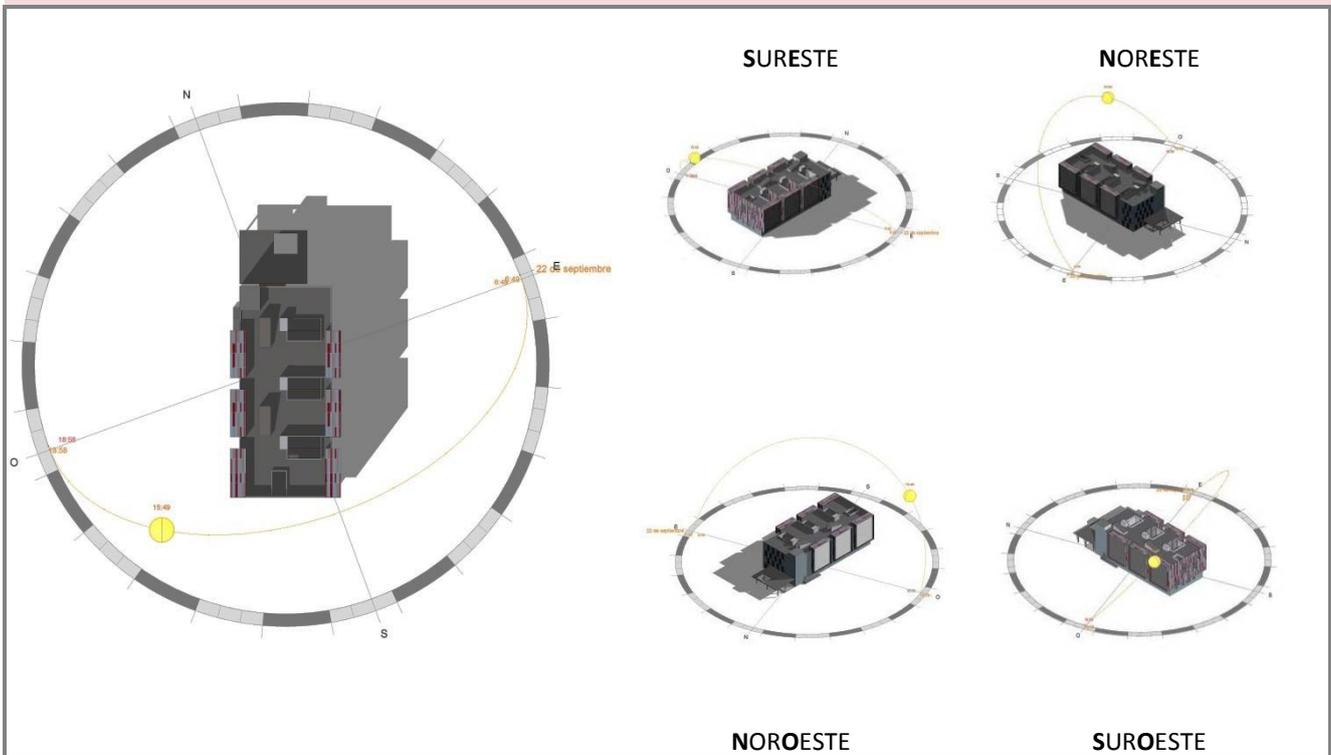
- POSICIÓN DEL SOL - 14.49 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



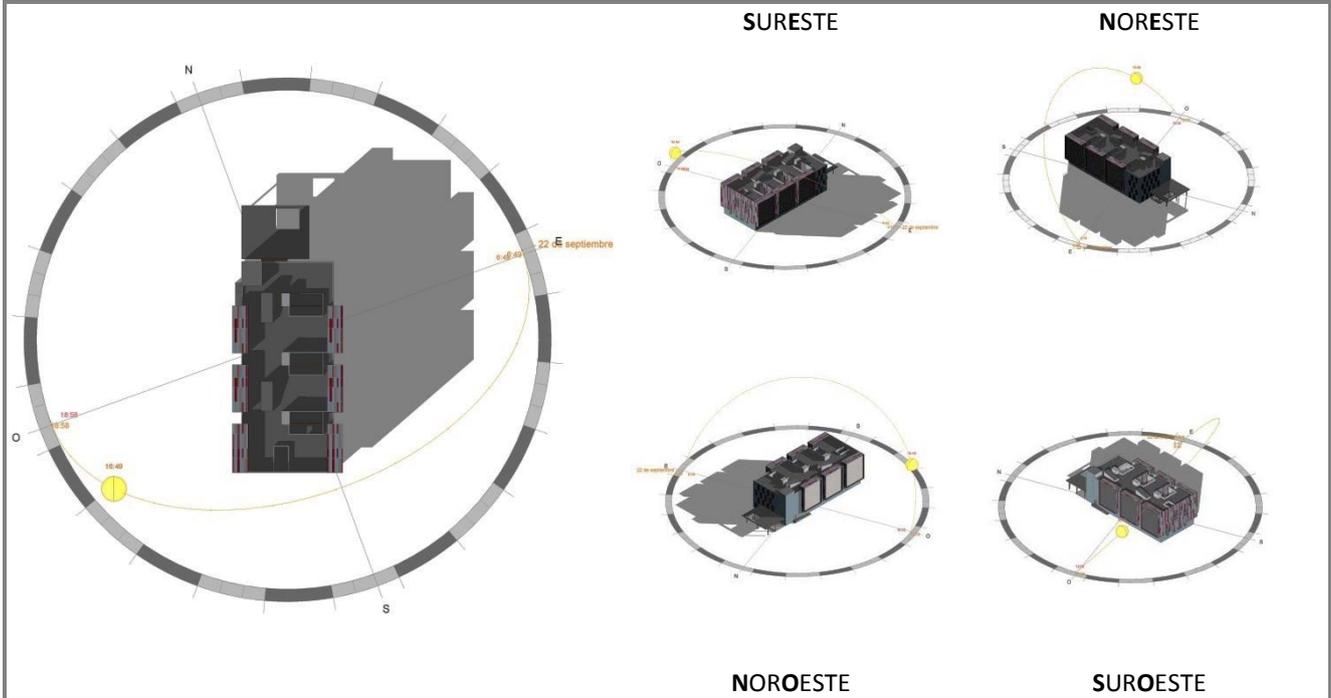
- POSICIÓN DEL SOL - 15.49 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



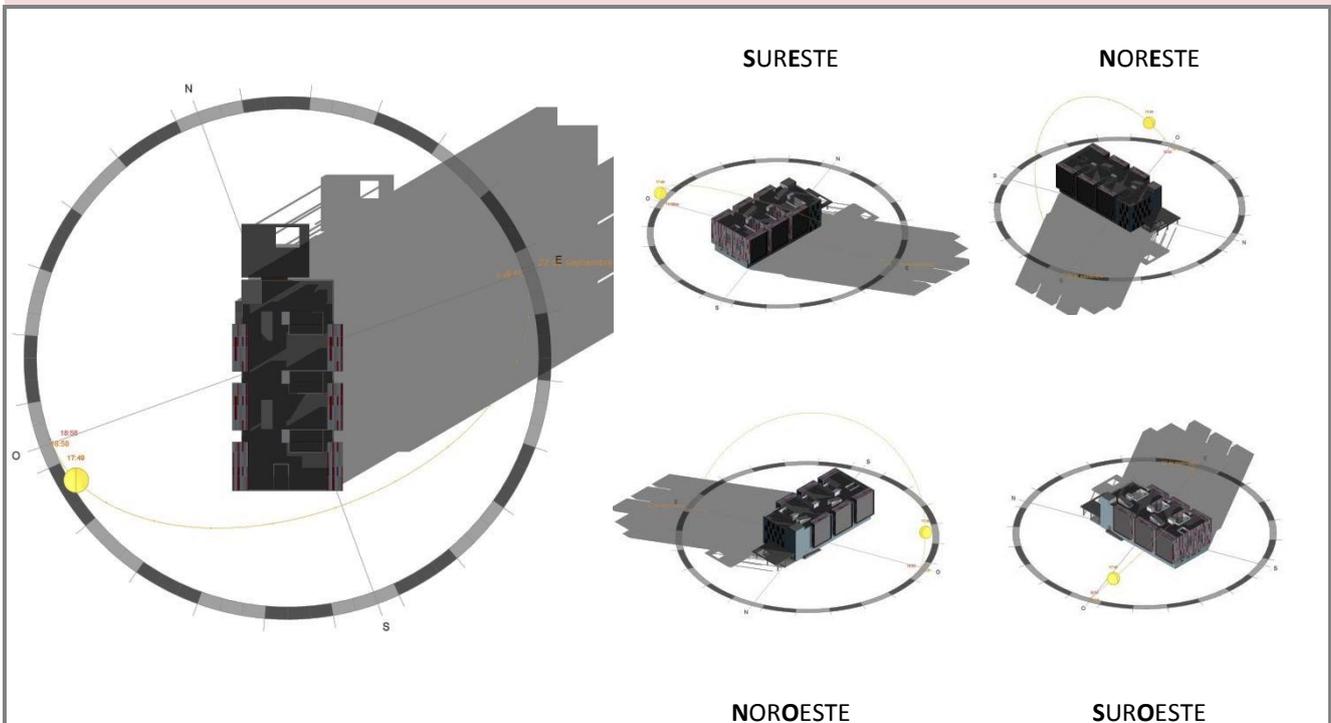
- POSICIÓN DEL SOL - 16.49 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



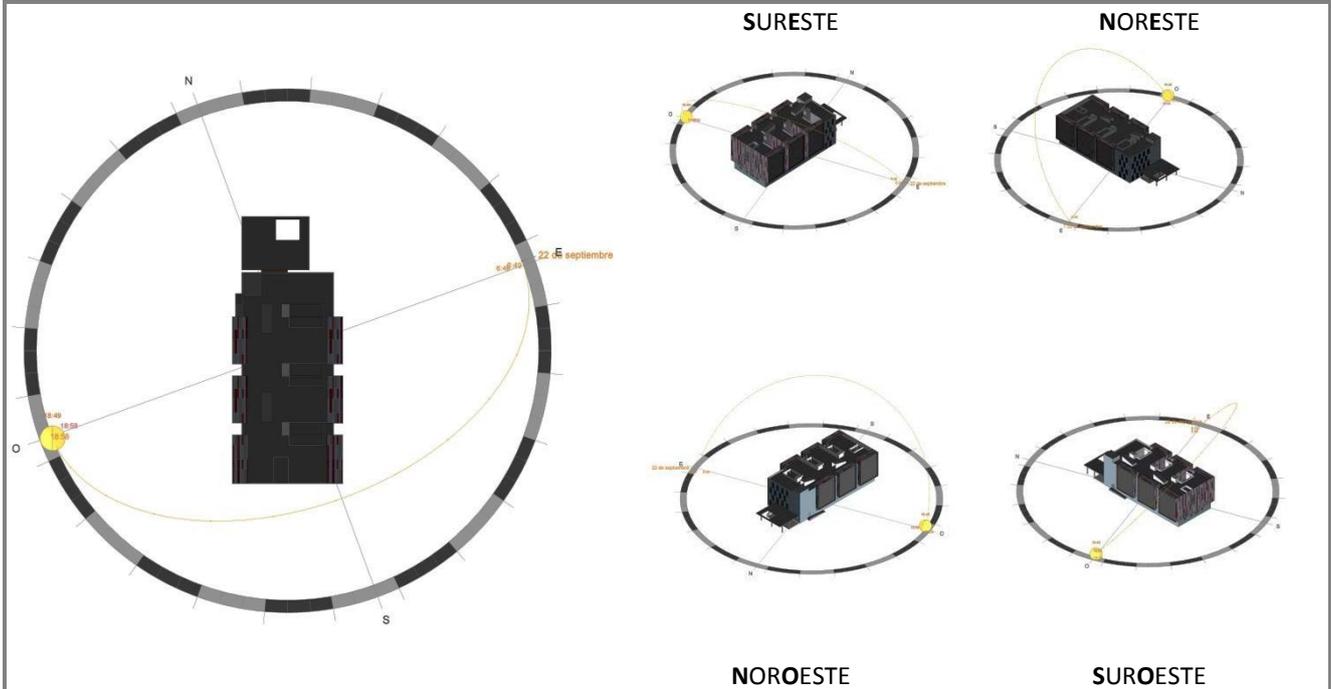
- POSICIÓN DEL SOL - 17.49 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -

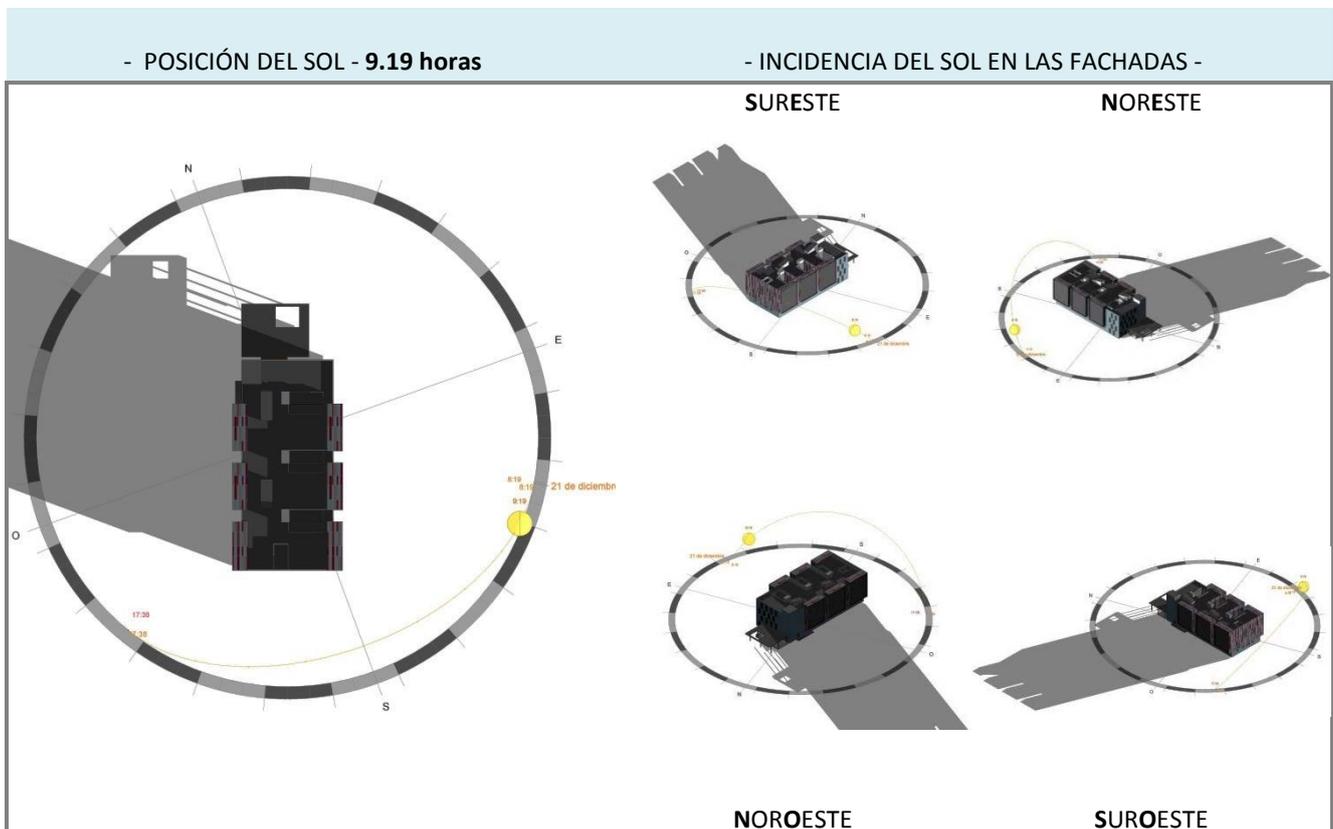
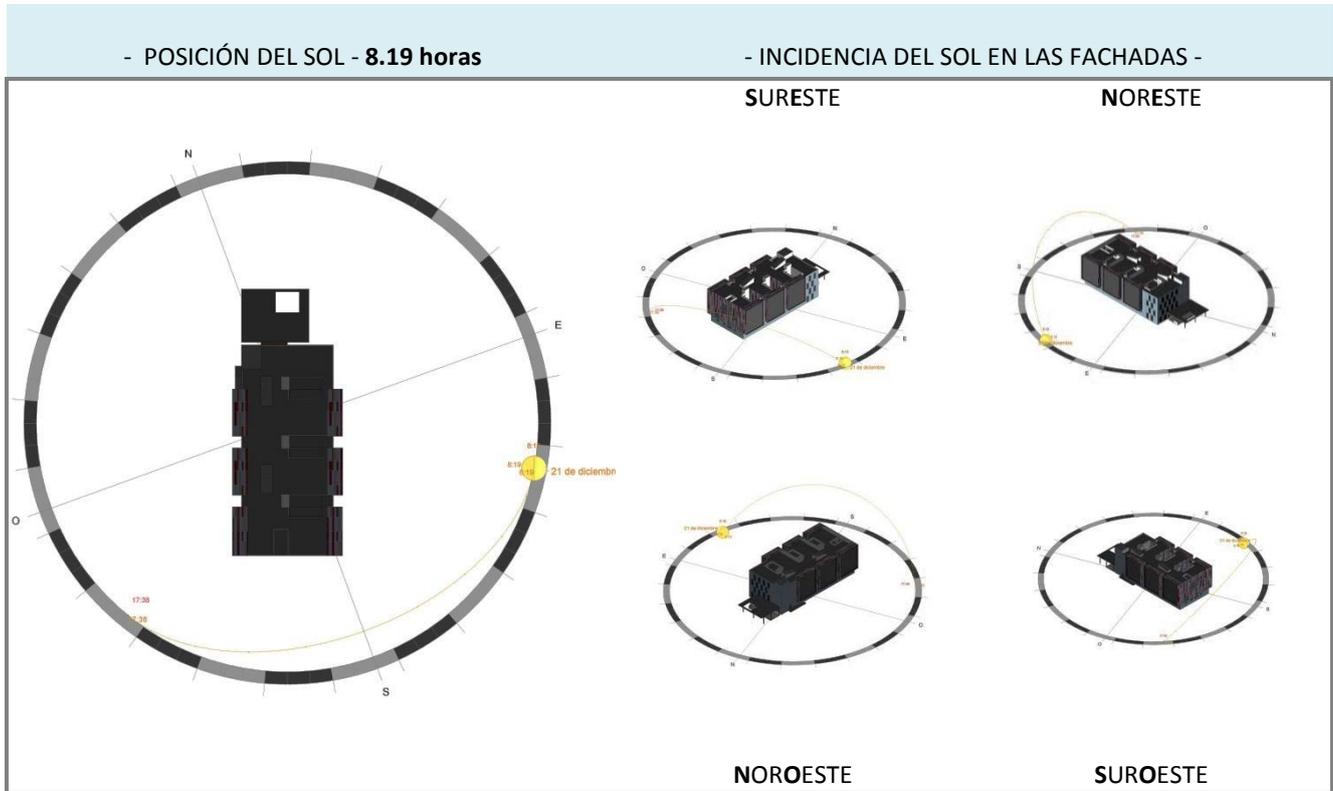


- POSICIÓN DEL SOL - 18.49 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -

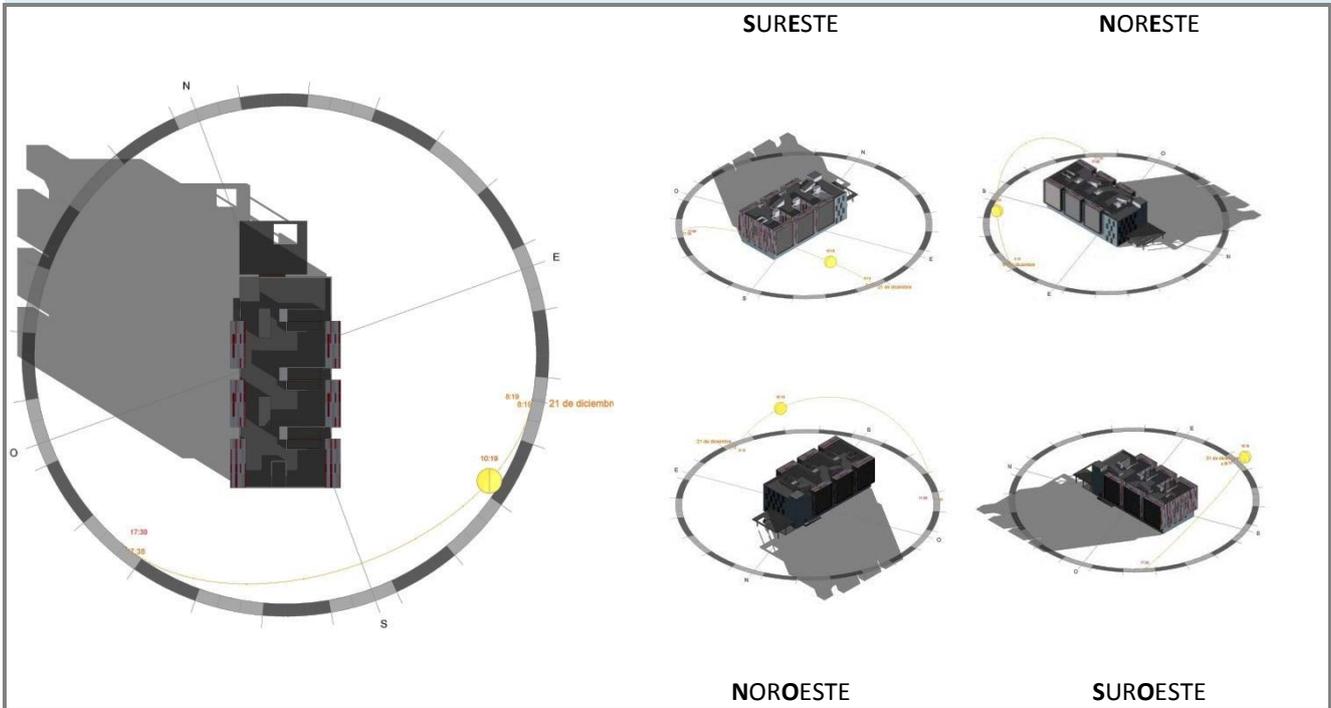


SOLSTICIO DE INVIERNO (21 de diciembre)



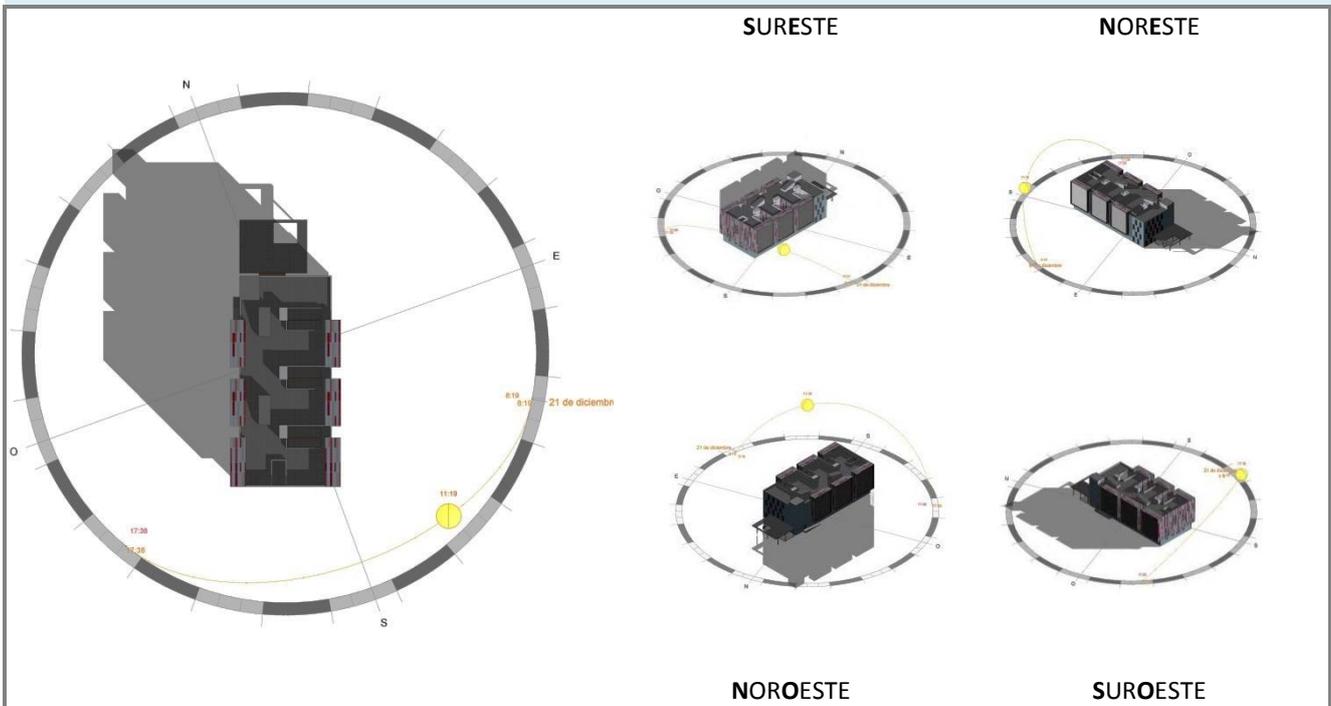
- POSICIÓN DEL SOL - 10.19 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



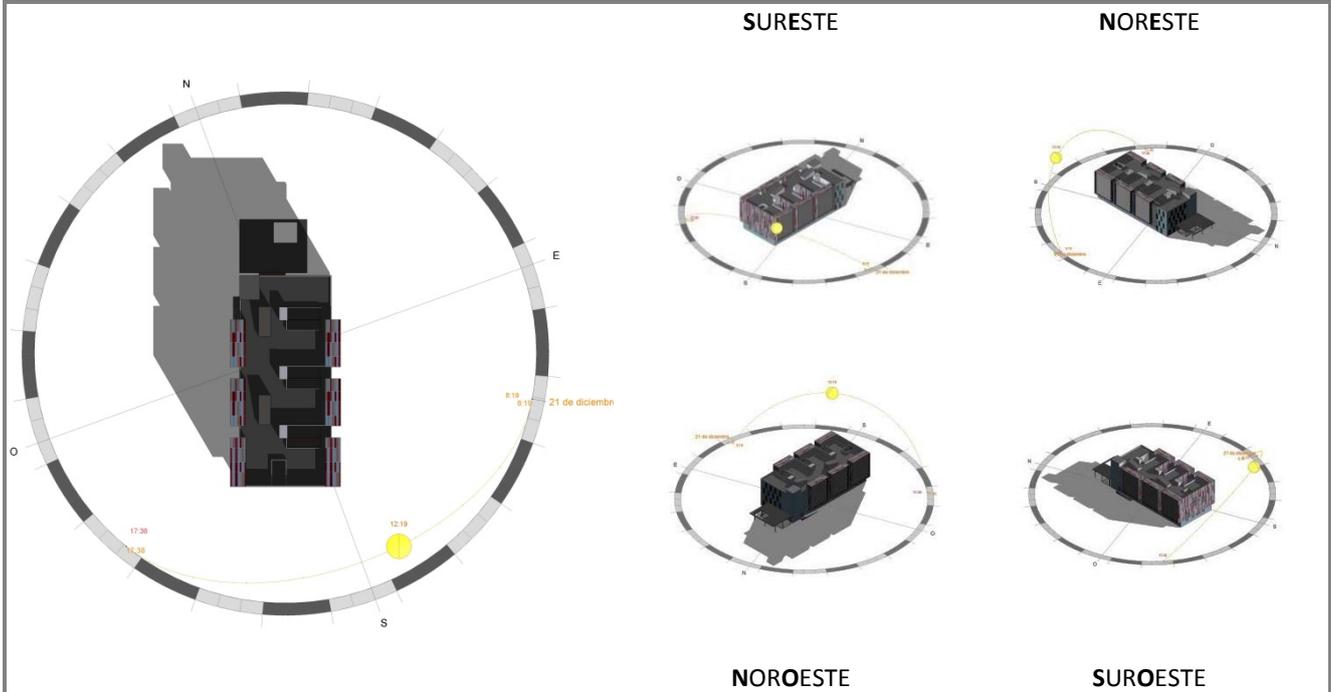
- POSICIÓN DEL SOL - 11.19 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



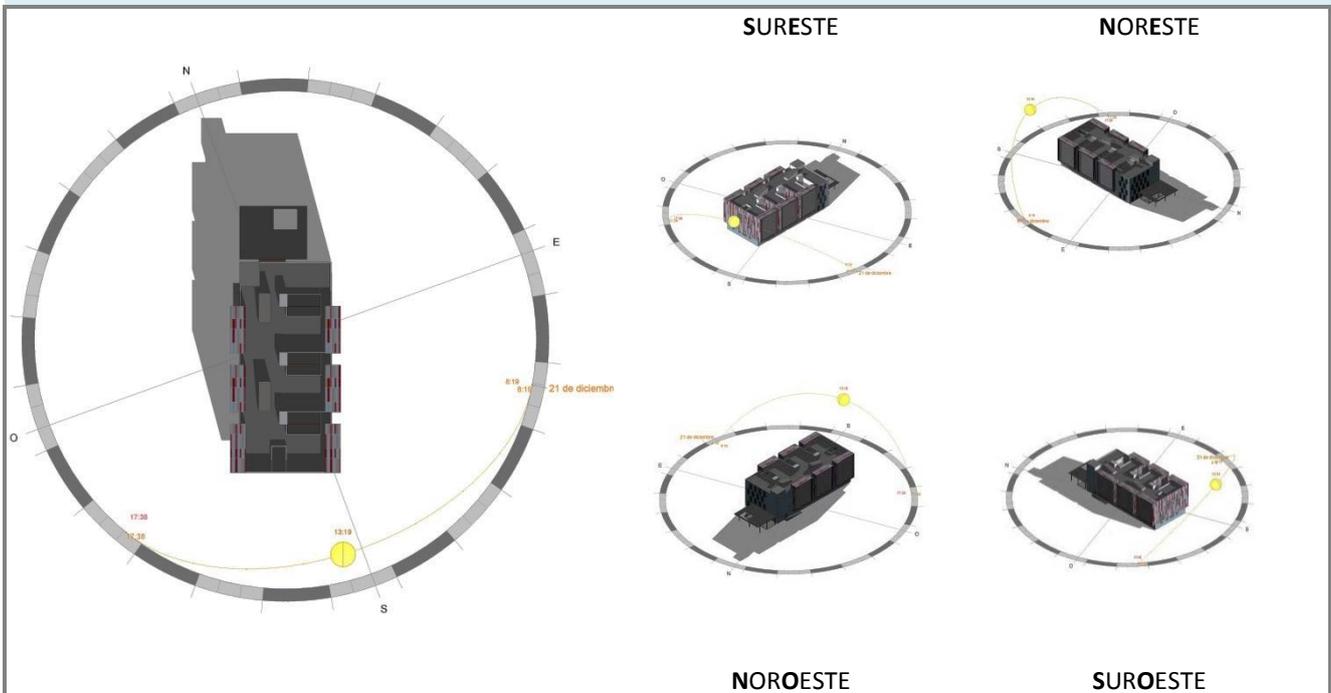
- POSICIÓN DEL SOL - 12.19 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



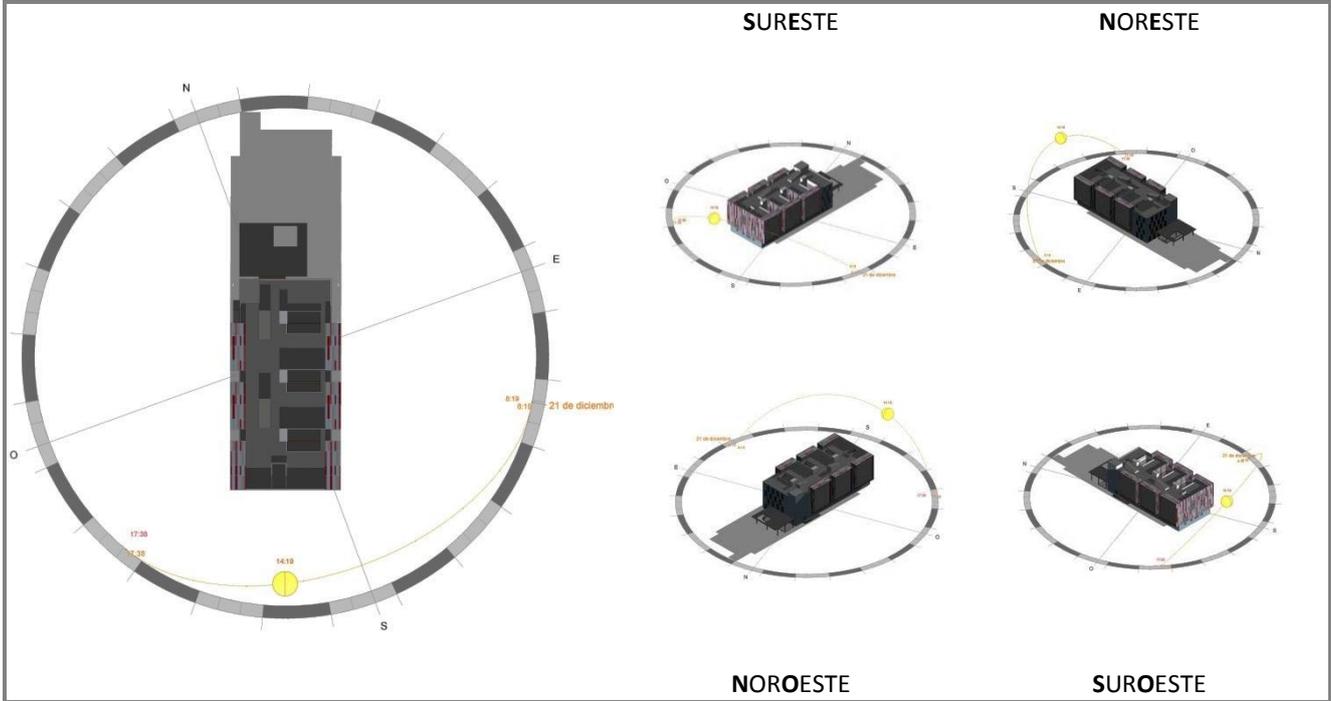
- POSICIÓN DEL SOL - 13.19 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



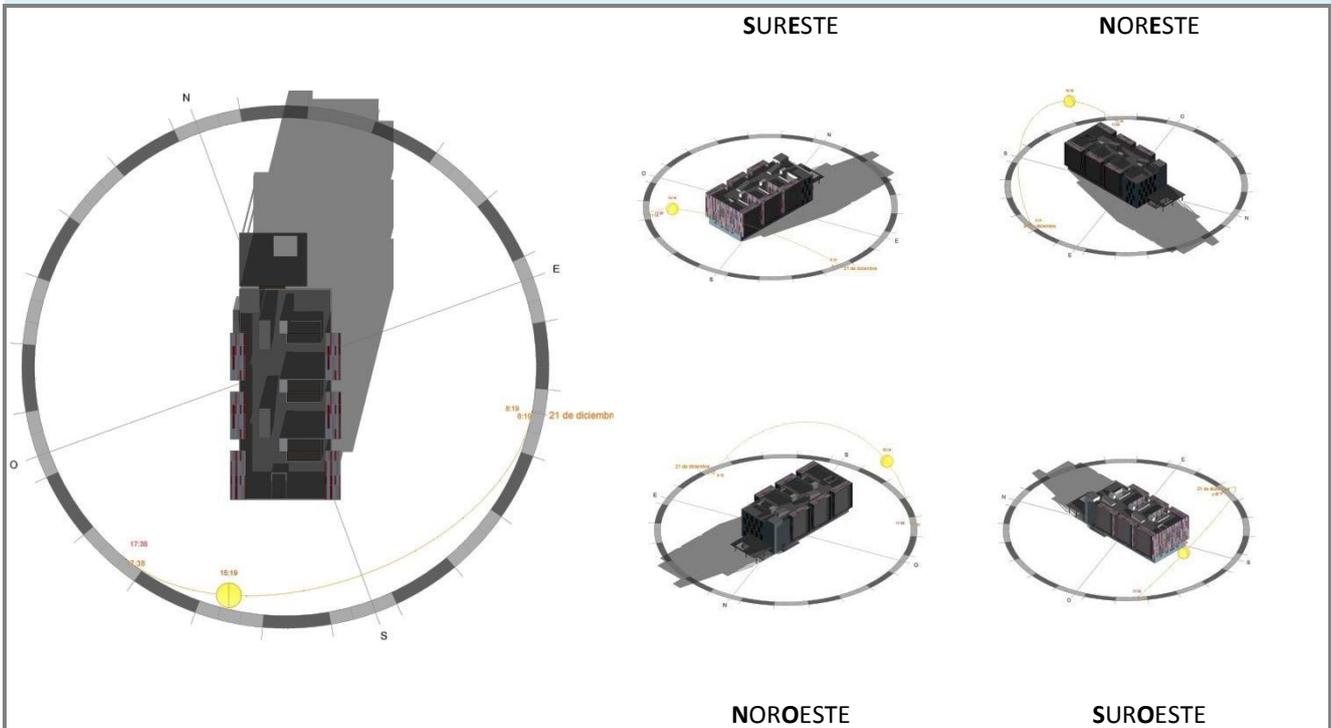
- POSICIÓN DEL SOL - 14.19 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



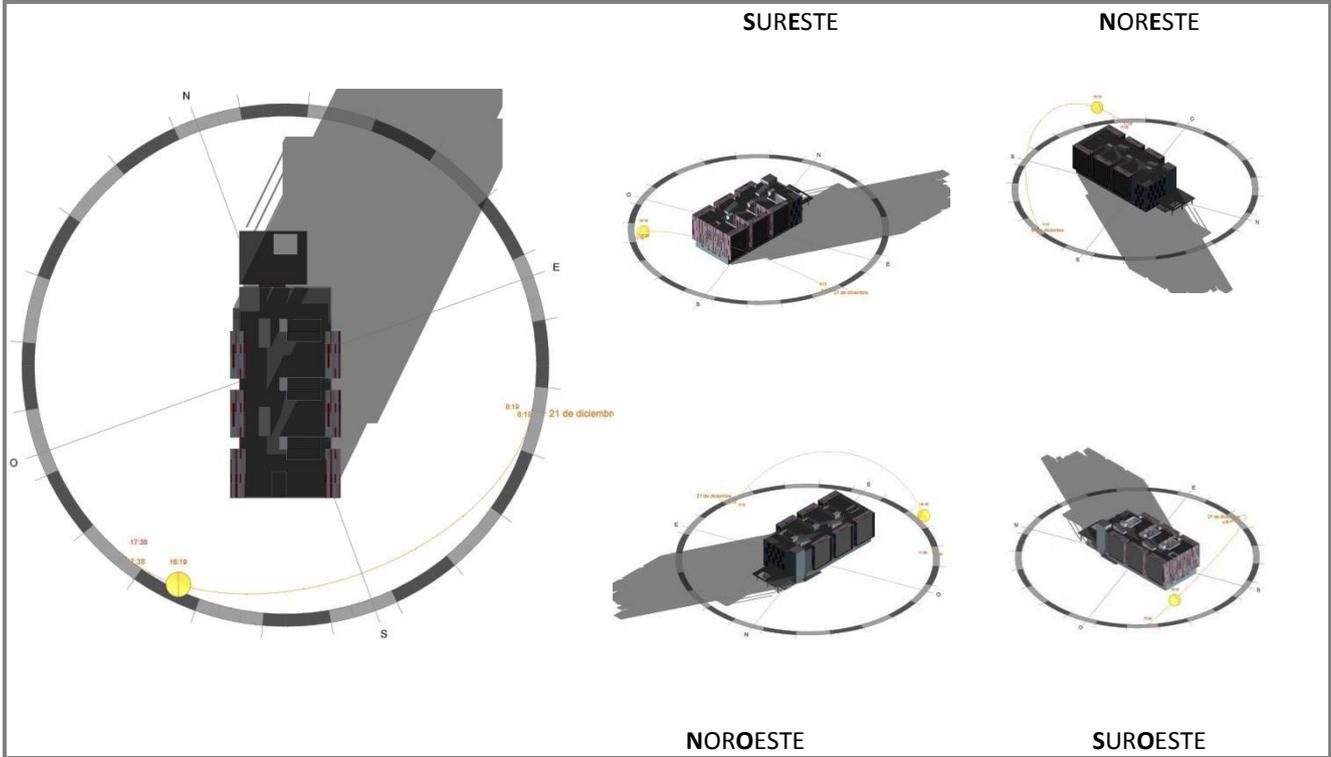
- POSICIÓN DEL SOL - 15.19 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



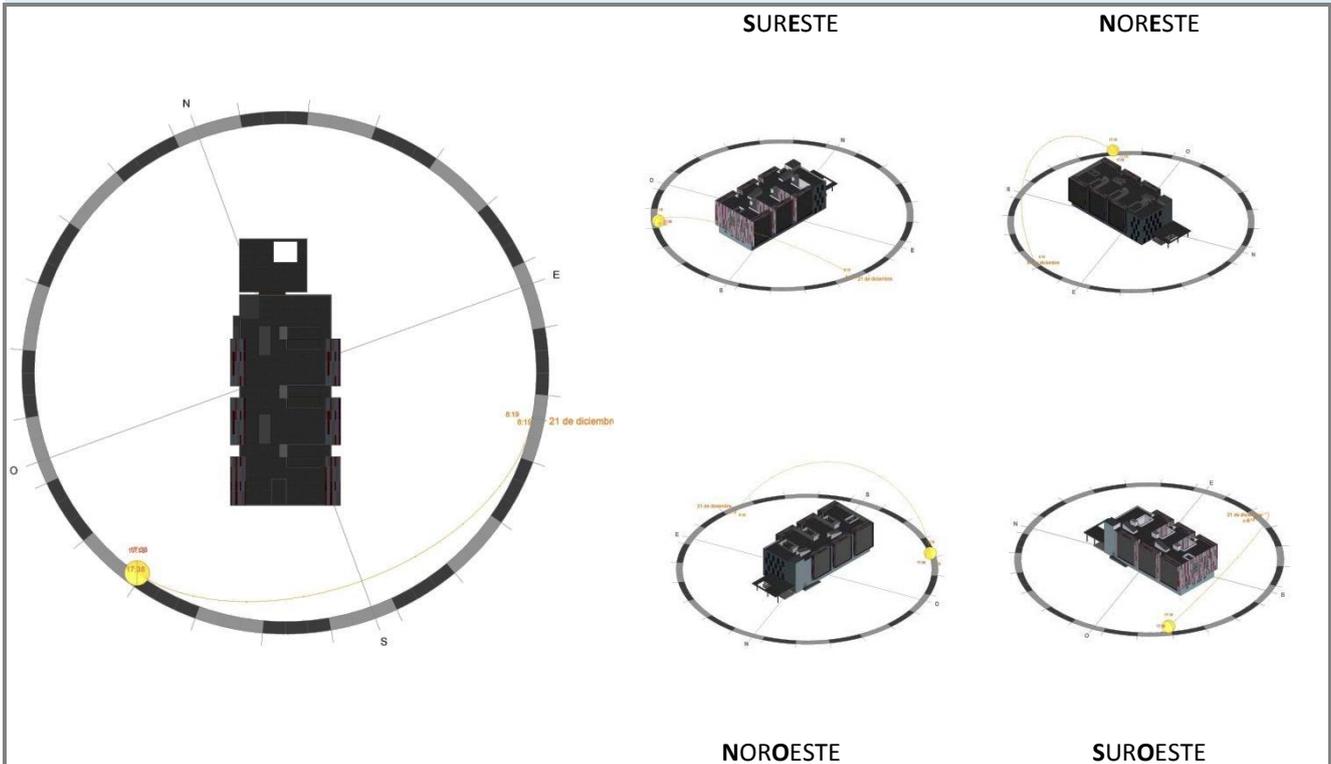
- POSICIÓN DEL SOL - 16.19 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -

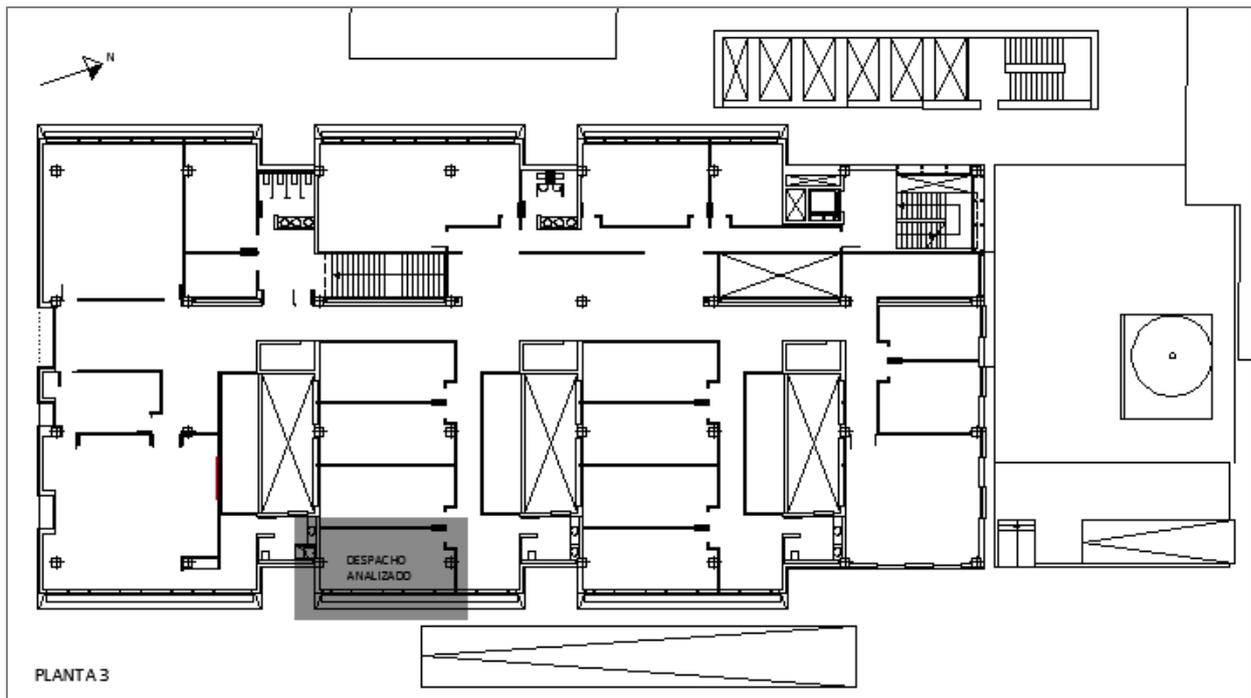


- POSICIÓN DEL SOL - 17.19 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



Como podemos ver en el análisis efectuado, la fachada sureste sufre durante más tiempo la radiación del sol que en el resto de fachadas. Como ya hemos explicado anteriormente, el edificio no está orientado completamente hacia el norte lo que provoca que durante el día la fachada sureste sufra mayor radiación que la noreste y ello producirá sobrecalentamientos en los despachos y aulas situados en esa orientación. Por esa razón, a continuación, vamos a realizar un estudio más detallado de un despacho perteneciente a la fachada sureste. Se trata del despacho del profesor Luis Palmero situado en la planta tercera de este edificio.

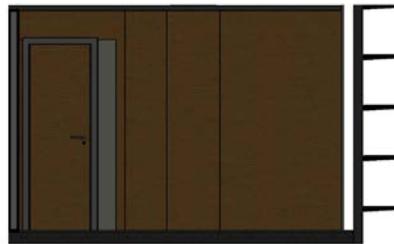


El despacho presenta el siguiente aspecto;



- Imágenes tomadas por nosotros mismos a las 13.00 h. Despacho objeto de análisis (19/07/13)

Como ya hemos detallado anteriormente cuando hablamos de la fachada sureste, ésta se resolvió en su día con una protección solar de lamas fijas. En la imagen se puede apreciar la posición de las lamas, éstas están fijadas en un ángulo de 0°. A continuación veremos como influyen esta protección solar ante una radiación en el solsticio de invierno y otra en el de verano



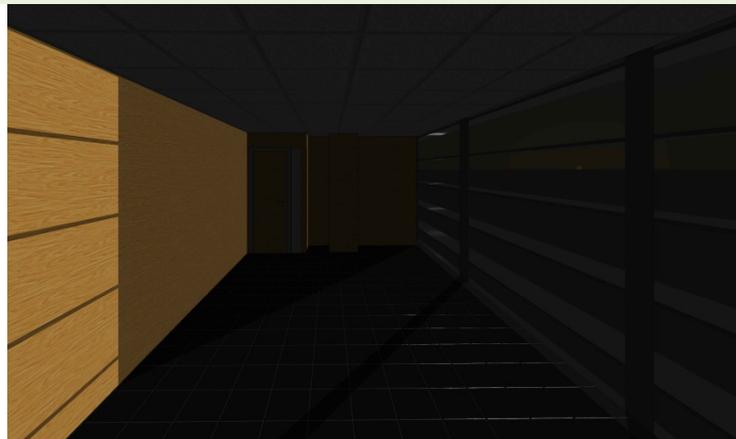
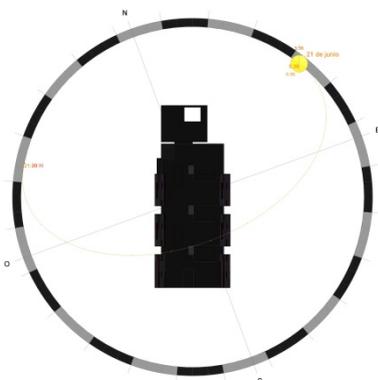
- Imagen importada de nuestro Revit. Sección transversal del despacho analizado (15/07/13)

Primero observaremos que ocurre en un día de verano en concreto y después realizaremos lo mismo pero analizando un día de invierno. Como se podrá apreciar en las siguientes imágenes, se ha especificado, mediante una imagen del edificio en planta junto con el recorrido solar, la posición concreta del sol a la hora que se ha tomado la imagen virtual. Con esta imagen virtual podremos valorar como influye la incidencia de los rayos del sol a una hora determinada del día. Este estudio solar, al igual que el anterior, se ha realizado en periodos de una hora desde que amanece hasta que anochece pero con la diferencia de que hemos concluido el estudio cuando el sol deja de incidir en la fachada sureste, ya que a partir de este punto la información no es necesaria para el siguiente análisis.

SOLSTICIO DE VERANO (21 de junio)

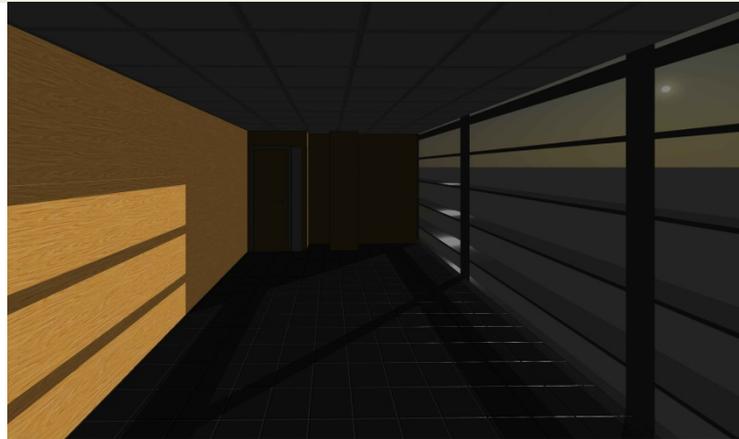
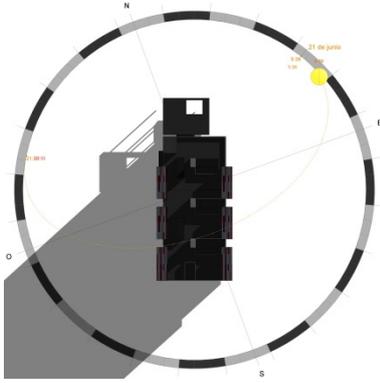
- POSICIÓN DEL SOL - 5.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 0°



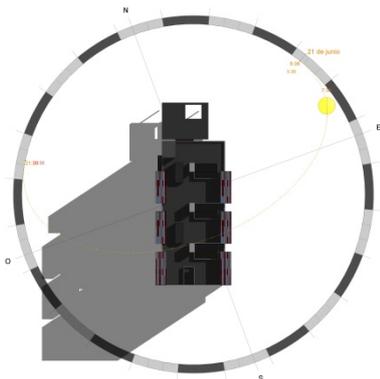
- POSICIÓN DEL SOL - 6.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 0°



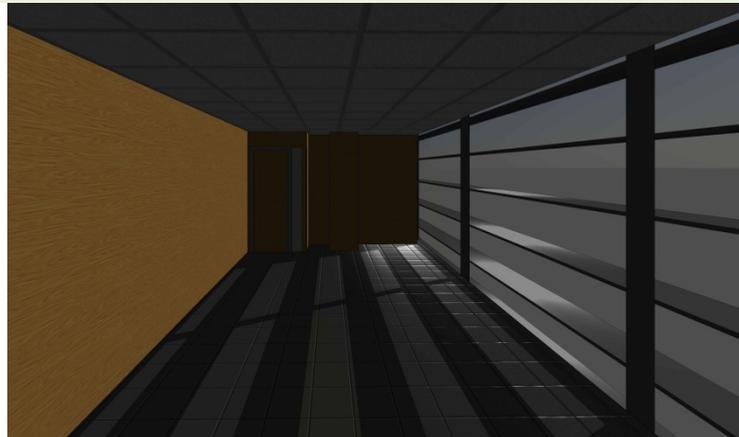
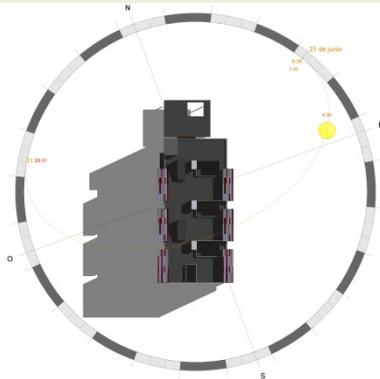
- POSICIÓN DEL SOL - 7.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 0°



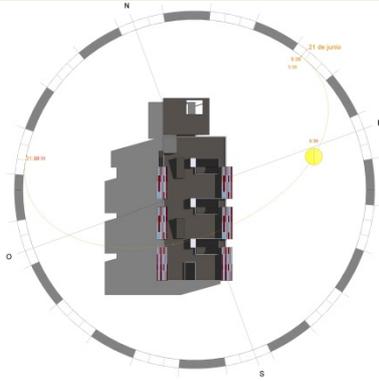
- POSICIÓN DEL SOL - 8.36 hor

- ÁNGULO DE LAMAS - 0°



- POSICIÓN DEL SOL - 9.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 0°



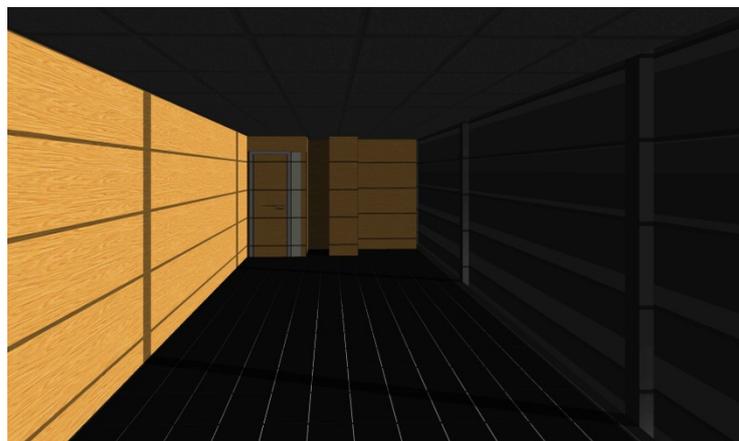
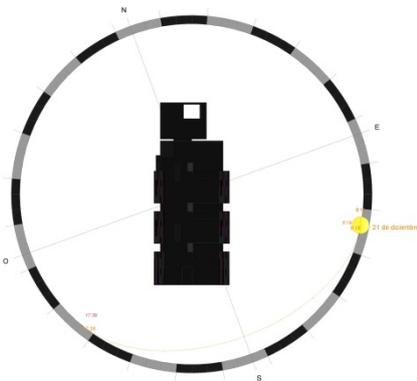
Como se ha podido apreciar en las imágenes, el sol empieza a incidir en la fachada desde bien temprano hasta alrededor de las diez de la mañana. Estas horas son claves ya que el uso del edificio, y en concreto de este despacho, coinciden con las horas de incidencia del sol. Por esta razón, hemos considerado la existencia de un problema de sobrecalentamiento, debido tanto a la mala orientación del propio edificio como a la solución adoptada para protegerlo de los rayos del sol, condicionando la inclinación de las lamas a un solo ángulo (lamas fijas)

A continuación veremos qué ocurre en invierno.

SOLSTICIO DE INVIERNO (21 de diciembre)

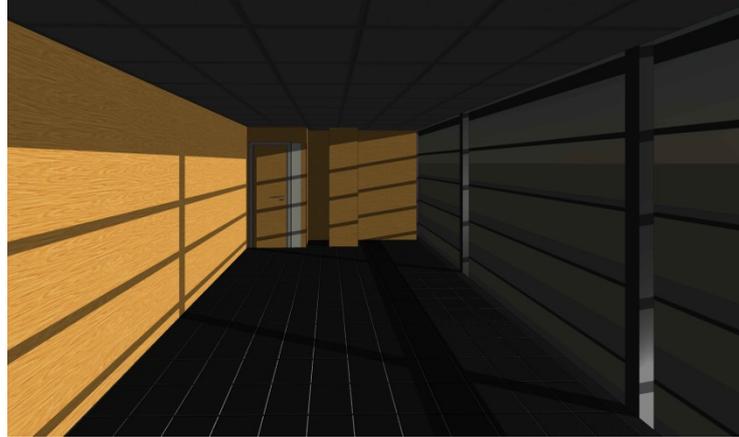
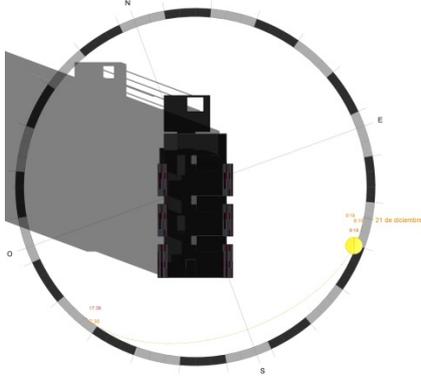
- POSICIÓN DEL SOL - 8.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 0°



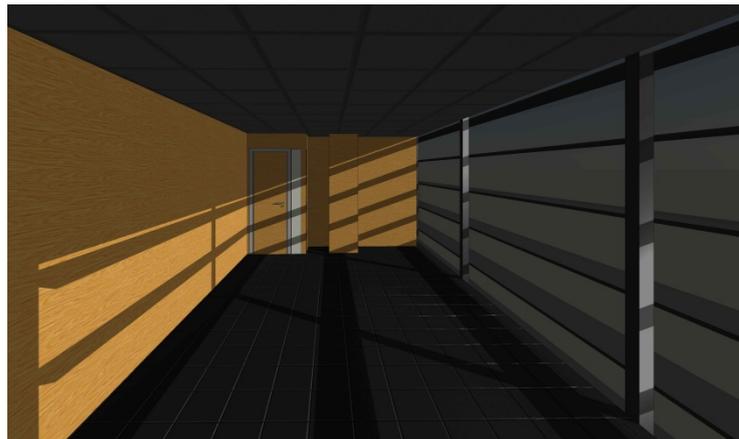
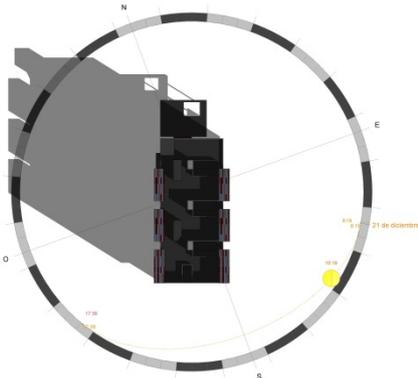
- POSICIÓN DEL SOL - 9.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 0°



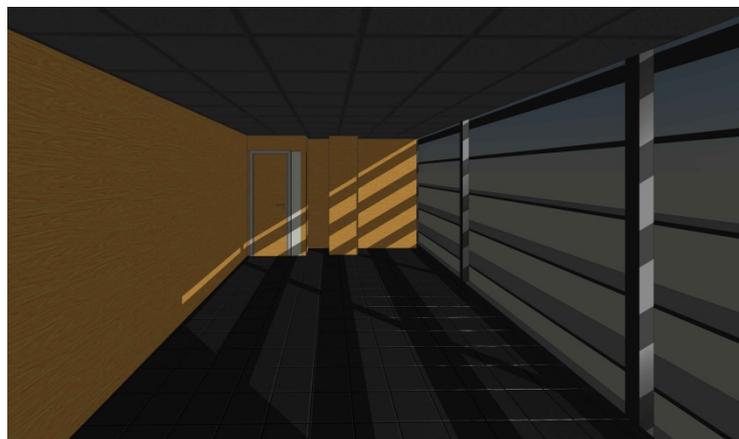
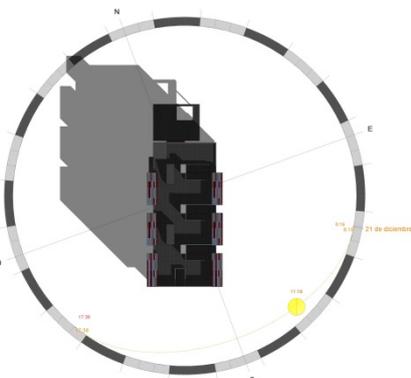
- POSICIÓN DEL SOL - 10.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 0°



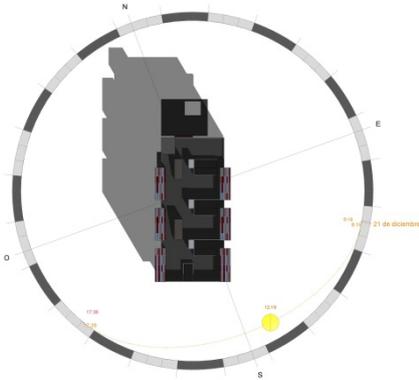
- POSICIÓN DEL SOL - 11.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 0°



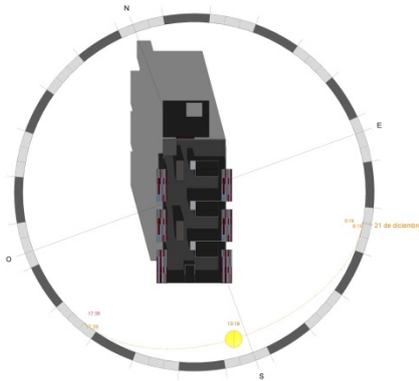
- POSICIÓN DEL SOL - 12.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 0°



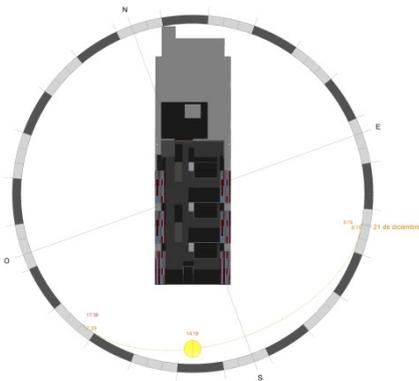
- POSICIÓN DEL SOL - 13.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 0°



- POSICIÓN DEL SOL - 14.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 0°



4.2.3. PROPUESTA DE MEJORA DEL EDIFICIO ANALIZADO

Después del estudio realizado de la situación actual de edificio, como conclusión, podemos afirmar que existen varios **problemas** en las distintas fachadas.

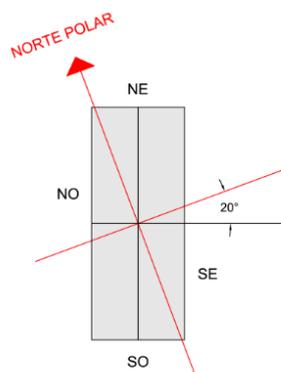
En la **fachada noreste** la solución de lamas orientables para la protección solar de las ventanas no son necesarias, ya que durante el año no hay gran incidencia solar.

En la **fachada sureste** la solución 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 es posible orientarlas según las necesidades (según la incidencia del sol en cada periodo estacional). Esto provoca un exceso de calentamiento de las zonas interiores y por lo tanto una deficiencia en el confort térmico del ser humano.

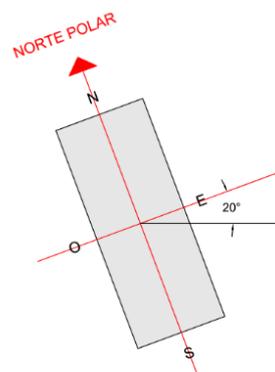
En la **fachada noroeste** estamos ante el mismo problema que la fachada anterior, en ésta las lamas de protección solar son fijas. La diferencia es que según la orientación en la que se encuentra el edificio, esta fachada tiene una menor incidencia solar.

En la **fachada suroeste**, solucionada con un revestimiento de paneles de resina termoendurecida de diferentes colores, incide el sol permanentemente, lo que provoca una acumulación de calor excesiva.

Vistos estos problemas, optamos por realizar un estudio solar del supuesto en que el edificio estuviera orientado de la siguiente forma;



ORIENTACIÓN ACTUAL



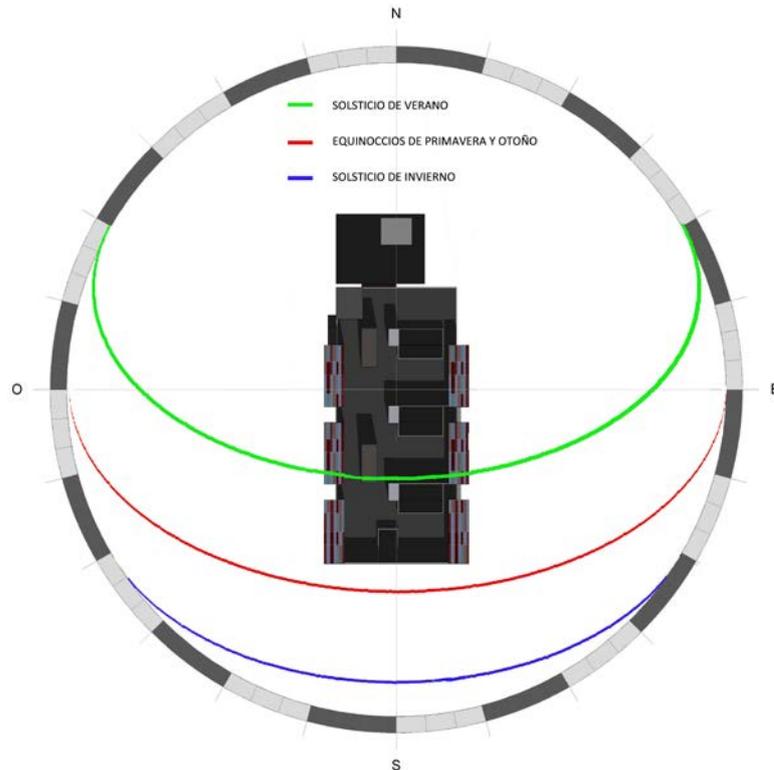
ORIENTACIÓN PROPUESTA

- Orientaciones para el Edificio Nuevo (1C) Imagen propia (15/07/13)

Orientación que nosotros consideramos apropiada para este edificio en concreto y partiendo como base para nuestro criterio de la **nueva orientación**, de todos los parámetros que anteriormente hemos estudiado y analizado, y que condicionan al estudio.

4.2.3.1. ORIENTACIÓN E INCIDENCIA DEL SOL DE LA NUEVA SITUACIÓN PROPUESTA

A continuación realizamos el estudio solar de la nueva orientación propuesta. En la siguiente imagen se aprecian las trayectorias del sol para los distintos periodos del año.



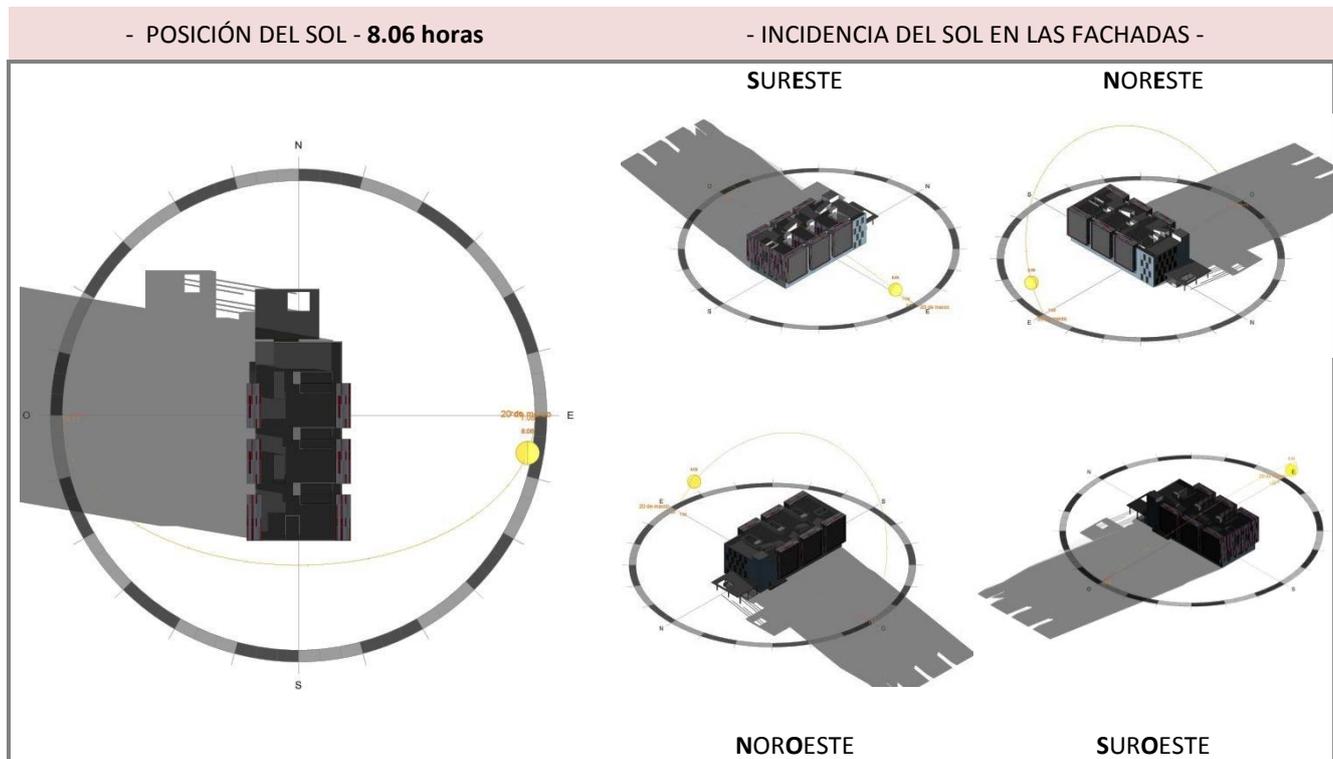
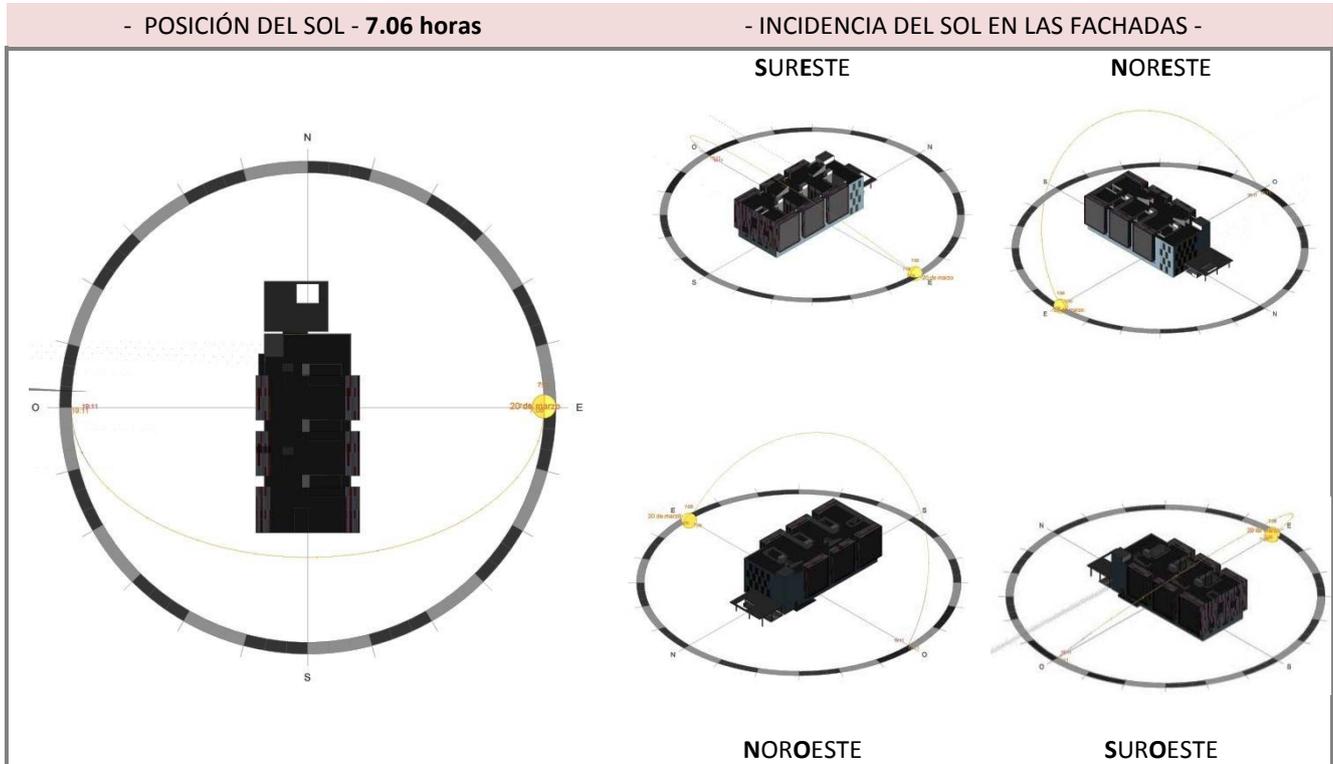
- Trayectorias aparentes del sol según la estación del año en la que nos encontremos. Propuesta de la nueva orientación del Edificio Nuevo (1C), UPV (Imagen propia de nuestro 3D en Revit; TRAYECTORIAS SOLARES 20/05/13)

Al igual que en el estudio de soleamiento anterior, las distintas imágenes corresponden a periodos de una hora, desde que amanece hasta que anochece y en las diferentes estaciones climáticas del año.

Nota;

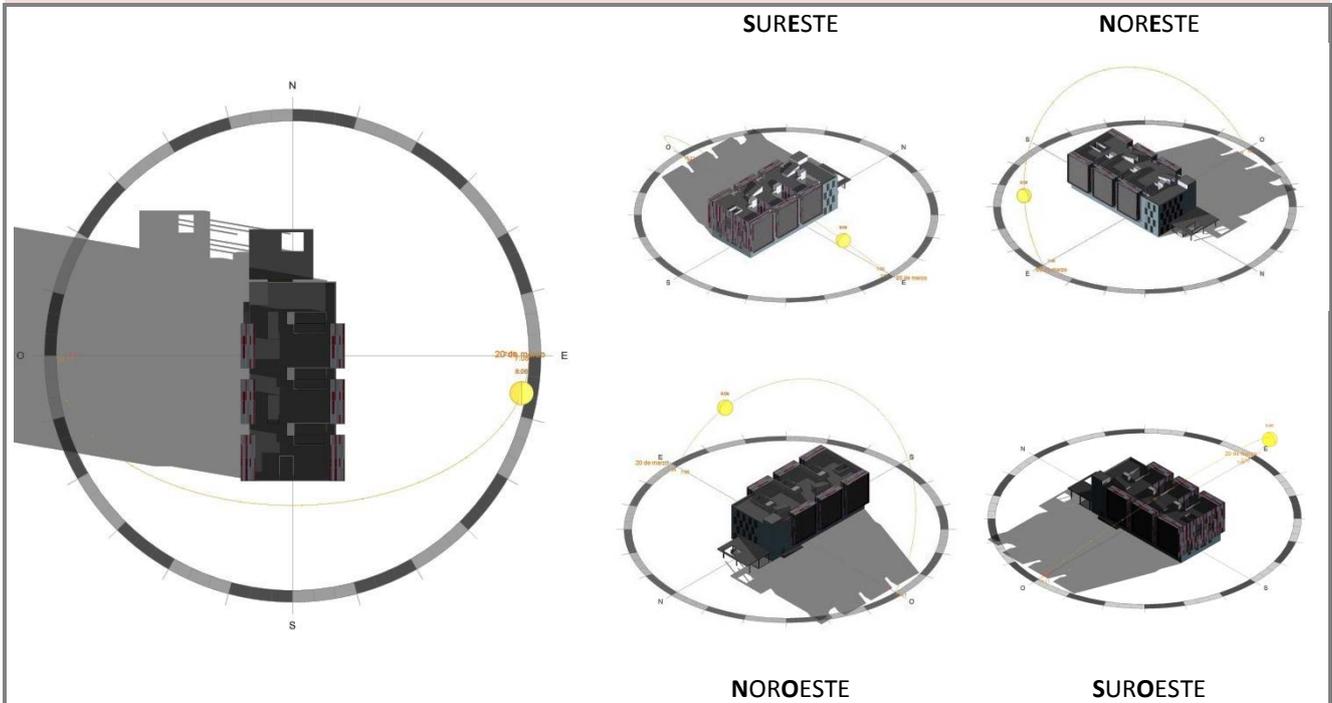
En las siguientes tablas aparecen las orientaciones de las fachadas de la situación inicial, pero éstas, en la nueva situación de orientación propuesta, equivalen; La sureste a la este, la noreste a la norte, la noroeste a la oeste y la suroeste a la sur.

EQUINOCCIO DE PRIMAVERA (20 de marzo)



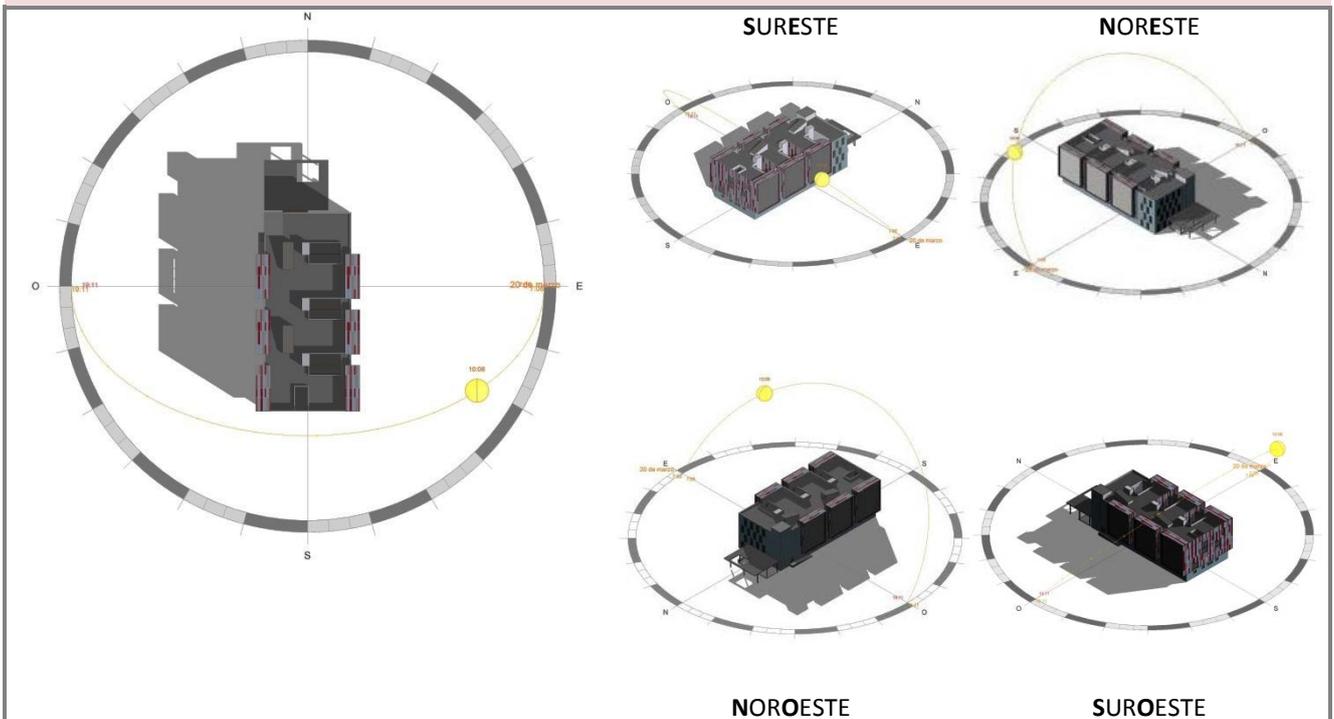
- POSICIÓN DEL SOL - 9.06 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



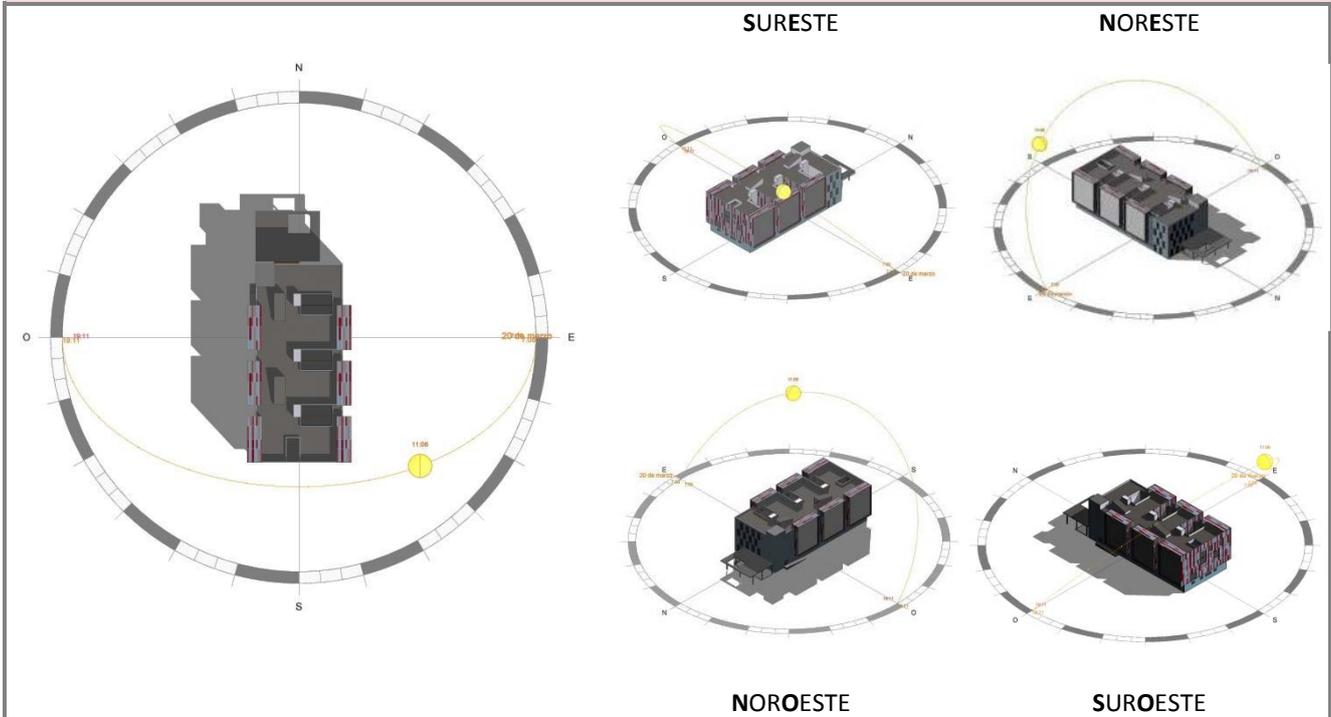
- POSICIÓN DEL SOL - 10.06 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



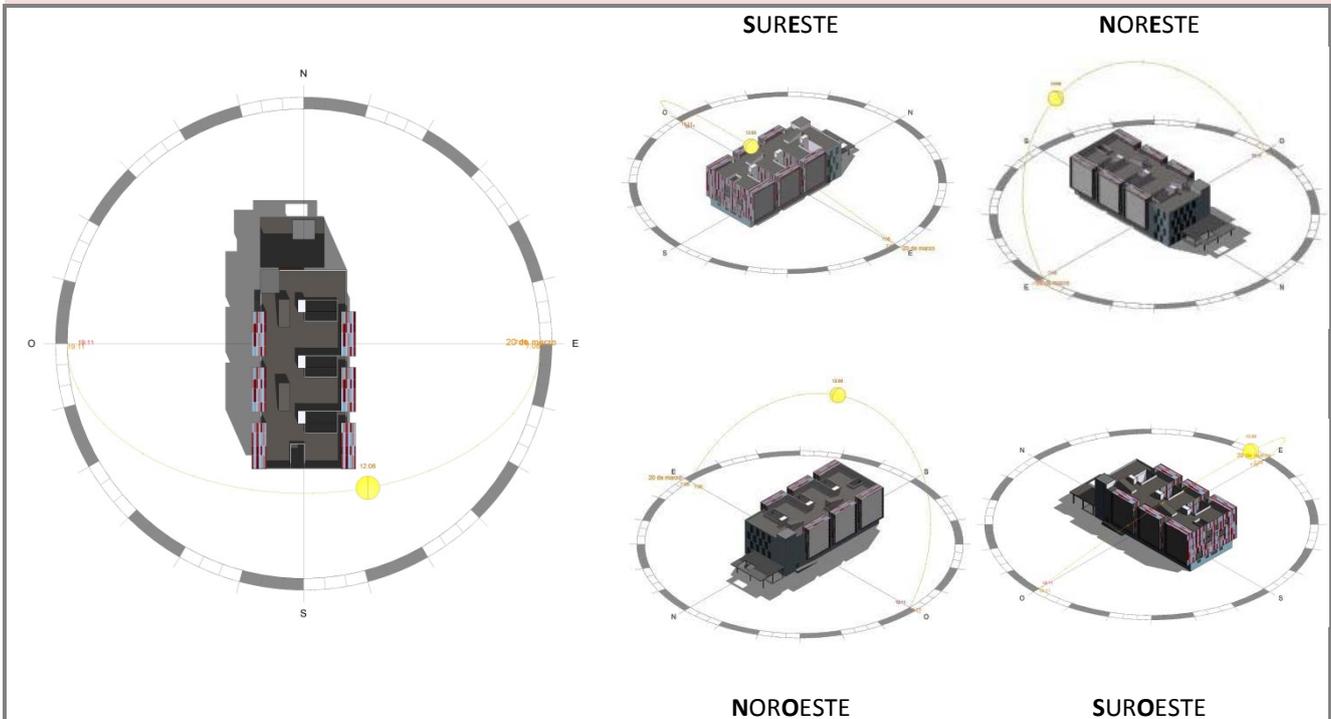
- POSICIÓN DEL SOL - 11.06 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



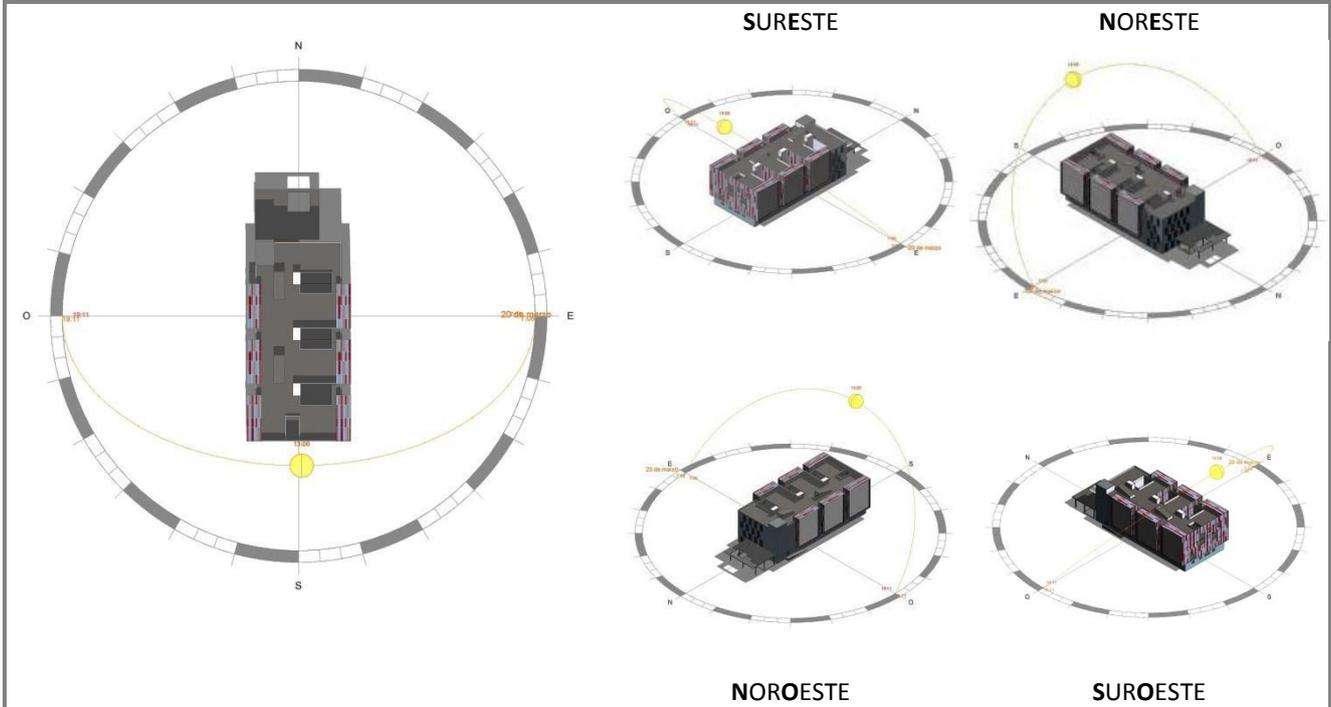
- POSICIÓN DEL SOL - 12.06 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



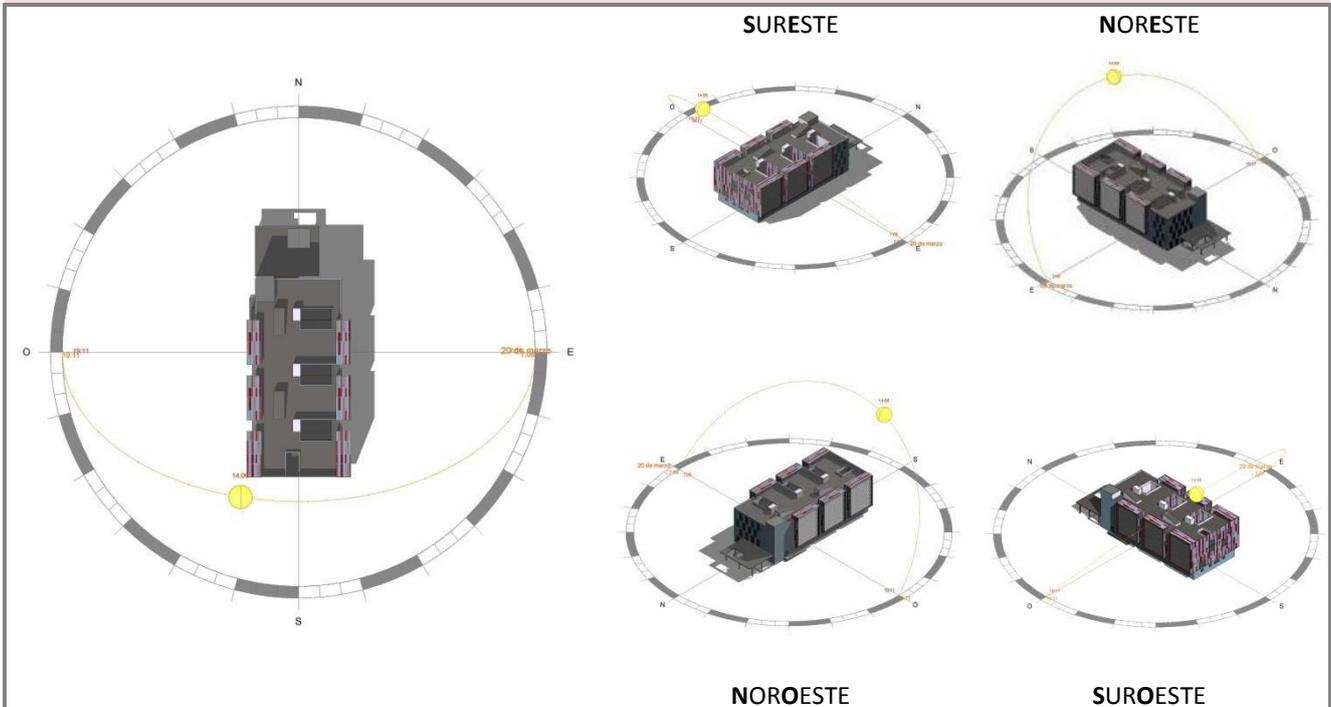
- POSICIÓN DEL SOL - 13.06 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



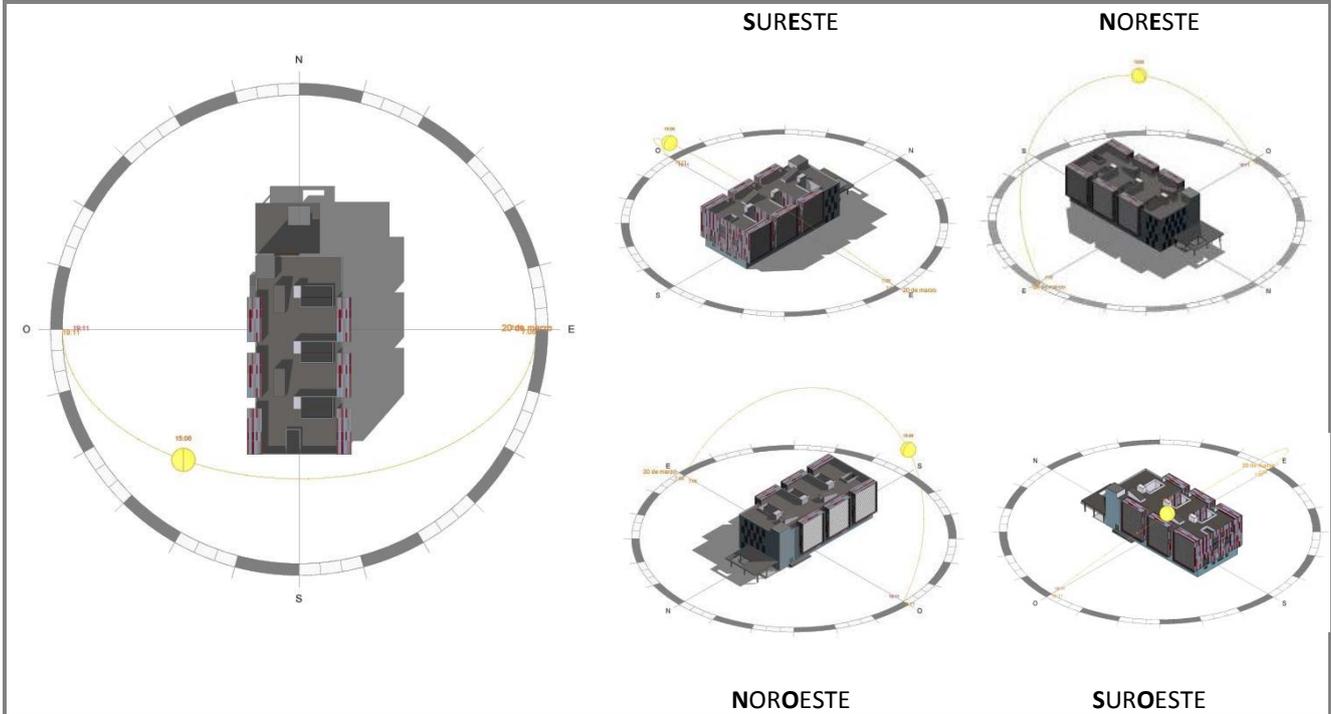
- POSICIÓN DEL SOL - 14.06 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



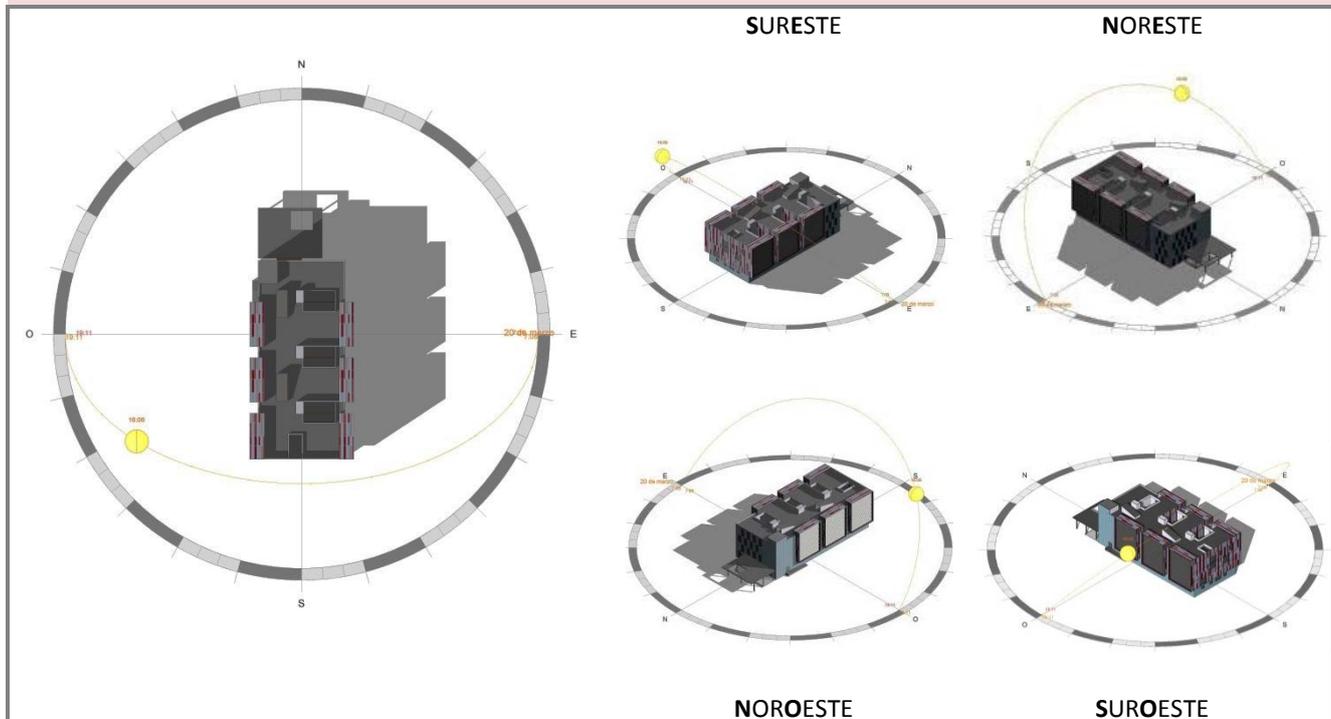
- POSICIÓN DEL SOL - 15.06 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



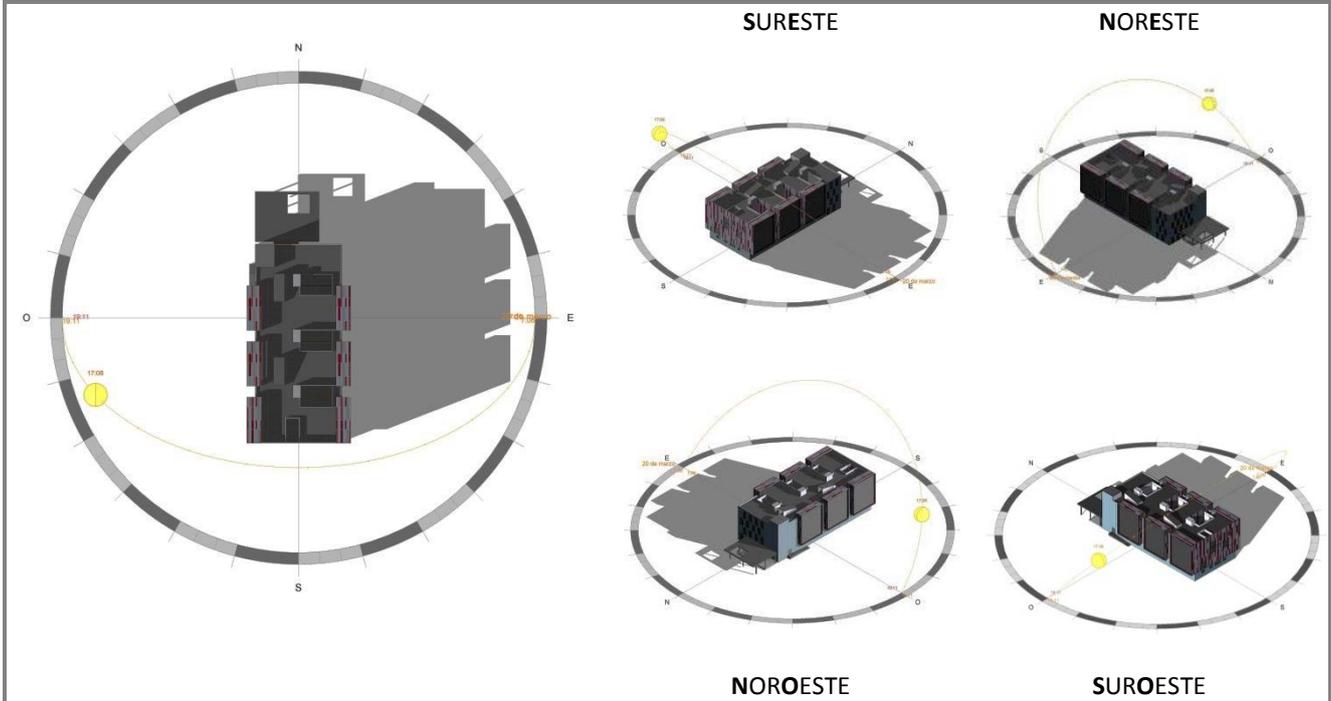
- POSICIÓN DEL SOL - 16.06 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



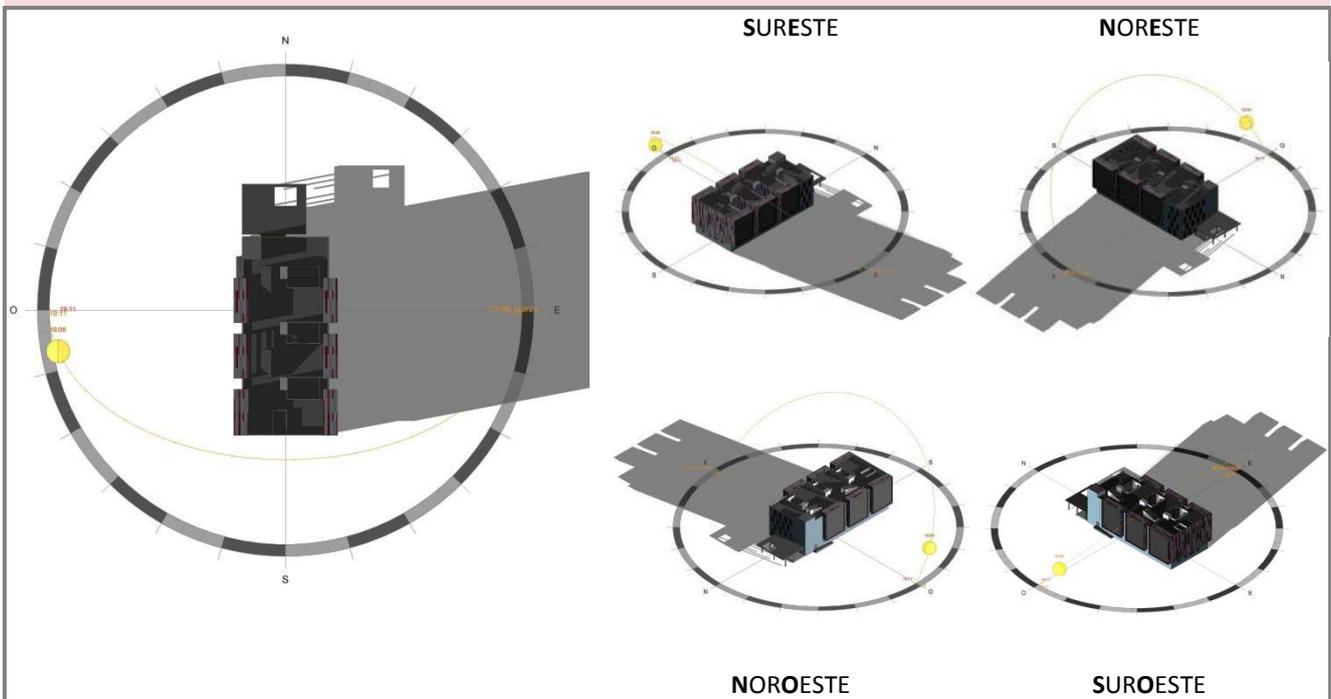
- POSICIÓN DEL SOL - 17.06 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



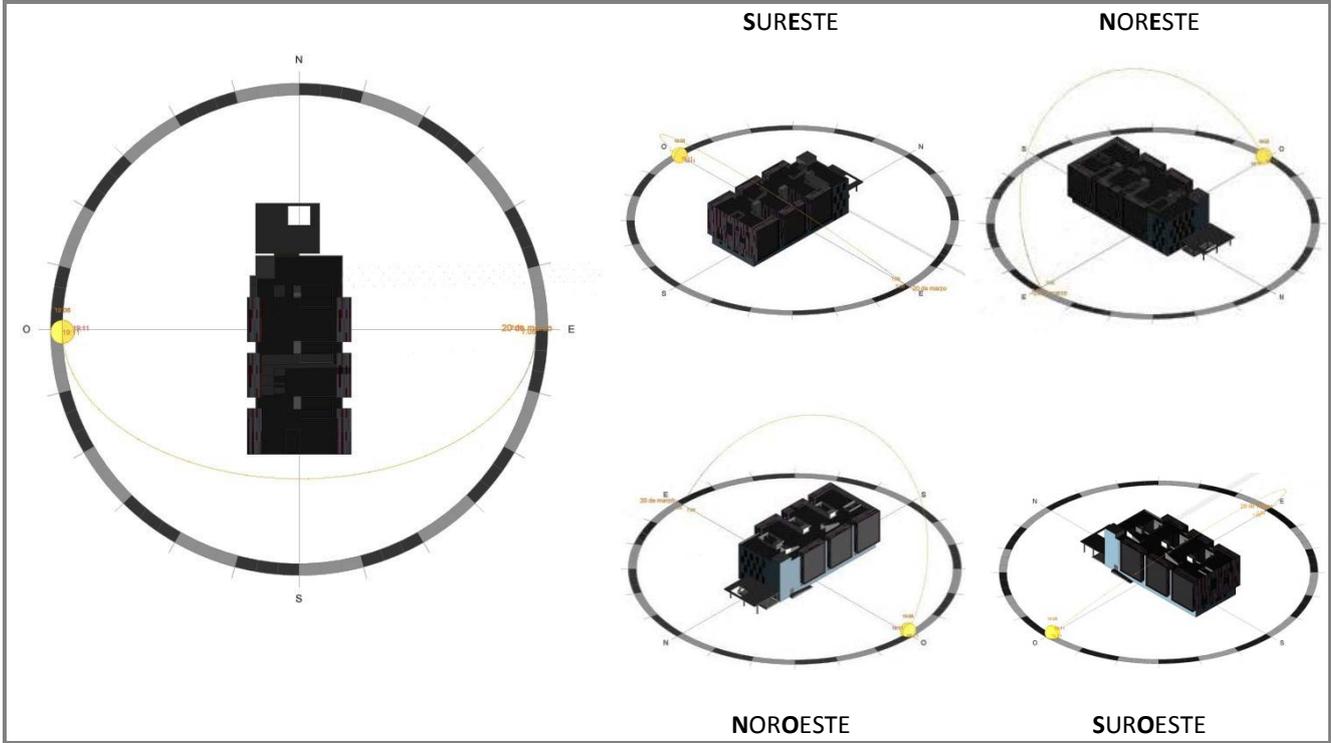
- POSICIÓN DEL SOL - 18.06 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -

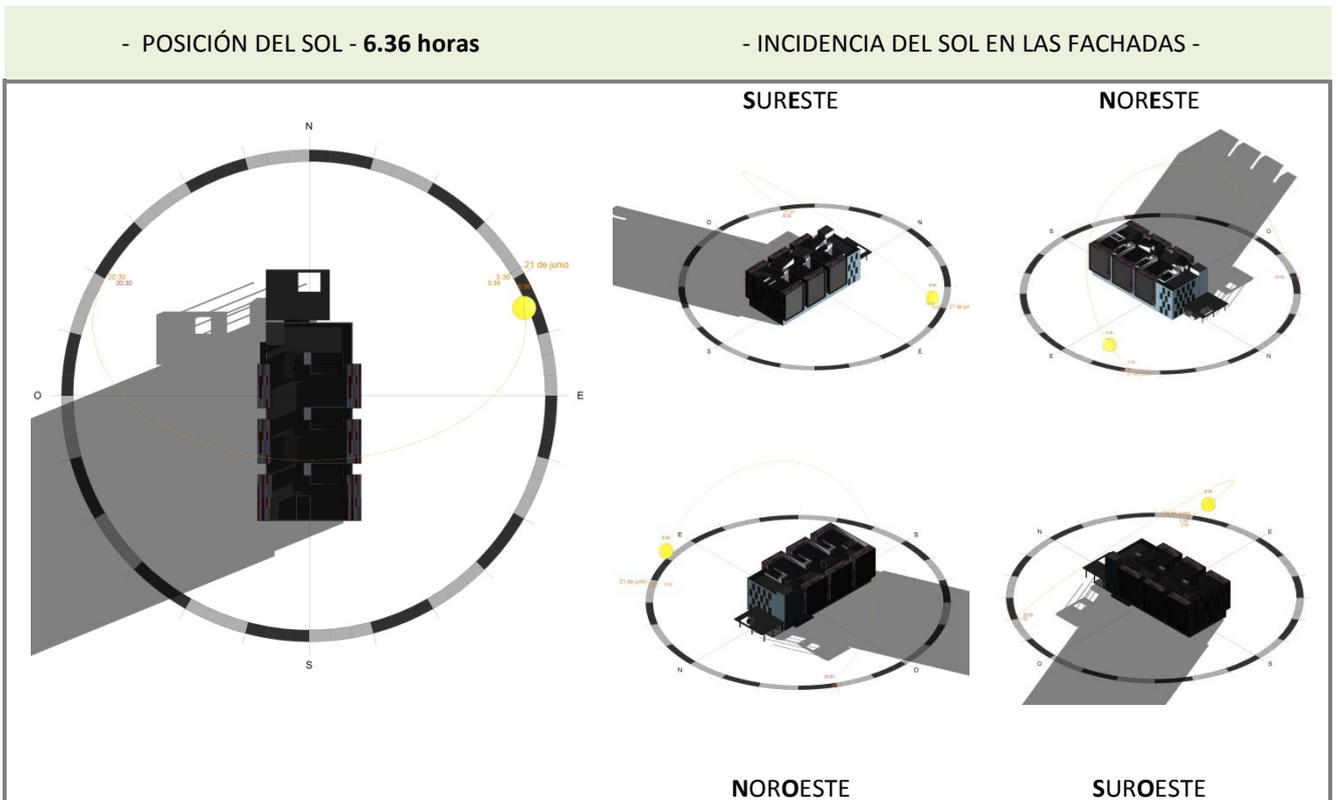
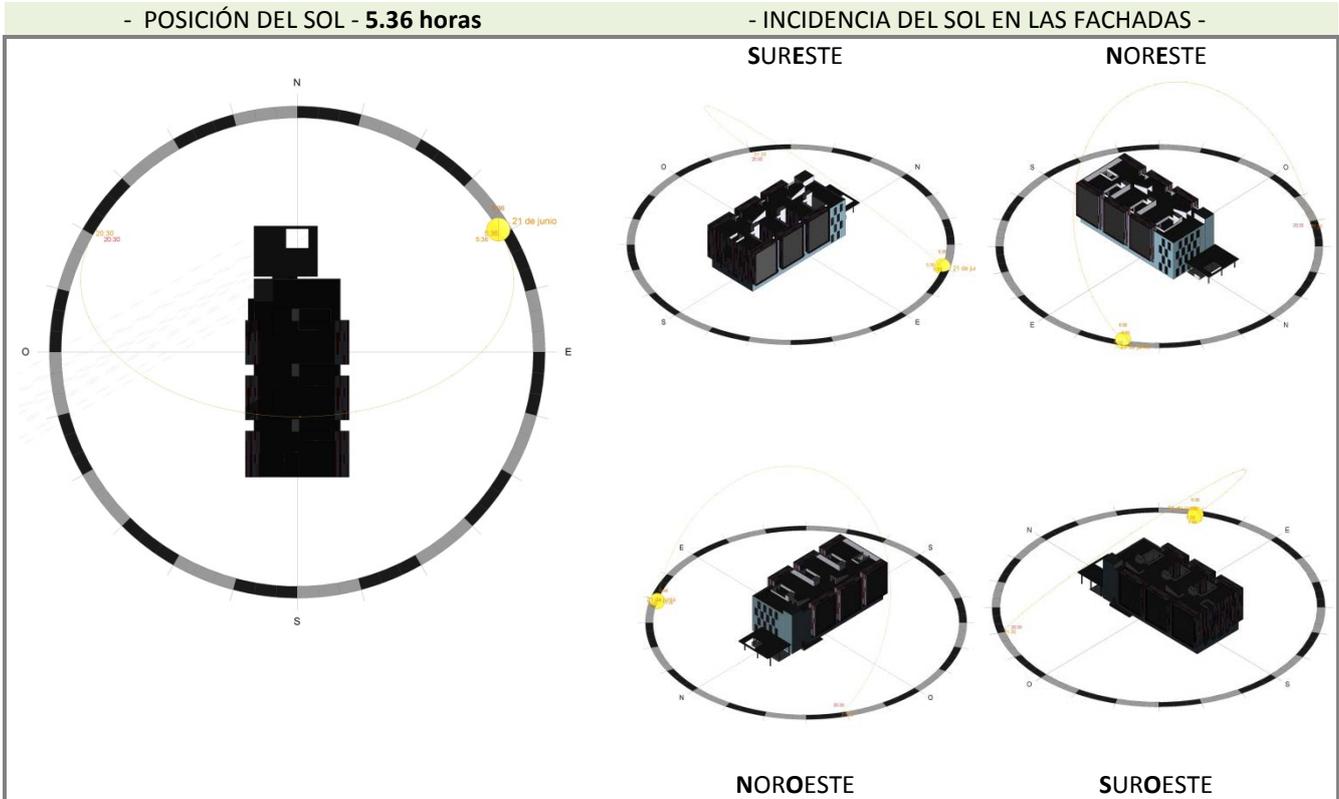


- POSICIÓN DEL SOL - 19.06 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -

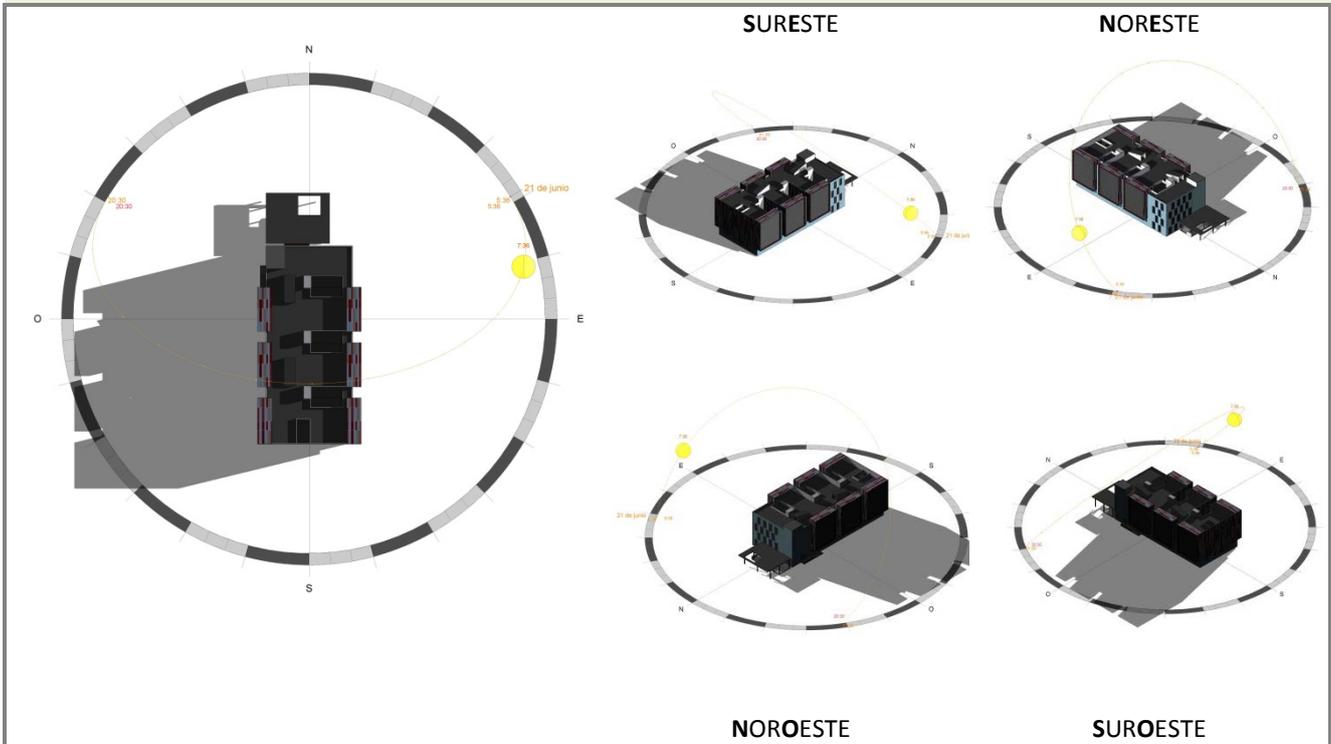


SOLSTICIO DE VERANO (21 de junio)



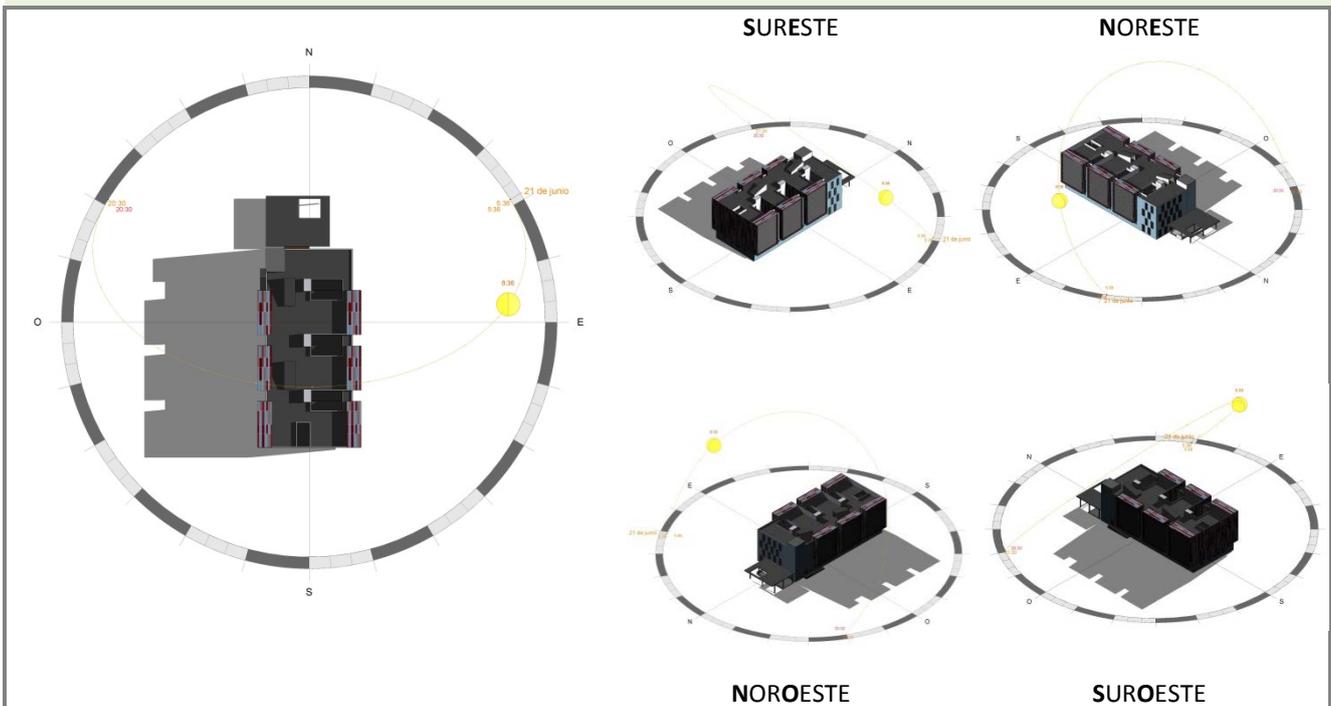
- POSICIÓN DEL SOL - 7.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



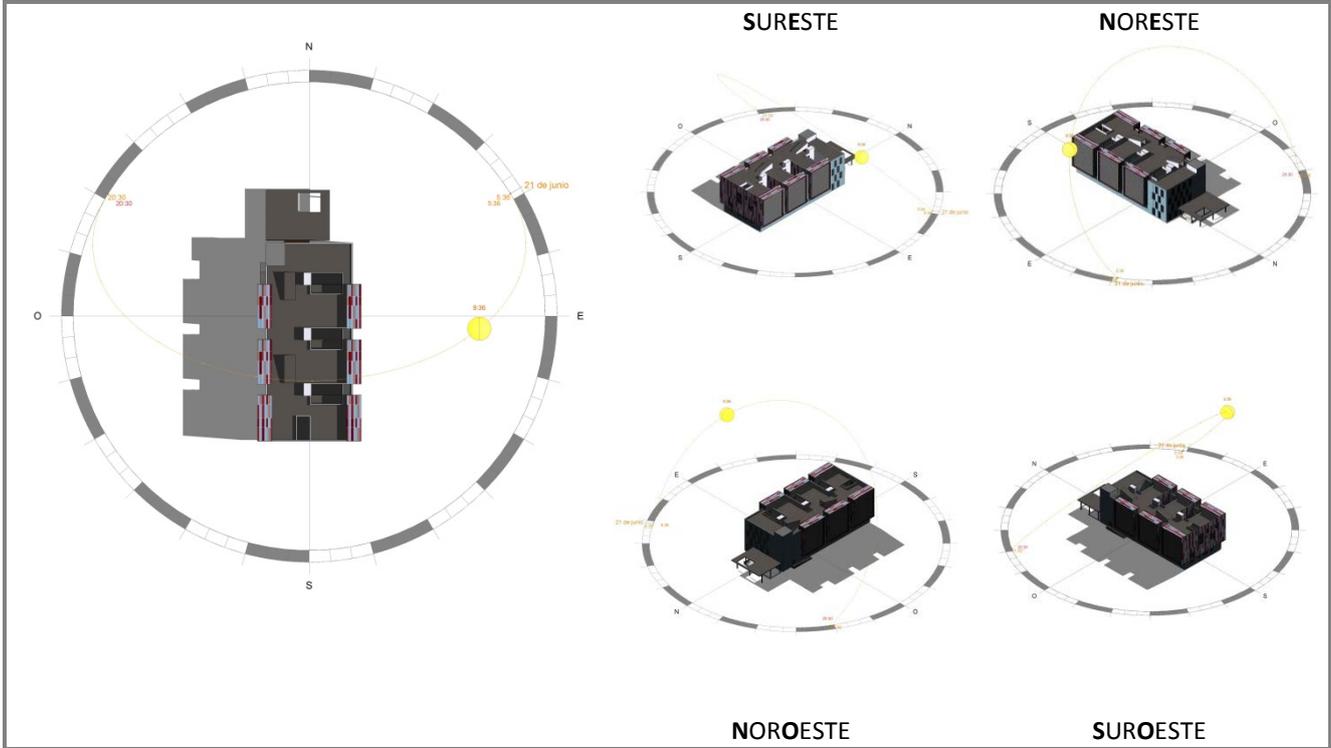
- POSICIÓN DEL SOL - 8.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



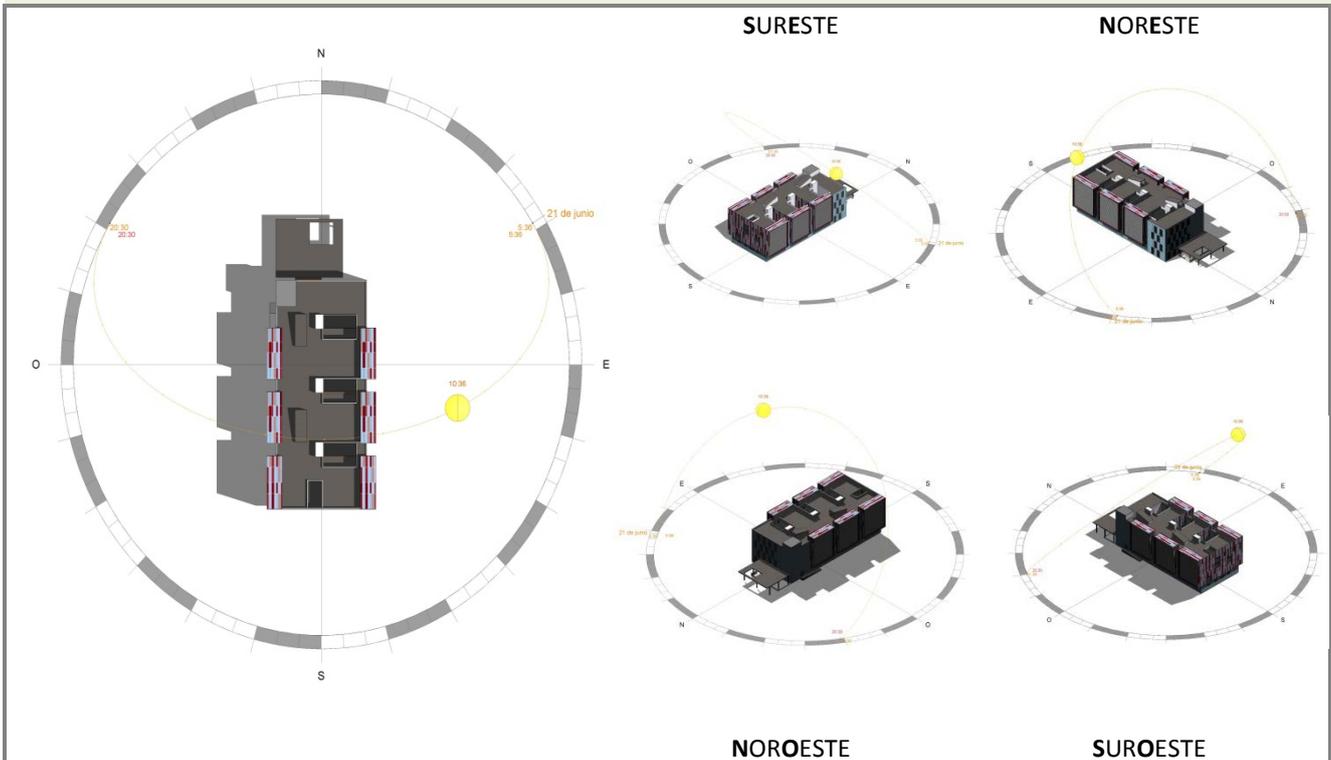
- POSICIÓN DEL SOL – 9.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



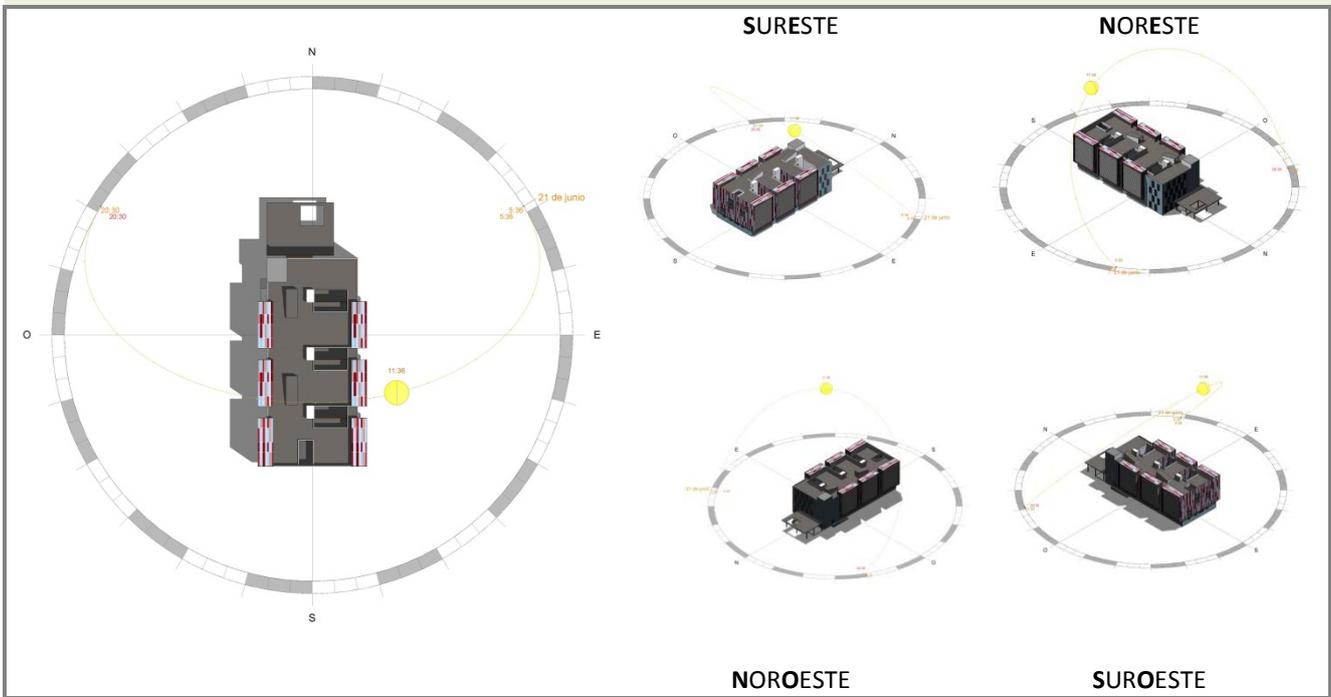
- POSICIÓN DEL SOL - 10.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



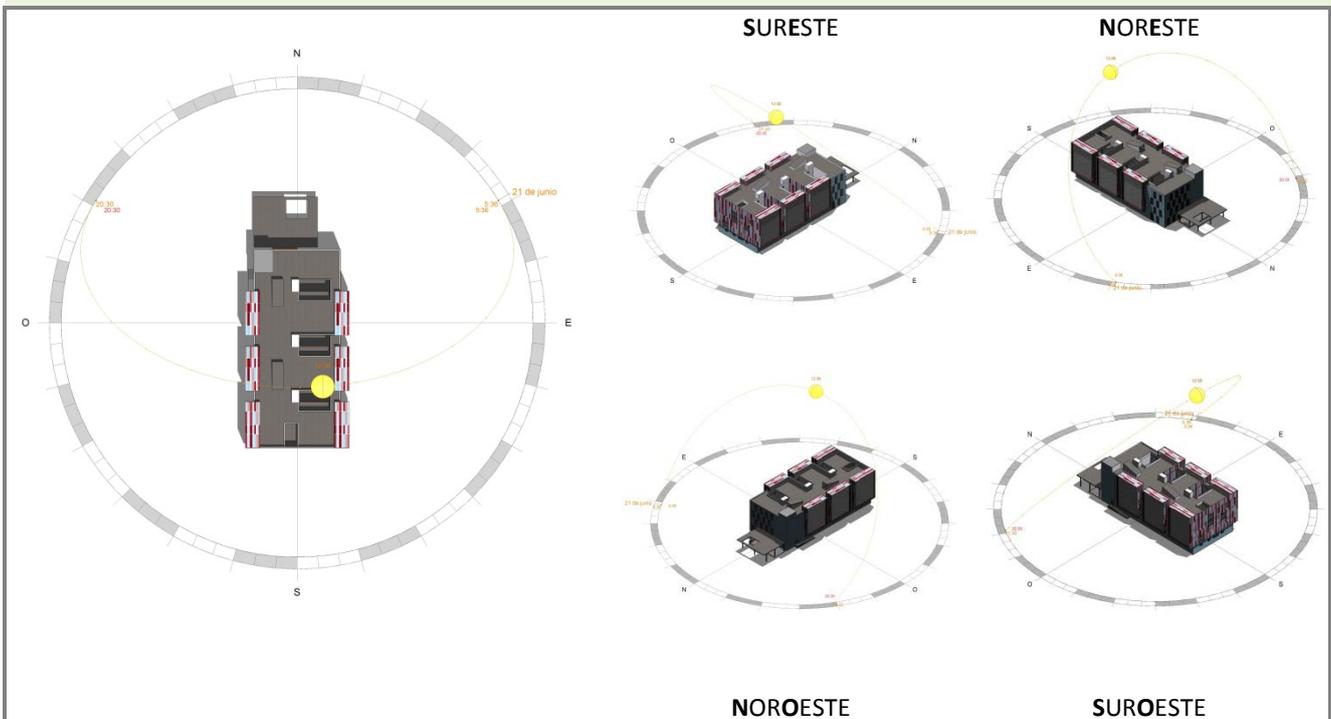
- POSICIÓN DEL SOL - 11.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



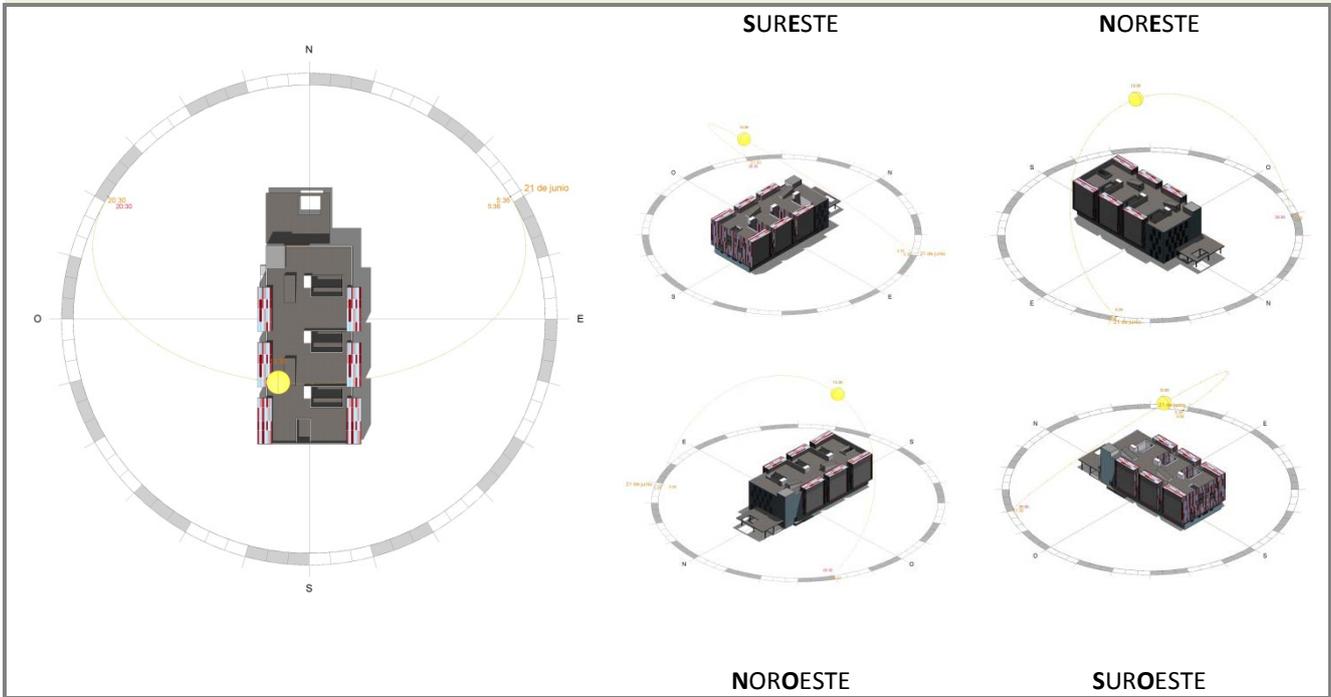
- POSICIÓN DEL SOL - 12.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



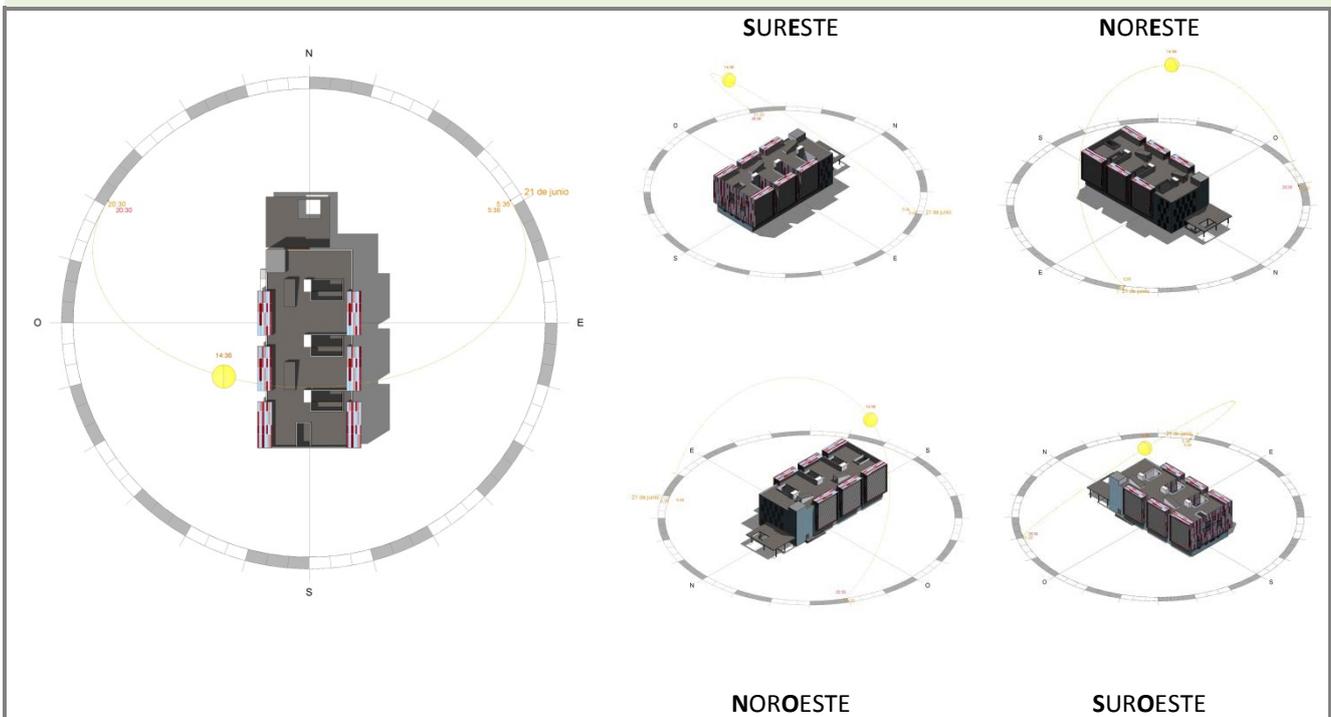
- POSICIÓN DEL SOL - 13.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



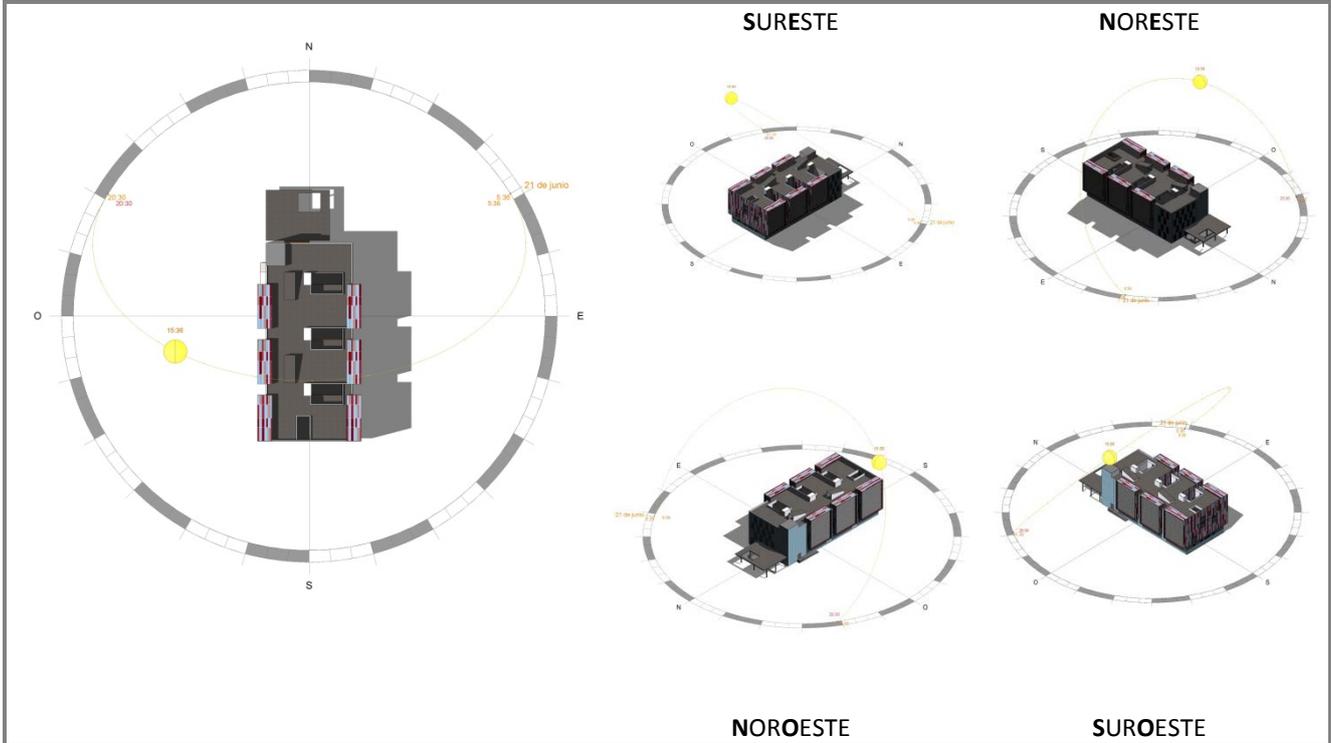
- POSICIÓN DEL SOL - 14.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



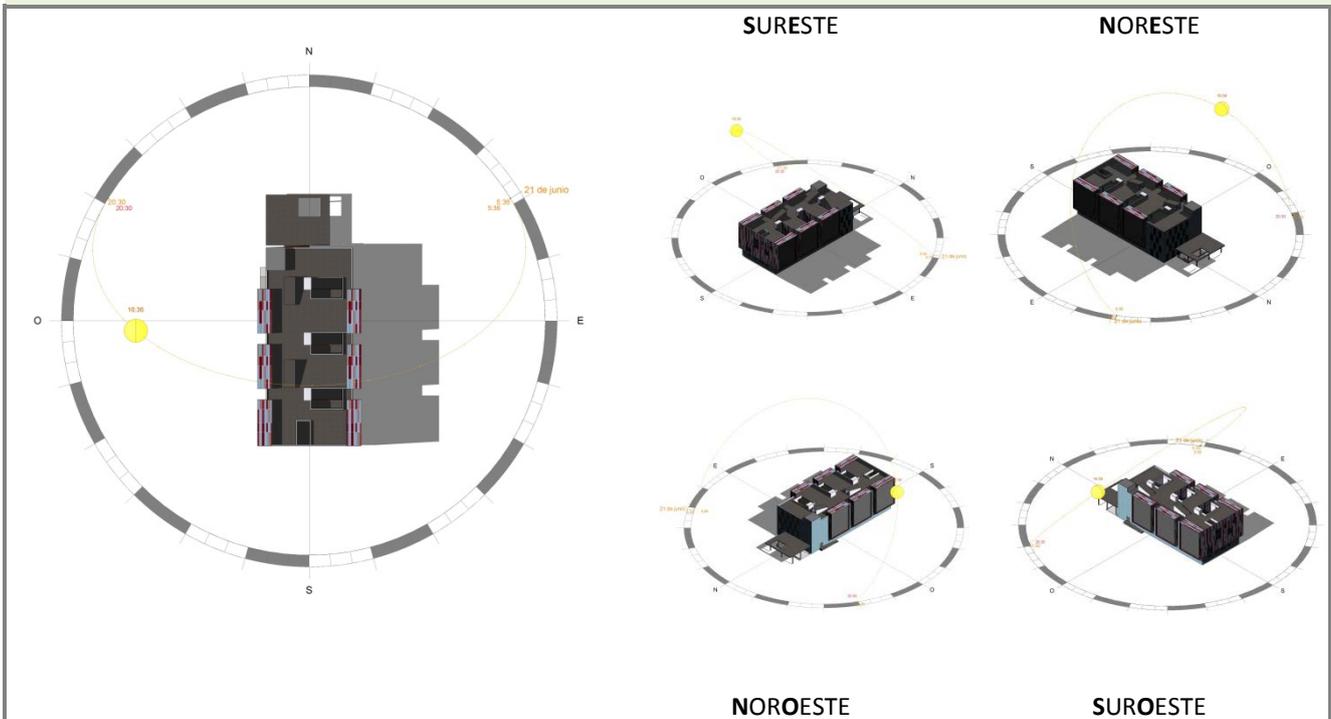
- POSICIÓN DEL SOL - 15.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



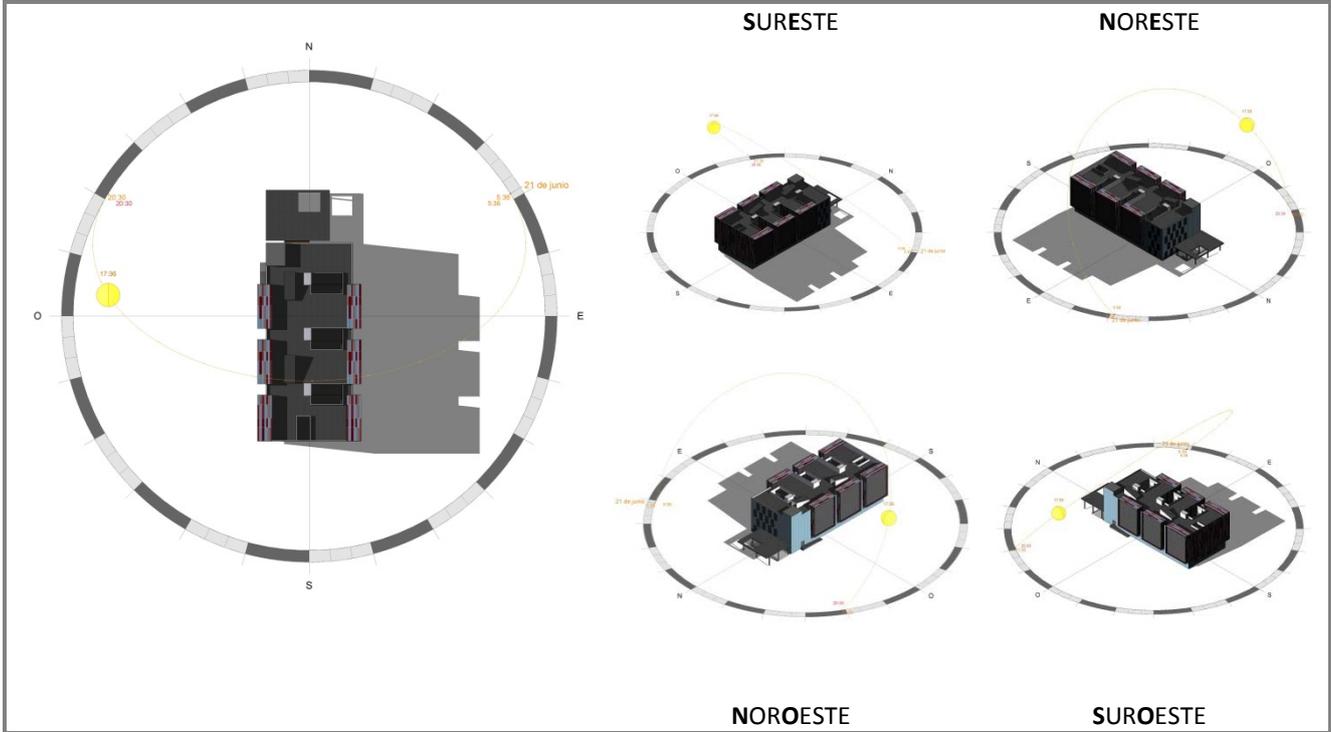
- POSICIÓN DEL SOL - 16.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



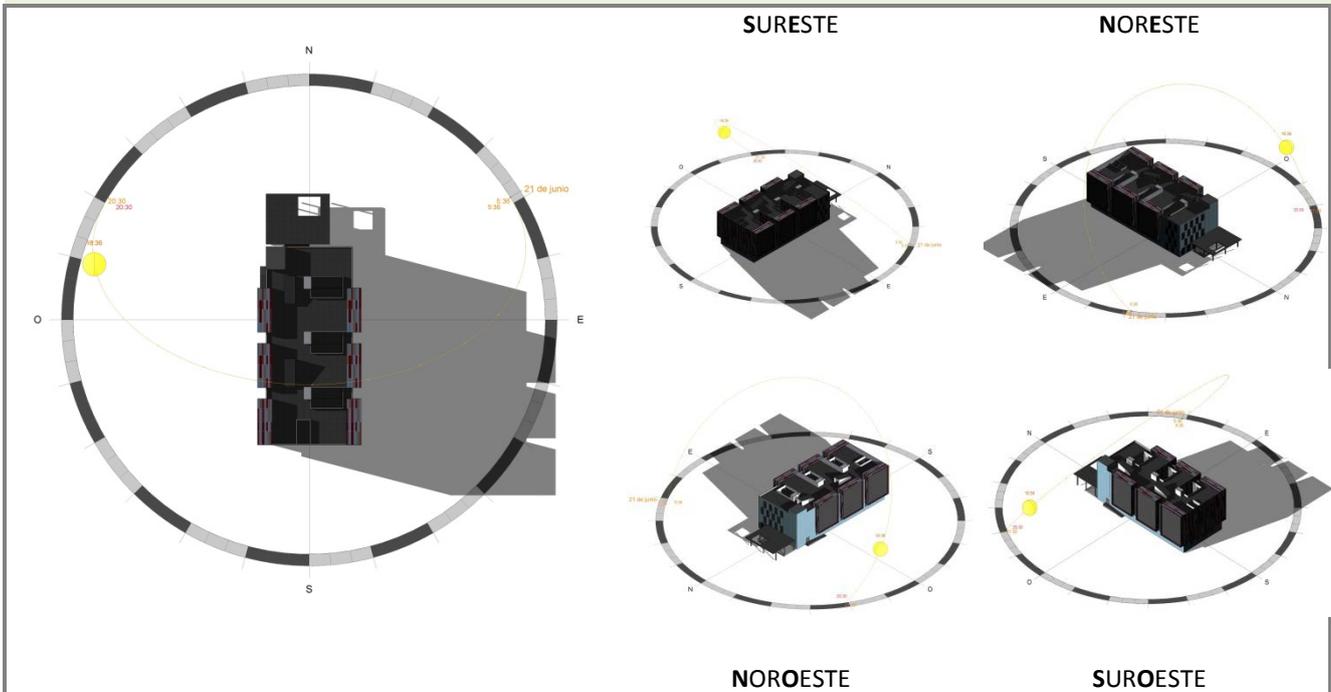
- POSICIÓN DEL SOL - 17.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



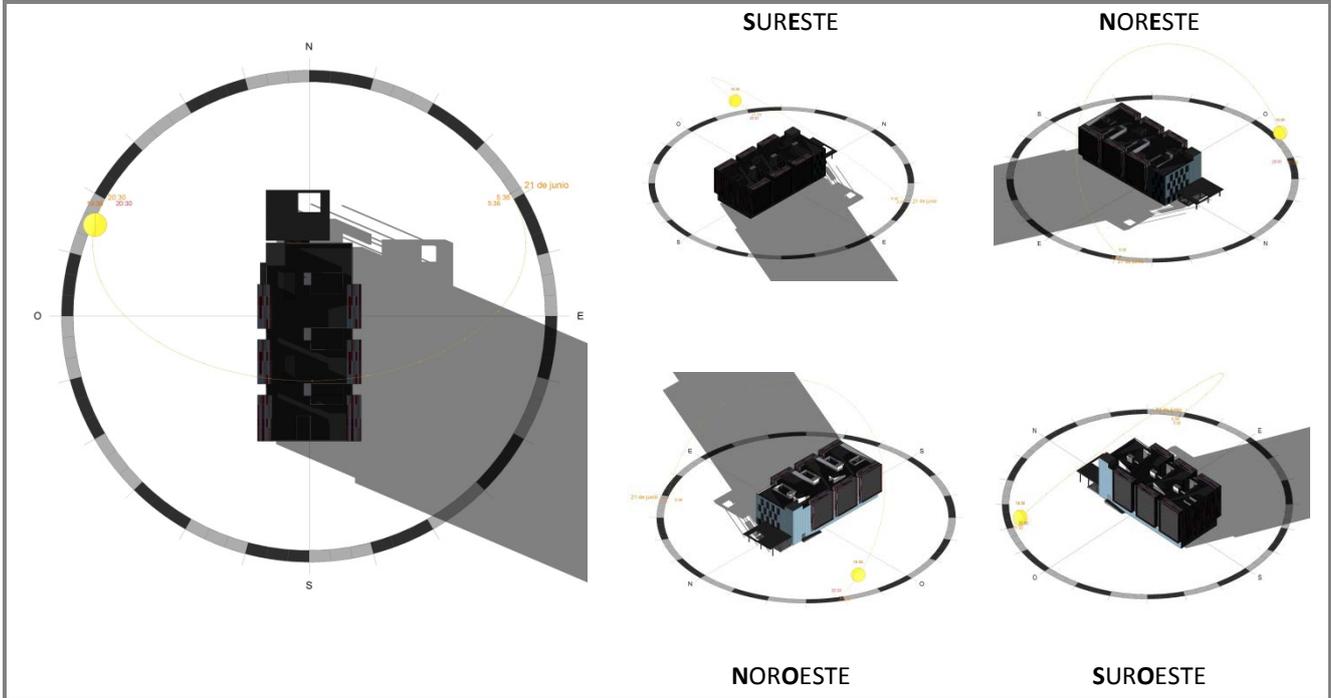
- POSICIÓN DEL SOL - 18.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



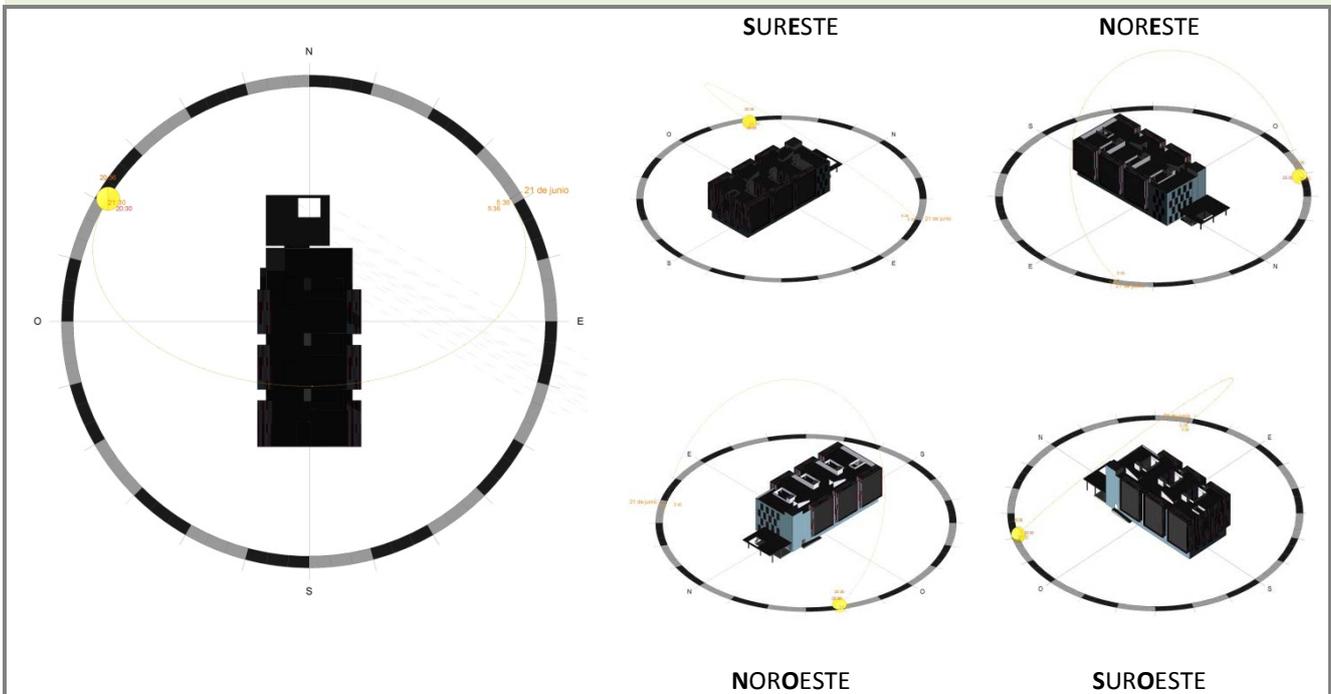
- POSICIÓN DEL SOL - 19.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -

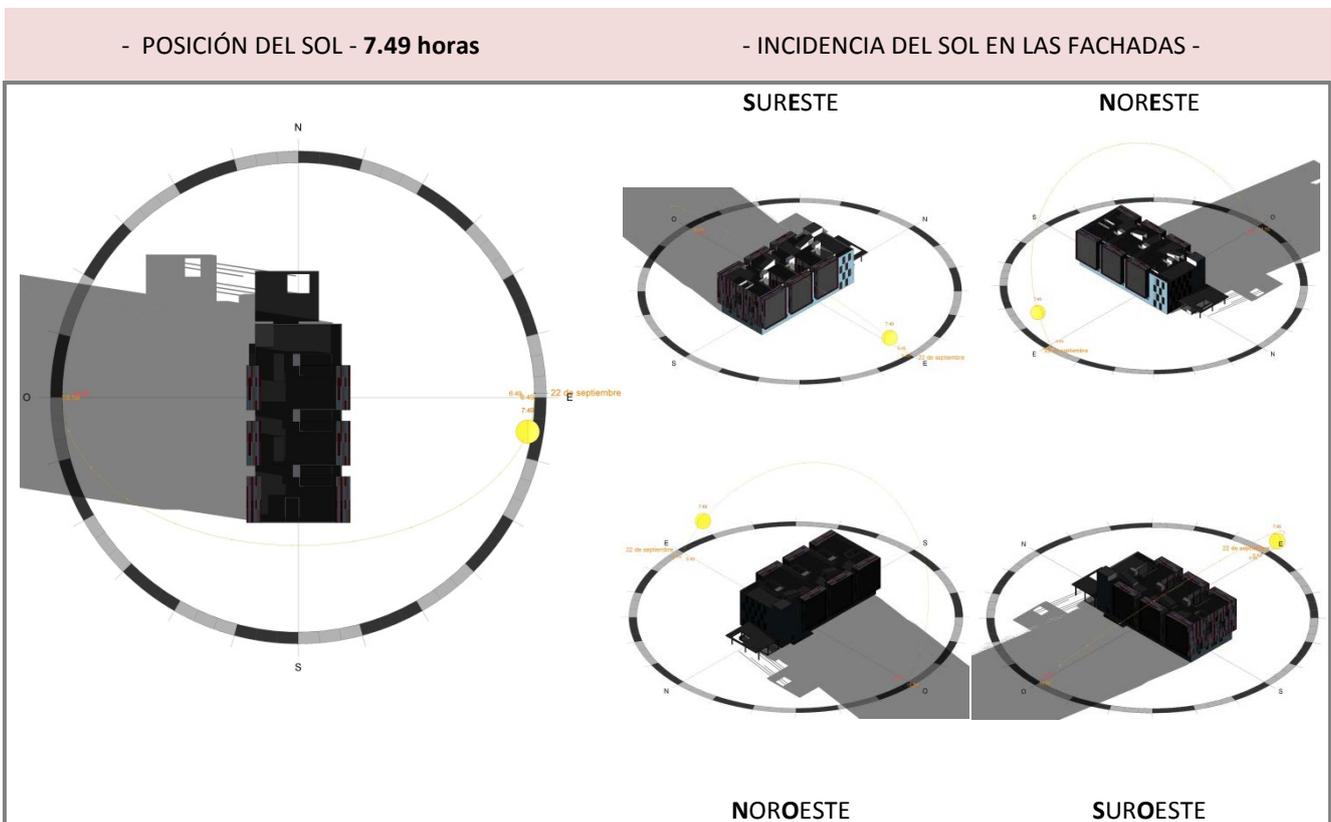
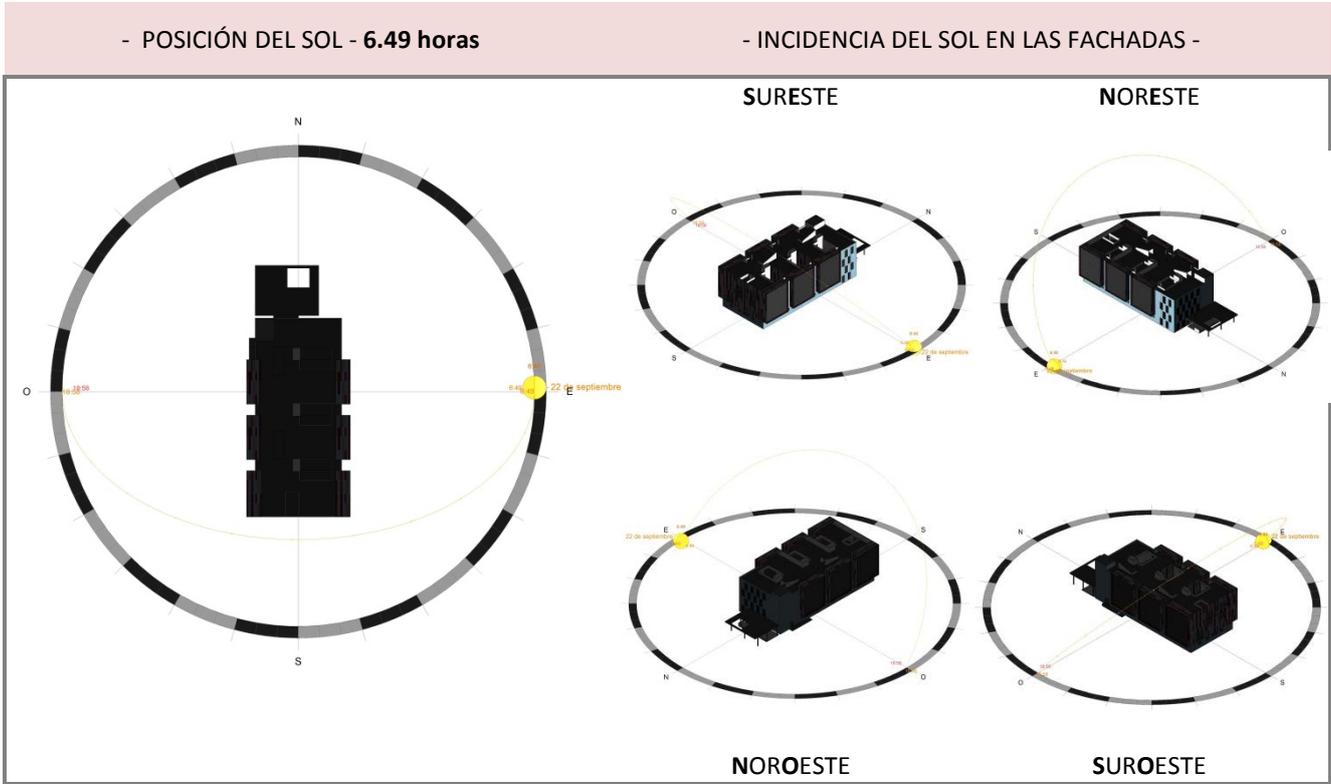


- POSICIÓN DEL SOL - 20.36 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -

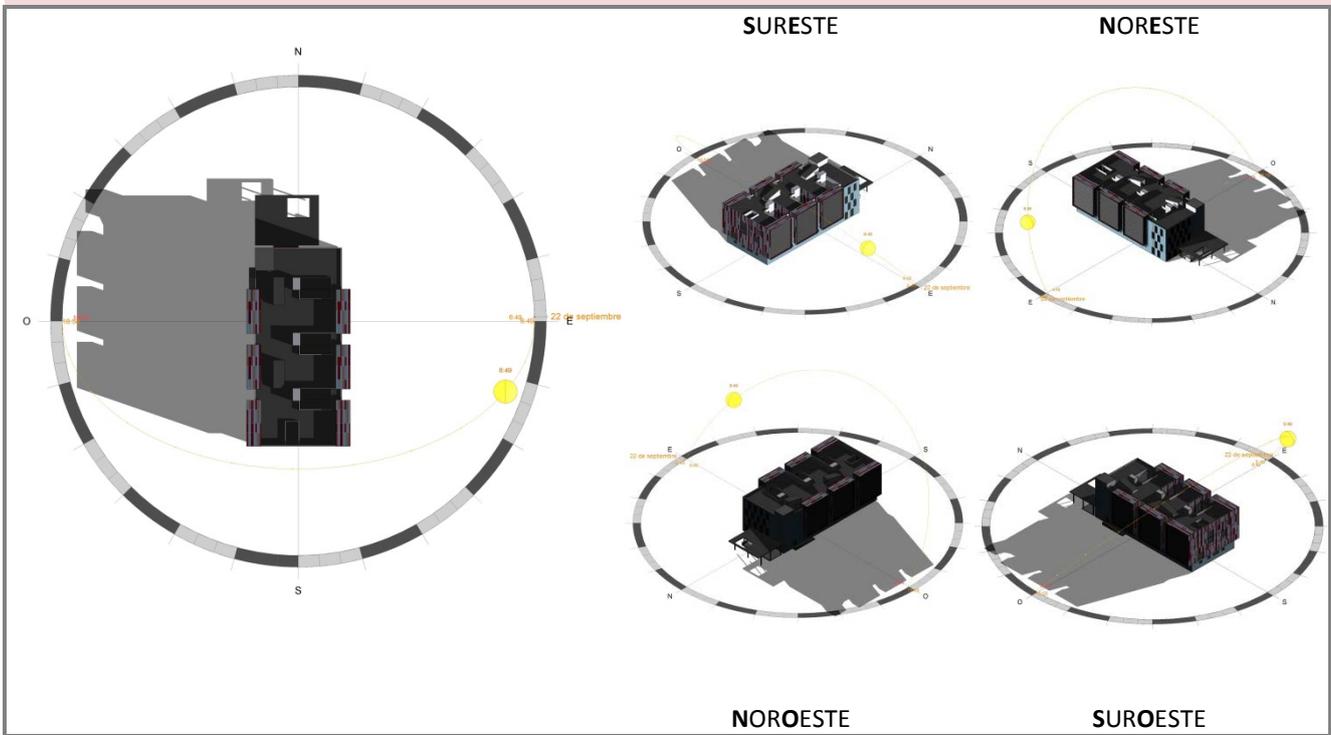


EQUINOCCIO DE OTOÑO (22 de septiembre)



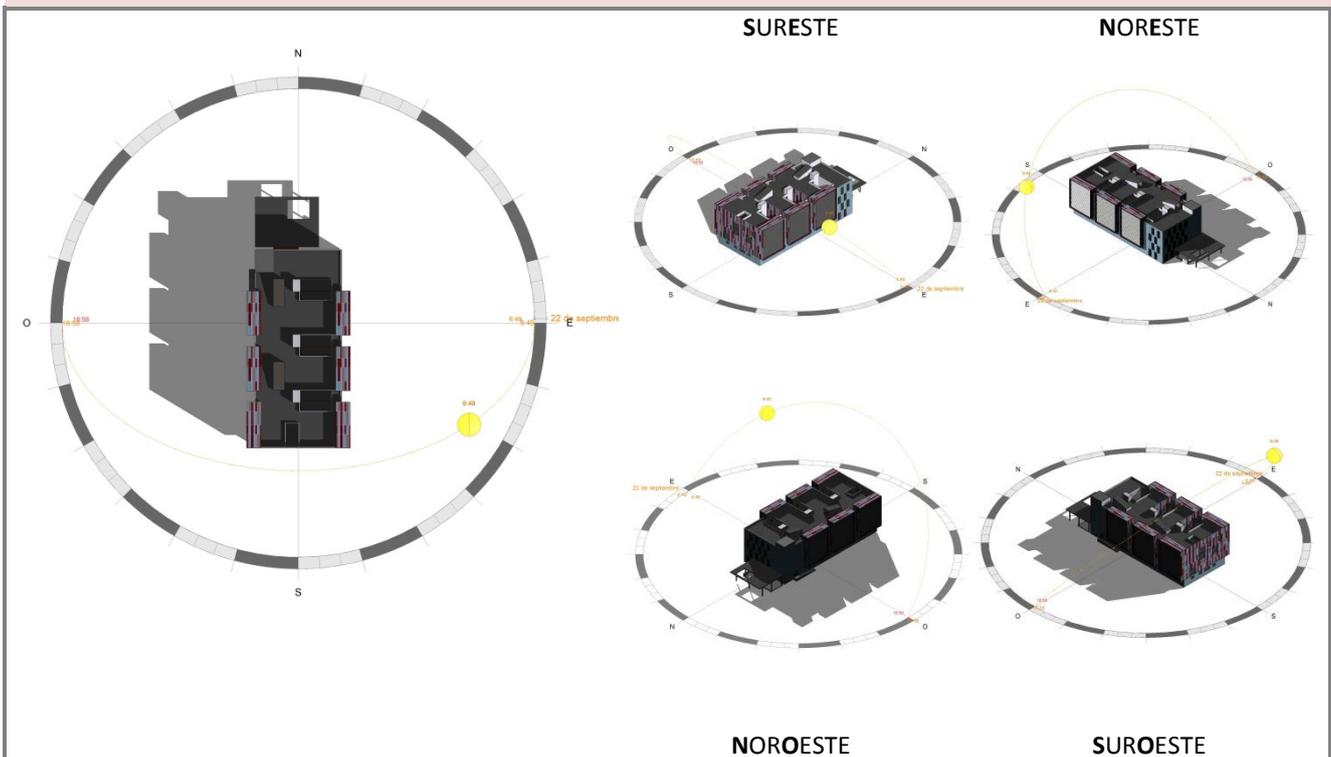
- POSICIÓN DEL SOL - 8.49 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



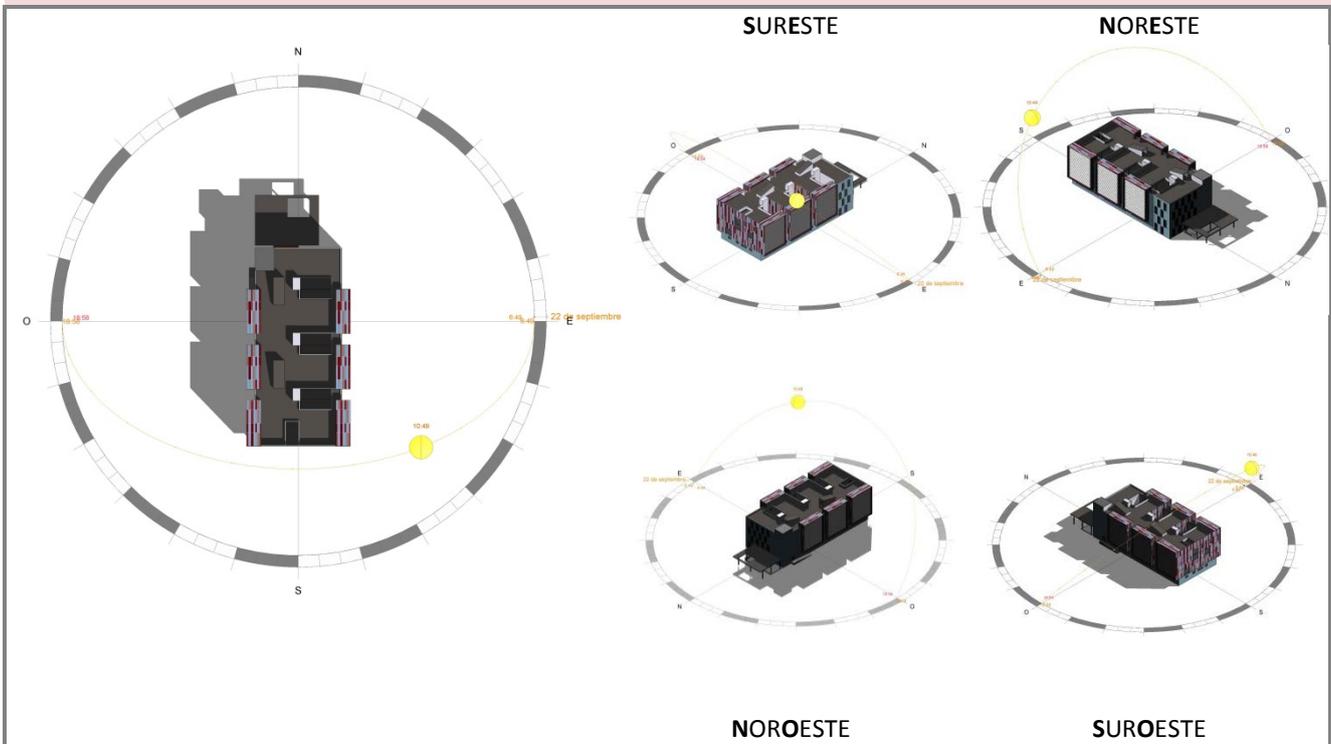
- POSICIÓN DEL SOL - 9.49 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



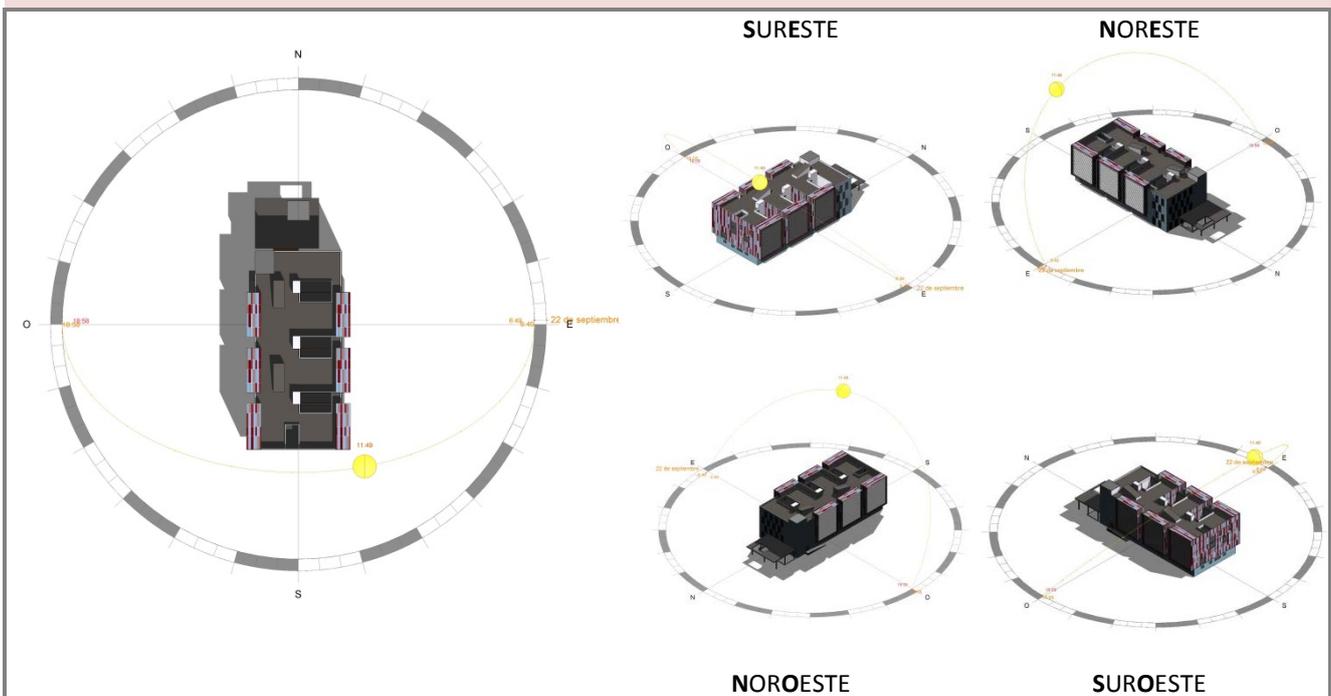
- POSICIÓN DEL SOL - 10.49 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



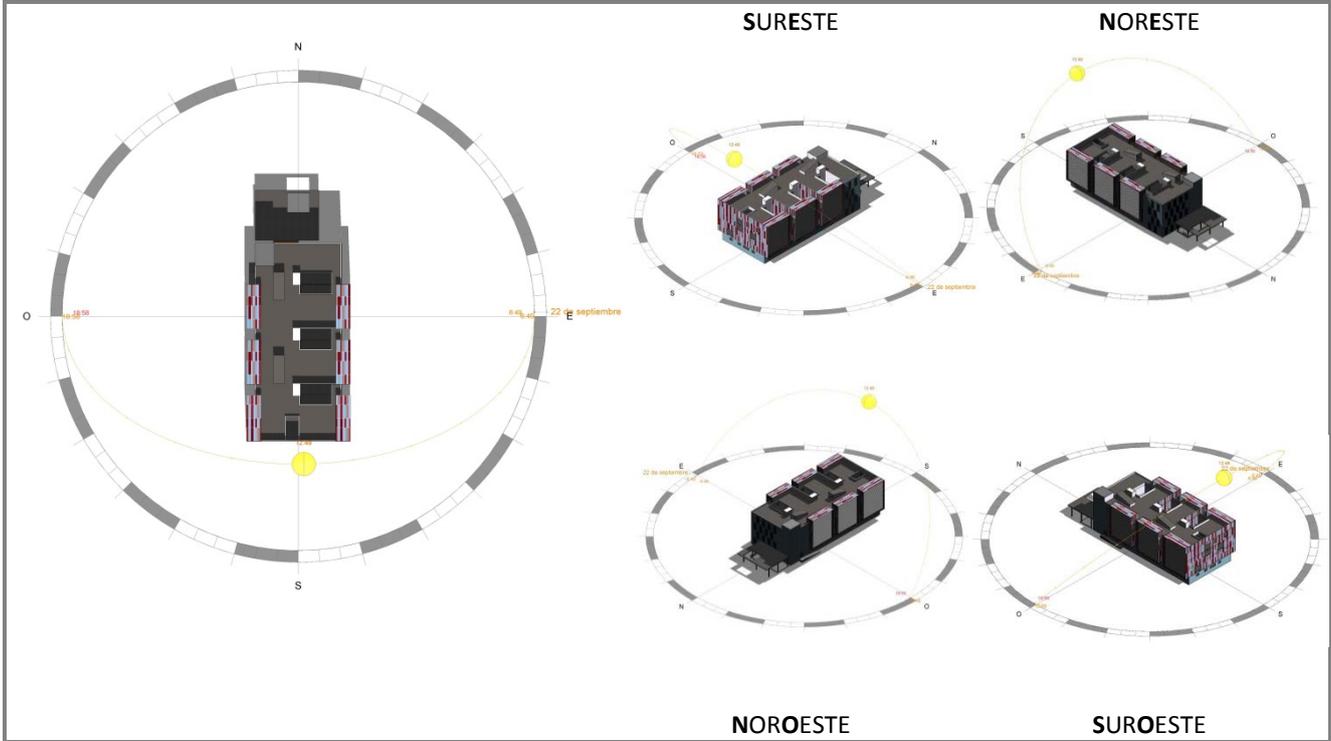
- POSICIÓN DEL SOL - 11.49 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



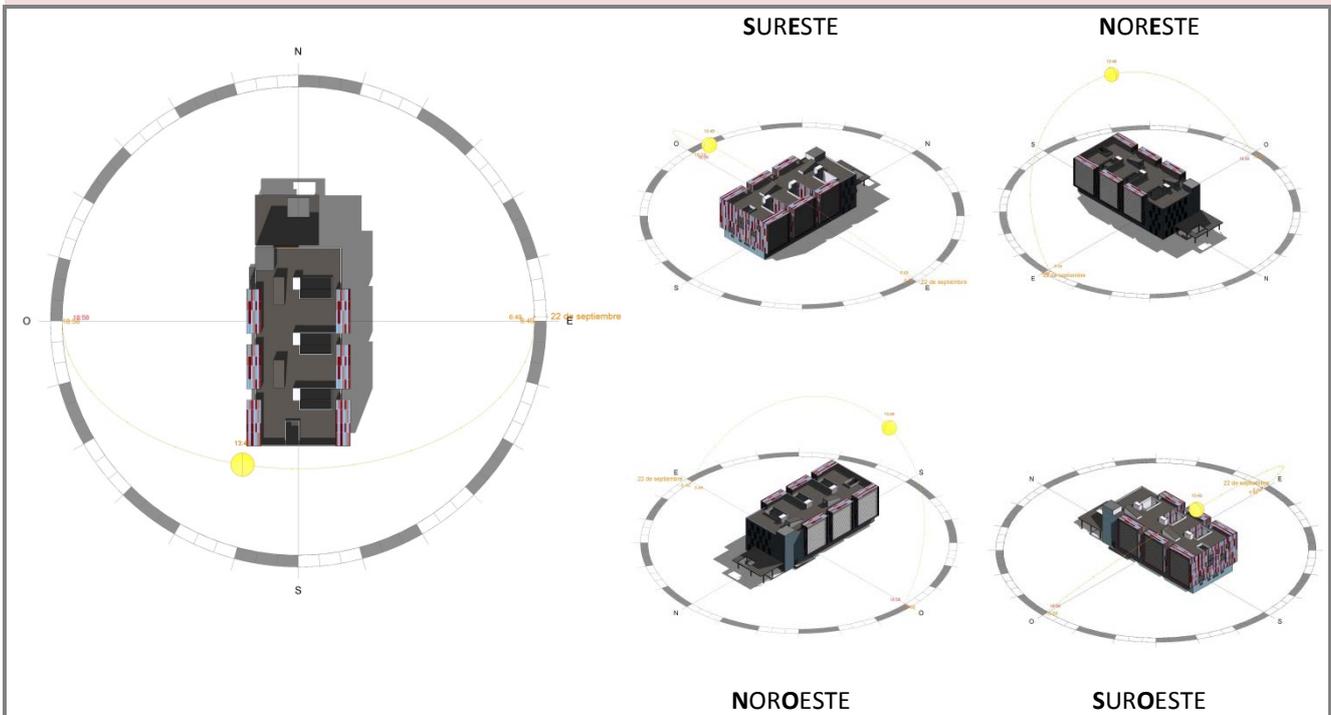
- POSICIÓN DEL SOL - 12.49 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



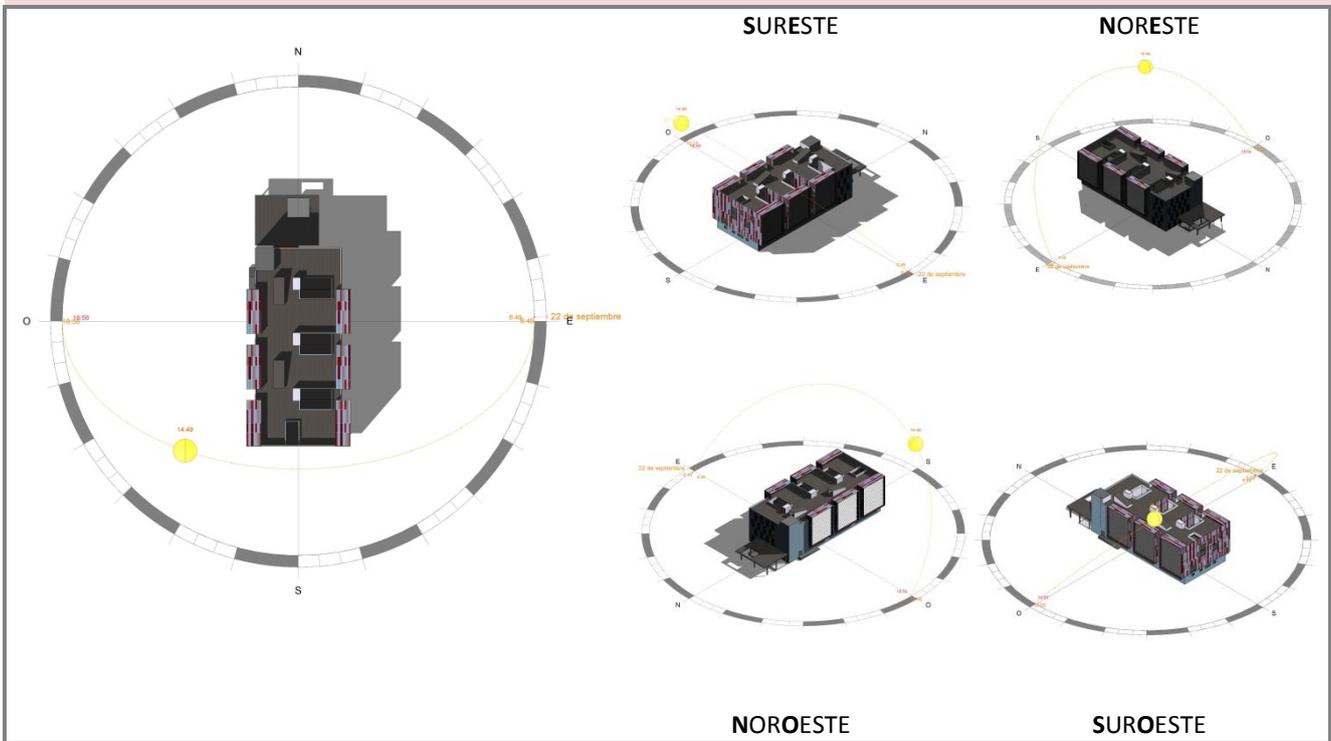
- POSICIÓN DEL SOL - 13.49 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



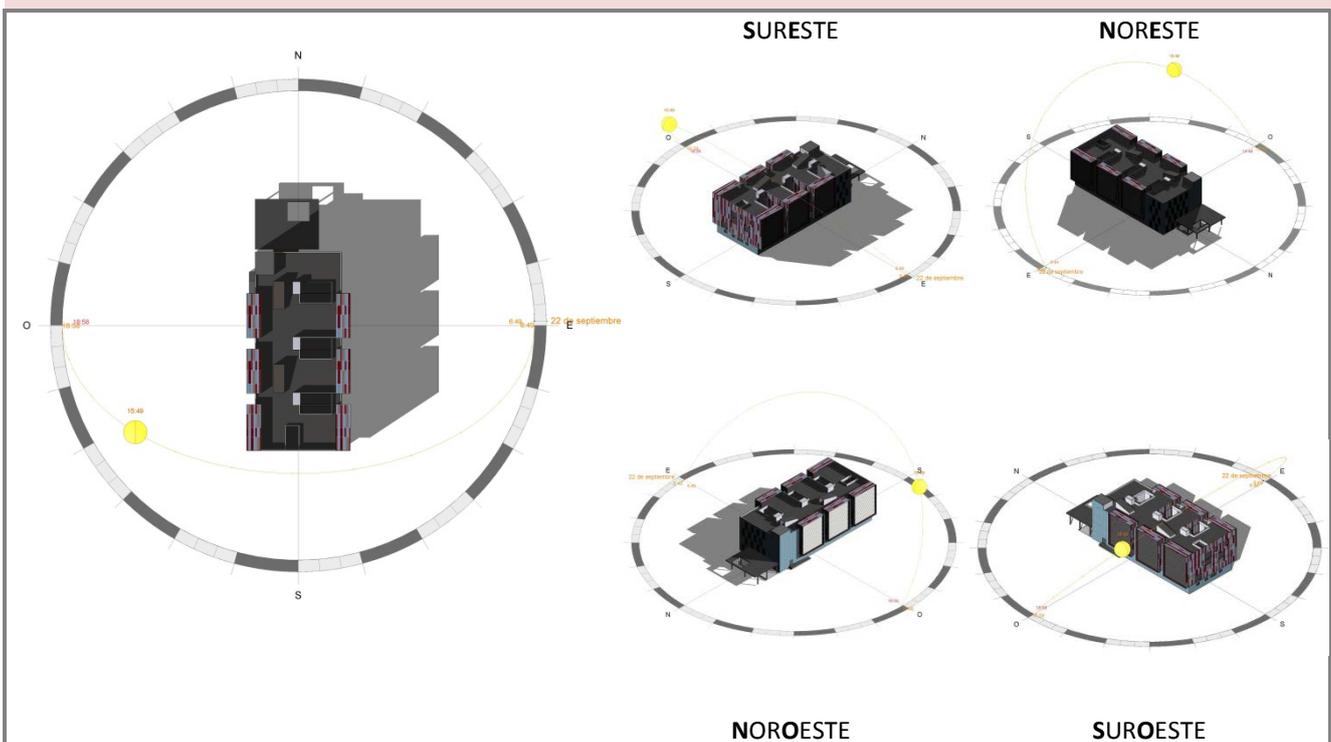
- POSICIÓN DEL SOL - 14.49 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



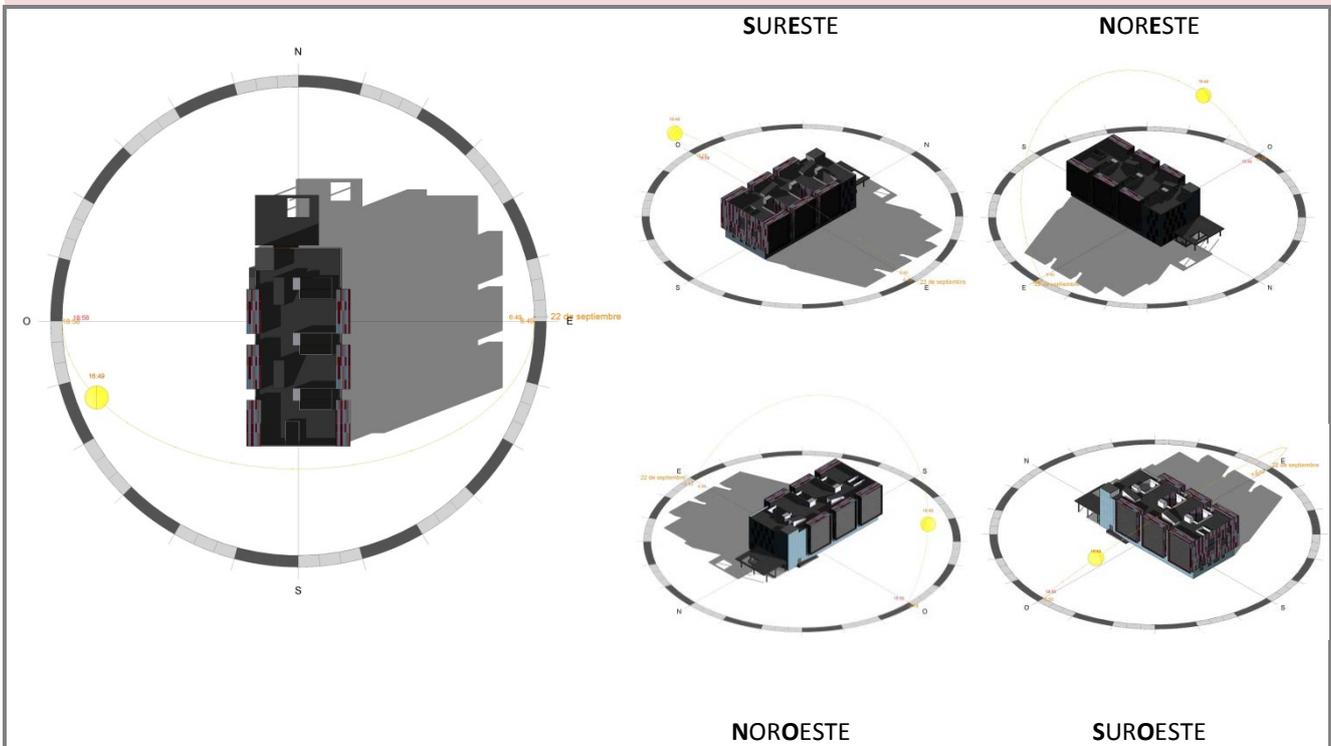
- POSICIÓN DEL SOL - 15.49 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



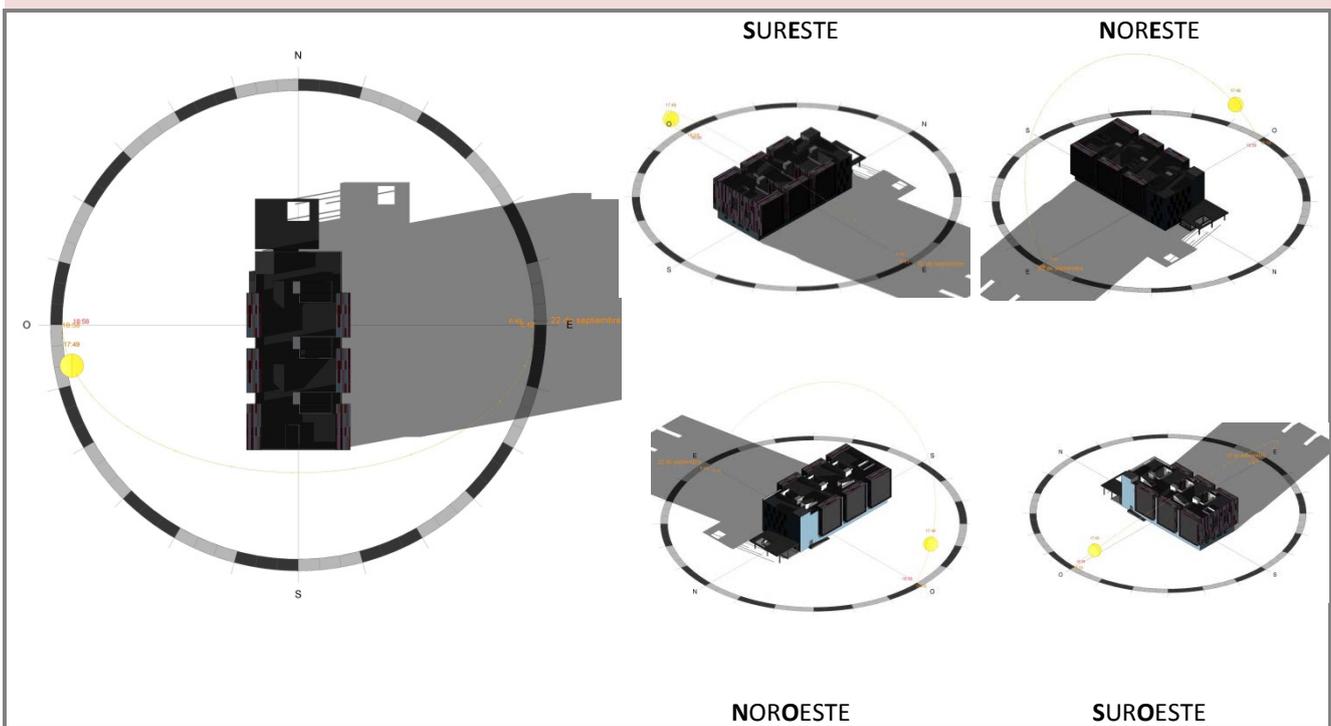
- POSICIÓN DEL SOL - 16.49 horas

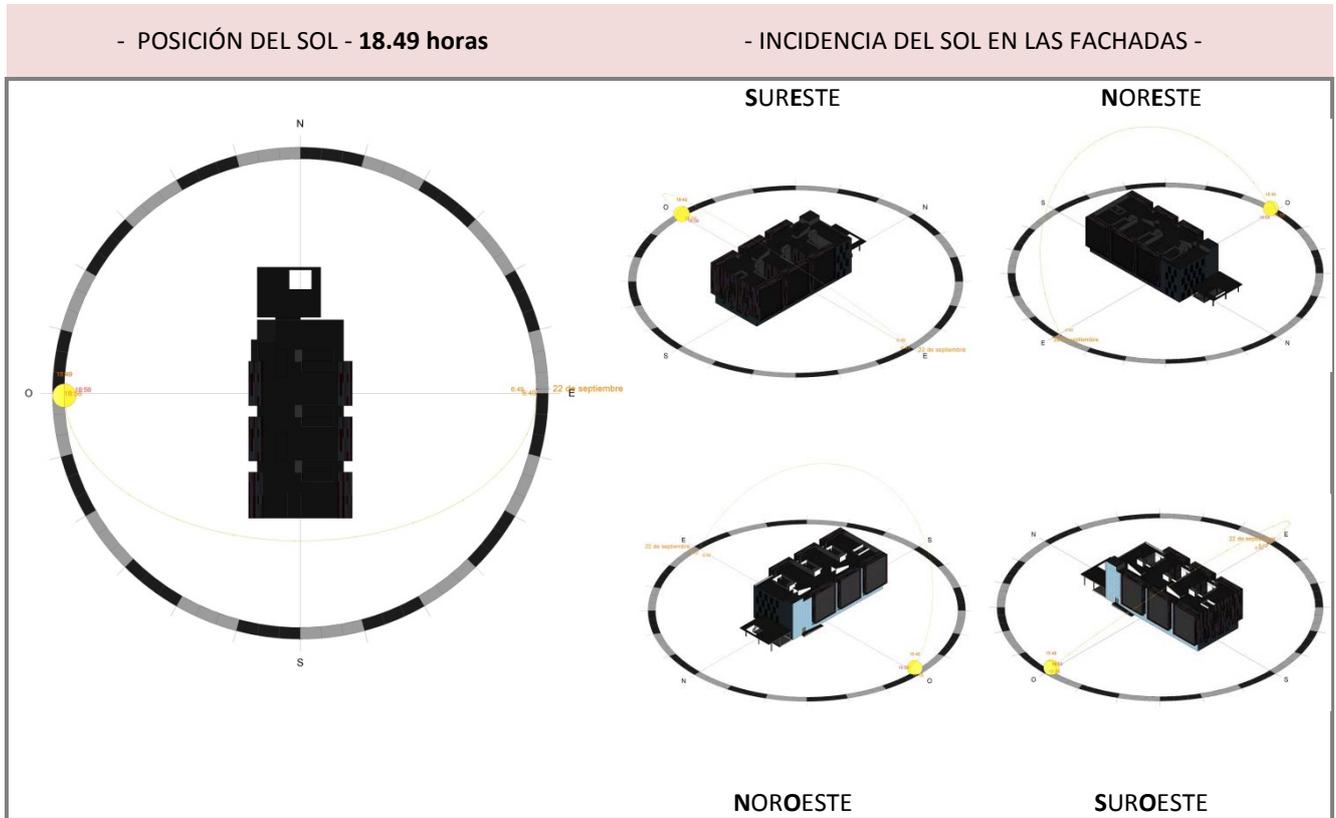
- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



- POSICIÓN DEL SOL - 17.49 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -

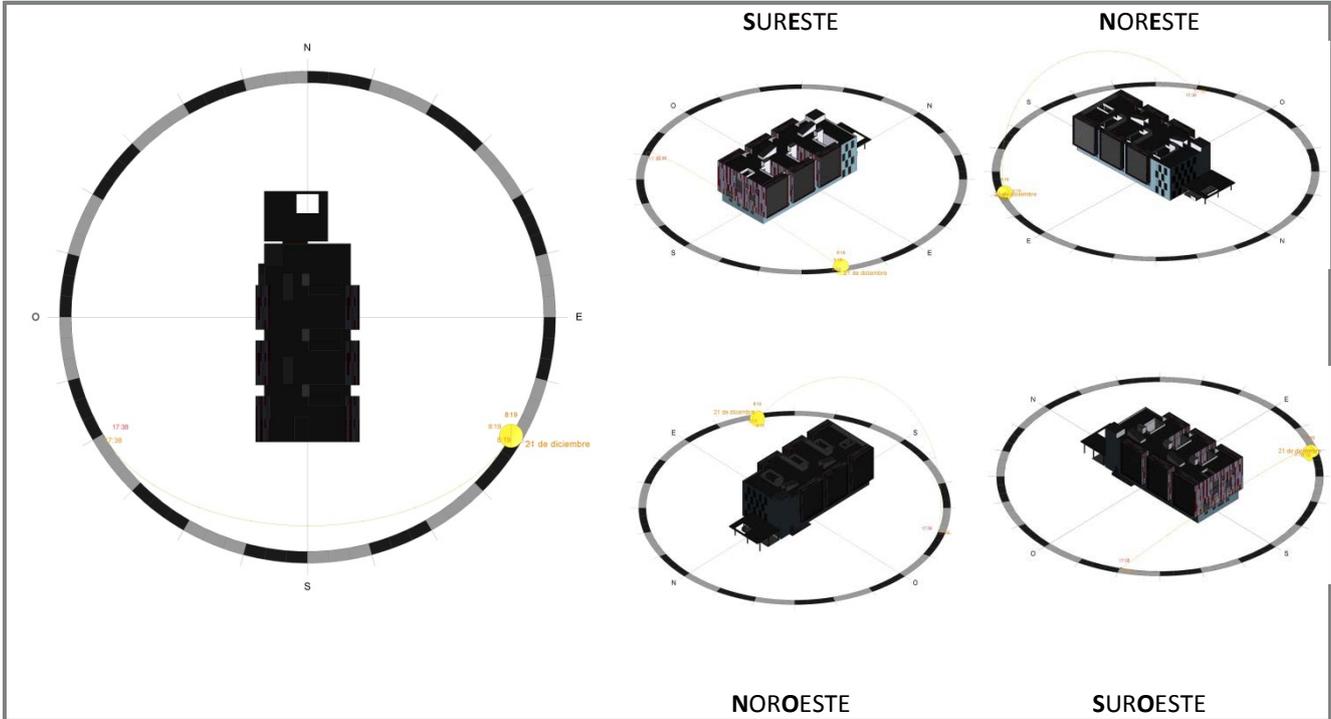




SOLSTICIO DE INVIERNO (21 de diciembre)

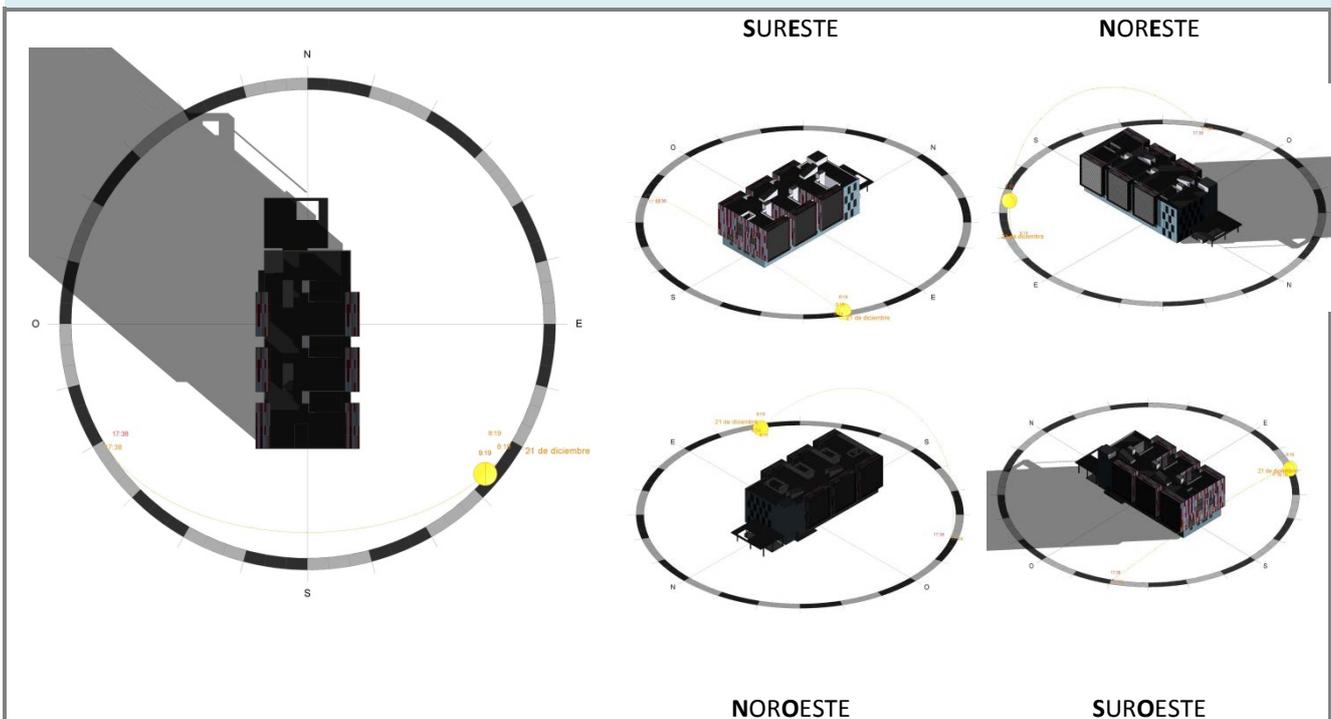
- POSICIÓN DEL SOL - 8.19 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



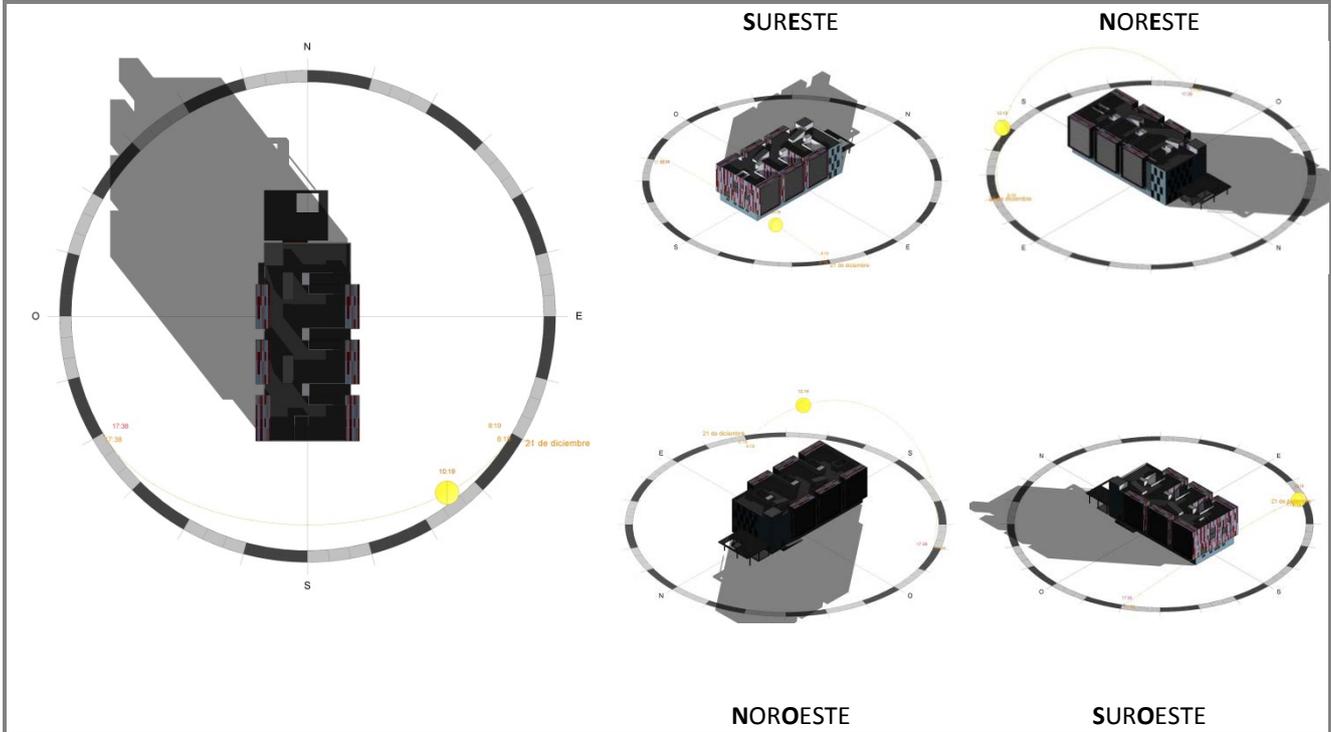
- POSICIÓN DEL SOL - 9.19 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



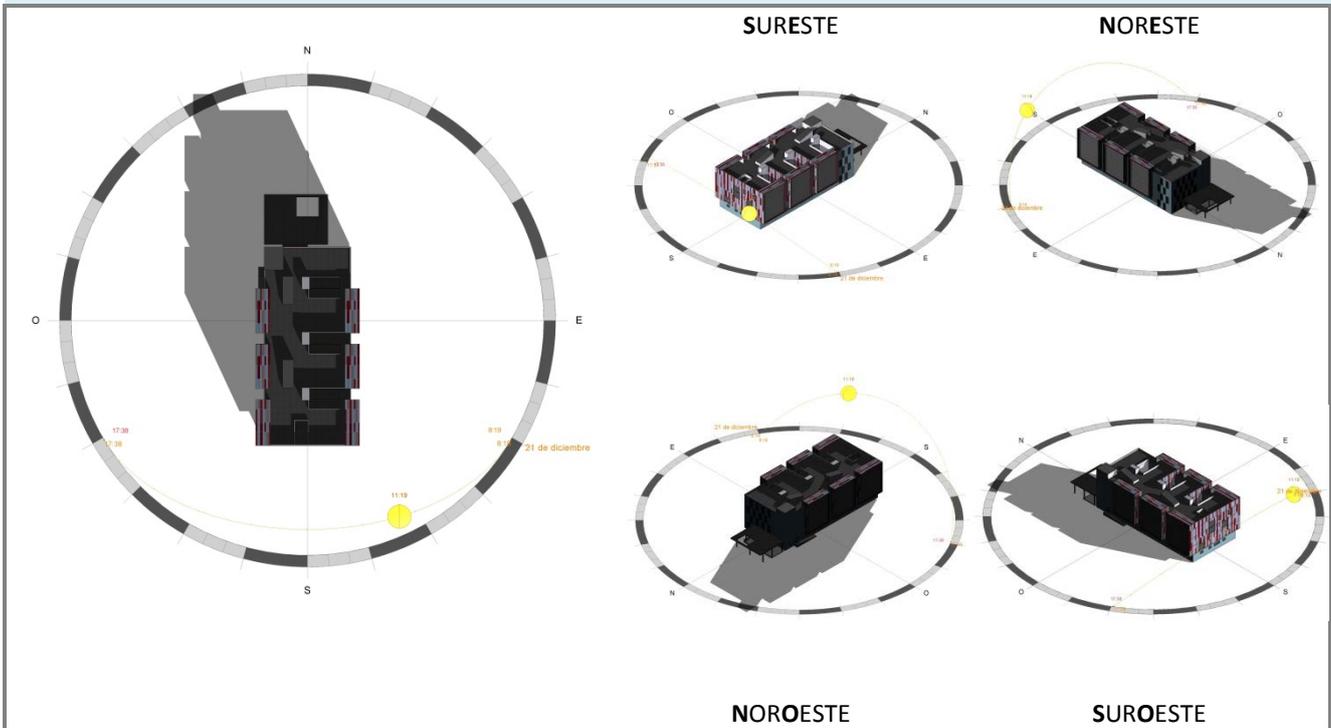
- POSICIÓN DEL SOL - 10.19 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



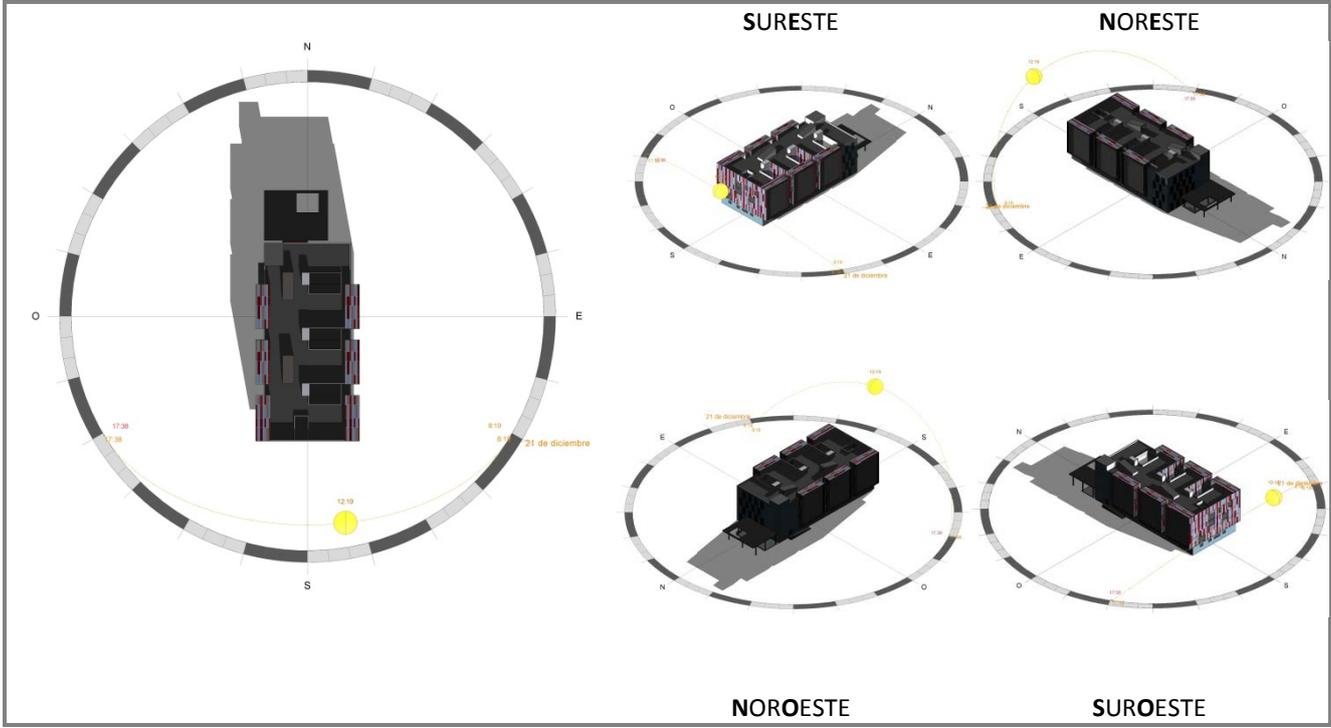
- POSICIÓN DEL SOL - 11.19 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



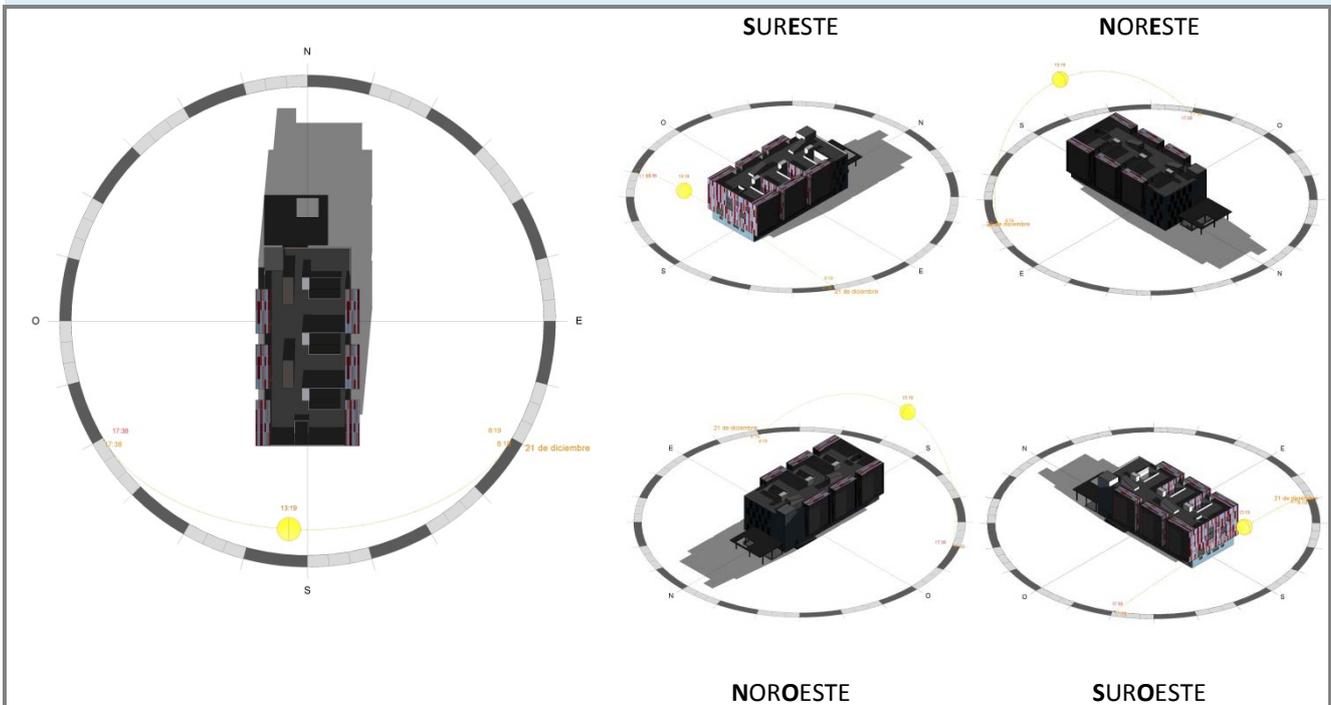
- POSICIÓN DEL SOL - 12.19 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



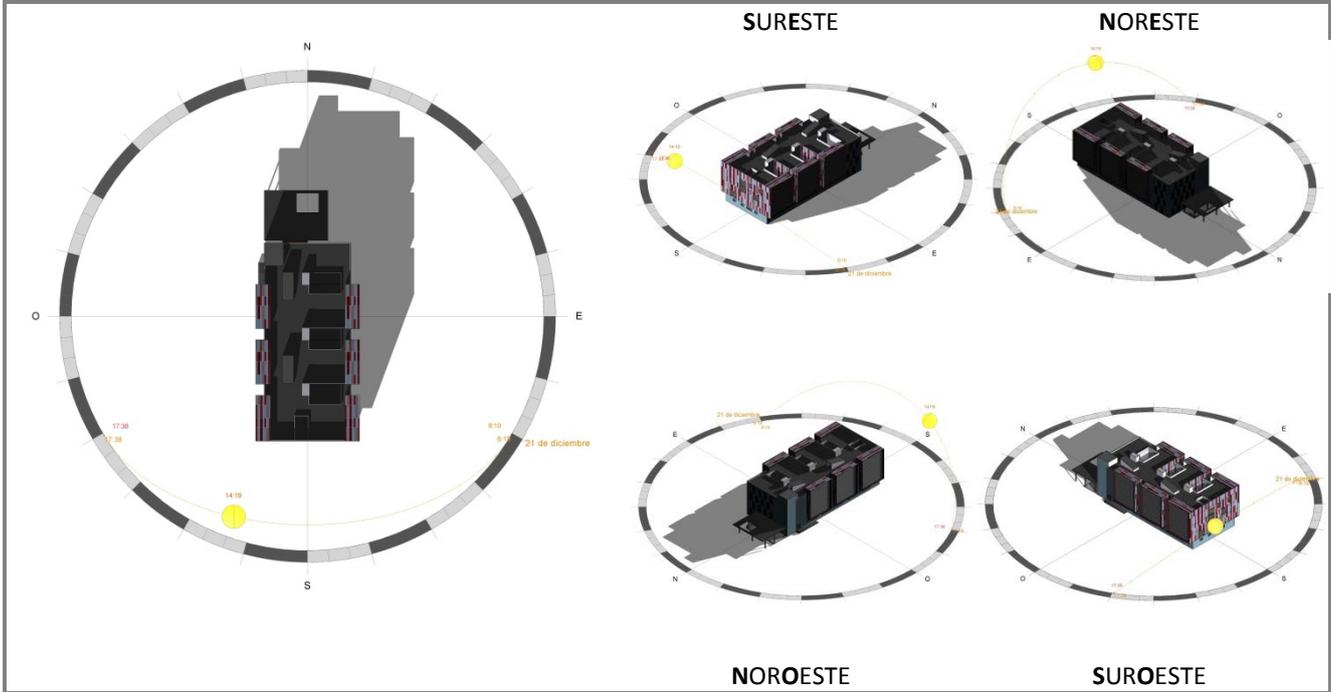
- POSICIÓN DEL SOL - 13.19 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



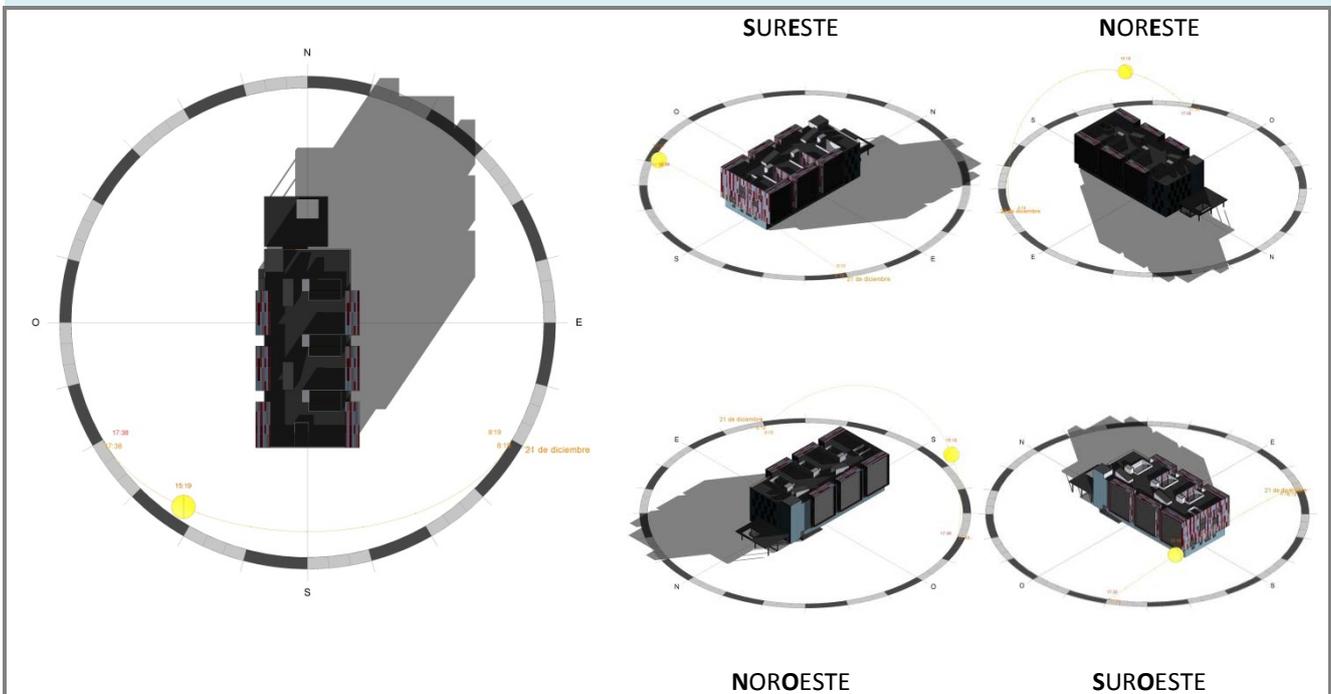
- POSICIÓN DEL SOL - 14.19 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



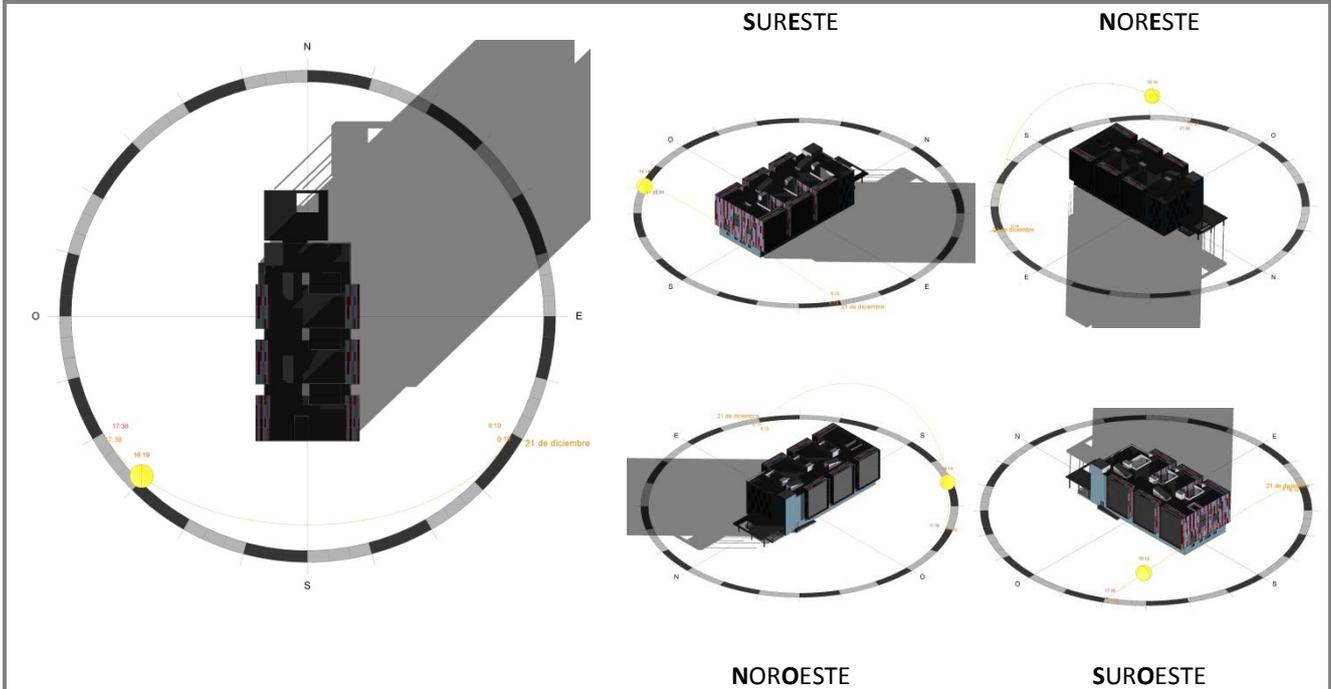
- POSICIÓN DEL SOL - 15.19 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



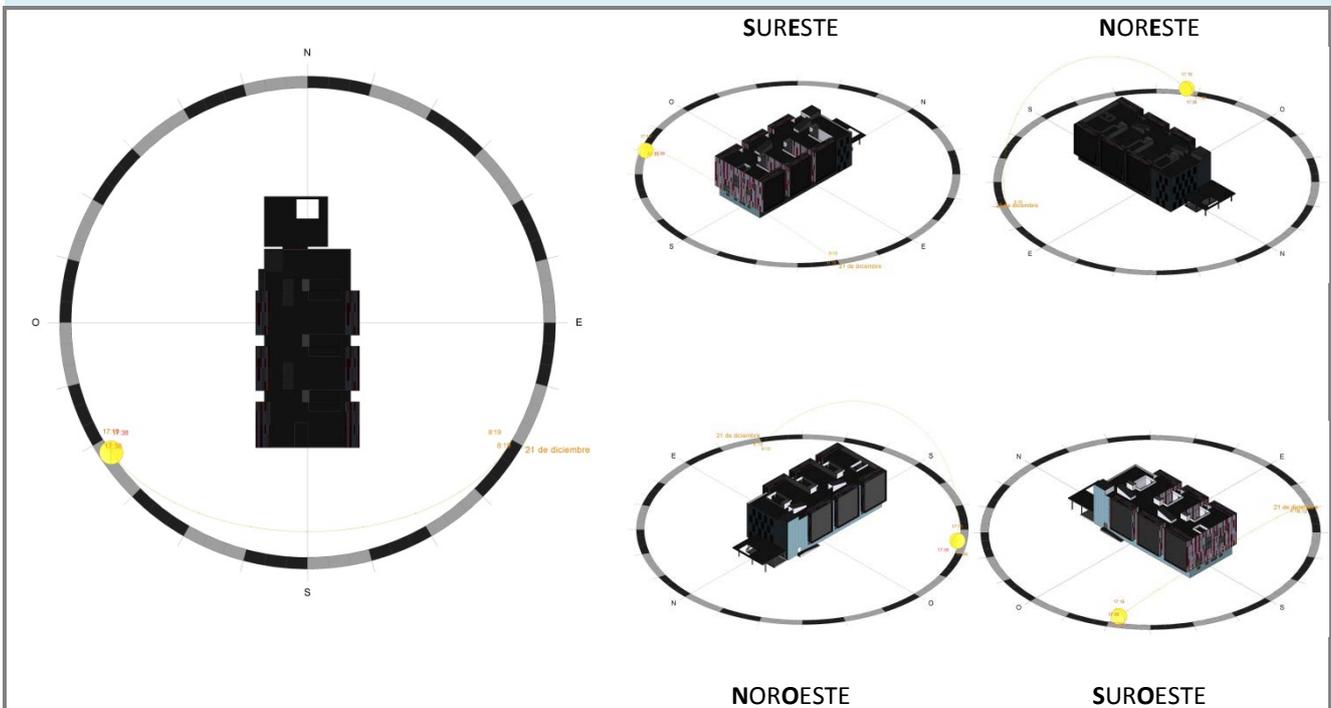
- POSICIÓN DEL SOL - 16.19 horas

- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



- POSICIÓN DEL SOL - 17.19 horas

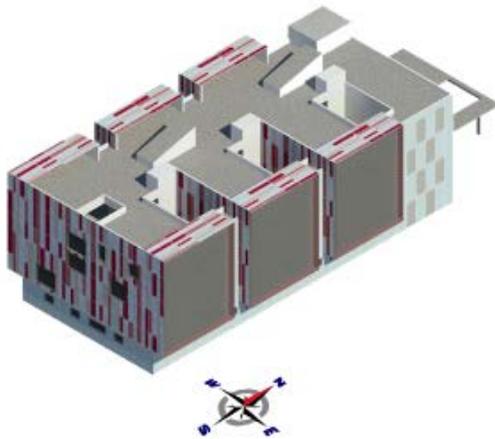
- INCIDENCIA DEL SOL EN LAS FACHADAS -



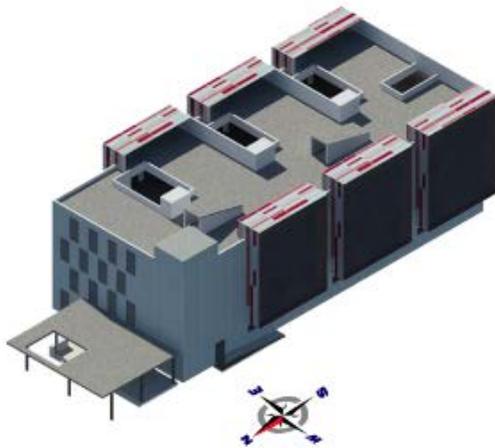
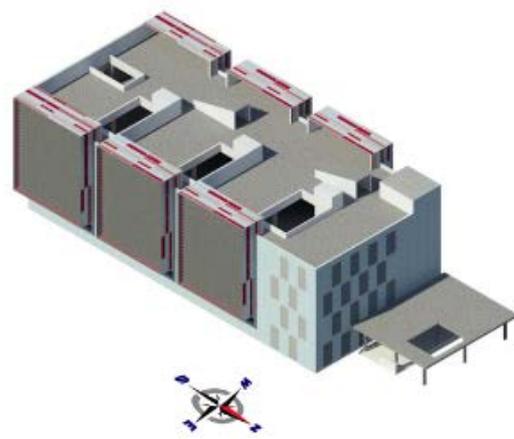
4.2.3.2. SOLUCIÓN A ADOPTAR EN LAS DIFERENTES FACHADAS

Según la propuesta que acabamos de detallar, las fachadas del edificio estarían orientadas de la siguiente forma;

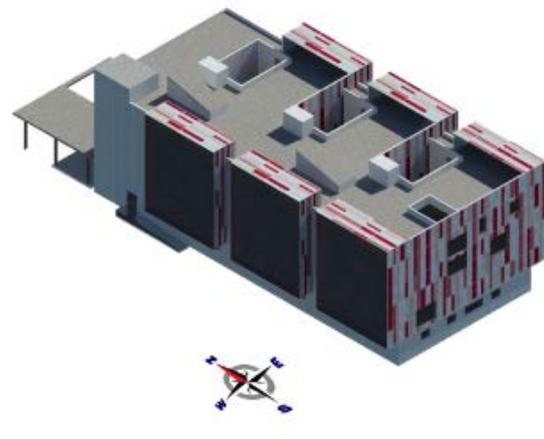
ORIENTACIÓN SUR



ORIENTACIÓN ESTE



ORIENTACIÓN NORTE



ORIENTACIÓN OESTE

Con la nueva orientación propuesta las fachadas del edificio están completamente orientadas a los puntos cardinales norte, sur, este y oeste. Esta nueva situación expone a las fachadas este y oeste a una misma duración de iluminación natural y por tanto de incidencia solar. Haremos una distinción a la hora de solventar el problema de ambas, siendo más preocupante la incidencia en la fachada este, ya que en esta zona del edificio se encuentran las principales estancias (despachos, aulas...), es decir, las zonas de más uso durante el día y en concreto por la mañana (horas en las que incide el sol en la fachada)

SOLUCIONES A ADOPTAR EN LAS DIFERENTES FACHADAS

En la **fachada norte** se tendrá que eliminar las lamas orientables y dejar al descubierto las ventanas para una mayor iluminación, ya que esta fachada no recibe radiación directa.

En la **fachada este** se tendrá que sustituir el sistema de lamas fijas por un nuevo sistema de lamas orientables a distintos ángulos. Estas nuevas protecciones solares deberán tener un factor solar bajo (opacas y tono de color claro) para ser eficaces contra la energía y la luz solar en las horas de máxima radiación.

Para ver qué diferencia existe ante los distintos ángulos de inclinación de las nuevas lamas orientables, vamos a realizar un estudio solar del despacho que anteriormente ya hemos analizado. La diferencia con el caso anterior es que ahora consideramos la nueva orientación propuesta del edificio.

El estudio lo realizaremos en el **solsticio de verano** para ver que ángulo es el más apropiado para la protección de la radiación directa, y en el **solsticio de invierno** con el fin de poder despejar la superficie acristalada con el fin de aprovechar las ganancias térmicas.

1. En primer lugar analizaremos con la inclinación actual de las lamas, es decir, con un **ángulo de 0°**.

ÁNGULO DE 0°

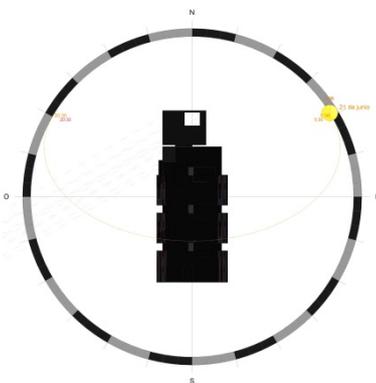


- Imagen importada de nuestro Revit. Sección transversal del despacho analizado (15/07/13)

SOLSTICIO DE VERANO (21 de junio)

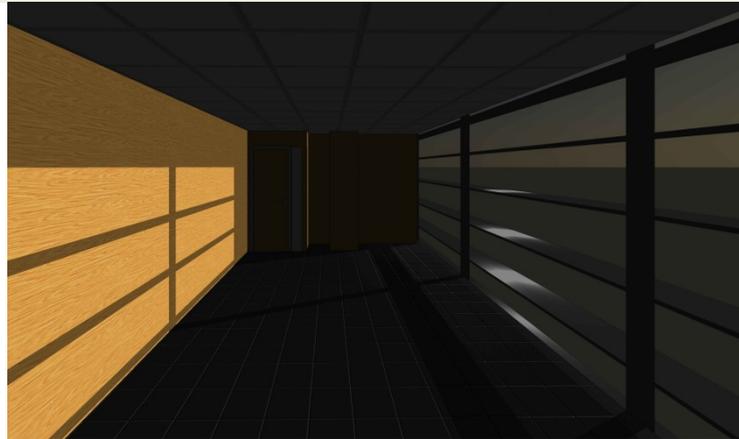
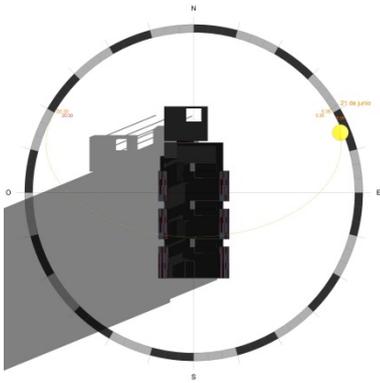
- POSICIÓN DEL SOL - 5.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 0°



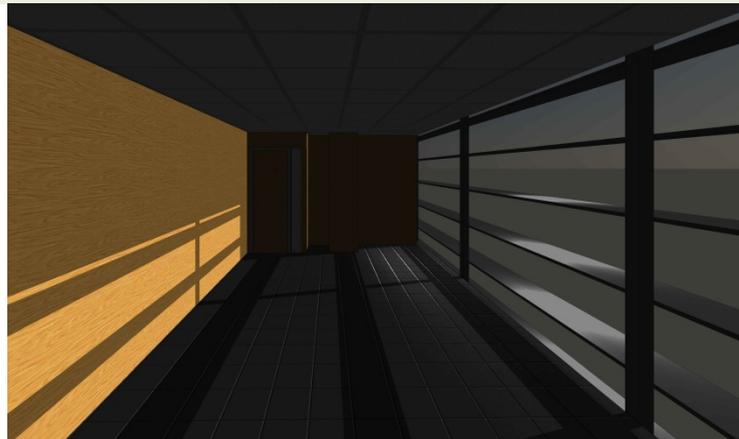
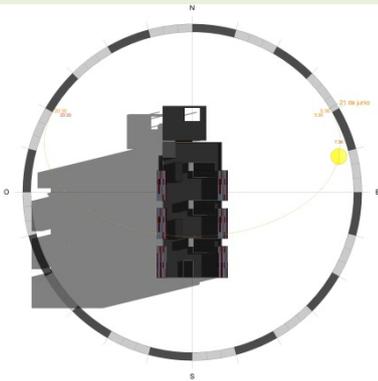
- POSICIÓN DEL SOL - 6.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 0°



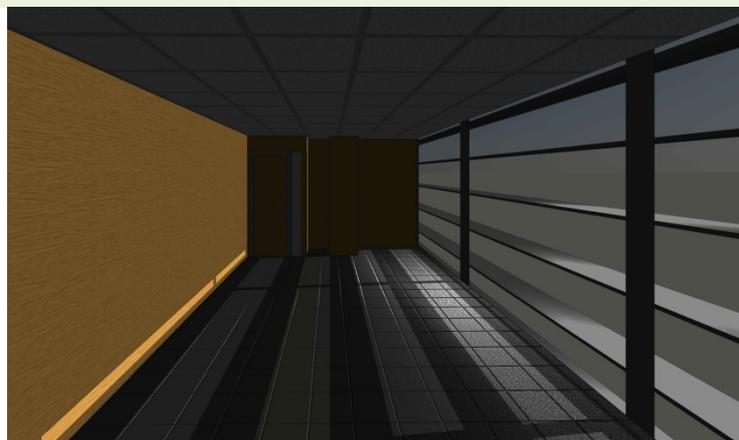
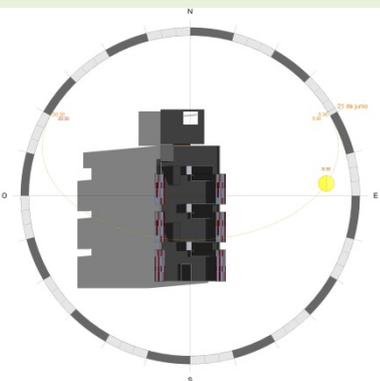
- POSICIÓN DEL SOL - 7.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 0°



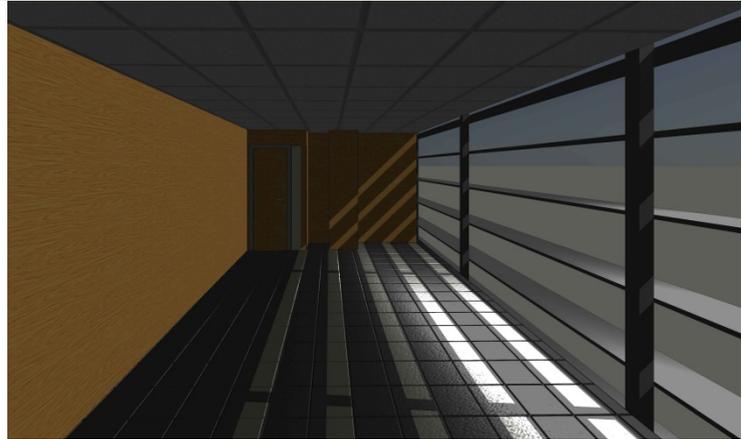
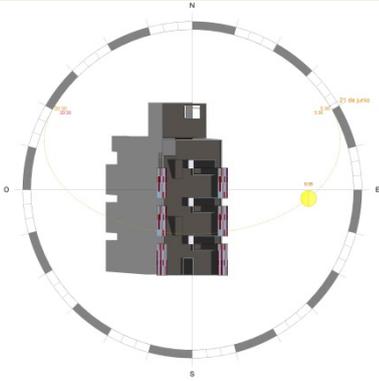
- POSICIÓN DEL SOL - 8.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 0°



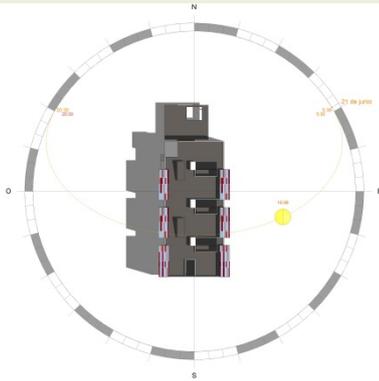
- POSICIÓN DEL SOL - 9.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 0°



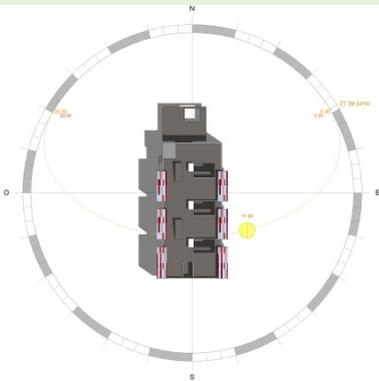
- POSICIÓN DEL SOL - 10.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 0°



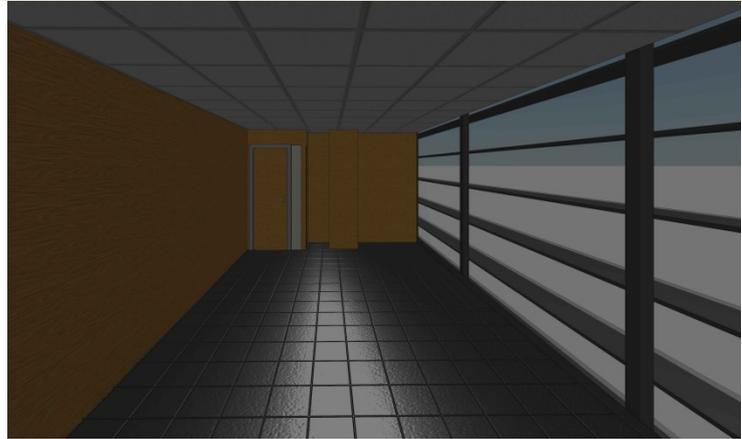
- POSICIÓN DEL SOL - 11.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 0°



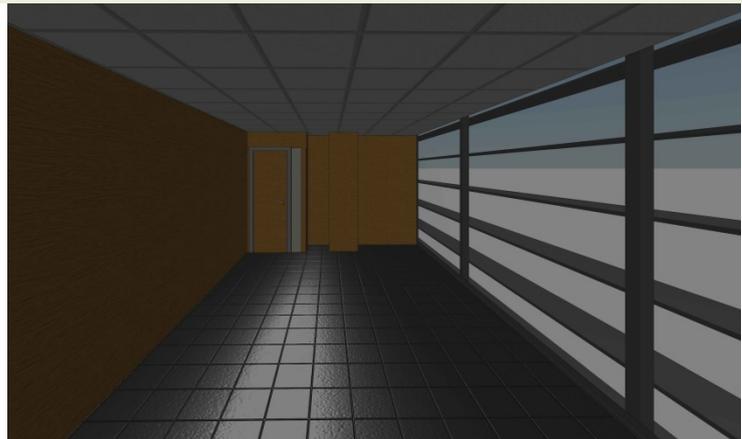
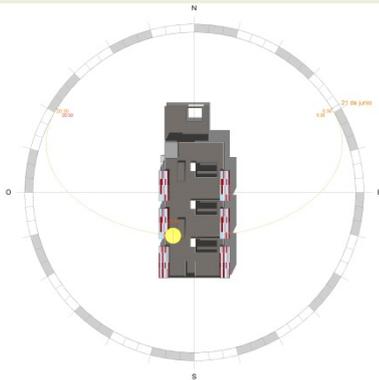
- POSICIÓN DEL SOL - 12.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 0°



- POSICIÓN DEL SOL - 13.36 horas

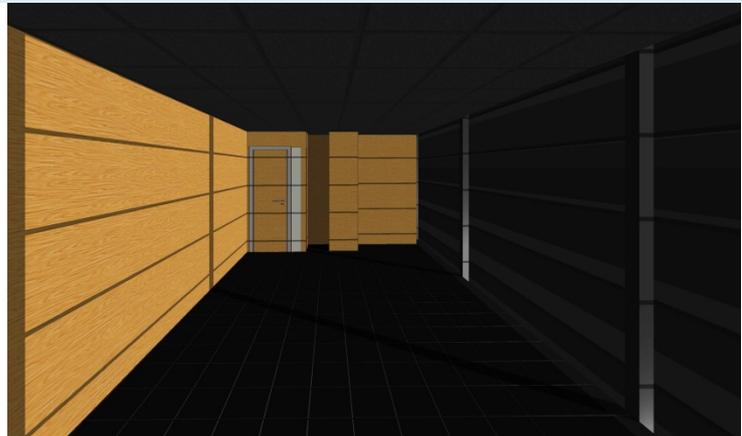
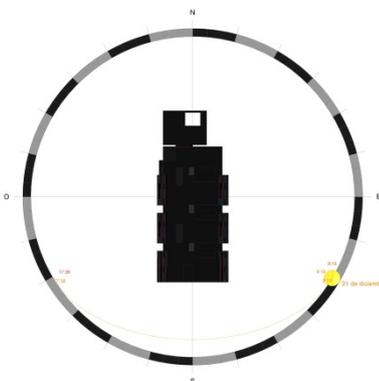
- ÁNGULO DE LAMAS - 0°



SOLSTICIO DE INVIERNO (21 de diciembre)

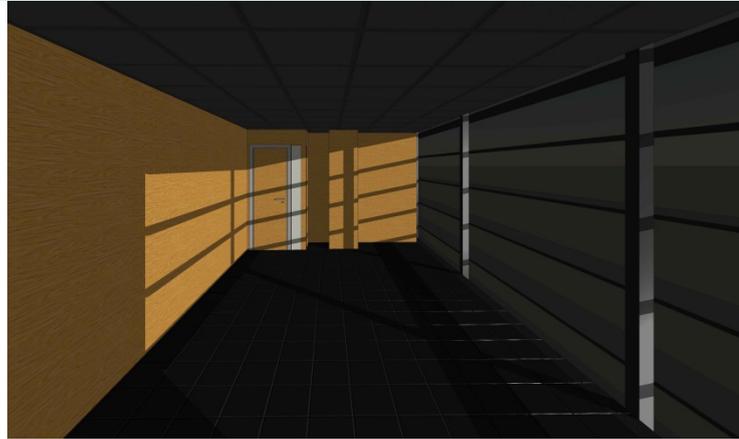
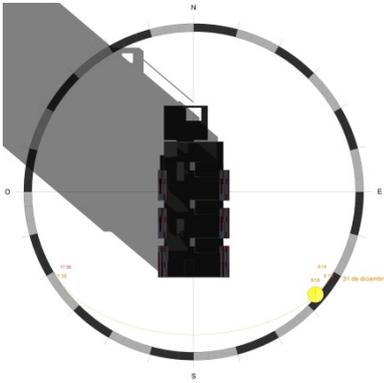
- POSICIÓN DEL SOL - 8.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 0°



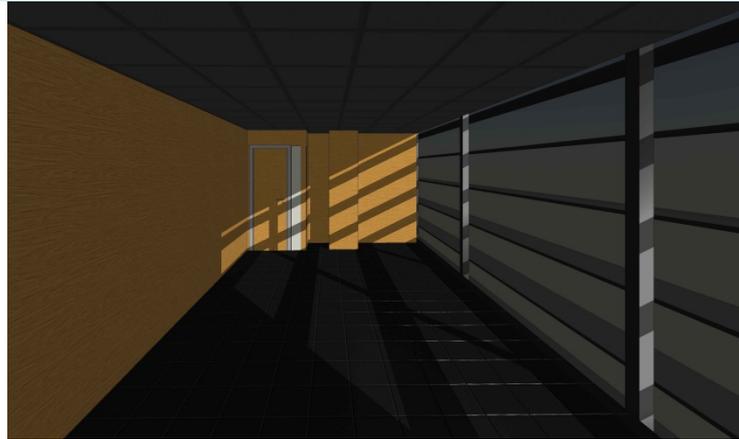
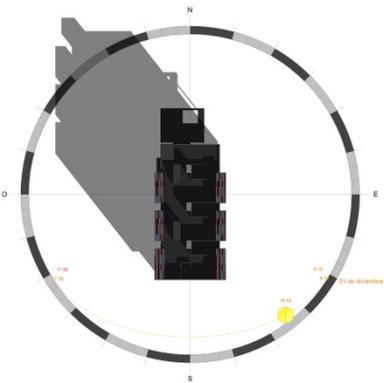
- POSICIÓN DEL SOL - 9.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 0°



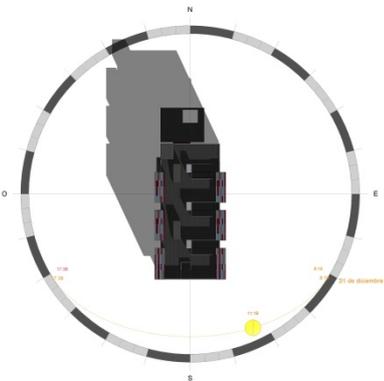
- POSICIÓN DEL SOL - 10.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 0°



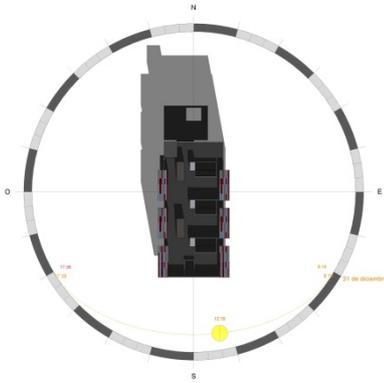
- POSICIÓN DEL SOL - 11.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 0°



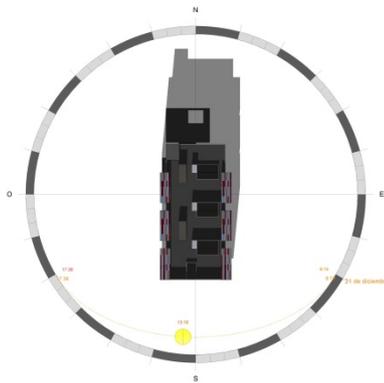
- POSICIÓN DEL SOL - 12.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 0°



- POSICIÓN DEL SOL - 13.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 0°



2. Seguimos analizando con una **inclinación de 30°**

ÁNGULO DE 30°

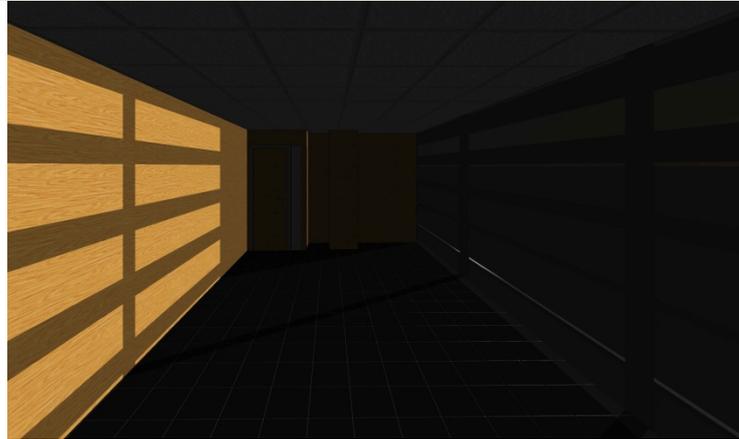
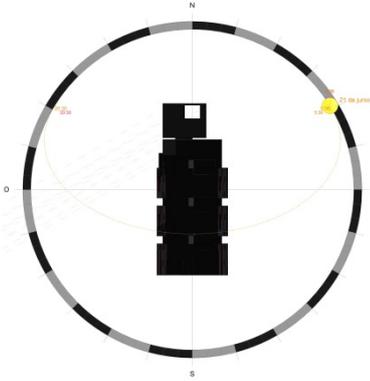


- Imagen importada de nuestro Revit. Sección transversal del despacho analizado (15/07/13)

SOLSTICIO DE VERANO (21 de junio)

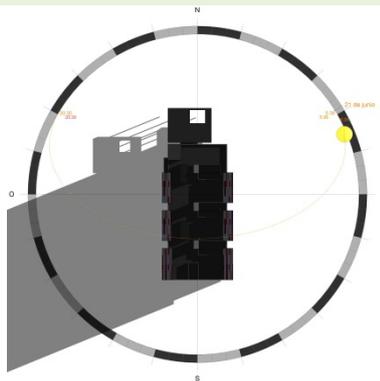
- POSICIÓN DEL SOL - 5.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 30°



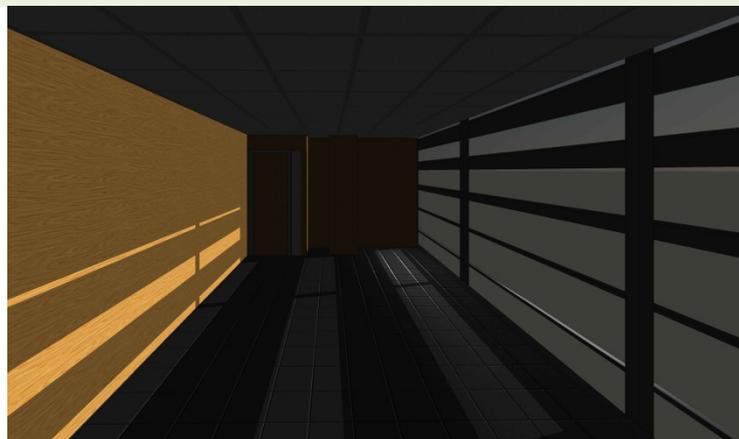
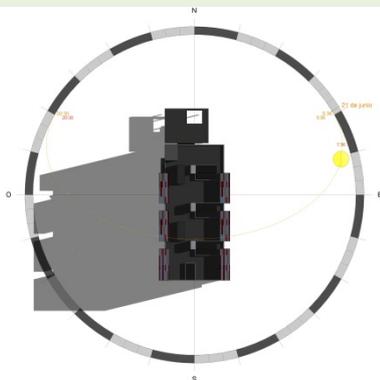
- POSICIÓN DEL SOL - 6.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 30°



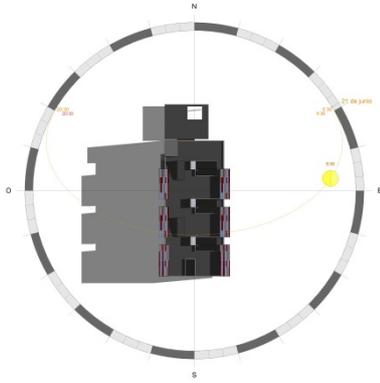
- POSICIÓN DEL SOL - 7.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 30°



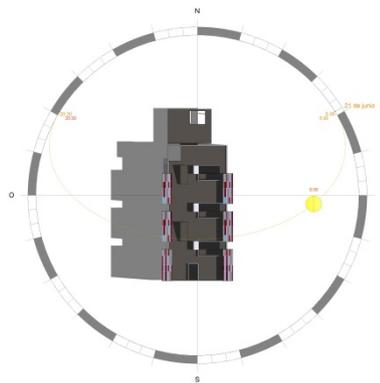
- POSICIÓN DEL SOL - 8.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 30°



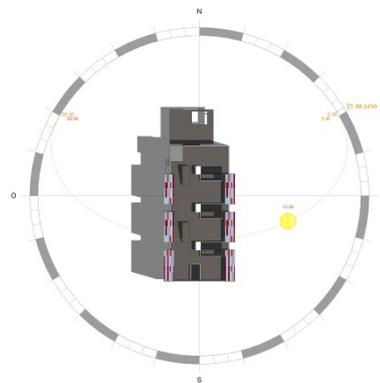
- POSICIÓN DEL SOL - 9.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 30°



- POSICIÓN DEL SOL - 10.36 horas

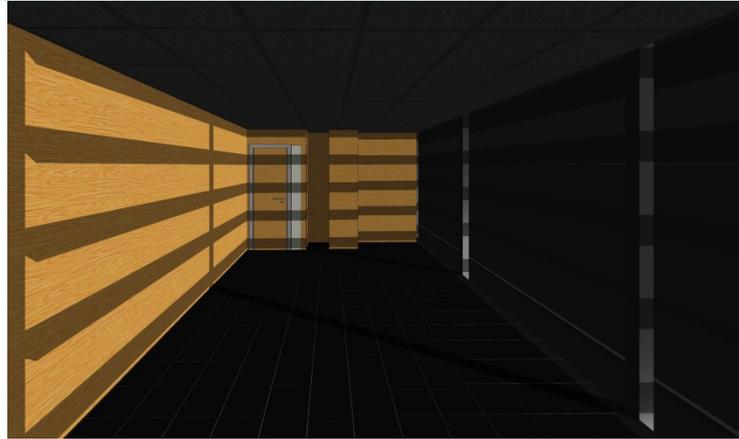
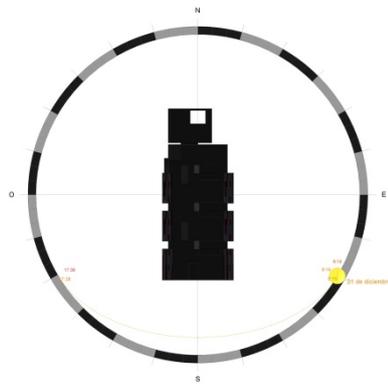
- ÁNGULO DE LAMAS - 30°



SOLSTICIO DE INVIERNO (21 de diciembre)

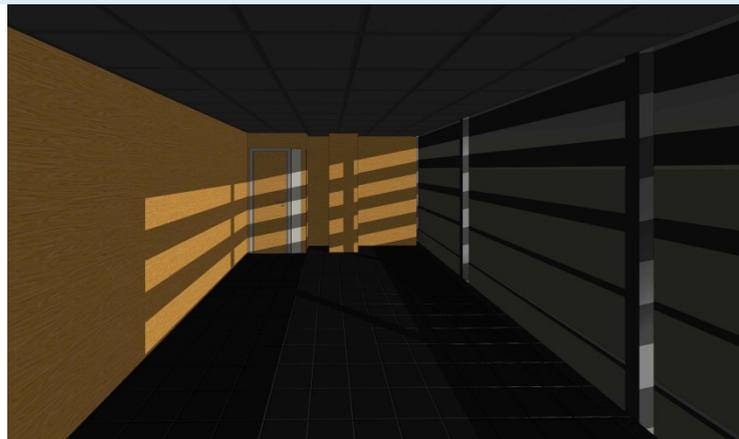
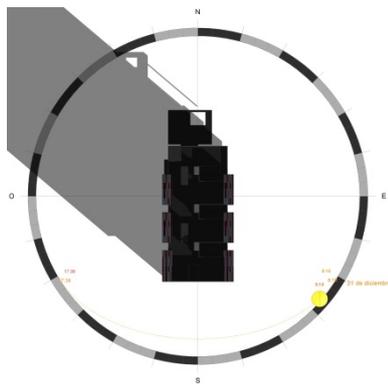
- POSICIÓN DEL SOL - 8.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 30°



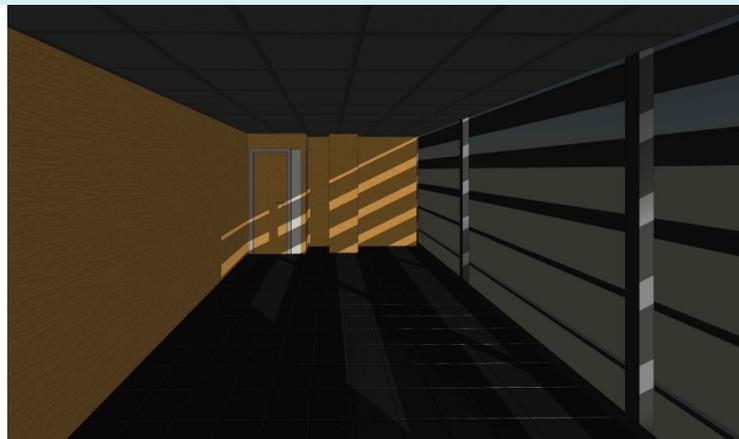
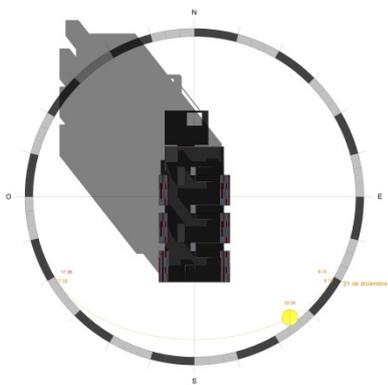
- POSICIÓN DEL SOL - 9.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 30°



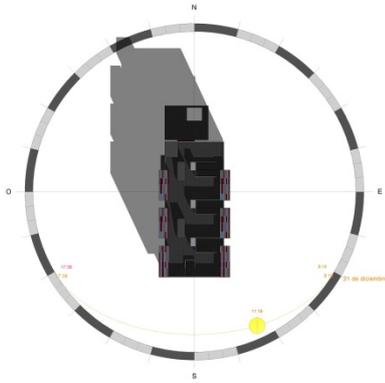
- POSICIÓN DEL SOL - 10.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 30°



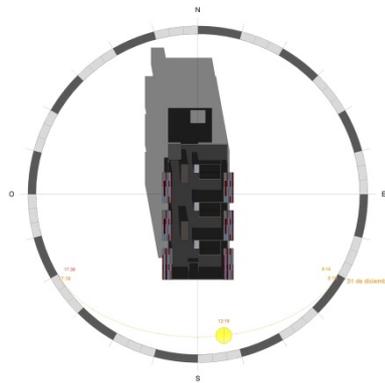
- POSICIÓN DEL SOL - 11.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 30°



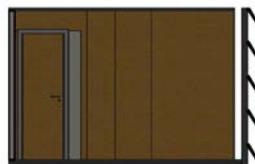
- POSICIÓN DEL SOL - 12.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 30°



3. Finalizamos este estudio analizando la **inclinación de 60°**

ÁNGULO DE 60°

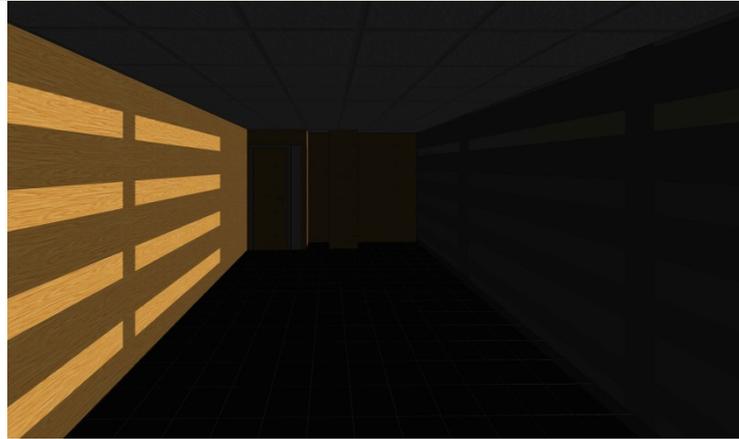
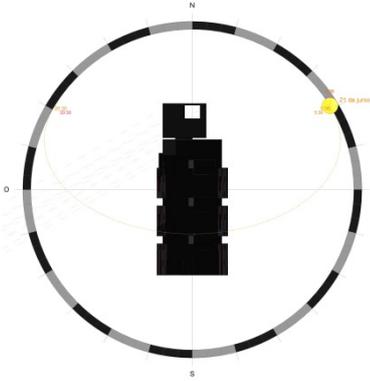


- Imagen importada de nuestro Revit. Sección transversal del despacho analizado (15/07/13)

SOLSTICIO DE VERANO (21 de junio)

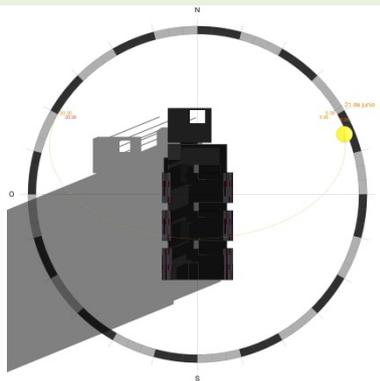
- POSICIÓN DEL SOL - 5.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 60°



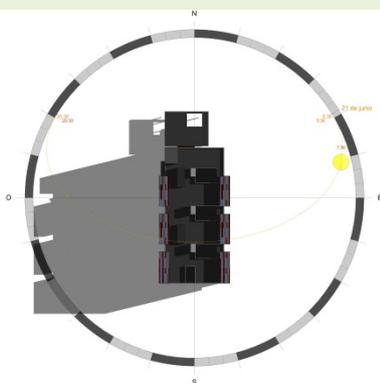
- POSICIÓN DEL SOL - 6.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 60°



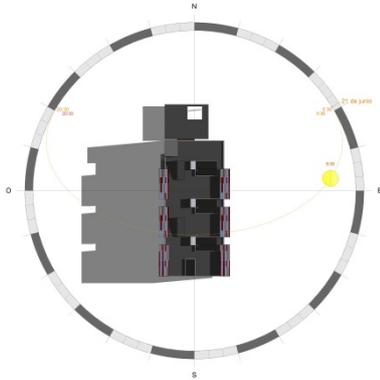
- POSICIÓN DEL SOL - 7.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 60°



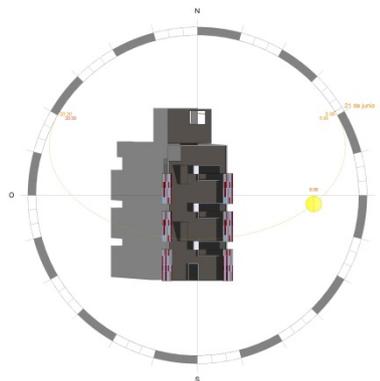
- POSICIÓN DEL SOL - 8.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 60°



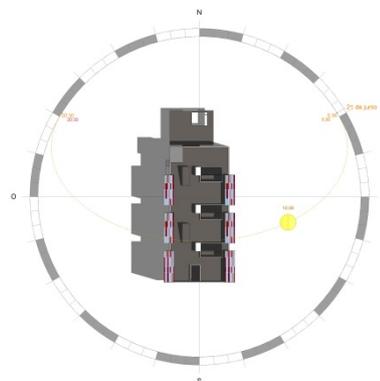
- POSICIÓN DEL SOL - 9.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 60°



- POSICIÓN DEL SOL - 10.36 horas

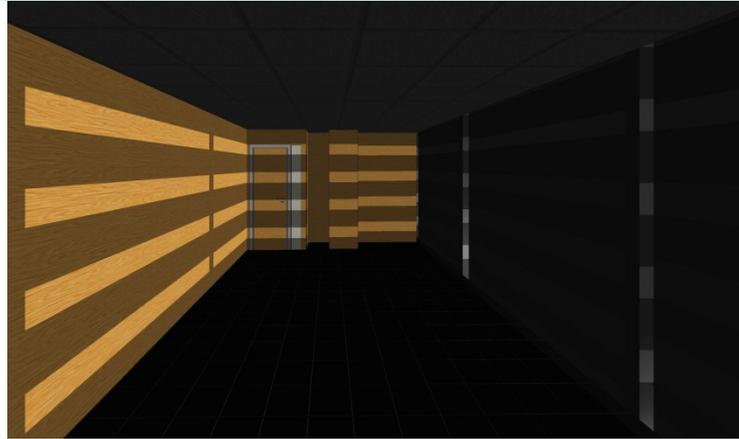
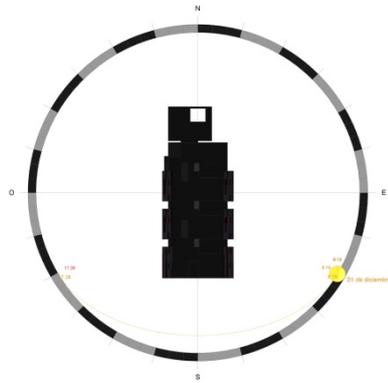
- ÁNGULO DE LAMAS - 60°



SOLSTICIO DE INVIERNO (21 de diciembre)

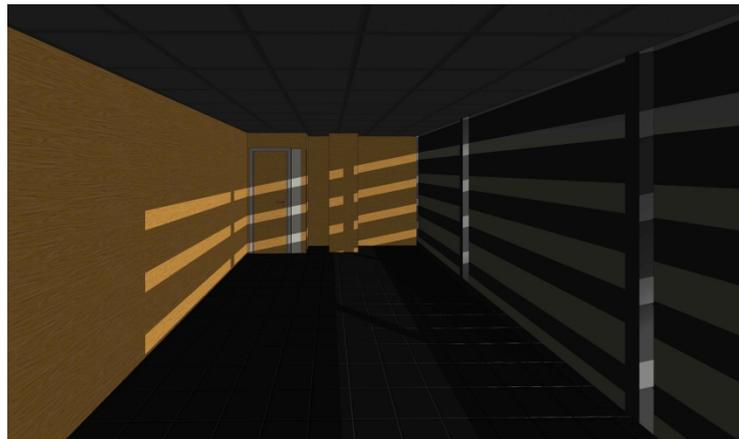
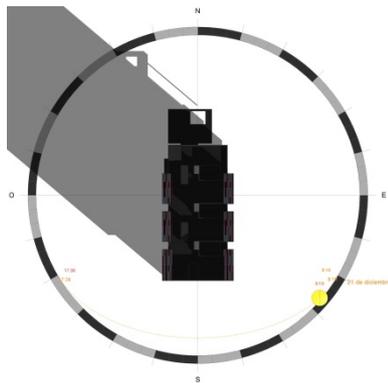
- POSICIÓN DEL SOL - 8.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 60°



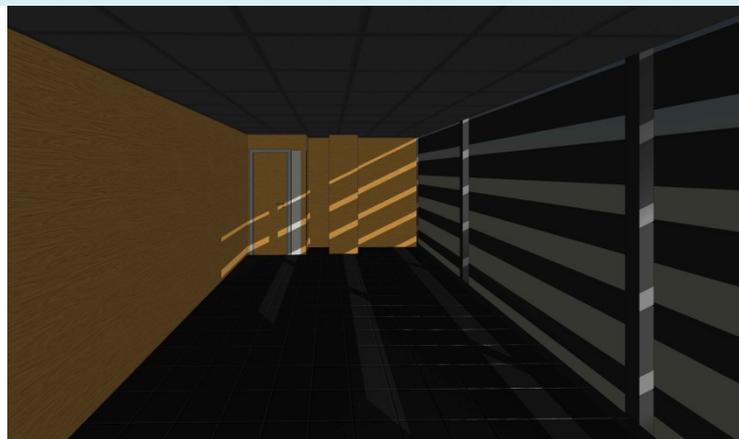
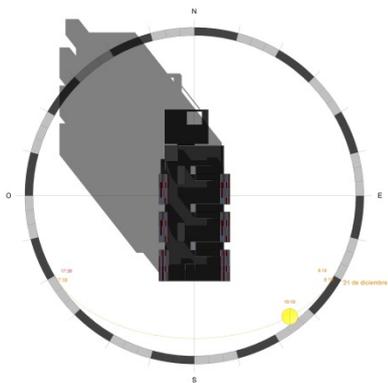
- POSICIÓN DEL SOL - 9.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 60°



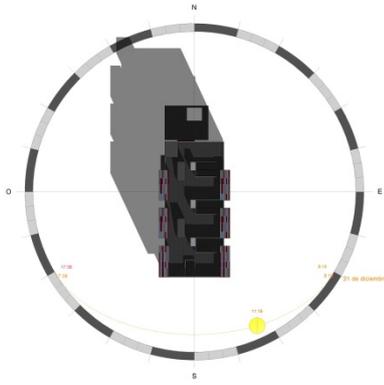
- POSICIÓN DEL SOL - 10.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 60°



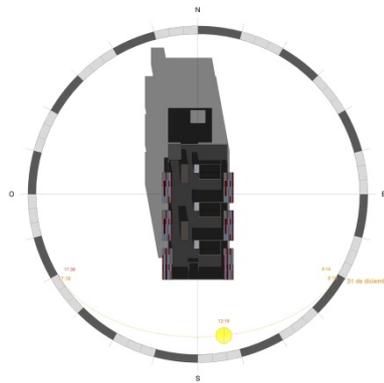
- POSICIÓN DEL SOL - 11.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 60°



- POSICIÓN DEL SOL - 12.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 60°

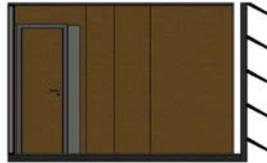


Como hemos dicho, el estudio que acabamos de realizar es para una situación supuesta en la que el edificio se construyera desde cero y se pudiera elegir la orientación. Pero la realidad es que este edificio ya está construido y por lo tanto orientado, así que vamos a realizar el mismo **estudio de la inclinación de las lamas orientables** partiendo de que el edificio se encuentra orientado como está actualmente, es decir, su **orientación real**.

1. Las lamas con una **inclinación de 0°** ya se han estudiado en el apartado 4.2.2.2. *Orientación e incidencia del sol en el edificio actual de este proyecto.*

2. Empezaremos analizando el despacho con una **inclinación de 30°**

ÁNGULO DE 30°

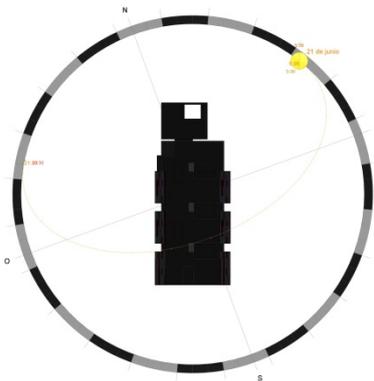


- Imagen importada de nuestro Revit. Sección transversal del despacho analizado (15/07/13)

SOLSTICIO DE VERANO (21 de junio)

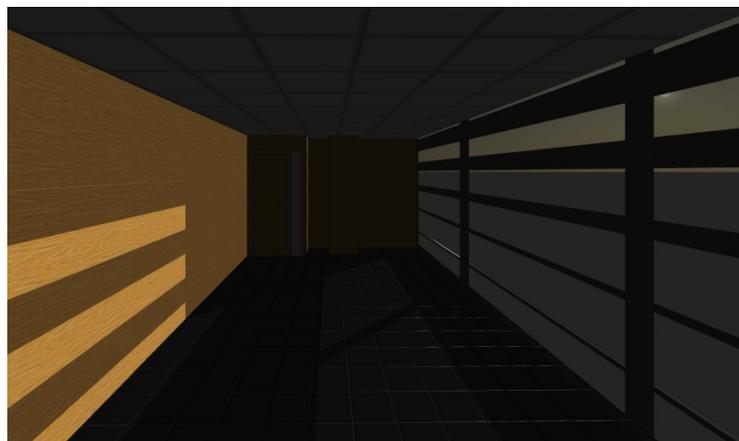
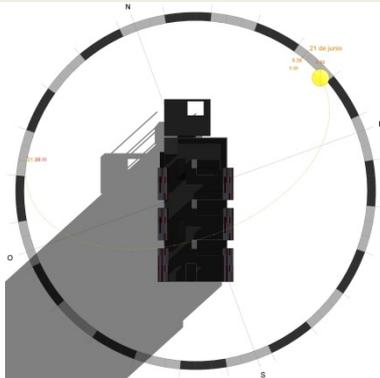
- POSICIÓN DEL SOL - 5.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 30°



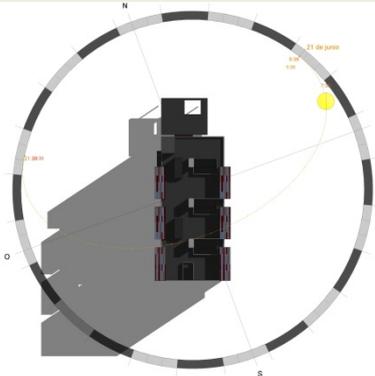
- POSICIÓN DEL SOL - 6.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 30°



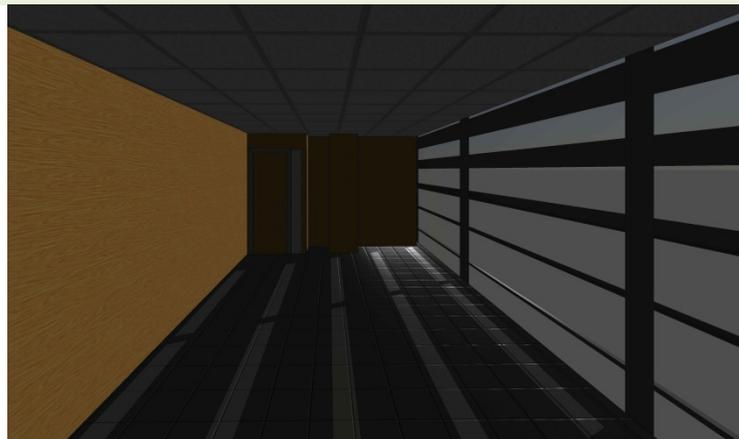
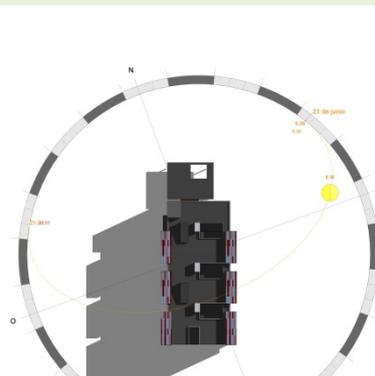
- POSICIÓN DEL SOL - 7.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 30°



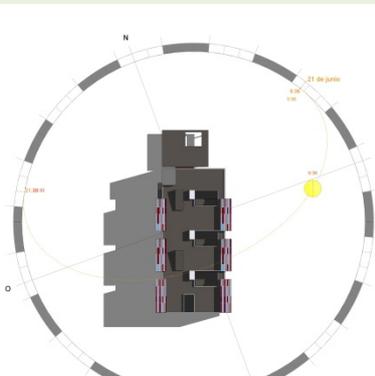
- POSICIÓN DEL SOL - 8.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 30°



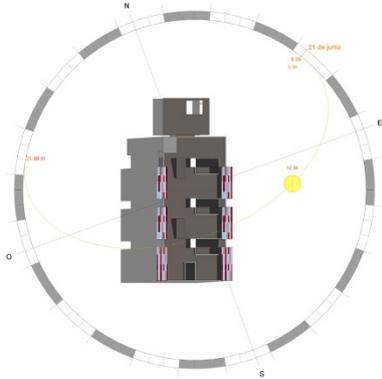
- POSICIÓN DEL SOL - 9.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 30°



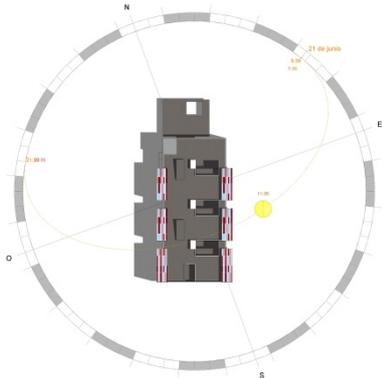
- POSICIÓN DEL SOL - 10.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 30°



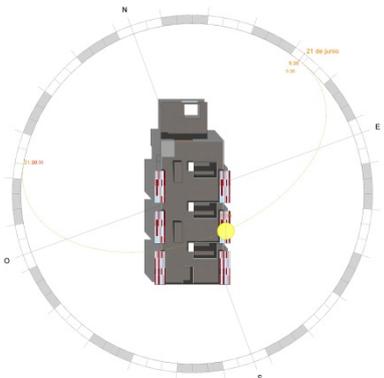
- POSICIÓN DEL SOL - 11.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 30°



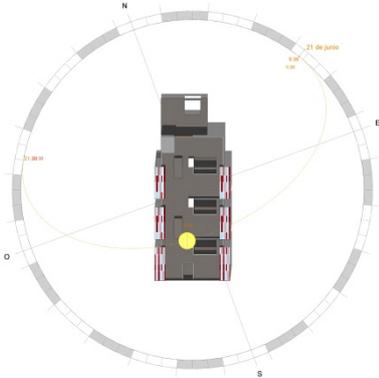
- POSICIÓN DEL SOL - 12.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 30°



- POSICIÓN DEL SOL - 13.36 horas

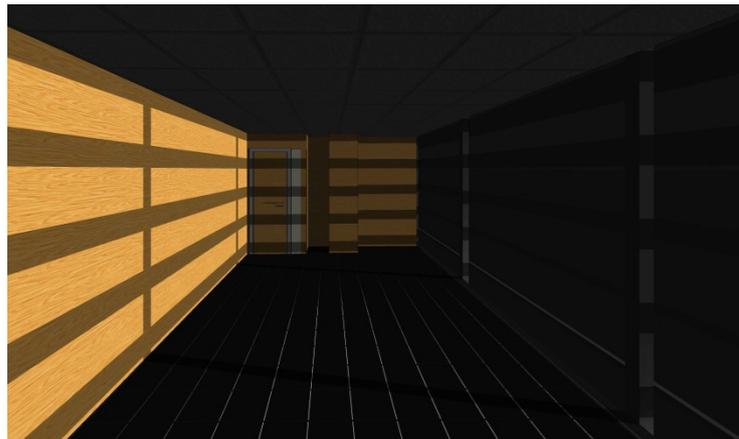
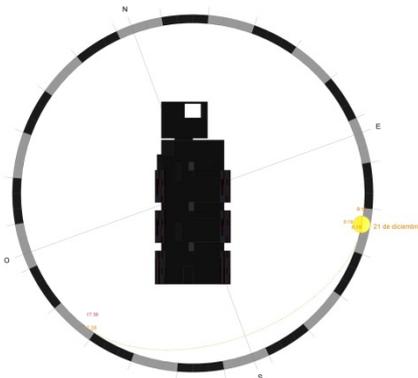
- ÁNGULO DE LAMAS - 30°



SOLSTICIO DE INVIERNO (21 de diciembre)

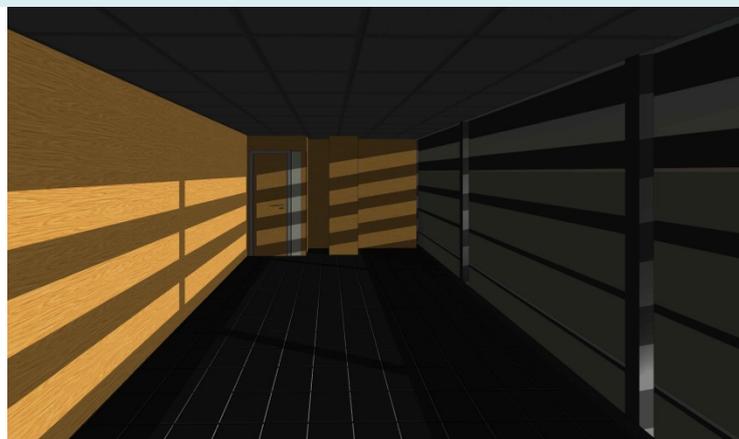
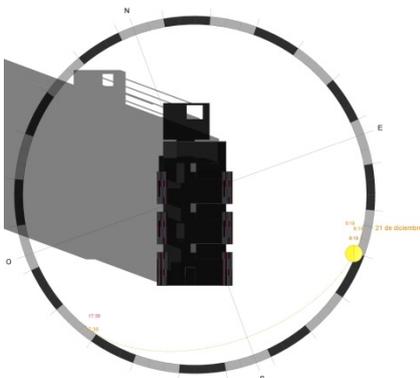
- POSICIÓN DEL SOL - 8.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 30°



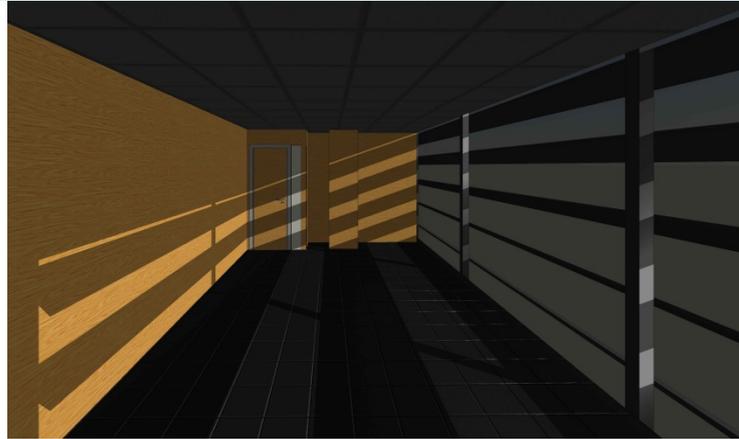
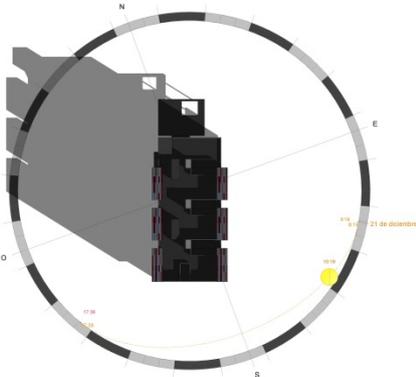
- POSICIÓN DEL SOL - 9.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 30°



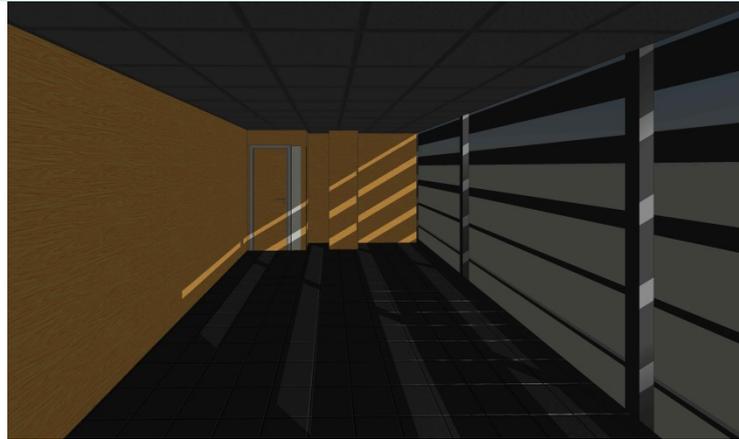
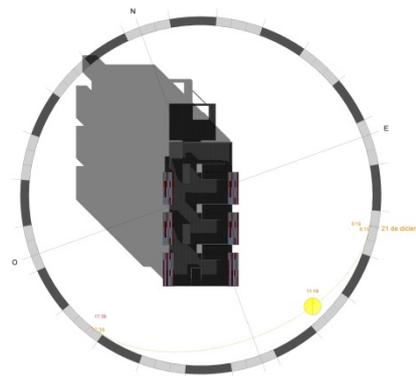
- POSICIÓN DEL SOL - 10.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 30°



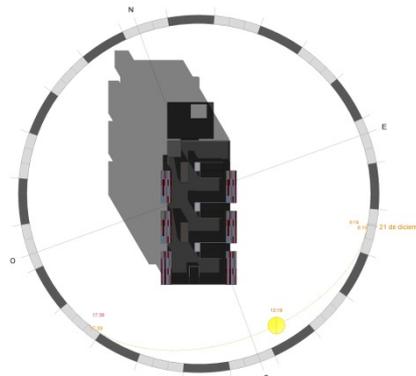
- POSICIÓN DEL SOL - 11.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 30°



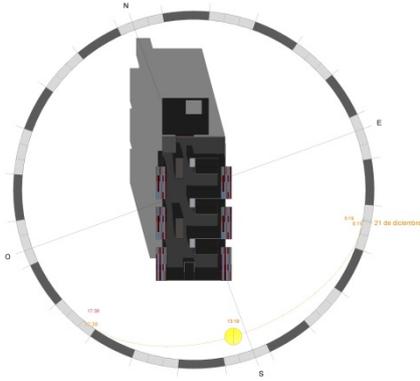
- POSICIÓN DEL SOL - 12.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 30°



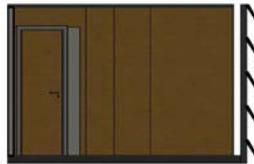
- POSICIÓN DEL SOL - 13.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 30°



3. Finalizamos este estudio analizando la **inclinación de 60°**

ÁNGULO DE 60°

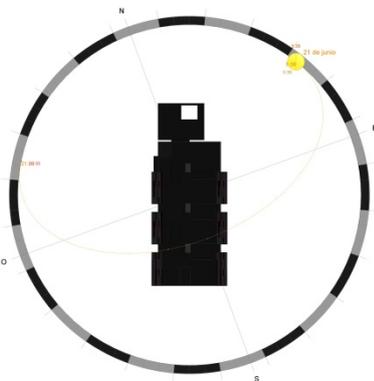


- Imagen importada de nuestro Revit. Sección transversal del despacho analizado (15/07/13)

SOLSTICIO DE VERANO (21 de junio)

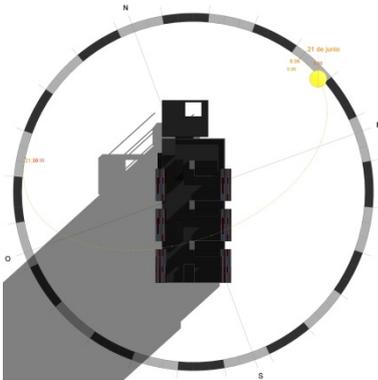
- POSICIÓN DEL SOL - 5.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 60°



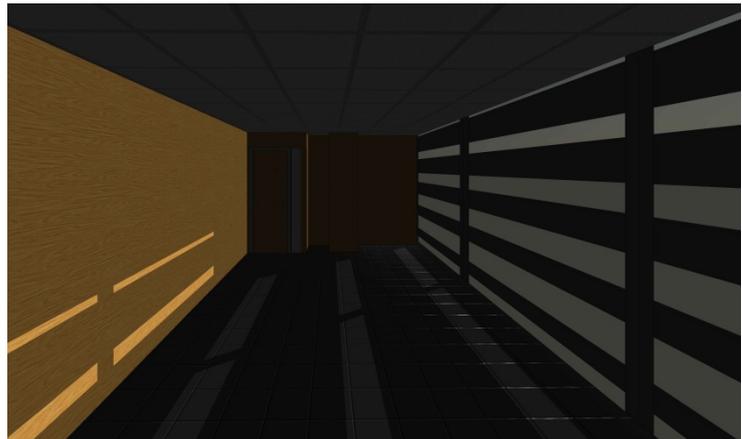
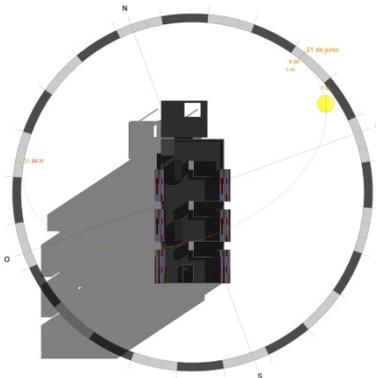
- POSICIÓN DEL SOL - 6.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 60°



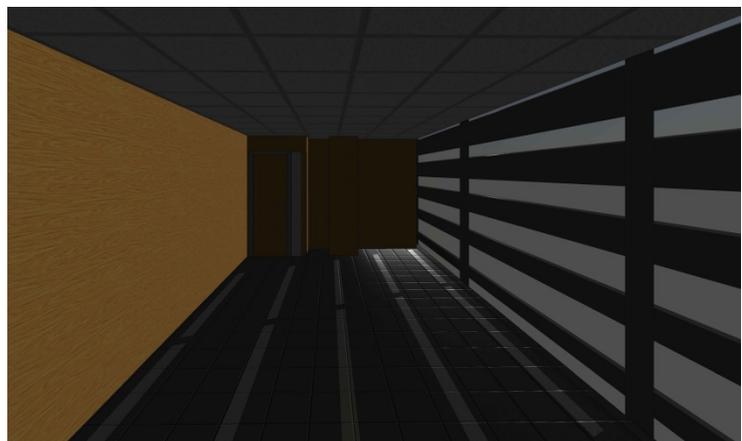
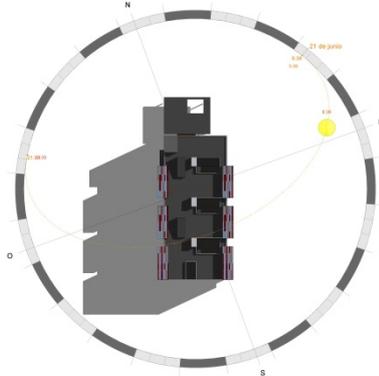
- POSICIÓN DEL SOL - 7.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 60°



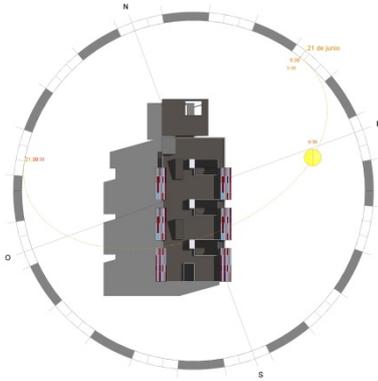
- POSICIÓN DEL SOL - 8.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 60°



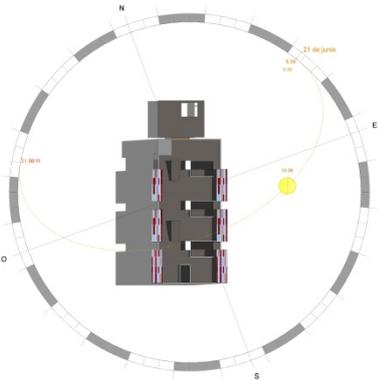
- POSICIÓN DEL SOL - 9.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 60°



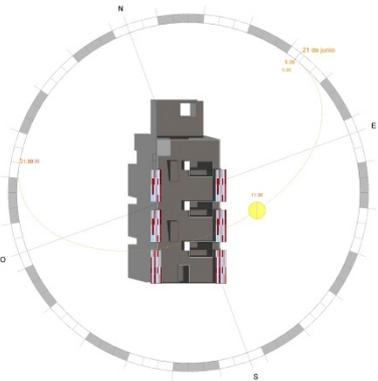
- POSICIÓN DEL SOL - 10.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 60°



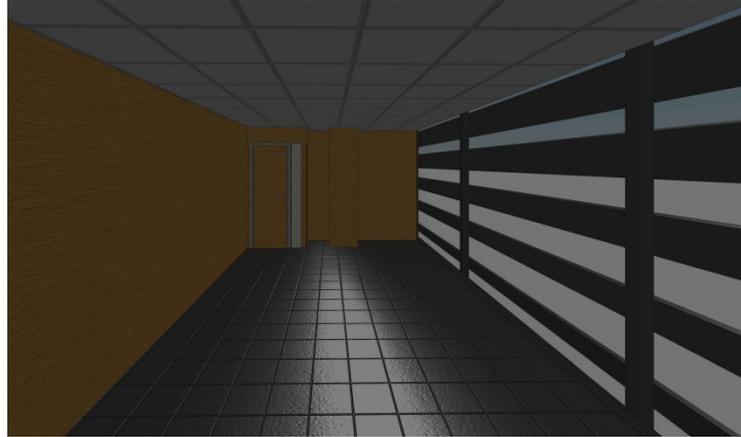
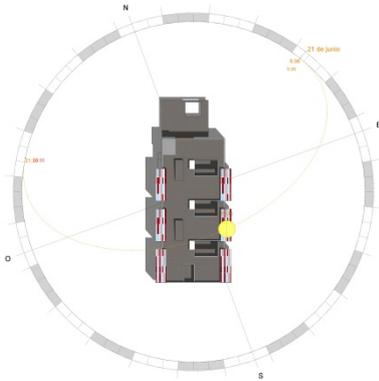
- POSICIÓN DEL SOL - 11.36 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 60°



- POSICIÓN DEL SOL - 12.36 horas

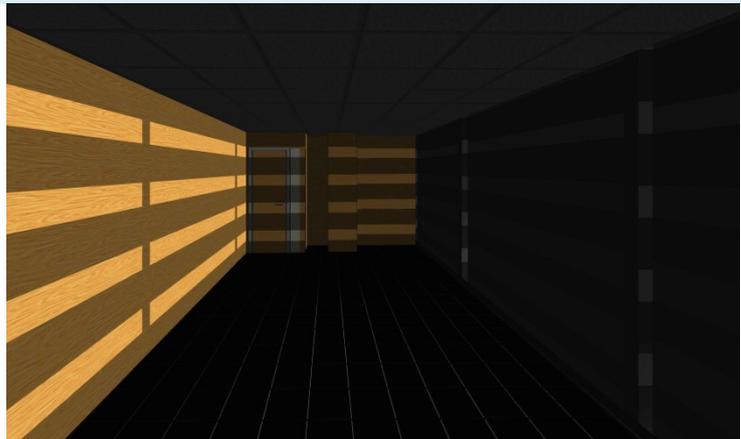
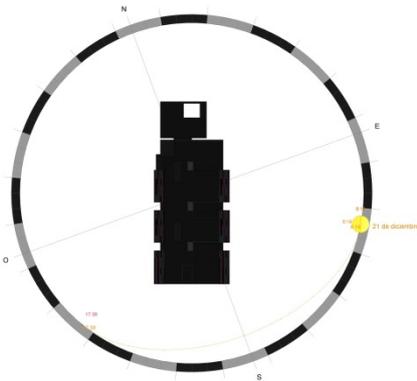
- ÁNGULO DE LAMAS - 60°



SOLSTICIO DE INVIERNO (21 de diciembre)

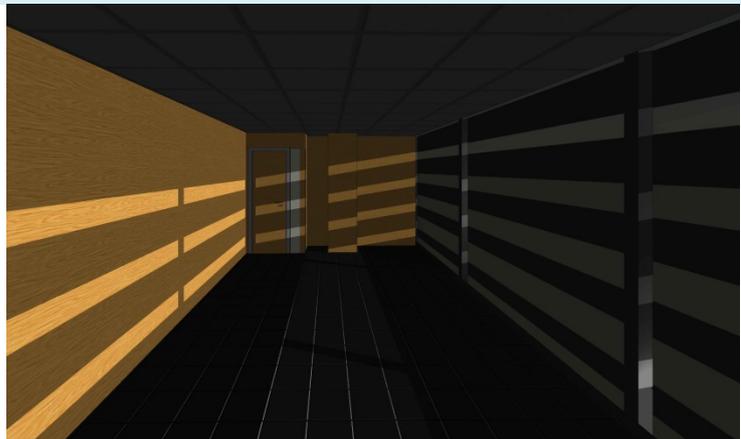
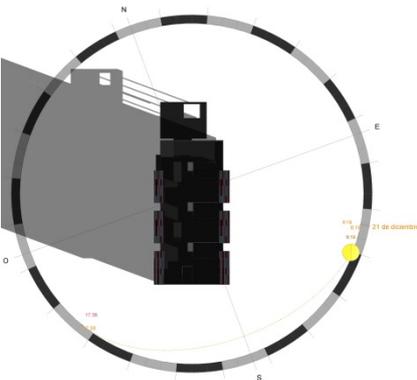
- POSICIÓN DEL SOL - 8.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 60°



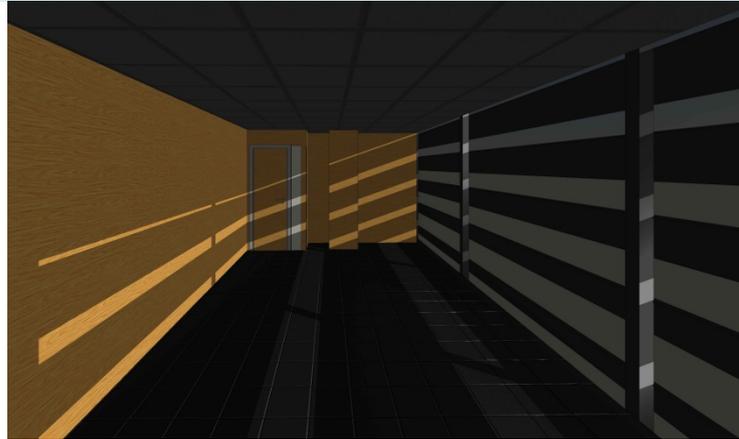
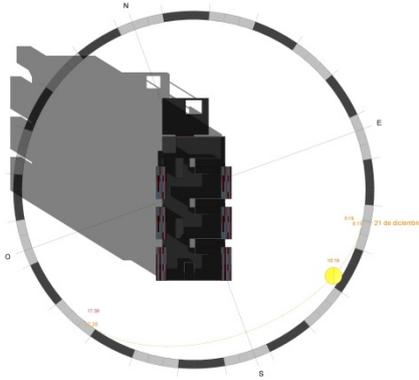
- POSICIÓN DEL SOL - 9.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 60°



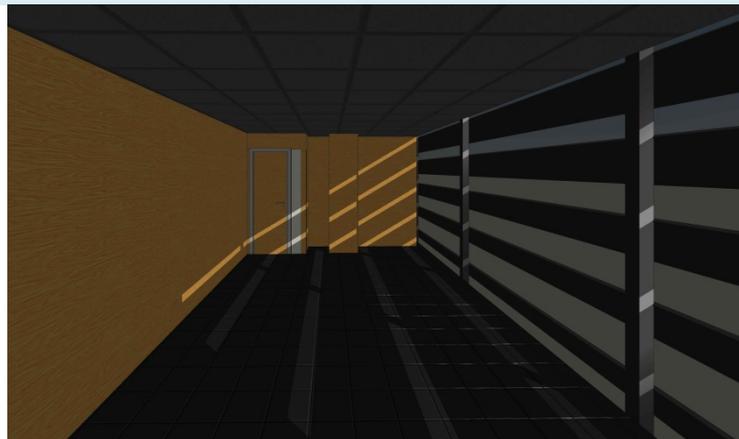
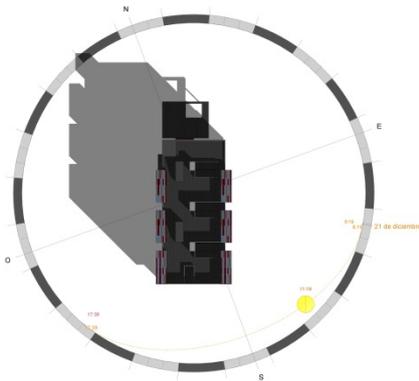
- POSICIÓN DEL SOL - 10.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 60°



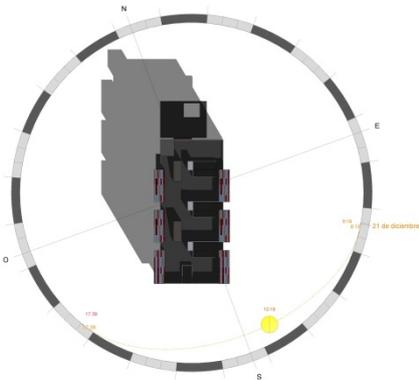
- POSICIÓN DEL SOL - 11.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 60°



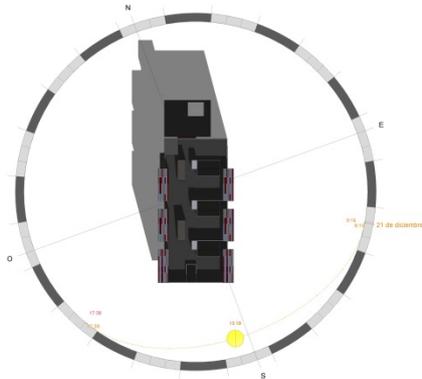
- POSICIÓN DEL SOL - 12.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 60°



- POSICIÓN DEL SOL - 13.19 horas

- ÁNGULO DE LAMAS - 60°



Como se ha visto en estos estudios, es más eficiente la orientación que hemos propuesto con la inclinación de las lamas en ángulo de 30° y 60° dependiendo de la hora del día en la que nos encontremos.

Una vez concluidas cuales son las orientaciones más aconsejables para cada situación, continuamos proponiendo las soluciones de las dos fachadas restantes.

En la **fachada oeste** las lamas también tendrán que considerarse orientables y con las mismas características que las que se coloquen en la fachada este.

Finalmente en la **fachada sur** proponemos solucionarla mediante el sistema constructivo de fachada verde con la finalidad de ganar masa y protección frente a la gran incidencia solar. Esta solución se podrá adoptar tanto en la situación supuesta siendo esta la de la orientación modificada, como para la situación actual en la que se encuentra el edificio.

SOLUCIÓN FINAL PROPUESTA PARA LA FACHADA VERDE.

Como estudiado, considero la solución más adecuada la solución constructiva llamada “Sistema f+p” por:

- Ligereza del sistema
- Clima adecuado

El botánico francés “Patrick Blanc”, está acreditado como el inventor del primer sistema hidropónico para la introducción de jardines verticales en edificios.

El sistema se compone principalmente de tres capas:

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

El sistema se instala sobre un marco formado por vigas verticales, este marco se fija al elemento del edificio o estructura donde se quiere instalar el jardín vertical; a continuación sobre el marco se pone unas láminas de PVC impermeable.

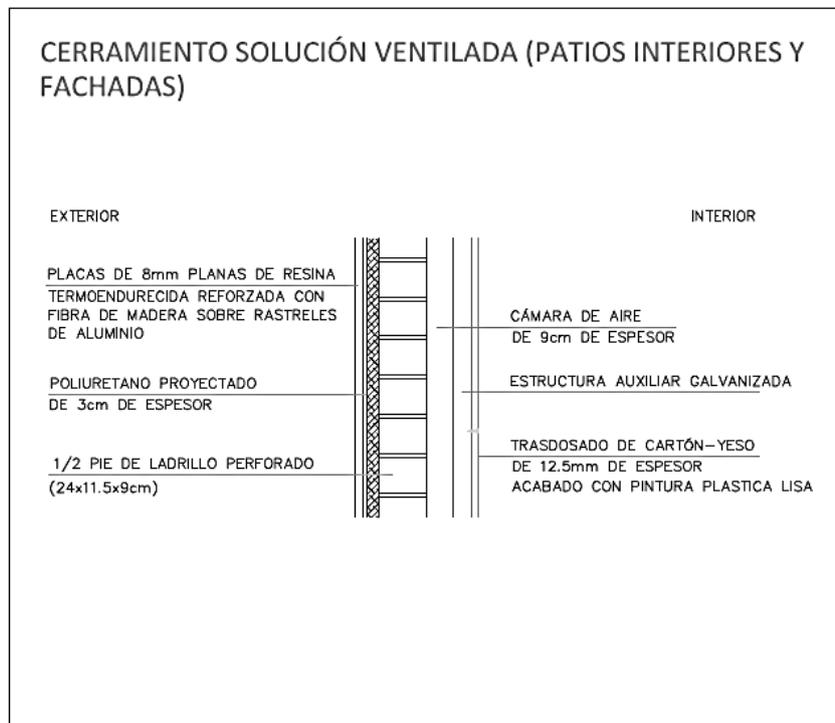
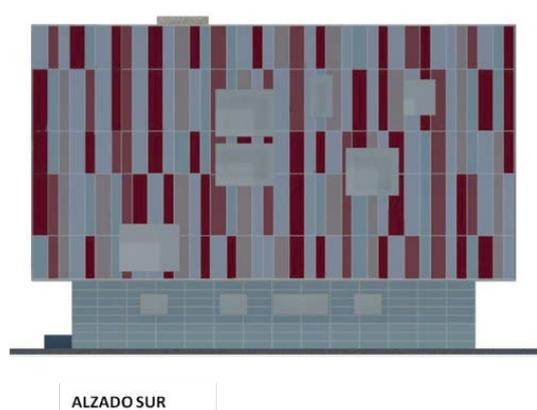
Tanto los sistemas para exterior como interior, tienes una cámara de aire entre la lamina impermeable y la pared, fachada o estructura existente. Este espacio mide próximamente 3 cm de ancho, y recorre toda la altura y la longitud del sistema vegetal. Esto permite que el aire circule libremente detrás del sistema y funcionar entonces como una pared ventilada.

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

Por la situación climática de Valencia, se pondrá la fachada verde en la cara SUR del edificio objeto de estudio, para una buena protección contra el ruido y sobre todo para una perfecta protección contra el calor en verano.

Estado actual

Fachada SUR:



Descripción de la intervención

La obra ajardinada de la fachada sur (en el edificio existente) consiste en la instalación de unas láminas donde se propicia el crecimiento vegetal y un sistema de riego con agua totalmente automatizada.

Para la colocación de las laminas será necesario la instalación de un enrastrelado de aluminio de 40x20x2 mm sobre la fachada previamente impermeabilizada mediante un panel impermeabilizado a base de copolímeros elásticos estireno-acrílicos de dispersión acuosa resistente a los rayos UVA.

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

Sobre todo este conjunto se realizará la plantación de especies acorde al lugar y climatología local.

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 de fachada intervenida es de 419 m²

Proceso de ejecución:

- 1) Quitar las placas de resina termoendurecida y quitar el poliuretano proyectado.
- 2) Poner capa de mortero de cemento hidrófugo.
- 3) Poner capa de pintura impermeable de revestimiento elástico.
- 4) Instalación de un enrastrelado de aluminio.
- 5) Replanteo de los paneles.
- 6) Colocación de juntas.
- 7) Colocaciones y fijación de láminas de polifeltro.
- 8) Colocación del riego.
- 9) Plantación.
- 10) Realización de pruebas de servicio.
- 11) Mantenimiento.

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

El primer paso será quitar las placas de resina termoendurecida desde la fachada Sur y quitar el poliuretano proyectado para permitir la instalación e fijación de la estructura portante de los paneles de PVC.

2) Poner capa de mortero de cemento hidrófugo.

Se pondrá una capa de mortero de cemento hidrófugo monocapa de 15 mm de espesor: se prepara la capa por una segunda capa de otro material.

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

Se pondrá la capa de pintura impermeable de revestimiento elástico de consistencia pastosa y color blanco, a base de copolímeros elásticos estireno-acrílicos en dispersión acuosa que, una vez seco, forma una película flexible, impermeable y duradera, revestida de blanco.

4) *Instalación de un enrastrelado de aluminio.*

Para la colocación de las laminas será necesario la instalación de un enrastrelado de aluminio de 40x20x2 mm sobre la fachada previamente impermeabilizada mediante impermeabilizante a base de copolímeros elásticos estireno-acrílicos de dispersión acuosa resistente a los rayos UVA.



- “Detalle de los enrastrelado del proyecto de la fachada verde en paterna” (foto echa el día 14/10/2010)

Es el elemento constructivo resistente situado detrás del revestimiento, que transmite los esfuerzos de éste a la estructuras del edificio, o que forma parte de ella, 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 sustento adecuado al anclaje.

Naturaleza del soporte	Aptitud
Hormigón.	Excelente
Ladrillo macizo.	Muy buena
Ladrillo perforado.	Buena
Bloque de hormigón con separación entre tabicas de 30 mm. y grueso de las mismas de 30 mm.	Buena
Ladrillo de termoarcilla de células huecas pequeña.	Buena
Ladrillo hueco.	Inaceptable
Bloque de hormigón de doble tabica.	Inaceptable

En el dimensionamiento del anclaje se debe tener en cuenta la resistencia del material y la situación de éste respecto a juntas y bordes de las fábricas.

En nuestro caso las fachadas están formada con ladrillo perforado y entonces se puede fijar la estructura portante de acero y no falta poner los anclajes: es suficiente poner directamente los paneles en PVC directamente al soporte.

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



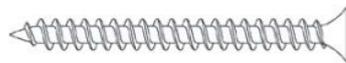
- “Detalle de del anclaje mediante tornillería galvanizada de 5 mm y taco Fisher SX8 del proyecto de la fachada verde en Paterna” (foto echa 14/10/2010)



Taco **SX**

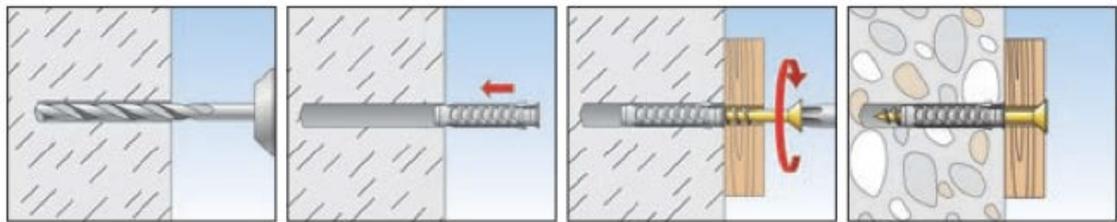


Tornillo para madera



Tornillo rosca aglomerado

- Detalle taco Fischer. (Imagen obtenida de Google el 5/06/2013)



- Detalle instalación del taco Fischer. (Imagen obtenida de Google el 5/06/2013)

Tipo	Art. N°	Ø Perforación	Profundidad mínima de perforación	Largo = Prof. mínima de anclaje	Tornillo adecuado	Cant. por caja
		d_0 [mm]	t [mm]	$l = h_{ef}$ [mm]	$d_s \times l_s$ [Ø mm]	piezas
SX 4	070004	4	25	20	3 a 4	200
SX 5	070005	5	35	25	3 a 4	100
SX 6	070006	6	40	30	4 a 5	100
SX 8	070008	8	50	40	4.5 a 6	100
SX 10	070010	10	70	50	6 a 8	50
SX 12	070012	12	80	60	8 a 10	25
SX 14	070014	14	90	70	10 a 12	20
SX 16	070016	16	100	80	12 (1/2")	10

- “Detalles constructivo taco Fischer” (Imagen obtenida de Google el 5/06/2013)

5) Replanteo de los paneles.

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

PANEL DE PVC ESPUMADO Ug-P 10

Grosos	10 mm
Punto de rotura	40 N/mm ²
Color	Blanco
Resistencia a los rayos UV	Limitada (no tiene exposición)
Limites de temperaturas	-50 °C hasta +80°C
Durabilidad	> 30 años



- “Detalle de remate” (imagen obtenida da Google en data 16/06/2013)

6) *Colocación de juntas.*

Se fijaran los panel con juntas de silicona o resina epoxi.



- “Detalle de colocación de juntas del proyecto de la fachada verde en Paterna” (foto echa 14/10/2010)

7) Colocaciones y fijación de las láminas de polifeltro.

Se posicionarán el polifeltro fitogenerante pH P-URB 700 (espesor 3 mm, ph6) anclada mediante grapas metálicas al panel Ug-P10

CARACTERÍSTICA POLIFIELTRO Ug-M500

Polypropeen + polietileno + 10% algodón biodegradable (este 10% sustituido por raíces en el futuro).

Resistente a ácidos y bases.

Punto de rotura: 5,5 kN/m

A1 UNE ISO ignifugo por sus saturación de agua (capa exterior).

Permeabilidad al agua: 5 litros por m²/sec

Durabilidad: 150 años; bajo circunstancias de arraigamiento 25 años sin mantenimiento.

8) Colocación del riego.

Esto sistema constructivo es un sistema de jardinería vertical de sustrato mineral y almacena agua durante un periodo determinado: se basa en un sistema similar a un 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 estacione convencional que podrá ser regulado por el mantenedor del jardín vertical: el riego del jardín se realiza mediante líneas de goteo situadas como máximo cada 2,5 m.

El almacenamiento de agua que se produce en la parte vertical del jardín, cayendo por gravedad. La capacidad de retención del sustrato es limitada, lo que no permite que los riegos se realicen de una manea muy espaciada, siendo necesario un riego casi continuo.

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

9) Plantación

Se plantarán las plantas a según del tipo de clima.

Las plantas se introducirán dentro del polifeltro, por lo que quedaran posicionadas como si estuvieran dentro un masetero colgado como se puede observar en la imagen.



- “Detalle plantación: Valencia” (Foto realizada en Paterna el 9/6/2013 por los integrantes del proyecto)

10) Realización de pruebas de servicio.

Se realizaran pruebas de servicio para la estabilidad de la estructura.

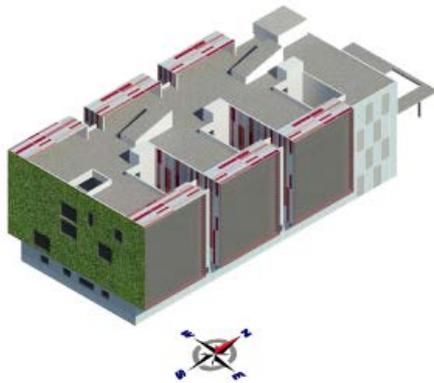
11) Mantenimiento.

El mantenedor del jardín vertical deberá realizar el siguiente proceso:

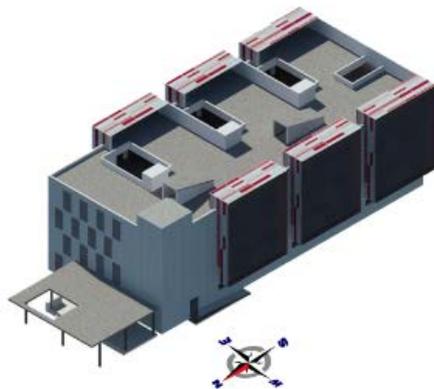
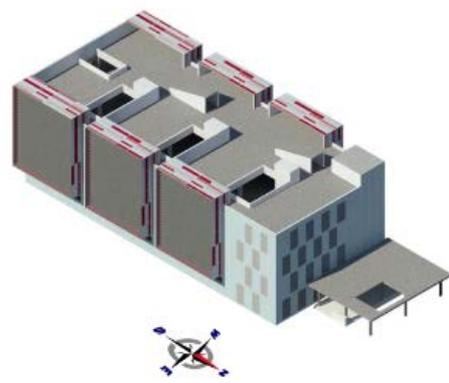
- Inspección del jardín vertical cada mes en los meses de verano y cada 2 meses el resto del año.
- Control visual continuo del funcionamiento del riego.
- Control visual de plagas.
- Reposición de mallas (inferior a la de un jardín convencional)
- Podas en función de las plantas seleccionadas para el jardín, estas podas pueden no ser necesarias, producirse desde una vez cada 2 a 3 años, hasta de forma trimestral.



ORIENTACIÓN SUR



ORIENTACIÓN ESTE



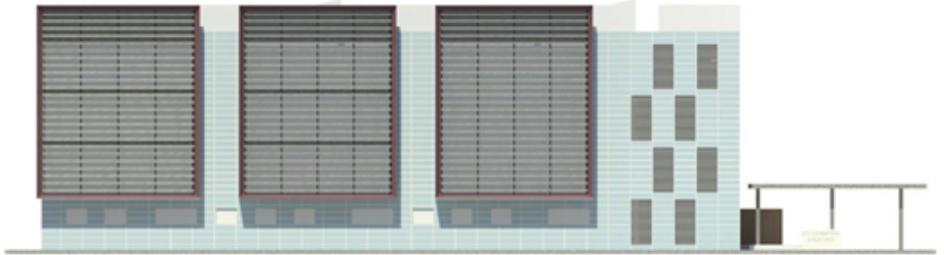
ORIENTACIÓN NORTE



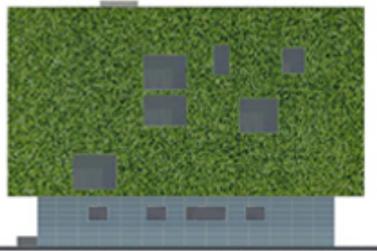
ORIENTACIÓN OESTE



ALZADO NORTE



ALZADO ESTE



ALZADO SUR



ALZADO OESTE

5. CONCLUSIÓN

Llegados a este punto podemos decir que el edificio tiene una serie de problemas que hemos encontrado a lo largo del estudio

Como problema principal hemos encontrado el error de orientación del edificio actual. Este problema afecta en gran medida al funcionamiento del edificio en términos de eficiencia energética ya que su mala orientación provoca un sobrecalentamiento del edificio al estar dos de sus fachadas principalmente muy sometidas a la exposición solar. Este problema posiblemente podría haberse solucionado en un principio si se hubiera proyectado con unos conocimientos adecuados sobre eficiencia energética ya que al orientar bien el edificio la incidencia solar sobre las fachadas se vería considerablemente reducida. Si bien esta solución sería la ideal, no se puede optar por realizarla ya que es meramente desde un punto de vista teórico ya que el edificio una vez construido no puede volver a orientarse.

Al analizar este problema hemos concluido en que el edificio además de su mala orientación posee una serie de problemáticas en menor medida que afecta a su envolvente.

Uno de los problemas que afectan a su envolvente es la mala colocación de las lamas de protección solar. La fachada norte presenta exposición solar mínima y contiene lamas abatibles; estas lamas no cumplen su función que es la de proteger el edificio de los rayos solares durante todos los días. La fachada este presenta lo opuesto a la fachada norte; está expuesta permanentemente a la radiación solar a lo largo del día y sus lamas están fijas por lo cual no cumple su función de protección. Estas lamas deberían de ser abatibles para evitar que la radiación solar penetre en el interior de los despachos produciendo un sobrecalentamiento de estos.

Otro problema que afecta a la envolvente recae en la fachada sur la cual es la más expuesta a la radiación solar. Esta fachada está totalmente expuesta a la incidencia del sol por lo que se ha propuesto una solución alternativa frente a la transmisión de calor producido por la radiación solar. Esta solución se basa en la colocación de una fachada verde que actúa como una barrera protectora evitando el sobrecalentamiento en verano y la retención de calor en invierno así también como una protección frente al ruido.

Como conclusión final, en base al estudio realizado y aplicando las soluciones expuestas pensamos que el edificio puede mejorar desde el punto de vista de eficiencia energética para un mayor ahorro energético y confort en su interior.

6. AGRADECIMIENTOS

A **Alejandro Peña Granell**, Deliniante Proyectista, por su enseñanza de Revit para realizar el diseño del edificio en 3D.

7. BIBLIOGRAFÍA

LA CONSTRUCCION GRIEGA Y ROMANA. Rafael Marín Sánchez. Servicio de publicaciones de la UPV. Valencia 2000.

LA CONSTRUCCION EN LA BAJA EDAD MEDIA. Julián Vicente

Magro Moro y Rafael Marín Sánchez. Servicio de publicaciones de la UPV. Valencia. 1999.

J.L.SERT, CONSTRUCCIÓN Y ARQUITECTURA. Edgardo Mannino. Editorial Gustavo Gili. Barcelona. 1999.

ENTRETIENS SUR L'ARCHITECTURE. Viollet-le-Duc. Francia. (2 volúmenes) 1863-1872.

LA CONSTRUCCIÓN MODERNA. Warland E.G. Editorial. Gustavo Gili. Barcelona 1947.

CERRAMIENTOS LIGEROS Y PESADOS EN LOS EDIFICIOS.

Antonio Rolando Ayuso. Biblioteca Técnica Universitaria; número 1. Editorial. Bellisco. Madrid 1999.

CERRAMIENTOS VERTICALES. Joaquín Garí y Santiago Soto, Editorial Ceac. 2002.

BANCO DE DETALLES ARQUITECTONICOS. Francisco Alcalde Pedero. Libro técnico. 1ª Edición, 5ª reimpresión, 2003.

MANUAL BÁSICO DE FACHADAS VENTILADAS Y APLACADOS REQUISITOS CONSTRUCTIVOS Y ESTANQUEIDAD. Autor: Eduardo Montero Fernández de Bobadilla.

Editado por Consejería de obras públicas, viviendas y transporte de la comunidad autónoma de Murcia. 2007.

SISTEMA DE ESTRUCTURA PARA FACHADAS DE LADRILLO CARA VISTA. Autora. Mª Concepción del Rio. Artículo de investigación.

LA FACHADA VENTILADA CON LADRILLO CARA VISTA. Ignacio Paricio Ansuategui. Artículo técnico.

FACHADA VENTILADA Y LIGERA. Ignacio Paricio Ansuategui. Editorial Bisagra. 2006.

PRESTACIONES Y NOVEDADES EN FACHADAS CON MATERIALES CERAMICOS.

LADRILLO CARA VISTA, TEJAS Y ADOQUIN. Enrique Sanz. Artículo técnico.

EVOLUCION DE LA FACHADA VENTILADA Y PROPUESTA DE FUTURO. Cristina Pardal, Ignacio Paricio. Publicación del departamento de Construcciones arquitectónicas de la escuela de Arquitectura del Vallés y Escuela de Arquitectura de Barcelona. 2006.

REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD DE ALICANTE, SESIÓN TÉCNICA SOBRE “FACHADAS CON BLOQUE DE HORMIGÓN”

SESION TECNICA SOBRE FACHADAS VENTILADAS, DE LA EMPRESA PROESGA.

Ponente, Juamber Sanchez. Universidad de Alicante.

REVISTA DE INVESTIGACIÓN BIA-COLEGIO OFICIAL DE APAREJADORES, ARQUITECTOS

TÉCNICOS E INGENIEROS DE LA EDIFICACIÓN DE MADRID. LA FACHADA VENTILADA. Eduardo Montero Fernández de Bobadilla

2.1 HISTORIA

<http://es.linkedin.com/in/valengomezjauregui>

2.1.1 GRECIA

<http://ellectorespectador.wordpress.com/2011/12/09/los-juicios-en-la-antigua-grecia-porraquel-terrero-carrasco-2o-de-bach-b/>

<http://www.famtrip.es/destinos-turisticos-en-grecia/atenas.html>

<http://arte.laguia2000.com/arquitectura/grecia/caracteristicas-de-los-ordenes>

2.1.2 ROMA

<http://www.enviajes.com/viajes-culturales/tours-por-museos-que-no-se-pueden-dejar-devisitar-en-roma.html>

<http://geotecnia-sor.blogspot.com.es/2010/12/historia-de-la-geotecnia-04-la.html>

<http://www.celtiberia.net/verimg.asp?id=7650>

<http://poesiadelmomento.com/hispanica/01mapa.html>

<http://megustalahistoriadeprimero.blogspot.com.es/2011/08/en-12-la-clase-la-dio-cecilia-9.html>

2.1.3 ISLAMICO

<http://loslugarestienenmemoria.blogspot.com.es/2011/11/la-alhambra-deleopoldo-torres-balbas.html>

<http://tutoriales.mastermedia.es/taj-mahal-con-after-effects/>

2.1.4 ROMANICO

http://historia.iesramonolleros.es/arte_prerromanico/arteasturiano.hm

<http://artetorreherberos.blogspot.com.es/2010/12/elementos-de-arquitecturaromanica-i-el.html>

<http://loslugarestienenmemoria.blogspot.com.es/2012/03/sobre-contrafuerteseatribos-botareles.html>

2.1.5 GOTICO

<http://www.imagenespedia.com/imagen-catedral-de-milan-1117.php>

<http://alcione.cl/?p=49>

2.1.6 RENACIMIENTO

<http://www.amberes.org.es/Ayuntamiento-de-amberes.php>

<http://bookchristianhistory.blogspot.com.es/2013/05/la-iglesia-de-roma-como-unaempresa.html>

2.1.7 BARROCO

<http://viajarlondres.blogspot.com.es/2008/01/catedral-de-san-pablo-st-pauls.html>

http://www.vigoenfotos.com/paris/paris_invalides_1.html

2.2.2 LA INNOVACION

<http://claudiovergara.wordpress.com/2010/03/05/citas-de-le-corbusier/>

<http://aldapetarte.blogspot.com.es/2010/05/villa-savoye-poissy-cerca-de-paris-le.html>

<http://argentina.urbansketchers.org/2010/05/villa-saboya-le-corbusier.html>

2.2.3 SOLUCION FACHADA VENTILADA

http://www.bibliocad.com/biblioteca/aislante-exterior-en-fachada-con-camara-deaire_39835

<http://www.fachadasventiladas.com/vista/index.php/ES/sistemas/ficha/32>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Fachada>

<http://www.interempresas.net/Construccion/FeriaVirtual/Producto-Fachada-ventilada-Frontiss-26656.html>

<http://vgatec.blogspot.com.es/2011/06/fachadas-ventiladas.html>

<http://vgatec.blogspot.com.es/2011/06/fachadas-ventiladas.html>

http://www.panelex.com.co/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=173%3Aelementos-de-proteccionambiental&catid=45%3Aelementos-de-proteccion-ambiental&Itemid=34&lang=en

<http://www.euronit.es/images/destacados/rehabilitacion/imgRehabilEdificio.png>

<http://www.arquigrafico.com/que-es-una-fachada-ventilada/>

http://www.mecanofas.com/cargador_ventiladas.htm

<http://www.esfer.es/contenidos/imagenes/imagen151.jpg>

<http://www.ceracasa.com/cmsupload/470px-ceracasa-bionictile-amb.jpg>

http://www.atlasconcorde.it/wordpress/wp-content/uploads/come_02.jpg

<http://www.gasteizmografia.com/que-es-un-puente-termico/>

<http://estructura.com/wp-content/uploads/poliuretano.jpg>

<http://iteeconomica.com/desprendimientos-de-fachada/>

<http://cronicasdelorient.com/tag/desprendimiento-fachada>

<http://www.ceramicamenendez.es/catalogo.php?id=2>

<http://www.ceramicaraja.com.ar/images/graf-1.jpg>

http://www.aislamientosvalencia.es/wp-content/uploads/2011/04/pladur_tabiqueria.jpg

http://www.pladur.com/es-es/particulares/descubrepladur/PublishingImages/Pg._4_Tabique.jpg

http://2.bp.blogspot.com/_EemLR5DxW7g/TQjinnRMh4I/AAAAAAAAAGd4/E2Zs8tJIP6Q/s1600/Nave.JPG

<http://www.formica.eu/es/gama-producto-exterior>

2.2.3 SOLUCION FACHADA VENTILADA

<http://www.alpoma.net/tecob/?p=485>

http://redboxy.blogspot.com.es/2009_05_01_archive.html

<http://architecture.about.com/library/blleiter-jenney.htm>
<http://kootation.com/baron-jenney-home-insurance-building-chicago-1884-1885-kootation.com.html>

<http://iala1011envido011.blogspot.com.es/2011/01/lenguaje.html>

<http://wirednewyork.com/skyscrapers/lever-house/>

http://en.wikipedia.org/wiki/Commonwealth_Building_%28Portland,_Oregon%29

<http://www.aislapak.com/productos.htm>

http://www.ediltec.es/Esp/prodotti-xfoam_1.htm

<http://www.impermeabilizaciones-img.com/aislamientos/espuma-de-poliuretano.html>

<http://www.dimaconstru.com/rollosylamfv.htm>

http://www.circuloverde.com.mx/es/cont/despachos_arquitectura/Valoracion-comparativa-de-la-eco-eficiencia-de-los-materiales-aislantes-termicos-en-edificacion_printer.shtml

<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.es/2012/11/resinas-urea-formaldehido.html>

2.2.3 INCONVENIENTES Y LIMITACIONES DE LAS FACHADAS CONVENCIONALES

http://html.rincondelvago.com/construccion_4.html

<http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=proyecto%20fachada>

<http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=proyecto%20fachada%20ventilada&source=web&cd=4&ved=0CD8QFjAD&url=http%3A%2F%2Friunet.upv.es>

<http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=proyecto%20fachada%20ventilada&source=web&cd=4&ved=0CD8QFjAD&url=http%3A%2F%2Friunet.upv.es>

<http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=proyecto%20fachada%20ventilada&source=web&cd=4&ved=0CD8QFjAD&url=http%3A%2F%2Friunet.upv.es>

<http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=proyecto%20fachada%20ventilada&source=web&cd=4&ved=0CD8QFjAD&url=http%3A%2F%2Friunet.upv.es>

<http://www.hispalyt.es/cd1/hispalyt/081.htm>

http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/ORGANOS_COLEGIADOS/CPH/instrucciones/EHE_es/

http://www.fcpcrv.com/images/pdf/articulo_vidrio_plano_2001.pdf artículo vidrios

https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_asignaturas/asig253021/informacion_academica/Introducci%F3n%20a%20la%20construcci%F3n%20sostenible%20l.pdf

<http://www.perusolar.org/wp-content/uploads/2012/02/19.REPRESENTACION-GRAFICA-DE-LA-POSICION-SOLAR-Y-UNA-SUPERFICIE-DADA-PARA-LA-CIUDAD-DE-COCHABAMBA.pdf>

<http://www.ividrio.com/factor-solar.html>

<http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/tema-3/CARTA-SOLAR.pdf>

CARTA SOLAR CILINDRICA

https://www.google.es/search?q=carta+solar+cilindrica+40+NORTE&bav=on.2,or.r_qf.&bvm=bv.48340889,d.ZWU&biw=1241&bih=567&um=1&ie=UTF-8&hl=es&tbn=isch&source=og&sa=N&tab=wi&ei=RzHLUbvaO-aM7AbgnYGyAQ#facrc=_&imgdii=_&imgrc=o2gH5dUtHDZsIM%3A%3BELlkDWVQTMpCLM%3Bhttp%25A%25F%252F%252Flh3.google.com%252FAtsergio%252FR3t69F7vjTI%252FAAAAAAAAAArw%252FGRFWiRTUaO8%252Fs400%252Fiso88591QCartacilEDndrica40.jpg%3Bhttp%25A%252F%252Fwww.elblogdeapa.com%252Fdescargas%252Fcarta-solar-cilindrica%252F%3B375%3B400

CARTA SOLAR ESTEREOGRÁFICA

https://www.google.es/search?q=carta+solar+cilindrica+40+NORTE&bav=on.2,or.r_qf.&bvm=bv.48340889,d.ZWU&biw=1241&bih=567&um=1&ie=UTF-8&hl=es&tbn=isch&source=og&sa=N&tab=wi&ei=RzHLUbvaO-aM7AbgnYGyAQ#facrc=_&imgdii=_&imgrc=Hy7X68r7yODIfM%3A%3BELlkDWVQTMpCLM%3Bhttp%25A%252F%252Flh3.google.com%252FAtsergio%252FR3t69F7vjUI%252FAAAAAAAAAAr4%252Fp3ErcG-rn28%252Fs400%252Fiso88591QCartaestereogrE1fica40.jpg%3Bhttp%25A%252F%252Fwww.elblogdeapa.com%252Fdescargas%252Fcarta-solar-cilindrica%252F%3B379%3B400

AZIMUT Y ALTURA SOLAR

https://www.google.es/search?hl=es&gs_rn=17&gs_ri=psy-ab&tok=OFFWDohPftcJiG1wfjA3mg&pq=wikipedia+carta+solar+de+fisher&cp=16&gs_id=25&xhr=t&q=azimut+y+altura+solar&biw=1241&bih=567&bav=on.2,or.r_qf.&um=1&ie=UTF-8&tbn=isch&source=og&sa=N&tab=wi&ei=SzrLUeSmHs_n7Aal2oG4Aw#facrc=_&imgdii=_&imgrc=fCOCj3-uDcKNwM%3A%3B0Qn9F2I43FyTeM%3Bhttp%25A%252F%252Fastroaula.net%252Fwp-content%252Fuploads%252F2013%252F05%252Fc1.png%3Bhttp%25A%252F%252Fastroaula.net%252Frecursos-didacticos%252Factividades%252Faltura-y-azimut%252F%3B371%3B340

APOYO DE TEORÍA SOBRE LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA:

Apuntes del Area de Eficiencia Energética de la Escuela Técnica Superir de Ingeniería de Edificación (UPV).

PLANO INTERACTIVO 2D DE LA UPV, EMPLAZAMIENTO DEL EDIFICIO Y ORIENTACIÓN DEL NORTE POLAR.

<http://www.upv.es/plano/plano-2d-es.html>

ESTUDIO FACHADAS VERDES

<http://www.urbanarbolismo.es/>

<http://es.paperblog.com/>

<http://obrasocial.lacaixa.es/>

<http://www.jardineriavillanueva.com/>

<http://dstudio.es/>

<http://www.santelmomuseoa.com/>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada>

<http://www.geoplast.it/ita/verde/wall-y/>

ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE FACHADAS VERDES COMO SOLUCIÓN SOSTENIBLE

<http://digilander.libero.it/pugenzoneonline/cascate/01cascata.jpg>

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ae/Hanging_Gardens_of_Babylon.jpg

http://it.wikipedia.org/wiki/Villa_Adriana

<http://www.flickr.com/photos/51345472@N06/4730324655/>

FRIEDRICH STOWASSER

http://es.wikipedia.org/wiki/Friedensreich_Hundertwasser

<http://www.urbanarbolismo.es/blog/?p=209>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia>

<http://www.transatlanticsketches.com/2011/09/memories-from-vienna-hundertwasserhaus-museum>

<http://triskel182.wordpress.com/2010/09/30/hundertwasserhaus-la-casa-matta-di-vienna/>

<http://foter.com/Ventanas/>

EFFECTOS MÁS RELEVANTES DE UNA FACHADA VERDE

<http://es.wikipedia.org/wiki/hoyano>

<http://es.wikipedia.org/wiki/hoyano>

<http://www.new-learn.info/packages/euleb/es/glossary/index.html>

NUTRIENTES NECESARIOS

<http://www.melcart.com/html/garden/pdf/MengolnfTec.pdf>

SISTEMA Y ANALISIS CONSTRUCTIVO DE LAS FACHADAS VERDES COMO ELEMENTOS
COLGANTES

http://www.urbanarbolismo.es/blog/?page_id=500

http://www.urbanarbolismo.es/blog/?page_id=500

http://www.urbanarbolismo.es/blog/?page_id=500

<http://www.jardineriavillanueva.com/>

http://www.urbanarbolismo.es/blog/?page_id=500

http://www.urbanarbolismo.es/blog/?page_id=500

http://www.urbanarbolismo.es/blog/?page_id=500

<http://www.inspirationgreen.com/the-green-wall.html>

SOLUCION FINAL

<http://www.fischer.es/tabid-333.aspx>

http://www.fischer.com.ar/pdf_productos/SX.pdf

http://www.fischer.com.ar/pdf_productos/SX.pdf

<http://www.emhart.eu/eu-es>