



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CATALUNYA

**MASTER EN INTEGRACION DE ENERGIAS
RENOVABLES EN LA ARQUITECTURA**

**LUZ NATURAL, Tema central de la Arquitectura
...sobre la obra de Alberto Campo Baeza**

**Autora: Tannya Pico
Director : Benoit Beckers**

Barcelona 2007

A mis padres y hermanos,
por su amor incondicional
y apoyo absoluto...

AGRADECIMIENTOS

A mi tutor de tesina y amigo, Benoit Beckers, por su constante dedicación en la elaboración del presente trabajo. Por que ha sabido incentivar me continuamente y ha depositado su confianza en mí.

A mis amigos de Barcelona, compañeros de estudios, risas y angustias, que me han apoyado y se han convertido en mi familia durante mi estancia en esta increíble ciudad.

Proyectar con Sol y Cielo

- Prólogo -

Proyectar, es imaginar con el ojo y la mano, inventar dibujando. Y el dibujo, lo soñamos libre y preciso, rápido y fértil. Lo soñamos animado. Pero no cómo en las películas, sometidas al tiempo lineal de veinte o treinta imágenes por segundo. El tiempo de la imaginación, y luego del proyecto, es un vaivén aparentemente arbitrario, donde las ideas surgen y se transforman, anticipan o vuelven a comenzar.

Una herramienta de ayuda al proyecto, y más aún al anteproyecto, donde todo está por definir, ha de ser interactiva. Debe permitir comparar rápidamente geometrías diversas, en un solar determinado por el relieve y el entorno construido, y ofrecer informaciones claras y útiles, para acotar el campo de las posibilidades y auxiliar el libre trabajo de la fantasía.

Y entonces, solamente, se puede empezar a proponer cálculos más lentos, para precisar las intuiciones y, lo que es ahora muy importante, comunicar los resultados a terceros.

Heliodon es un auxiliar informático al diseño con la luz del sol y del cielo. Para el arquitecto, el sol no es este circulito amarillo que vemos en el cielo y que los niños dibujan con sus rayos divergentes, sino una serie de rayos paralelos que, en el instantáneo de una planta, un alzado o una perspectiva, van a morir iluminando unas superficies, dejando las demás en sombras matizadas por el cielo y las reflexiones.

Pero la arquitectura no es un instantáneo plano, sino un volumen bajo el sol, que se manifiesta en un tiempo cíclico inscrito en otro ciclo, en el día dentro del año. El proyecto se despliega por lo tanto en cinco dimensiones: se describe con tres coordenadas espaciales y dos coordenadas temporales. La interactividad permite controlar todo eso en las dos dimensiones de la pantalla, pero, para pasar la información al papel, los gráficos han de ser, por fuerza, muy sintéticos y abstractos.

Se necesita por lo tanto mucha práctica, para que los usuarios dominen las representaciones, y también para que los autores, aprendiendo de los usuarios,

podamos desarrollar la herramienta de la manera más adecuada, solicitados por las diversas formas de trabajar y por los problemas planteados.

Por ello, se agradece el autor del trabajo aquí presentado, por haber elegido de analizar unos proyectos particularmente interesantes del arquitecto Alberto Campo Baeza, con el fin de evidenciar las posibilidades y limitaciones actuales de Heliodon.

En los bellos edificios aquí reunidos, la luz natural es una parte esencial de la composición. Desde los primeros esbozos, las formas se han creado en torno a un rayo oblicuo u horizontal o, en el último caso, aludiendo a un famoso queso suizo que se define no por lo que tiene, sino por lo que le falta: una serie de huecos diversamente orientados, que sólo se revelan cuando cortamos el volumen, con superficies siempre arbitrarias, siempre diferentes. Un volumen ahuecado por la luz, que no se puede dibujar, porque las superficies delimitantes no son más que los condicionantes del espectáculo interior.

No se podía presentar un caso más interesante para Heliodon, ya que, precisamente, en la etapa actual, proponemos estudiar directamente la luz en el volumen, mediante cortes planos arbitrarios. Del trabajo aquí realizado, hay que destacar la atención particular hacia la calidad gráfica, que condujo el autor a crear sus propias barras de color, para distinguir mejor las magnitudes representadas.

Por otra parte, sus propios intereses le llevan a anticipar la evolución del programa, cuando se centra en aspectos más prácticos de iluminación y de térmica, volviendo al mundo de las superficies.

Pero, antes de abandonar – provisoriamente – el volumen iluminado, quería sugerir la proximidad entre las intuiciones de Alberto Campo Baeza aquí descritas, que creo comparte con los artistas actuales más exigentes, como Peter Zumthor o James Turrell, con lo que, hace muchos siglos, ideó Euclides, en esta “Óptica” que tanto impresionó y estimuló los teóricos y pintores del Renacimiento. A diferencia de ellos, Euclides no pintaba, y, en su estudio de la perspectiva visual, no se refirió nunca a un cuadro de proyección. Según él, el ojo humano es un órgano activo, sensible únicamente a los ángulos, inmerso en el volumen, donde se informa por un continuo rastreo. En su estudio de la mirada, no podían mediar las imágenes, ya que, como había advertido Aristóteles, “un ojo pintado es un ojo muerto”.

Me parece muy sugerente asociar esta definición arquitectónica de la mirada con la obra de un arquitecto que siempre ha reivindicado, particularmente en su demasiado ignorada vertiente española, lo mejor del racionalismo, el cual, como se definió en la época de su primer auge, pretende unir el máximo rigor a la máxima fantasía. A la fantasía, volvemos siempre.

Barcelona, 26/09/07

Benoit Beckers

INDICE

INTRODUCCION	1
CAPITULO 1. ALBERTO CAMPO BAEZA	2
1.1 Biografía	2
1.2 Conceptos y Pensamiento	4
1.2.1 Aproximaciones a los términos Estereotómico y Tectónico	4
1.2.2 La Luz	4
1.2.3 El Blanco Certero	13
CAPITULO 2. CASA TUREGANO	15
2.1 Ubicación	17
2.2 Análisis de soleamiento	18
2.3 Mapas de soleamiento	20
2.4 Luz del cielo	22
2.5 Análisis de ambientes	23
2.5.1 Estar	23
2.5.2 Comedor	27
CAPITULO 3. MODELAR PARA SIMULAR	29
CAPITULO 4. CASA ASENCIO	31
4.1 Ubicación	35
4.2 Análisis de soleamiento	36
4.3 Mapas de soleamiento	38
4.4 Luz del cielo	22
4.5 Análisis de ambientes	23
4.5.1 Estar	41
4.5.2 Comedor	44
4.5.3 Biblioteca	46

CAPITULO 5. CASA GASPAR	48
5.1 Ubicación	52
5.2 Análisis de soleamiento	53
5.3 Mapas de soleamiento	55
5.4 Luz del cielo	57
5.5 Análisis de ambientes	58
5.5.1 Estar - Comedor	58
CAPITULO 6. COMPARACION DE MAPAS DE SOLEAMIENTO	61
CAPITULO 7. CAJA GRANADA	63
7.1 Ubicación	68
7.2 Análisis de ambientes	69
7.2.1 Atrio central	69
Análisis de soleamiento	71
Mapas de asoleo	73
Luz del cielo	74
Estereografía y Proyección Isócrona	75
7.2.2 Oficinas	76
Análisis de soleamiento	77 -83
Mapas de asoleo	79 -85
Luz del cielo	81 -87
Estereografía y Proyección Isócrona	82 -88
CONCLUSIONES	89
BIBLIOGRAFIA	92

INTRODUCCION

El presente trabajo estudia el uso de la luz natural y su repercusión en el espacio arquitectónico, mediante el estudio del papel que ésta desempeña en la vida diaria del usuario, cuando es utilizada como recurso cualitativo en la arquitectura, desde un enfoque expresivo/perceptivo.

Se estudian conceptos referentes a las características de la luz natural y su trascendencia en la arquitectura, tomando en cuenta factores determinantes tales como latitud, clima, tiempo y sostenibilidad. Y de cómo el arquitecto tiene la responsabilidad de crear espacios capaces de conjugar todos estos elementos y obtener obras no sólo funcionales sino también bellas.

La tesina se sustenta haciendo un análisis principalmente de los trabajos del reconocido arquitecto español Alberto Campo Baeza y su filosofía sobre la relación entre luz y arquitectura. La obra de Campo Baeza ofrece una amplia variedad de elementos de estudio sobre el tema, es uno de los arquitectos contemporáneos que más se preocupa por el uso de la luz natural en sus proyectos y aporta una serie de valiosos criterios para el estudio de los mismos.

OBJETIVOS

El principal objetivo de la tesina es hacer un aporte teórico sobre cómo realizar un estudio detallado del uso de la luz natural en la arquitectura y su efecto en la vida del hombre, a través del análisis de determinadas obras arquitectónicas, concretamente de algunos de los proyectos más importantes de Campo Baeza, descubriendo los efectos que el arquitecto intenta conseguir con su “juego dinámico” de la luz en sus diseños.

Se intenta participar en el desarrollo del programa informático Heliodon, aportando ejemplos que permitan establecer un marco de referencia para su uso, con el objetivo de formar criterios de aplicación para el diseño en el trabajo de arquitectos, ingenieros y diseñadores.

Con la ayuda del programa, se analiza las diferencias entre la luz del sol y la luz del cielo; luz directa y luz difusa; y de los distintos criterios de diseño orientados al aprovechamiento de ambos tipos de iluminación natural de acuerdo al uso de los espacios en un determinado proyecto.

Demostrar que con el uso del programa se pueden obtener gráficos analíticos que incluyen datos cuantificables para el análisis de la iluminación natural de un determinado proyecto, a través del tiempo, durante las horas del día y los meses del año. Aportando así información más real que la obtenida de otros recursos menos sintéticos como la fotografía.

CAPITULO 1

ALBERTO CAMPO BAEZA



1.1 BIOGRAFIA

Alberto CAMPO BAEZA nació en Valladolid en 1946, vio la luz en Cádiz y la Arquitectura en Madrid en 1971. Profesor y Catedrático de Proyectos en la Escuela de Arquitectura de Madrid desde 1976, ha sido profesor en Zürich (1989-1990), Dublín (1992), Nápoles (1993), Virginia y Copenhague (1996), Lausanne (1997), Filadelfia (1986 y 1999), BAUHAUS en Weimar (2002) y IIT en Chicago (2003) y Visiting S. en Columbia University, New York (2003). Además ha dado numerosas conferencias destacando Harvard (2002), Miami (2002), Columbia U. New York (2002), IIT Chicago (2003), Basílica de Palladio Vicenza (2004) y Kansas S.U. (2005).

Entre sus obras más conocidas destacan el Ayuntamiento de Fene (1980), los colegios de S. Fermín en Madrid (1985) y Drago en Cádiz (1992), el Centro BIT en Mallorca (1998), la Plaza de la Catedral y edificio de oficinas en Almería (2001) y la sede central de la Editorial SM en Madrid (2003). Son muy conocidas y representativas algunas de sus viviendas como las casas Turégano, García Marcos y De Blas, todas en Madrid, y la casa Gaspar en Cádiz. Así como su proyecto de

torre, la más alta de España, para la Ciudad de las Comunicaciones de Telefónica. Su edificio más representativo es el de las oficinas centrales de Caja Granada en Granada (2001). La construcción de una vivienda en USA: la Casa Olnick Spanu en Garrison, New York (2005).

Ha obtenido diversos premios por sus obras entre los que destacan el premio al mejor pabellón de la Bienal de Venecia (2000), el premio de la Bienal de Miami (2002) y premio COAM (2002) por la casa De Blas, premio COAB (2003) por Centro BIT en Mallorca, premio COAAO ARCO (2004) por el edificio de oficinas en Almería, y el EDUARDO TORROJA por Caja Granada que recibió a finales de 2005. También en 2005 el premio de la Feria de Verona por el edificio de oficinas de Almería.

Un libro sobre sus textos, "LA IDEA CONSTRUIDA", está ya en su cuarta edición en castellano y la primera en portugués, y se han publicado monografías sobre su obra en España ("CAMPO BAEZA 1971-1996", Ed. Munilla Lería. Madrid, 1996), en Estados Unidos ("CAMPO BAEZA", Rockport Ed. Massachusetts, 1997), en Japón ("CAMPO BAEZA", Graphic-Sha Ed. Tokyo, 1997). Y la versión en inglés de la última monografía (" ALBERTO CAMPO BAEZA " Gustavo Gili Ed. Barcelona 1999), que acaba de reeditarse actualizada en italiano (" ALBERTO CAMPO BAEZA " Electa Ed. Milán, 2004).

Su obra ha sido ampliamente divulgada y publicada en las más importantes revistas de arquitectura del mundo. Y se ha expuesto en numerosas ciudades. Una gran exposición sobre su trabajo tuvo lugar en el Crown Hall del IIT en Chicago que más tarde se trasladó al Urban Center de New York y en 2004 a la Basílica de Palladio en Vicenza (Italia). Durante el 2005 se expone con motivo del Congreso de la U.I.A. en la Basílica de Sta. Irene en Estambul. Su proyecto para el MA Museo de la Memoria de Andalucía en Granada, actualmente en construcción, ha sido expuesto en el MoMa de Nueva York en el 2006.

En Septiembre del 2006 se tuvo lugar una exposición con la colección completa de sus dibujos en la Fundación del COAM en Madrid. Igualmente en Septiembre se inauguró la exposición que tuvo lugar en el MoMa, esta vez en el Real Jardín Botánico de Madrid, hasta Enero de 2007.

1.2 CONCEPTOS Y PENSAMIENTO DEL ARQUITECTO

1.2.1 APROXIMACIONES A LOS TERMINOS ESTEREOTOMICO Y TECTONICO

Intento de una mayor precisión en su entendimiento.

Entiendo por arquitectura ESTEREOTOMICA aquella en que la fuerza de la gravedad se transmite de una manera continua, en un sistema estructural continuo y donde la continuidad constructiva es completa. Es la arquitectura masiva, petrea, pesante. La que se asienta sobre la tierra como si de ella naciera. Es la arquitectura que busca la luz, que perfora sus muros para que la luz entre en ella. Es la arquitectura del podio, del basamento, del estilobato. Es para resumirlo, la arquitectura de la CUEVA.

Entiendo por arquitectura TECTONICA aquella en que la fuerza de la gravedad se transmite de una manera sincopada, en un sistema estructural con nudos, con juntas, y donde la construcción es articulada.. Es la arquitectura osea, lenosa, ligera. La que se posa sobre la tierra como alzándose de puntillas. Es la arquitectura que se defiende de la luz, que tiene que ir velando sus huecos para poder controlar la luz que la inunda. Es la arquitectura de la cascara. La del abaco. Es, para resumirlo, la arquitectura de la CABANA.

Es evidente que esta distinción se hace en base a una consideración "estructural" de la arquitectura. Veo cada día más claro la central importancia de la ESTRUCTURA, portante y transmisora de cargas y a la vez conformadora y ordenadora del espacio arquitectónico. La estructura es la respuesta material a la gravedad que, tantas veces he repetido, "construye el espacio", de la misma manera que la luz "construye el tiempo".

1.2.2 LA LUZ

La fuerza de la levedad

He escrito multitud de veces sobre la luz. Y siempre he propuesto que la luz en arquitectura "construye el tiempo", y que la luz es el material capaz de poner al hombre en relación con la arquitectura. De ahí mi insistencia en el "Architectura sine luce nulla architectura est". Pues es en ese sentido, en su relación con la luz, en el que los conceptos de lo tectónico y lo estereotómico adquieren su más clara lectura.

La arquitectura ESTEREOTOMICA busca la luz. Perfora sus muros para que, atravesada por los rayos del sol, poder atrapar la luz en su interior. Las ventanas seran aquí excavaciones en los muros para poder llevar al interior esa luz. Y no se podrán abrir lucernarios en su plano superior hasta que no haga su aparición el vidrio plano en mayores dimensiones. Solo el Panteón, lugar reservado a los dioses, se atreve a abrir ese hueco superior a cielo abierto. Los patios seran entonces los mecanismos intermedios para poder llevar la luz al interior de los edificios, siempre a traves de las ventanas abiertas en sus muros perimetrales verticales.

En muchas de las iglesias del románico, la excavación de las ventanas en los muros, y la orientación del propio edificio, se hacían en base a un estudio del recorrido del sol a lo largo del año, de manera que se sabía con precisión la cantidad y la calidad y el momento en que la luz iba a entrar a cada espacio.

Y si hemos apuntado como el gótico en su relación con la estructura hace un "tour de force" para lograr que un organismo estereotómico tenga aires de tectónico, lo hace también en relación a la luz. Abre sus plementerías verticales hasta lo más alto, y las llena de vidrio para permitir que la luz entre a raudales en aquellos espacios generosos. La bellísima Sainte Chapelle en París es un claro ejemplo de lo que decimos. Y después todo el Barroco que básicamente es un ejercicio brillantísimo de esa búsqueda de la luz.

Por el contrario, una arquitectura TECTONICA, puro hueso, necesitará protegerse de la luz que la inunda. Si con el acero se había conseguido llegar a una delicada osamenta al límite de la mínima expresión, será el cerramiento vertical añadido el que sirva de mediador entre el espacio interior y la luz del sol que ahora todo lo llena. Viene aquí a colación el bellissimo rascacielos de vidrio que Mies Van der Rohe nunca construyera. Pura estructura, con finísimos pilares que se van superponiendo, y liberrimo en la forma de su planta jamás igualada. Y un acristalamiento que es un canto a la transparencia y cuyos reflejos dan fe de la libertad formal de aquella planta. Pero todo, reclama un control eficaz de la luz. Lo que después hará Mies en su paradigmático Crown Hall del IIT de Chicago: la primera mitad, la más baja de su acristalamiento será traslucido. Es esta, la tectónica, una arquitectura que se defiende de la luz, que para poder controlarla debe velar sus huecos.

LA LUZ ES MATERIA Y MATERIAL

(De la materialidad de la LUZ)

Cuando, por fin, un arquitecto descubre que la LUZ es el tema central de la Arquitectura, entonces, empieza a entender algo, empieza a ser un verdadero arquitecto.

No es la LUZ algo vago, difuso, que se da por supuesto porque siempre está presente. No en vano el sol sale para todos, todos los días.

Sí es la LUZ, con o sin teoría corpuscular, algo concreto, preciso, contínuo, matérico. Materia medible y cuantificable donde las haya, como muy bien saben los físicos y parecen ignorar los arquitectos.

La LUZ, como la GRAVEDAD, es algo inevitable. Afortunadamente inevitable, ya que en definitiva, la Arquitectura marcha a lo largo de la Historia gracias a esas dos realidades primigenias: LUZ y GRAVEDAD. Los arquitectos deberían llevar siempre consigo la BRÚJULA (dirección e inclinación de la LUZ), y el FOTÓMETRO (cantidad de LUZ), como siempre llevan el metro, y el nivel, y la plomada.

Y si la lucha por vencer, por convencer a la GRAVEDAD, sigue siendo un diálogo con ella del que nace la Arquitectura, la búsqueda de la LUZ, su diálogo con ella, es la que pone ese diálogo en sus niveles más sublimes. Se descubre entonces, precisa coincidencia, que la LUZ es la única que de verdad es capaz de vencer, de convencer a la GRAVEDAD. Y así, cuando el arquitecto le pone las trampas adecuadas al sol, a la LUZ, ésta, perforando el espacio conformado por estructuras que, más o menos pesantes, necesitan estar ligadas al suelo para transmitir la primitiva fuerza de la GRAVEDAD, rompe el hechizo y hace flotar, levitar, volar ese espacio. Santa Sofía, el Panteón o Ronchamp, son pruebas tangibles de esta portentosa realidad.

La LUZ en la Arquitectura tiene tanta entidad material como la piedra. Pensamos y escribimos que los góticos realizaron maravillosas brujerías con la piedra, haciéndola trabajar al máximo de sus posibilidades, para alcanzar la LUZ, más LUZ. Con más propiedad deberíamos pensar y escribir que lo que hicieron los góticos fue trabajar con la LUZ como material. Como sabían que el sol ataca en diagonal, alargaban sus ventanas, las alzaban, para lograr atrapar esos rayos diagonales, casi verticales, preludivo ya lo que luego vendría a poder hacerse hoy. Más que organizar la piedra

para poder atrapar la LUZ, podemos leer el Gótico como el deseo de organizar la LUZ, la LUZ material, para tensar el espacio.

Sabemos que la materia ni se crea ni se destruye; se transforma. Por eso, más que de materiales modernos, debemos hablar con rigor de materiales utilizados con sentido moderno, tras una reflexión de siglos cuya decantación disfrutamos. Como siempre, al fin y al cabo, una cuestión de Pensamiento, de la Razón. Así, la piedra, la antigua piedra, se transforma en manos de Mies Van der Rohe en el más moderno de los materiales. Y el acero, y el vidrio plano, no nacen de la nada. Los dos materiales que han revolucionado la Arquitectura son, están ahí latentes, desde siempre. Es ahora, elaborados con una idea nueva, cuando son capaces de producir estos milagros espaciales.

¿Podríamos entonces considerar ahora que la clave está en el entendimiento profundo de la LUZ como materia, como material, como material moderno? ¿No podríamos entender que ha llegado el momento de la Historia de la Arquitectura, tremendo y emocionante momento, en que debemos enfrentarnos a la LUZ. ¡Hágase la LUZ! Y la LUZ fue hecha. El primer material creado, el más eterno y universal de los materiales, se erige así en el material central con el que construir, CREAR el espacio. El espacio en su más moderno entendimiento. El arquitecto vuelve así, a reconocerse una vez más como CREADOR. Como dominador del mundo de la LUZ.

SINE LUCE NULLA!

(De cómo la LUZ es el tema central de la Arquitectura)

Cuando propongo este axiomático "Architectura sine Luce NULLA Architectura est", estoy queriendo decir que nada, ninguna arquitectura, es posible sin la LUZ. Sin ella sería sólo mera construcción. Faltaría un material imprescindible.

Si se me pidieran tres recetas para destruir la Arquitectura, sugeriría que se tapara el óculo del Panteón, que se tabicara la fachada de pavés de la Maison de Verre, o que se cerraran las rajadas que alumbran la capilla de la Tourette.

Si el nuevo alcalde de Roma, para que no entraran la lluvia ni el frío en el Panteón, decidiera tapar el óculo de casi 9 metros de diámetro que lo corona, pasarían muchas cosas... o dejarían de pasar. Su acertada construcción no cambiaría. Ni su perfecta

composición. Ni dejaría de ser posible su universal función. Ni su contexto, la antigua Roma, se enteraría (por lo menos la primera noche). Sólo que la más maravillosa trampa que el ser humano ha tendido a la LUZ del Sol todos los días, y en la que el astro rey todos y cada uno de los días volvía a caer gozosamente, habría sido eliminada. El Sol rompería a llorar, y con él la Arquitectura (pues son algo más que sólo amigos).

Si en la Maison de Verre, el nieto del Doctor D'Alsace, por razones de seguridad, tabicara su gran fachada de pavés, pasarían muchas cosas... o dejarían de pasar. Su construcción seguiría siendo la misma. Su composición permanecería intacta. Sus funciones - con una buena luz eléctrica - seguirían desarrollándose sin problema. Su contexto, París, no se daría por enterado ni siquiera después de la primera noche (es un espacio privado no fácilmente accesible). Sólo que el más prodigioso contenedor de LUZ clara y difusa, que lograba su esplendor gracias a ese sutil y precioso mecanismo del pavés, que sin dejar de ver ni verse, dejaba pasar la LUZ tras transformarla en gloria pura, habría sido asesinado. Las tinieblas se apoderarían de él y la Arquitectura se sumiría en una profunda pena.

Si en el convento de la Tourette algún nuevo fraile dominico, en aras de una mayor concentración, tapara las rajadas y boquetes, escasos pero exactos, de la capilla mayor del convento, pasarían también muchas cosas... o dejarían de pasar. Su recia construcción no variaría. Su libre composición quedaría indemne. Sus sublimes funciones podrían seguir dándose, algo más "concentradas", quizás a la luz de las velas. En sus alrededores nadie se enteraría. O tardarían mucho en hacerlo. Sólo la inquietante quietud de las palomas, que dejando de volar se posarían sobre el edificio, acabaría delatando a los campesinos el sacrilegio allí consumado. El espacio, más que concentrado, se habría vuelto tenebroso. Y los frailes comprobarían asombrados cómo el canto gregoriano, luminoso, se negaba a salir de sus gargantas. El monasterio, y la Arquitectura con él, se habrían adentrado en la noche oscura.

Y es que, taponando el óculo del Panteón, tabicando la pared de pavés de la Maison de Verre y cerrando los huecos de la Capilla de la Tourette, habríamos logrado cargarnos la Arquitectura, y con ella la Historia. Y el Sol no querría volver a salir, ¿para qué? y es que la Arquitectura sin la LUZ, nada es y menos que nada.

UNA PRUEBA DE FUEGO

(De los diferentes tipos de LUZ)

Hay muchas clases de LUZ, de algunas de las cuales vamos a hablar ahora. Según sea su dirección, LUZ HORIZONTAL, LUZ VERTICAL, y LUZ DIAGONAL. Según su cualidad, LUZ SÓLIDA y LUZ DIFUSA.

Cuando los antiguos necesitaban tomar Luz de lo alto, lo que yo llamo LUZ VERTICAL, no podían hacerlo porque, si horadaban el plano superior, el agua y el viento y el frío y la nieve, se metían por allí. Y no era plan el morir por conseguir aquella LUZ. Sólo los dioses, inmortales, se atrevieron a hacerlo en el Panteón. Y Adriano, en su honor y de su mano, levantó aquella Arquitectura sublime. Premonición del logro de la LUZ VERTICAL.

Así, a lo largo de la Historia de la Arquitectura, la LUZ ha sido siempre HORIZONTAL, tomada horizontalmente horadando el plano vertical - el muro - como era lógico. Como los rayos del sol que caen sobre nosotros son diagonales, gran parte de la Historia de la Arquitectura puede ser leída como el intento de transformar la LUZ HORIZONTAL o DIAGONAL, en LUZ que pareciera VERTICAL.

Así lo hizo el Gótico, que debe ser leído no sólo como el deseo de obtener una mayor cantidad de LUZ, sino fundamentalmente como el de conseguir una LUZ cualitativamente más vertical, en este caso DIAGONAL.

Y de la misma manera, muchas de las operaciones del Barroco con la LUZ, deben ser leídas como un intento de, torciéndola con ingeniosos mecanismos, convertir la LUZ tomada horizontalmente en LUZ que pareciera, y lo fuera por reflexión algunas veces, LUZ VERTICAL. Con un grado más de verticalidad de lo que lo había conseguido el Gótico. El esplendoroso Transparente barroco de Narciso Tomé en la gótica catedral hermosísima de Toledo, es una lección magistral sobre este logro.

El tipo de LUZ, HORIZONTAL, VERTICAL o DIAGONAL, depende de la posición del SOL respecto a los planos que conforman los espacios tensados por esa LUZ. La LUZ HORIZONTAL la producen los rayos del SOL al penetrar a través de perforaciones en el plano vertical. La LUZ VERTICAL, al entrar por huecos practicados en el plano horizontal superior. La LUZ DIAGONAL, al atravesar tanto el plano vertical como el horizontal.

Se entiende así que la posibilidad de la LUZ VERTICAL sobre espacios climáticamente controlados, no haya sido posible hasta la aparición del vidrio plano en grandes dimensiones. Con la posibilidad de construir el plano superior horizontal horadado y acristalado se hace también real la posibilidad de introducir esa LUZ VERTICAL. Es ésta una de las claves del Movimiento Moderno, de la Arquitectura contemporánea, en su entendimiento de la LUZ.

No sé si los arquitectos de los Baños de la Alhambra, que abrieron los certeros huecos estrellados en sus cúpulas, eran conscientes del prodigio que estaban provocando. En una primera lectura, aquellos orificios deberían servir, tanto para iluminar unas estancias que pedían ser discretas, como básicamente para que el vapor de agua tuviera su natural salida. Pero sobre todo estaban, ¿sin saberlo?, convocando la llegada de la LUZ SÓLIDA que, certeramente, como cuchillos, se colaba por allí. Es emocionante el estar un tiempo prolongado en esas estancias, viendo moverse y cambiar, tocándola, la LUZ del sol. Y más emocionante todavía debía ser el bañarse allí. Aún es posible ver hoy, en algunos baños turcos de Constantinopla, espacios de esta índole, donde el vapor de agua en su intersección con esta LUZ SÓLIDA, hace más palpable la materialidad de esta blanca LUZ.

Tampoco sé, aunque me lo imagino, si Le Corbusier, que tanto usaría luego de aquella LUZ SÓLIDA, era consciente cuando levantó el inigualable estudio de Ozenfant, de que lo que en verdad estaba poniendo en pie era un teorema sobre la LUZ DIFUSA. La ingeniosa solución constructiva de los pequeños dientes de sierra en cubierta producía, a través de un techo continuo traslúcido, un plano material de LUZ DIFUSA. Luego, en convergencia con el ángulo de grandes vidrios, y tras el necesario acuerdo de líneas, creó ese asombroso triedro de LUZ DIFUSA, sobre el que todavía no ha reflexionado bastante la Arquitectura contemporánea. Esa LUZ DIFUSA que alcanza sus máximas cotas en la ya tan citada Maison de Verre.

Es obvio apuntar que aquella LUZ SÓLIDA sólo es posible tomarla cuando la Arquitectura se orienta hacia el SUR, para recibir la LUZ ARROJADA que luego se dosifica en su justa medida. Es esta LUZ ARROJADA, SÓLIDA, dramática del sur, la que produce, bien usada, los efectos más espectaculares, capaces de cortar nuestra respiración.

Y de la misma manera, la LUZ DIFUSA será tomada normalmente al orientarse la Arquitectura al norte, para obtener esa LUZ REFLEJADA, DIFUSA, serena y tranquila.

LUZ que produce efectos de calma y reposo.

Con estos registros, entendemos que podemos buscar y utilizar las cualidades diversas que nos ofrece la LUZ, dependiendo de su orientación en el espacio y en el tiempo. Así, podríamos matizar entre la LUZ clara y azul de la mañana, cuando buscamos la orientación Este, y la LUZ cálida y dorada del atardecer, cuando nos orientamos hacia el Oeste. Sabiendo que ambos tipos de LUZ, son básicamente horizontales.

Así, podríamos seguir profundizando en conceptos y matices relativos a la LUZ en la Arquitectura, como son la Transparencia, el Contraluz, la Sombra o la Oscuridad, la Luminosidad y el Color.

Y también habría que apuntar aquí algo sobre la condición de materia en movimiento continuo que la LUZ tiene. Siguiendo los ritmos solares que puntualmente le marca la Naturaleza. Con y para el hombre, esta luz viva presta su vida a la verdadera Arquitectura.

CON VARIAS LUCES A LA VEZ

(De la combinación de diferentes tipos de LUZ en un solo espacio)

Como Edison inventaría más tarde la luz eléctrica (¡cuán difícil es todavía el saber usarla bien!), Bernini, maestro máximo de la LUZ, inventó algo tan sencillo pero tan genial como la "Luce alla Bernina". Utilizando varias fuentes visibles de LUZ, creaba primero un ambiente de base con LUZ DIFUSA, homogénea, generalmente del norte, con la que iluminaba, daba claridad al espacio. Luego, tras centrarlo geoméricamente con las formas, ¡zas!, rompía en un punto concreto ocultando la fuente a los ojos del espectador, produciendo un cañón de LUZ SÓLIDA (Luce gettata) que se erigía en protagonista de aquel espacio. El contraste, contrapunto entre ambos tipos de LUZ, tensando endiabladamente aquel espacio, producía un efecto arquitectónico de primera categoría. Ejemplo paradigmático de esta operación es Sant'Andrea al Quirinale. La LUZ SÓLIDA en visible movimiento, danzando sobre una invisible LUZ DIFUSA en reposada quietud.

Claro que otro tanto habían hecho ya, sin necesidad de las tablas del napolitano universal, los orientales Antemio de Tralles e Isidoro de Mileto. Con esa su Santa Sofía con ese enorme milagro, más de LUZ que de dimensión, que es su fantástica cúpula. El

sol arroja sus rayos en direcciones divergentes que, por su distancia a la tierra, llegan como si fueran paralelos. ¿Qué ocurre entonces en el interior de Santa Sofía, que recibe LUZ por todas sus altas ventanas como si varios soles estuvieran alumbrándola? ¿Qué pasa que los rayos de LUZ entran en ese interior de manera convergente produciendo efectos increíbles?. El secreto, sencillo, está en la dimensión y espesor preciso de esas ventanas, que hace que la LUZ REFLEJADA en las profundas jambas tenga casi tanta fuerza como la LUZ SÓLIDA directa, y el efecto sea el descrito. La muy sabia combinación de las dos fuentes de luz, directa e indirecta, es la fórmula secreta del prodigio.

La LUZ, como el vino, además de tener muchas clases y matices, no permite los excesos. La combinación de diversos tipos de LUZ en un mismo espacio, en exceso, como con el vino, anula la posible calidad del resultado.

La combinación adecuada de diferentes tipos de LUZ tiene, conociéndolos, posibilidades infinitas en Arquitectura. Bien lo sabían Bernini y Le Corbusier, Antemio de Tralles y Alvar Aalto, Adriano, o el mismo Tadao Ando.

FINALE

(De cómo la LUZ es el tema)

En definitiva, ¿no es la LUZ la razón de ser de la Arquitectura? ¿No es la Historia de la Arquitectura la de la búsqueda, entendimiento y dominio de la LUZ?.

¿No es el Románico un diálogo entre las sombras de los muros y la SÓLIDA LUZ que penetra como un cuchillo en su interior?

¿No es el Gótico una exaltación de la LUZ que inflama los increíbles espacios en ascendentes llamas?

¿No es el Barroco una alquimia de LUZ donde sobre la sabia mezcla de luces difusas irrumpe la LUZ certera capaz de producir en sus espacios inefables vibraciones?

¿No es finalmente el MOVIMIENTO MODERNO, echados abajo los muros, una inundación de LUZ tal que todavía estamos tratando de controlarla? ¿No es nuestro tiempo un tiempo en el que tenemos todos los medios a nuestro alcance para, por fin, dominar la LUZ?

La profundización y la reflexión sobre la LUZ y sus infinitos matices, debe ser el eje central de la Arquitectura por venir. Si las intuiciones de Paxton y los aciertos de Soane fueron prelude de los descubrimientos de Le Corbusier y de las investigaciones de Tadao Ando, queda aún un largo y riquísimo camino por recorrer. La LUZ es el Tema.

Cuando en mis obras logro que los hombres sientan el compás del tiempo que marca la Naturaleza, acordando los espacios con la LUZ, temperándolos con el paso del sol, entonces, creo que merece la pena esto que llamamos Arquitectura.

1.2.3 EL BLANCO CERTERO

El color blanco en la Arquitectura, más claramente aun que en la Pintura, es algo más, mucho más que una mera abstracción. Es una base firme y segura, eficaz, para resolver problemas de Luz: para atraparla, para reflejarla, para hacerla incidir, para hacerla resbalar. Y controlada la Luz e iluminados los blancos planos que lo conforman, el espacio queda controlado. ¿Y cuál es la magia de la Arquitectura sino este poner en prodigiosa relación al hombre y al espacio a través de la Luz? Por encima de lo anecdótico entonces, la utilización del color blanco, el blanco certero, es instrumento preciso para dominar los mecanismos espaciales propios de la Arquitectura.

Así lo entendieron los Maestros que han construido la Historia de la Arquitectura cuyas esencias querríamos destilar.

El mejor Mies Van der Rohe, el de la Farnsworth, es blanco.

El Corbusier más paradigmático, el de la Villa Savoye, es también blanco (ya lo sé, pero la Villa Savoye ha sido, es y será siempre blanca).

El Partenón, con la colaboración del tiempo que nos lo ha consagrado, también es blanco, como lo vieran Ictinos y Calícrates antes de recibir su precedera policromía.

Blanco es el círculo de Luz divina que al atravesar el sol el óculo del Panteón recorre sus paramentos haciendo vibrar la sublime Arquitectura del emperador Adriano. Y blanco el estremecedor Bernini de Sant'Andrea. Y el sereno Terragni de la Casa del Fascio. Y el luminoso Wright del Guggenheim. Y el fascinante Melnikov de su blanca casa cilíndrica de Moscú. Y la naturalidad, difícil facilidad, del Utzon de la blanca iglesia de Bagsvaerd en Copenhague.

El color blanco es símbolo de lo perenne, lo universal en el espacio y lo eterno en el tiempo. Y el tiempo, siempre acaba volviendo blancos los cabellos, y la Arquitectura.

¿No es el blanco como la música callada frente al fragor de la superficialidad que nos acosa? Silencio ante tanto ruido atronador. Desnudez ante tanto ornamento sin sentido. Rectitud ante tanta oblicuidad inútil. Sencillez ante tanta complicación. Ausencia presente ante tanta presencia vacía. Blanca y sencilla Arquitectura que intenta conseguir TODO con casi nada: MÁS CON MENOS.

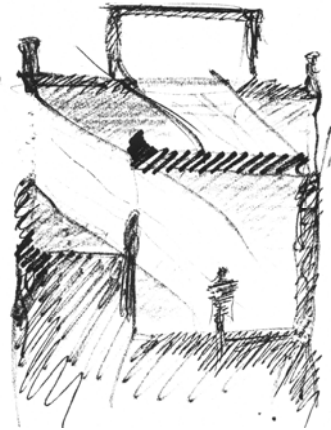
Como bien expresaba Melnikov refiriéndose a su blanca casa de Moscú: "Pudiendo ya hacer lo que me diera la gana, le supliqué (a la Arquitectura) que se despojara de una vez de su vestido de mármol, que se lavara el maquillaje y se mostrara como ella misma es: desnuda como una diosa, joven y grácil. Y como corresponde a la verdadera Belleza, renunciara a ser agradable y complaciente".

Alberto Campo Baeza

Texto: Alberto Campo Baeza, **La idea construida**, Madrid, 2000.

CAPITULO 2

CASA TUREGANO



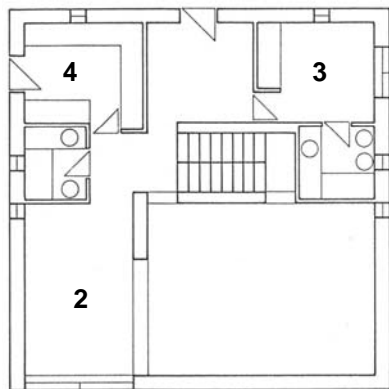
La casa fue el resultado de un concurso convocado por los propietarios entre sus amigos arquitectos. El propietario de la casa es el conocido diseñador gráfico Roberto Turégano.

La situación topográfica, a media ladera, el cumplimiento riguroso de las ordenanzas y la máxima economía se resolvieron compositivamente en una blanca y cúbica "cabaña" de dimensiones 10 x 10 x 10 m.

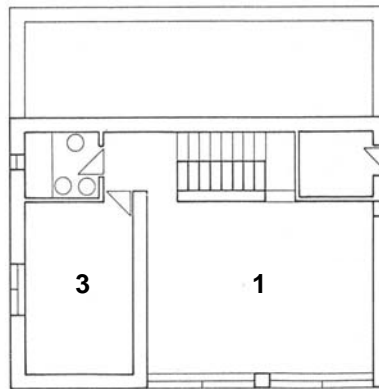
La luz, tema central de esta casa, en su recorrido este-sur-oeste, va siendo atrapada por ventanales y rajas, convirtiéndose, en su movimiento, en protagonista espacial de este proyecto. Se trata de un espacio diagonal atravesado por una luz diagonal.



El cubo blanco se divide en dos: la mitad norte, con la zona servidora, y la mitad sur, con los espacios servidos. La primera incluye una franja central con baños, aseos, y escaleras. Los dormitorios y la cocina dan directamente a norte. En la mitad servida se sitúan los espacios de estar y comedor, con doble altura, y el estudio en la parte más alta. El estudio se vuelca sobre el comedor y éste sobre el estar, produciendo un espacio diagonal de triple altura. El carácter cúbico de esta blanca cabaña es acentuado por la tensión de los acristalamientos enrasados con la fachada, y por el color blanco con que todo se resuelve en ella.

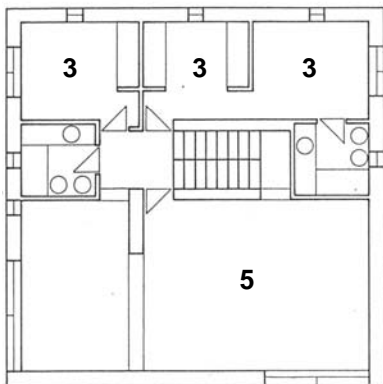


Planta Baja – Acceso

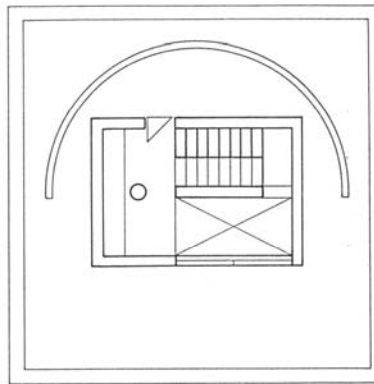


Planta -1

- 1. Estar
- 2. Comedor
- 3. Dormitorios
- 4. Cocina
- 5. Biblioteca



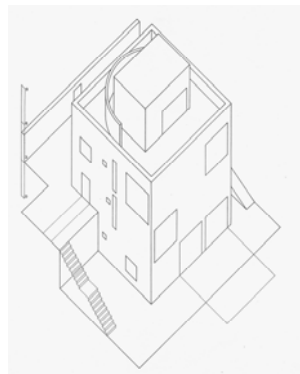
Planta +1



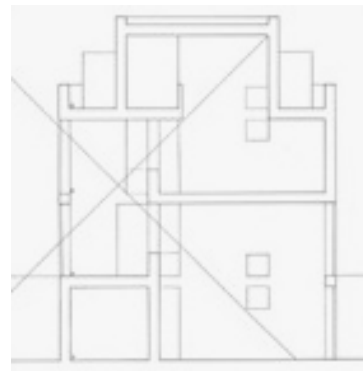
Planta Terraza



Axonometría



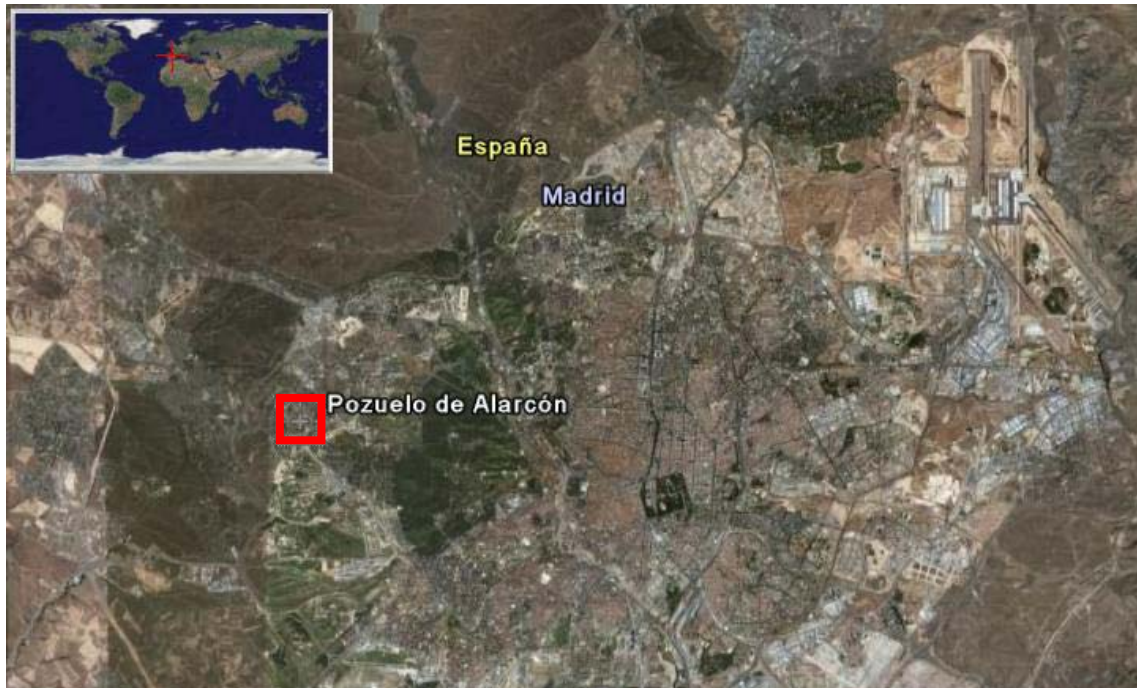
Axonometría



Sección

2.1 UBICACION

La casa se encuentra ubicada en una zona en las afueras de la ciudad de Madrid llamada Pozuelo de Alarcón. La latitud correspondiente a ésta zona es de $40^{\circ} 26' N$. La fachada frontal está girada hacia el Norte 25° Oeste.



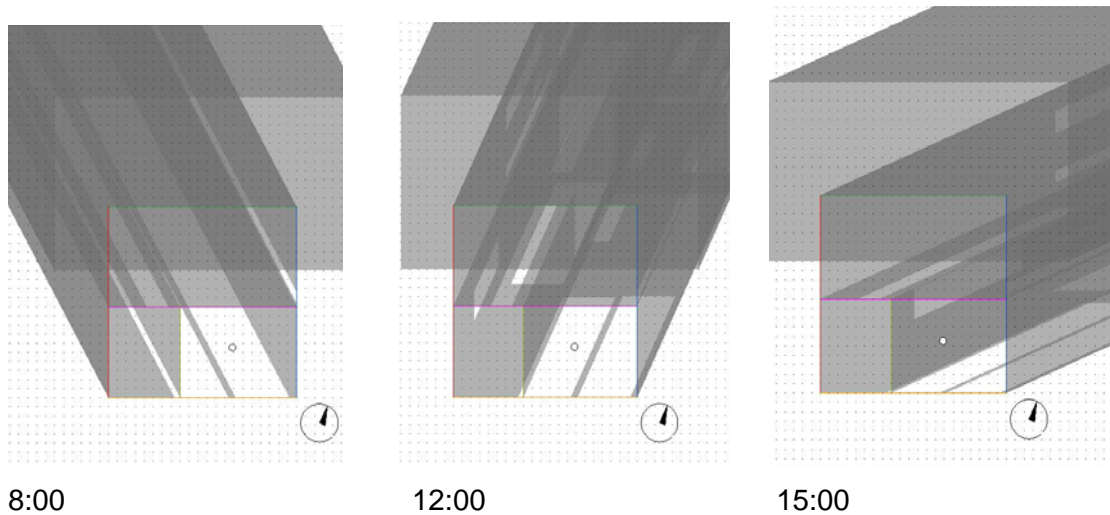
Fotografía aérea y recorrido solar equinoccial

2.2 ANALISIS DE SOLEAMIENTO

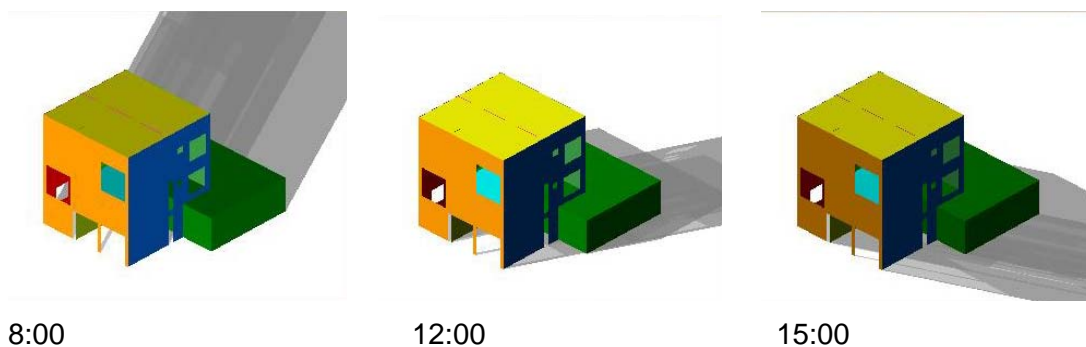
Para analizar esta casa, se ha escogido el espacio de estar, en las fechas opuestas más representativas del clima: los solsticios (el 21 de diciembre para el invierno y el 21 de junio para el verano).

INVIERNO - 21 de Diciembre

En la vista en planta, se puede apreciar el movimiento del recorrido de la luz desplazándose por el plano horizontal que se representa como el suelo del espacio. La gráfica muestra cómo la apertura de las ventanas logra captar una gran cantidad de sol en la fecha escogida.



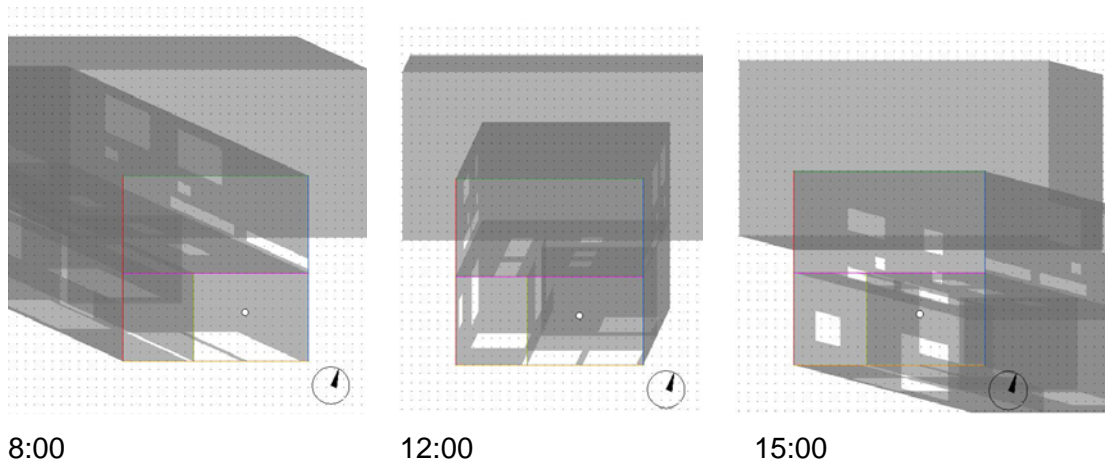
En la vista 3D, entendemos mejor la orientación de la casa y cómo el sol afecta su entorno en el invierno. Sombras extensamente proyectadas en el exterior, y el ingreso de la luz solar directa dentro del espacio de estar que se desplaza de un lado hacia el otro conforme pasa el día.



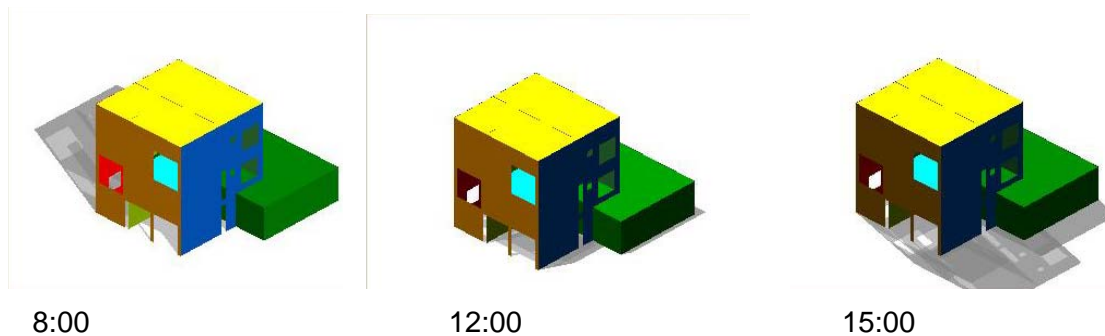
VERANO - 21 de Junio

A diferencia de los gráficos resultantes en el análisis de invierno, podemos observar que en el verano se produce muy poca radiación directa sobre el estar, debido a la mayor inclinación del sol en los meses de verano; la incidencia del sol sobre los grandes ventanales no es considerable a lo largo del día, salvo en unas pocas horas de la mañana.

Pero también podemos observar que en las horas de la tarde, debido al espacio diagonal entre comedor y estar, hay rayos solares que inciden en el espacio de estar por la ventana del comedor situada en la fachada oeste.



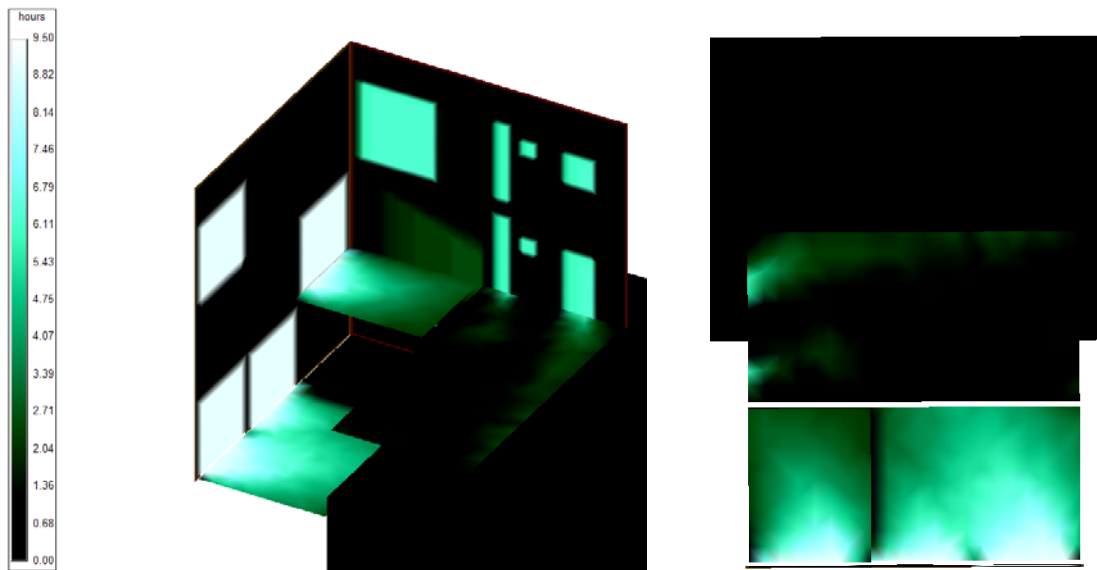
Además, podemos darnos cuenta que en algunas horas de la tarde en verano, la fachada norte recibe radiación solar, y por el contrario la fachada sur queda protegida bajo la sombra.



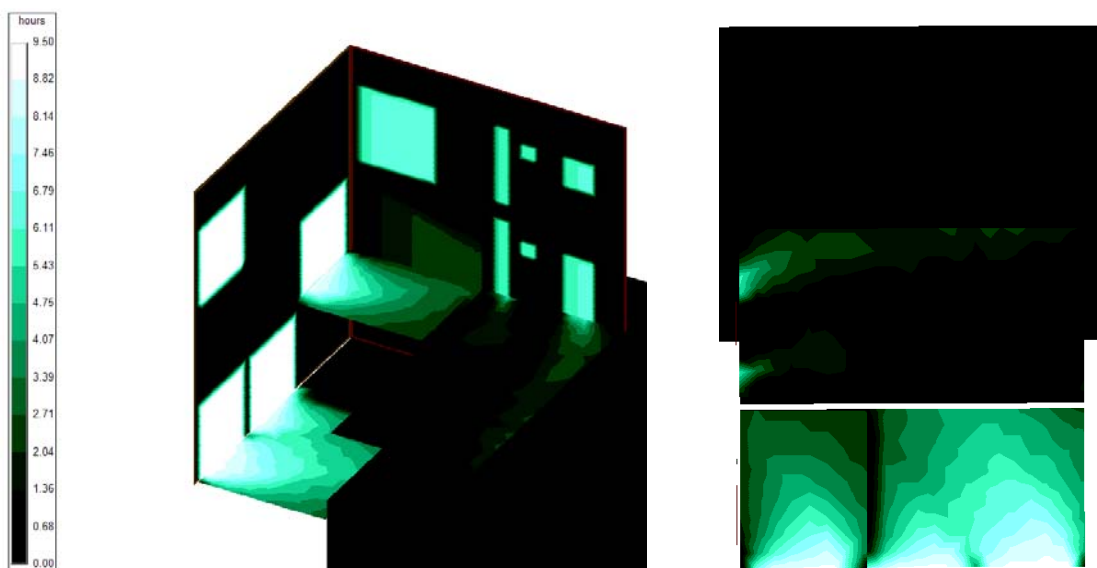
2.3 MAPAS DE SOLEAMIENTO

INVIERNO - 21 de Diciembre

En una vista en 3D interior de la casa y en planta, realizamos el cálculo de las horas de soleamiento en los planos de paredes y pavimento de estar y comedor, durante un día de invierno. Se evidencia por la intensidad de los verdes claros hasta blancos que las áreas con mas horas de incidencia solar directa son las áreas aledañas a las ventanas, hasta 9.5h; disminuyendo la intensidad de la claridad de los verdes al interior de los espacios. Nótese el haz de luz proyectado en la pared lateral del comedor que recibe alrededor de 4 horas de sol.

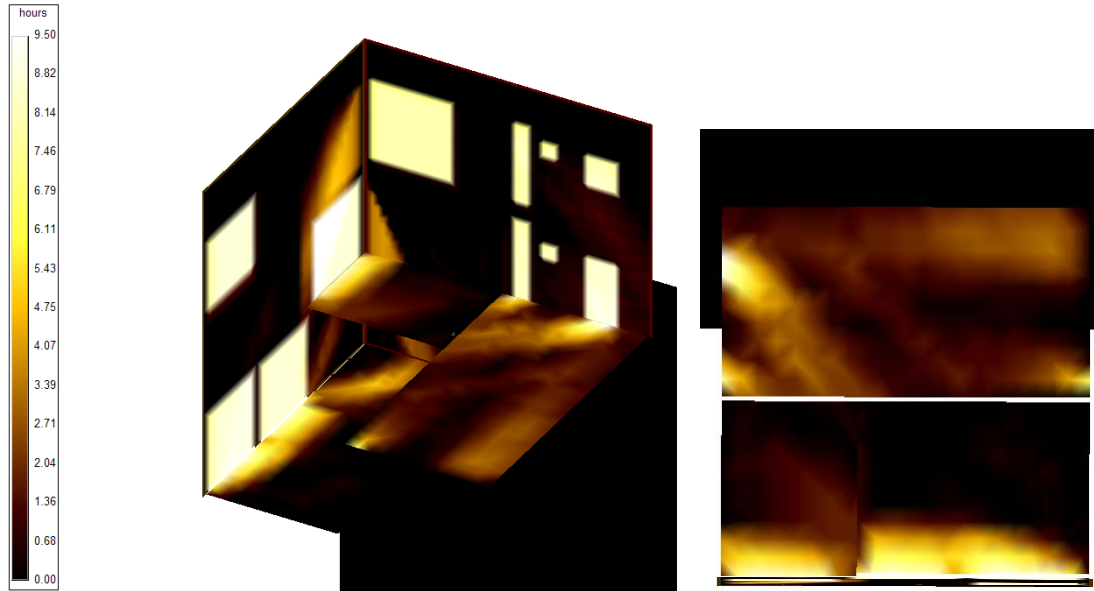


Con ayuda de las curvas de nivel, observamos las áreas de incidencia solar de acuerdo al número de horas. Notamos que a pesar de la cercanía y de la similitud en dimensiones y características de los dos ventanales en el estar, la ventana ubicada hacia el extremo este de la casa recibe mayor número de horas de sol que su similar ubicada más hacia la zona central de la casa.

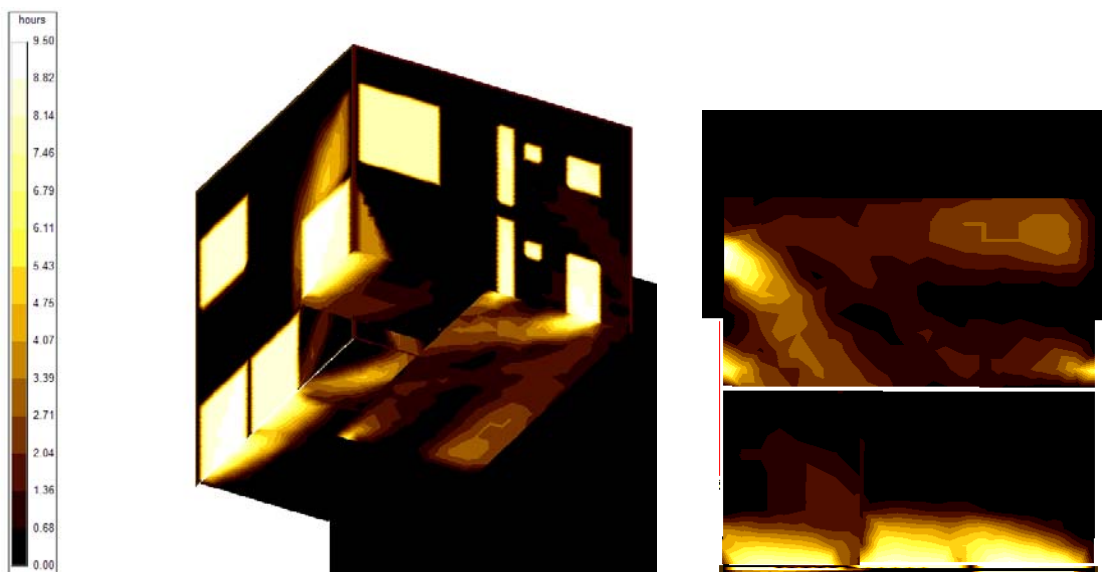


VERANO - 21 de Junio

Comparamos ahora los resultados obtenidos por el cálculo de los mapas de soleamiento en verano. Podemos darnos cuenta que el tiempo de soleamiento alrededor de las zonas de la ventana aún es de hasta 9.5 horas, pero que el área es muy reducida y que en la mayor parte del centro de los ambientes existen zonas que permanecen en sombra, que no reciben soleamiento alguno durante el verano.



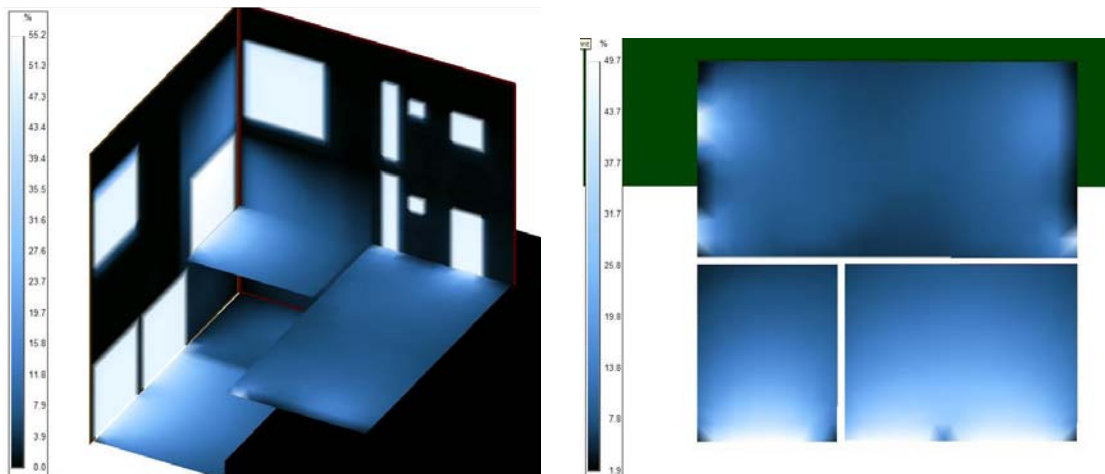
Notamos las manchas de luz resultantes en las paredes del comedor, que provienen de las ventanas ubicadas en las fachadas posterior y lateral de la casa. La ventana ubicada en la fachada posterior de la casa producía un haz de luz más extenso en el cálculo de invierno y en el de verano produce una mancha menos extensa, más próxima a la abertura. En cambio, la ventana ubicada en la fachada lateral sólo produce una mancha de incidencia de luz en el cálculo del verano.



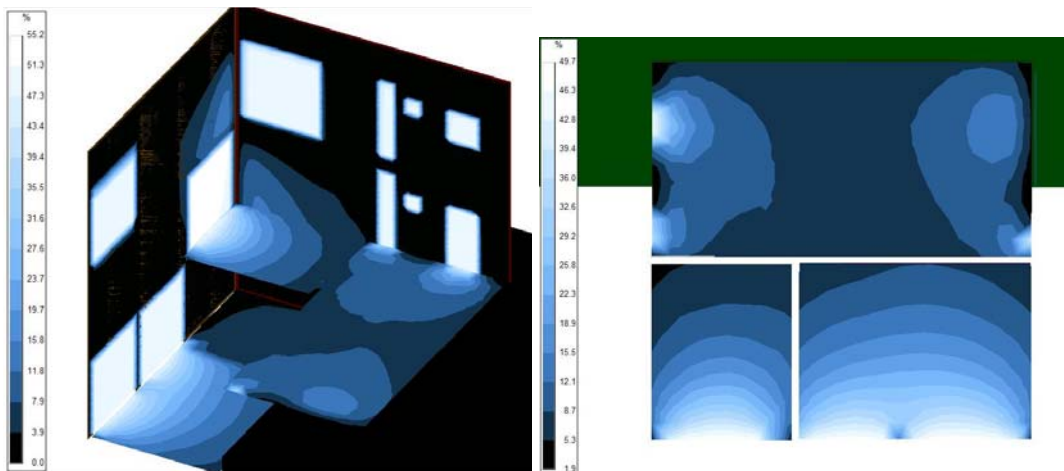
2.4 LUZ DEL CIELO

Además de la luz solar directa, es necesario tomar en cuenta la luz del cielo. Podemos medir el porcentaje de luz difusa que incide por medio de las ventanas en el espacio interior en un día nublado.

Podemos ver en los gráficos que la disposición de las ventanas en las fachadas sur, este y oeste permiten el ingreso de una buena cantidad de luz difusa del cielo a toda la casa, pero se evidencia que las zonas de salón y comedor ubicadas en la fachada sur son las que reciben mayor porcentaje de luz difusa del cielo.



Podemos apreciar la incidencia de la luz del cielo sobre las paredes contiguas a las ventanas, y el tratamiento de la luz en función de los diferentes niveles dispuestos en la casa. Evidentemente las áreas más cercanas a las ventanas reciben más porcentaje de luz difusa de cielo, pero en las zonas más alejadas de las aberturas tenemos hasta 12% de luz difusa, lo suficiente para no necesitar luz artificial durante el día.

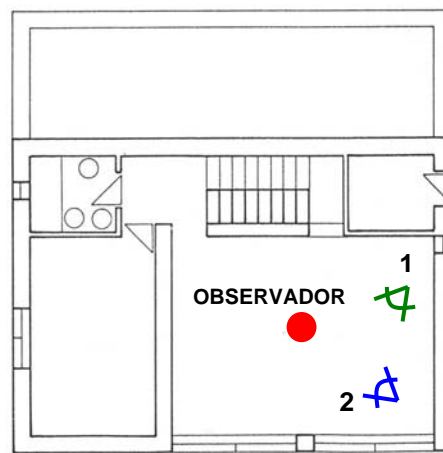


2.5 ANALISIS DE AMBIENTES

ESTAR

Ubicado en la fachada posterior de la casa, es un espacio a doble altura provisto de dos grandes ventanales orientados al sur, que se abren hacia un patio exterior favorecido por la topografía del terreno, donde se ubica la piscina.

Colocamos el observador en el centro del escenario para realizar nuestro análisis.



1. Vista hacia el patio posterior

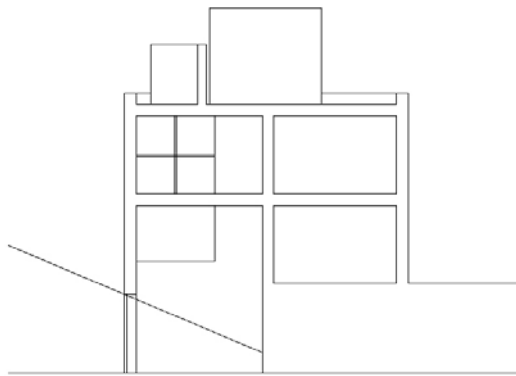


2. Vista hacia el interior del estar

Para analizar el movimiento del ingreso de la luz solar por el espacio, se han escogido tres horas del día: 8:00 – 12:00 -15:00, tanto para el análisis del invierno como para el análisis del verano.

INVIERNO - 21 de Diciembre.

Las condiciones climáticas de la zona en invierno, con temperaturas que oscilan entre 9.6° y 3.2° , requieren que exista una captación de energía solar máxima para calentar el interior de la casa. El sol de medio día se encuentra en la inclinación más baja, alrededor de 23° .



En los siguientes renders, se puede observar que la disposición y dimensiones de las ventanas permiten el ingreso de luz solar bañando las paredes y el pavimento interior durante el día y con el paso de las horas, logrando así no solamente un confort térmico alcanzado por el calentamiento del espacio, sino también un juego dinámico de luz y sombras.



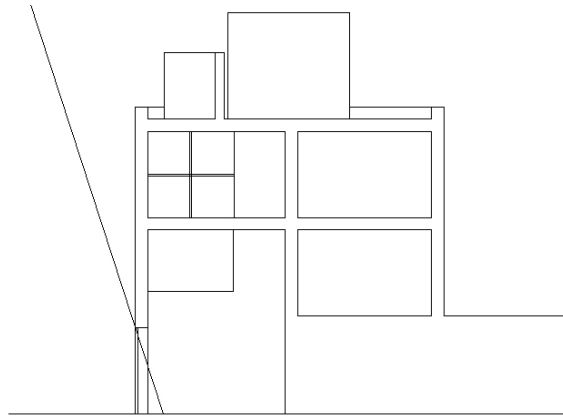
8:00

12:00

15:00

VERANO - 21 de Junio.

Con temperaturas que oscilan entre 30.7° y 18° , las condiciones climáticas de la zona requieren que el diseño de los espacios esté orientado hacia la protección de los rayos solares. La inclinación del sol a medio día es la más alta, alrededor de 72° .



En los gráficos de la simulación, se observa que la incidencia de los rayos solares en el espacio es mínima y queda protegido a todas las horas del día, logrando que el espacio no se caliente durante los meses de calor.



8:00

12:00

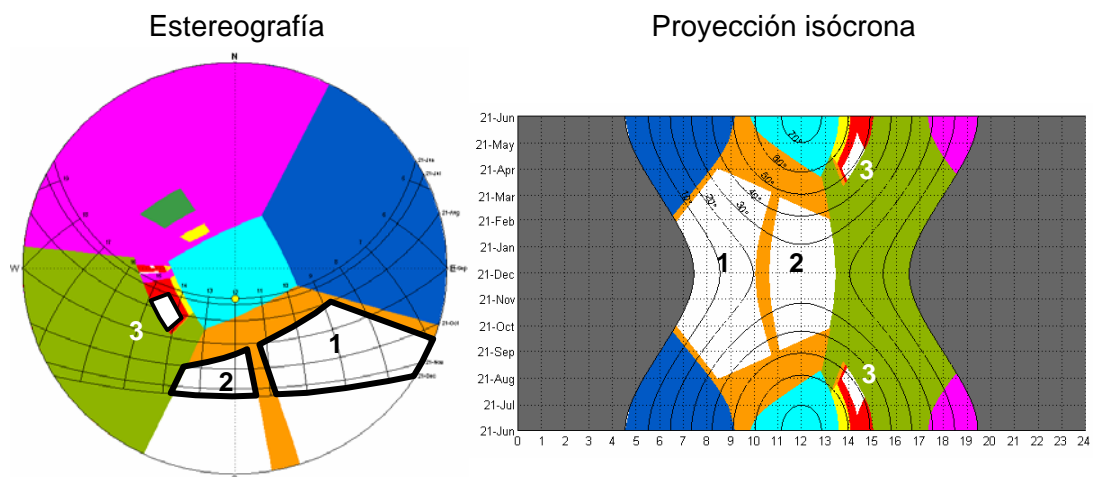
15:00

ESTEREOGRAFIA Y PROYECCION ISOCRONA - ESTAR

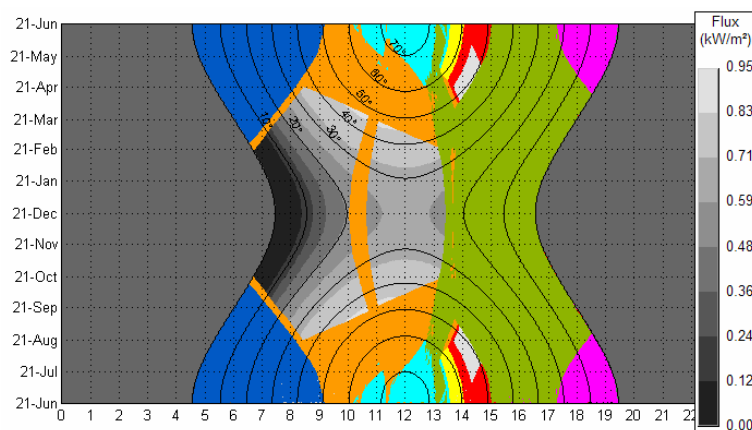
Como habíamos indicado antes, ubicamos nuestro observador en el centro del escenario. Realizamos el cálculo de la estereografía y conseguimos como resultado el resumen de los días y las horas en las que el sol llega a éste punto determinado sobre la superficie del suelo. La información se complementa con la Proyección Isócrona.

Enumerando los polígonos de incidencia solar en escenario, se logra apreciar.

1. y 2. Luz solar directa a través de las ventanas de la pared de la fachada sur (pared anaranjada) en la mayor parte de los días de los meses de invierno, de abril a agosto en la zona mas extensa del polígono, y no en los meses de verano. Lo cual es lo indicado, tomando en cuenta las condiciones climáticas antes mencionadas.
3. También se logra apreciar que el sol logra filtrarse directamente por la ventana de la fachada oeste (pared roja) en parte de los meses abril - mayo y julio - agosto, cabe destacar que la dimensión del polígono es pequeña (una hora de exposición al sol en torno al 21 de abril y al 21 de agosto).



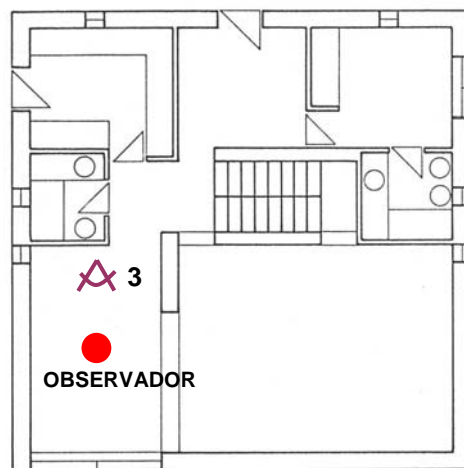
Calculando el flujo de energía recibida en las áreas del escenario, observamos que el polígono de dimensiones mayores (1) es el que menos potencia recibe, entre 0 y 0.48 kW/m^2 , porque recibe radiación en horas de la mañana. El polígono pequeño (3) recibe el doble de potencia, 0.96 kW/m^2 , al ingresar radiación a las 14h.



COMEDOR

Analizamos ahora el comedor de la casa. Ubicado también en la fachada posterior de la casa, en la planta de acceso de la casa, un nivel sobre el de estar, también es un espacio a doble altura y está provisto de dos grandes ventanales, uno de ellos orientado al sur y ubicado a altura del suelo y el otro orientado hacia el oeste y ubicado en la pared alta de la doble altura.

En el caso del comedor, también ubicamos el observador en el centro del escenario.



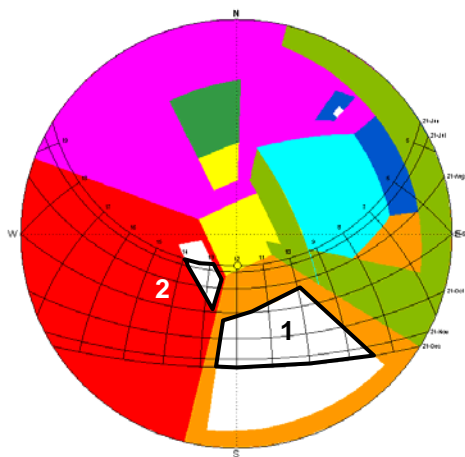
3. Vista hacia el patio posterior.

ESTEREOGRAFIA Y PROYECCION ISOCRONA - COMEDOR

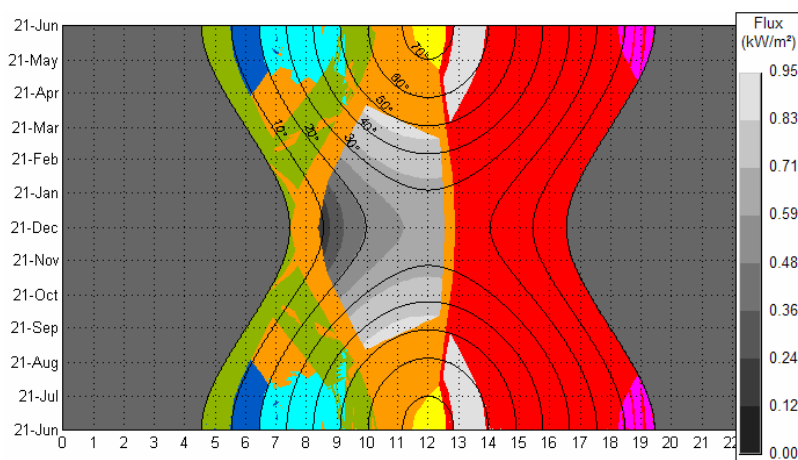
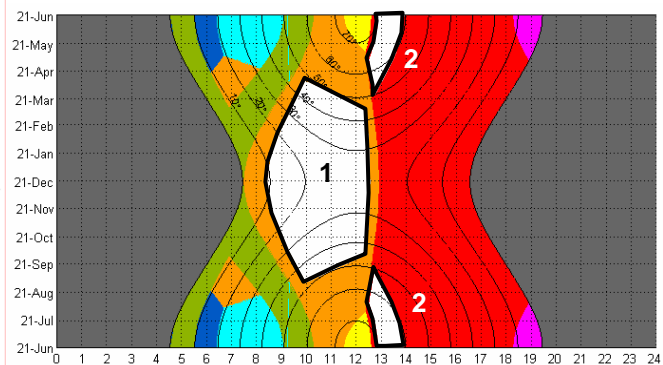
Observamos cómo las ventanas que rodean el comedor afectan el punto escogido del espacio.

1. El polígono de la ventana orientada al sur (pared naranja) incide en el espacio, sobre todo durante los meses de invierno entre los equinoccios, y recibe poca potencia, entre 0 y 0.59 kW/m^2 .
2. La ventana ubicada en la fachada este en la parte alta de la doble altura del espacio lo afecta con un polígono más pequeño, pero en los meses de verano durante una hora del medio día y con una potencia recibida de 0.95 kW/m^2 .

Estereografía



Proyección isócrona



CAPITULO 3

MODELAR PARA SIMULAR

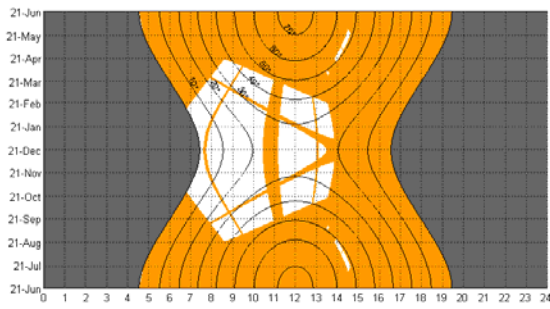
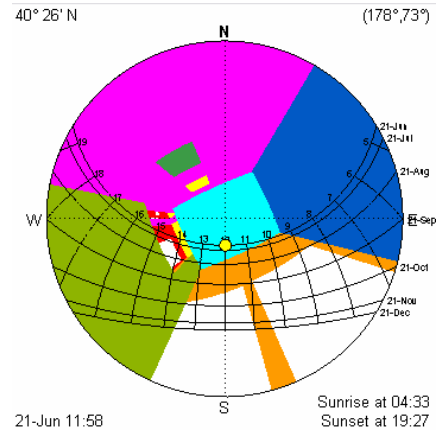
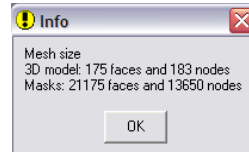
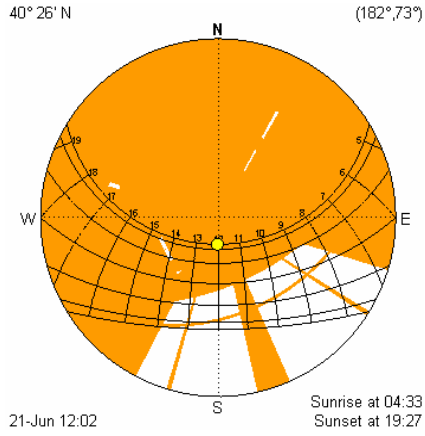
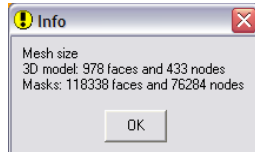
En cualquier proceso de simulación digital, la definición del modelo constituye una etapa crítica, ya que de ella deriva el sentido del posterior cálculo y de su interpretación.

Con Heliodon, conviene en general simplificar la geometría al máximo, ya que, de no hacerlo, los cálculos sobre mallas (factores de cielo y flujo solar) pueden tardar excesivamente.

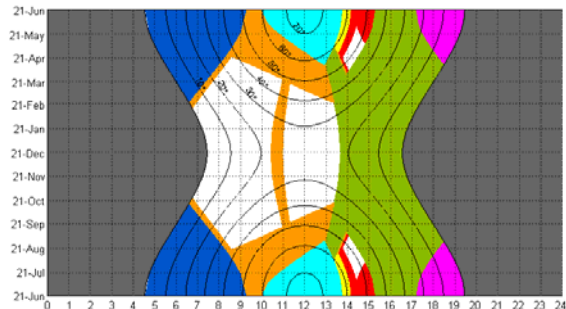
Para simplificar el modelo y garantizar sin embargo unos resultados fiables, es imprescindible orientar el edificio con precisión, considerar las posibles máscaras exteriores y ubicar precisamente los diferentes vanos. En cambio, se ha optado aquí por reducir las paredes a simples planos sin espesor. Esta simplificación es considerable, ya que divide el número de superficies resultantes por seis, sin contar lo que ocurre en las oberturas.

Sin embargo, el espesor de las ventanas puede llegar a tener cierta importancia en los resultados, y nos pararemos aquí a comprobar esta aseveración para la casa Turégano. Una solución elegante consistiría en añadir solamente los bordes de las puertas y ventanas. Sin embargo, consideramos que esta solución resulta poco realista: si un arquitecto trabaja con Heliodon, es más probable que quiera introducir directamente la geometría completa, sin preocuparse por simplificarla adrede. Ateniéndonos a ello, compararemos ahora el modelo anterior de la casa, elaborado directamente dentro del programa, con un modelo más completo importado desde un programa de DAO (en este caso: Autocad).

En los siguientes gráficos de ejemplo de la Casa Turégano podemos observar la diferencia de número de planos de los modelos. El tiempo de cálculo es considerablemente mayor en el caso del modelo "stl", seis veces el tiempo del modelo simplificado en Heliodon. Y puede observarse en la estereografía y la proyección isócrona que la diferencia es mínima en cuanto a los polígonos de luz que inciden en el escenario.



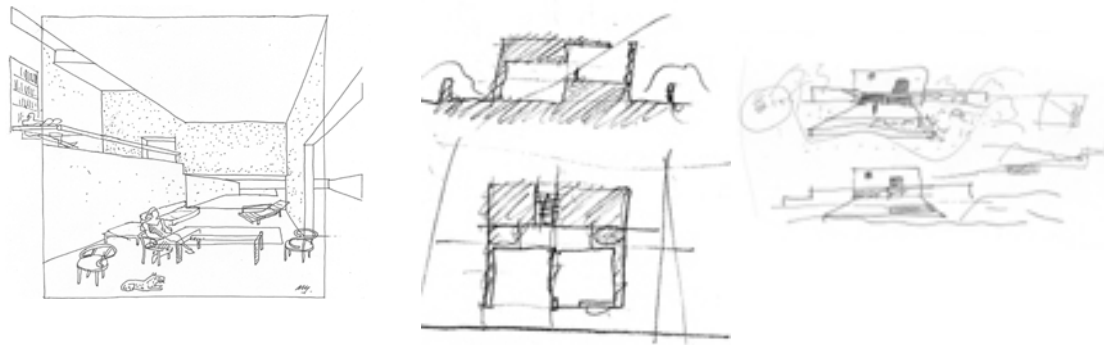
Modelo "stl" importado de Autocad



Modelo construido en Heliodon

CAPITULO 4

CASA ASENCIO



La luz intensa de Cádiz, es el material principal con el que se levanta esta casa, que es un espacio diagonal atravesado por la luz diagonal.

La casa se abre al jardín con una gran raja a través de un porche profundo que permite una visión panorámica enmarcada en sombra. El suelo se prolonga hacia el exterior en una plataforma tan extensa como la casa misma, y se adelanta como flotando sobre el jardín. Un jardín, sembrado sólo de césped, sin solución de continuidad, sin cercas ni vallas, con el enorme campo de golf que está delante. El gran plano del suelo, construido en piedra, plano de luz, subraya el paisaje, acercándolo.

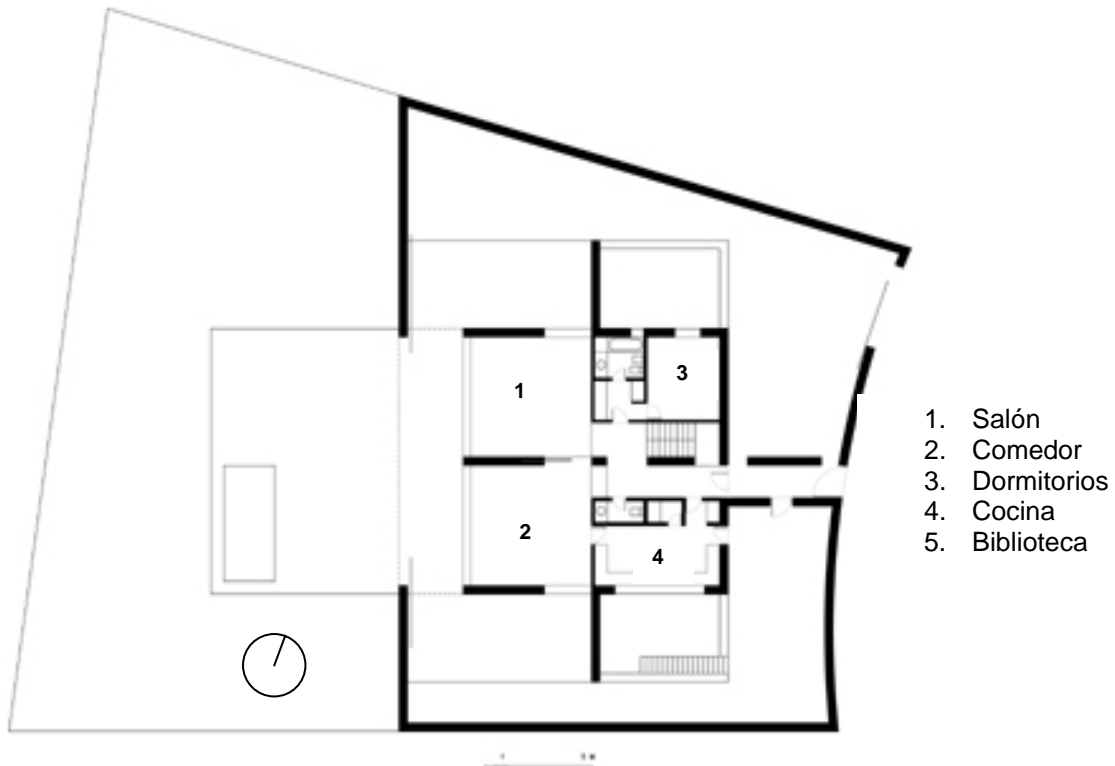
Los otros lados del terreno (que limitan con la calle de acceso y los vecinos colindantes) en cuyo centro está la casa, se cierran con tapias blancas.

Completando la operación principal, la casa va abriendo ojos al paisaje de manera diversa. En la biblioteca, más alta, se abre un hueco grande cuadrado que enmarca, valorándolo, el paisaje del pinar del golf. De igual manera lo hace el hueco cuadrado abierto en las tapias de la azotea desde donde se llega a ver el mar.

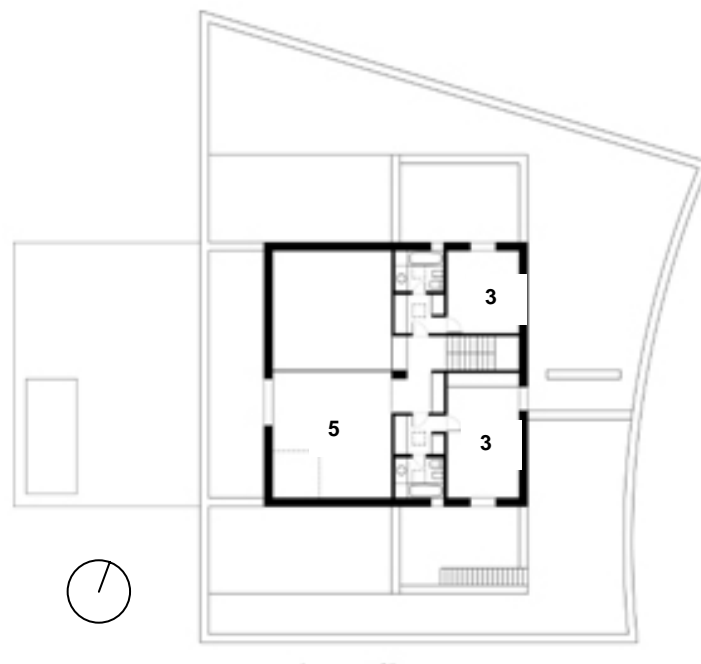
La construcción es sencilla, y acabada en blanco como todas las casas andaluzas de allí. Parecería que la casa hubiera estado allí toda la vida, antes de que llegaran las urbanizaciones. Es en su interior donde se descubre el juego secreto de la luz y la sombra, del espacio y del tiempo. Tan sencillo como preciso.



Compositivamente la casa es un cuadrado dividido en dos mitades, o mejor todavía, en cuatro partes iguales. La mitad delantera aloja los espacios comunes de estar, comedor y biblioteca. La mitad posterior, además de las circulaciones verticales, los espacios más privados: los dormitorios y los servicios.

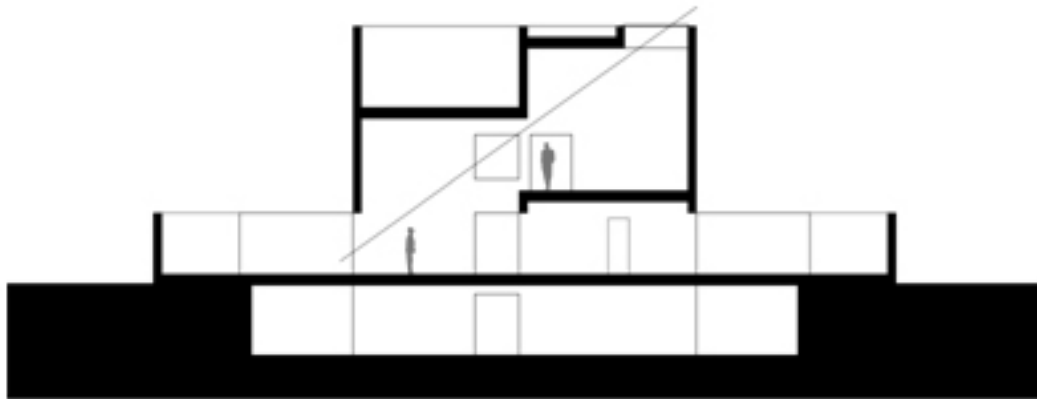


Planta Baja

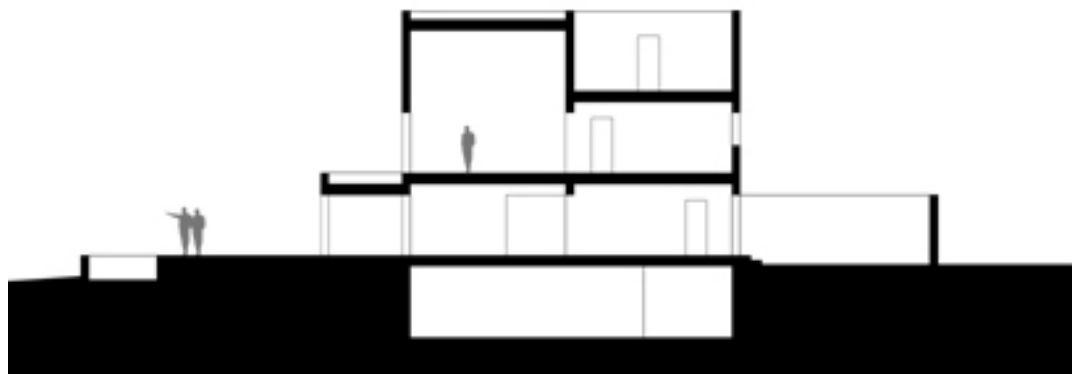


Planta Alta

Dado el sitio y la orientación, se decidió aplicar aquí un tipo de espacio diagonal resultante de la conexión de dos espacios a doble altura unidos en la altura común. Un espacio abierto hacia el paisaje. Se consigue así un espacio que más que triple altura incorpora una cualidad diagonal que es capaz de sorprender. La luz que viene de lo alto a través del gran lucernario que marca la dirección del sol al sur pone en tensión eficazmente este espacio.



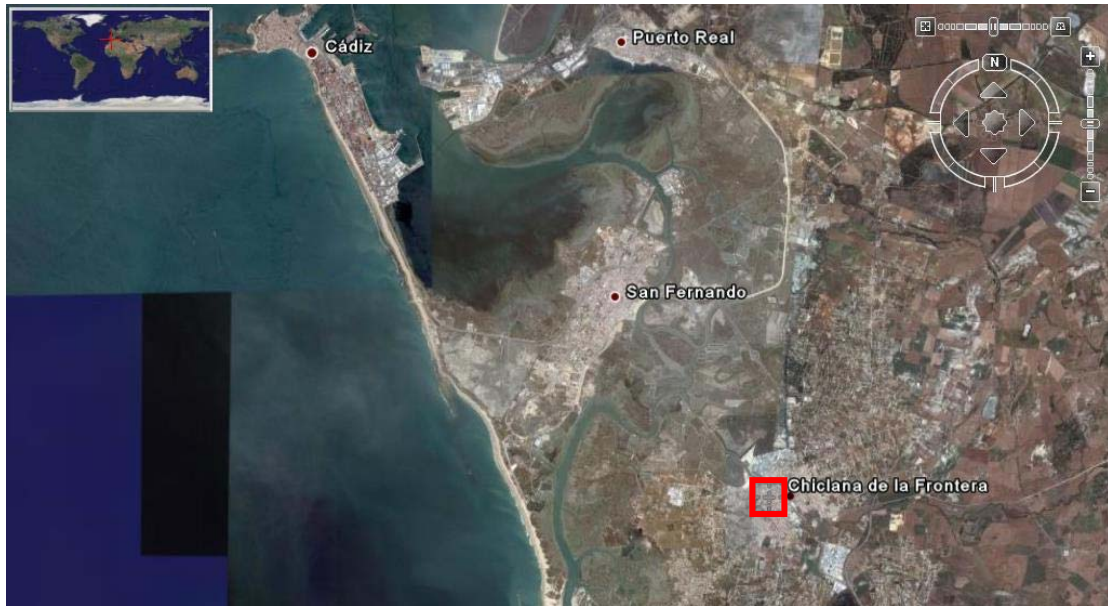
Sección 1



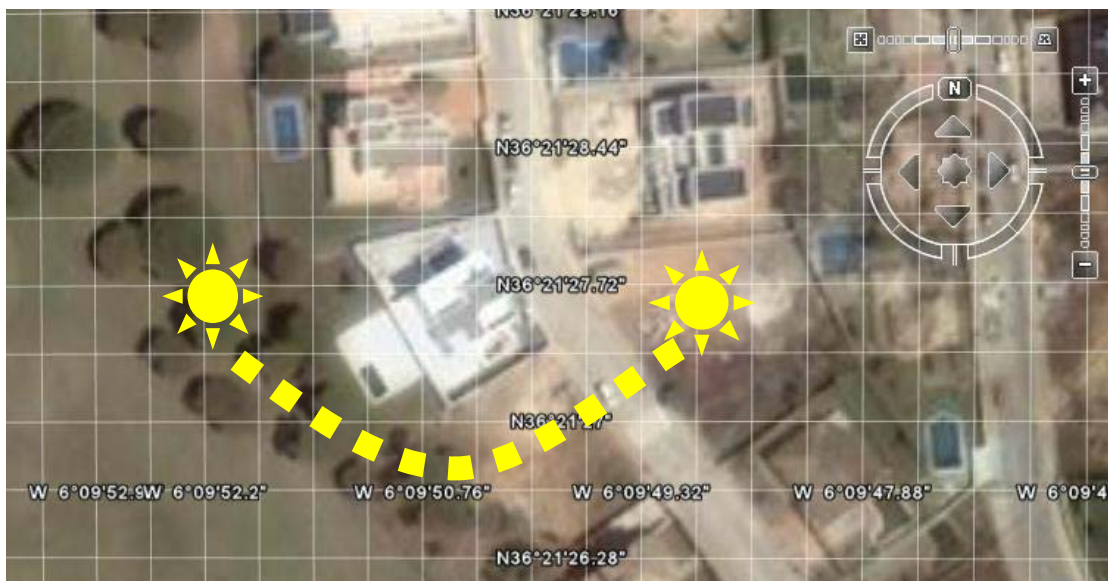
Sección 2

4.1 UBICACION

Ubicada en Chiclana de la Frontera, cerca de la ciudad de Cádiz con latitud correspondiente de $36^{\circ} 21' N$. La fachada frontal de la casa está orientada hacia el Norte 32° Este.



Ubicación con respecto a Cádiz



Fotografía aérea y trayecto solar

4.2 ANALISIS DE SOLEAMIENTO

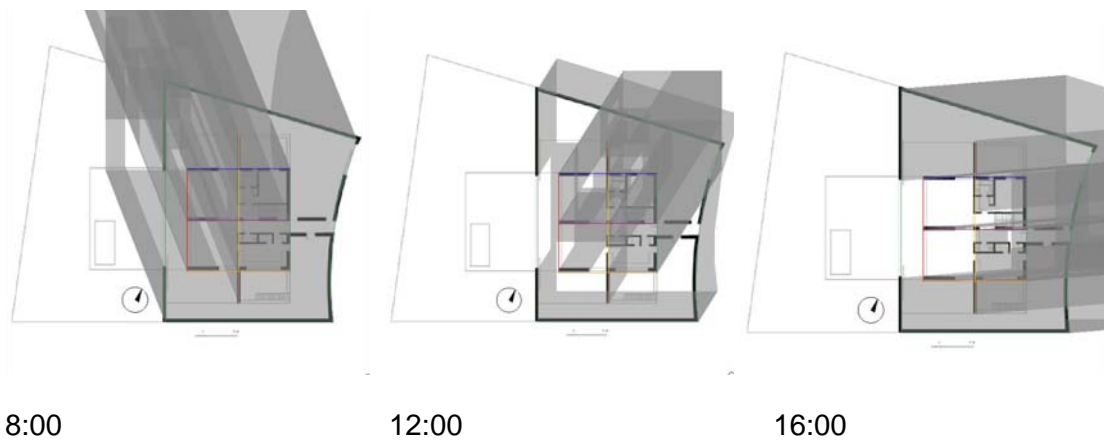
Para analizar esta casa se han escogido los espacios de salón, comedor y biblioteca

INVIERNO – 21 de Diciembre

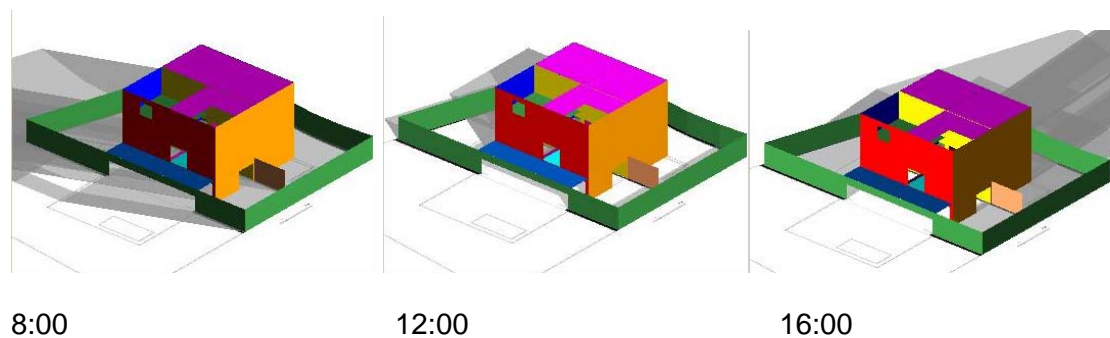
Tomando como referencia el solsticio de invierno, en los gráficos de la planta de la casa se puede apreciar la trayectoria del sol durante el día por medio de las sombras proyectadas, y se observa la luz solar que se filtra por las ventanas en el interior de los espacios.

Durante las horas de la mañana el interior de la casa no recibe luz solar directa, conforme van pasando las horas, al mediodía el comedor recibe radiación por los ventanales frontal y lateral. En el salón se observa una mancha de luz que se cuelga por el lucernario ubicado en la cubierta de la biblioteca.

Al llegar la tarde es evidente la captación de energía solar en salón y comedor gracias a los grandes ventanales ubicados con orientación sur-oeste favoreciendo el calentamiento de dichos ambientes en días de invierno.



Las correspondientes graficas en 3D muestran los vanos por los cuales la luz del sol entra en los espacios a lo largo del día, ventanales, la puerta de vidrio lateral del comedor y el lucernario en la cubierta de la biblioteca.



VERANO – 21 de Junio

Para realizar el análisis de soleamiento en verano, escogemos como día de referencia el solsticio de verano.

Cuando las temperaturas al sur de España en el verano son muy altas lo conveniente es protegerse de la luz directa del sol.

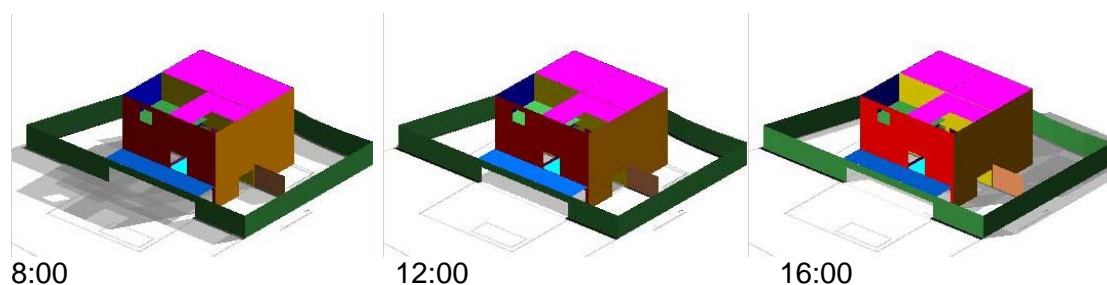
En los gráficos de la planta de la casa podemos observar que los espacios interiores de la casa permanecen protegidos por la sombra a lo largo de todo el día.

A diferencia de lo que pasa en invierno que el sol entra a la zona de salón y comedor, en este caso no pasa lo mismo gracias a que el arquitecto ha diseñado una cubierta sobre los grandes ventanales de tales dimensiones que gracias a la diferencia de inclinación del sol logra proteger estos espacios de la luz directa del sol durante los meses calientes y captar radiación durante los meses fríos.



Observamos el trayecto solar también en los gráficos en 3D.

Se puede anotar que la ubicación estratégica de la piscina permite recibir radiación solar durante todo el año.



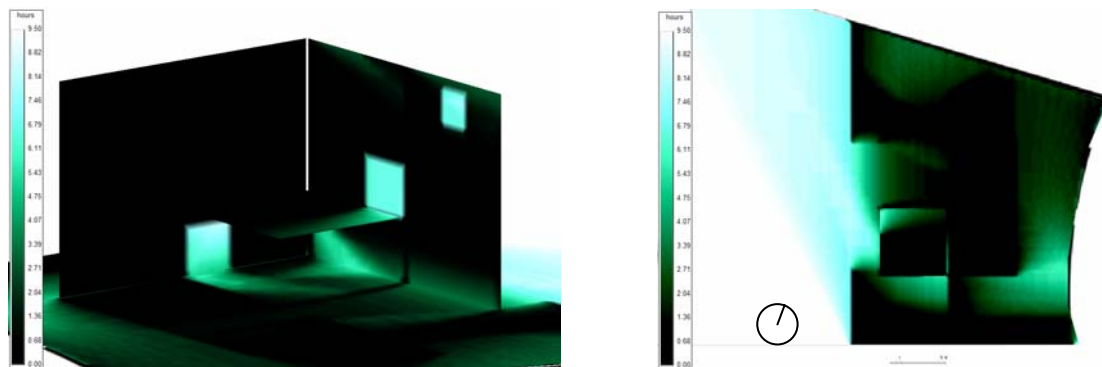
4.3 MAPAS DE SOLEAMIENTO

INVIERNO– 21 de Diciembre

Podemos determinar las horas de soleamiento que recibe los espacios durante un día determinado. Tomamos también como referencia el solsticio de invierno para la realización del cálculo y obtenemos como resultado los siguientes gráficos.

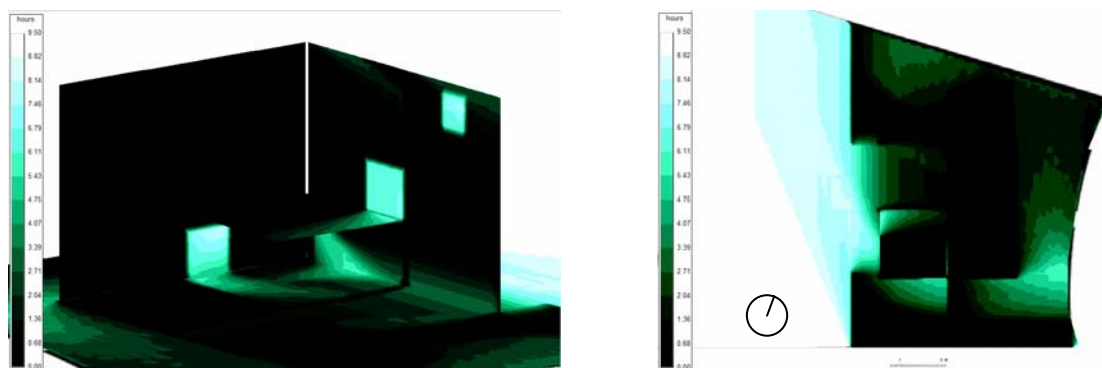
Se observa tanto en el modelo en 3D como en la planta una serie de matices claro-oscuros en la gama de los verdes que representan las horas de soleamiento en los planos escogidos para el análisis.

Las áreas representadas con los colores mas claros llegando al blanco reciben hasta 9.5 horas de soleamiento en un día degradando así hasta las áreas representadas por los verdes mas oscuros, casi negro que no reciben soleamiento alguno durante el día.



Podemos hacer un cálculo específico de horas de soleamiento en determinadas áreas. Por ejemplo el grafico muestra que la zona de la biblioteca cerca de la ventana recibe hasta 7 horas de sol.

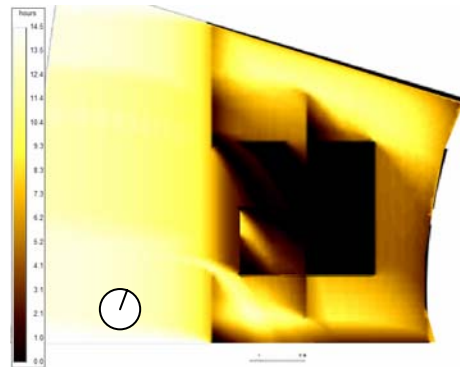
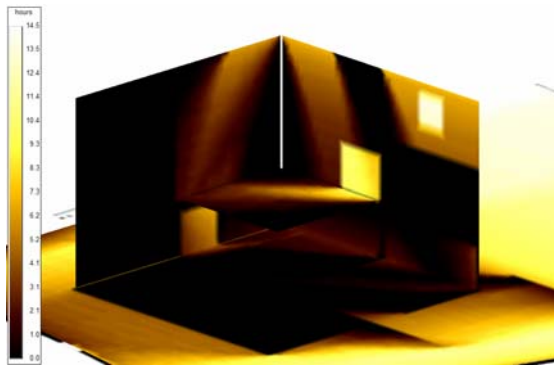
El salón en cambio recibe 4 horas de sol, lo que ya habíamos visto anteriormente por que recibe sol directo únicamente en las horas de la tarde.



VERANO – 21 de Junio

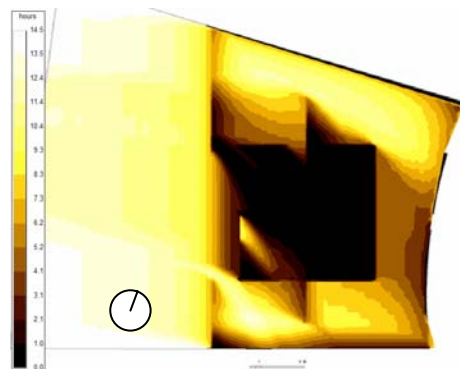
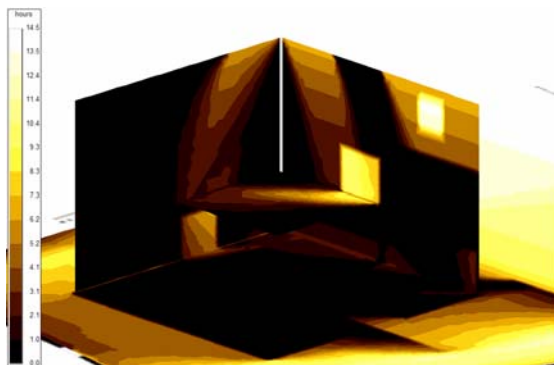
Se ha utilizado la gama de los amarillos para representar en los gráficos el soleamiento en los espacios de la casa en los días de verano.

Comparando los mapas de soleamiento en invierno y verano las diferencias son evidentes. La paredes de la biblioteca se bañan con un as de luz que indica un soleamiento de 6 horas debido al lucernario ubicado en la cubierta, además la biblioteca recibe por la ventana soleamiento de hasta 9 horas, concluyendo que en los días de verano la biblioteca será el espacio menos confortable de la casa.



A diferencia de la biblioteca, podemos observar que en los espacios de salón y comedor reciben únicamente 1 o 2 horas de soleamiento, lo cual sugiere que estos ambientes estarán frescos en los días de calor.

Con los gráficos con aspecto más definido podemos determinar exactamente el número de horas de soleamiento que reciben los planos analizados.

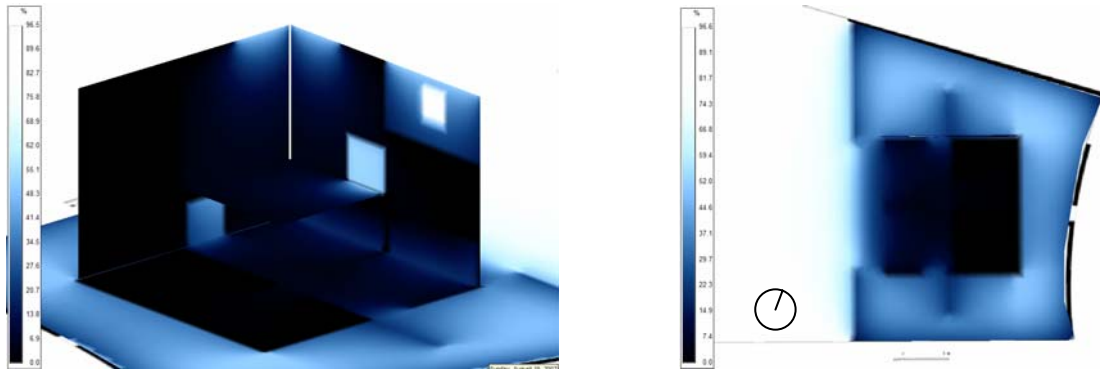


4.4 LUZ DEL CIELO

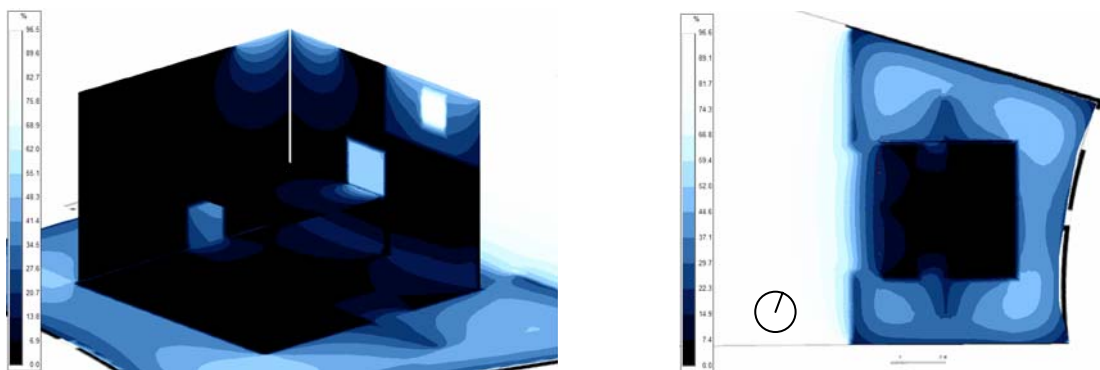
Realizando un cálculo de los porcentajes de cielo en la Casa Asencio podemos determinar que el espacio con mayor iluminación difusa en un día nublado es la biblioteca, en la que tenemos desde 45 a 20% de luz del cielo.

Se puede observar que los espacios de salón y comedor también estarán suficientemente iluminados ya que producen factores de cielo de entre 30 a 15%.

Podemos concluir que los espacios analizados en esta casa no necesitaran de luz artificial durante las horas del día para leer o trabajar aunque no se trate de un día soleado ya que recibirán suficiente iluminación difusa del cielo.



Los gráficos con espectros definidos muestran los colores representativos de los porcentajes de luz del cielo en los planos de cada espacio, interiores y exteriores.

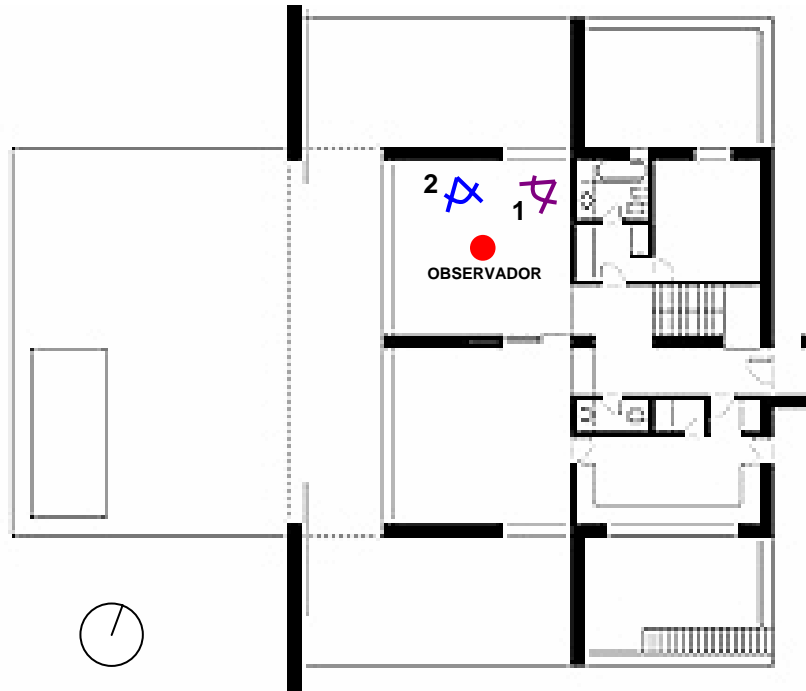


4.5 ANALISIS DE AMBIENTES

ESTAR

Ubicado en la parte posterior de la casa, el estar es un espacio de doble altura que se abre hacia la piscina y el jardín gracias un gran ventanal orientado hacia sur-oeste.

La biblioteca se vuelva sobre el estar, dando una sensación de mucha amplitud y el llamado espacio diagonal.



1. Vista hacia la piscina, com. y bibliot.

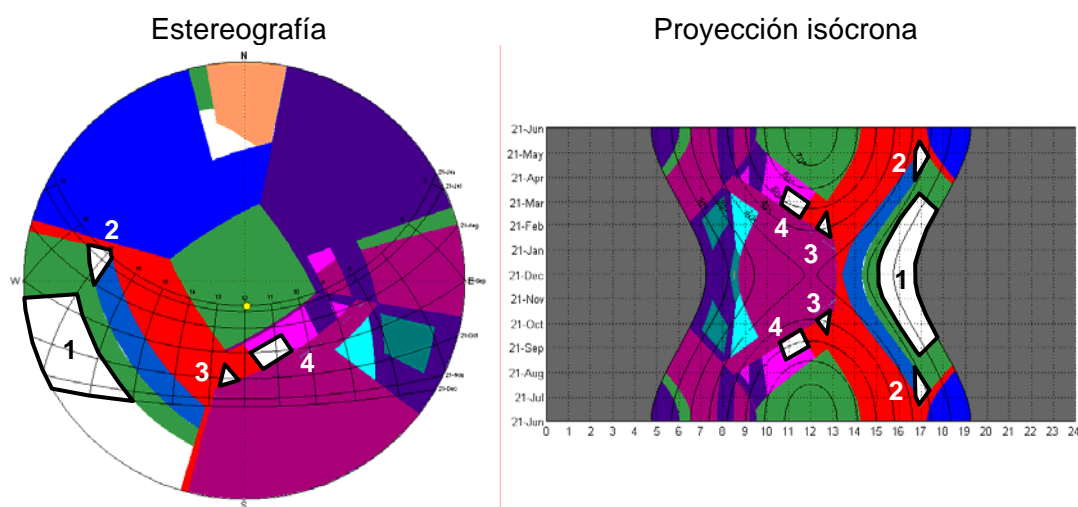


2. Vista hacia el comedor y biblioteca

ESTEREOGRAFIA Y PROYECCION ISOCRONA - ESTAR

Colocando al observador en el centro del salón, realizamos una representación estereográfica e isócrona del espacio, para determinar los planos que enmascaran el paso de los rayos solares al punto escogido y la iluminación directa sobre este punto durante todo el año.

Los siguientes gráficos representan la misma información, pero se complementan para obtener la información espacial en el caso de la estereografía y temporal en la proyección isócrona.

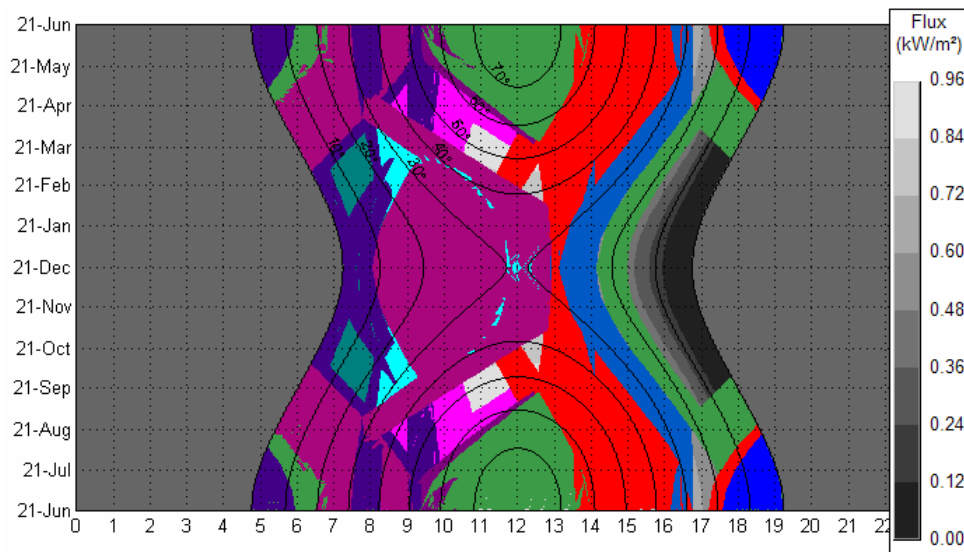


Se han enumerado los polígonos que representan los vanos por donde se filtra la radiación solar en el punto del espacio escogido, y se relacionan en función del tiempo (días y horas).

1. Ventanal hacia la piscina – Mayor soleamiento durante los meses de invierno variando entre las 15h a las 17h, siendo el 21 de diciembre el día con mas horas de soleamiento y disminuyendo paulatinamente hasta los días 21 de Marzo y 21 de Septiembre que son los días con menos horas de soleamiento.
2. Espacio entre muro y cubierta de la salida hacia la piscina - Pequeñas filtraciones de rayos solares a las 17h el 21 de Mayo y el 21 de Julio.
3. Ventana de biblioteca – Pequeñas filtraciones de asoleamiento los días 21 de Octubre y 21 de Febrero al medio día.
4. Lucernario en cubierta de biblioteca – Considerable mancha de sol alrededor de los días 21 de Marzo y 21 de Septiembre entre las 10h30 y las 12h.

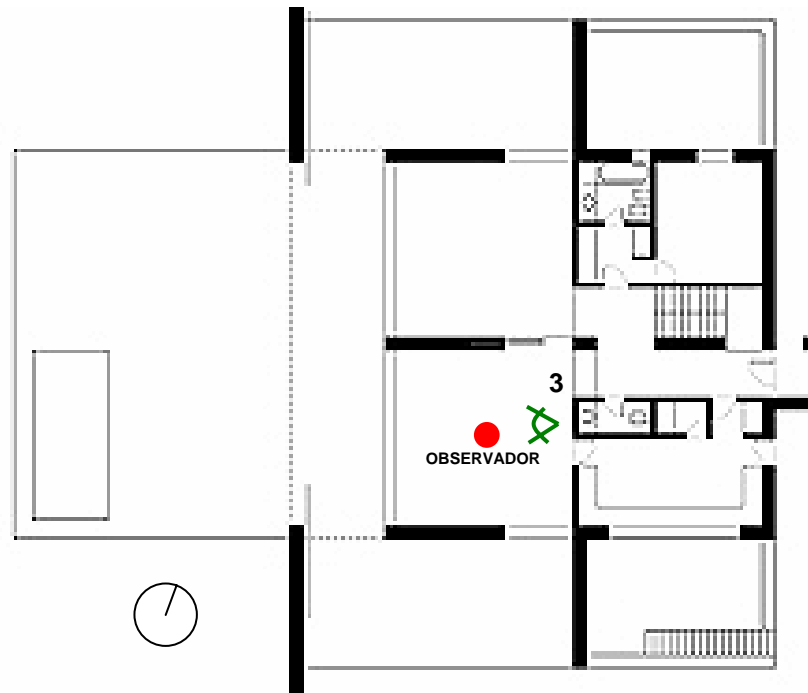
Además de podemos calcular le energía lumínica que obtendremos de las manchas de soleamiento que enumeramos anteriormente.

En el siguiente grafico se puede apreciar numéricamente la energía lumínica en kW/m², también calculada por la inclinación del sol en cada caso. Por ejemplo en la mancha 1 tenemos de 0.12 a 0.48 kW/m² de flujo lumínico, contrastando con la mancha 4 que a pesar de ser pequeña aporta un flujo lumínico de 0.96kW/m².



COMEDOR

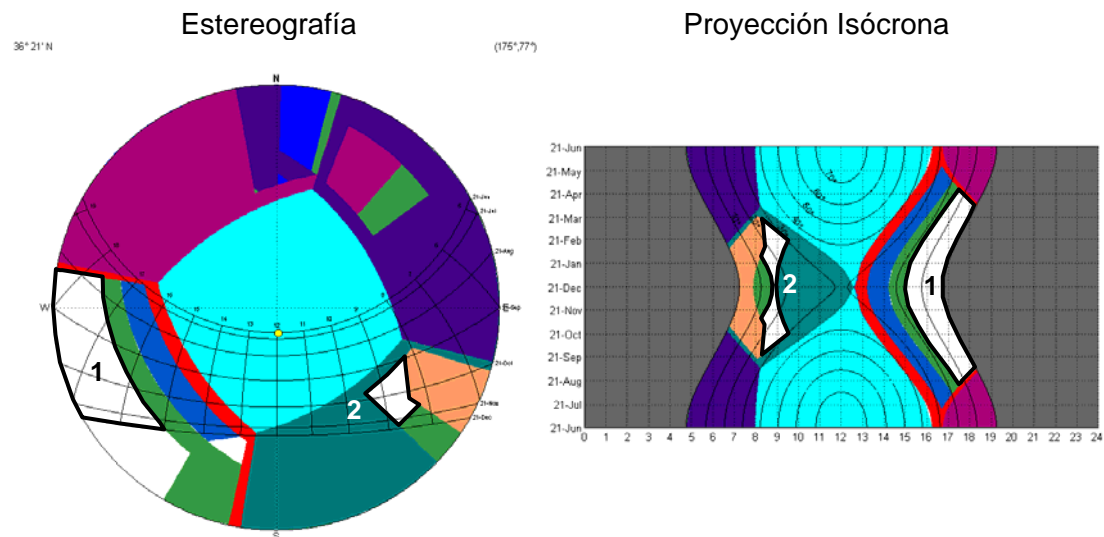
El comedor esta ubicado en la parte posterior de la casa, en la planta baja, en el mismo nivel que el estar. Es un espacio de una planta de altura y sobre él se encuentra la biblioteca. Tiene un gran ventanal de las mismas características que el del salón, orientado hacia sur – oeste que se abre hacia la piscina.



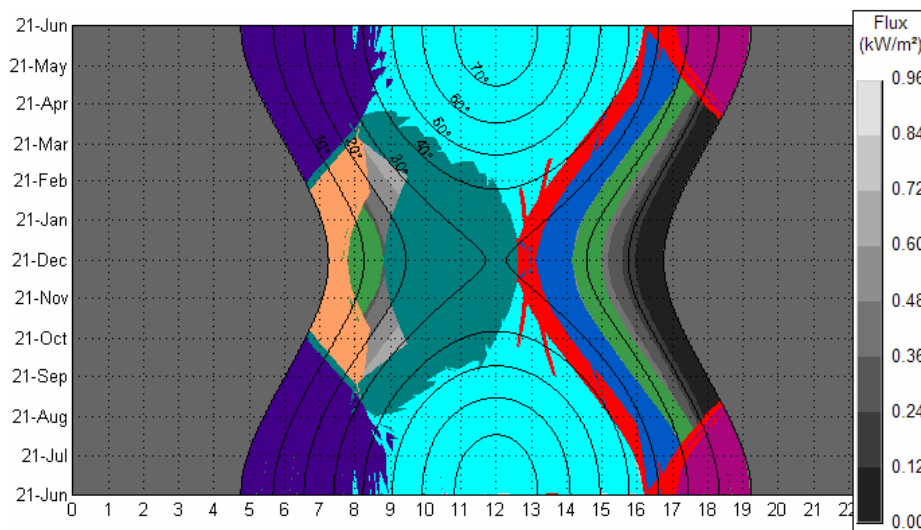
3. Vista desde comedor hacia piscina

ESTEREOGRAFIA Y PROYECCION ISOCRONA - COMEDOR

Colocamos también en este caso al observador en el centro del espacio, mediante la representación estereográfica e isócrona del espacio determinamos los planos que enmascaran el paso del sol al punto escogido y la observamos la iluminación directa sobre este punto durante todo el año por las respectivas aberturas.

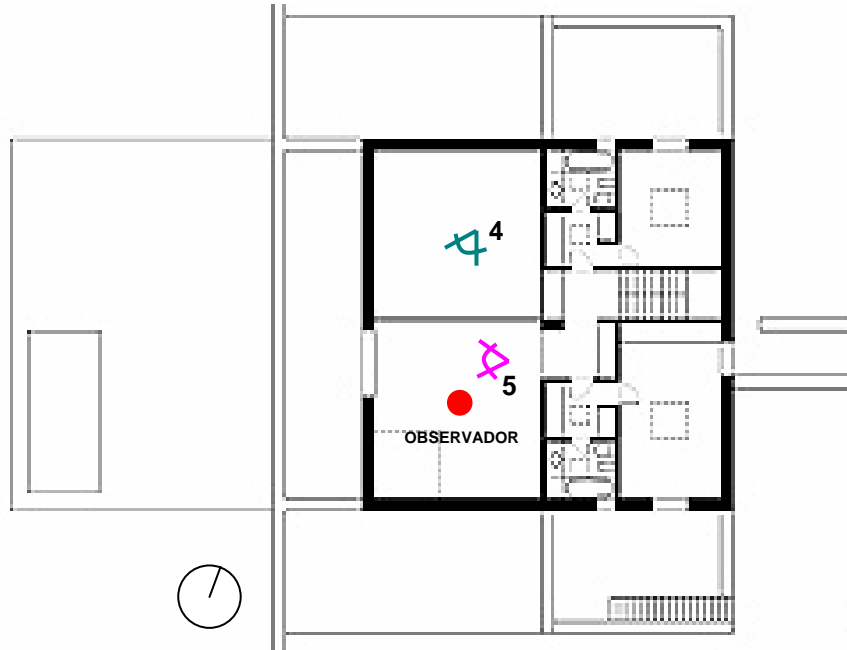


1. Ventanal hacia la piscina – Un panorama muy similar al polígono No.1 del salón, soleamiento durante los meses de invierno variando entre las 15h a las 18h, el 21 de diciembre mas horas de soleamiento y disminuyendo los días 21 de Marzo y 21 de Septiembre. Flujo lumínico de entre 0.12 a 0.48 kW/m²
2. Puerta Lateral – Del 21 de Septiembre al 21 de Marzo durante los meses de invierno una mancha de sol en las mañanas de 8h30 a 9h30. Flujo lumínico de entre 0.36 a 0.72 kW/m²



BIBLIOTECA

La biblioteca se ubica en la segunda planta de la casa, en la parte posterior sobre el comedor. Es un espacio de doble altura con un lucernario de dimensiones considerables en la cubierta. Se relaciona espacialmente con el salón por el juego de alturas. Una ventana cuadrada orientada hacia el sur-oeste lo relaciona con el jardín posterior.



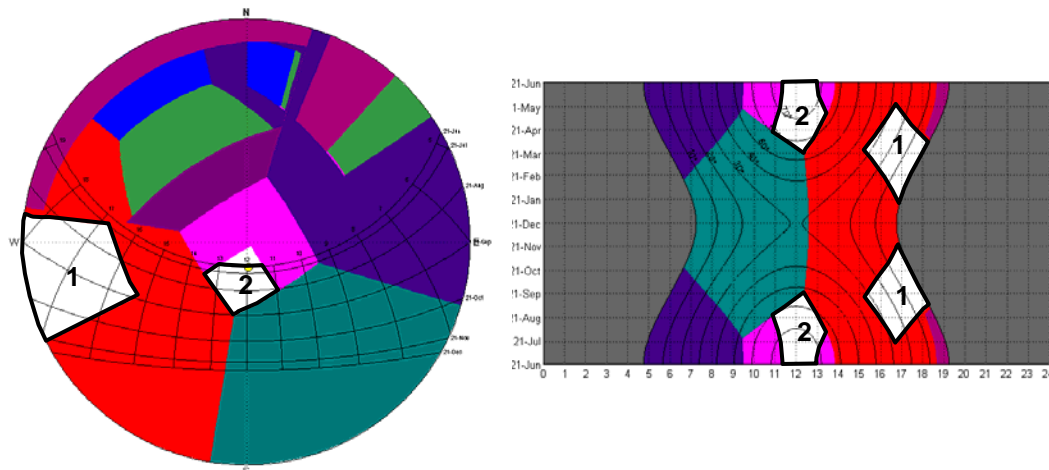
4. Vista desde salón hacia biblioteca



5. Vista de biblioteca hacia exterior

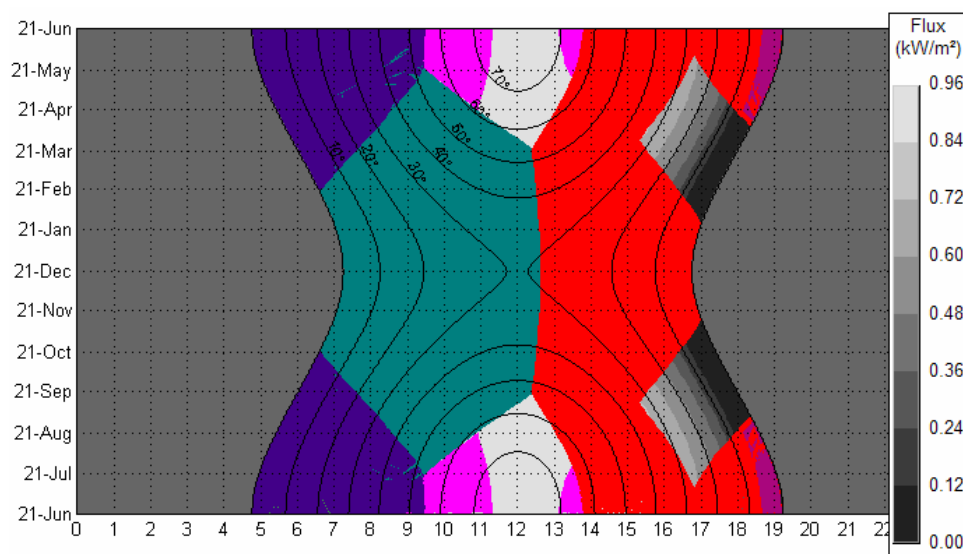
ESTEREOGRAFIA Y PROYECCION ISOCRONA - BIBLIOTECA

Ubicando el observador en el centro del espacio podemos analizar como la ventana y el lucernario condiciona la iluminación directa de la biblioteca de manera diferente.



1. Ventana hacia el jardín posterior – El soleamiento por esta ventana se produce durante los meses de primavera y otoño en horas de la tarde, entre 15h30 y 18h30. Con una energía lumínica de 0.12 y 0.48 kW/m²
2. Lucernario de cubierta. – soleamiento directo en los meses de Verano y cuando el sol se encuentra en su mayor inclinación 70° en las horas de medio día de 11h a 13h30. Con una energía lumínica de 0.96kW/m²

Observamos que la ubicación del lucernario aporta una gran cantidad de energía lumínica y por lo tanto calórica durante los meses más calientes del año, por lo tanto la biblioteca no será un espacio confortable durante el verano.



CAPITULO 5

CASA GASPAR



MI CASA EN VERANO ES UNA SOMBRA

Mi casa en el verano es una sombra, entre cuatro paredes levantada. Sombra que a fuera de oscura es transparente de tan llena de la luz que allí batalla. La casa en el verano es el sosiego, un lugar donde la calma se aposenta, un remanso de paz donde se vuelve.

Mi casa en el verano es una balsa adonde acuden mis náufragos amigos a desgranar la palabra que conforta, a rescatar el tiempo tan perdido. Nacen allí poemas de la nada, quizás lo más hermoso de la vida.

Pero y ¿qué y cómo es la casa al fin y al cabo?

Es una simple y sencilla arquitectura.

Cuatro altos muros bien blancos bien trazados, dispuestos con frugal sabiduría. Con un adentro en sombra bien medida, que con la brava luz porfía siempre.

Un firme suelo de piedra como hallado, como si fuera la tierra que emergiera, dando su apoyo a nuestros pies descalzos.

Y al fondo y en el centro allí excavada, una alberca serena y en silencio, recipiente de un agua casi quieta. Una gaviota perdida allí se baña, sin tocarla ni mancharla, casi nada. Y es que el agua así en la sombra es un espejo, periscopio infinito de los cielos.

Y en sus cuatro claros puntos cardinales, al horadar la piedra en sus entrañas, han brotado lunares limoneros que abren su blanca flor cada mañana.

Es mi casa en verano arquitectura, en el más pleno sentido del vocablo. Huerto cerrado, arcadia, paraíso. Cuatro muros y un árbol y una alberca. Y luz y oscuridad acompañados. Y el suelo fresco de piedra que da gloria. Cielo en la tierra, pues ¿qué es si no la arquitectura?

Alberto Campo Baeza

Cádiz, verano de 1996. A propósito de la Casa Gaspar en Zahora

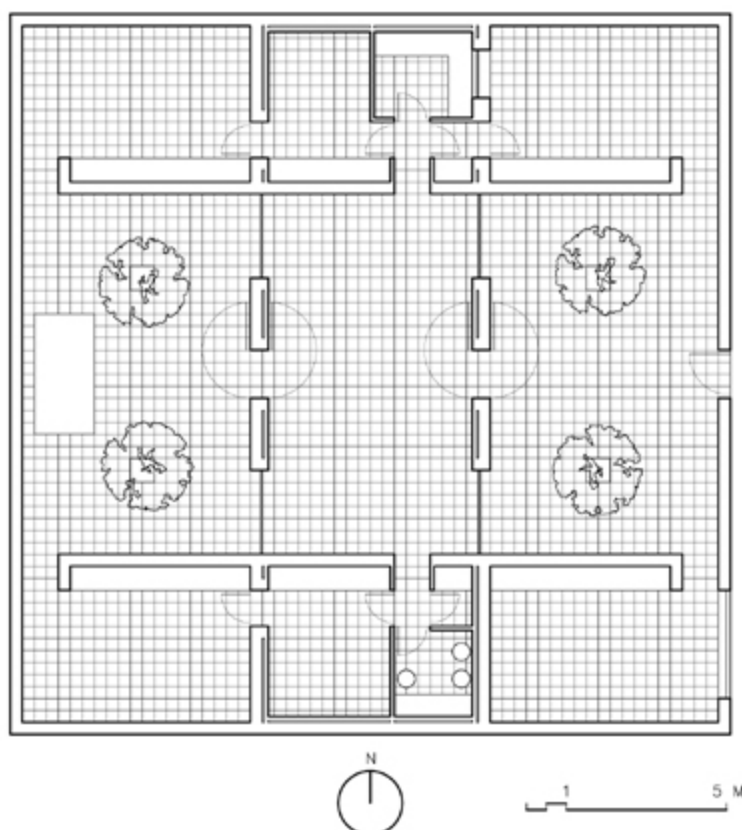


Había una clara voluntad del cliente de una independencia total. Se decidió entonces crear un recinto cerrado, un "hortus conclusus". Se parte de un cuadrado de 18 x 18m definido por cuatro tapias de 3,5 m de altura, que se divide en tres partes iguales.

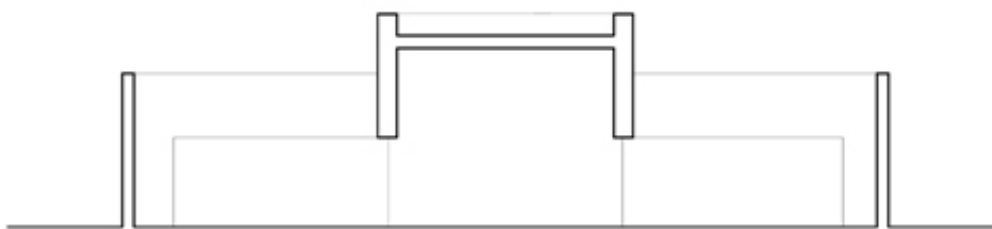
Se cubre sólo la parte central. Dividido transversalmente en tres partes de proporciones A, 2A, A por dos tapias bajas de 2 m de altura, se incluyen en los costados las piezas servidas. La cubierta del espacio central se hace más alta, de 4,5 m. En los puntos de intersección de las tapias bajas con los muros altos, se abren cuatro huecos de 2 x 2 m que se acristalan directamente. A través de esos cuatro huecos se expande el plano horizontal del suelo de piedra, consiguiendo así una eficaz continuidad interior-exterior.

El color blanco en todos los parámetros contribuye a la claridad y continuidad de esta arquitectura. La doble simetría de la composición queda patente por la colocación, también simétrica, de los cuatro limoneros, que producen efectos especulares.

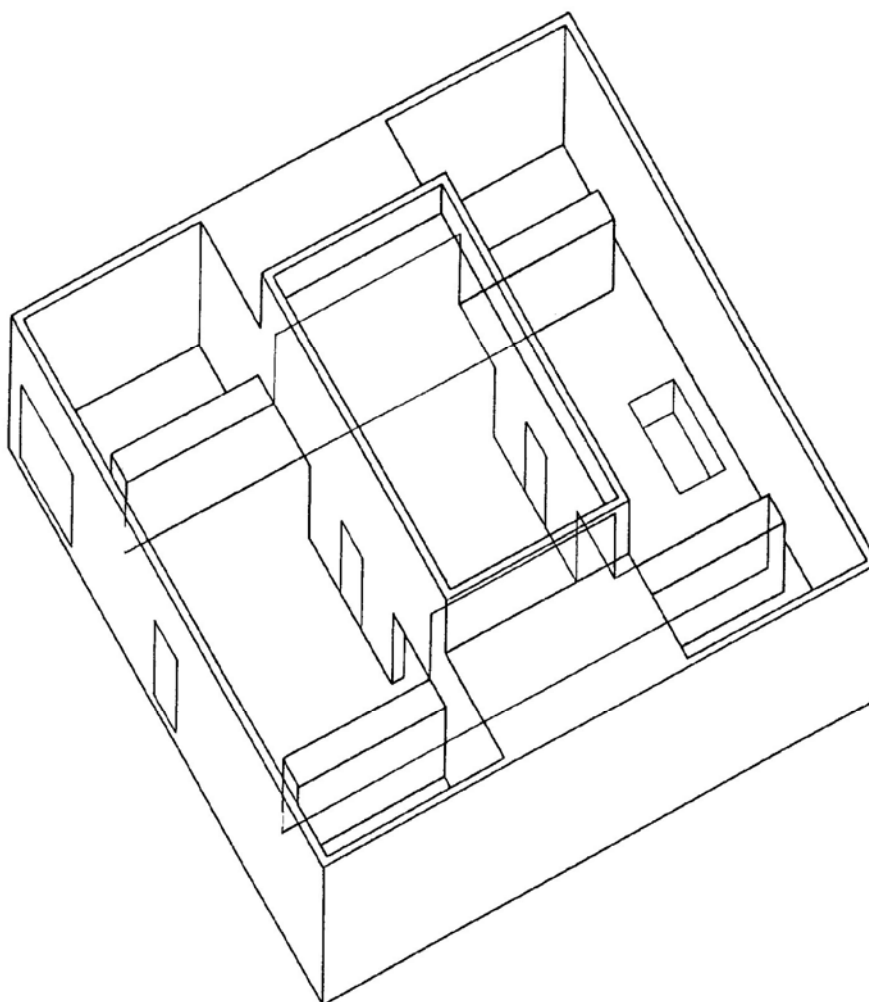
La Luz en esta casa es horizontal y continua, reflejada en las tapias de los patios orientados a Este-Oeste. En definitiva, se trata de un espacio horizontal, continuo, tensado por la luz horizontal.



Planta



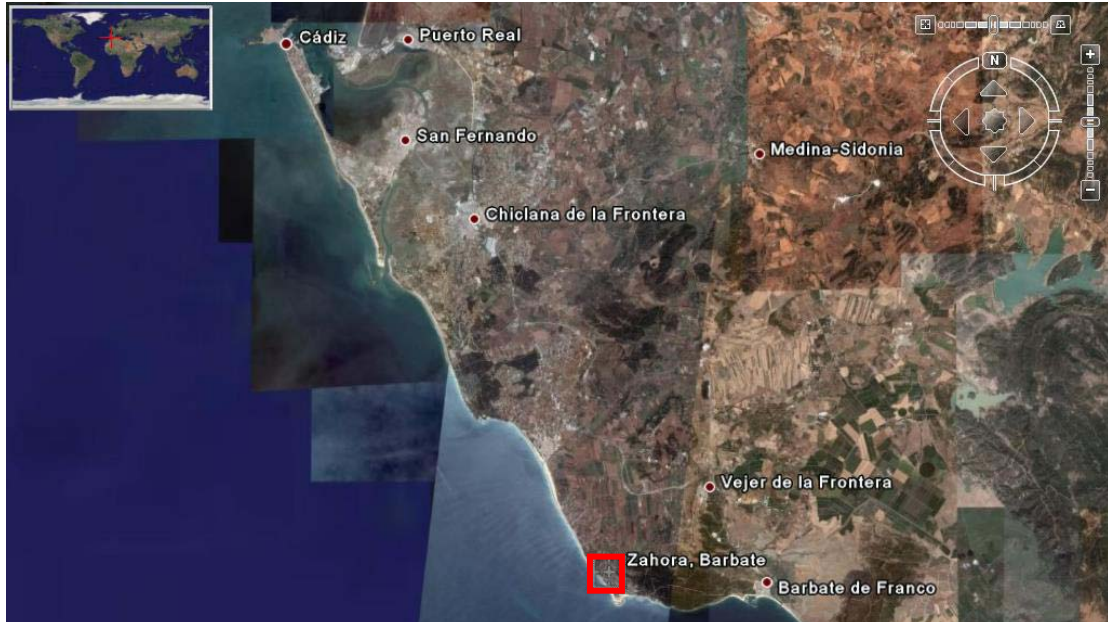
Sección



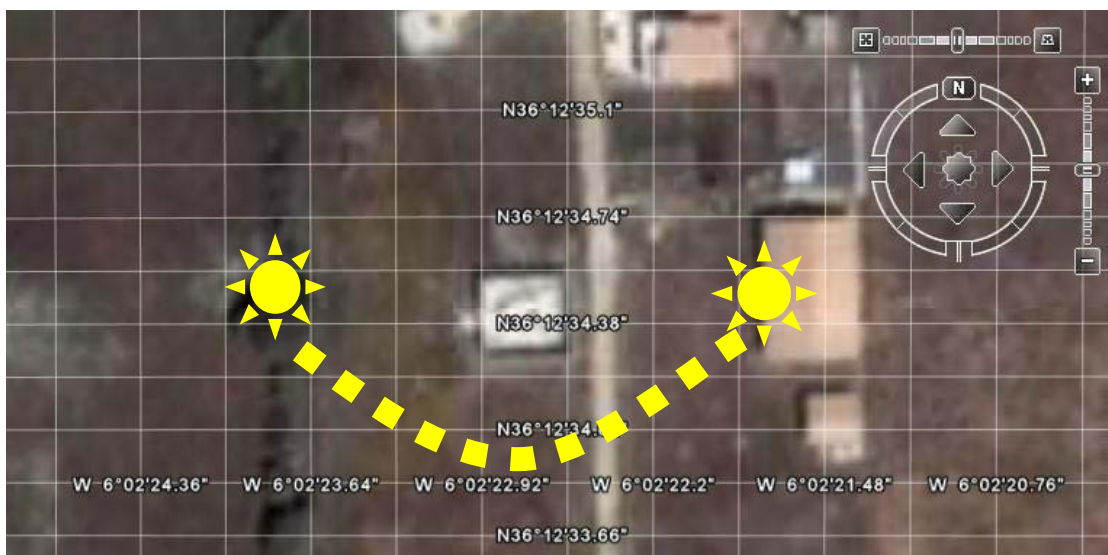
Axonometría

5.1 UBICACION

Ubicada en Zahora, cerca de la ciudad de Cádiz con latitud correspondiente de $36^{\circ} 12' N$. La fachada frontal de la casa se ha orientado perfectamente hacia el Este.



Ubicación con respecto a Cádiz



Fotografía aérea y trayecto solar

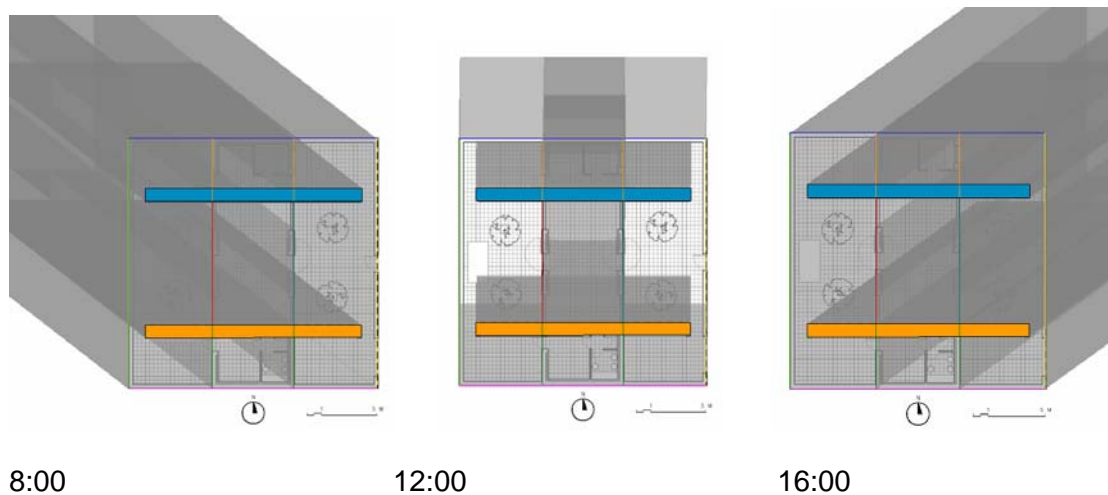
5.2 ANALISIS DE ASOLEAMIENTO

Para analizar esta casa se ha escogido el espacio central servido (salón y comedor)

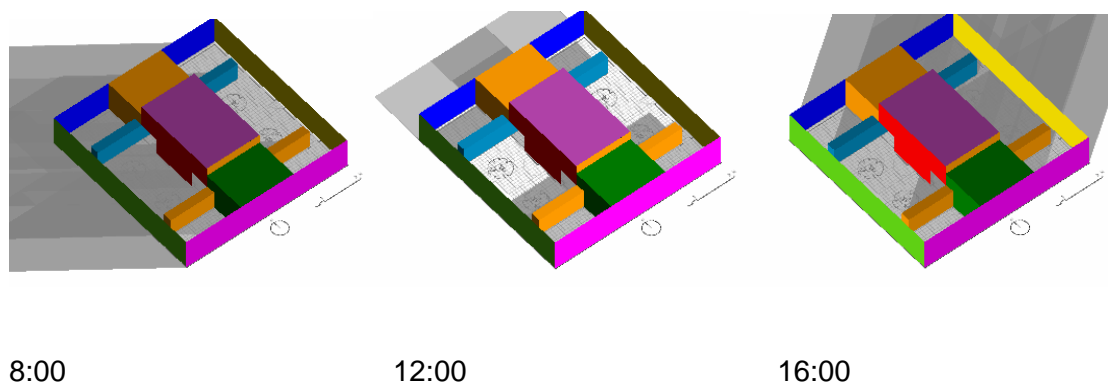
INVIERNO – 21 de Diciembre

Tomando como referencia el solsticio de invierno, en los gráficos de planta se aprecia la trayectoria del sol durante las horas del día, se observa que por la inclinación del sol no ingresan rayos solares en el interior de la casa por ninguna de las ventanas debido al muro perimetral de la casa.

Únicamente la mitad norte de los patios centrales de la casa reciben radiación directa en horas de medio día.



En las vistas en 3D se evidencia lo explicado anteriormente, en el día escogido de invierno, no hay recepción de rayos solares en ninguno de los espacios interiores de la casa, solamente a horas del medio día en la mitad de los patios centrales.

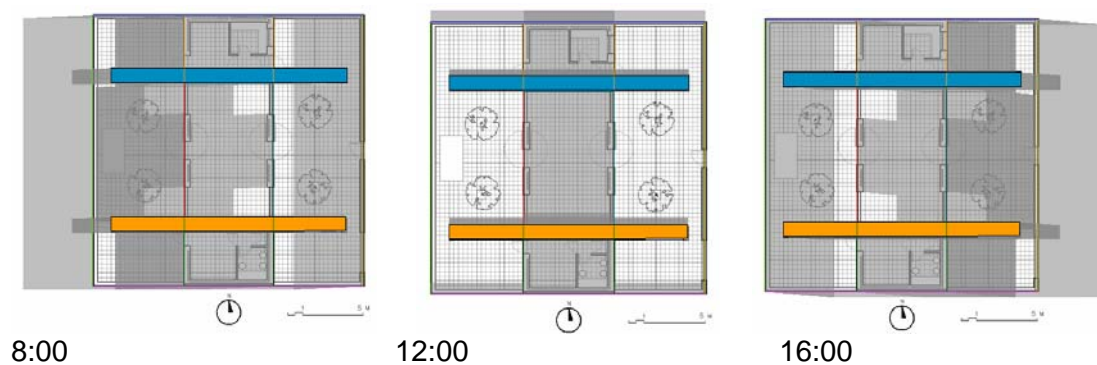


VERANO – 21 de Junio

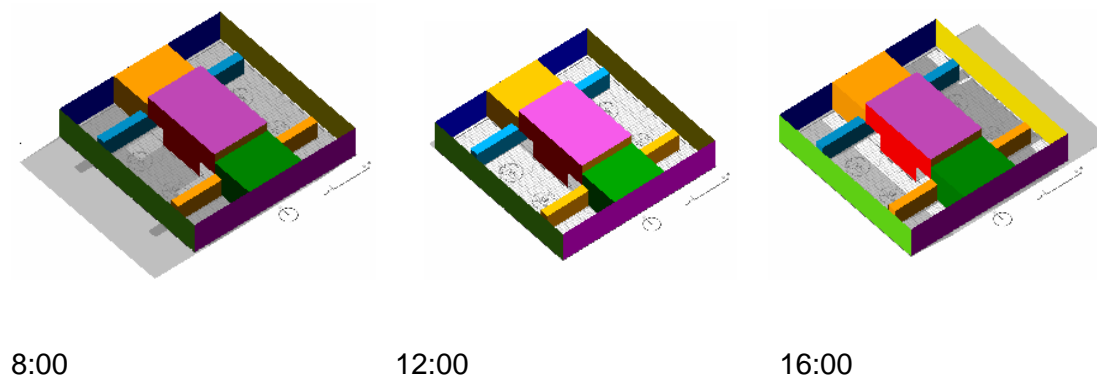
Escogemos esta vez como día de referencia el solsticio de verano. Las temperaturas en Cádiz son muy altas y la protección de la luz directa del sol es lo más importante.

En los gráficos en planta se observa que debido a la orientación de la casa y de las ventanas en el espacio interior central, en horas de la mañana y en horas de la tarde los rayos solares ingresan directamente en el espacio, pudiendo ésto causar el calentamiento del espacio y por lo tanto no confortable en estas horas.

Aunque en las horas del medio día, cuando las temperaturas son máximas y el sol se encuentra en su mayor inclinación, el espacio central de la casa permanece bajo total sombra.



En las siguientes gráficas en 3D se observan las ventanas por donde la radiación solar ingresa en el espacio interior central de la casa tanto en horas de la mañana como en horas de la tarde.

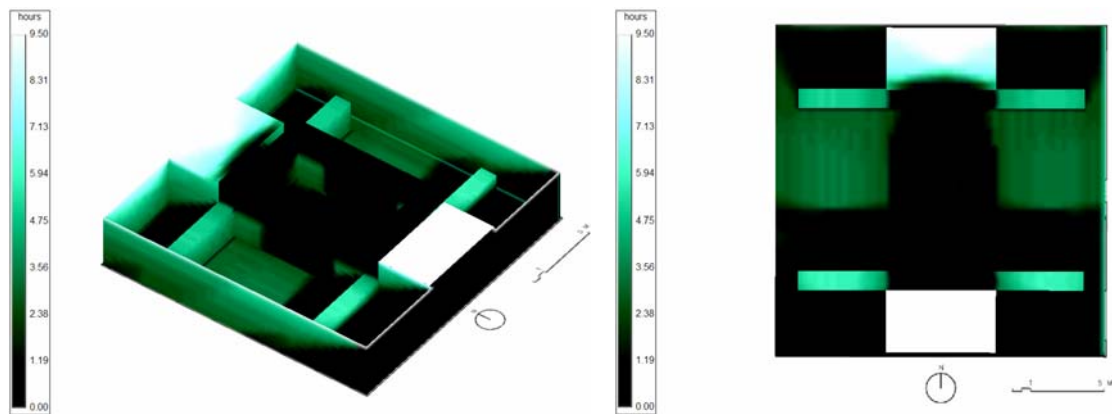


5.3 MAPAS DE SOLEAMIENTO

INVIERNO – 21 de Diciembre

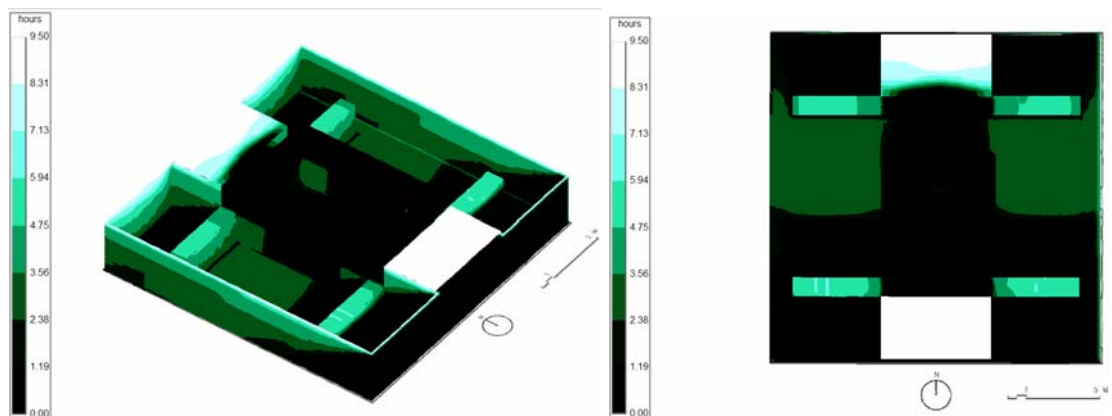
Determinamos ahora las horas de soleamiento que recibe los espacios durante el día de invierno escogido, el solsticio de invierno como referencia.

Apreciamos en la vista axonométrica y en la planta una serie de matices claro-oscuros en la gama de los verdes representando las horas de soleamiento en los diferentes planos. Mientras más claro es el color, mayor el número de horas (9.5) de soleamiento y degradando hasta el negro que no recibe soleamiento alguno durante el día.



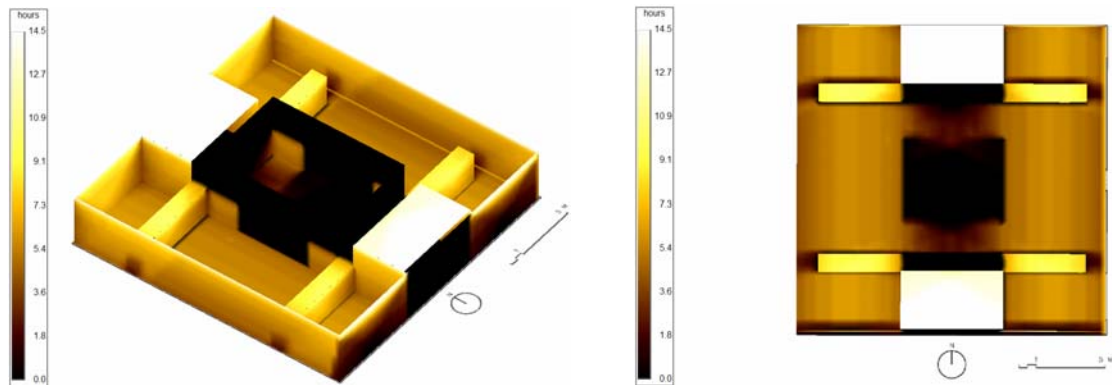
Notamos que las cubiertas de los espacios servidores y las caras superiores de los muros reciben el mayor número de horas de asoleo.

La zona norte de los patios centrales de la casa reciben de 3 a 4 horas de sol directo, mientras que la zona sur de los patios centrales, los patios periféricos y la zona interior central de la casa no recibe horas de sol a lo largo de este día.

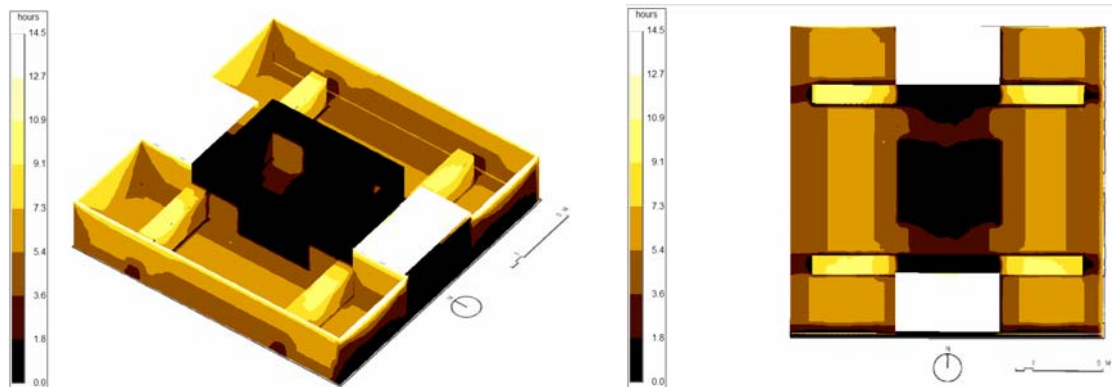


VERANO - 21 de Junio

Utilizamos la gama de los amarillos para los gráficos de soleamiento de verano y podemos ver las diferencias con los mapas de soleamiento de invierno. Por la inclinación del sol y la orientación de la casa obtenemos una gráfica doblemente simétrica. En esta fecha todos los patios de la casa reciben de entre 5 a 6 horas de sol y las zonas cercanas a las ventanas en el espacio interior central de la casa reciben entre 2 y 3 horas de asoleo directo diario.



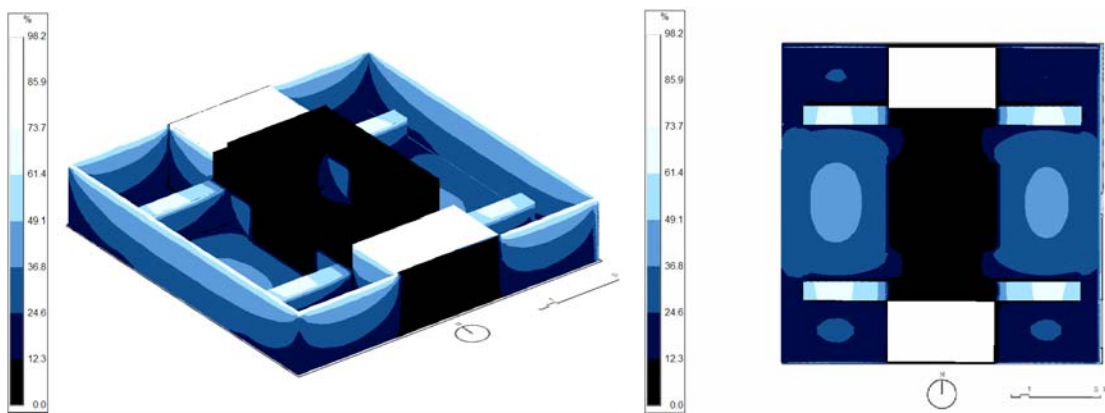
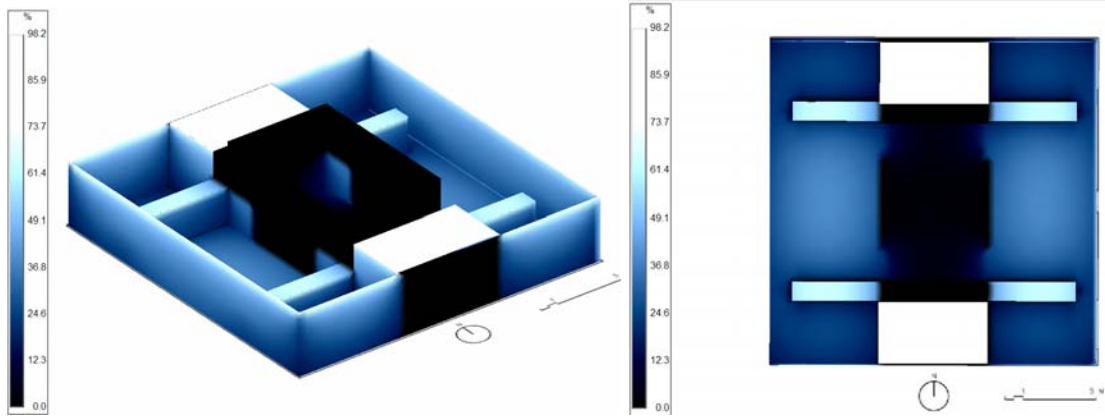
Podemos observar que la zona que no recibe soleamiento directo alguno es el área central del espacio y por lo tanto es la zona más confortable de la casa ya que está bajo sombra en los días de calor, pero es suficientemente iluminada por las reflexiones de la luz natural que recibe por los ventanales laterales.



5.4 LUZ DEL CIELO

Calculamos los porcentajes de luz del cielo para determinar la iluminación difusa que la casa recibe en un día nublado. Se puede observar que los patios de la casa adquieren un 40% de luz del cielo.

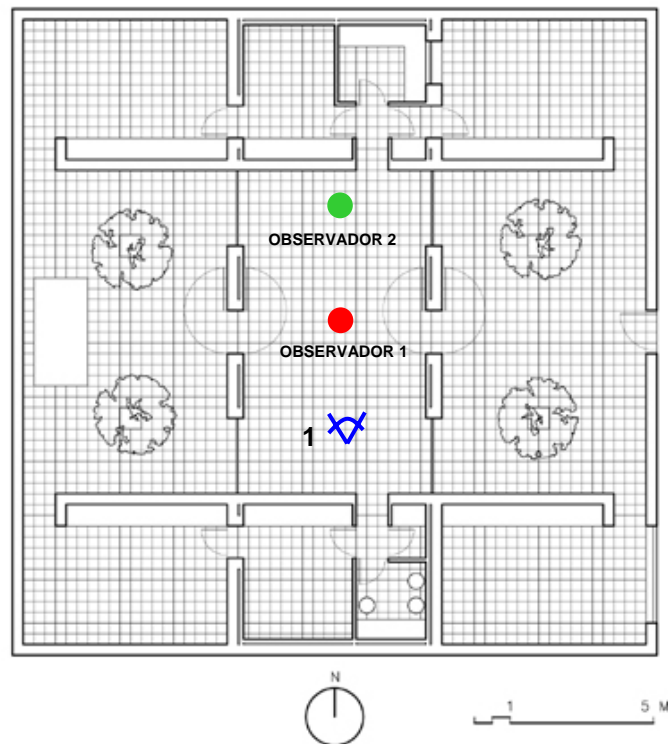
En el caso del espacio interior central que analizamos se puede ver que las zonas cercanas a las ventanas reciben un 12% de luz difusa en contraste con el centro del espacio que casi no recibe luz difusa del cielo.



5.5 ANALISIS DE AMBIENTES

ESTAR - COMEDOR

Como ya hemos visto, para el análisis de la iluminación natural de la casa Gaspar, se ha escogido el espacio central servido. Se trata de un sólo ambiente de 4.5m de altura donde funcionan estar y comedor. Esta provisto de 4 ventanas cuadradas dispuestas simétricamente en los extremos del espacio, de dimensiones 2x2m las cuales son las responsables de ingreso de la luz natural a éste ambiente de la casa.

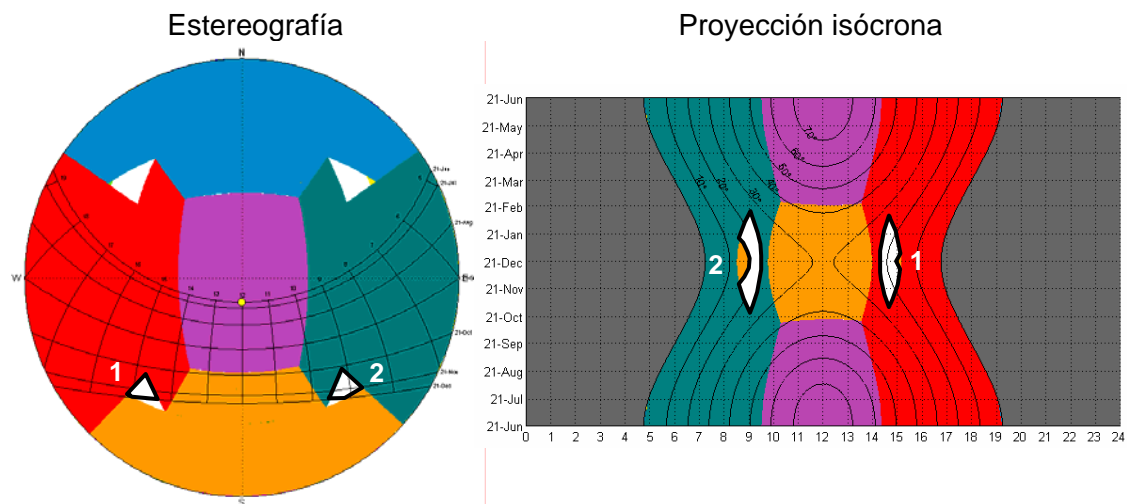


1. Vista desde el estar hacia comedor

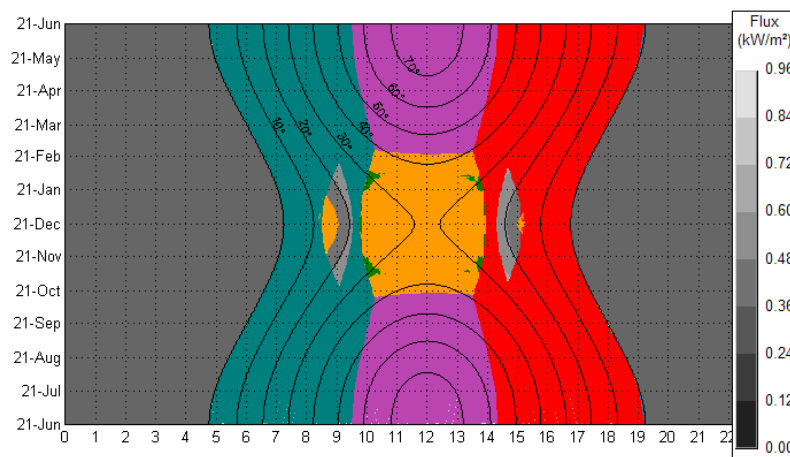
ESTEREOGRAFIA Y PROYECCION ISOCRONA

Observador 1.

Ubicamos primero el observador en el centro del espacio y realizamos la representación estereográfica e isócrona del espacio, para determinar los planos que enmascaran el paso de la iluminación solar directa en relación al los meses del año en el punto específico escogido.



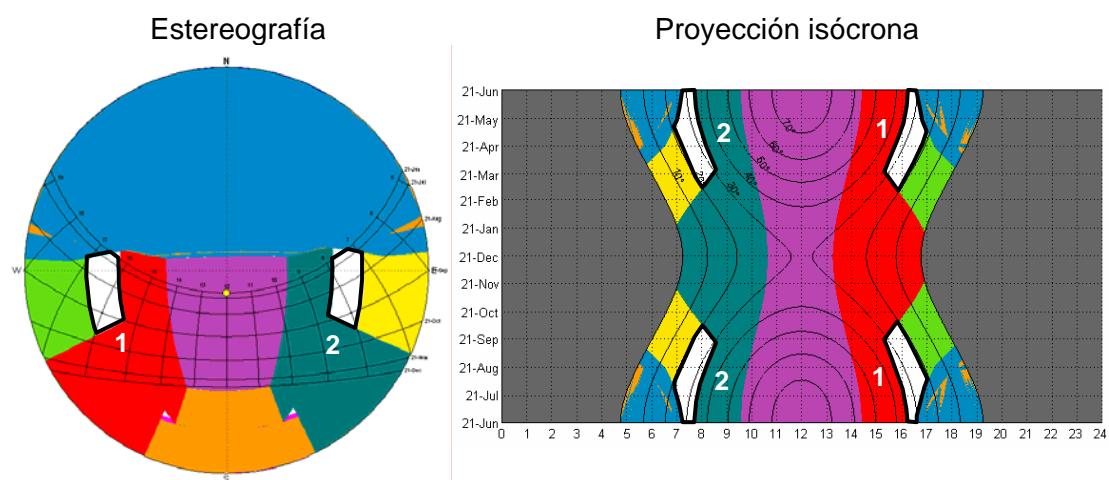
Enumeramos los polígonos de paso de rayos solares y determinamos que en éste punto una pequeña parte de las esquinas de las 2 ventanas ubicadas al sur de la casa dejan pasar el sol directamente en los meses de invierno durante algo menos que una hora en la mañana a las 8h30 (polig. 2) y en la tarde a las 14h30 (polig. 1). Analizamos también que la energía de captada en estos pequeños polígonos es de 0.36 a 0.24 kW/m² lo que no representa un aporte considerable energético por dimensiones, tiempo ni intensidad.



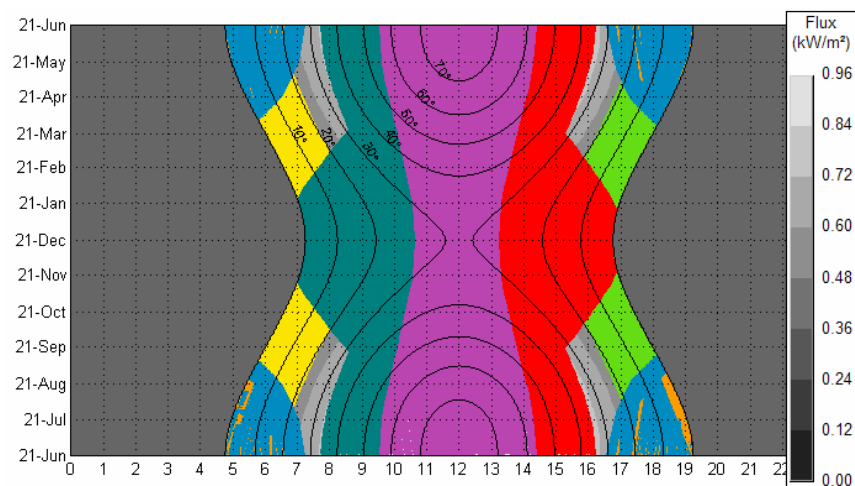
ESTEREOGRAFIA Y PROYECCION ISOCRONA

Observador 2.

Esta vez ubicamos al observador en el extremo norte del espacio, en el punto medio entre las dos ventanas, y obtenemos gráficos simétricos que nos revelan datos muy diferentes a los anteriores. Los polígonos que representan el paso de los rayos solares afectan al observador 2 de una manera más dramática que al observador 1. Las dimensiones de los polígonos son mayores e inciden en el espacio en distinta temporada del año.



1. Incide en el espacio durante los meses de primavera y verano, marzo a septiembre durante horas de la tarde 15h30 a 17h. Con una energía de 0.84 a 0.96kW/m²
2. También durante los meses de primavera y verano, marzo a septiembre, pero durante las horas de la mañana de 7h a 8h30, y flujo energético de 0.84 a 0.96kW/m²



CAPITULO 6

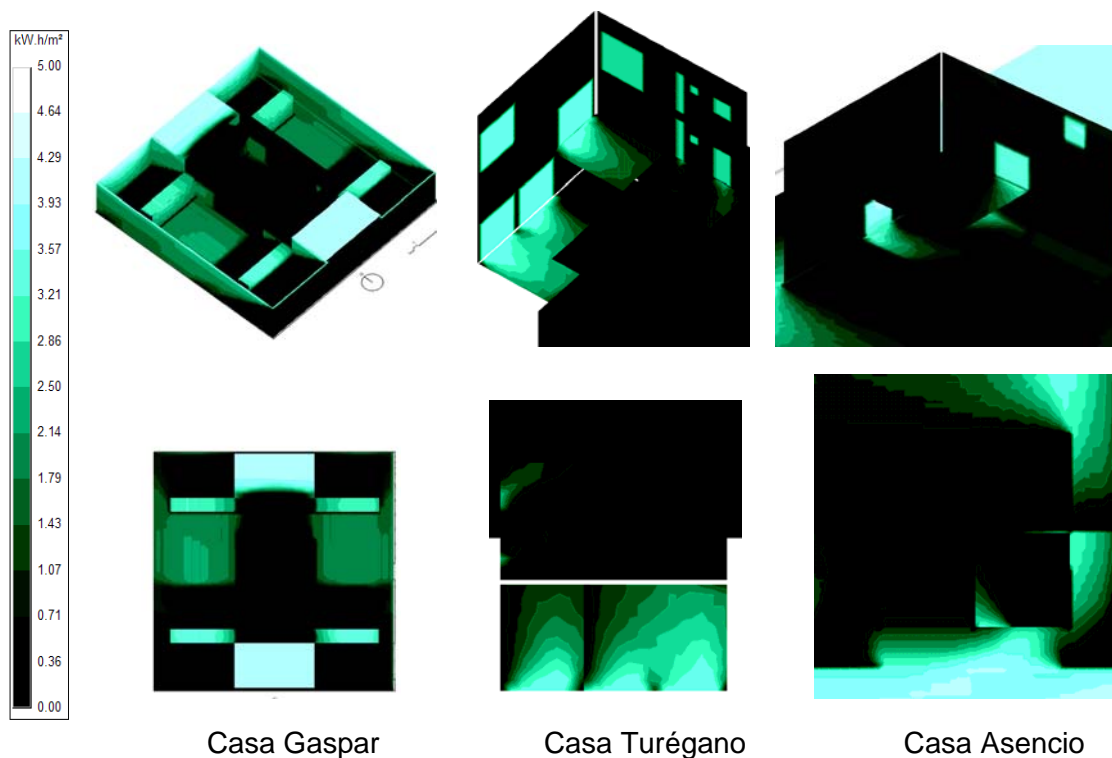
COMPARACION DE MAPAS DE SOLEAMIENTO

Tomando como referencia los mismos parámetros de cálculo, hemos realizado una comparación de energías recibidas para las tres casas antes estudiadas, Gaspar, Turégano y Asencio, respectivamente. Los gráficos muestran vistas en 3D y planta de las tres casas.

INVIERNO – 21 de Diciembre

La primera prueba se realiza el día del solsticio de invierno, con una duración de 24 horas. La escala de espectro elegida para medir la energía recibida alrededor del solsticio de invierno va desde 0 a 5 kW/m².

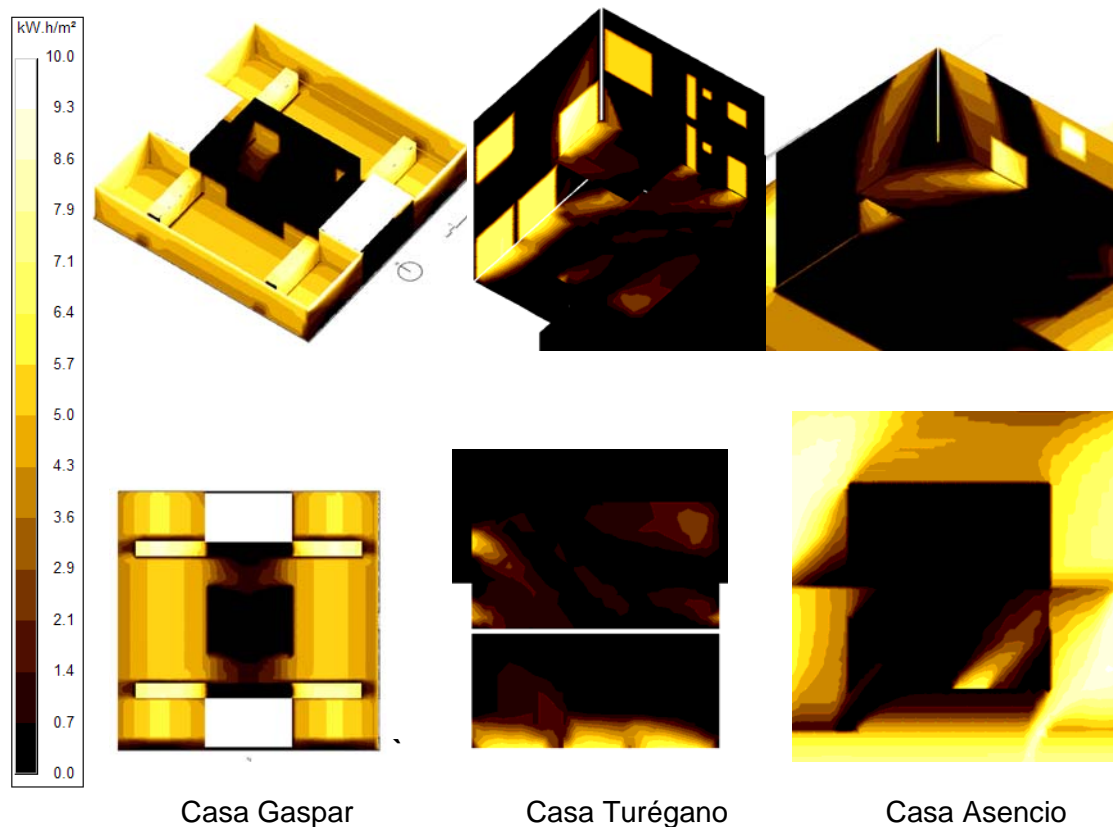
La energía recibida en los espacios interiores de las tres casas es muy diferente. Cada diseño muestra resultados sorprendentemente distintos. Se observa que la casa que recibe máxima energía en los ambientes interiores es la casa Turégano, debido a la dimensión de sus aberturas y a la orientación de éstas. Alrededor de las ventanas se notan varias curvas de nivel de energía, llegando a obtener hasta 3.50 kW/m². La casa Gaspar recibe en la zona norte de los patios centrales 2.14 kW/m² pero el interior de la casa no recibe nada. La casa Asencio recibe muy poca energía en el interior de sus espacios, únicamente en las zonas adyacentes a las ventanas, pequeños polígonos de máximo 3.21 kW/m².



VERANO – 21 de Junio

Realizamos la segunda prueba de comparación, esta vez elegimos el solsticio de verano, con duración también de 24 horas y una escala de energía de 0 a 10 kW/m², tomando en cuenta que la energía de soleamiento en verano siempre será mayor que en el invierno.

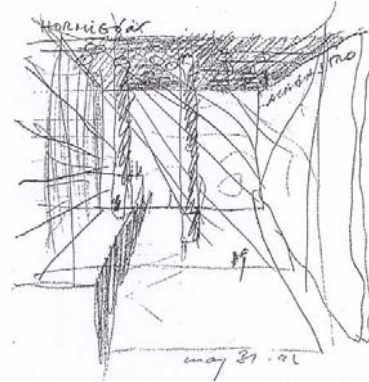
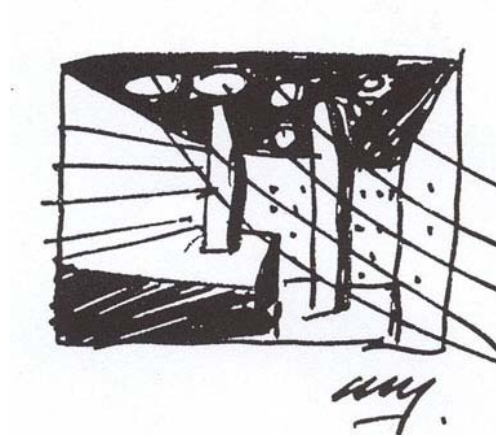
Encontramos que a diferencia de los mapas de soleamiento de invierno, en el verano el ambiente interior que más energía recibe es la biblioteca de la casa Ascencio, debido al lucernario ubicado en la cubierta, de 5 kW/m² hasta 8 kW/m² en pavimento y paredes. Siguiendo en segundo lugar la de la casa Gaspar, debido a la orientación de las ventanas, de 4 kW/m² hasta 5 kW/m² en el centro de la habitación. La casa Turégano permanece bastante protegida de la energía solar directa durante el verano, recibiendo mucha energía de asoleo cerca de las ventanas, pero sin dejar el ingreso al interior de las habitaciones. Por el contrario, en las casas Gaspar y Ascencio, algunos espacios interiores reciben mayor energía solar en verano.



Cabe destacar que la radiación recibida en el día del solsticio de verano (o de invierno) es casi igual al promedio diario de la radiación recibida en un intervalo de tiempo superior a dos meses en torno al solsticio. Por lo tanto, los estudios aquí realizados son válidos para largos periodos, con una importante ganancia en el tiempo de cálculo. Si la integración se realizara sobre intervalos temporales superiores, sólo se suavizaría levemente la distribución espacial (la apariencia del mapa), pero con los mismos valores energéticos.

CAPITULO 7

CAJA GRANADA



IMPLUVIUM DE LUZ

En las afueras sin definir de Granada, se levantan las oficinas centrales de la Caja General de Ahorros de Granada, el Banco más significativo de esta ciudad.

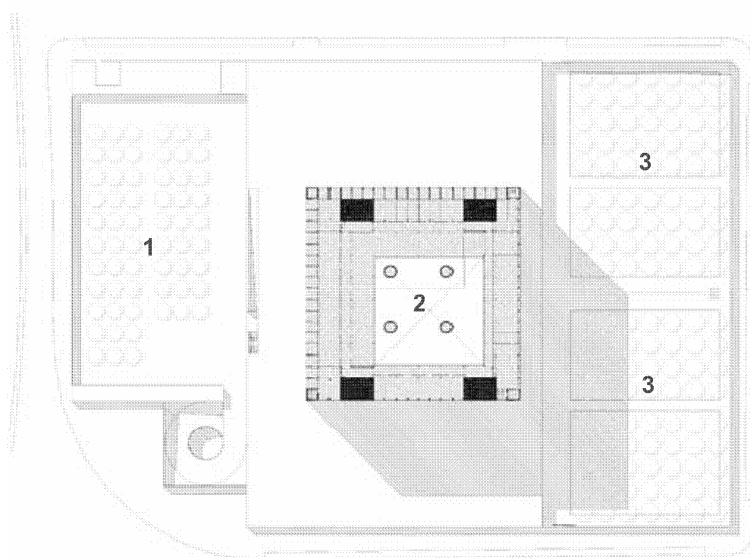
Se propone un gran volumen semicúbico que sirva de referencia para tensar esa parte de la ciudad. Para recoger la pendiente del terreno y resolver el desnivel, se crea sobre las dos carreteras que lo circundan un gran basamento sobre el que se asienta la pieza semicúbica. En el podio, se resuelven aparcamientos y servicios. La caja emergente, caja estereotómica, se construye con una trama de hormigón armado de 3 x 3 x 3 m que sirve de mecanismo para recoger la luz, tema central de esta arquitectura. Las dos fachadas a sur funcionan como "brise-soleil" e iluminan, matizando esa luz potente, las zonas de oficina abierta. Las dos fachadas a norte, sirviendo a las oficinas individuales, reciben la luz homogénea y continua propia de esa orientación y se cierran al exterior, con una plementería de travertino y vidrio.

El atrio central cubierto, verdadero "impluvium de luz", recoge la luz sólida de sur a través de los lucernarios y, reflejándola en los paramentos de alabastro,

complementa la iluminación de las oficinas abiertas. Funcionalmente, el edificio es de una gran compacidad, flexibilidad y sencillez.

En resumen, se trata de una caja estereotómica abarcante de hormigón y piedra que atrapa la luz del sol en su interior para servir a una caja tectónica abarcada inmersa en un eficaz "impluvium de luz". Un espacio diagonal atravesado por luz diagonal.

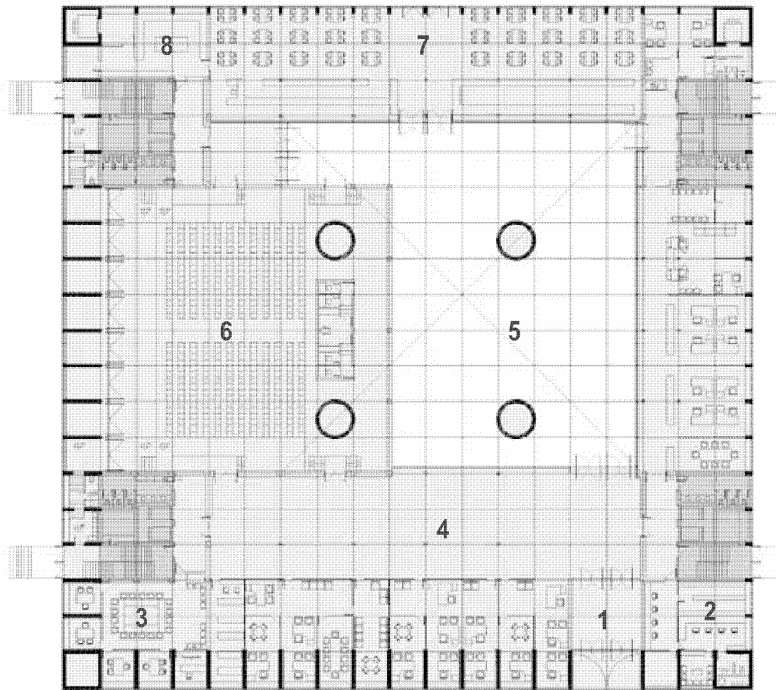




Implantación

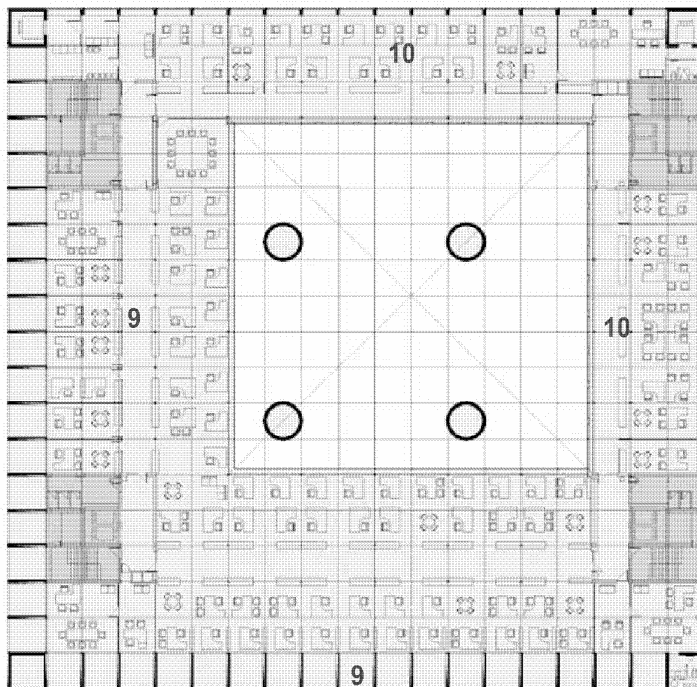
1. Estacionamiento
2. Edificio
3. Jardín de naranjos





Planta Baja

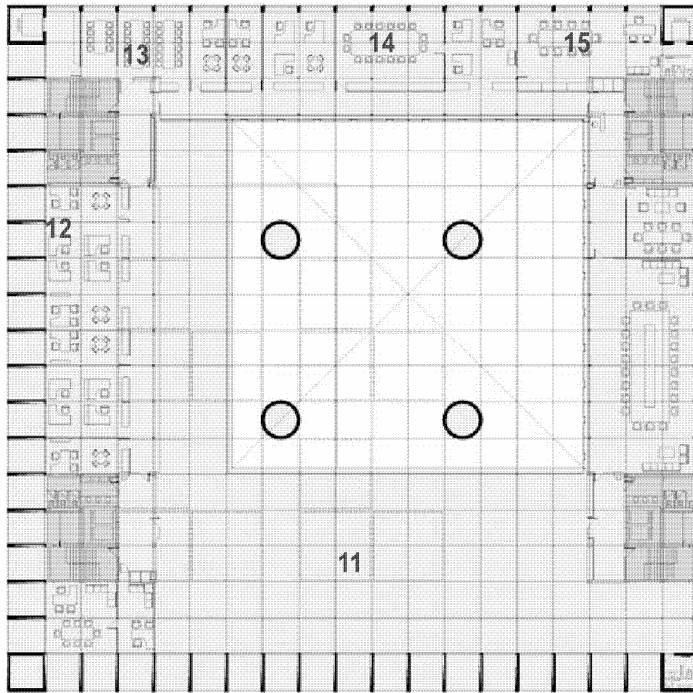
- 1. Acceso
- 2. Información
- 3. Escritorio
- 4. Exposiciones
- 5. Atrio
- 6. Sala de conf.
- 7. Comedor
- 8. Cocina



Planta Tipo

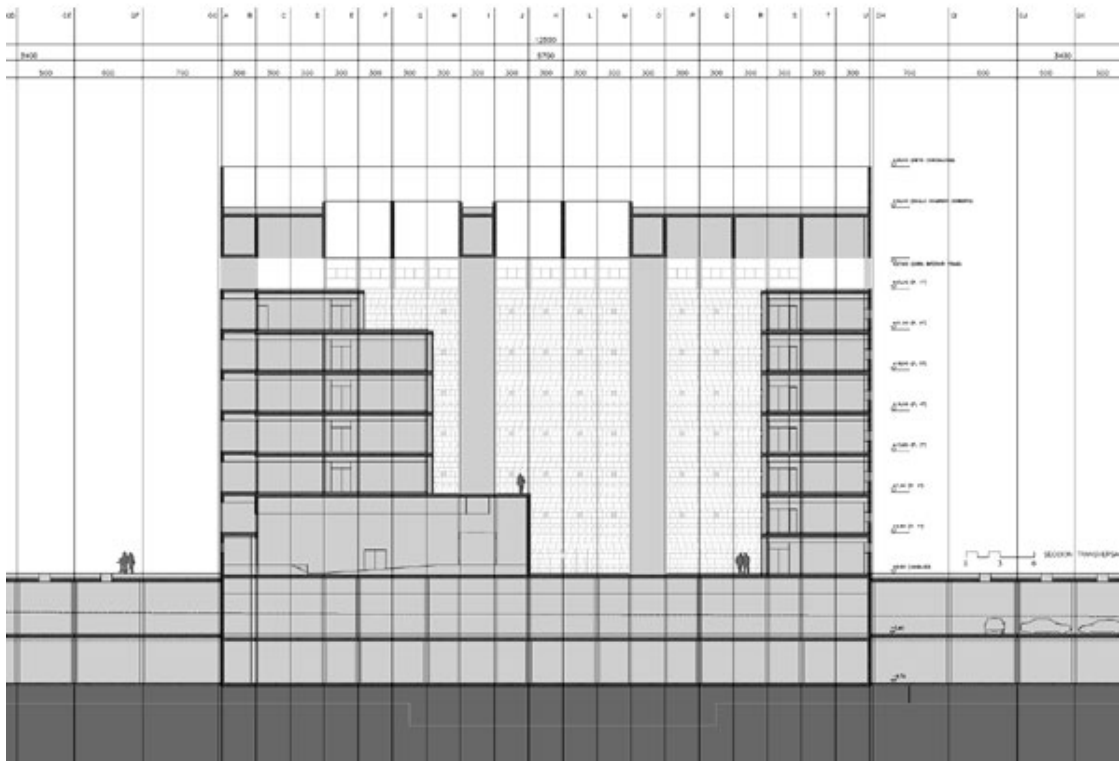
- 9. Oficinas en planta libre
- 10. Despachos individuales





6ta Planta

- 11. Terraza interior
- 12. Prensa y relaciones ext.
- 13. Reuniones de presidencia
- 14. Conferencia de presidencia
- 15. Presidencia



7.1 UBICACION

Se ubica en la ciudad de Granada, con latitud correspondiente de $37^{\circ} 09' N$.

La fachada de acceso principal al edificio se ha orientado hacia el Oeste 45° Sur.



Ubicación en Granada



Fotografía aérea y trayecto solar equinoccial

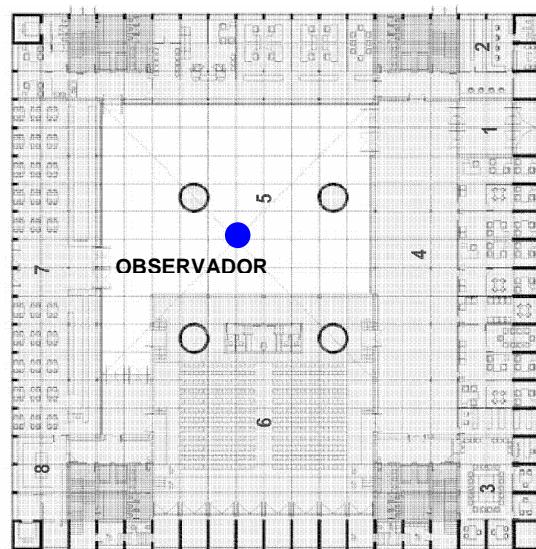
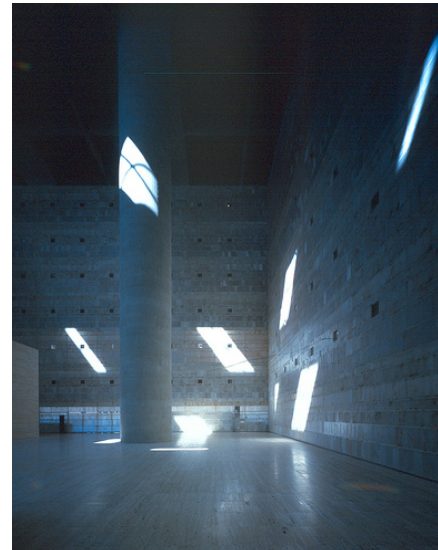
7.2 ANALISIS DE AMBIENTES

Por facilidad de cálculo, simulación y análisis, hemos decidido estudiar por separado el atrio central del edificio y el interior de las oficinas. En efecto, según nuestro criterio, ambos espacios responden a escalas y usos diferentes, y los elementos arquitectónicos que entran en su composición los condicionan de distinta manera con respecto a la iluminación natural.

7.2.1 ATRIO CENTRAL

Consiste en un enorme patio interior en torno al cual se desarrolla la distribución de oficinas. Mármol travertino en bruto como pavimento y la curiosa elección del alabastro como cerramiento traslúcido son los materiales característicos de éste espacio, en cuya cubierta se abren una serie de lucernarios que crean la sensación de una caja de luces. El espacio de entrada se comprime con una baja altura para, después de cruzar la primera crujía, llegar al atrio central que se alza con una altura descomunal, la cual, unida al desmesurado tamaño de los pilares (3.3 metros de diámetro), aporta una sensación monumental.

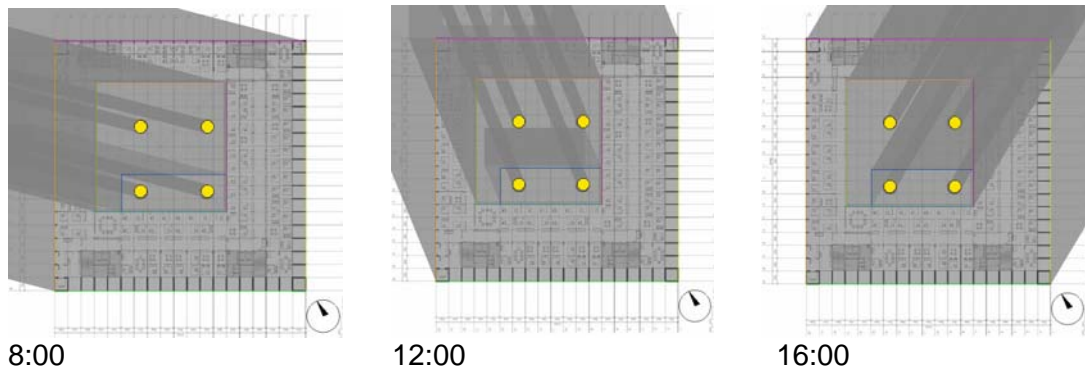




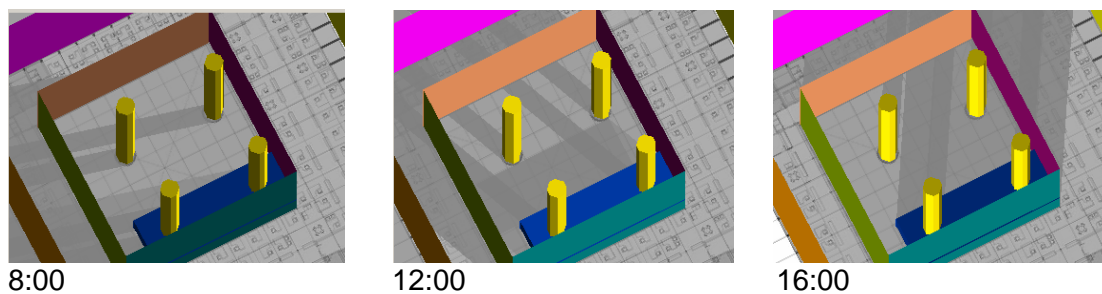
ANALISIS DE SOLEAMIENTO

ATRIO CENTRAL- INVIERNO – 21 de Diciembre

Debido a la inclinación del sol en los meses de invierno, en los gráficos se puede observar que la luz solar no incide directamente dentro del espacio del atrio central del edificio. El programa nos muestra las sombras arrojadas por las altas columnas ubicadas en el espacio, pero no hay evidencia de incidencia solar directa en el pavimento del atrio a lo largo del día.



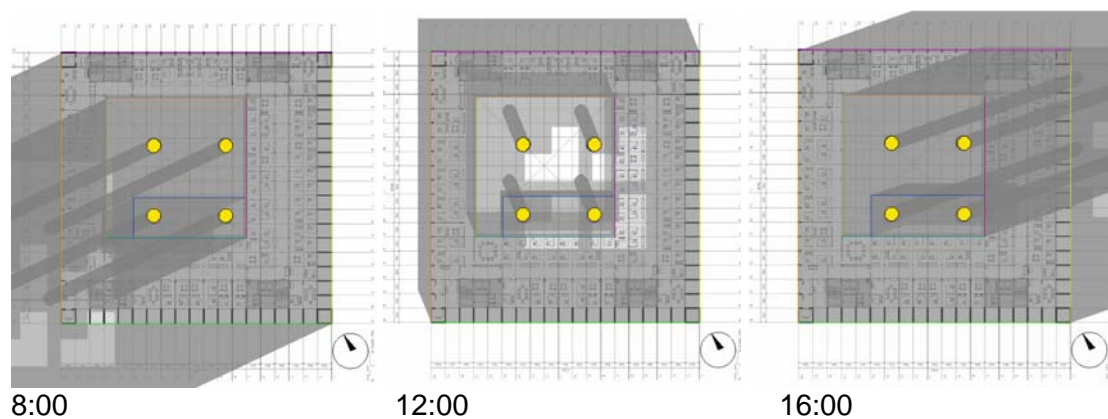
En los gráficos en 3D, se evidencia un cambio de tono en las caras de las columnas, mostrando el recorrido del sol durante el día, haciéndonos suponer que existe incidencia de luz solar directa a través de los lucernarios de la cubierta, sobre la parte alta de las columnas.



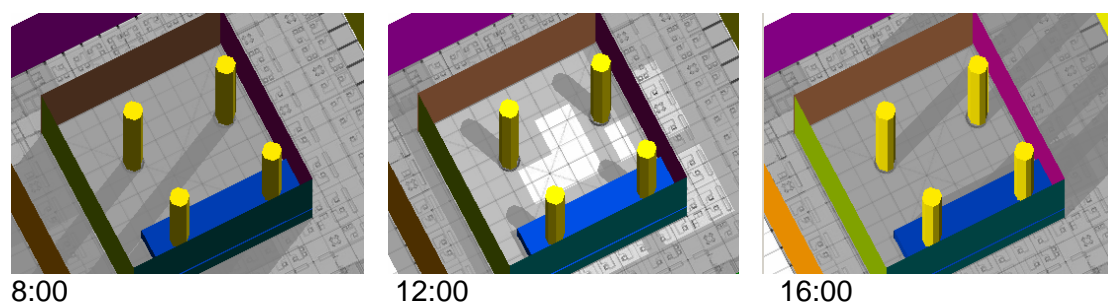
ATRIO CENTRAL- VERANO – 21 de Junio

Cuando realizamos el análisis del atrio central en el día de referencia de verano, notamos que en las horas del mediodía aparecen las manchas de luz solar directa en el pavimento del espacio, que toman forma de los lucernarios ubicados en la cubierta del edificio.

Puede también verse las manchas de luz provenientes de los lucernarios, en el pavimento de la galería que es del último piso.



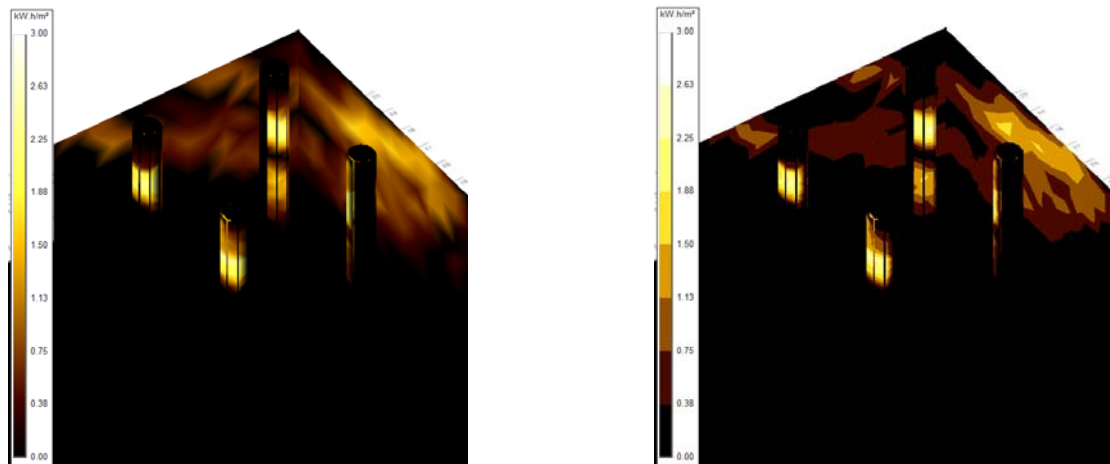
En las gráficas en 3D, también podemos apreciar las manchas de incidencia solar directa en atrio central. Cabe destacar que el movimiento de las sombras nos indica que existe una trayectoria de las manchas solares a través de los elementos verticales del espacio, pero el programa no nos muestra gráficamente este hecho en esta tipología de análisis.



MAPAS DE ASOLEO - ATRIO CENTRAL

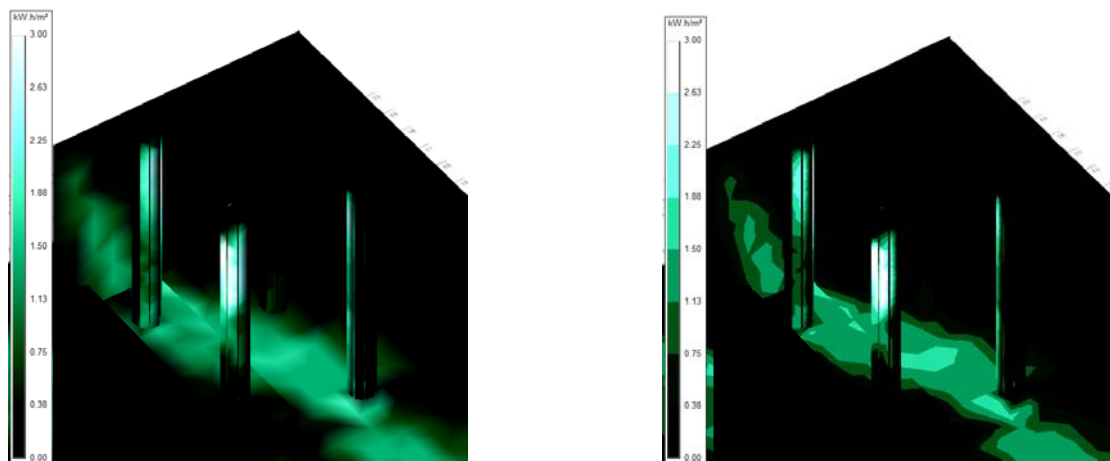
INVIERNO – 21 de Diciembre

Realizamos ahora los mapas de asoleo del atrio central en diciembre por medio de mallas de cálculo sobre los elementos verticales y horizontales. Las manchas que representan las horas de asoleo aparecen en las superficies de la parte alta de las cuatro columnas con una potencia máxima de 3 kW/m² y también aparecen en las paredes internas del atrio central con una energía de 2.25 kW/m². Si tomamos en cuenta que el material de estas paredes es alabastro, esta luz se filtrará a través de este material, dando suficiente luz difusa en el interior de las oficinas durante el día, de modo que no se necesite el uso de luz artificial.



VERANO – 21 de Junio

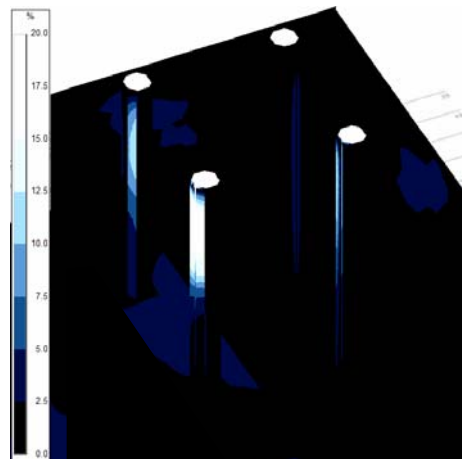
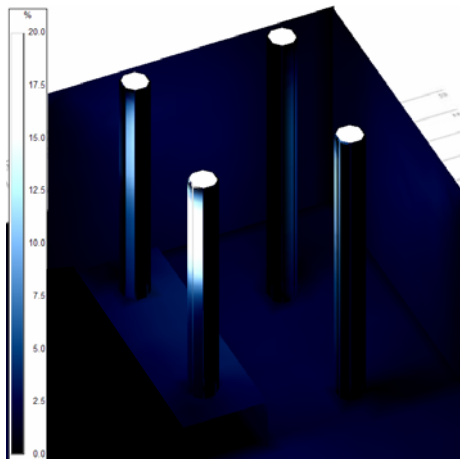
Las gráficas de asoleo de verano muestran resultados totalmente diferentes. Podemos observar que las superficies de la zona media de las columnas ubicadas al sur-oeste del atrio reciben hasta 3 kW/m² de energía a diferencia de las columnas ubicadas al nordeste del atrio que no reciben sol. También se observa que las zonas bajas del espacio llegan a recibir una potencia máxima de 1.50 kW/m² de energía solar directa.



LUZ DEL CIELO

Calculamos los porcentajes de cielo recibidos en las superficies del atrio central y observamos que las zonas con mayor porcentaje de luz difusa del cielo son evidentemente las columnas que se encuentran más cercanas a los lucernarios de la cubierta, hasta un 20%. En el caso de las paredes verticales y la zona baja del atrio, reciben un mínimo de 2% de luz difusa de cielo y solamente en ciertas zonas.

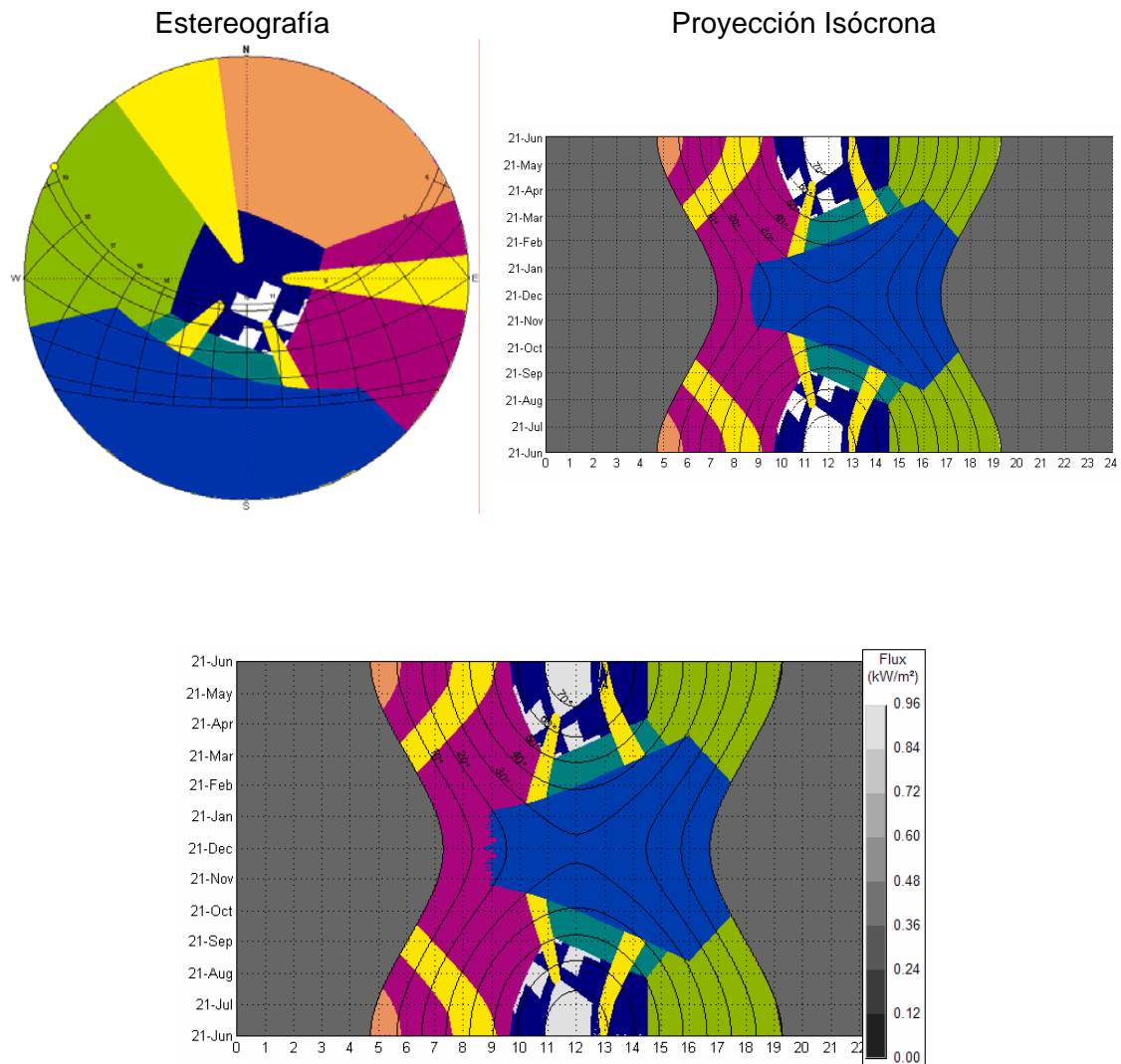
Es importante señalar que este análisis se basa en factores mínimos de cálculo, sin tomar en cuenta reflexiones de luz y como si todas las paredes fueran negras, es decir en un día nublado siempre habrá más luz en el espacio. Además no se han tomado en cuenta que las paredes interiores del atrio central de este específico edificio son de un material translúcido y que captará luz difusa de las ventanas del exterior del edificio.



ESTEREOGRAFIA Y PROYECCION ISOCRONA

Colocamos al observador en el centro del gran vestíbulo principal y podemos distinguir claramente en la estereografía las manchas de luz solar que ingresa a este ambiente tomando la forma de los lucernarios ubicados en la cubierta del edificio.

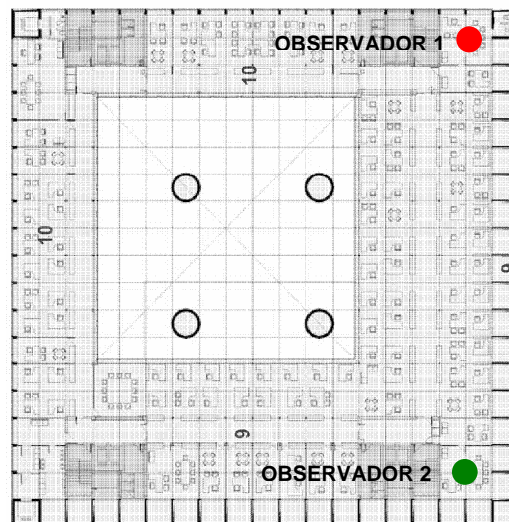
En el punto seleccionado, observamos que los tres lucernarios afectan concentradamente en horas del mediodía, de 10:00 de la mañana a 1:00 de la tarde y que principalmente por la inclinación del sol estas manchas aparecerán durante los meses de verano, entre los equinoccios de otoño y primavera, con una potencia de energía recibida de 0.96 kW/m².



7.2.2 OFICINAS

Las oficinas, en su gran mayoría diseñadas en planta libre, denotan un claro propósito del arquitecto de funcionar el mayor tiempo posible bajo suficiente luz natural, y tomando en cuenta que las condiciones de asoleo en las fachadas sur y norte son diferentes, ha diseñado distintos tratamientos en las fachadas según su orientación.

Las fachadas nordeste y noroeste están provistas de ventanas regulares a plomo con la línea de fachada, que captan iluminación natural difusa. Por el contrario en las fachadas sureste y suroeste, ha implementado ventanas insertadas en una especie de nichos, con el objetivo de impedir el ingreso de luz solar directa sino reflejada en las paredes de estos nichos y por lo tanto difusa, más propia para el uso del edificio.



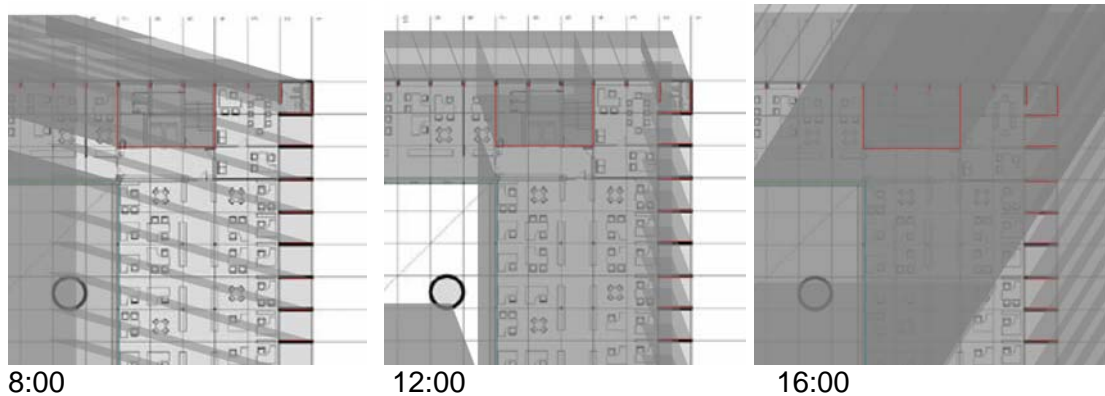
ANALISIS DE SOLEAMIENTO – OFICINAS

FACHADAS NORESTE Y SURESTE - OBSERVADOR 1

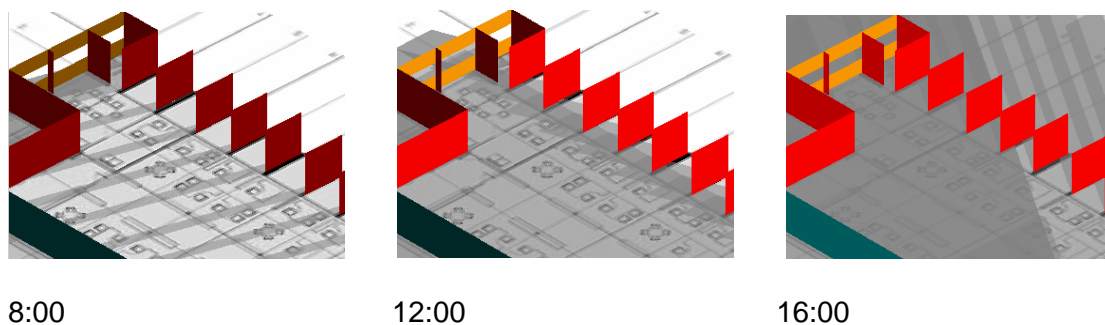
Analizamos puntualmente una esquina interior del edificio para comprobar el comportamiento de la luz solar en las oficinas en ésta área. El primer escenario seleccionado tiene las dos tipologías de ventanas antes mencionadas.

INVIERNO - 21 de Diciembre

Vemos que en el invierno, en horas de la mañana, los rayos de sol logran filtrarse entre los paneles verticales colocados entre las ventanas de la fachada sur-este. Considerando que las temperaturas de invierno en la ciudad de Granada son bajas, no resulta inconveniente el ingreso de energía solar directa en el interior de los espacios si consideramos factores térmicos. Por el contrario si hablamos sobre el tema del uso del espacio, es posible que exista un problema de deslumbramiento en los puestos de trabajo ubicados en ésta fachada del edificio durante un par de horas.

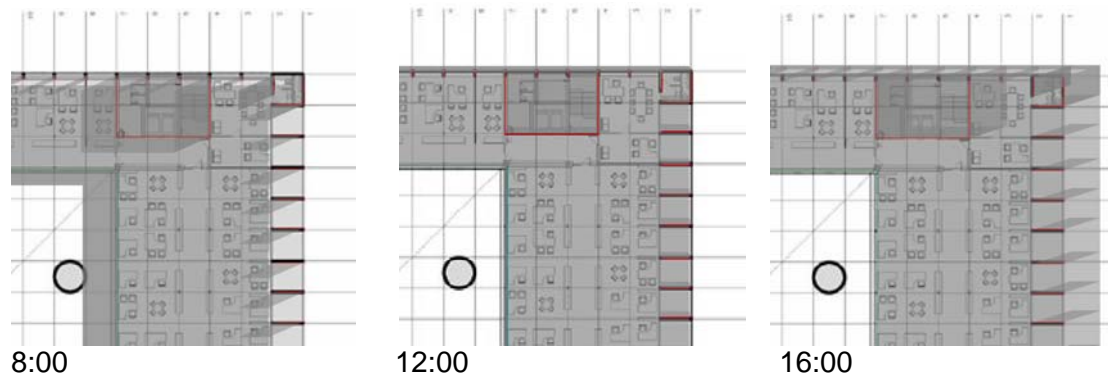


En las vista en 3D podemos observar lo explicado anteriormente. El ingreso de los rayos solares directos en el interior de las oficinas de esta zona del edificio durante las horas de la mañana.

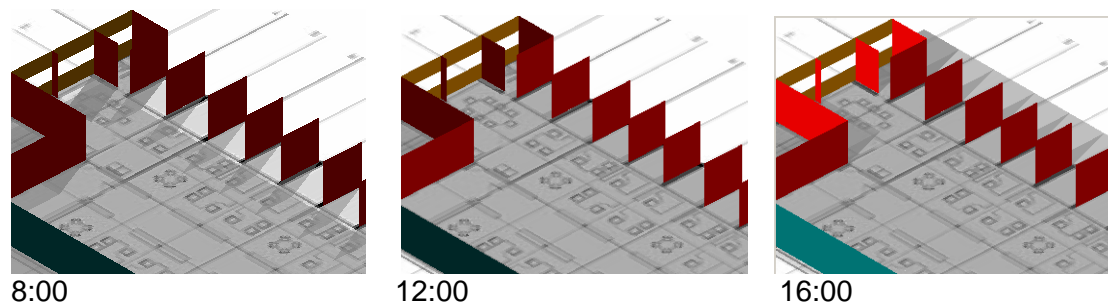


VERANO - 21 de Junio

El comportamiento de los elementos arquitectónicos en el verano es notablemente distinto. En las gráficas, podemos observar que el espacio interior queda totalmente protegido del ingreso de rayos solares directos que puedan producir un aumento de temperatura interior y deslumbramiento en los puestos de trabajo. Las oficinas reciben luz natural reflejada sobre los paneles verticales de las ventanas de la fachada sureste. No obstante, se puede observar una pequeña intrusión de sol directo a través de las ventanas de la fachada noreste durante un corto periodo de la mañana.



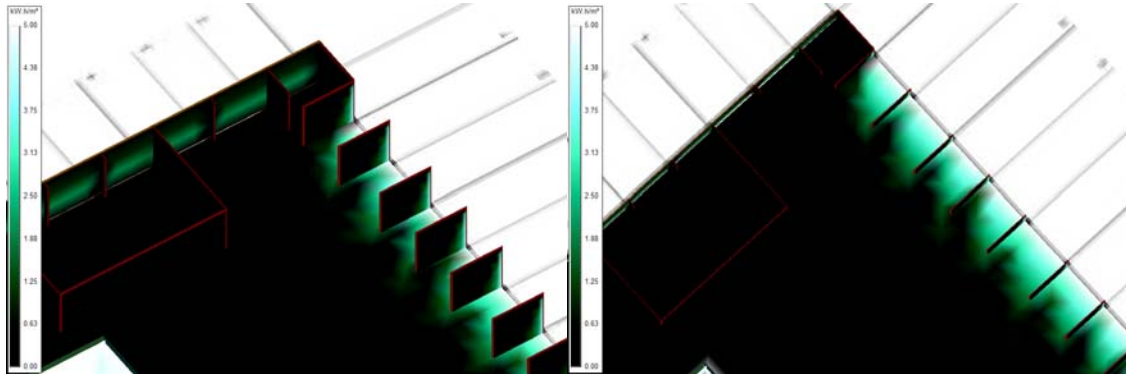
Vemos que en función de la inclinación del sol en verano, por la disposición de las oficinas en un plano retrasado con respecto al plano de fachada en el bloque sureste del edificio, y gracias a los paneles verticales entre ventanas, las oficinas quedan protegidas bajo la sombra de la radiación directa durante los meses de calor.



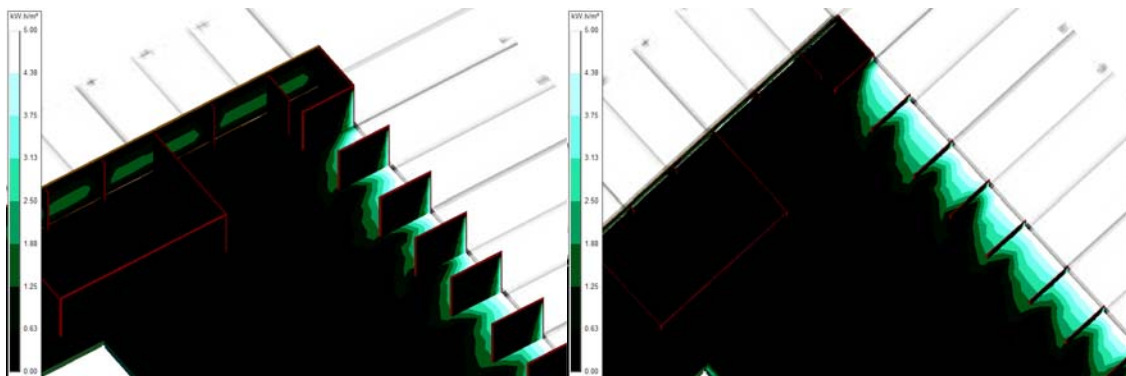
MAPA DE SOLEAMIENTO – OBSERVADOR 1

INVIERNO – 21 DICIEMBRE

Al realizar el cálculo de asoleo en el día de referencia de invierno podemos obtener la potencia de la energía captada en las zonas que reciben radiación durante ésta época del año.

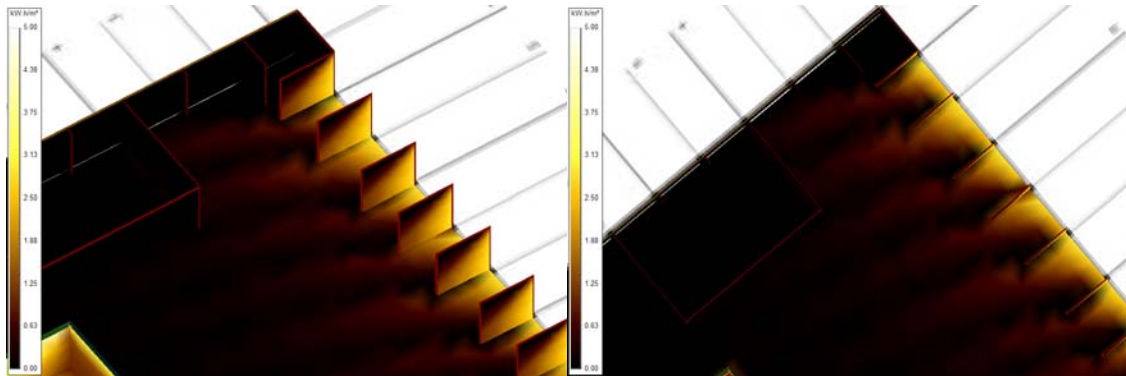


Notamos que las zonas que reciben mayor radiación evidentemente son los espacios dentro de los nichos previos a las ventanas de la fachada, que captan desde 5 kW/m² hasta 1.25 kW/m² pero en un espacio que comprende en profundidad únicamente los 3 metros de nicho entre ventanas.

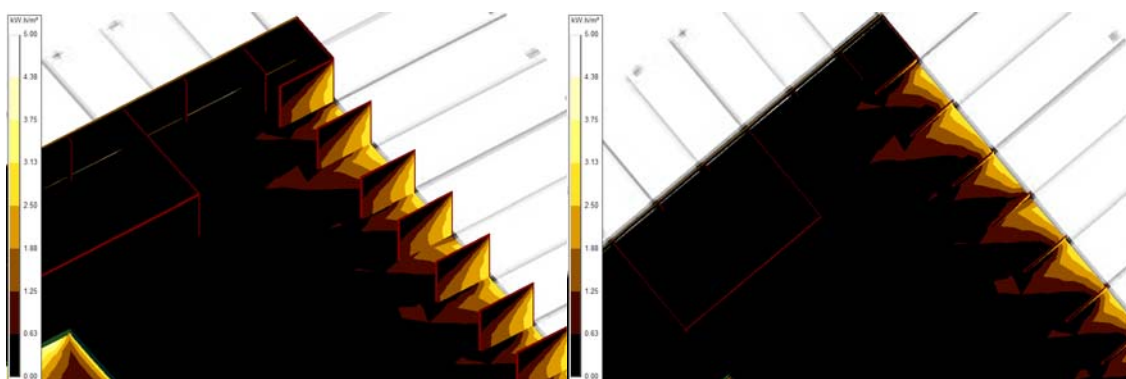


VERANO – 21 JUNIO

El análisis de asoleo en verano de la misma zona proporciona un resultado parecido al análisis realizado en invierno, con la diferencia de que las manchas de energía se dibujan en sentido contrario.



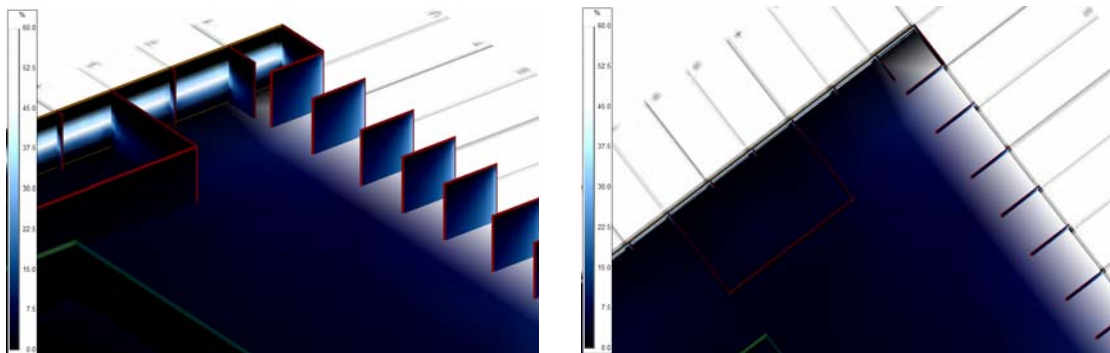
Manteniendo la misma escala de potencia de energía, apreciamos que las zonas que reciben mayor radiación son los planos verticales y horizontales que conforman los nicho de las ventanas con energía recibida desde 3.13 kW/m² hasta 1.25 kW/m² en una área reducida desde el plano de fachada hasta el plano de ventana, pero un poco más extendida hacia el interior del espacio.



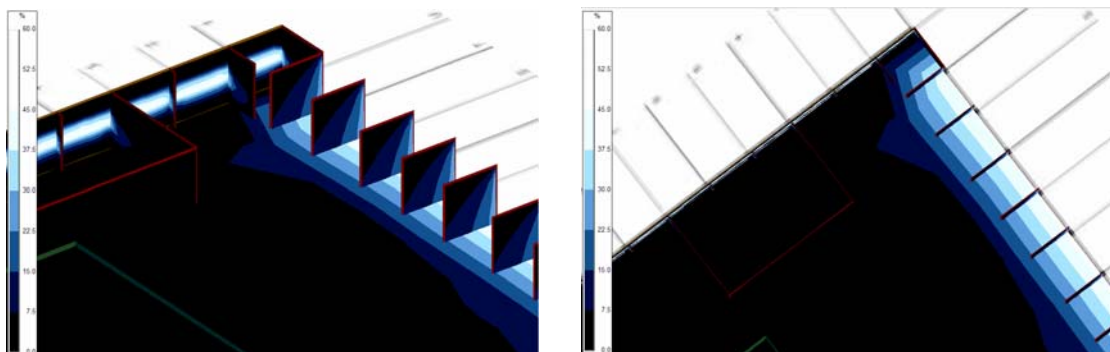
LUZ DEL CIELO – OBSERVADOR 1

Realizamos el cálculo de los porcentajes de cielo en esta zona del edificio, y notamos que los resultados se asemejan mucho a los resultados de los mapas de sol en invierno y en verano.

Se presentan mayores porcentajes de cielo en las superficies que rodean los nichos de las ventanas, tomando una forma regular paralela al plano de fachada y adentrándose mínimamente al interior del espacio.



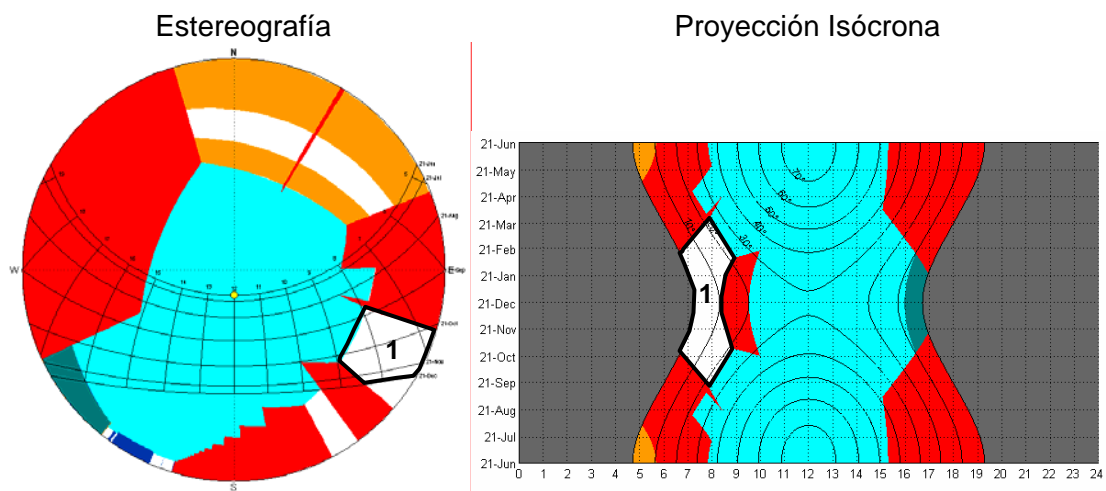
Podemos concluir que en un día nublado será necesario encender las luces artificiales para el trabajo de las oficinas en las zonas centrales de las plantas. También podemos anotar que el diseño de fases de luz artificial debería tomar en cuenta este criterio y que las luminarias se enciendan desde el centro de la planta hacia las afueras según la necesidad, para evitar el consumo innecesario de energía.



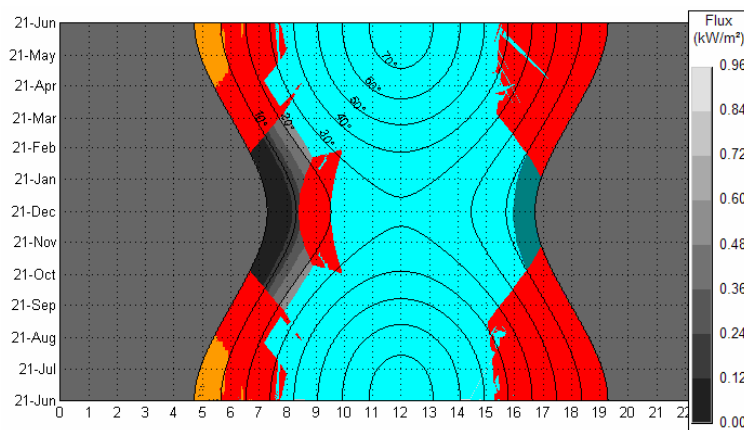
ESTEREOGRAFIA Y PROYECCION ISOCRONA – OBSERVADOR 1

En el análisis resumido que nos proporcionan la grafica estereográfica y la proyección isócrona, podemos observar la intrusión del sol directo durante todo el año, en el escenario en el que se encuentra el primer observador

El polígono marcado con el numero 1 nos muestra la mancha de sol que se filtra por la ventana más próxima al punto seleccionado, que afecta a ésta área durante los meses de invierno, de septiembre a marzo, durante las horas de la mañana, de las 7h a las 9h.



La potencia de energía con la que el sol afecta al observador en el escenario es mínima, al ocurrir durante las horas de la mañana cuando el sol tiene su menor inclinación, es de 0.12 kW/m² a 0.48 kW/m².

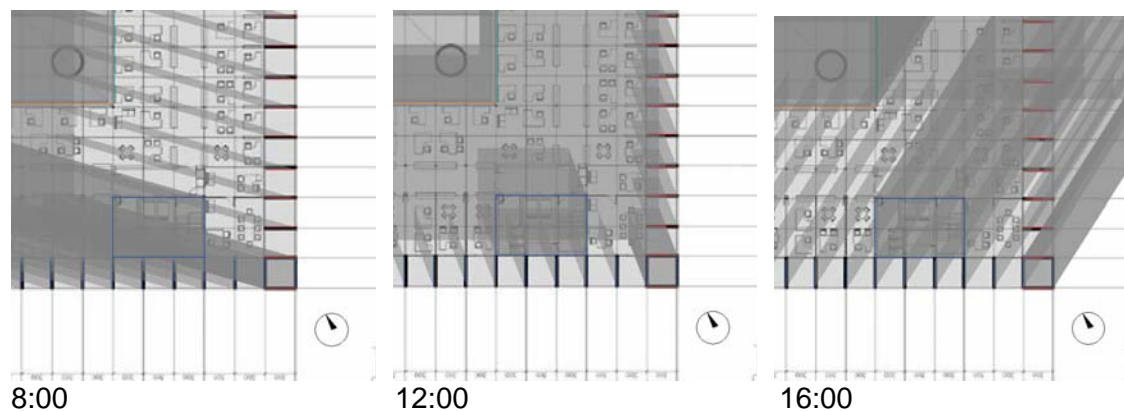


FACHADAS SURSTE Y SUROESTE - OBSERVADOR 2

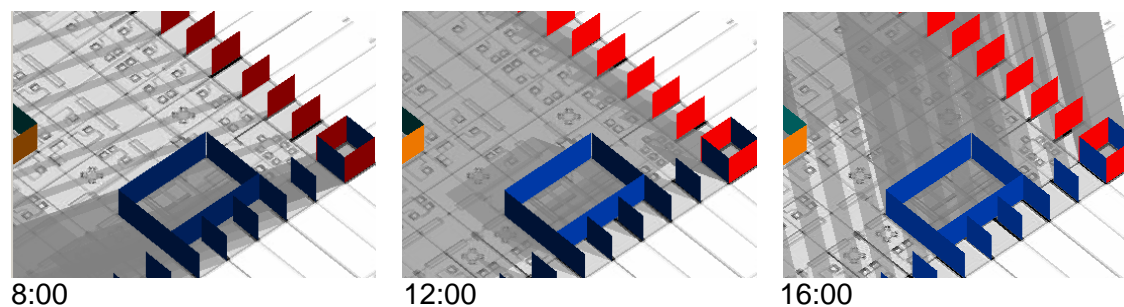
A continuación, analizamos otra esquina interior del edificio. Esta vez, escogemos las fachadas sureste y suroeste, provistas ambas de ventanas entre nichos, evidentemente, ya que ambas fachadas están diseñadas para ser protegidas de la radiación solar directa.

INVIERNO - 21 de Diciembre

Como se había visto anteriormente, los espacios interiores ubicados en la fachada sureste del edificio reciben radiación directa en el invierno durante las horas de la mañana. Pero los espacios dispuestos hacia la fachada suroeste quedan protegidos del sol en horas de la mañana, sucediendo lo contrario en horas de la tarde. El sol logra filtrarse por en medio de los paneles verticales de los nichos de ventana, pero en menor proporción que en el caso de la fachada sureste.

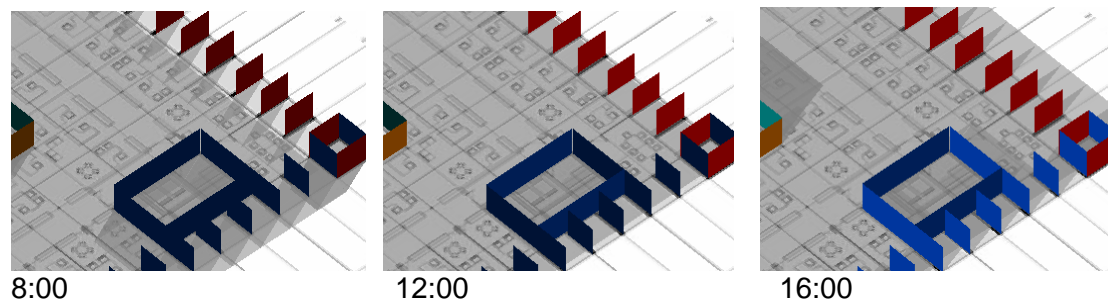
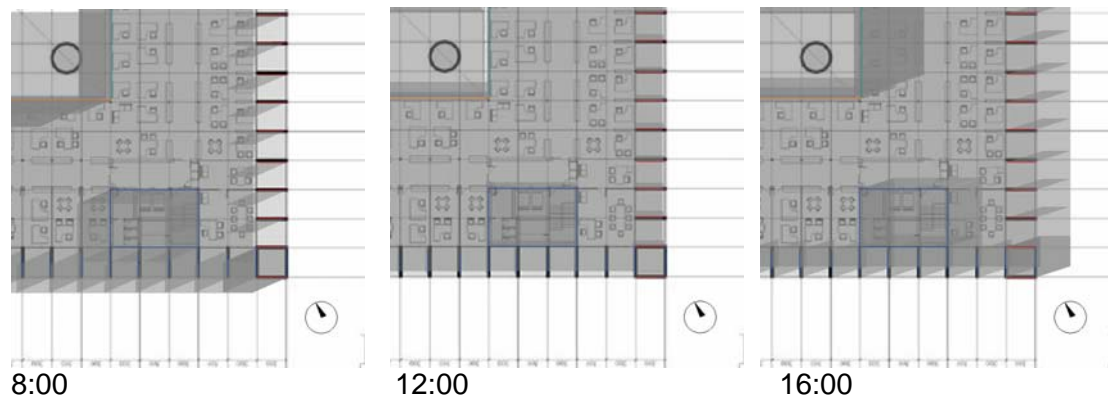


La captación de radiación en el interior de los espacios en los días de invierno resulta térmicamente favorable pero, como antes habíamos señalado, pueden darse problemas de deslumbramiento en las áreas de trabajo.



VERANO - 21 de Junio

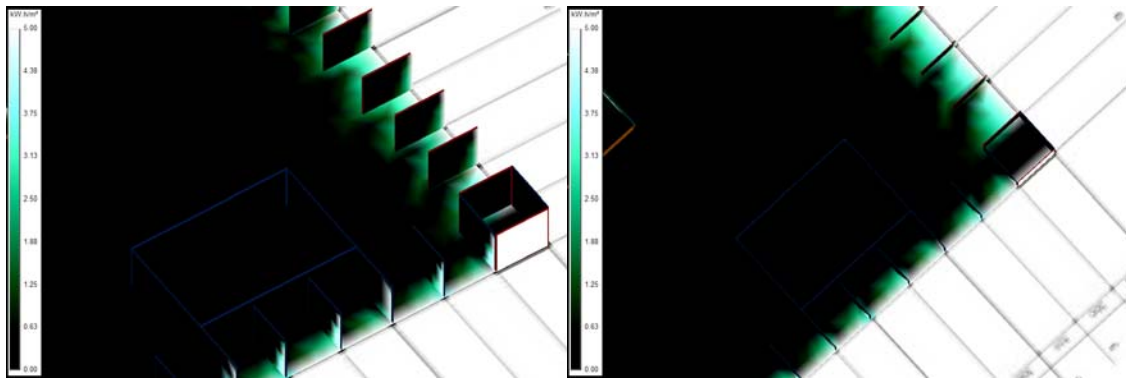
Podemos observar que las dos fachadas orientadas al sur quedan totalmente protegidas bajo la sombra, a lo largo de las horas del día, durante la época de verano. Las gráficas nos muestran que la implementación de los elementos arquitectónicos de protección en las fachadas orientadas al sur han conseguido el objetivo de proteger del brillante sol de Granada los espacios de trabajo de oficinas de la Caja Granada.



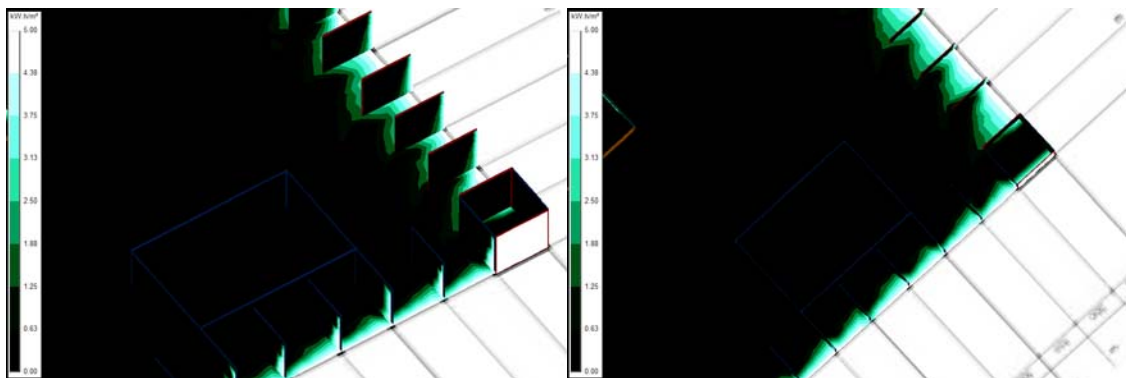
MAPAS DE SOLEAMIENTO - OBSERVADOR 2

INVIERNO – 21 DICIEMBRE

En el mapa de asoleo calculado en invierno para el segundo observador, notamos que el sol pretende ingresar en el interior del espacio por las dos fachadas pero, por la orientación del edificio y los elementos verticales de los nichos de ventanas, logra tener más éxito por la fachada sureste que por la suroeste.

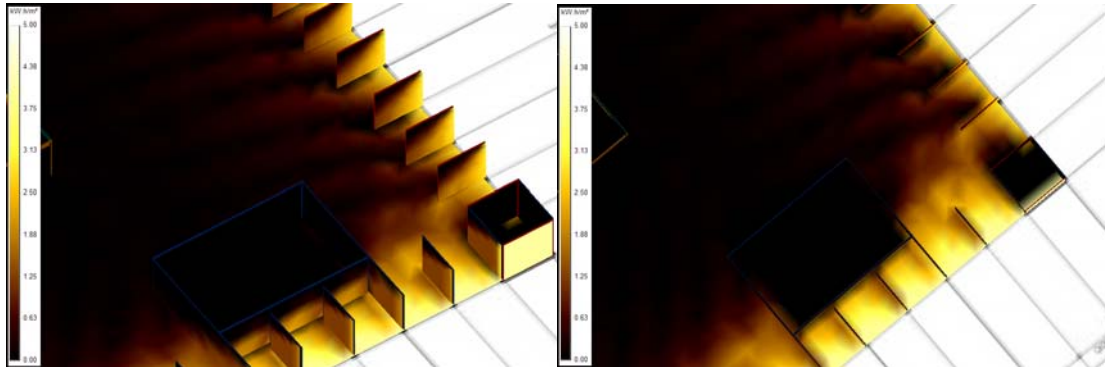


Las manchas proyectadas en la fachada suroeste son de mucho menor tamaño que las proyectadas en los nichos de la fachada sureste. La potencia también se degrada de 5 kW/m² a 0.00 kW/m² pero en un espacio reducido que no llega ni a la mitad de los 3 metros de la profundidad del nicho previo a la ventana.

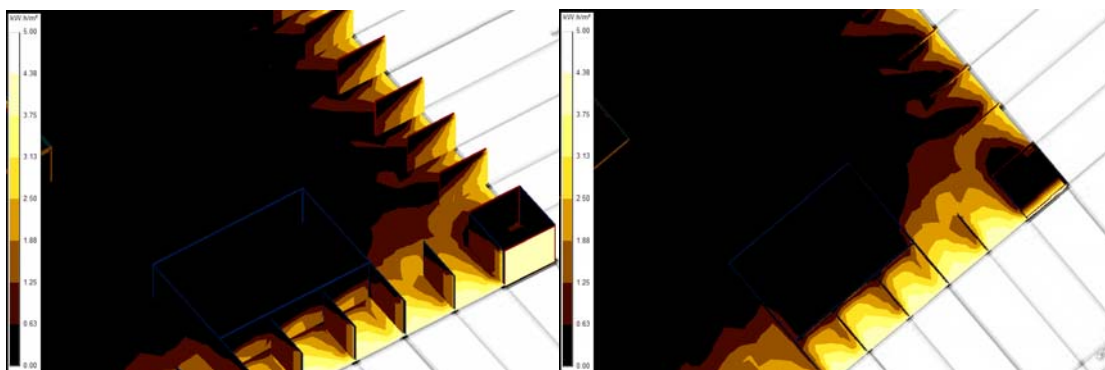


VERANO – 21 JUNIO

Utilizando la misma escala de potencia de energía, realizamos el cálculo de asoleo para el verano. Las gráficas nos muestran que la energía que logra colarse hacia el interior del espacio es considerable, a pesar de la protección de los nichos, principalmente en la fachada suroeste.

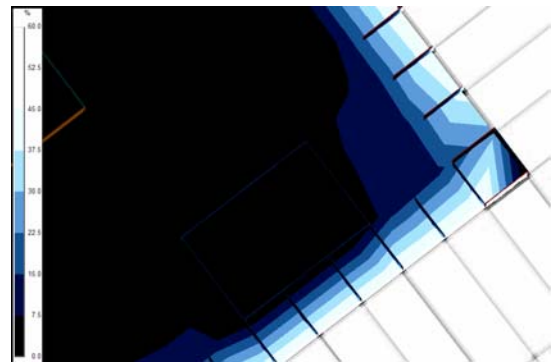
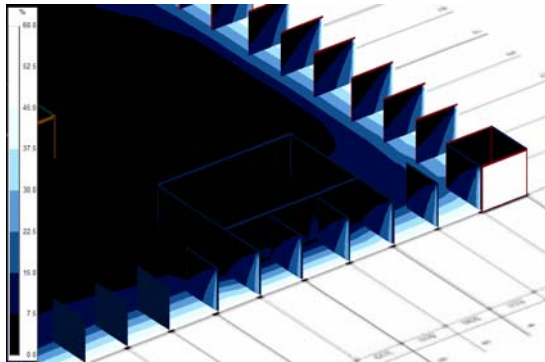
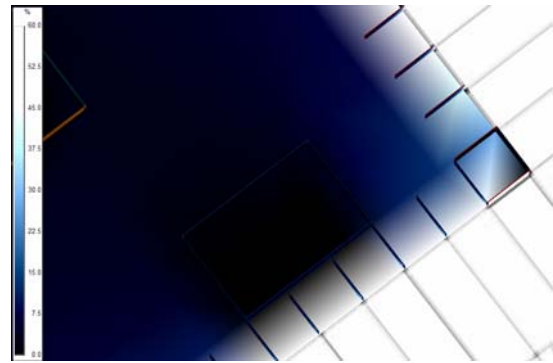
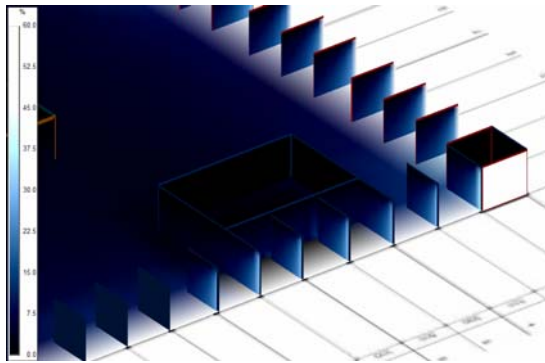


La energía recibida dentro del espacio llega hasta 1.25 kW/m² hasta 5 m dentro de las oficinas después del plano de ventana (8m del plano de fachada). Cabe destacar que el recurso arquitectónico utilizado - retrasar el plano de fachada y proteger el espacio interior de oficinas con los elementos verticales - funciona efectivamente durante todo el año.



LUZ DEL CIELO - OBSERVADOR 2

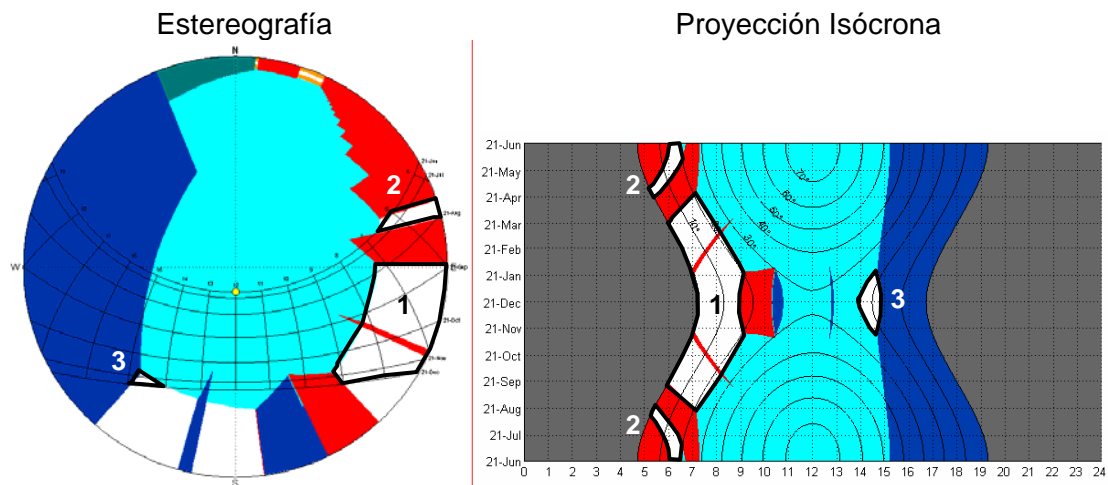
En el cálculo de luz del cielo de la posición del segundo observador, podemos apreciar que en ambas fachadas se produce un ingreso de luz difusa de cielo de forma regularmente paralela a los planos de fachada. Como habíamos señalado anteriormente, en un día nublado haría falta luz artificial en los puestos de trabajo, ya que no llega la luz artificial del cielo en el interior del espacio.



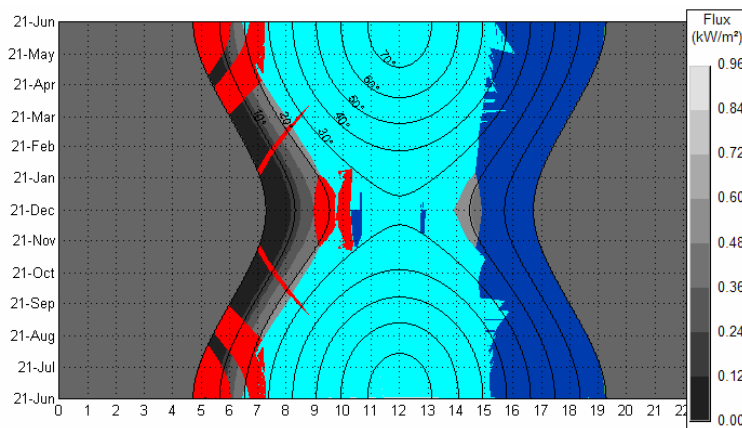
ESTEREOGRAFIA Y PROYECCION ISOCRONA - OBSERVADOR 2

En las gráficas estereográficas y proyección isócrona, tenemos resumida la información antes analizada. Podemos ver que en el escenario escogido encontramos 3 manchas de incidencia solar.

1. y 2. Ventanas provenientes de la fachada suroeste recibiendo radiación en Horas de la mañana durante todo el año.
3. Un pequeño polígono de radiación proveniente de una ventana de la Fachada sureste.



Los tres polígonos de radiación reciben poca potencia, la máxima en el polígono 3 con 0.36kW/m^2 , concluyendo que no afectará de una manera negativa al observador ubicado en el escenario.



CONCLUSIONES

Sobre la arquitectura de Alberto Campo Baeza...

Después de analizar, en el trabajo aquí presentado, cuatro de los más interesantes ejemplos de la arquitectura de Alberto Campo Baeza, quiero exponer mis propias conclusiones sobre su trabajo.

Bajo mi punto de vista, es uno de los mejores exponentes del racionalismo, concretando sus espacios dentro de formas simples, líneas rectas, planos continuos que se relacionan entre sí, formando “cajas” habitables bellamente concebidas. Una arquitectura minimalista, aunque al propio arquitecto le gusta más la palabra “precisa”, sin más ni menos de lo que se necesita.

El juego de llenos y vanos en su arquitectura es exactamente eso, un “juego”, grandes y francas incisiones en los planos envolventes, realizados estratégicamente según la intención. El objetivo principal... la luz.

El principal material de diseño del Arquitecto es la luz y por eso la conceptualización de todas sus obras se desarrollan alrededor de esta idea; la relación del elemento construido bajo los efectos de los rayos del sol. Pocos son los arquitectos que se atreven a ponerles trampas al sol y Campo Baeza es uno de ellos.

Jugando con la orientación, la latitud y el entorno, el arquitecto agujerea el volumen, trabajando siempre en tres dimensiones. Plantas, secciones y modelos se vinculan en el proceso del diseño para el producto final. El resultado es un conjunto de ambientes espléndidamente iluminados y espacialmente interrelacionados.

Podría decirse que la voluntad del arquitecto no sólo se centra en conseguir espacios bien iluminados, que sin lugar a dudas los logra, sino que va más allá de eso. Para él, además de alcanzar la iluminación natural funcional, pretende una iluminación estética, lúdica, abriendo huecos para atrapar el sol y hacer que éste protagonice una danza a su propio ritmo dentro de sus espacios, consiguiendo así una arquitectura dinámica. El escenario es cambiante en el tiempo, durante el día y durante los meses del año.

Sin embargo, desde mi punto de vista, debería tomarse en cuenta las consecuencias de confort térmico resultantes de algunos de estos propósitos. Como es el caso de la casa Asencio, considerando la ubicación de la casa, el lucernario abierto en la cubierta de la biblioteca produce un calentamiento excesivo en la época más cálida

del año. Lo mismo podría suceder en el caso del vestíbulo de Caja Granada, pero seguramente la magnitud del ambiente mengua el efecto.

En la mayoría de sus obras, el uso del color blanco, por su propiedad de reflexión, revela aun más su preocupación por lograr espacios bien iluminados. Además, la pureza del blanco le ayuda a evidenciar claramente el juego entre luces y sombras, y no distrae con colores innecesarios el protagonismo del sol.

Sobre el programa Heliodon...

El programa Heliodon ha sido el software elegido para el análisis de la luz natural en los trabajos presentados, resultando ser una extraordinaria herramienta de trabajo para la obtención de conclusiones en relación al comportamiento del objeto arquitectónico con respecto al sol.

En el proceso de diseño, existen muchas variables que el arquitecto debe tomar en cuenta, y las herramientas que utilicé para entender dichas variables deben ofrecer facilidad de interpretación para el éxito del proyecto. Heliodon es una herramienta interactiva en la que cualquier intención de diseño con respecto al sol puede comprenderse de una manera muy sencilla.

Ubicando únicamente el solar en la latitud que corresponda, y de acuerdo a los factores exteriores condicionantes tales como entorno y relieve, sin trazar la primera línea, el diseñador puede ya tomar decisiones acerca del concepto del proyecto, entendiendo, gracias a la información proporcionada, cómo el recorrido del sol afectará a su proyecto.

En el anteproyecto, las decisiones son de concepto, y no es necesaria la exactitud en cuanto a dimensiones o detalles. Por lo tanto, es importante la facilidad que el programa nos ofrece de construir y manipular planos básicos con sus respectivas aberturas para analizar el efecto del sol sobre nuestros espacios, dependiendo de nuestras intenciones; protección en verano, captación en invierno, etc.

Para la facilidad del análisis de ciertas áreas, no es necesario construir el modelo completo, sino únicamente la zona que se está estudiando. Una manera rápida de obtener resultados para proyectos de gran tamaño o de espacios repetitivos como es el caso de Caja Granada.

Además, una vez terminado en detalle el proyecto, se puede volver a analizar los escenarios y obtener resultados específicos y cuantitativos sobre la potencia de la luz que incide en el espacio y la relación con la térmica y el confort.

Ofrece versatilidad de relación con otros programas que los arquitectos utilizamos usualmente, como los programas CAD o 3Dstudio. La importación y exportación interactiva de algunos tipos de archivos ayuda al proceso de análisis.

Evidentemente, por tratarse de un programa en fase de desarrollo, también tiene sus limitaciones, que me gustaría exponer como sugerencias para mejorar las características de Heliodon, sobre todo en cuanto al uso.

El manejo de los tres botones del ratón para las funciones de acercamiento, alejamiento y movimiento del visor resulta algo lento para el usuario, teniendo que esperar y presionar varias veces la tecla "esc", para que estas funciones se logren independientemente.

Cuando en un proyecto interactúan varios elementos "stl", mallas, prismas, planos verticales, horizontales, etc., hace falta una ventana independiente en la que se muestren todos los elementos y sea posible activarlos, desactivarlos, borrarlos o esconderlos, en un solo paso, y no tener que hacerlo uno por uno.

El análisis podría enriquecerse si la proyección de sombras se mostrara también en los elementos creados, no solamente en el plano horizontal.

Sería conveniente la posibilidad de descomponer en piezas independientes y por lo tanto editables a los elementos "stl" importados.

Para la realización de los mapas de soleamiento, hace falta la construcción de mallas, habría que analizar la posibilidad de que los elementos creados tengan por defecto la malla adherida, para evitar el doble trabajo de construir las mallas sobre los elementos creados.

En el análisis de la Caja Granada, nos encontramos con planos translúcidos en las paredes del gran vestíbulo. Los elementos que se crean en Heliodon no ofrecen la propiedad de ser translúcidos, siendo importante la implementación de esta variable para la obtención de resultados reales en este tipo de casos.

BIBLIOGRAFIA

- Alberto Campo Baeza, La Idea Construída. Textos de Arquitectura y Diseño. Madrid 2000
- PIZZA, ANTONIO; Alberto Campo Baeza, Work and Projects. Ed. Gustavo Gili, S.A. Barcelona 1999
- COLECCIÓN ARQUITECTURA ESPAÑOLA CONTEMPORÁNEA; Campo Baeza, Ed. Murilla Lería. Madrid 1997
- BECKERS y MASSET; Heliodon 2 Guia del Usuario, 2006.
- BECKERS, MASSET y BECKERS, Comunicación a Cuzco, 2007
- <http://www.campobaeza.com>
- <http://www.flickr.com/photos/campobaeza>
- http://www.elconfidencial.com/cache/2007/06/06/93_acerca_vivienda_espana_pobres_heredaran_tierra.html
- <http://www.epdlp.com/arquitecto.php?id=30>
- <http://www.soloarquitectura.com/arquitectos/campobaezaalberto.html>