EDIFICACIÓN PASIVA. ACTUACIONES SOSTENIBLES APLICADAS A CONSTRUCCIONES EXISTENTES.

ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL CENTRO DE EDUCACIÓN INFANTIL SAN JOSÉ Y SAN ANTONIO DE PADUA

Rubén March Oliver

Lourdes Martinez Parreño

Esther Matoses Corbera

Juan Francisco Najera López

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

Grado en Arquitectura Técnica

PROYECTO FIN DE GRADO. TALLER_11.

ARQUITECTURA SOSTENIBLE, MEDIO AMBIENTE Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

Tutor: Luis Manuel Palmero Iglesias

Modalidad: Científico - Técnico

ÍNDICE GENERAL

Motivaciones

Introducción

Bloque I. *Edificación pasiva. Recursos naturales y actuaciones sostenibles*

Bloque II. *Estudio y análisis del Centro de Educación Infantil San José y San Antonio*

Bibliografía

Anexo I. *Planos del Centro de Educación Infantil San José y San Antonio*

Anexo II. *Reportaje fotográfico.*

Anexo III. *Guía básica Ecotect Autodesk Analysis*

Anexo IV. *Guía para certificación energética con CE3X*

Motivaciones

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

PROYECTO DE FINAL DE GRADO
Taller 11. Arquitectura sostenible, medio ambiente y eficiencia energética.

Rubén

La sostenibilidad y la arquitectura bioclimática han sido conceptos desconocidos durante gran parte de mi formación pero que una vez descubiertos, han conseguido atraer mi atención hasta el punto de ser mi elección como el aspecto profesional al que me gustaría dedicarme.

Actualmente vivimos una crisis tanto económica como medioambiental, por este motivo, mediante la arquitectura sostenible, espero colaborar con mis conocimientos en el ahorro energético y por tanto económico, que como consecuencia implique un beneficio para el medio ambiente, por ejemplo al reducir las emisiones de CO_2

Finalmente, si sumamos a lo anterior, la búsqueda del confort en el interior de las edificaciones, tenemos el motivo de por qué opte por la arquitectura bioclimática y no por otro campo.

Lourdes

La motivación que tengo para realizar este tipo de trabajo es que además de encontrar este tema muy atractivo, porque creo que en el diseño de un edificio no solo debe resaltar lo estético, sino también lo funcional; existe el aspecto medio ambiental.

Desde pequeña me ha gustado poner mi granito de arena a la hora de mantener en mejor estado posible la naturaleza y el medio ambiente y creo que en esta idea se basa esta arquitectura.

Esther

El motivo por el que he decidido realizar el proyecto sobre la Arquitectura Sostenible, Medio Ambiente y Eficiencia Energética, se debe, al interés de crear espacios confortables para sus ocupantes, permitiendo el desarrollo normal de las actividades que alberga, por medio de soluciones bioclimáticas.

Juan Fran

El tema de las viviendas bioclimáticas es un tema del cual no se ofrece mucha Información durante la formación de la profesión, lo poco que he visto es procedente de revistas, algunas clases magistrales de algún profesor que le interesaba o incluso algún documental de la televisión.

Desde mi punto de vista es un tema muy importante en la actualidad dado el problema de contaminación existente en el planeta, y pienso que tan solo poniendo un poco de interés a la hora de construir nuevas edificaciones en aspectos como la orientación, soleamiento, ventilación y el uso de materiales adecuados, podríamos dar un gran paso en contra de este problema, es decir, la solución es particularmente "sencilla"

Por esta razón creo que sería interesante mi propia formación sobre el tema, de ahí la elección de dicho Taller, y creyendo que en un futuro no muy lejano será obligatorio e incluso "normal", la realización de edificios y construcciones bioclimáticas, favoreciendo así a un mundo mejor para todos.

Introducción

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

INTRODUCCION

El presente proyecto que se desarrolla, bajo el título "**Edificación pasiva: Actuaciones sostenibles aplicadas a construcciones existentes. Estudio y análisis Centro de Educación Infantil San José y San Antonio de Padua"** desarrolla todos los conceptos bioclimáticos pasivos, es decir, técnicas y herramientas que emplean recursos de la naturaleza para convertir una edificación existente con carencias en una edificación sostenible y eficiente energéticamente.

Como el título, el proyecto se divide en dos bloques claramente diferenciados.

El primero de ellos trata los conceptos pasivos de forma general. A lo largo del primer bloque se desarrollan conceptos que empleados de la forma correcta conseguirán los objetivos planteados. Los conceptos tratados son: Estudio de **soleamiento**, en el que se aprenderá el movimiento del sol, la determinación de la posición solar y la relación con la irradiancia, técnicas de protección solar y de captación a favor del confort y el ahorro energético además de un estudio de la **orientación** para obtener los valores más óptimos. Estudio **climatológico¸ en el que se desarrollan los diferentes climas, la determinación geográfica de estos y su impacto y características que determinan las estrategias pasivas. Estudio de ventilación,** otro de los grandes recursos naturales, más efectivos a la hora de obtener confort y eficiencia energética. En él se desarrollan conceptos como los tipos de viento y sus efectos sobre personas y arquitectura, los tipos de ventilación, cómo se desarrolla en el CTE, el confort que proporciona e incluso la calidad del aire. Todo ello enmarcado en la **historia**, de cómo se han empleado estas estrategias desde el principio de la arquitectura, como lo llegan a desarrollar los grandes arquitectos hasta la preocupación actual por el medio ambiente y los protocolos que se han creado en los últimos años.

El segundo gran bloque es el **estudio y análisis del centro de educación infantil San José y San Antonio de Padua.** El centro se ubica en Sueca, Comunidad Valencia. En el estudio se comprueban todos aquellos aspectos desarrollados en el primer bloque en profundidad. Se ha elegido el centro por su idoneidad. Por un lado, su ubicación lo hace favorable para el estudio, es un edificio exento, desarrollado en planta baja en el que se pueden observar todos los aspectos arriba mencionados. En segundo lugar, la ocupación del centro es fundamentalmente de niños de corta edad y bebés y por tanto las condiciones de confort son una prioridad evidente. El fin del estudio es determinar si las condiciones actuales son las óptimas o no, justificadas mediante datos obtenidos con recursos informáticos.

Por último, dentro del análisis del centro se incluye un certificado de eficiencia energética, certificado que se considera idóneo debido a que el estudio se centra tanto en confort como en la eficiencia energética y además se exigirá en un futuro según el **RD 235/2013** publicado recientemente en el BOE (13 de Abril de 2013).

Finalmente se concluye el proyecto con anexos en los que se explican los recursos informáticas empleadas para el estudio de la guardería, en concreto **Ecotect Autodesk Analysis 2011** y **CEX**.

BLOQUE I

Edificación pasiva. Recursos naturales y actuaciones sostenibles

ÍNDICE. BLOQUE I

CAPÍTULO I. EVOLUCIÓN HISTÓRICA

1.1 ARQUITECTURAS QUE HAN BUSCADO EL SOL **22**

1.1.1. Babilonia en Mesopotamia *22*

1.1.2. Antiguo Egipto *22*

1.1.3. Valle del Indo y las Ciudades Chinas *23*

1.1.4. Primeras civilizaciones sudamericanas *23*

1.1.5. La arquitectura de los Antiguos *24*

1.1.6. Arquitectura de la edad media *25*

1.1.7. Arquitectura Renacentista *28*

1.1.8. Arquitectura de la revolución industrial *28*

1.1.9. Arquitectura de las Vanguardias *29*

1.2 ARQUITECTOS RELEVANTES DEL MOVIMIENTO MODERNO Y SU RELACIÓN CON LOS ASPECTOS BIO-CLIMÁTICOS **30**

1.2.1. Le Corbusier: Arquitectura y relación con el sol *30*

1.2.3. Frank Lloyd Wright: Arquitectura orgánica *33*

1.2.4. Ludwing Mies Van Der Rohe: "Less is More" *35*

1.3 ARQUITECTURA Y DESARROLLO SOSTENIBLE **39**

1.3.1. Arquitectura Sostenible en la actualidad 40

CAPÍTULO II. ESTUDIO DE LA SITUACIÓN GEOGRÁFICA. CLIMATOLOGÍA.

2.1. RELACIÓN ENTRE EL CLIMA Y LA ARQUITECTURA **45**

2.2. LOS FACTORES CLIMÁTICOS **46**

2.2.1 La latitud del lugar: *46*

2.2.2. La altitud sobre el nivel del mar. *47*

2.2.3. El factor de continentalidad. *47*

2.2.4. Naturaleza de la superficie terrestre. *47*

2.2.5. La temperatura superficial del mar. *48*

2.2.6. El factor orográfico: *48*

2.3. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA **49**

2.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS CLIMAS **51**

Clima ecuatorial húmedo *52*

Clima ecuatorial húmedo *53*

Clima de desértico fresco *54*

Clima mediterraneo *56*

Clima subtropical húmedo *57*

Clima oceánico *58*

Clima continental *59*

Clima polar *60*

Clima de alta montaña *61*

CAPÍTULO III. ESTUDIO DE SOLEAMIENTO

3.1. EL SOL **65**

3.2. DETERMINACION DE LA POSICION SOLAR **66**

3.2.1 Método analítico para la determinación de la posición solar *67*

3.2.2 Métodos gráficas para la determinación de la posición solar *68*

3.2.3 Software informáticos y otros métodos experimentales *71*

3.3. TRANSMISIÓN DEL CALOR 74

3.4. LA RADIACIÓN 75

3.5. LA RADIACIÓN SOLAR 76

3.5.1. La influencia de la atmósfera sobre la radiación solar. 76

3.5.2 Radiación solar directa 77

3.5.3 Radiación solar difusa 78

3.5.4 Características solares de la Peninsula Ibérica 78

3.6. EL SOLEAMIENTO SOBRE LAS EDIFICACIONES 80

3.7. ORIENTACIÓN DE LAS EDIFICACIONES 82

3.7.1 Orientación sur 82

3.7.2 Orientación este/oeste 82

3.7.3 Orientación norte. 83

3.7.4 Distribución interior en función de la orientación 83

3.7.5 Otros factores a tener en cuenta 84

3.8. PRINCIPIOS DE DISEÑO CON CONDICIONANTES SOLARES 85

3.8.1 Diseño para la protección solar 85

3.8.2 Diseño para la captación y acumulación solar 86

CAPÍTULO IV. ESTUDIO DE VENTILACIÓN.

4.1 EL VIENTO 95

4.1.1 Dirección y velocidad 97

4.2 EL VIENTO Y SUS EFECTOS **99**

4.2.1 El movimiento del Viento *99*

4.2.2 Efectos del viento sobre el hombre *100*

4.2.3 Influencia de las construcciones sobre los movimientos del viento *101*

4.2.4 Vientos predominantes en España *101*

4.3. LA VENTILACIÓN EN LA ARQUITECTURA **104**

4.3.1 La ventilación según el CTE *104*

4.3.2 Comportamiento del viento en su recorrido a través de las edificaciones *106*

4.4. LA VENTILACIÓN Y EL CONFORT **108**

4.4.1 Confort Térmico. *109*

4.5. TIPOS DE VENTILACIÓN **113**

4.5.1 Ventilación natural *113*

4.5.2 Ventilación forzada *121*

CAPÍTULO V. LA VEGETACIÓN COMO PROTECCIÓN PASIVA

Árboles y setos como medida de protección *127*

Especies aptas para su uso como medida de protección *128*

Fachadas verdes *132*

Cubiertas ajardinadas *133*

CONCLUSIÓN BLOQUE I **137**

Capítulo I.

Evolución histórica

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

Desde los inicios de la civilización los seres vivos han buscado el aporte energético del Sol. Este astro es la principal fuente de energía de los diferentes ecosistemas y por tanto de la cadena alimenticia. Esta comienza en el sol y termina en el hombre, alimentando cada eslabón a su anterior.

Nuestros antepasados se asentaban en zonas que les permitiese un máximo aprovechamiento de las condiciones climáticas. Con el paso del tiempo los asentamientos iniciales darían lugar a las primeras ciudades, hace unos cinco mil años, teniendo como resultado el origen de la arquitectura solar que se pueden relacionar con procesos agrícolas. Estas primeras ciudades tenían características comunes: todas se centraban en regiones con condiciones climáticas emplazadas entre el trópico de Cáncer y alrededor de los treinta grados de latitud norte. Además todas ellas estaban próximas a grandes ríos que les proporcionaban un medio de transporte, agua para el regadío y zonas de tierra fértil aptas para la agricultura.

En la Edad antigua se construyeron muchas edificaciones con un elemento presente en casi todas ellas, el patio interior, en las que se obtenía un máximo confort, gracias a una buena utilización de la ventilación natural, la sombra y la luz solar tanto en invierno como en verano. En todas las épocas se muestra que con la ayuda de la energía del Sol se consigue un clima interior confortable. Las cualidades de las construcciones que se nombrarán posteriormente son apreciables tanto por los sentidos como por el uso de la energía. Y de esta manera se conocerán los primeros ejemplos de arquitectura sostenible.

Es muy conveniente observar las ingeniosas viviendas del pasado y aprender de ellas. A partir de ahí podremos armonizar nuestra tecnología con la sabiduría antigua.

"La historia de la arquitectura es la historia de la relación humana consciente con la energía solar"

Sol Power, la Evolución de la Arquitectura Sostenible. Gustavo Gili.2002

1.1 ARQUITECTURAS QUE HAN BUSCADO EL SOL

Hace siete millones de años existió el primer homínido en África del Este, donde las características climáticas eran favorables, ya que su organismo podía vivir en este tipo de entorno.Este homínido comenzaría las primeras migraciones hacia otros continentes hace 1.8 millones de años. Más adelante, el Homo Erectus se desplazaría hacia Asia y Europa poblando diversas zonas de homínidos cerca de unos 1.5 millones de años hasta su extinción.

1.- Jardines Colgantes construidos durante el reinado de Nabucodonosor II, Babilonia 4000 a.d.C

Posteriormente, hace unos cien mil años el Homo Sapiens realizaría sus migraciones hasta los mismos continentes que habían poblado anteriores homínidos, desplazándolos y desarrollando su forma de vida mediante la agricultura y las creaciones de las primeras viviendas, llamadas cavernas.

1.1.1. Babilonia en Mesopotamia

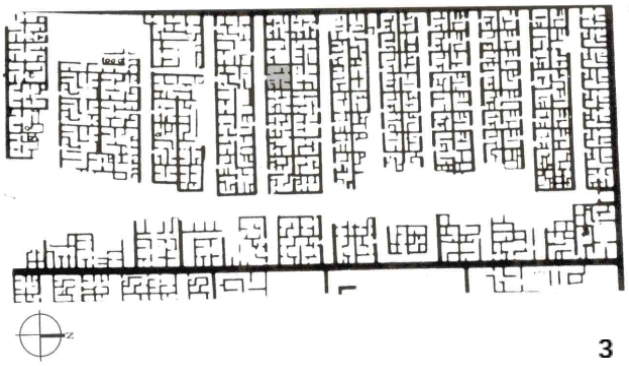
En países como Mesopotamia, tras un periodo de cambios climáticos que favoreció a la agricultura ampliándose los cultivos de plantas y de alimentos, se empezaron a construir los primeros canales que además de su uso para los regadíos se utilizaron para la transformación de la energía solar en biomasa. Es aquí donde aparece uno de los primeros ejemplos de arquitectura solar: los Jardines Colgantes de Babilonia (4000 a.d.C).El rey Nabucodonosor II los mandó construir como regalo a su esposa para demostrarle su amor y para que recordara su tierra. Estos jardines consistían en varias terrazas ajardinadas escalonadas alcanzando una altura aproximada de veinticuatro metros. Tratándose estas terrazas de galerías en su parte interior. Dicha ciudad también fue de las pioneras en utilizar la orientación solar para la planificación de la red urbana. Sus calles se diseñaron para que sus habitantes se favorecieran de las ventajas que ello conllevaba: brisas agradables, para una buena ventilación y luz solar.Las casas típicas babilónicas se agrupaban en torno a patios que les proporcionaban ventilación natural y además ubicaban la mayoría de las habitaciones a este. Otro ejemplo muy característico de la arquitectura sostenible de aquella época es la ciudad de Arbela (actual Erbil)

2.- Ciudad de Arbela, en el Kurdistán, Iraq. Sol Power, la Evolución de la Arquitectura Sostenible.2002

1.1.2. Antiguo Egipto

En Egipto, cuya adoración al Sol era manifiesta, se llegó a construir edificios calendario para de esta manera averiguar cuando llegarían lluvias o buen tiempo y así mejorar la productividad de sus colectores solares. Por ejemplo, también se tenían en cuenta aspectos climatológicos de orientación más adversos, como los fuertes vientos, para hacer distinción entre las jerarquías sociales. Los habitantes más importantes vivían en zonas mejor ubicadas- con calles estrechas y grandes avenidas que se situaban frente a las pirámides- que

los esclavos, viviendo en barrios occidentales expuestos a dichos vientos. En Lahun (1800 a.d. C), una de sus ciudades, se distribuyeron las calles paralelas al eje norte-sur siguiéndose las reglas naturales de planificación solar.



3.- Plano de la ciudad de Lahún del año 1800 a.d.C.Sol Power, la Evolución de la Arquitectura Sostenible.2002

1.1.3. Valle del Indo y las Ciudades Chinas

En el valle del Indo también se manifestó una clara orientación norte-sur en el entramado de la red urbana en la ciudad de Mohendjo- Daro (3250-2750 a.d.C). Sus casas se construían con ladrillo cocido con paredes gruesas que incrementaban la inercia térmica. Todas tenían como elemento común el patio interior, que les aportaba iluminación y ventilación. Cuidaron el aspecto salubre de dichas calles con una red de alcantarillado y un gran baño de uso público.

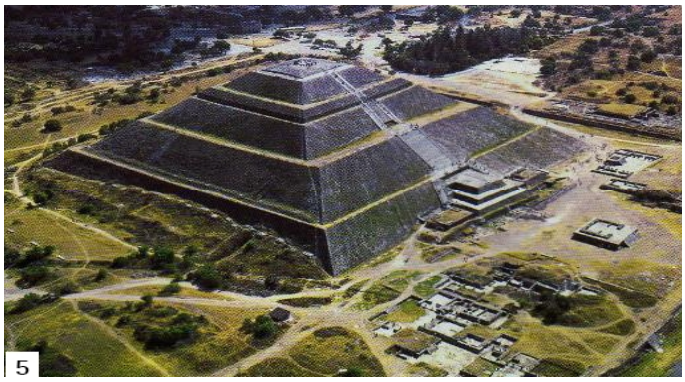
Las antiguas ciudades chinas son otro claro ejemplo de una planificación urbana en relación con la geometría del Sol y los recursos naturales. A través del *feng shui* basaban su entramado urbano en la cuadrícula ortogonal con orientación sur. En esta cultura tenía gran relevancia la construcción de casas patio, cuyo acceso se situaba en el lado sur, teniendo todas las estancias de la planta baja acceso a este. Así mismo utilizaban grandes aleros que les aportaban abundantes sombras. Siendo la geometría de su planta un cuadrado ya que consideraban esta figura como la ideal tanto para casas como para ciudades. Mencionando como ejemplo de esta planificación Pekín y la Ciudad Prohibida con sus jardines (1406-1421).

4.- Ciudad Prohibida, Pekín, China. Fue el palacio real de la Dinastía Ming hasta la Dinastía de los Qing (1406-1421)

1.1.4. Primeras civilizaciones sudamericanas

En las civilizaciones sudamericanas también se crearon ciudades con una determinada orientación como es el caso de Teotihuacán (al norte de Ciudad de México) alrededor del 200 a. d. C, que creció sobre una cuadrícula en damero extendiéndose sobre una superficie de más de veinte kilómetros cuadrados. Disponiéndose sus calles principales paralelas y equidistantes en dirección norte-sur. Las viviendas de esta ciudad constaban de varias estancias con acceso a un patio interior donde se ubicaba la cocina y en su caso el taller. Una de sus construcciones más importantes fue la Pirámide del Sol donde dejaron de manifiesto su culto al astro.

Pueblo Bonito en Chaco Canyon (Nuevo México) fue otro buen ejemplo. La arquitectura anasazi (1000 d. C) se orientaba a sur-sudeste para aprovechar la ganancia solar en invierno debido que esta región carecía de brisas matinales. Construyeron sus viviendas en un acantilado de toba que además de asegurarles inercia térmica, les protegía de los vientos del norte. La geometría utilizada, el semicírculo, les garantizaba aporte solar en las épocas frías.



5.-Pirámide del Sol, Teotihuacán, México construida sobre el año 2000 a.d.C
6.- Pueblo Bonito, Nuevo México, EEUU. Construido por el pueblo indio anasazi, alrededor del año 1000.

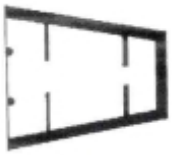
1.1.5. La arquitectura de los Antiguos

" La ciudad en la antigua Grecia se basaba en los principios de orientación solar y ventilación y representaba la ciudad ideal para una sociedad realmente democrática. A excepción de los edificios públicos, todas las construcciones se realizaban de forma similar y estaban orientadas hacia el Sol"

Sol Power, la Evolución de la Arquitectura Sostenible.Gustavo Gili 2002

Las viviendas, tanto en planta,sección, alzado y orientación eran casi idénticas. Todas se agrupaban en torno a un patio interior limitado por columnas, que en los meses estivales proporcionaba sombra y durante el invierno captaba luz solar, garantizando ventilación natural. En las áreas que daban a norte se encontraban las viviendas y en la habitación principal se ubicaba un vestíbulo en sombra cuya orientación era a sur. La cuadrícula urbana, como la de Olinto (432-348 a.d.C) dividía la ciudad en barrios conectados por estrechas calles aportando sombras laterales durante el día, que unido al color de las fachadas, blancas, evitaba la fuerte radiación y la absorción solar.

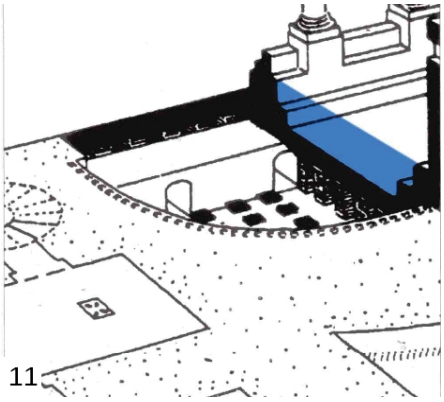
7.- Plano de la ciudad de Olinto, Atenas. En él se puede comprobar la orientación de la calles.
8.- Planta tipo de las casas griegas. Todas presentan la misma orientación y distribución.
9.- Planta megarón y esquema solar. Sol Power, la Evolución de la Arquitectura Sostenible.2002



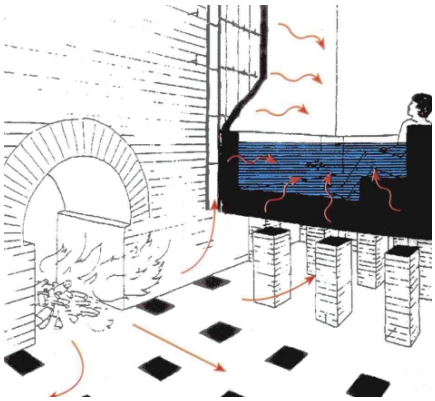
Se le atribuyó a Sócrates la primera casa solar, tratándose de un megarón enérgicamente eficiente. A raíz de este, se crearían los templos en los que las columnas jugarían un papel importante para dar sombra a los visitantes, actuando de cierta manera como enormes *brise-soleil.*

En la antigua Roma se perfeccionó la arquitectura solar. La Villa Adriana (siglo II d.d.C) se consideró como la vivienda solar ideal. Sus estancias privadas y la biblioteca tenían a su alrededor estanques circulares que le aportaban ventilación cruzada y por lo tanto brisa fresca y un gran confort. Las termas estaban ubicadas entre zonas ajardinadas y cuya orientación era sudoeste. Su distribución estaba completamente estudiada debido a que la piscina de agua caliente la orientaron al Sol para obtener una máxima utilización del calor. En algunas de estas termas se localizaban grandes ventanas en las fachadas sur o sudoeste y pavimentos de arena teniendo como finalidad acumular calor a lo largo del día y desprenderlo durante la noche. Así mismo las piscinas de agua fría, llamadas *frigidarium*, se localizaban en las partes donde no había incidencia solar. Fue en esta época cuando comenzaron a utilizar los sistemas activos de climatización, a través del suelo. Elevando el pavimento creando por debajo un sistema de circulación de aire conocido por *hipocausto*.

10



11

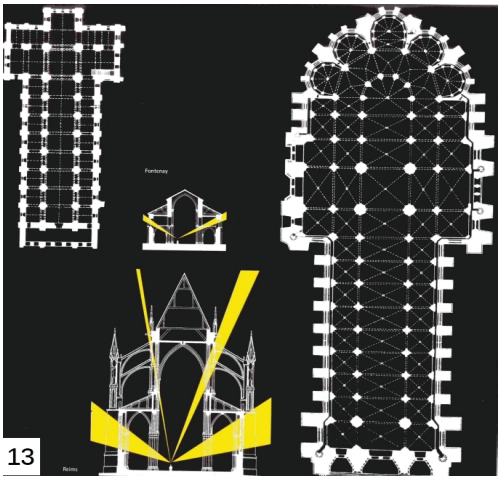


10.- Los estanques circulares de la Villa driana, Roma. Construida sobre el siglo II d.d.C.
11.- Esquema funcionamiento del hipocausto, utilizado en la arquitectura romana como sistema activo de calefacción. Sol Power, la Evolución de la Arquitectura Sostenible.2002

1.1.6. Arquitectura de la edad media

En la Edad Media las construcciones realzan diferentes aspectos según cada estilo arquitectónico, cultura y su religión. En la arquitectura cristiana se sigue teniendo en cuenta el patio interior, esta vez llamado claustro en monasterios e iglesias. Así mismo tomaron importancia en las catedrales y basílicas, la iluminación de

12



13

12.- Basílica de Santa Sofía, Estambul. Construida en la época Bizantina, durante el mandato del emperador Justiniano sobre el año 532.
13.- Planta de catedrales góticas y esquema de iluminación interior. Sol Power, la Evolución de la Arquitectura Sostenible. 2002

su interior que quiere aproximarse a la luz celestial. La basílica de Santa Sofía es un claro ejemplo de esta ideología. Independientemente de la hora del día y la estación del año, su interior se encontraba siempre iluminado, esto se debía a su gran cúpula de treinta metros de diámetro que llega a alcanzar los sesenta y cinco metros de altura. Las catedrales góticas son otro claro ejemplo, con el uso de vidrieras y la técnica de construcción abovedada.

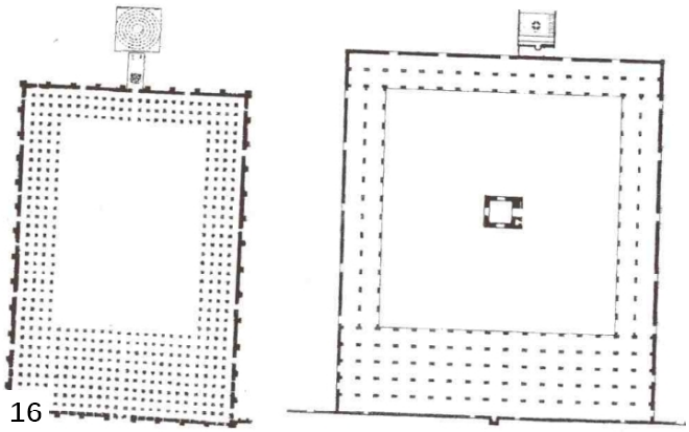
En Matmata (Túnez) hace siglos se construyeron una modalidad de casas conocidas como trogloditas que combinaban un tipo de excavación mixta que se componía de una excavación vertical más una horizontal. Este sistema comenzaba con un patio excavado en vertical llegando a un nuevo plano horizontal y una vez creadas las paredes alrededor del hueco se volvía a excavar en horizontal entorno a dicho vacío. Este sistema tenía muchas ventajas tanto para la época estival, como para el invierno: protección de los vientos fuertes, una iluminación directa a través del patio, un buen aislamiento térmico debido a la inercia térmica del terreno.

14

15

14.- Vista aérea de las viviendas trogloditas, Túnez. Siendo estas de la tipología de casa enterrada.
15.- Vista del patio exterior y de las diferentes entradas de la vivienda troglodita, Túnez

En la arquitectura islámica, por el contrario, lo que se buscaba era la sombra. Las plantas de las mezquitas de Samarra o Kairouan presentaban un patio interior y alrededor de este una serie de arcadas. Además de orientarse hacia La Meca, todas continúan el principio de obtener una sombra óptima. Los edificios se construían con ladrillos de barro o adobe con lo que se conseguía una gran inercia térmica en las paredes.

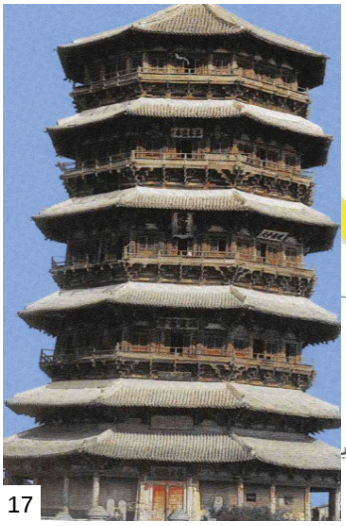

16

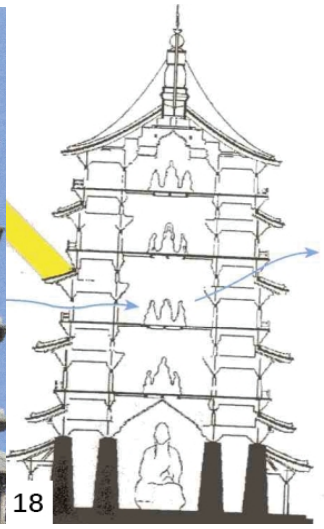
16.-Planta Mezquitas de Samarra, Iraq (848-852) y Planta Mezquita de Kairouan, Túnez construida sobre el siglo VII (derecha)

En sus patios interiores se colocaban árboles y fuentes para crear un ambiente fresco debido al clima árido y sin humedad de la zona. También tenían en cuenta la ventilación, que se producía gracias a las celosías y a las torres de viento. Las casas torre de Yemen aparecieron en el siglo III d. d. C y se trataba de una vivienda en altura cuya escalera actuaba como una especie de chimenea que permitían la convección natural del aire. Por otro lado, en la zona de Iran, Irak y Egipto, se utilizaban los colectores de viento que funcionaban además de con los vientos, con la diferencia de temperatura entre el viento y el aire ambiente del interior de la vivienda y gracias a la ventilación cruzada que se creaba con los huecos de la fachada. Existen dos tipos: colectores directivos, (para los vientos provenientes de una sola dirección) y los colectores multidireccionales (para los vientos variables).

En las culturas china y japonesa se construían los edificios con materiales perecederos como la madera. Estas zonas se caracterizaban por un mismo hecho, creaban centros de sombra y calma, gracias a los efectos de la luz difusa. Construían edificios con grandes cubiertas y aleros que les protegían del sol y de la lluvia, cuyas paredes de papel de arroz permitían el paso del aire. Como es el ejemplo de la Pagoda Sakyamuni (1056 d.d. C)

Los persas se caracterizaban por el lujo manifestado en sus palacios y jardines. Los palacios se dividían en varios edificios rodeados de zonas ajardinadas. Dependiendo de la estación del año en que se encontraran habitaban unos pabellones u otros. Crearon una unión casi perfecta entre la técnica constructiva y la naturaleza y cuyas condiciones eran ideales para sus habitantes.

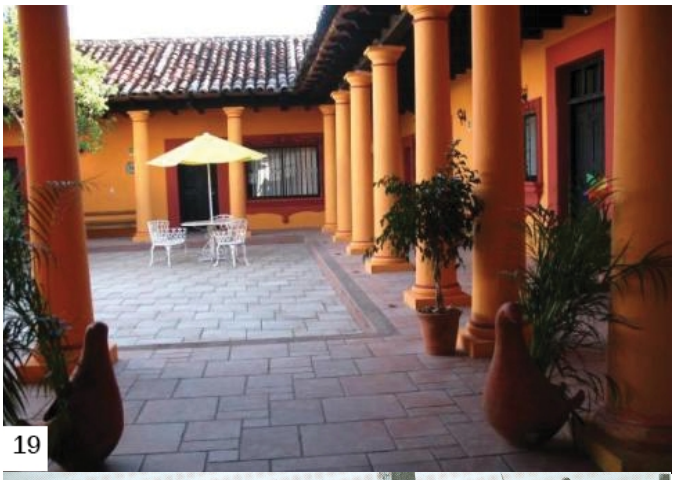

17


18

17.- Pagoda de Sakyamuni, China.
18.- Esquema de ventilación e incidencia del Sol.

Sol Power, la Evolución de la Arquitectura Sostenible.2002

Tras el descubrimiento de América en 1492, surgió en el nuevo continente un estilo de arquitectura basado en las influencias provenientes de los pueblo colonizadores de Europa, la arquitectura colonial. Esta era una mezcla entre el estilo barroco europeo y las características propias de las nuevas zonas tropicales y selváticas. En ella se identifican dos vertientes: la influencia inglesa y la influencia española y portuguesa. Respecto a las colonizaciones inglesas, construían con armazones de madera arriostrada, pero pronto descubrieron que este tipo de estructura no resistiría el clima de la zona. Llegando a modificarse hasta obtener estructuras de madera cubiertas exteriormente con tablas machihembradas cuya protección frente al calor serían los pórticos y las galerías y frente al frío se utilizaría la estufa de fundición. En las colonizaciones españolas se siguieron los principios de la arquitectura andaluza, construidos con materiales propios de la zona maderas, cañas, barro y adobe. Su principal objetivo era protegerse del Sol y de la lluvia además de obtener buena ventilación gracias al empleo del patio interior. Mientras que las colonizaciones portuguesas carecían de patio interior, obteniendo iluminación de grandes ventanales en las fachadas.


19

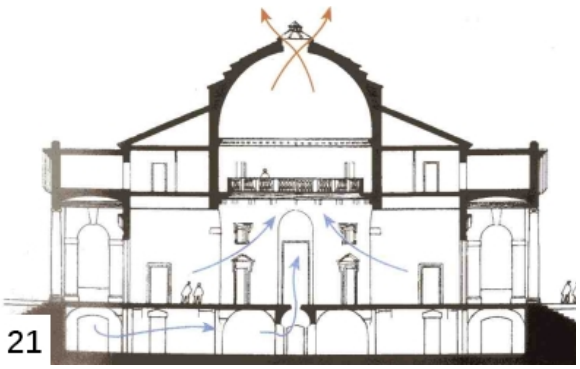
20

19.- Patio interior vivienda colonial española, con pórticos que protegían del sol pero a la vez proporcionaba luz y ventilación.

20.- Ciudad de San Francisco, ejemplo de colonización inglesa a base de madera y pórticos para protegerse del Sol.
Historia de la Arquitectura Moderna, Leonardo Benevolo. GG 1999

1.1.7. Arquitectura Renacentista

En el renacimiento italiano respecto a la construcción civil destacaron dos tipologías: el palacio y la villa. El palacio se edificaba como un bloque en torno a un patio interior y se realzó el uso en las fachadas de logias para dar sombra. También utilizaron el cortinaje para hacer variar las sombras a lo largo de las arcadas durante las épocas calurosas. En lo que respecta a las villas, eran edificios que conseguían un acercamiento con la naturaleza debido a su ubicación, el campo. He ahí la importancia de la ventilación aparente en la Villa Rotonda, construida en 1566, donde se obtenía aire fresco desde el sótano distribuyéndose desde el centro del edificio.



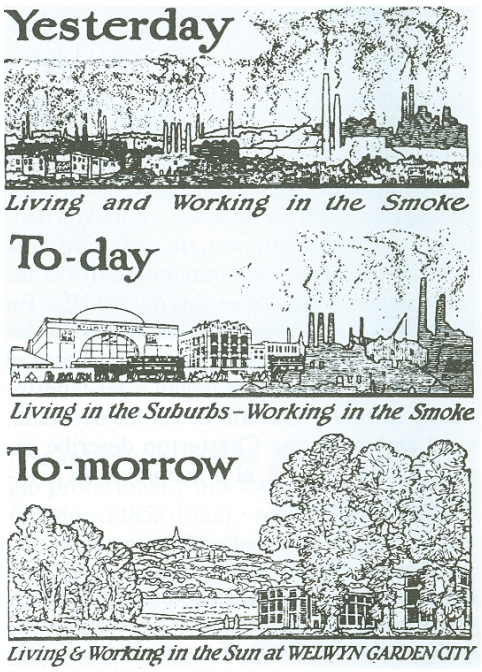
21.- Esquema ventilación de la Villa Rotonda, Italia construida en 1566. Sol Power, la Evolución de la Arquitectura Sostenible.2002

1.1.8. Arquitectura de la revolución industrial

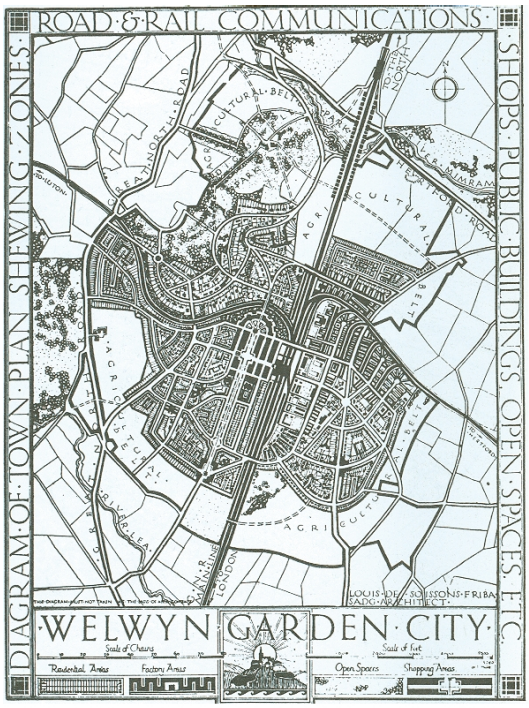
Tras la Revolución Industrial y los cambios sociales que conllevó, migración masiva del campo a la ciudad, insalubridad en las calles y en las propias viviendas, etc, surgió otro movimiento, La Ilustración, cuyo pensamiento racional se manifestó arquitectónicamente en la entrada de la luz directa desde la parte superior de los edificios mediante óculos. Se construyeron los primeros hospitales cuyo objetivo principal era el bienestar humano a través de un buen aprovechamiento de la luz natural y una buena ventilación dotándose de jardines y solarium. Se incrementó el interés por las plantas y las culturas exóticas gracias al turismo europeo a los países extranjeros, lo que conllevó a la construcción de numerosos invernaderos que atraían la luz solar y prolongaban el clima agradable de verano. Ejemplo de ello es el Palacio de Cristal de Londres construido en 1851.

22.- Palacio de Cristal en Londres construido en 1851 y es un ejemplo de los numerosos invernaderos construidos en la época

Una vez que las ciudades industriales fueron afectadas por los aspectos mencionados anteriormente (aumento masivo de la población, la pobreza, las enfermedades y la delincuencia) los trenes y tranvías permitieron cambiar del centro a las afueras de la ciudad. Howard creó el movimiento de ciudad-jardín en 1898, en el que se pretendía formar ciudades uniendo las ventajas que aportaba la vida urbana y la rural. Tras varios ejemplos fallidos- como Letchworth a cincuenta kilómetros de Londres y Welwyn con mayor popularidad debido a su cercanía con la gran urbe- acabaría influyendo en Europa extendiéndose por las principales ciudades europeas, construyéndose numerosos barrios periféricos provistos de una buena proporción entre edificación y zonas verdes lo que proporcionaba una vida más saludable con aires más puros y calles anchas que permitían una buena iluminación y ventilación en el interior de las viviendas.



23



24

24.- Esquema de la evolución de la ciudad según Howard.

25.- Plano de la ciudad-jardín Welwyn según Howard. La ciudad se presenta rodeada de espacios para la agricultura y comunicada con el resto a partir de líneas de ferrocarril y carreteras.
Historia de la Arquitectura Moderna, Leonardo Benevolo. GG 1999

A finales del siglo XIX nacería un material novedoso y clave en la tecnología de la construcción, el hormigón armado; que tendría especial importancia durante la Arquitectura del Movimiento Moderno, debido a su gran uso y las novedosas características que aportaba a los edificios constuidos en esta época. Gracias a este material se pudieron construir edificaciones cuyas mejoras eran visibles, como por ejemplo en las naves de grandes compañías las enormes ventanas ofrecían buena iluminación y espacios ventilados.

1.1.9. Arquitectura de las Vanguardias

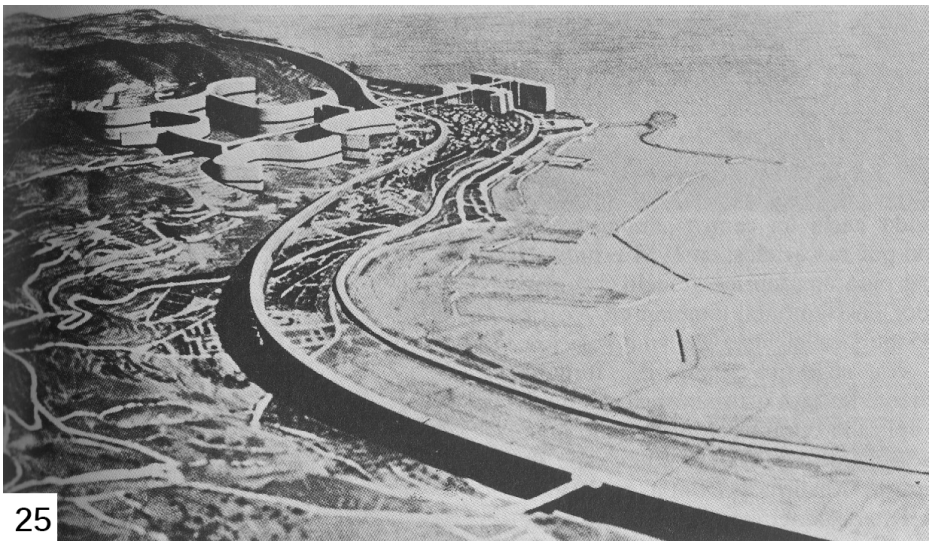
Tras la I Guerra Mundial el Sol se transformó en un elemento imprescindible tanto para la salud como la educación. El modelo de vida al que se aspiraba en esta época se basaba en la luz, el aire y la abertura que se identificó con cerramientos de vidrio, terrazas y superficies exteriores. Dando lugar al conocido Movimiento Moderno, siendo arquitentos importantes: Le Corbusier, Frank Ll. Wright y Mies van der Rohe. Pero otros muchos también fueron reconocidos arquitectos en este movimiento William Atkinson, Walter Gropius, Alvar Aalto, Luis Barragán…

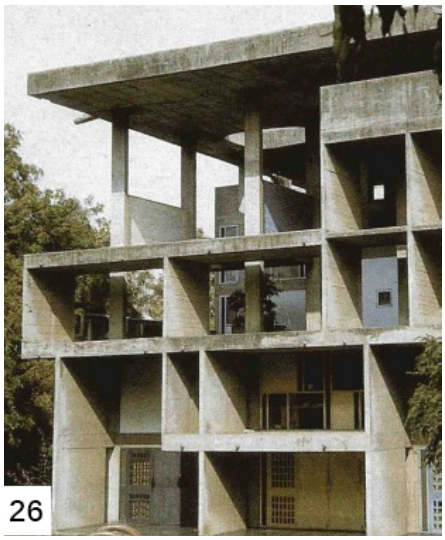
1.2 ARQUITECTOS RELEVANTES DEL MOVIMIENTO MODERNO Y SU RELACIÓN CON LOS ASPECTOS BIOCLIMÁTICOS

1.2.1. Le Corbusier: Arquitectura y relación con el sol

Charles Edouard Jeanneret, nació el seis de Octubre de 1887 en La Chaux-de-Fonds (Suiza) donde estudió artes y oficios. A los 19 años se transladó a París adoptando el seudónimo de Le Corbusier, allí trabajó en el estudio de Auguste Perret, arquitecto pionero en la construcción mediante hormigón armado. Después viajó a Alemania para estudiar las tendencias arquitectónicas de ese país y conoció a Mies van der Rohe y a Walter Gropius.

Le Corbusier quiso integrar el hombre urbano en su entorno. Su principal símbolo fue su máxima inventiva y radicalidad en arquitectura y urbanismo. Determinó la arquitectura como el juego correcto y magnífico de los volúmenes y la luz , basándose en sus cinco principios: " la planta libre", "la fachada libre", "ventana en longitud" , "edificio sobre pilotis" y " la terraza-jardín". Respecto al urbanismo ideó varios proyectos para ciudades como Argel o el proyecto de saneamiento de ilôt insalubre en París. LLevando su urbanismo al contexto bioclimático, para él la ciudad moderna permitía el aprovechamiento de las orientaciones: Este-Oeste cuyas viviendas se situaban a ambos lados y se colocaba una calle interior. Y la Norte-Sur donde ubicaba las viviendas a Sur y colocaba una calle alrededor a Norte y de esta manera aprovechar al máximo el aspecto del soleamiento de la vivienda.


25


26

25.- Proyecto de urbanismo para la ciudad de Árgel. Historia de la Arquitectura Moderna, Leonardo Benevolo. GG 1999

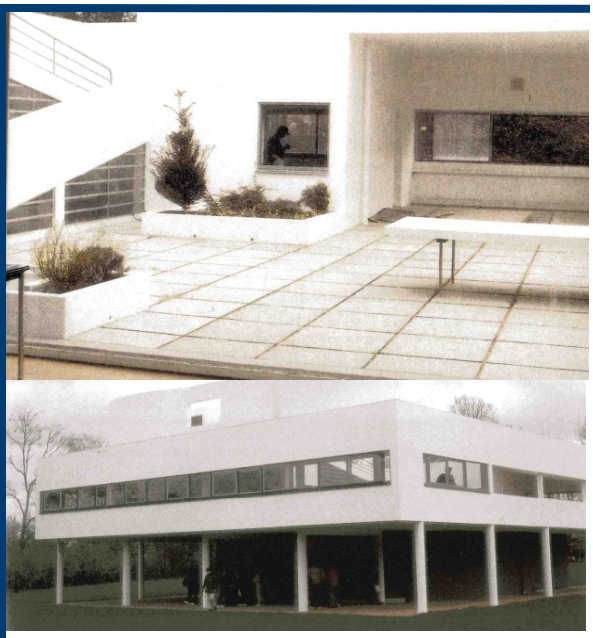
26.- Brise-soleil creado para permitir la iluminación sin la entrada de los rayos solares y evitando así el calentamiento interior. Sol Power, la Evolución de la Arquitectura Sostenible.2002

1.2.2. Brise-Soleil

Varios fracasos en edificios con muros cortina, debidos al clima y las desviaciones económicas de las distintas soluciones iniciales, provocaron en Le Corbusier un giro hacia nuevas ideas engrandeciendo los beneficios de la iluminación natural -donde además dejaría de manifiesto su gran conocimiento sobre el movimiento solar -y la ventilación. A raíz de ahí crearía un mecanismo de lamas que permitiría la entrada de la luz, el brise-soleil. Esta importante aportación a la construcción bioclimática fue posible gracias también al empleo en su construcción del hormigón armado. Dicho mecanismo era apropiado para las fachadas orientadas a sur, pero no para las orientadas a este u oeste debido a que en invierno no permitían el paso del sol, pero sí durante el verano, obteniendo de esta manera un efecto contrario al deseado.

LA VILLA SAVOYE

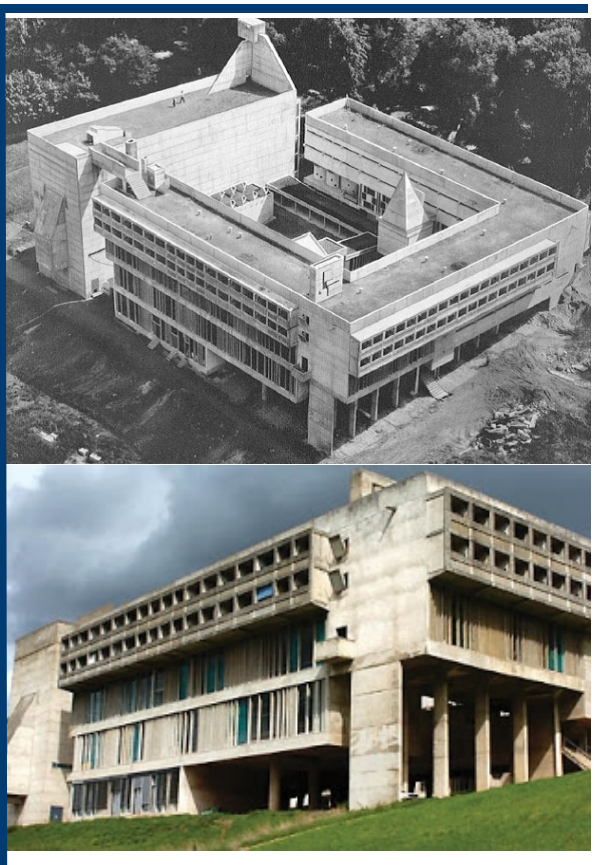
La Villa Savoye (1928-1931) fue uno de los primeros arquetipos modernos. Esta casa es presidida por una gran terraza abierta por su techo. Esta era la nueva idea de casa patio para Le Corbusier, el patio rodeado por la casa en tres de sus lados y abierto por el otro hacia el exterior. El aspecto de asimetría se representaba con el recorrido del Sol, regulando en el interior la distribución de los espacios habitables. Otro aspecto a resaltar era el color, debido a su localización, utilizó el blanco al igual que se usaba en las riberas mediterráneas para evitar la absorción de la radiación solar.



Villa Savoye, Poissy Francia. Esta vivienda reúne los cinco puntos propuestos por Le Corbusier: planta libre, fachada libre, vivienda sobre pilotis, ventana en longitud y cubierta ajardinada. Summa Artis, Historia general del Arte.1996

MONASTERIO DE LA TOURETTE

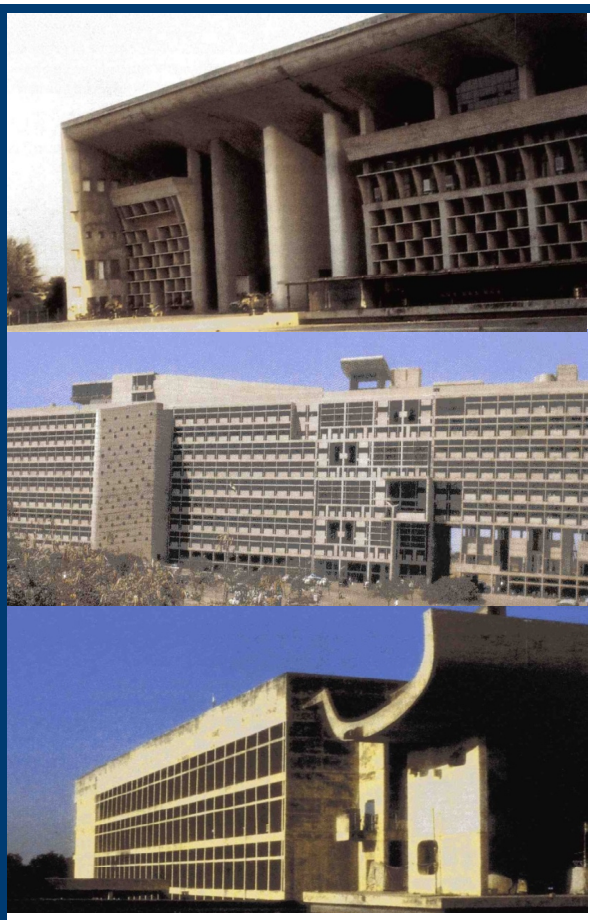
En el monasterio de La Tourette (1956-1959) demostró su interés por relacionar arquitectura y Sol. Sus fachadas sudeste y sudoeste estaban provistas de logias, con abstractos huecos y el *brise-soleil*, permitiendo el paso de la luz al interior del edificio, pero no accediendo al interior el calor transmitido por el Sol. Además aparecía la idea de ventilación natural al estar presente el patio interior en el claustro . Y también quiso que la azotea fuera un jardín, añadiendo otro aspecto de relación con la naturaleza al edificio.



Monasterio de La Tourette, Francia. En él retoma la arquitectura de formas blancas y volúmenes puros gracias al empleo del hormigón.

EL EDIFICIO DEL PARLAMENTO, CHANDIGARH

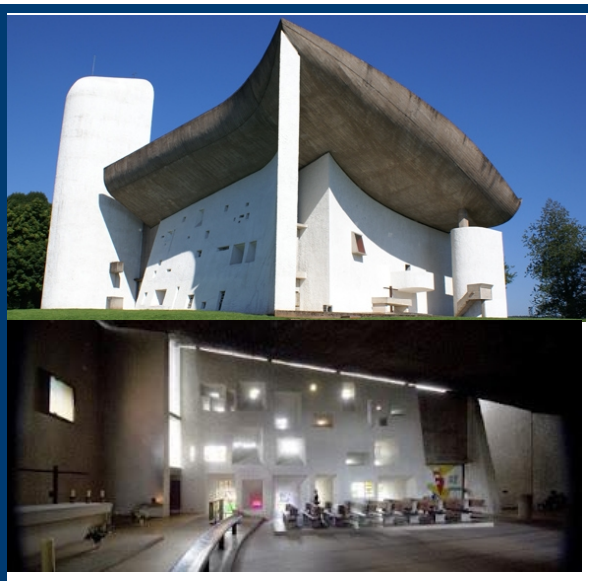
En Chandigarh construiría otra de sus obras más relevantes, el Edificio del Parlamento (1952-1961) compuesto por varias edificaciones: el Secretariado, el Tribunal Supremo y la Asamblea Legislativa. En este proyecto Le Corbusier aplicó muchas de sus ideas sobre la arquitectura adaptada a climas extremos de verano. Para este proyecto su metodología fue partir de los datos del clima " El sol y la lluvia son los dos componentes de una arquitectura que debe ser, al mismo tiempo sombrilla y paraguas"[1] En el tribunal de justicia la cubierta es ondulada por la que penetra el aire y la luz alcanzando a todas las partes de la estructura. Y donde los tabiques de cristal de las estancias y las oficinas se protegían con los *brise-soleil. Dejando de esta manera constancia una vez más de su gran conocimiento del Sol.*



Superior:
Edificio del Secretariado.
En el centro:
Edificio del Tribunal Supremo.
Inferior:
Edificio de la Asamblea Legislativa. Summa Artis, Historia general del Arte.1996

CAPILLA DE RONCHAMP

En Ronchamp (Francia) construiría en 1950 la capilla de Notre Dame du Haut, tras ser destruida durante la segunda Guerra Mundial. En esta capilla quiso destacar la iluminación interior como protagonista, aportando el carácter místico y dramático. Todo ello gracias a las ventanas, de distintos tamaños y orientaciones, ubicadas en su mayoría en la fachada sur.



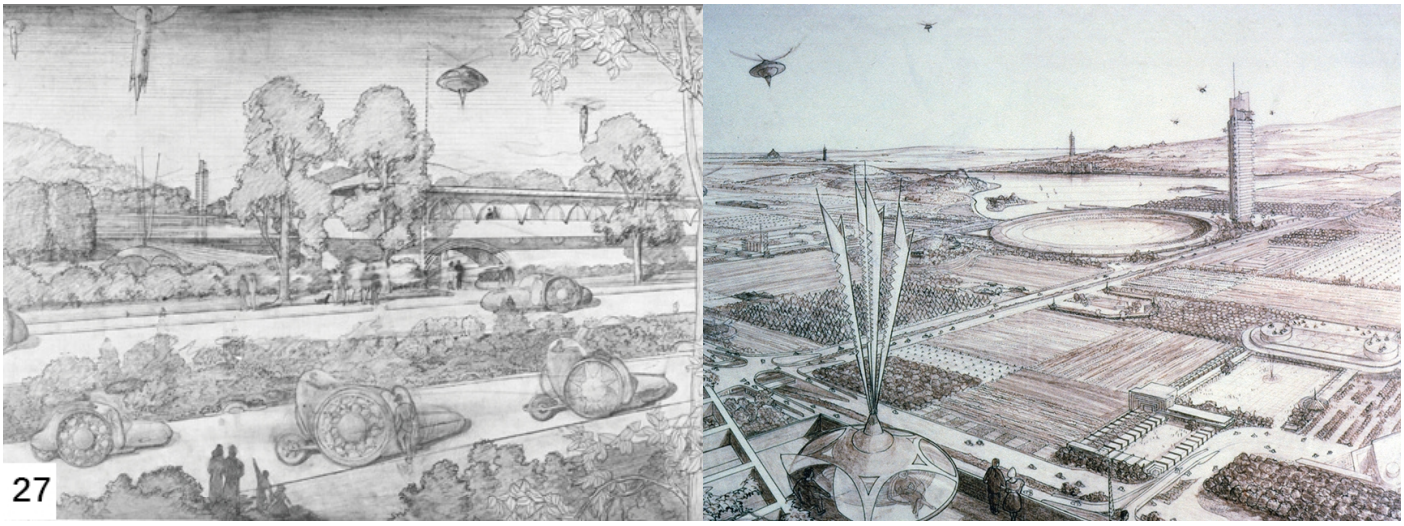
Superior:
Vista exterior de la capilla.
Inferior:
Vista interior. Iluminación de la fachada sur.

1Historia de la Arquitectura Moderna, Leonardo Benevolo. GG 1999

1.2.3. Frank Lloyd Wright: Arquitectura orgánica

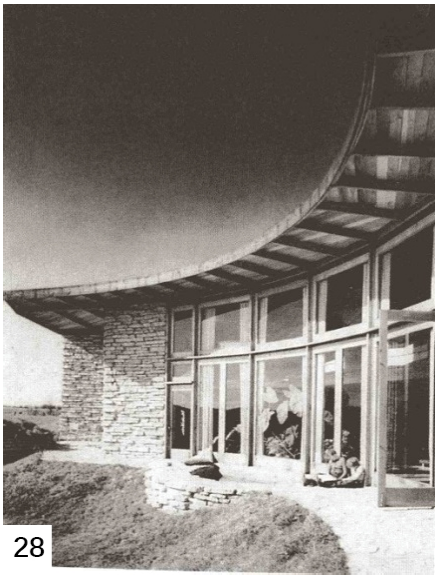
Frank Ll. Wright nació el 7 de junio de 1867 en Richland Center (Wisconsin). Estudió en la Universidad de Wisconsin, abandonándola en 1887 para irse a trabajar a Chicago en el estudio de Adler and Sullivan. En 1893 abrió su propio estudio de arquitectura en Chicago. Centró sus obras de manera consciente en el factor bioclimático. Su arquitectura tenía ideas propias: ligadura a la naturaleza, al terreno y al lugar y la relación entre la forma arquitectónica y los materiales. Wright fue el pionero en la utilización de nuevas técnicas constructivas, como los bloques de hormigón armado prefabricados y las innovaciones en el campo del aire acondicionado, la iluminación indirecta y los paneles de calefacción.

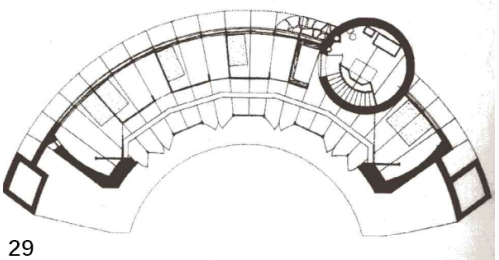
Realizó un proyecto utópico en 1934 con el objetivo de avanzar hasta la ciudad orgánica, Broadacre City que para él significaba "ciudad moderna en la naturaleza".



27.- Bocetos de su ciudad orgánica Broadacre City, presentados en su libro "The Disappearing City", un modelo muy similar a la ciudad- jardín de Howard

Un buen ejemplo que demuestra su destreza en la construcción bioclimática es la casa solar de la familia Jacobs en Middleton, Wisconsin. Cuya planta es un sector circular de seis grados, medido desde un poste en el centro del solar. De esta forma los rayos de sol en invierno penetraban a través de las grandes ventanas garantizando una ganancia natural de calor. Y cuya cubierta en voladizo ofrecía en verano protección de los rayos solares.





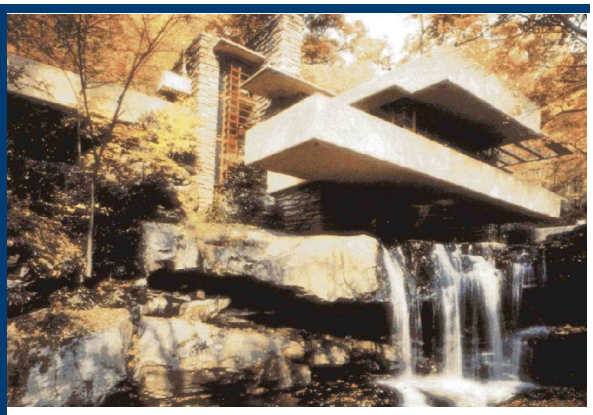
28.- Vista exterior de la vivienda unifamiliar.

29.- Planta de la vivienda unifamiliar.

30.- Vista interior de la vivienda de la familia Jacobs en Middleton, Wisconsin.
Sol Power, la Evolución de la Arquitectura Sostenible.2002

FALLING WATER

En 1937 construiría Falling Water, que sería la edificación más significativa de toda su carrera. Se trataba de un proyecto bioclimático ubicado en Bear Run, Pennsylvania.Construida la casa en hormigón armado, las grandes terrazas en voladizo aportaban sombra a sus habitantes. Los aspectos biocliáticos más destacables son la vegetación de hoja caduca, que actúa como barrera ante el soleamiento del verano y permite la entrada del Sol en invierno. Además rescpecto a la ventilación, en la época estival el aire fresco de la cascada se introducía en el interior por las escaleras proporcionando un elevado nivel de confort.



Falling Water, construida en plena ladera cubriendo un salto de agua en Pennsylvania. Summa Artis, Historia general del Arte.1996

PRAIRIE HOUSES

Con la construcción de estas casas, Wright revolucionó la construcción de vivienda unifamiliar en Estados Unidos. En estas casas predomina la horizontalidad y su núcleo principal es la chimenea y la gran cantidad de luz natural que penetra en el interior gracias a las grandes ventanas. También tiene en cuenta la relación con el exterior a través de los porches y las terrazas. En ellas destacan los grandes aleros que proporcionan sombras como solución al soleamiento de la zona.

Superior:
Casa Robie, construida en 1909 en Chicago
Centro:
Casa Darwin D. Martin construida en 1904 en Buffalo, Nueva York
Inferior:
Casa Arthur Heurtley House, construida en 1902 en Chicago

1.2.4. Ludwing Mies Van Der Rohe: *"Less is More"*

Ludwig Mies van der Rohe nació el 27 de marzo de 1886 en Aquisgrán (Alemania). A los 19 años se transladó a Berlín donde trabajó con Bruno Paul. En 1908 comenzó a trabajar para el arquitecto Peter Behrens y tras cuatro años abriría su propio estudio de arquitectura en Berlín. En 1930 es nombrado director de La Escuela de Arte y Diseño de La Bauhaus, pero, cuando la escuela es clausurada por el partido nazi, Mies emigra a Estados Unidos. Mies van der Rohe tuvo una obra más unitaria que los anteriores maestros. En sus obras mostró su conciencia de una arquitectura adecuada a las condiciones de la energía solar.

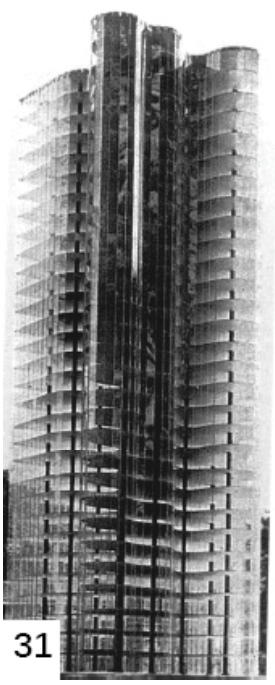
En 1923 realizaría el proyecto para un rascacielos en Berlín, dejando de manifiesto en este trabajo el espíritu de la época y adelantándose en su visión a su tiempo. Debido a que en su proyecto hablaba de muros de ladrillo, pero da la sensación de que tuviera en mente las condiciones del hormigón armado. De esta manera el arquitecto explicó:

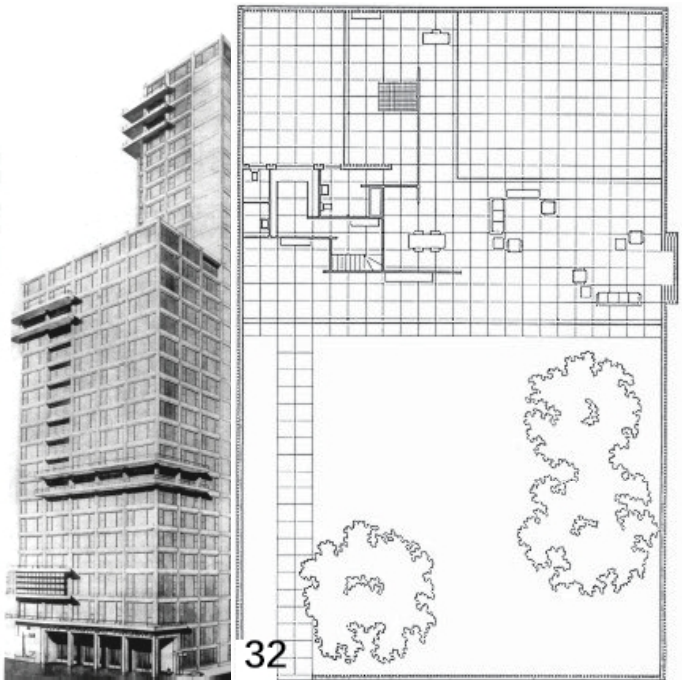
"Para determinar las curvas me basé en la iluminación del interior del edificio, en el efecto que produce el volumen construido sobre la imagen de la calle y, por último, en el juego de reflejos lumínicos."

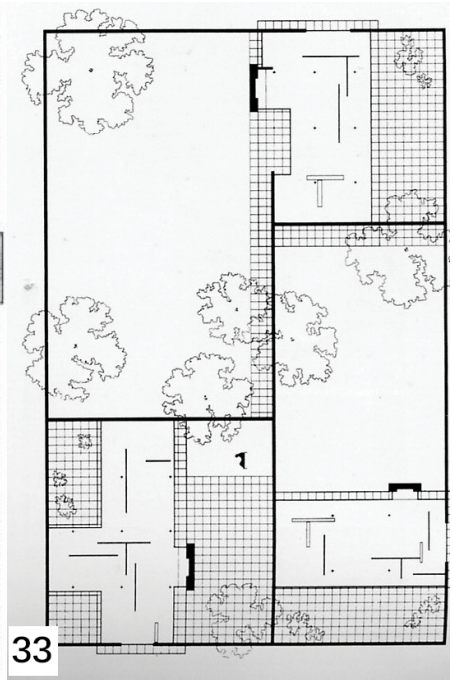
Ludwing Mies Van Der Rohe

Entre 1931 y 1934 proyectaría Las Casas Patio pero al igual que el rascacielos de Berlín nunca se llegarían a construir. Estas casas estaban basadas en las casas patio tradicionales chinas. Se trataba de un grupo de viviendas con estancias acristaladas delimitando una relación directa con el exterior.

En su etapa americana ya construiría otro tipo de edificaciones, edificios en altura cerrados. Aunque en sus inicios lo tuvo en mente, la idea del rascacielos de Berlín no la aplicaría hasta la construcción de las torres de Lake Shore Drive de Chicago en 1952.


31


32


33

31.- Proyecto de rascacielos en Berlín que nunca se llegó a construir y Torre Lake Shore, Chicago basada en la idea del anterior proyecto.

32 y 33.- Proyecto casas patio, de estilo oriental y cuyo patio permite iluminación y ventilación natural al interior de la vivienda.

PABELLON ALEMÁN

En 1929 diseñaría el Pabellón alemán de la Exposición Internacional de Barcelona donde se puede llegar a la conclusión de que este proyecto era la visión de una casa ideal. Tratándose de una planta sencilla abierta, con cerramientos de vidrio que iban de suelo a techo aportando gran cantidad de luz natural al interior y cuya cubierta en voladizo, debido al soleamiento característico de la zona, proporcionaba sombra tanto a la terraza como al cerramiento. Lo que representaba un modelo de arquitectura para un nuevo estilo de vida.

Pabellón de Alemania en la Exposición Internacional de Barcelona. Summa Artis, Historia general del Arte.1996

CASA FARNSWORTH

Su diseño fue elaborado por Mies van der Rohe en 1946, a petición de la doctora Edith Farnsworth, que quería disponer una segunda vivienda de recreo para disfrutar de la naturaleza en una ambiente relajado y solitario. Se ubicó junto al río Fox en la localidad de Plano (Illinois). Esta vivienda presentó problemas de diseño que hacían compleja su habitabilidad, carecía de refrigeración y produciéndose un efecto invernadero en la época estival por sus grandes cristales y a pesar de la vegetación que la rodeaba. Así mismo la calefacción en invierno producía un efecto de condensación en las enormes cristaleras de la misma. Debido a su cercanía con el río, la casa se construyó elevada para evitar humedades y por la posibilidad de desborde de este, porque las lluvias en la zona eran copiosas

Las paredes de la vivienda son completamentes vistas, ya que no posee ningún cerramiento ciego.

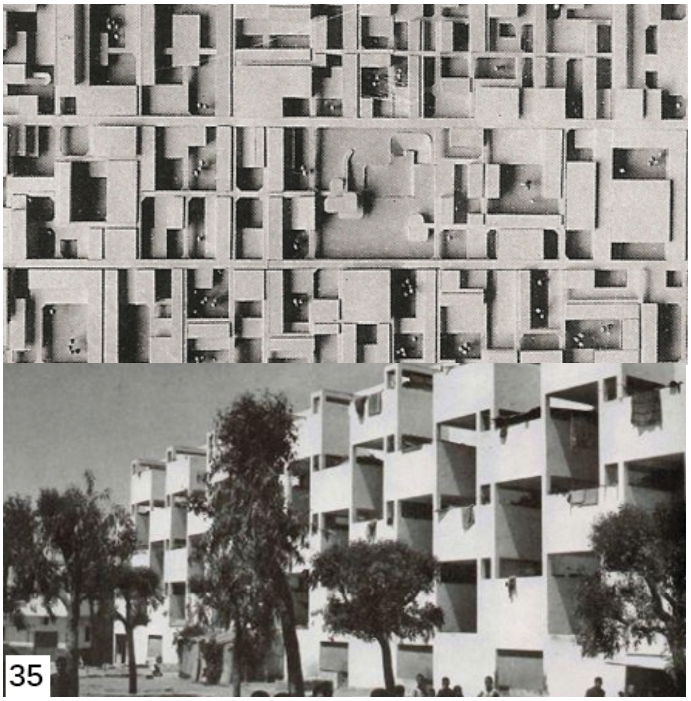
Siguiendo este mismo movimiento, el finlandés Alvar Aalto utilizó un sistema de huecos altos o cenitales aportando diversas calidades de luz en los espacios interiores además de preocuparse por la situación de los edificios y su emplazamiento en el entorno preocupándose por los aspectos bioclimáticos de la edificación. En el proyecto del Sanatorio de Paimio (1929) analizó las circunstancias para el bienestar de los enfermos, dando primacía a la búsqueda del Sol y a su mayor iluminación en el interior de las habitaciónes y de las vistas al bosque.

34

Sanatorio de Paimio (1929-1932), Finlandia. Aalto distribuyó las diferentes alas para un uso en concreto y con demandas similares, como por ejemplo vistas o iluminación.

También destacaron el grupo de arquitectos denominados de "la tercera generación" Candilis- Josic-Woods, cuyas soluciones constructivas se plantearon en torno al estudio de tres hábitats: el europeo, el musulmán y el tropical. En su proyecto para el concurso de la Free University de Berlín idearon una trama de espacios construidos y espacios vacíos que dividían usos y a la vez oxigenaban y daban vida. Cada uno de ellos tenía una función y tamaño diferente (de transición, como zona de descanso, para acceder a la azotea ajardinada, etc.) pero dos características comunes: iluminar y ventilar.

En el hábitat marroquí con un clima cálido y seco, los tres arquitectos utilizaron los patios en altura para la refigeración. La casa orientada al interior, integra funciones agrupadas en torno al patio interior abierto, como espacio de múltiples funciones. Buena iluminación y ventilación de las habitaciones.


35

34.- Maqueta del proyecto ganador del concurso de la Free University de Berlín en 1963. Este proyecto se carácterizó por su mayor cantidad de espacios vacíos que construidos.

35.- Transformación de la casa musulmana con patio a la tipología residencial nido de abeja (1952)

Ralph Erskine fue uno de los primeros arquitectos que mejor empezó a entender los recursos que le ofrecía el lugar, con la finalidad de emplearlos eficazmente en su arquitectura. Aplicó las lecciones aprendidas sobre la arquitectura vernácula en climas gélidos, y propuso una solución urbana para regiones árticas. Erskine planteó colocar la parte urbana en la zona de los montes orientada hacia el sur y que tuviese altura respecto a las montañas opuesta para que estas no le quitasen luz solar. Además creó un edificio muro, una barrera dispuesta en los límites oeste, este y norte, para así minimizar las pérdidas de calor por en esas orientaciones más frías. Ideó soluciones

36

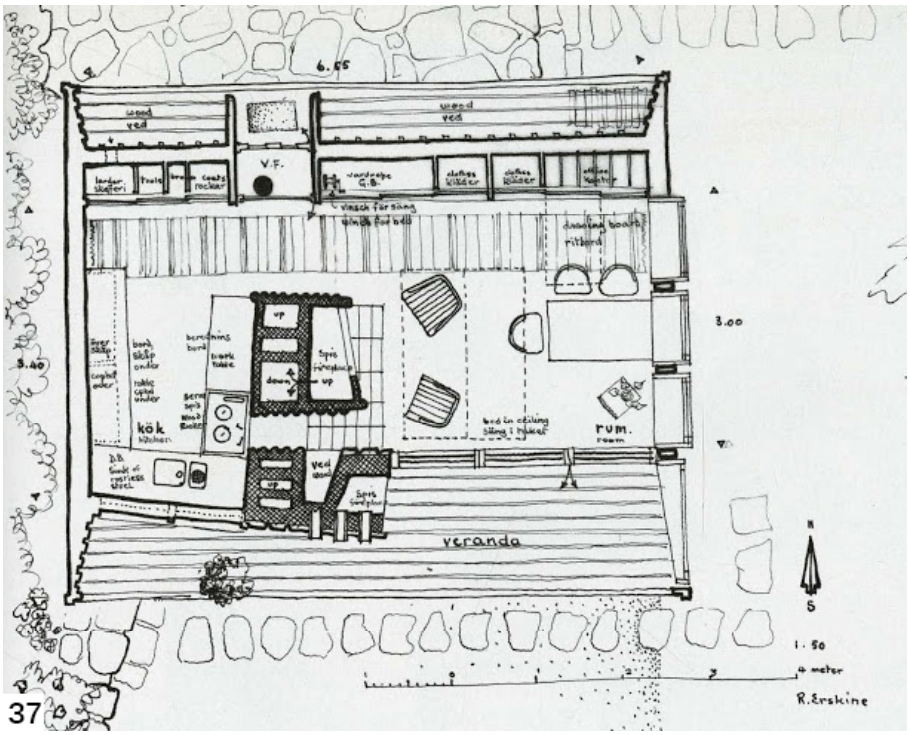
36.- Proyecto urbano para ciudad de latitud alta, protegido con un muro en la orientación más desfavorable.

arquitectónicas para la construcción en latitudes altas, como por ejemplo:

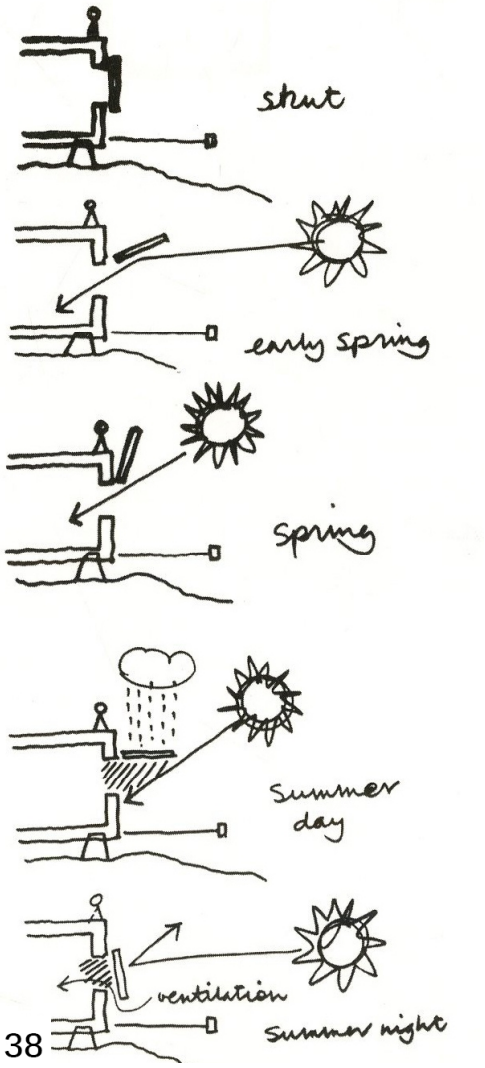
"La luz. Prestar atención a la inclinación del sol según la época de año. Aprovechando los reflejos en la nieve y en edificios para maximizar la escasa luz invernal y regulando la luz de verano. Atención al sol nocturno de verano.

Calor solar. Utilizarlo de aprovechamiento energético."[1]

En 1941 construiría su propia vivienda, una cabaña en la ladera de Lissma (Suecia) a base de materiales de la zona, como piedras y ladrillos de un antiguo horno a la que más tarde se la conocería como " The box". En la fachada más desfavorable apiló el acopio de madera para el fuego que a su vez le servía de aislamiento y en su fachada sur, colocó ventanas que tenian la función de mirador.



37



38

37.- Planta de la cabaña diseñada y construida por él mismo, integrada en el medio ambiente a base de materiales disponibles en la zona.

38.- Estudio de Erskine de la incidencia del Sol en la vivienda, según las diferentes estaciónes.

1 Proyecto urbano de Erskine para zonas árticas arquitectura en la memoria (19/11/10) http://hacedordetrampas.blogspot.com.es/2010/11/proyecto-en-el-artico-de.html

1.3 ARQUITECTURA Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Tras fomentarse durante estos años un tipo de arquitectura orientada a minimizar el impacto urbano y aumentar los espacios verdes -alejándose de la ciudad- como en la ciudad jardín de Horward o la Unite d´Habitation de Le Corbusier, se obtuvo el objetivo contrario, urbanizaciones en las afueras que comprendían mayor gasto de recursos y un incremento del uso del automóvil debido a la distancia a la que se encontraban los servicios básicos.

Fue a raíz de estos años cuando se toma consciencia de que algunas de las acciones del hombre producían un gran impacto sobre la naturaleza, el incremento de CO_2 en la atmósfera, el aumento en el consumo de fuentes de energía no renovables, que por ejemplo, conllevó a la tala de grandes bosques, el derroche de agua y un largo etcétera de actividades dando como resultado la pérdida de la biodiversidad, señalada por los científicos.

Es por este motivo que se comenzaron a firmar cartas y acuerdos promoviendo la conservación de espacios, o el uso racionado de fuentes energéticas y niveles de consumo.

Ya en 1931, con la Carta de Atenas se firmó la conservación de los monumentos y el centro y casco histórico de las ciudades. Que más adelante en 1965 se renovaría con la creación del ICOMOS enel encuentro de la Unesco.

Es en la Conferencia de Estocolmo de 1972 donde por primera vez se incluyó en la política internacional el medio ambiente como condicionante para el modelo de crecimiento económico y el uso de los recursos naturales.

A partir de ahí comenzó a aflorar el concepto de desarrolo sostenible que en la sesión cuarenta y dos (1987) en la Relación Brundland para la ONU se describió como " El desarrollo sostenible es aquel que satissface las necesidads de la presente generación sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para que se satisfagan sus propias necesidades." Asentándose las ideas como la conservación del planeta, niveles de consumo, conservación de los ecosistemas, etc.

Un par de años más adelante en la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro (1992) se realizaría la Conveción Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático donde los países reunidos se comprometían a alentar acciones en defensa del medio ambiente frente al calentamiento atmosférico y el cambio climático debido a que no se cumplieron los objetivos marcados en la Relación Brundland.

Tras esta llegaría en 1997 el Protocolo de Kyoto cuyo objetivo era reducir las emisiones de seis tipos de gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global. Este protocolo movería a los gobiernos a establecer leyes y políticas y cumplirlas pero no entraría en vigor hasta 2005.

Y en 2009 se produjo en Copenhague una conferencia sobre el cambio climático en la que se planteó un acuerdo no vinculante sin plazos, ni objetivos definidos cuantitativamente, pero en el que se impulsó la eficiencia energética.

1.3.1. Arquitectura Sostenible en la actualidad

Gracias a estas reuniones ha resurgido un modelo de arquitectura mas concienciada en el medio ambiente. La arquitectura sustentable es aquella que optimiza recursos, disminuye emsiones y residuos, que consigue efeciencia energética, un entorno saludable y que tiene en cuenta la economía.

A raíz de los numerosos cambios en la naturaleza, en la actualidad se busca el ahorro energético y de recursos, materiales y agua antes, durante y tras la construcción del edificio para evitar así un mayor aporte de factores que incrementarían dichos cambios. Uno de los principios bioclimáticos es el de generar microclimas en el interior de cada edificación y así obtener el grado de confort necesario para contrarrestar las condiciones adversas de cada clima. Además se persigue minimizar el impacto ambiental, reducir el consumo energético de la vivienda gracias a la no aportación de energía exterior o un menor consumo de esta. Para ello se aplican los diferentes sistemas pasivo y activo que colaboran en conseguir confort y reducir el gasto energético.

De este modo en los últimos años se han construido en todo el mundo edificios aplicando en su construcción sistemas pasivos de Arquitectura bioclimática, consiguiendo reducir su demanda energética.

EJEMPLOS ACTUALES CON RECURSOS BIOCLIMÁTICOS PASIVOS

AYUNTAMIENTO DE NOÁIN (NAVARRA)

Construido en 2008 el edificio se conforma a través de una superposición de envolventes. La interior, de rugosa geometría, está formada por una doble piel traslúcida a la que se superpone una celosía metálica de forma orgánica donde crece la vegetación de hoja caduca, que permite la entrada de luz en invierno y la protección frente al verano con sus hojas. Como organismo vivo, el edificio hunde sus raíces en el suelo y obtiene energía geotérmica para suplir las necesidades de calefacción y refrigeración.

Construido en el año 2008 con él se reduce el consumo energético en un 60%, gracias a la aplicación de sistemas tanto activos como pasivos.

SEDE DE LA AGENCIA ANDALUZA DE LA ENERGÍA (SEVILLA)

En este edificio se encuentran entre sus sistemas pasivos una adecuada orientación frente al soleamiento y frente a los vientos dominantes lo que le permite un enfriamnto natural gracias también a las columnas de ventilación y a la creación de patios interiores, jardines y láminas de agua siguiendo los modelos de la arquitecura típica andalusí. En este edificio también está dotado de pozos de luz que proporcionan luz natural en el interior admás de otros sistemas activos.

El edificio se autoabastece en un 75% de su consumo energético y fue terminado en 2009

SEDE DEL DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN Y LA AGENCIA NACIONAL DE INGRESOS (GRONINGEN)

Este edificio se construyó en 2011. El diseño de las "aletas" que sobresalen entre planta y planta significa que hay un control total de la radiación solar sobre el edificio, evitando el sobrecalentamiento de los vidrios, con el fin de limitar el uso del sistema de enfriamiento.Respecto a la ventilación un sistema de aire de alta presión combina el flujo natural de aire a través de conductos y rejillas de salida presenten en la fachada en el piso 11, reduciendo la necesidad de ventilación artificial.

Este edificio construido en Holanda contiene muchas innovaciones relativas a la reducción del uso de materiales y al consumo de energía.

EL CACTUS URBANO (ROTTERDAM)

El Cactus urbano es un edificio residencial de 98 viviendas y 19 pisos. El diseño escalonado con balcones curvos favorece la entrada de gran cantidad de luz solar. Estos balcones están pensados para que se pueda instalar un pequeño jardín, que combinado con el color blanco del edificio, actuará como aislante natural contra el efecto isla calurosa que se da en las grandes ciudades. Además el cactus urbano capta agua pluvial para su posterior utilización.

Este edificio construido en Holanda utiliza la vegetación y los colores claros como protección frente al calor

Capítulo II.

Estudio climatológico

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

2.1. RELACIÓN ENTRE EL CLIMA Y LA ARQUITECTURA

La Arquitectura, va unida estrechamente al Clima característico de la zona

Las necesidades del ser humano frente a los fenómenos meteorológicos, son la base de la que parte la Arquitectura.

El conjunto del Hábitat, será estudiado y diseñado en función del Clima de cada Zona, para conseguir el mayor confort y seguridad de los futuros ocupantes.

Según el arquitecto estadounidense, Frank Lloyd Wright;

> *"Nunca se debe construir una casa sobre una colina, se la debe hacer de la colina, como parte integral de ella, de modo que casa y colina puedan vivir juntas".*

Arquitectura Bioclimática, concepto y aplicación en la vivienda unifamiliar y rehabilitada.

Joaquín Verdeguer García.

Casa de la cascada. Frank Lloyd Wright. 1936-1939

2.2. LOS FACTORES CLIMÁTICOS

El clima de un lugar, se determina por medio de los factores climáticos, los cuales, están sometidos bajo los movimientos que el planeta Tierra, realiza alrededor del Sol.

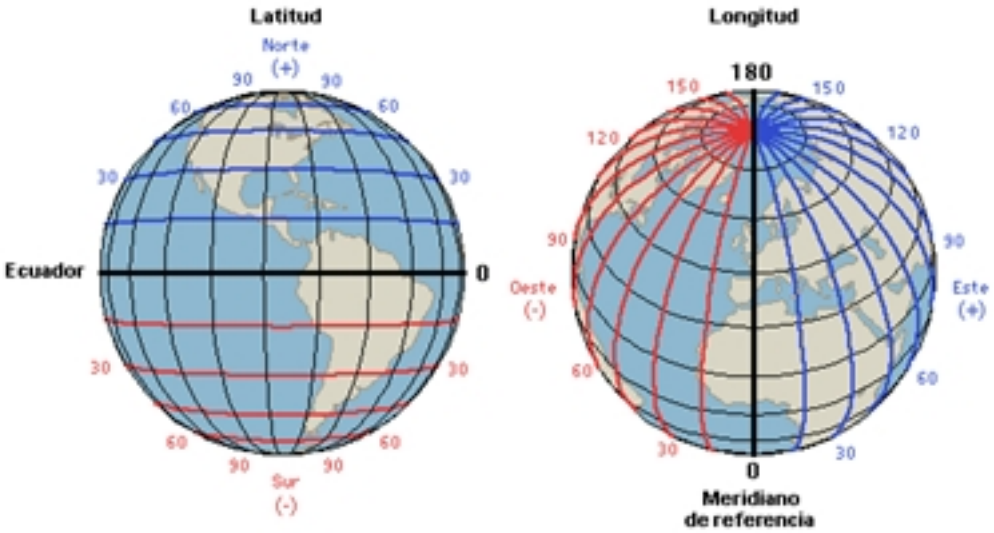
Los Factores Climáticos, definen las características que son propias de la zona, las cuales influyen de manera decisiva en los Elementos Climáticos, como son; la temperatura, la humedad, la presión, los vientos y las precipitaciones.

En el estudio climático, se toma como referencia el "ciclo de Brucker", famoso climatólogo vienés, el cual, observó que cada 35-36 años se originaban ciclos de temperatura y lluvias. Este dato, es adecuado para definir el Cima de una zona.

Los Factores Climáticos son:

2.2.1 La latitud del lugar:

La latitud es la distancia medida en grados que existe entre un punto y el ecuador. Siendo el ecuador, la línea imaginaria que, divide la esfera en dos partes iguales, el hemisferio Norte y el hemisferio Sur.



Se pueden distinguir tres latitudes:

- *Latitudes bajas*: la inclinación de los rayos solares son perpendiculares a las zonas de la Tierra durante todo el año.
- *Latitudes medias*: la inclinación de los rayos solares disminuye en comparación con las latitudes bajas y permite diferenciar la estación de verano, en la que el día se prolonga más y los rayos solares provocan altas temperaturas.
- *Latitudes altas*: la inclinación de los rayos solares son bajas, por lo que, en la estación de invierno prácticamente no amanece y, por el contrario, en la estación de verano no alcanza el anochecer.

Las variaciones de soleamiento que recibe la superficie terrestre, son producidas por, los movimientos de rotación (variaciones diarias) y movimientos de traslación (variaciones estacionales) de la Tierra.

2.2.2. La altitud sobre el nivel del mar.

Es un factor que influye en la temperatura. A mayor altitud, menor temperatura, la temperatura desciende 1°C por cada 200m de altitud sobre la superficie terrestre.

2.2.3. El factor de continentalidad.

La radiación solar, al incidir sobre los continentes (tierra), provoca un calentamiento en la superficie durante el día, con un aumento de la temperatura y conforme va anocheciendo, se produce un descenso progresivo de la temperatura, debido a la pérdida de calor de la masa de tierra hacia la bóveda celeste.

Por otro lado, la radiación solar cuando incide en los océanos (mar), alcanza una temperatura más estable a la que se obtiene sobre la superficie terrestre, ya que, las corrientes marinas, intercambian las aguas más profundas y frías, con las aguas superficiales más templadas obteniendo una temperatura más baja.

2.2.4. Naturaleza de la superficie terrestre.

La temperatura que alcanza la superficie terrestre varía en función de la naturaleza del terreno, el color, composición y temperatura.

En superficies con presencia de vegetación abundante, la variación de temperatura entre el día y la noche se mantiene en equilibrio, debido a la presencia de agua en a tierra.

Sin embargo, en superficies artificiales, edificadas o de asfalto, la variación de temperatura entre el día y la noche es apreciable, debido al calentamiento de la superficie durante el día y el enfriamiento durante la noche.

2.2.5. La temperatura superficial del mar.

La temperatura superficial del mar, como se ha explicado anteriormente, alcanza temperaturas entre el día y la noche más estables que la temperatura terrestre, favorecidas por las corrientes marinas. Por lo que, el aire que se encuentra en contacto con la superficie del mar, tendrá una temperatura más estable, favoreciendo el microclima de la zona.

2.2.6. El factor orográfico:

Determina la presencia de terrenos montañosos, los cuales influyen en la circulación del viento, ocasionando un microclima térmico diferenciado a ambas partes de la barrera montañosa.

2.3. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA[1]

Existen diferentes clasificaciones de climas, entre ellas se escoge; la Clasificación Genética de Strahler (1951), basada en la circulación general de la atmósfera y en las alteraciones locales de las masas de aire.

La clasificación de Strahler, se relaciona con el estudio de los modelos de la arquitectura popular.

Según el estudio y clasificación de Arthur. N. Strahler en el año (1951), divide los climas de la Tierra en tres grupos:

A- **Clima de latitudes bajas; Zona cálida.**

B- **Clima de latitudes medias; Zona templada del norte y sur.**

C- **Clima de latitudes altas; Zona fría del norte y del sur.**

Estas tres zonas se subdividen en catorce regiones climáticas más el clima de montaña.

A- **Climas de latitudes bajas**

1. Clima ecuatorial húmedo
2. Clima del litoral de los alisios
3. Clima de desiertos y estepas tropicales
4. Clima desértico de la costa occidental
5. Clima tropical seco-húmedo

B- **Clima de latitudes medias**

6. Clima subtropical húmedo
7. Clima marino de la costa occidental
8. Clima mediterráneo
9. Clima de desiertos y estepas
10. Clima continental húmedo

C- **Clima de latitudes altas**

11. Clima continental subártico

1 *Arquitectura Bioclimática en un entorno sostenible. F.Javier Neila González (página 21)*

12. Clima subártico marino

13. Clima de tundra

14. Clima de casquete de hielo

D- **Clima sin localización definida:**

15. Clima de montaña

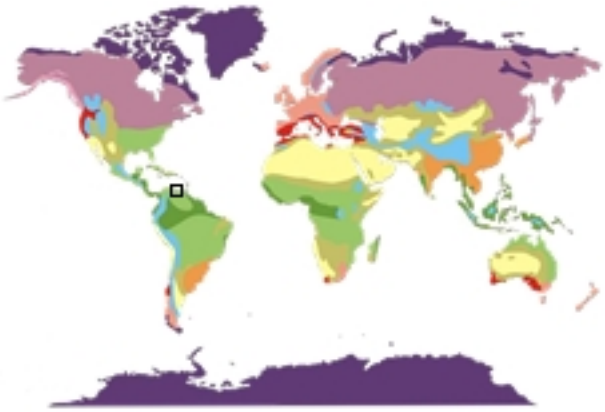
2.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS CLIMAS

Se adjuntan a continuación *fichas climáticas*[2] que resumen las características más relevantes de los climas y reúne los más importantes a fin de simplificar la comprensión de estos.

- Clima ecuatorila húmedo
- Clima tropical seco-húmedo
- Clima desértico fresco.
- Clima desértico y estepas tropicales
- Clima mediterraneo
- Clima subtropical húmedo
- Clima oceánico
- Clima continental
- Clima polar
- Clima de alta montaña

2 *SOL POWER. La evolución de la arquitectura sostenible. Prólogo de Norman Foster. Arquitectura Bioclimática en un entorno sostenible. F.Javier Neila González*

CLIMA ECUATORIAL HÚMEDO

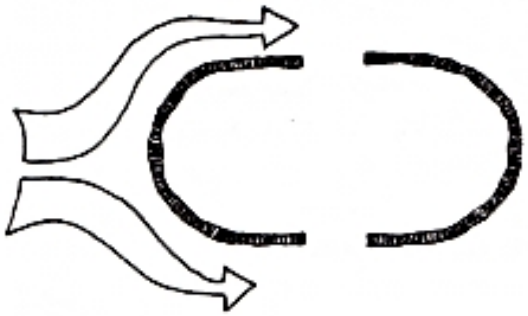


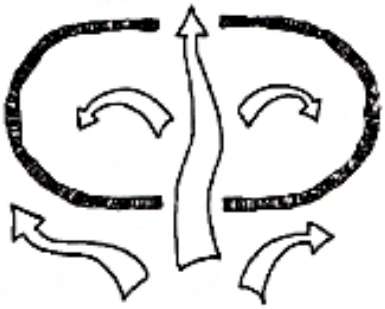
LATITUD DE LA ZONA:
Latitud 10°N y 10°S (en Asia 10°-20°N).

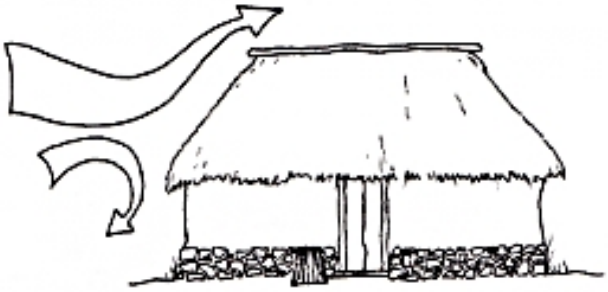
CARACTERÍSTICAS DEL CLIMA:
Clima de selva tropical monzónico, cálido y húmedo. Se caracteriza por intensas tormentas y, temperaturas uniformes y altas a lo largo de todo el año.

LA CASA MAYA: choza de palos y paja

Situada al sureste de Méjico







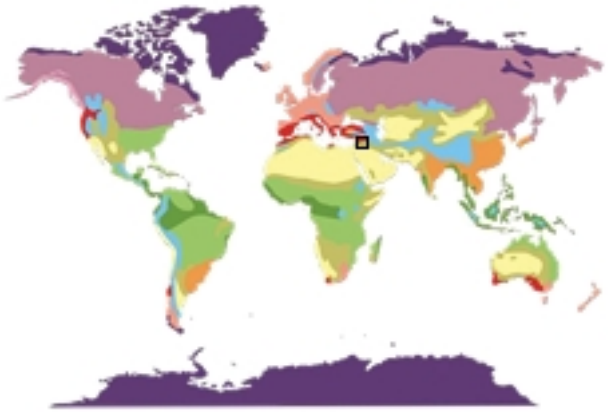
DISEÑO CONSTRUCTIVO

VENTILACIÓN; La curvatura helicoidal del muro facilita la ventilación interior.
La cubierta vegetal facilita la autoventilación y evita las condensaciones.
La vivienda tiene una altura de 3-4m, la cual, favorece la ventilación y crea un ambiente refrescante.

SOLEAMIENTO; Tanto el diseño de la cubierta a cuatro aguas como el muro helicoidal, protegen de la radiación solar a la vivienda, ya que, los rayos solares inciden con distintos ángulos.

LLUVIA; La cubierta a cuatro aguas y pendientes entre 40-60° favorecen la evacuación de la lluvia.
La solera de tierra compactada protege a la vivienda contra inundaciones.

CLIMA ECUATORIAL HÚMEDO

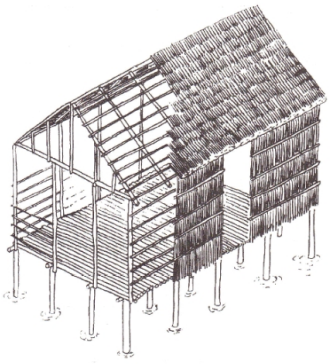


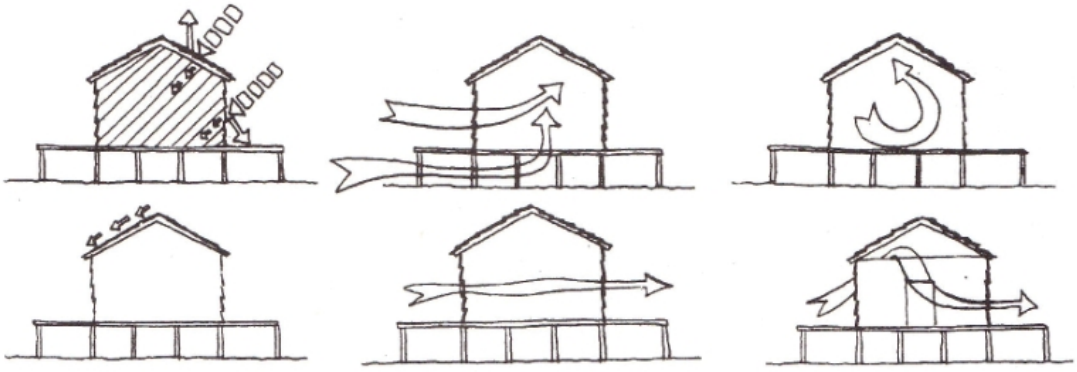
LATITUD DE LA ZONA:
Latitud 5°-25°N y 5°-25°S

CARACTERÍSTICAS DEL CLIMA:
Clima templado con inviernos secos y veranos húmedos y lluviosos

EL PALAFITO DE VENEZUELA

Situada al norte de Venezuela y sudeste asiático



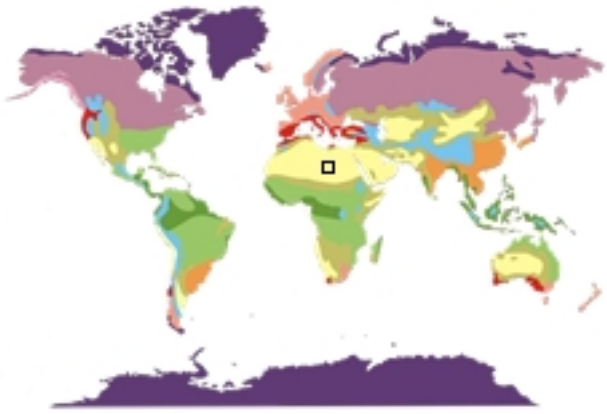


DISEÑO CONSTRUCTIVO

VENTILACIÓN: la casa esta hecha de materiales naturales, los cuales, facilitan la ventilación de su interior. Al mismo tiempo, la elevación de la casa sobre el rio, permite generar una circulación de aire más fresca. Los huecos están orientados en la dirección del viento, permitiendo la ventilación cruzada.

LLUVIA: la cubierta a dos aguas permite evacuar las aguas rápidamente

CLIMA DE DESÉRTICO FRESCO

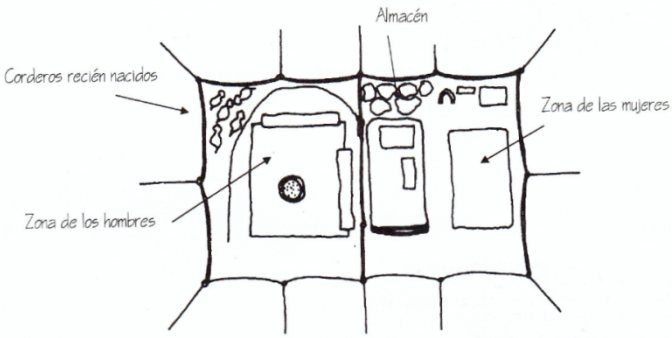


LATITUD DE LA ZONA:
Latitud 15°-30°N y 15°-30°S

CARACTERÍSTICAS DEL CLIMA:
Clima desértico fresco. Se caracteriza por unas temperaturas altas durante el día y muy bajas durante la noche con una oscilación anual pequeña

LAS TIENDAS NÓMADAS DEL DESIERTO

Situada en el Magreb, al norte de África



DISEÑO CONSTRUCTIVO

La tienda está construida mediante tejidos de animal, postes y cuerdas.

EN INVIERNO: el tejido de animal que envuelve la tienda es impermeable al agua, y permite transpirar el interior de la tienda.
La tienda se calienta por medio de una hoguera que genera en su interior, manteniendo una temperatura confortable.

EN VERANO: levantan las telas en la dirección del viento para generar corrientes de aire en su interior.

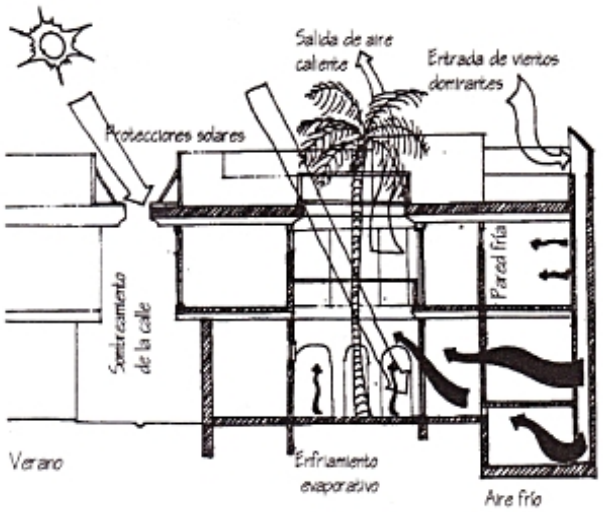
CLIMA DE DESÉRTICO Y ESTEPAS TROPICALES

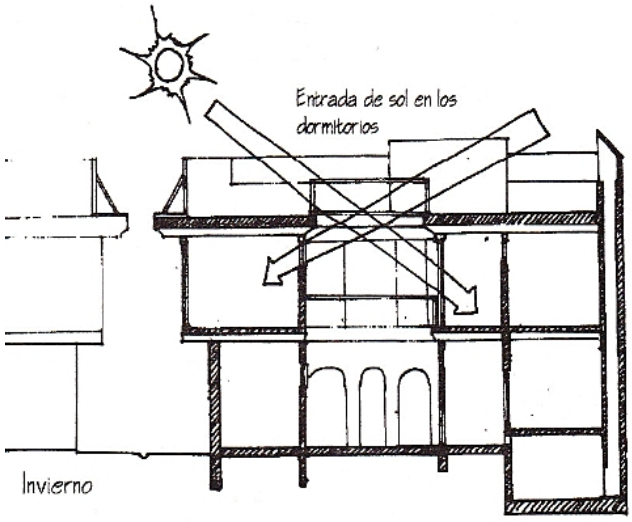
LATITUD DE LA ZONA:
Latitud 15°-45°N y 15°-45°S

CARACTERÍSTICAS DEL CLIMA:
Clima desértico y esteparío caluroso. Se caracteriza por unas temperaturas muy variables, que da lugar a veranos calurosos y inviernos fríos.

LA CASA DE BAGDAD

Situada en Bagdad, capital de Irak





DISEÑO CONSTRUCTIVO

ENFRIAMIENTO PASIVO; las elevadas temperaturas que se alcanzan en verano se contrarrestan mediante la disposición de plantas y fuentes en el patio, como también zonas aporticadas y galerías en ambas plantas, las cuales, generan sombra.
Por otro lado, los vuelos de 90cm sobre la línea de fachada, impiden el paso de la radiación solar en el interior.

VENTILACIÓN; la entrada de vientos por el colector de aire situado en la cubierta de la vivienda, será enfriado progresivamente al pasar por la doble pared que se mantiene fría durante el día, manteniendo un ambiente fresco en su interior y permitiendo la ventilación a través del patio.

MASA TÉRMICA; debido al espesor de los muros y a las paredes dobles, el interior de la vivienda, mantiene una temperatura agradable durante todo el día.
Existen pocos huecos en la fachada y además son pequeños, para permitir la iluminación y ventilación interior pero a la vez, interrumpir el paso de calor en el verano.

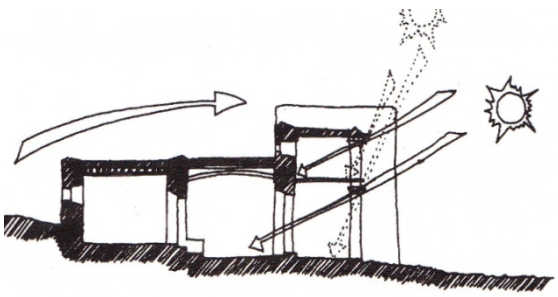
CLIMA MEDITERRANEO

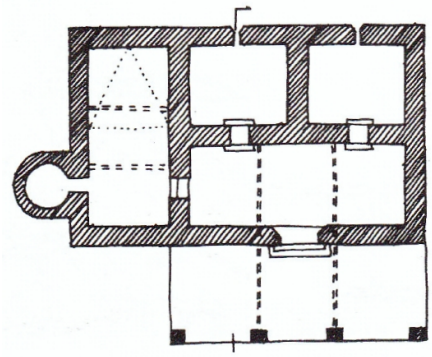
LATITUD DE LA ZONA:
Latitud 30°-45°N y 30°-45°S

CARACTERÍSTICAS DEL CLIMA:
Clima templado y lluvioso con veranos cálidos y secos. Las estaciones son muy variadas, con veranos secos y inviernos lluviosos. Las temperaturas anuales son moderadas.

LA CASA RURAL IBICENCA

Situada en la isla de Ibiza





DISEÑO CONSTRUCTIVO

Las casas están orientadas al sur, para protegerse de los vientos fríos del norte.

MASA TÉRMICA: los muros apoyan sobre el terreno rocoso y son de gran espesor, de esta forma, en invierno conservan el calor y en verano se mantienen frescos

SOL: el porxet, protege del sol en verano, permitiendo el soleamiento en invierno.

LLUVIA: la cubierta es plana y por su sistema de construcción garantiza aislamiento y seguridad en el interior.

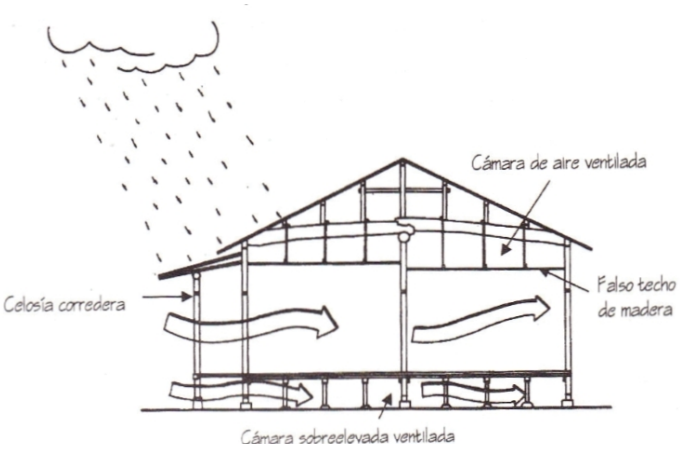
CLIMA SUBTROPICAL HÚMEDO

LATITUD DE LA ZONA:
Latitud 20°-35°N y 20°-35°S

CARACTERÍSTICAS DEL CLIMA:
Clima templado y lluvioso con veranos calurosos. Las temperaturas son extremas, altas en verano y bajas en el invierno. Las precipitaciones son frecuentes.

LA CASA JAPONESA

Situada en el Océano Pacífico



La estructura de madera articulada, se adecua a los movimientos del suelo.

DISEÑO CONSTRUCTIVO

Las casas están orientadas al sur, se adaptan a las condiciones climáticas del verano pero, sin embargo no son eficaces en invierno.

SOL: la terraza cubierta orientada al sur y las celosías opacas correderas permiten captar o impedir el paso de la radiación solar.

LLUVIA: los amplios faldones de la cubierta protegen la casa de la lluvia y a la vez proporcionan sombra en verano.

VENTILACIÓN: el suelo se eleva 60cm del suelo para proporcionar ventilación y evitar la humedad por capilaridad-

CLIMA OCEÁNICO

LATITUD DE LA ZONA:
Latitud 40°-60°N y 40°-60°S

CARACTERÍSTICAS DEL CLIMA:
Clima templado y lluvioso con veranos frescos y cortos. Las masas de aire polar marítimo aportan nubosidad y precipitaciones frecuentes en invierno. La variación anual de temperaturas es moderada.

EDIFICIO RESIDENCIAL

Situada en San Sebastián, España.

DISEÑO CONSTRUCTIVO

El clima de esta zona, ofrece inviernos largos, fríos y lluviosos. Mientras que los veranos son cortos y frescos. Mediante un correcto diseño del edificio, las demandas energéticas pueden reducirse al mínimo.

SOLEAMIENTO: Los amplios ventanales de las fachadas permiten aumentar el paso de luz natural en el interior de las viviendas, dado que es poca durante el invierno.

AISLAMIENTO: el espacio intermedio entre los paramentos de vidrio, actúa como cámara y aísla el interior del frío del invierno.

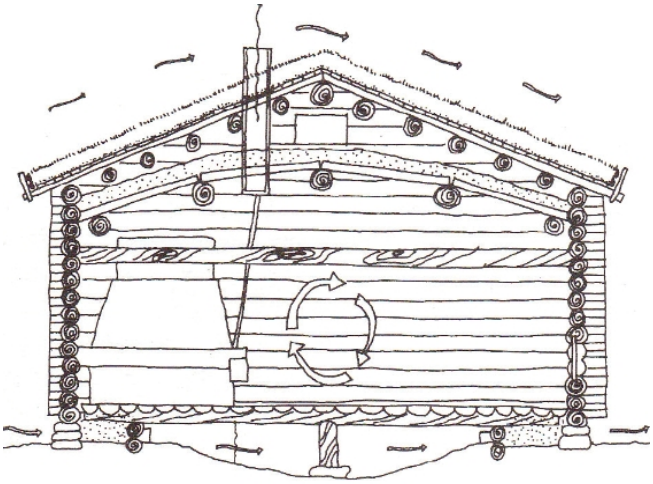
CLIMA CONTINENTAL

LATITUD DE LA ZONA:
Latitud 50°-70°N

CARACTERÍSTICAS DEL CLIMA:
Clima frío y húmedo de bosques nevados con inviernos fríos y veranos cálidos. Las temperaturas en inviernos son bajo cero, por lo que la oscilación de temperaturas es grande. Las precipitaciones , en general, no son muy abundantes.

VIVIENDAS DE MADERA CON CUBIERTA VEGETAL

Situada en Noruega.



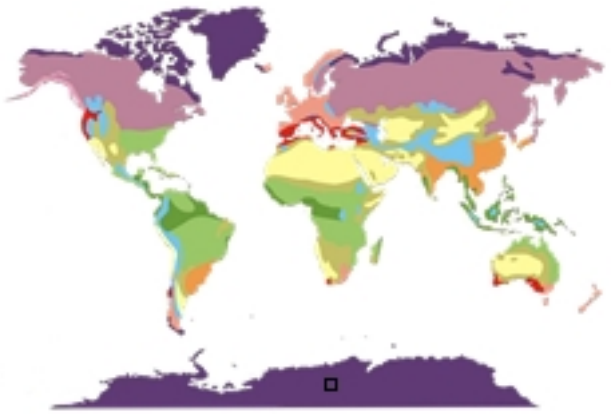
DISEÑO CONSTRUCTIVO

AISLAMIENTO: la cubierta vegetal y el empleo de la madera como material de construcción, proporcionan un aislamiento muy bueno en el interior de la casa, manteniendo un clima confortable.

VIENTO: los árboles perenne del alrededor protegen la casa del viento y del frío.

ORIENTACIÓN: las casas se orientan al este, y los dormitorios se ubican en la fachada sur, en la cual, se ubican las ventanas, para permitir el paso del sol.

CLIMA POLAR

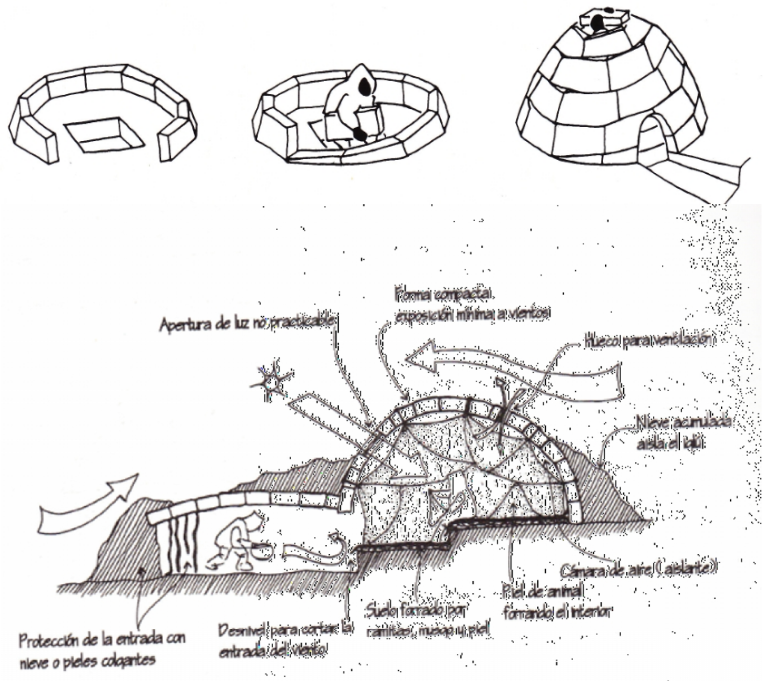


CARACTERÍSTICAS DEL CLIMA:

Clima polar de hielos perpetuos. Se trata de un clima extremo , debido a las bajas temperaturas (medias inferiores a 0°C) y la escasa radiación solar.
Las precipitaciones son escasas y en forma de nieve. Pero el viento hace imposible la estancia en el exterior.

EL IGLÚ

Situado en Groenlandia y la Antártida.



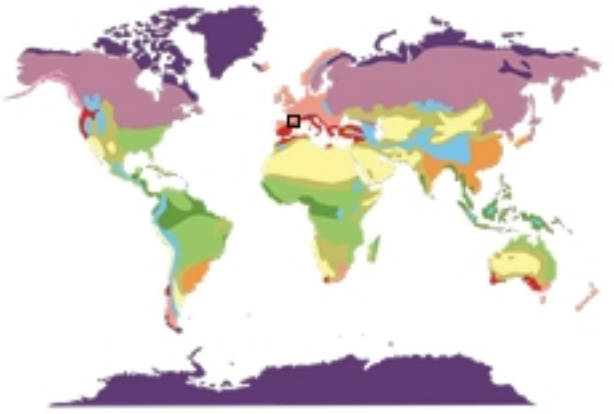
DISEÑO CONSTRUCTIVO

VENTILACIÓN: tanto la forma del iglú semiesférica como la zona de paso situada 30cm por debajo del suelo y de escasa altura protege del paso del viento en el interior .
En la clave del domo, existe un pequeño hueco que permite la ventilación interior.

ILUMINACIÓN: a través de una ventana hecha con hoja de hielo o con piel del intestino de foca, pasa la luz solar.

AISLAMIENTO: tanto la forma monolítica del iglú hecho con bloques de hielo, como el revestimiento interior de pieles de animales aíslan de las temperaturas exteriores.
El interior se calienta mediante una lámpara de aceite.

CLIMA DE ALTA MONTAÑA



ALTITUD DE LA ZONA:
Muy elevadas

CARACTERÍSTICAS DEL CLIMA:
Clima húmedo y frío debido a la altitud de la zona. La temperatura desciende 1°C por cada 200m de altitud.

LOS GRANEROS EN SUIZA

Situado en los Alpes.

DISEÑO CONSTRUCTIVO

ORIENTACION: la orientación óptima es al sur. Los huecos de esta fachada son más grandes para captar la radiación solar.

VENTILACIÓN: los graneros se encuentran elevados sobre el terreno para permitir la ventilación y evitar la humedad por capilaridad.

AISLAMIENTO: los graneros son muy eficientes están hechos de madera, piedra y paja.

Tras conocer los antecedentes históricos, de como han evolucionado hasta la época actual las culturas y de como se ha buscado siempre el confort y el aprovechamiento de los recursos naturales para este fin y tras conocer los climas más significativos que se pueden encontrar en la tierra, es necesario profundizar en el conocimiento y la comprensión de estos recursos naturales y de como actuan sobre las edificaciónes.

El primero de los recursos que se va a estudiar en el siguiente capítulo es el **sol, la forma en que incide, la determinación de la posición solar, la radiación y los recursos para su aprovechamiento.**

Capítulo III.

Estudio de soleamiento

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

PROYECTO DE FINAL DE GRADO
Taller 11. Arquitectura sostenible, medio ambiente y eficiencia energética.

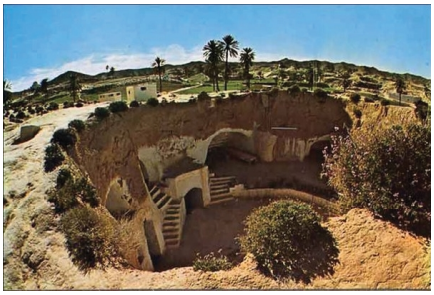
3.1. EL SOL

El sol es una de las estrellas, dentro de los billones, que componen el universo. Sin embargo para nosotros es la más importante de todas, ya que es la que aporta energía, luz y en definitiva la responsable de la vida en la tierra.

El sol siempre ha sido objeto de adoración por la humanidad desde los inicios de la historia. Los ejemplos van desde templos en los que se adoraba al astro rey, deidades que lo representaban como el dios egipcio *Ra*, o construcciones como *Stonehenge*, que se data aproximadamente del 2800 aC, el cual se cree que se empleaba como observatorio solar, puesto que la disposición de sus Menhires coincide con el solsticio de verano, de invierno, los equinoccios y las salidas lunares en distintas fases.

Stonehenge, condado de Wiltshire, Inglaterra. Puesta de sol a través de los menhires.

La primera descripción del sol como un cuerpo celeste ajeno a conceptos mágicos, mitológicos o religiosos la formuló Anaxágoras en el siglo V aC, quien afirmó que el sol era una masa de hierro al rojo vivo más grande que el Peloponeso.



Arquitectura troglodítica. Matmâta, Túnez

Con el paso de los siglos, el avance de la ciencia y descubrimientos como el telescopio permitieron la observación y el estudio del sol hasta la fecha actual, conociendo en profundidad las características de la estrella. Características que van desde la distancia y la *declinación* con respecto a la tierra, hasta la inclinación con la que inciden los rayos solares sobre la esta y que permiten el estudio pormenorizado, entre otros, del aprovechamiento de la energía y la luz a nuestro favor a la hora de diseñar estrategias bioclimáticas en nuestras viviendas, al igual que vienen haciendo las culturas a lo largo de la historia, hasta el día de hoy.

Templo antiguo japonés. Tokio

Beach House, Richard Meier. Malibú, EEUU

3.2. DETERMINACIÓN DE LA POSICIÓN SOLAR

Para poder determinar la posición del sol, es necesario previamente conocer cuál es su movimiento respecto al sol y conocer todos los conceptos relativos a sus posiciones respectivamente.

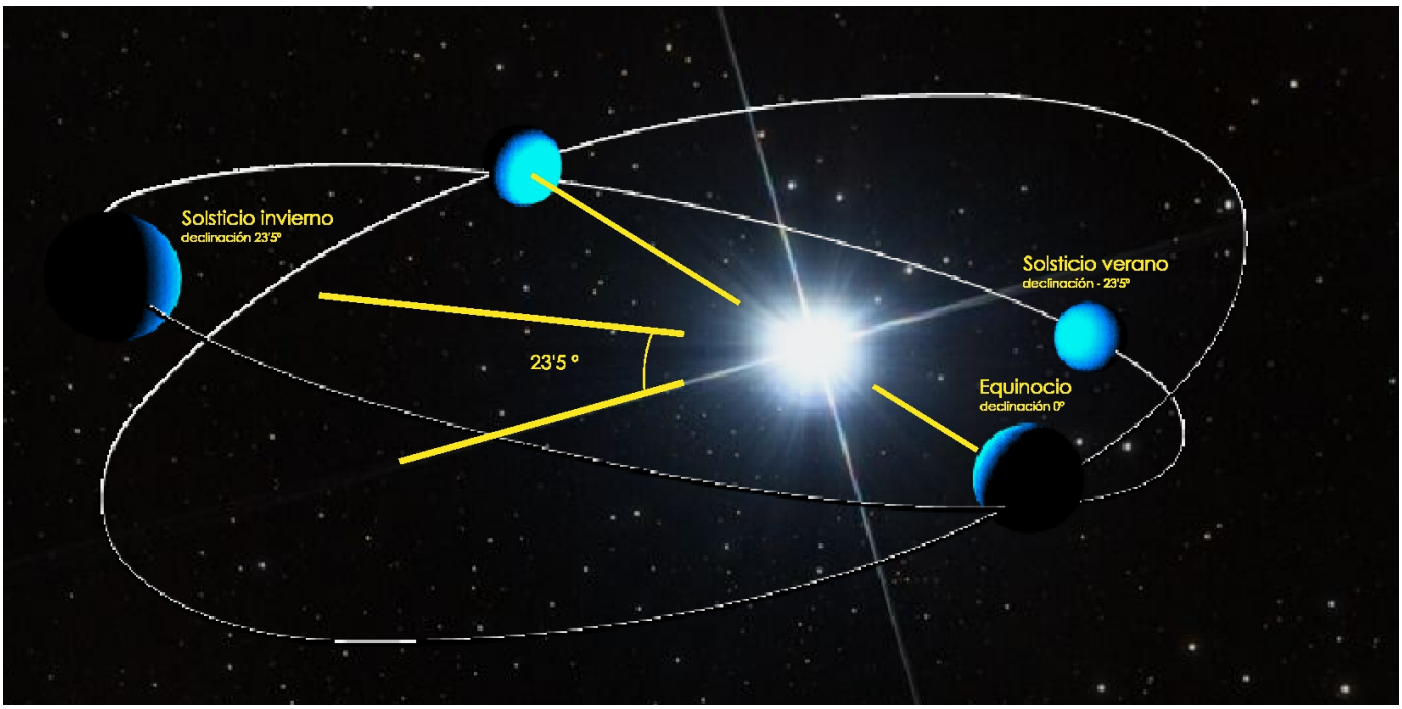
En primer lugar, el movimiento más básico para empezar a conocer cuál es el comportamiento del de la radiación solar y del soleamiento que va a recibir un edificio en un lugar geográfico determinado, en una estación determinada y en un día a una hora en concreto es el movimiento de *traslación.*

La traslación es el movimiento que realiza la tierra entorno al sol, un ciclo completo tiene una duración de 365 días y 6 horas, coincidiendo con un año de nuestro calendario.

La trayectoria que describe la tierra durante su movimiento de traslación se denomina **eclíptica.** El día 2 de Enero la tierra se encuentra en el punto más cercano al sol, 147.18 millones de km, denominado **perihelio,** y el día 2 de julio es cuando más alejado esta la tierra del sol, a 152.18 millones de km siendo este momento el **afelio.**

Esta trayectoria es elíptica y el sol es uno de los focos de dicha elipse y el plano en el que está contenida tiene una inclinación de 23,5° respecto al plano del ecuador.

Dicho ángulo recibe el nombre de **declinación** y es máximo en los solsticios, que en función del hemisferio terrestre corresponderá al de invierno o al de verano. En el caso del hemisferio norte, cuando la declinación es de 23'5° sucede el solsticio de invierno y coincide con el 21 de Diciembre, cuando es de 0° tienen lugar los equinoccios (en este caso es igual en ambos hemisferios) el 21 de Marzo y de Septiembre y cuando el ángulo es de -23,5° se produce el solsticio de verano, siendo el 21 de Junio.



Movimiento de la tierra respecto al sol. Declinación, solsticios y equinoccios

La declinación se puede determinar de forma analítica para cualquier día del año, teniendo en cuenta que es una expresión sinusoidal y que el ángulo nulo corresponde al 22 de marzo (equinoccio) correspondiendo al día 81 del año, mediante la siguiente expresión:

$\delta = 23'45 \cdot \sin\left[\frac{360}{365} \cdot (d + 284)\right]$ Siendo d el número de día contando desde el día 1 de enero.

Quedan ya definidos los conceptos relativos al movimiento de la tierra a nivel general, a continuación se detallarán conceptos como ángulo horario, altura solar, etc. Empleados en los métodos de determinación de la posición solar. Los tres métodos principales para la determinación de la posición solar son:

- Métodos analíticos
- Métodos gráficos
- Software informático y otros métodos experimentales

3.2.1 Método analítico para la determinación de la posición solar

Mediante fórmulas trigonométricas se pueden determinar los cuatro principales ángulos que nos ayudarán a determinar con exactitud la posición solar para un momento determinado. Dichos ángulos son:

Declinación, del cual ya hemos hablado anteriormente y del que hemos definido la ecuación para determinar su posición.

El ángulo horario, que es el ángulo de elevación del sol durante el día medido desde el ecuador y representado por la letra γ. La ecuación que define este ángulo es la siguiente:

$\gamma = 15° \cdot (12-h)$,

Siendo "h" la hora **local.**

Es muy importante no confundir la hora local con la *hora solar*[1], el tiempo solar es la medida empleada en todas las relaciones del sol y los ángulos. Para poder pasar el tiempo ordinario a tiempo solar es necesario realizar dos correcciones La primera es corrigiendo la diferencia de longitudes entre las que se encuentra el observador y en base al tiempo, teniendo en cuenta que el sol se desplaza a 1° cada 4 minutos. La segunda corrección es que debemos considerar las perturbaciones en el tiempo de rotación de la tierra, el cual, afecta al tiempo en que el sol cruza el meridiano del observador. La ecuación para la corrección es:

$$Tiempo\ solar - Tiempo\ local = 4 \cdot (L_{st} - L_{loc}) + E,$$

Donde L_{st} es el meridiano para el cual está basado el tiempo local y L_{loc} es la longitud del lugar, todo ello en grados y E, es una ecuación del tiempo en minutos, siendo:

$$E = 229'2(0'000075 + 0'001868 \cdot \cos\theta - 0'032077 \cdot \sin\theta - 0'014615 \cdot \cos 2\theta - 0'04089$$

Donde $\theta = (d-1) \cdot \frac{360}{365}$, recordemos que d es el día del año.

"Las ecuaciones han sido obtenidas de la Agencia Estatal de meteorología"

La **altura o elevación solar** es el ángulo de elevación del sol durante el día, pero a diferencia del anterior, en cualquier fecha y lugar del planeta, y se representará con la letra β, su ecuación es:

$\sin\beta = (\cos\delta \cdot \cos\gamma \cdot \cos L) + (\sin\delta \cdot \sin L)$, donde

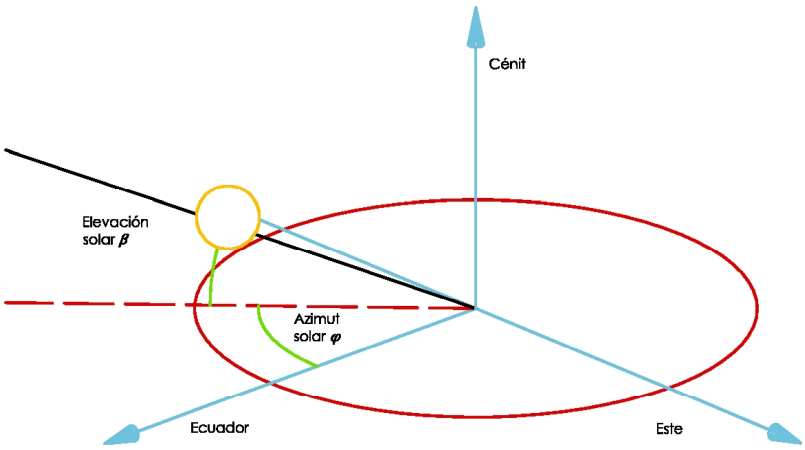
1 *"La hora solar es el tiempo basado en el movimiento angular aparente del sol en el cielo; el mediodía solar ocurre cuando el sol atraviesa el meridiano del observador"* (Capitulo 3, la radiación solar. AEmet)

δ es la declinación

γ es el ángulo horario

L es la latitud del lugar en cuestión

El último de los ángulos que definen la posición del sol se denomina **acimut**, siendo el ángulo horizontal entre el norte del lugar y la proyección del sol sobre el suelo, visto desde el lugar del observador, para cualquier día, hora y lugar del planeta, y se representa con la letra φ, la ecuación que lo define es:



Representación de los ángulos solares. Por el autor

$$\cos\varphi = \frac{(\sin\beta \cdot \sin L - \sin\delta)}{\cos\beta \cdot \cos L}$$

δ es la declinación

L es la latitud del lugar en cuestión

β es la elevación solar

Una vez determinados los ángulos se conocerá la posición solar referente a un día y una localización determinada, pudiendo conocer el ángulo de incidencia del sol y las sombras que se generan sobre la edificación en cuestión. A partir de este método se desarrollarán las cartas solares que corresponden al apartado de métodos gráficos.

3.2.2 Métodos gráficas para la determinación de la posición solar

Son las conocidas como **cartas solares**, que mediante la **declinación, la latitud y el tiempo solar** (la corrección queda definida anteriormente) podemos determinar la altura y el azimut del sol.

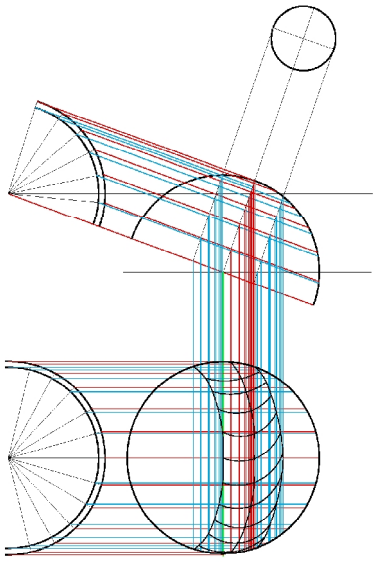
Existen diversos tipos de cartas solares obtenidos mediante métodos geométricos diferentes, algunos de ellos son:

Carta solar de proyección ortogonal o diédrica

Es la gráfica que representa la bóveda celeste y la trayectoria solar en montea biplanar. En esta gráfica podemos localizar fácilmente la posición del sol o la trayectoria de este a cualquier hora y día del año, es decir, la elevación y el azimut.

Existen dos formas de trazar la montea solar, la primera es a través de una proyección esférica o dicho de otro modo, la proyección del recorrido solar sobre la bóveda celeste.

El otro método es a través de la proyección cilíndrica desarrollado por el arquitecto *Miguel Beltrán de Quintana en 1937* y consiste en proyectar la


Representación de la proyección ortogonal o diédrica. Por el autor

trayectoria solar a un cilindro tangente a la esfera celeste.

En los dos métodos, la medición del azimut es directa en la proyección horizontal mientras que para la obtención de la elevación, es necesario realizar un abatimiento a fin de obtener la verdadera magnitud del rayo solar.

La gran ventaja del método ortogonal es que su representación se realiza del mismo modo que los planos arquitectónicos, es decir, en planta, alzado y sección de tal manera que podemos relacionar estas proyecciones directamente con los planos y obtener así el trazado de las sombras y poder diseñar estrategias solares ya que conoceremos la incidencia del sol y la penetración de este a través de los huecos.

Carta solar de proyección estereográfica

La proyección estereográfica solar está basada en la proyección ortogonal, consistente en proyectar la trayectoria solar sobre la bóveda celeste.

El procedimiento consiste en proyectar sobre el suelo la trayectoria del sol. Este método tiene la ventaja sobre la proyección cilíndrica de que no deforma el contorno de la gráfica debido a que es una proyección plana. La lectura del ángulo acimutal y de elevación se facilita respecto a la proyección ortogonal al estar en una misma carta.

Con esta carta se pueden determinar las sobras y las defensas solares pudiéndose también superponer con diagramas de sombreado y diagramas de radiación e iluminación.

Tanto **la carta solar cilíndrica como estereográfica** son las más empleadas en arquitectura.

Carta solar de proyección equidistante

Este tipo de proyección es muy similar a la estereográfica y además sus usos y aplicaciones son muy similares, sin embargo, difieren en la forma de trazarse ya que esta consiste en grafiar las coordenadas celestes (altura y azimut solar) sobre un sistema de ejes polares.

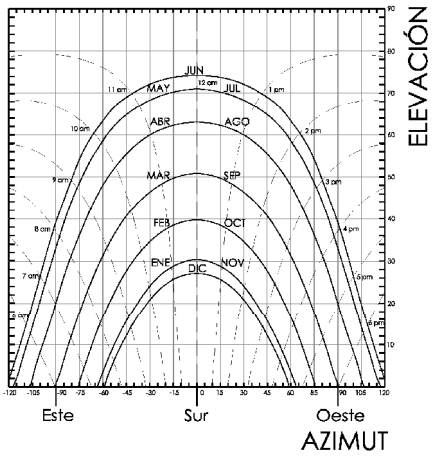
Dos ejes representan las coordenadas N-S-E-O que sirven de referencia para obtener el ángulo acimutal mientras que los círculos concéntricos definen el ángulo de elevación solar.

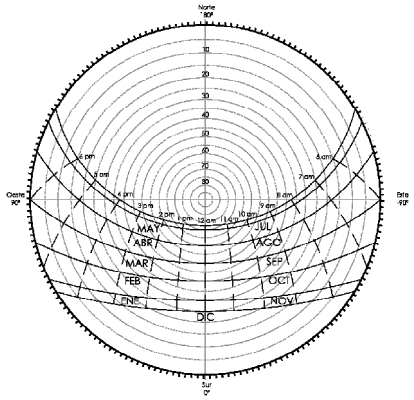
Aplicación de la carta solar

A continuación se representará, mediante la carta solar **cilíndrica,** la aplicación para la obtención de las sombras de un edificio ubicado en una latitud norte de 40° en el mes de marzo a las 2 pm.

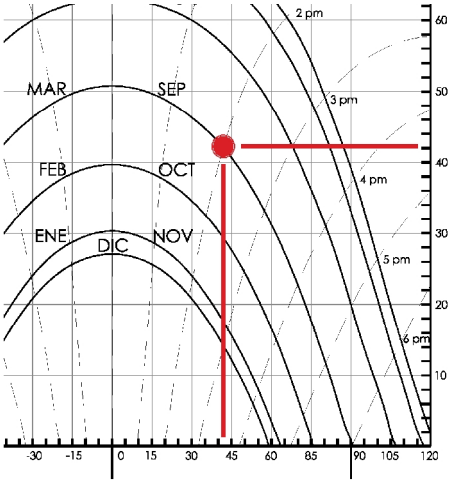
Mediante la carta obtenemos el valor del azimut, 40° oeste, y la elevación de 42°.

Una vez obtenidos estos valores los representamos la incidencia del

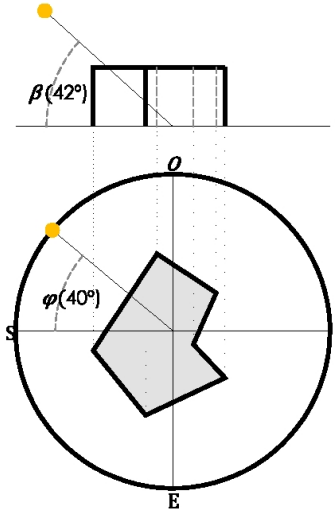




Carta solar de proyección cilíndrica arriba y de proyección estereográfica abajo. Por el autor

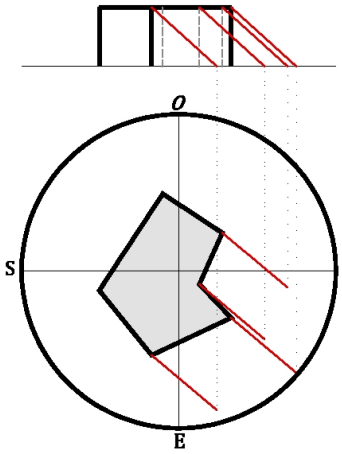


sol sobre el edificio a estudiar de la siguiente manera:



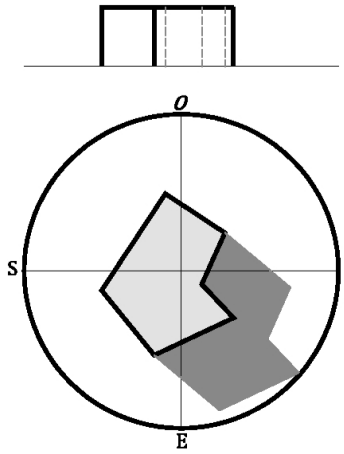
Paso 1

Se representa la posición solar en las vistas correspondientes, el azimut en planta y la elevación en el perfil



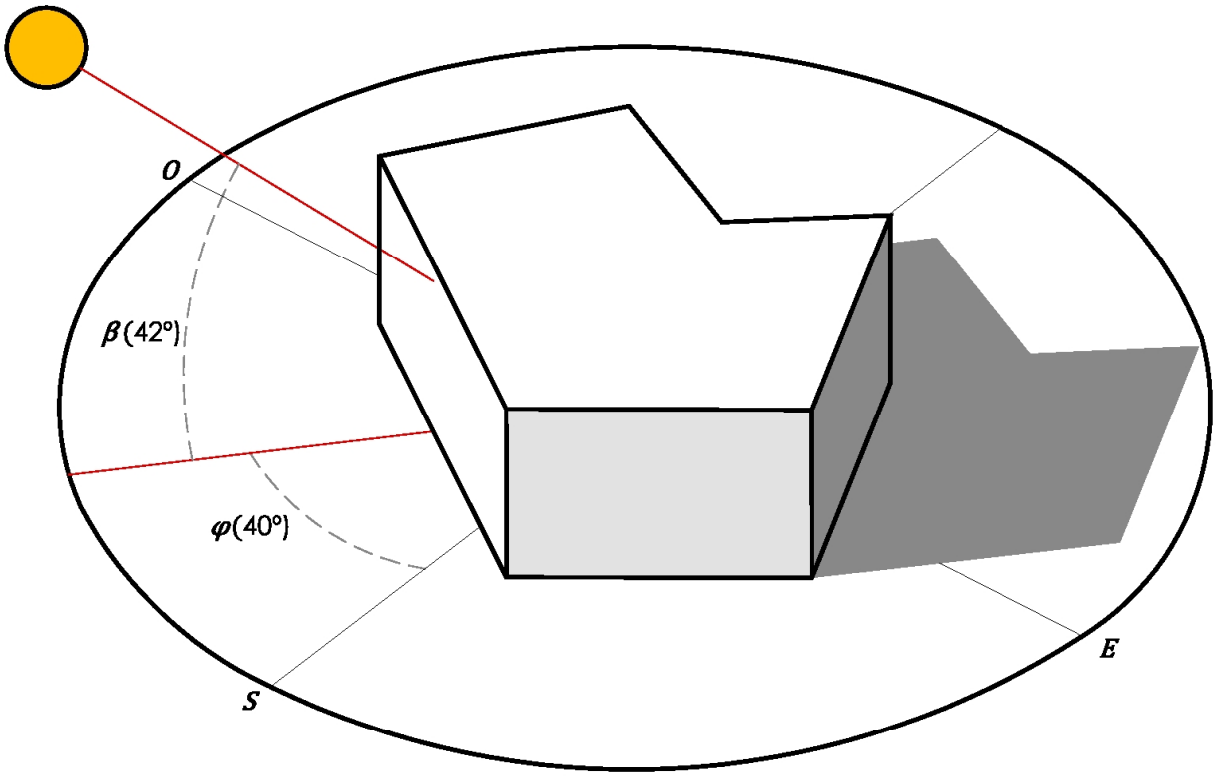
Paso 2

De manera paralela a la proyección del rayo solar, se trazan líneas por todas aquellas aristas que vayan a arrojar sombra



Paso 3

Se realiza la intersección de los rayos solares obteniendo de esta manera la sombra que arroja el cuerpo

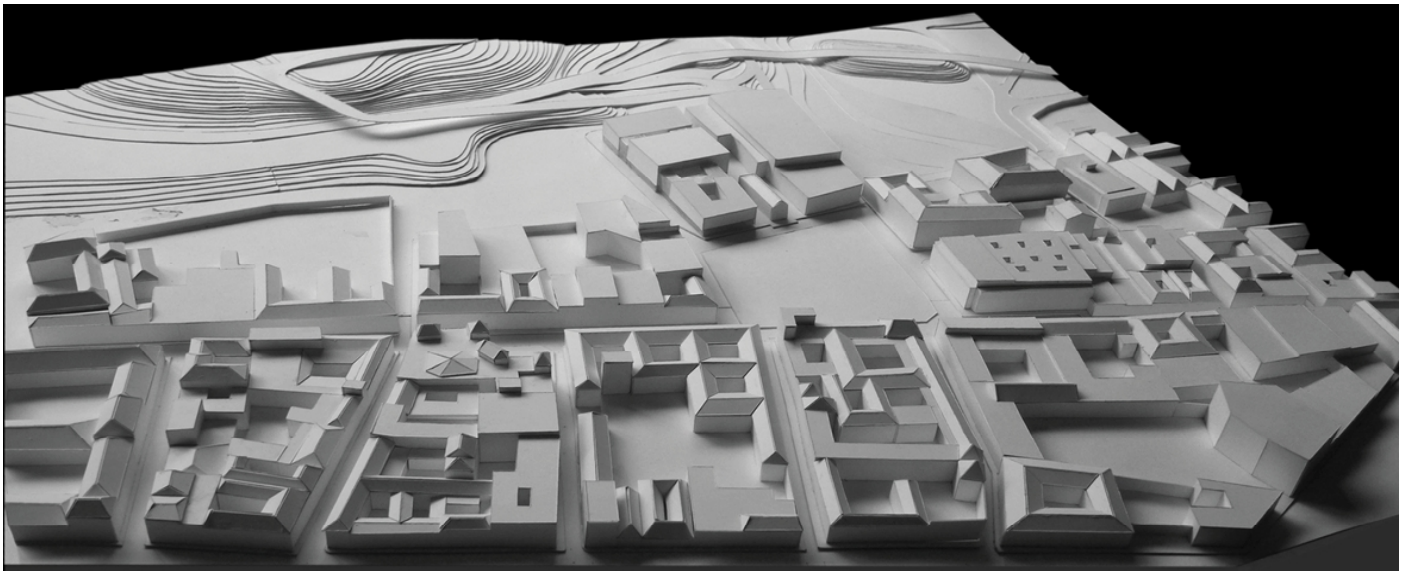


Las cartas solares son herramientas fáciles de utilizar que sin embargo pueden complicarse en exceso ante edificios de gran envergadura y se encuentran en desuso en la actualidad a causa de los avances informáticos que permiten, de forma precisa, determinar todos los aspectos relacionados con el estudio solar.

3.2.3 Software informáticos y otros métodos experimentales

Durante muchos años, los métodos analíticos y gráficos no fueron suficientes para observar el efecto del asoleo sobre las edificaciones y se complementaban con otros métodos experimentales.

Uno de los métodos más empleados era el uso de una maqueta a escala, colocado sobre un tablero que giraba sobre un eje central en cuya superficie se encontraba la carta solar estereográfica. Sobre el tablero se clocaba la maqueta, sobre la cual se ubicaba un punto de luz fijo a una distancia determinada que emulaba el sol. De esta manera, girando la maqueta y modificando la inclinación de la lámpara se podía observar con poco margen de error como serían las sombras y los asoleos sobre el edificio.



Representación del asoleo sobre una maqueta. Menis Arquitectos.

Actualmente se emplean métodos informáticos mucho más avanzados y menos costosos en tiempo que las maquetas. Existen programas que además de calcular la posición solar y generar el soleamiento realizan toda la gestión de un proyecto. Estos programas son los BIM *(Building information modeling)*

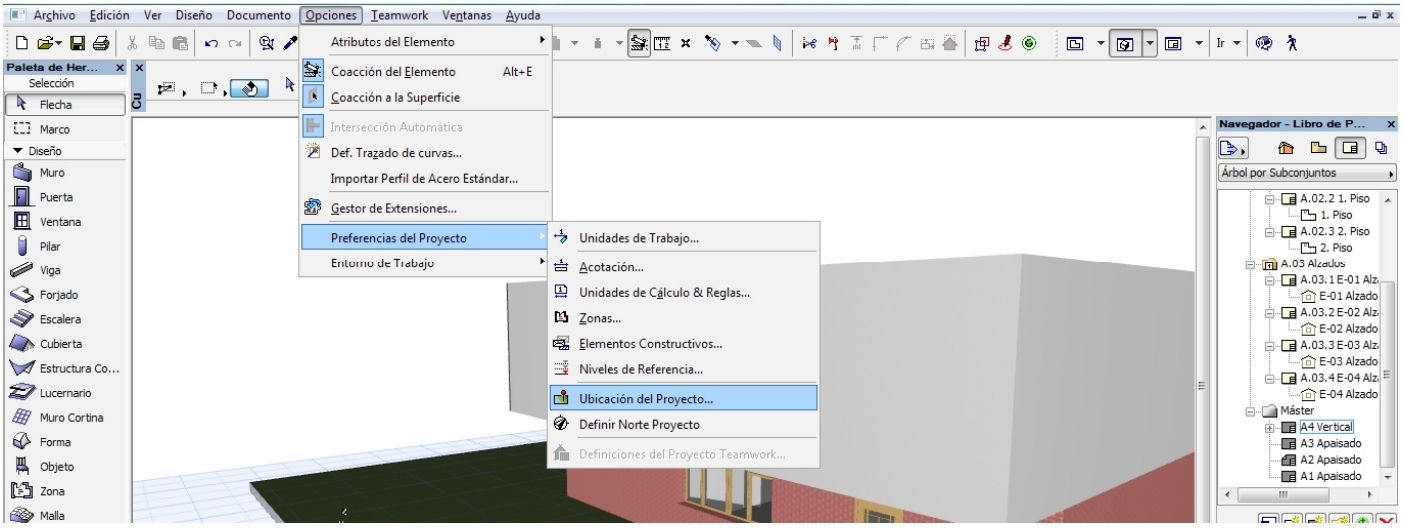
> *"El concepto de BIM o Edificio Virtual™ de Graphisoft abarca todo el proceso de diseño y gestión de toda la información a lo largo del ciclo de vida del edificio. No sólo es un simple modelo 3D en un ordenador, el Edificio Virtual contiene además con gran detalle información adicional sobre los materiales del edificio y sus características. Es una base de datos tridimensional que hace un seguimiento de todos los elementos que componen el edificio. Esta información puede incluir área y volumen de superficies, propiedades térmicas, descripciones de las habitaciones, precios, información sobre especificaciones de producto, ventanas, puertas y acabados, y más."*
>
> **www.graphisoft.es**

Archicad

Mediante este programa se pueden generar, como ya se ha dicho anteriormente, todo el asoleo sobre una edificación con suficiente precisión. A continuación se muestra a modo de ejemplo el funcionamiento y los resultados obtenidos con Archicad.

En las preferencias de proyecto se introducen los datos relativos a la ubicación del proyecto.

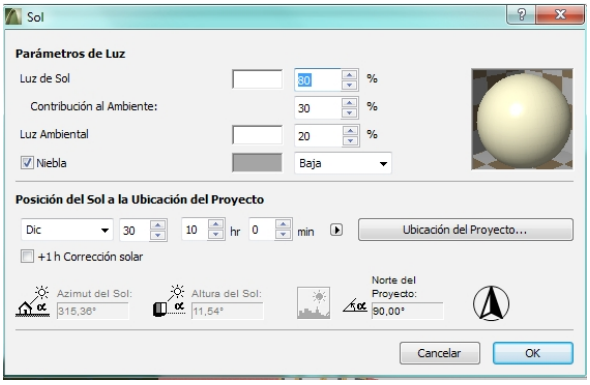
Se pueden o bien introducir las coordenadas de forma manual, mediante las ciudades que proporciona el mismo programa o bien obtener las mismas coordenadas con *Google Maps*. Además de esto es necesario además introducir el norte del proyecto.

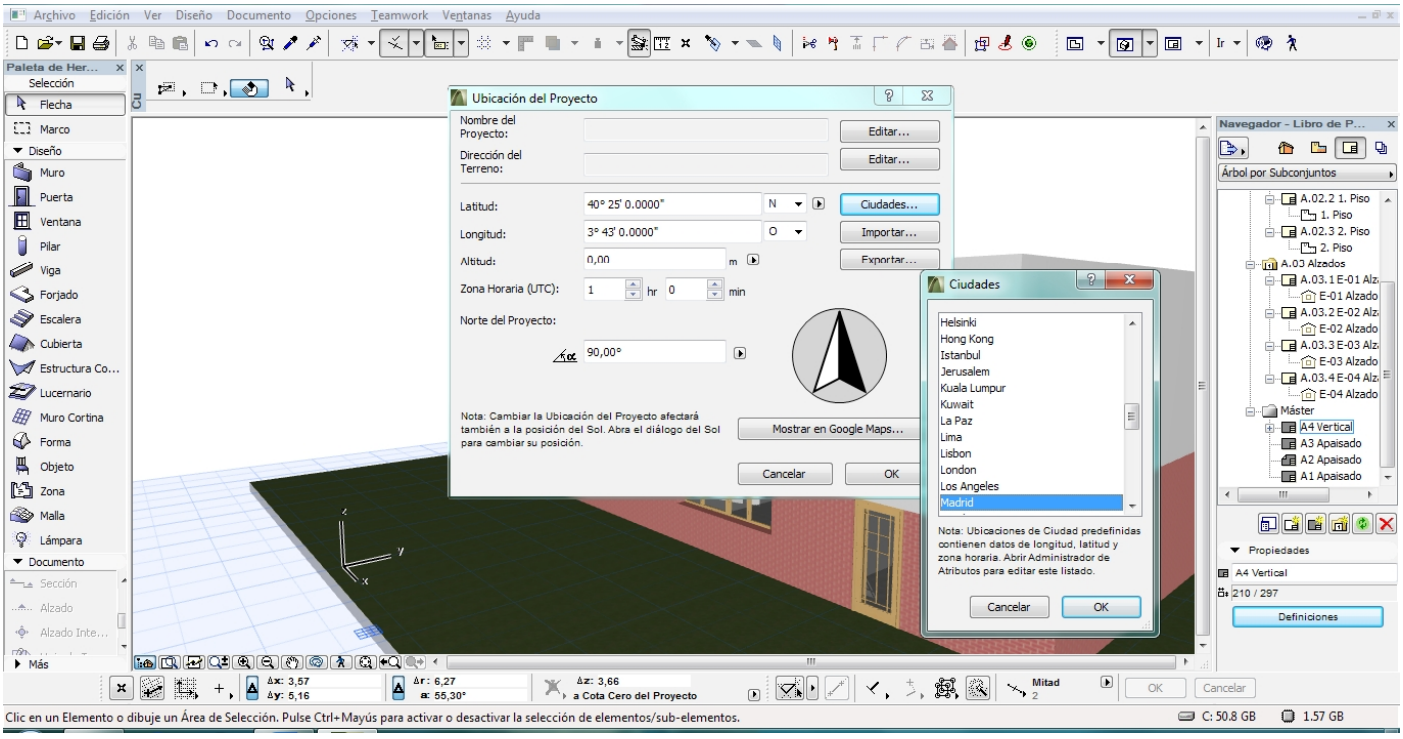


Acceso al menú de preferencias de proyecto.

Por último se introduce la fecha y la hora para la cual se desea obtener el estudio de soleamiento. Como se observa en la imagen, además se pueden obtener los datos del azimut y la altura solar.

Además del Archicad existen otros programas BIM como **Revit**, con el que además pueden realizarse vídeos sobre los movimientos solares diarios, invierno-verano, etc.





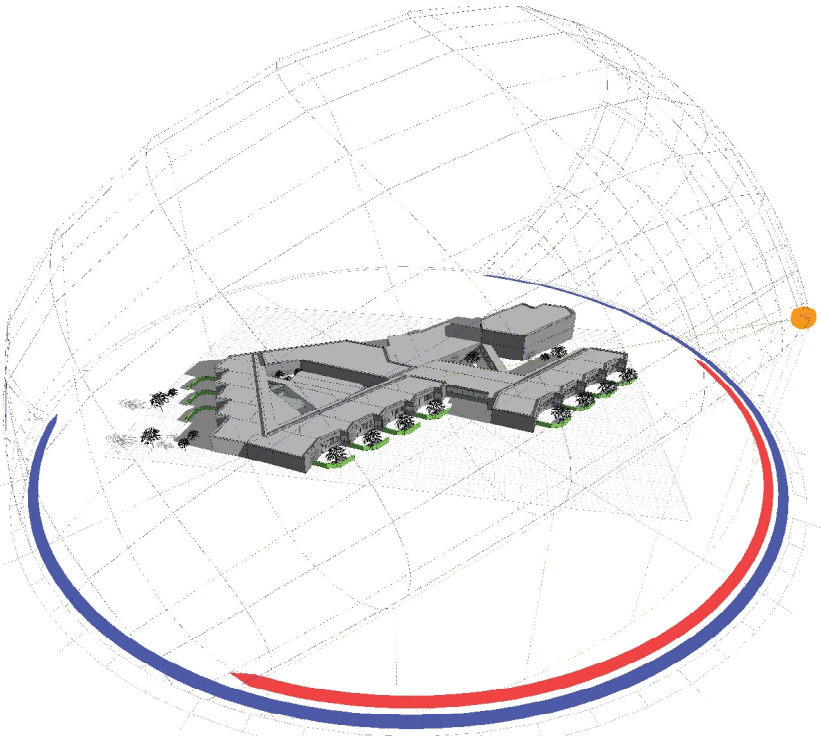
Menú de ubicación de proyecto. Menú desplegable de selección de ciudades preestablecidas.

Autodesk Ecotec Analysis

Por otro lado existen programas de análisis solar mucho más profundos que realizar tareas como las anteriormente descritas y proporcionar muchos más datos con que elaborar un estudio solar exhaustivo.

Mediante este software podemos obtener los mismos datos que con los anteriores pero de forma mucho más precisa, con la posibilidad de generar informes en forma de tabla que poder exportar a otros soportes informáticos.

Además se pueden generar vistas con implantación de las cartas solares mencionadas y simulaciones del movimiento de las sombras a lo largo de un día, de una estación o anual para una hora determinada.



Representación de todas las trayectorias solares a lo largo de un año con el software Ecotec.

Sin embargo, esta es una de las muchísimas opciones que proporciona este software, ya que, **mediante bases de datos .wea** obtenidas de datos reales medidos por la Agencia Estatal de Meteorología Española, el software es capaz de realizar simulaciones y obtener datos **radiación, ventilación, nubosidad y todo tipo de temperaturas (máximos, mínimos, temperaturas de bulbo seco y húmedo)** con gran precisión y para cada momento de día del año.

Además de esto, realiza otros cálculos que no atañen al presente proyecto, como cálculos acústicos en interiores.

Se adjunta a modo de anexo del proyecto una guía básica de manejo de este programa, realizada durante la obtención de datos y el estudio del centro de educación infantil San José y San Antonio.

3.3. TRANSMISIÓN DEL CALOR

La energía térmica se transmite siempre desde las zonas o partes con una temperatura más elevada hacia las que tienen una menor, produciéndose un cambio en la *entropía*[2] hasta que sucede, siempre que es posible, un equilibrio térmico entre la parte que cede y la parte que recibe la temperatura.

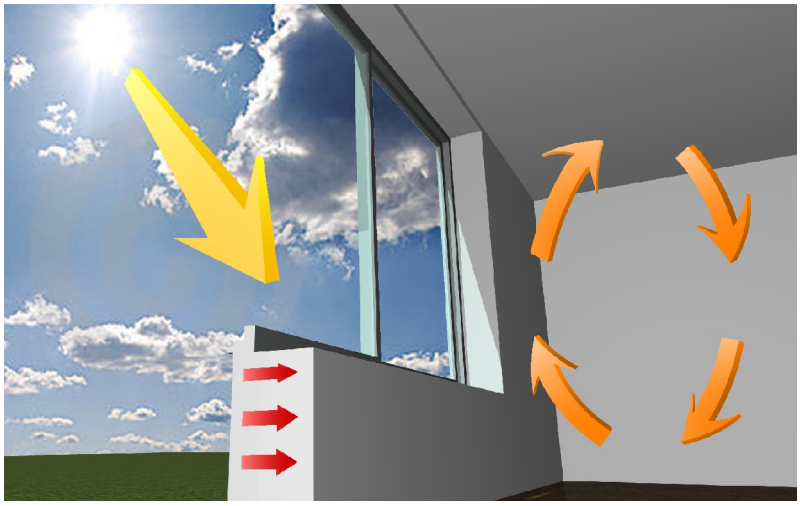
La transmisión de calor se puede llevar a cabo por tres mecanismos básicos diferentes, por convección, por conducción o por radiación.

En la **convección** la energía se transmite por el movimiento físico de las moléculas en las zonas más calientes hacia las zonas más frías dentro de una sustancia. Este tipo de transmisión se produce en los fluidos y en gases, que por diferencia de densidad o de manera forzada, permiten el desplazamiento de las partículas.

En la arquitectura se producen procesos convectivos, por ejemplo en las *fachadas ventiladas*, tras la hoja ventilada se acumula calor que asciende hacia arriba mientras se infiltra aire nuevo por las aberturas, creándose de este modo una circulación del aire en la cámara. De forma similar funciona el *muro Trombe*.

La **conducción** es el fenómeno por el cual el calor se transmite entre dos cuerpos o dos partes de un mismo cuerpo en contacto y a diferentes temperaturas. La transferencia de temperatura se efectúa mediante la agitación de las moléculas, sin existir un desplazamiento real de estas. Es el fenómeno de transmisión más significativo en los cuerpos sólidos, con una menor entidad en líquidos o gases donde habitualmente aparece enmascarado con el fenómeno de convección.

La forma más habitual de conducción en las es edificaciones es la que se produce a través de los muros que reciben la radiación solar directamente y a través de estos se transmite el calor al interior de la vivienda.



Representación de las formas de transmisión del calor, Radiación, Conducción y convección. Por el autor

En el fenómeno de transmisión por **radiación**, la energía térmica se transmite de forma electromagnética (radiación electromagnética) a una velocidad de 300.000 km/s. La radiación es emitida por todos los cuerpos por el mero hecho de encontrarse a una temperatura (ceden calor a un ambiente de menor temperatura), que puede ser absorbida por otros cuerpos. Esta forma de transmisión se realiza sin que exista un contacto entre los cuerpos. Como ejemplo tenemos la **radiación solar,** los rayos solares son desprendidos por el cuerpo a mayor temperatura, en este caso el sol, atravesando la atmósfera terrestre sin calentarla y elevando la temperatura de la tierra al alcanzarla.

2 Magnitud termodinámica que mide la parte no utilizable de la energía contenida en un sistema.(RAE)

3.4. LA RADIACIÓN

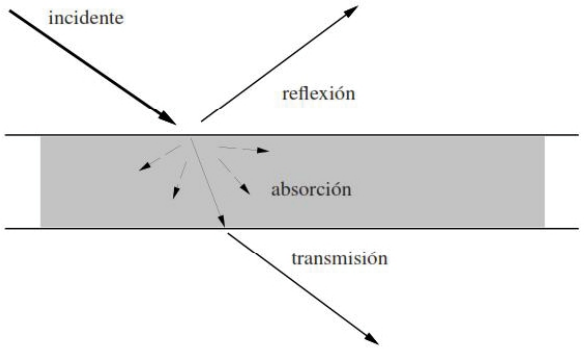
Profundizaremos en este último fenómeno de transmisión térmica ya que es la forma mediante la cual se utilizará la energía del sol como herramienta bioclimática pasiva.

La radiación consta de tres propiedades fundamentales que son la radiación absorbida, la radiación reflejada y la radiación emitida.

La radiación absorbida es aquella que es captada por un elemento de menor temperatura que el foco emisor quedando retenida en el primero como energía interna.

La radiación reflejada es aquella que desvía un cuerpo, es decir que no es absorbida ni emitida.

La radiación emitida representa la fracción de energía incidente que atraviesa y es despedida por el cuerpo.



Propiedades de la radiación cuando actúan sobre un medio

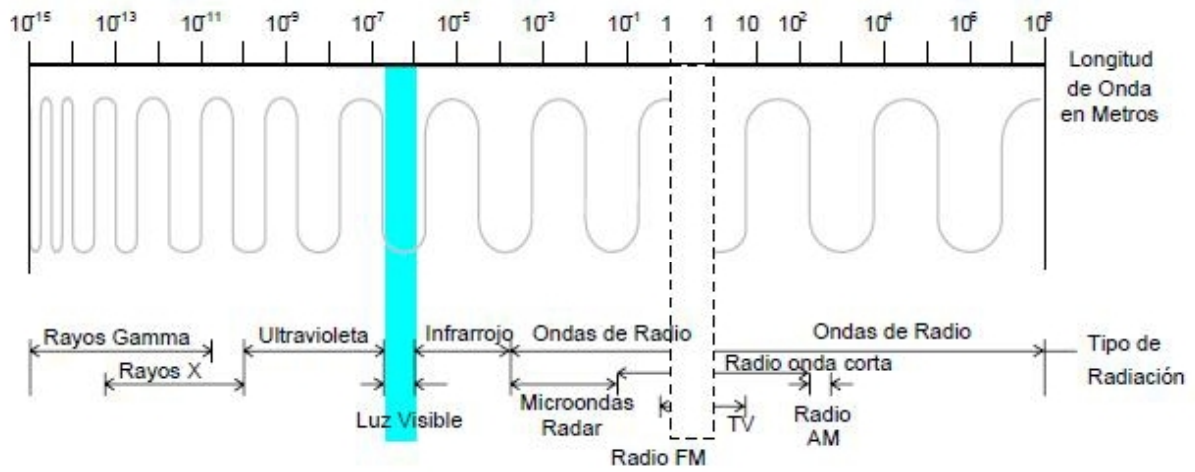
Estos conceptos están íntimamente relacionados con los colores de las superficies sobre las que incide la radiación, de este modo encontramos ejemplos en la arquitectura que emplean estos conceptos a la hora de captar la energía solar en función de las necesidades, en climas fríos superficies oscuras para mayor captación y en climas calurosos superficies blancas para reflejar el máximo de radiación posible.

Vivienda situada en Oslo, Noruega

Vivienda situada en Lanzarote, España

3.5. LA RADIACIÓN SOLAR

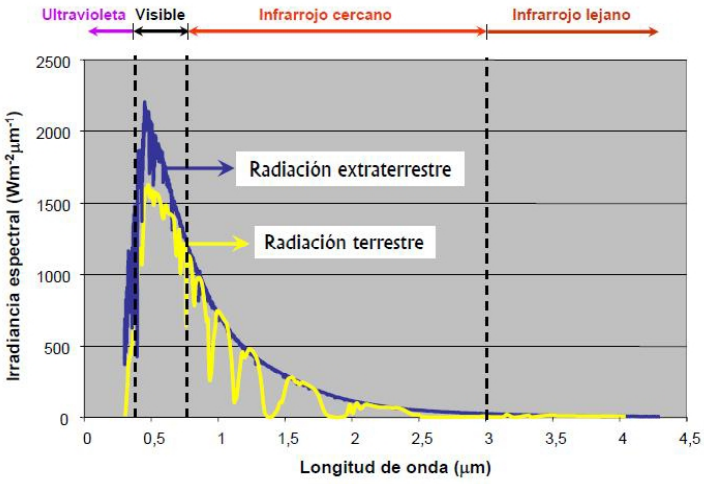
La luz es una fuente de radiación que podemos percibir a través de los sentidos, como es el caso de la luz solar, o radiación solar. Otra de las formas es la energía calorífica infrarroja, sin embargo hay diversas representaciones de la radiación dependiendo de la longitud de onda de ésta.



Espectro de longitud de onda. *Capitulo 3. Radiación solar. AEMET*

Es conveniente señalar la diferencia entre la radiación emitida por el sol, la cual es de **onda corta** (radiación extraterrestre), y la emitida por un cuerpo terrestre o atmosférico, de **onda larga** (radiación terrestre), la longitud de onda de la radiación solar está comprendida entre 0,3 a 3,0 µm y la de la radiación terrestre entre 4,0 a 100 µm.

El espectro electromagnético comprendido para la radiación solar, denominado **espectro solar**, *contiene, según la Agencia Estatal de Meteorología, aproximada-mente un 7% de luz Ultravioleta, un 43% de luz visible, un 49% de Infrarrojos y un 1% para el resto.*



Distribución espectral de la radiación solar. *Atlas radiación solar AEMET.*

3.5.1. La influencia de la atmósfera sobre la radiación solar.

Cuando la radiación solar penetra en la atmósfera, suceden una serie de procesos físicos que impiden que la totalidad de la radiación alcance la superficie terrestre, se considera que solo un tercio de la radiación solar que alcanza la tierra llega a la superficie terrestre. Los dos tercios restantes son tamizados por la atmósfera actuando además como escudo de protección para las longitudes de ondas más peligrosas para los seres vivos.

La radiación solar incidente puede ser **reflejada**, por un lado por las nubes y por otro por la superficie terrestre. Dicha reflexión puede ser absorbida por las propias nubes o por la tierra o ser reflejada fuera de la atmósfera.

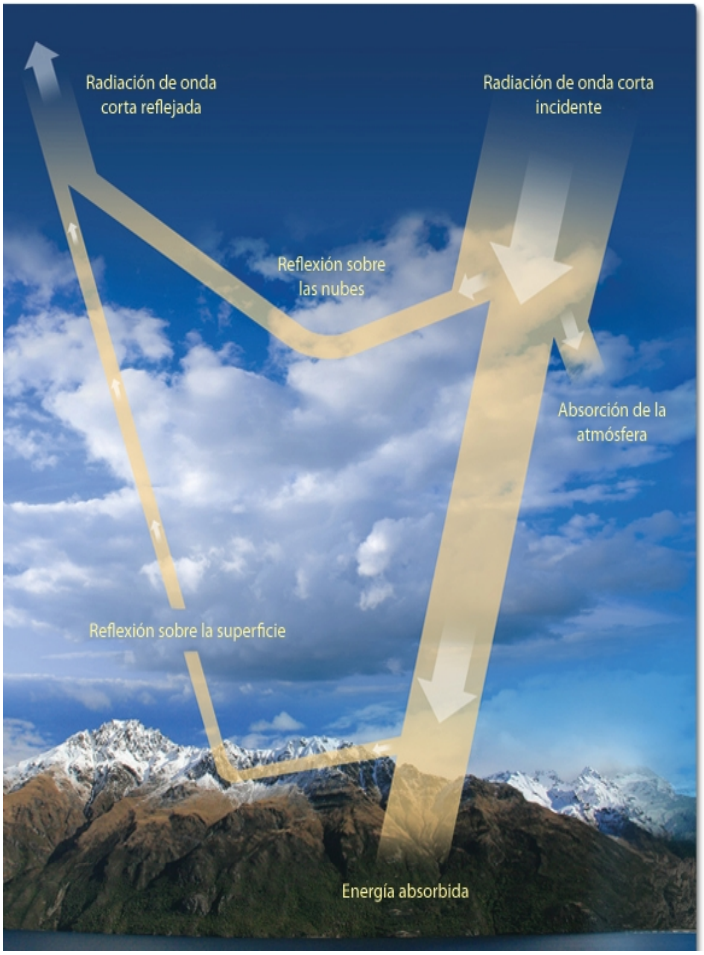
Cuando la energía no es reflejada puede ser **absorbida**, bien por las nubes o bien por la superficie terrestre.

Por otro lado podemos clasificar la radiación solar como radiación directa y radiación indirecta.

La **radiación directa** no sufre apenas desviación en su trayectoria y proviene directamente del sol, mientras que la **radiación indirecta o difusa** es adireccional, dispersada, reflejada o difractada por las nubes o por los accidentes topográficos, procediendo de toda la *bóveda celeste*[3].

La radiación directa depende en gran medida de la posición relativa del sol respecto al punto sobre el que se desea obtener la medicion de esta radiación.

La dispersión de la energia solar incidente al pasar a través de la atmósfera se produce por la interacción de los rayos con las moléculas de aire, el agua (en forma de vapor) y las partículas de polvo que se encuentran en suspensión.



Representación de las diferentes formas de radiación que pueden encontrarse y de su forma de propagación.

La magnitud de la dispersión es variable en función del número de particulas de las antes mencionadas que deben ser atravesadas por la radiación y del tamaño relativo de estas respecto a la *longitud de onda* . La distancia que debe atravesar la radiación solar viene definida por la *masa de aire*[4].

Por supuesto, la cantidad de radiación difusa es una consecuencia directa de lo "despejado" que este el cielo, asi como del tiempo y los cambios en la masa gaseosa.

Hottel presento en 1976 un método para estimar la radiación solar directa a través de atmósferas claras teniendo el cuenta el ángulo del cenit y la altitud para una atmósfera normal con cuatro tipos de clima.

Finalmente, la **radiación global** es la suma de la radiación directa, la difusa y la reflejada sobre la superficie terrestre. Es forma de medir la radiación solar más común sobre una superficie horizontal.

3.5.2 Radiación solar directa

Como ya se ha dicho anteriormente, es la parte de la radiación electromagnética de onda corta que llega directamente del sol y que no sufre al entrar en contacto con la atmósfera una dispersión, difracción o reflexión.

3 La esfera celeste es una esfera ideal, sin radio definido, concéntrica con el globo terrestre, en la cual aparentemente se mueven los astros. Permite representar las direcciones en que se hallan los objetos celestes; así es como el ángulo formado por dos direcciones será representado por un arco de círculo mayor sobre esa esfera. (AEmet)

4 "La masa de aire es el radio de la masa de la atmósfera a través de la cual el haz de radiación pasa la masa, esta pasaría totalmente si estuviera en el cenit, por lo tanto en el nivel del mar m=1 cuando el sol está en el cenit y m=2 para el ángulo de cenit θz de 60°. Para ángulos de cenit de 0° a 70° en el nivel del mar, una buena aproximación es m= 1/(Cos (θz)" (AEmet. Radiación solar capitulo 3)

Existen diversas maneras de cuantificar la radiación directa que llega a la tierra, dependiendo de la orientación en que se encuentra el plano que ha de recibirla. Se conoce como la dirección directa de a la relacion geometrica entre un plano y cualquier relacion relativa de la tierra en cualquier momento con la radiación solar directa. Esta relación puede ser descrita con ángulos y será tratado en el apartado dedicado a determinar la **posición solar.**

El instrumento que se emplea para la medición del la radiación solar directa se denomina **pirheliómentro**.[5]

Radiación solar directa sobre la tierra

3.5.3 Radiación solar difusa

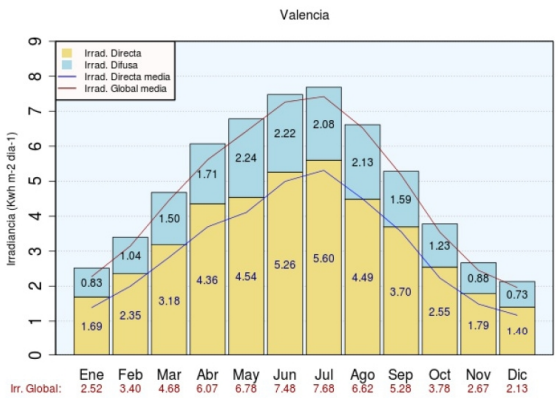
La radiación solar que no alcanza de forma directa a la tierra se convierte en difusa (continuando sin alzanzar la totalidad de ésta la tierra puesto que un porcentaje vuelve al espacio). En las zonas del globo donde el cielo esta cubierto, el porcentaje de reflexión hacia el exterior es superior al 22%. Del mismo modo, la radiación que se refleja sobre la tierra varia mucho en función de la propia superficie terrestre, una vegetación profusa solo refleja del 5% al 10%, superficies de pasto reflejan entre el 15% y el 25% y zonas arenosas como playas o desiertos un 35% a un 45% llegando incluso al 95% en áreas nevadas.

Existen otros fenomenos que influencian este tipo de radiación que son interesantes y dignos de mención como por ejemplo las superficies construidas en núcleos urbanos también reflejan en diferentes proporciones la radiación.

La medición de la radiación difusa puede hacerse con **piranómetros** comúnes sobreandolos de la radiación directa, normalmente mediante un anillo sobreado.

Radiación solar difusa a causa de un cielo cubierto

3.5.4 Características solares de la Peninsula Ibérica

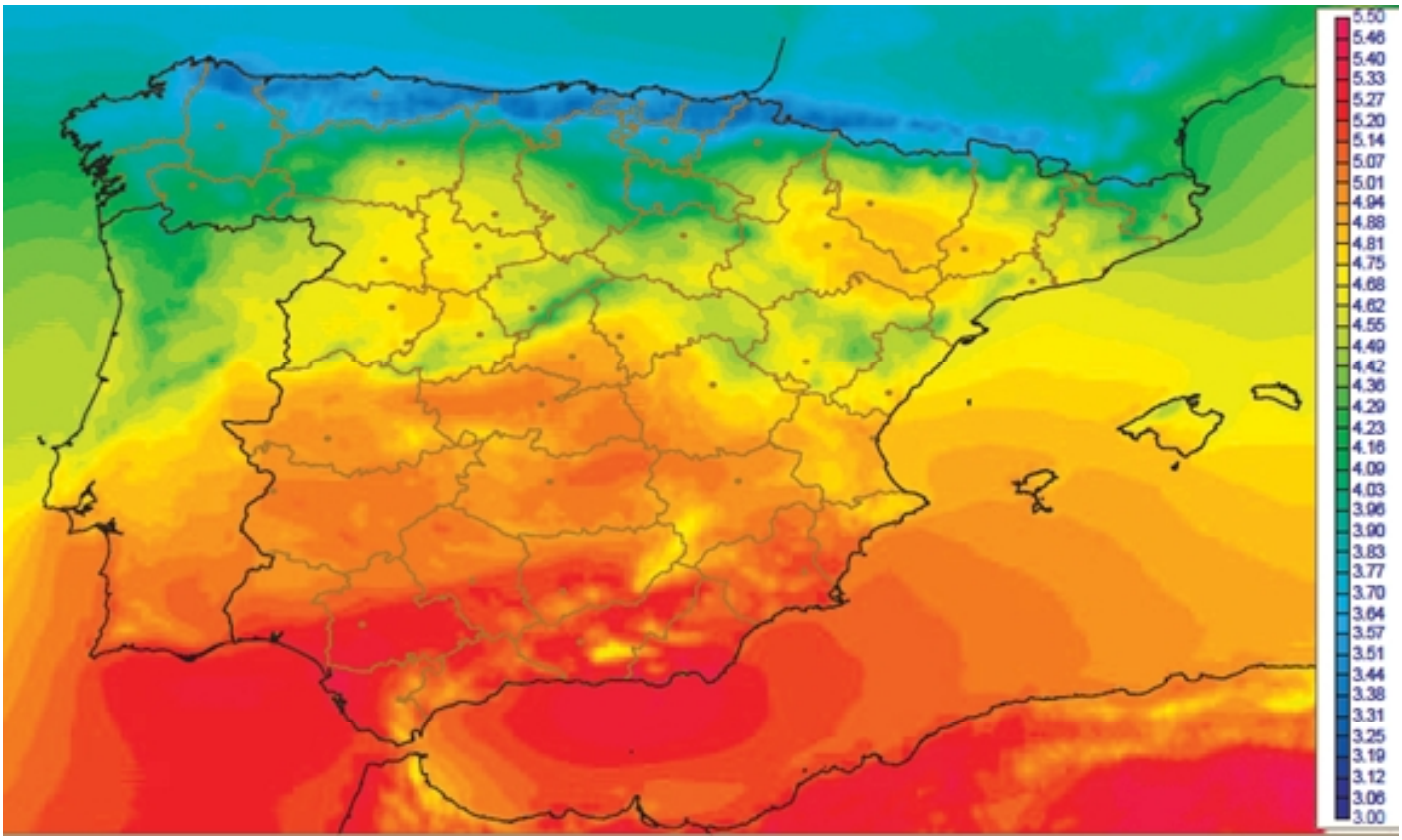


Por último comprobaremos las caracteristicas solares que afectan España, estas características son principalmente la radiación solar directa y difusa en la comunidad valencia, concretamente en Valencia y la *irradiancia*[6] global media anual así como la de invierno y verano.

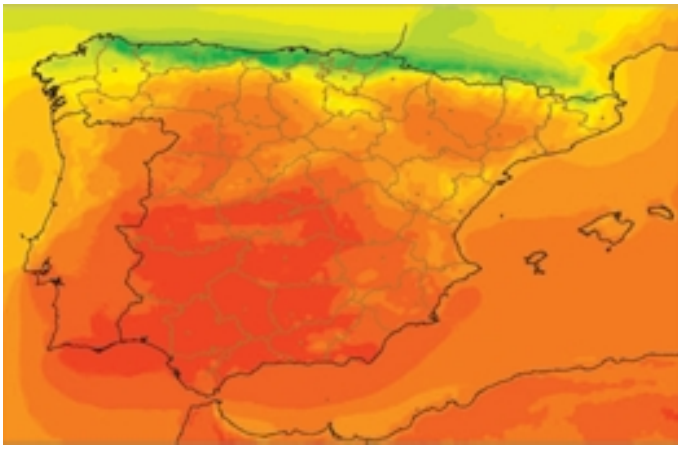
A la izquierda, raduaciones para la Comunidad Valenciana

5 *El pirheliómetro emplea un detector colimado para medir la radiación solar que proviene directamente del sol y de una pequeña porción de cielo alrededor del sol con una incidencia normal (Radiación solar capítulo 3. AEmet)*

6 *Es la rapidez de incidencia de la energía radiante sobre una superficie, por unidad de área. Para expresarla se utiliza la letra G junto con los subíndices o, b y d para la irradiancia extraterrestre, directa y difusa respectivamente. Las unidades comunes para este término son de W/m2. Note que la irradiancia indica claramente que la radiación es un fenómeno que transcurre en el tiempo, en un instante dado. (Radiación solar capítulo 3. AEmet)*



Irradiancia media Global anual W/m2



Irradiancia media Global en verano W/m2

Irradiancia media Global en invierno W/m2

3.6. EL SOLEAMIENTO SOBRE LAS EDIFICACIONES

Una vez introducidos los conceptos básicos que acompañan la acción del sol, es decir, la radiación solar, la energía que aporta y la determinación de la posición solar en función de una fecha determinada, es el momento de aplicarlos a la arquitectura.

El sol es una fuente energética a la disposición de todo el mundo y de todas las edificaciones, su correcto uso puede reducir en más de un 50% el consumo de un edificio. Fueron los motivos económicos los que empujaron a los arquitectos a estudiar la arquitectura solar, y en estos momentos, vuelve a surgir como una buena opción.

El soleamiento en las edificaciones es uno de los factores más importantes a la hora de realizar el desarrollo pasivo para una construcción sostenible.

La utilización pasiva de la energía solar significa aprovechar la radiación directa, almacenándola en determinados elementos de la construcción como por ejemplo, en las paredes y en el suelo.

La concepción de un proyecto sostenible mediante técnicas pasivas no puede realizarse centrándose únicamente en un aspecto, como es en este caso el asoleo. Estos conceptos siempre van ligados a otros de una forma irremediable puesto que por sí solos no son capaces de alcanzar los objetivos que aquí se pretenden, la eficiencia energética, incluso si se descuidan o se obvian, pueden agravar el problema sobre el que se está buscando una solución.

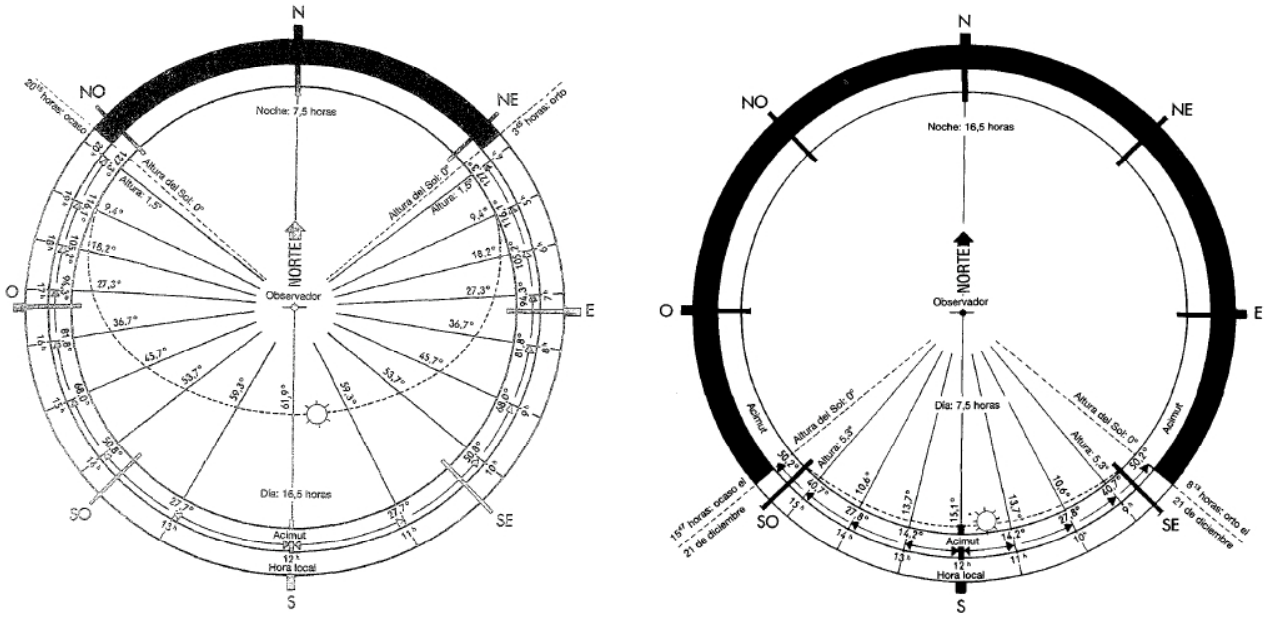
De esta manera, cuando se habla de soleamiento, es inevitable tratar los conceptos relacionados con los materiales, para obtener una captación de la radiación solar o de la ventilación para eliminar posibles sobrecalentamientos, y estos son solo algunos de los problemas que surgen al comenzar a plantear el proyecto sostenible. De igual modo, es imprescindible conocer de forma pormenorizada las características climáticas del lugar en cuestión, la altitud, la latitud, el régimen pluviométrico, la dirección y velocidad de los vientos dominantes, etc.

Proyecto bioclimático Australia. Jean Nouvel

A pesar de todo, es recomendable que, aunque en todo momento deben estar presentes los conceptos arriba expuestos, se estudie cada bloque por separado, para poder comprender perfectamente y en profundidad como afecta al objeto de proyecto cada uno de los grandes bloques.

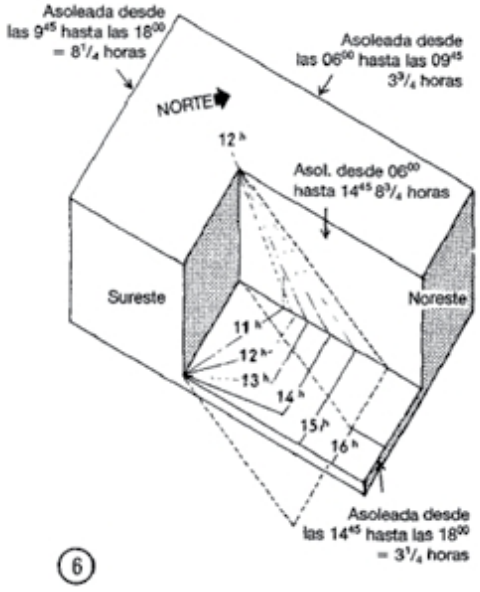
Para poder llevar a cabo el correcto estudio del asoleo incidente, se debe tener en cuenta, como se ha mencionado, el clima, puesto que la **intensidad solar** varía en función de la situación geográfica, esto son, datos estadísticos que hacen referencia a la cantidad días nublados, con niebla, etc. Estos datos pueden obtenerse de la Agencia Estatal de Meteorología.

Hay que tener en cuenta, en función de la estación del año, las horas de sol incidentes sobre cada una de las superficies de estudio. Este dato es de suma importancia por varias razones: la cantidad de horas de sol que calientan los materiales de la edificación, las horas de iluminación natural y por tanto de penetración solar en el habitáculo, y otros factores menos relevantes pero importantes también.



Trayectoria solar correspondiente a los solsticios de verano e invierno respectivamente

Horas de soleamiento para una latitud de 51,5°. Arte de proyectar. NEUFERT



Proyección de sombras a diferentes horas en el equinoccio para una latitud de 51,5°. NEUFERT

Es inevitable, cuando se trata de soleamiento, tener en cuenta las sombras, tanto las arrojadas por el propio edificio, como las proyectadas por el entorno. Un correcto diseño solar puede ser inútil si no se tiene presente, por ejemplo, la sombra que proyecta un edificio cercano, sobre el edificio objeto de estudio. De igual manera, la propia geometría del edificio puede producir sombras sobre otros paramentos, en ocasiones, este efecto puede ser beneficioso o perjudicial.

Por último, cabe destacar la relación evidente entre el sol y el calor, teniendo en cuenta que, según **Ernest Neufert:**

"la curva de calor tiene un retraso de aproximadamente 1 mes, respecto a la curva correspondiente a la altura del Sol a lo largo del año. Por eso, el día más caluroso del año no es el 21 de junio, sino alguno de la última semana de julio; y el día más frío del año no es el 21 de diciembre, sino alguno de la última semana de enero. Evidentemente, también en este caso, hay grandes diferencias de un lugar a otro."

El arte de proyectar. NEUFERT

3.7. ORIENTACIÓN DE LAS EDIFICACIONES

A la hora de proyectar una edificación, uno de los criterios más importantes para un correcto diseño solar pasivo es la **orientación**. Es fundamental conocer el clima y el entorno en el que se va a desarrollar el edificio, conocer los vientos dominantes para poder determinar la posición de la edificación en la parcela, etc. aunque en muchas ocasiones solo se puede adaptar el edificio a la parcela, dificultando o imposibilitando las medidas más favorables de diseño bioclimático.

En el caso de rehabilitaciones, no podrá elegirse la orientación óptima del edificio, ni la distribución favorable (en muchos casos) para dicha orientación, por el hecho de estar ya edificado. Sin embargo, si pueden adoptarse medidas correctoras para favorecer los aspectos positivos de la orientación existente y mitigar los más perjudiciales.

Otro factor relevante en cuanto a la orientación y el asoleo es la **existencia de otras edificaciones** u obstáculos que oculten el sol, incluso las sombras que pueda arrojar la propia edificación sobre sí misma. Un error de este tipo puede ser crítico, como ejemplo, se plantea el caso de un gran vano orientado a sur para maximizar las ganancias solares durante el día, además del beneficio de la iluminación natural, pero sin tener en cuenta la presencia de un gran edificio delante. Durante los meses de invierno, además de no obtener ningún beneficio solar, las pérdidas energéticas a través del vano convertirían una solución destinada al ahorro de energía en un mayor gasto de climatización.

3.7.1 Orientación sur

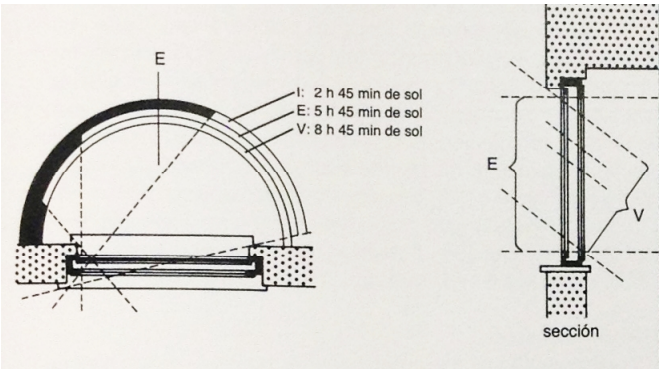
En el hemisferio Norte, la orientación sur es la más favorable por ser la que recibe más horas de sol durante el día en cualquier época del año. Durante el verano el ángulo de inclinación del sol es muy perpendicular, simplificando las medidas protectoras para evitar que el sol entre a través de los huecos. En el caso de los meses de invierno, la penetración del sol puede ser muy elevada debido a la poca inclinación de los rayos solares, maximizando las ganancias solares.

Estas fachada deben estar exentas de edificios altos delante, árboles de hoja perenne o cualquier otro obstáculo que impida el asoleo.

3.7.2 Orientación este/oeste

Tanto la orientación este como la oeste reciben menos horas de luz solar que la sur, la orientación este durante las primeras horas de la mañana y la oeste cuando se pone el sol. La inclinación de los rayos del sol es muy horizontal, puesto que el sol sale y se pone en el horizonte, dificultando mucho más que las fachadas a sur, la protección solar, además de producir molestias visuales.

Durante los meses fríos, las horas de sol que reciben estas fachadas son menos que en los meses cálidos,



Soleamiento sobre fachadas este-oeste. NEUFERT

ya que el sol sale y se pone más próximo al sur.

La orientación oeste puede llegar a ser perjudicial en verano en nuestro clima debido a la acumulación de radiación solar que se obtiene en las últimas horas del día y generando, de esta manera, sobrecalentamientos.

3.7.3 Orientación norte.

En el hemisferio norte, las fachadas que vuelcan en esta dirección no obtienen luz directa en ningún momento y son por tanto las menos deseables si se pretende emplear la energía solar. Son fachadas frías en las que se deberá reforzar el aislamiento térmico y reducir el número de huecos.

Como nota, las propiedades norte/sur se invierten en el hemisferio sur de la tierra, siendo la norte la más soleada y la sur la que no recibe sol en ningún momento del día.

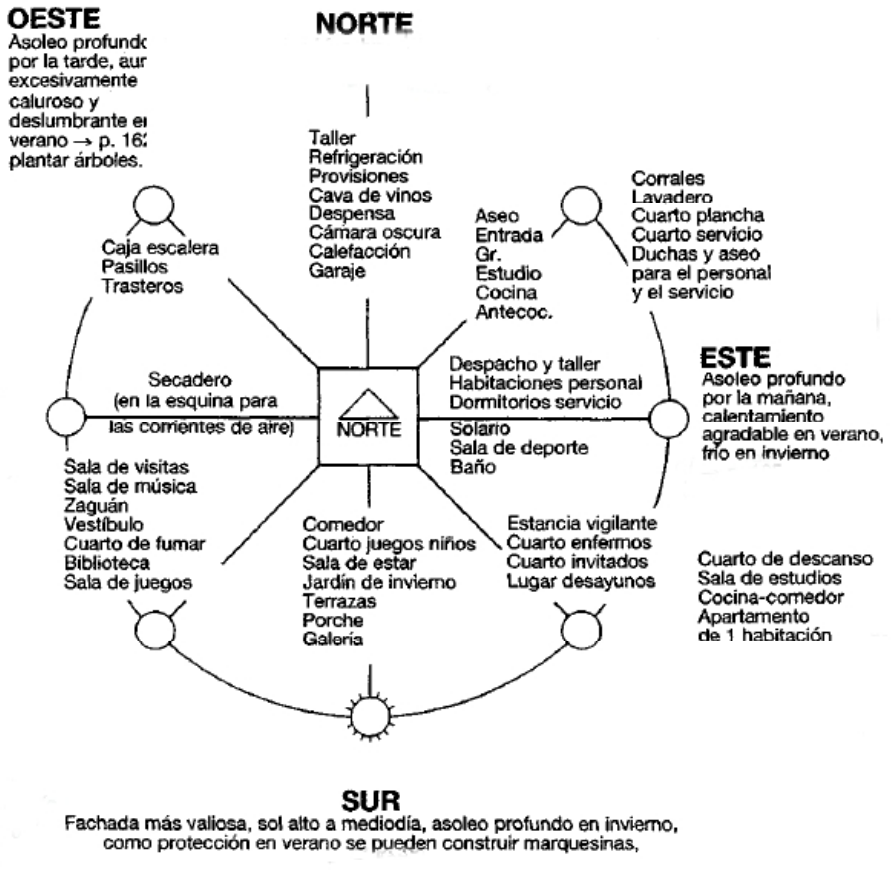
3.7.4 Distribución interior en función de la orientación

El objetivo de estudiar las diferentes formas de incidencia solar en función de su orientación, permite escoger la distribución interior más óptima para poder aprovechar el beneficio solar al máximo.

Como se ha expuesto, la fachada **sur** es la más soleada, y por tanto, es en esta orientación donde se ubicaran las estancias que más ocupación tengan a lo largo del día, es decir, salones, comedores, salas de juego para niños bibliotecas, etc.

Las orientaciones este-oeste recibirán luz al principio y al final del día respectivamente, la elección de las estancias en estas orientaciones responde a un criterio más personal, en ellas se distribuirán los dormitorios, cocina y baños. Se debe tener en cuenta que una habitación a **oeste** será más cálida en invierno, sin embargo en verano es la última zona de la edificación en ser soleada, produciendo sobrecalentamientos importantes. Las estancias a **este**, por el contrario, son agradables en verano por recibir asoleo en las primeras horas, cuando no es tan intensa la radiación solar, pero son frías en invierno.

Por último, el **norte** tiene una buena iluminación para los espacios de trabajo, iluminación



Distribución de estancias interiores en función de la orientación. NEUFERT

difusa, que no produce deslumbramientos no reflejos, sin embargo, en cuanto al ahorro energético, son zonas frías en las que no deberían abundar los huecos y en los que sería ideal la colocación de espacios de paso, como pasillos, corredores, cuartos de instalación, armarios o garajes. Estos espacios pueden servir de colchón para que hagan de protección térmica para las zonas más importantes de la casa.

3.7.5 Otros factores a tener en cuenta

Una vez determinados los puntos clave, ventajas e inconvenientes de cada una de las orientaciones principales, se deben tener presentes otros factores que se estudiarán más adelante, como es el caso de la ventilación y los vientos.

La orientación de una vivienda puede estar favorecida por el asoleo que recibe, sin embargo, se debe tener en cuenta los vientos que inciden sobre esas fachadas, su velocidad y su **temperatura.** En especial, las fachadas recayentes a norte, ya que no reciben soleamiento y si el viento que incide sobre ellas es frío, el enfriamiento de las zonas en contacto será mayor. Una buena solución es ubicar frente a esta fachada, árboles de hoja perenne o setos de cierta altura que disminuyan la incidencia del viento.

Como es evidente, los edificios rara vez se orientan perfectamente a norte, sur, este u oeste, y en ocasiones no queda en manos del arquitecto esta elección, por las condiciones de la parcela, terreno, o planeamiento. Aparte de estos casos, las construcciones se pueden orientar con una inclinación respecto a los puntos cardinales, el caso de la orientación más favorable, será la sur con una inclinación no mayor a 30° hacia este u oeste, para maximizar las ganancias solares, puesto que están asoleadas con rayos poco inclinados y muy profundos.

3.8. PRINCIPIOS DE DISEÑO CON CONDICIONANTES SOLARES

El objetivo final del estudio solar se centra en un diseño eficiente para poder conseguir el mayor ahorro energético mediante el uso del sol. Este diseño no solo trata de captar la máxima radiación solar, si no de protegerse durante los meses más cálidos a fin de ahorrar en el uso de aire acondicionado.

Para la realización de este diseño, es necesario tener muy presentes los conceptos de **orientación** desarrollados con anterioridad.

Como en el resto de factores relevantes para el diseño solar pasivo, el conocimiento de la climatología es fundamental. Los **climas extremos**, tanto fríos como cálidos, requieren unas medidas totalmente diferentes y errar a la hora de escogerlas, supone agravar la situación en lugar de mejorarla. De igual modo, en el clima **continental**, con veranos cálidos e inviernos muy fríos, los diseños radicales favorecerán el ahorro energético en verano o invierno, pero lo perjudicarán seriamente en la estación opuesta, por tanto hay adoptar las medidas con mucho cuidado y requerirán, por lo general, mucho más estudio.

Ejemplo de casa solar pasiva, grandes ventanales y protecciones solares fijas. Proyecto de casa domo europea

Por lo tanto, la estrategia a seguir cuando el clima predominante es cálido, será de protección solar y para climas fríos la captación y almacenamiento solar. En climas intermedios, la estrategia a adoptar será una mezcla de las dos anteriores. En cualquier caso, el aislamiento de las envolventes es fundamental para evitar pérdidas o ganancias de temperatura, según sea el caso.

3.8.1 Diseño para la protección solar

Cuando se trata de climas cálidos o continentales, es necesario disponer de protecciones solares que reduzcan el asoleo incidente sobre las fachadas y sobre todo en los huecos a fin de minimizar el sobrecalentamiento. Estas medidas son variadas y dependen en gran medida de la orientación de la fachada puesto que la inclinación de los rayos solares puede invalidar soluciones aptas para otras orientaciones.

Brise-soleil

El brise –soleil, diseñado por Le Corbusier es una de las medidas más efectivas y a la vez más complejas que pueden adoptarse a la hora de diseñar protecciones solares.

Se trata de voladizos verticales y/o horizontales **fijos**, calculados de manera precisa en función de la orientación de la fachada con el fin de permitir la penetración solar en los huecos en invierno y evitar el asoleo de estos en verano.

Hay que tener en cuenta que las orientaciones este y oeste proyectan unos rayos muy horizontales, con lo cual, mediante voladizos horizontales no conseguiríamos nada sin sobresalir de una forma impracticable, de modo que deben disponerse verticalmente. Esta forma supone un inconveniente, al plantear brise –soleils verticales aseguramos que el sol no entre en verano, pero también en invierno en gran medida, de este modo, en estas fachadas no es una solución óptima, es mucho más recomendable el uso de árboles de hoja caduca como se expuso anteriormente.

Marquesinas móviles

En la actualidad se han desarrollados técnicas para la protección solar basadas en el brise soleil de Le Corbusier, salvando la dificultad y el grado de estudio que conlleva realizar protecciones fijas.

Estas marquesinas son móviles pudiendo plegarse o abatirse en invierno permitiendo el máximo asoleo o mediante mecanismos electrónicos o domótica.

Brise soleil Centro de acogida Newman. Madrid 2012. Estudio Lemon

3.8.2 Diseño para la captación y acumulación solar

Cuando se trata de climas fríos, las técnicas que deben adoptarse serán de captación y sobre todo de acumulación solar, puesto que será en las horas de ausencia de sol en las que más demanda energética habrá.

Cuando se trata de climas continentales serán de aplicación las medias de brise soleil expuestas en el punto anterior: protección solar en verano y penetración del sol en las estancias en invierno.

Masa térmica

Cuando se trata de captación solar, lo que se pretende es que durante las horas de sol, los materiales, muros, suelos y cubiertas, que reciben sol, lo capten y mediante la *inercia térmica,* lo liberen gradualmente en los periodos nocturnos.

La técnica de la masa térmica es también una buena opción para climas con variaciones de temperatura importantes en invierno y en verano, durante el día, debido a la inercia del material, el calo no penetra en la estancia y se va liberando gradualmente la temperatura a lo largo de la noche.

Los edificios de gran *inercia térmica*[7] tienen variaciones térmicas menores, presentando por tanto una estabilidad térmica mayor.

Los materiales que mayor masa térmica tienen, y por tanto, más idóneos son para este fin, son aquellos que poseen un alto calor específico volumétrico, alta densidad y baja o moderada conductividad térmica, entre 0,5 y 2,0 W/mK, además de un espesor considerable. Algunos de estos materiales son los **ladrillos de adobe o termoarcilla, tierra, barro o césped** (algunas construcciones están arropadas o parcialmente cubiertas por el terreno, la masa térmica no la proporcionan las paredes, si no el terreno con las que están en contacto), **pétreos naturales, hormigón** (la conductividad del hormigón es muy heterogénea, dependiendo de su composición, hormigones con piedra tienen una conductividad térmica mayor que otros con ceniza, perlita, fibras u otros tipos de aislantes añadidos) y **agua** (grandes tanques de agua dispuestos en zonas soleadas), siendo este último uno de los más eficientes.

Material	Clave	Densidad (ρ)	Coef. Conducti-vidad (λ)	Calor Esp. (c)	p.c (λ)
		Kg /m³	W/mK	J/KgK	k/m²
Hormigón	A	2200	2	1000	1333
Enfoscado cemento	B	1600	0	836	1486
Enfoscado de yeso	C	1500	0	1000	2679
Ladrillo ma-cizo	D	1800	0	836	1730
Ladrillo hueco	E	1200	0	836	2047
Madera	F	700	0	1600	6588
Madera	G	800	0	1600	9143
Vidrio	H	2500	0	750	1974
Aluminio	I	2700	204	880	12
Acero	J	7500	50	450	68
Piedra	K	2600	2	1000	1130
Bloque de hormigón	L	1400	0	1000	2500

Parámetros característicos de materiales de construcción Domingez y Santa-maría 2001

Ejemplo de vivienda semienterrada.

Es fundamental cuando se trata el tema de la masa térmica, tener presente que la posición del aislamiento respecto al cerramiento tendrá consecuencias en cuanto a los resultados, como expresa Neila en su publicación:

7 *La inercia térmica es la capacidad que tiene la masa de conservar la energía térmica recibida e ir liberándola progresiva-mente. La inercia térmica o capacidad de almacenar energía de un material depende de su masa, su densidad y su calor específi-co.*

"Un cerramiento convencional, con el aislamiento por el interior aporta entre el 10- 20% de su masa térmica a la inercia del local. Sin embargo, un cerramiento con el aislamiento por el exterior aportará el 90%, y uno que no necesite emplear aislante térmico entre el 40-60% de su capacidad máxima"

F. Javier Neila. "Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible" Madrid 2004

No se debe confundir masa térmica e inercia térmica con aislamiento, puesto que los materiales empleados para aislar suelen tener una mayor conductividad térmica que los empleados para producir masas térmicas.

Para llevar a cabo la acumulación en los muros, estos deben estar constituidos de materiales de gran densidad y, muy importante, un espesor comprendido entre 25 y 40 cm, con un tono de acabado oscuro para evitar la reflexión de la radiación. El muro destinado a generar masa térmica debe tener un grosor apropiado de modo que durante el día el interior se conserve fresco y por la noche se libere el calor acumulado. Si el muro es demasiado fino, el calor comenzará su cesión al interior durante el día, justo cuando no es necesario, y no quedaría suficiente para las horas nocturnas. Por el contrario, si es demasiado grueso, costará mucho más acumular calor y comenzar a liberarlo, llegando a liberarlo en su totalidad en horas del día que ya no se necesita dicho calor.

Muro Trombe

El muro Trombe es un sistema de ganancia solar pasivo indirecto, Edward Morse patento el diseño en 1881 pero fue ignorado hasta el 1964 cuando fue popularizado por las construcciones de solares pasivas del ingeniero **Felix Trombe** y el arquitecto **Jacques Michel.**

Ejemplo de muro Trombe

El muro Trombe está construido con materiales que puedan acumular al calor bajo el efecto de la masa térmica combinando el espacio de aire con una superficie de vidrio.

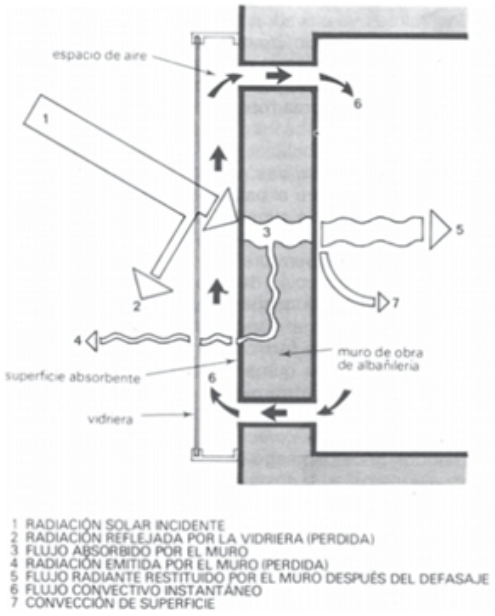
El muro Trombe trabaja absorbiendo la radiación solar por su cara exterior y mediante el fenómeno de conducción, transfiriendo el calor al interior de la vivienda. En ocasiones se añaden orificios de ventilación al grueso muro para distribuir el calor dentro del habitáculo, por convección (termocirculación), únicamente en las horas de luz.

Su constitución es de un muro pesado de unos 20 a 40 cm con gran inercia térmica y frente a este en su cara exterior, una superficie de vidrio simple o doble, encargado de calentar mediante el efecto invernadero, la masa de aire que queda confinada entre las dos superficies. La cámara de aire que queda en el interior debe estar comprendida entre 20 y 150 mm a fin de que no se produzcan efectos conductivos.

Adicionalmente se pueden colocar unas películas oscuras sobre el muro pesado para poder absorber parte del espectro solar.

El empleo del muro Trombe es diferente en invierno y en verano y puede tener diferentes usos según convenga.

En **verano**, las aberturas del muro tienen posiciones diferentes que en invierno. La abertura del muro inferior permanecerá abierta y la superior cerrada, de este modo mediante efectos convectivos se producirá una

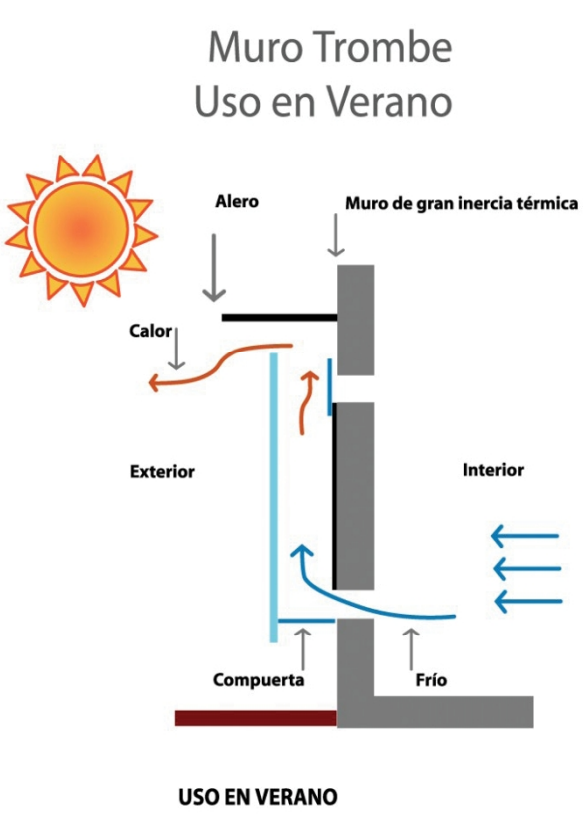


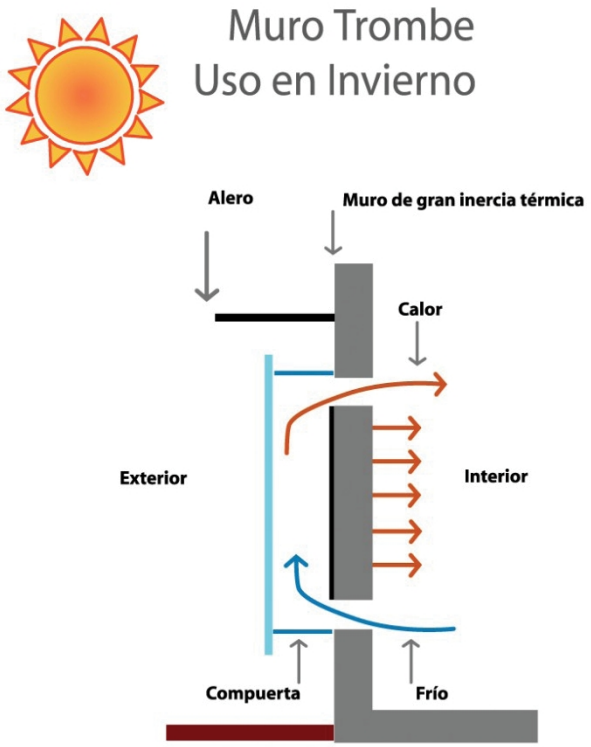
Muro colector. Arquitectura bioclimática. Izard/ Guyot

circulación del aire caliente, saliendo el aire caliente del interior de la vivienda por la cámara de aire hacia arriba puesto que la abertura superior del muro estará cerrada y la compuerta superior abierta.

En **invierno**, con el mismo proceso convectivo, las compuertas del muro deben permanecer cerradas y las aberturas del muro abiertas, de tal modo que el efecto invernado caliente la masa de aire entre el vidrio y el muro y ascienda penetrando por la abertura del muro ya que es la única salida del aire, y mediante este movimiento, el aire frio del interior de la vivienda penetrará por la abertura inferior introduciéndose en la cámara de aire y calentándose. De este modo se genera una circulación de aire caliente frío que mantiene aclimatada la vivienda en invierno.

Durante el tiempo en que no se ocupe la edificación o no sea necesario el efecto del muro Trombe, las aberturas del muro deben permanecer cerradas y las compuertas abiertas, de modo que la circulación de aire se produzca por la cámara de aire.





Fuente: Plataforma arquitectura

El muro Trombe es el antecesor de las **fachadas de ventiladas**, si bien es cierto que estas fachadas no producen las ganancias en invierno que producen los muros colectores puesto que aunque el principio convectivo es el mismo, la masa térmica no penetra en el interior de la edificación ni dispone de compuertas para permitir o negar el paso del aire exterior, sin embargo permite que no se sobrecaliente la hoja de la fachada interior al existir una circulación interior del aire. Además, al ubicar el aislamiento térmico al exterior, puede llegar a aportar hasta un 90% de su masa térmica a la inercia del local.

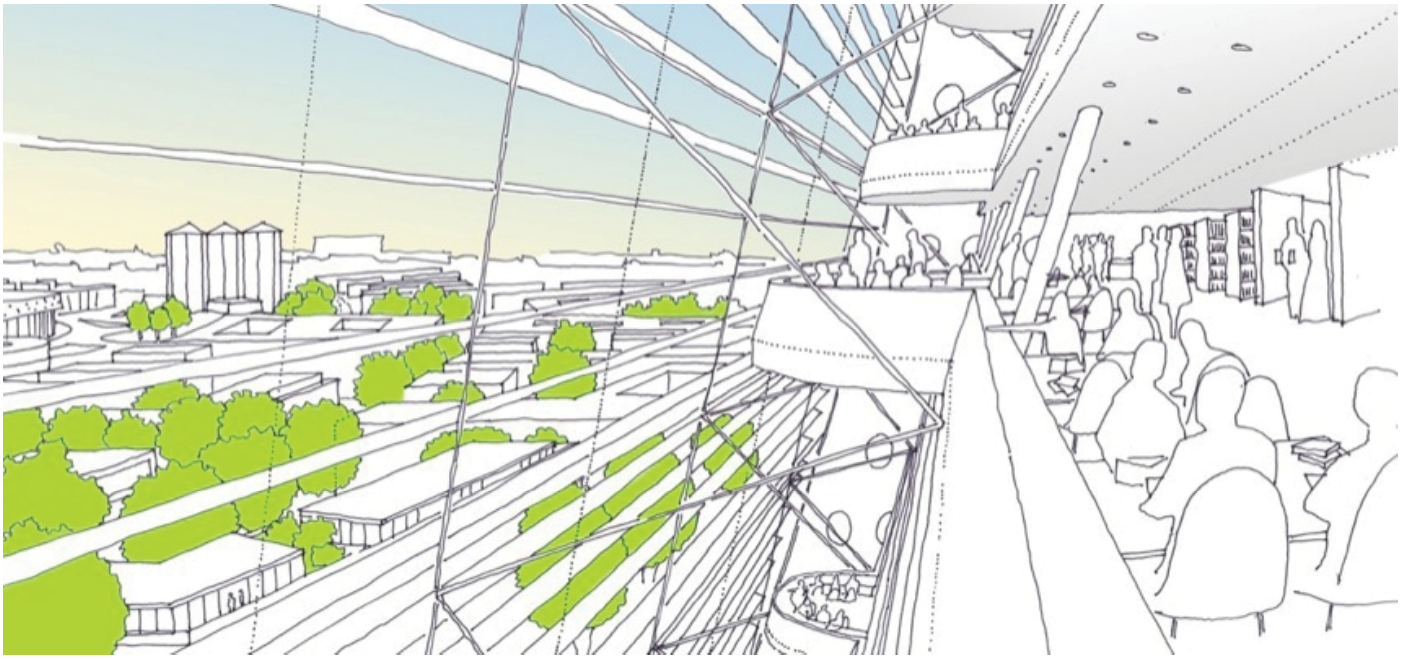
En edificios de uso intermitente regular, es decir, que solo se emplean durante el día, como pueden ser edificios de uso administrativo, escolar o comercial, el sistema puede ser apropiado si se emplean paredes de masa más delgadas, entorno a 10cm de hormigón, de este modo se calientan rápidamente y liberan el calor antes.

Estudiados en profundidad los conceptos relativos al sol, su posición, radiación, etc. así como las técnicas para aprovechar este recurso inagotable de la naturaleza a favor del confort en las edificaciones, surgen cuestiones y se plantean problemas a los que es necesario prestarle atención.

No siempre es posible por múltiples causas la aplicación de las técnicas descritas anteriormente para lograr el confort así como tampoco se puede alcanzar el máximo confort aplicando únicamente técnicas solares pasivas. En ocasiones se pueden producir, por ejemplo, sobrecalentamientos y aquí, entre entras muchas opciones, es donde cobra importancia otro recurso natural, **la ventilación**, que ocupará es siguiente capítulo.

Capítulo IV.

Estudio de ventilación



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

PROYECTO DE FINAL DE GRADO
Taller 11. Arquitectura sostenible, medio ambiente y eficiencia energética.

4.1 EL VIENTO

"Viento: (Del latín ventus). m. Corriente de aire producida en la atmósfera por causas naturales."
Definición según la RAE.

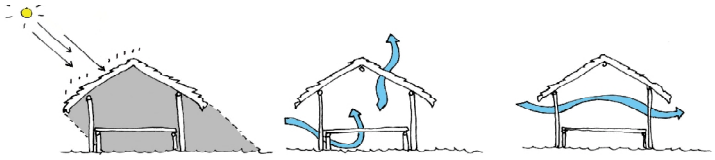
El viento es un factor climático que no se puede ignorar, de lo contrario, sus manifestaciones ya se ocuparían de que nos acordáramos de él. Algunas de sus numerosas manifestaciones pueden ser:

Viento antártico. Ushuaia, Tierra de Fuego, Patagonia ,Argentina.

- La molestia que produce en las circulaciones peatonales.
- El polvo transportado.
- Los ruidos provocados por la vibración de ciertos objetos.
- Los fenómenos vibratorios que causan roturas en materiales.
- Los efectos mecánicos directos sobre la construcción (vidrios hechos añicos, tejados arrancados, etc.)
- La amplificación de las consecuencias de la polución atmosférica.
- Menor rendimiento de los cultivos.

Dado el perjuicio que ocasionan sus numerosas manifestaciones en el día a día, a lo largo de la historia, el hombre ha aprendido a protegerse del viento y a veces incluso a sacar partido del mismo en su propio beneficio. Algunos ejemplos de estos casos son:

- La localización de los pueblos en las laderas de las montañas que reciben mayor cantidad de radiación solar (Solana) estando así al abrigo de los vientos del Norte.
- La forma anemomórfica (escalonadas y orientadas al Sur) de las masías provenzales para causar una menor resistencia al viento y la falta de huecos en las fachadas Norte, concentrándose estos en las fachadas al Sur.
- La vivienda tropical que explota el mínimo soplo de aire para la ventilación interior de esta.
- La vivienda iraní o pakistaní dotada de "colectores de viento" que sobrepasen los tejados.



Esquema ventilacion en vivienda tropical.

Pueblo situado en la "solana" de la montaña.

Masia provenzal

Torres de viento. Irán

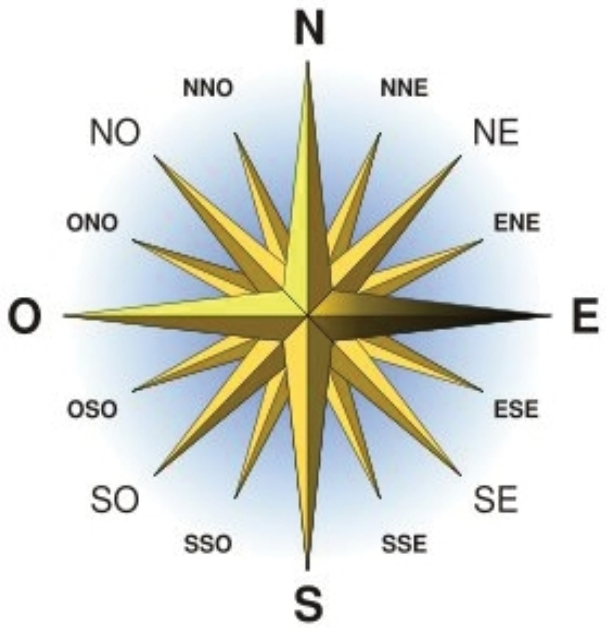
Hoy en día, las construcciones contemporáneas ignoran este aspecto del climático a la hora de construir viviendas creando perjuicios en estas, como por ejemplo las grandes alturas al pie de los inmuebles, o los ambientes faltos de confort en el interior de las viviendas.

Por estas razones procedemos a un mayor estudio del viento y en concreto de la ventilación en la arquitectura, pudiendo así poseer mayor conocimiento de esta para mejorar las construcciones y realizar estas de una forma más sostenible y bioclimática.

4.1.1 Dirección y velocidad

LA DIRECCIÓN DEL VIENTO: La dirección viene definida por el punto del horizonte del observador desde el cual sopla el viento. En la actualidad, se usa internacionalmente la rosa dividida en 360°. El cálculo se realiza tomando como origen el norte y contando los grados en el sentido de giro del reloj.

De este modo, un viento del SE equivale a 135°; uno del S, a 180°; uno del NW, a 315°, etc.



Rosa de los Vientos.

LA VELOCIDAD DEL VIENTO: La velocidad se mide, preferentemente en náutica en nudos y mediante la escala Beaufort. Esta escala comprende 12 grados de intensidad creciente que describen el viento a partir del estado de la mar. Esta descripción es inexacta pues varía en función del tipo de aguas donde se manifiesta el viento. Con la llegada de los modernos anemómetros, a cada grado de la escala se le ha asignado una banda de velocidades medidas por lo menos durante 10 minutos a 10 metros de altura sobre el nivel del mar.

En la meteorología sinóptica moderna, la escala Beaufort tiende a sustituirse por las mediciones precisas en nudos, de todas formas vamos a repasar levemente dicha escala:

> *Escala Beaufort:* es una medida empírica para la intensidad del viento, basada principalmente en el estado del mar, de sus olas y la fuerza del viento. Su nombre completo es Escala de Beaufort de la Fuerza de los Vientos.
>
> La escala fue creada por Sir Francis Beaufort (oficial naval e hidrógrafo), alrededor de 1805. La escala inicial no tenía velocidades de vientos, sino que detallaba un conjunto de condiciones cualitativas desde 0 a 12 de acuerdo a cómo un navío actuaría bajo cada una de ellas, desde 'apenas suficiente para maniobrar' hasta 'insostenible para las velas'.
>
> La escala fue adaptada para uso no naval a partir de los 1850s, cuando los números de Beaufort se asociaron con el número de rotaciones de un anemómetro para medir la velocidad del viento.

En 1906, con el advenimiento del vapor, las descripciones se cambiaron de cómo el mar se comportaba y se extendieron a las observaciones en tierra gracias al meteorólogo George Simpson, director de la Oficina Meteorológica, que agrego dichos descriptores para la tierra.

La velocidad del viento en la Escala de Beaufort puede expresarse por la fórmula:

$$V = 0{,}837\ B3/2\ M/S$$

Esta relación sólo se estandarizó en 1923, y la medida fue ligeramente alterada algunas décadas más tarde para mejorar su utilidad para los meteorólogos.

La Escala Beaufort se extendió en 1944, donde se agregaron las fuerzas 13 a 17. Estas fuerzas solo se aplican en casos especiales para medir los huracanes. Actualmente, la escala extendida se usa en Taiwán y en China, que frecuentemente son afectados por tifones.

Número de Beaufort	Velocidad del viento (km/h)	Nudos (millas náuticas/h)	Denominación	Aspecto del mar	Efectos en tierra
0	0 a 1	< 1	**Calma**	Despejado	Calma, el humo asciende verticalmente
1	2 a 5	1 a 3	**Ventolina**	Pequeñas olas, pero sin espuma	El humo indica la dirección del viento
2	6 a 11	4 a 6	**Flojito** (Brisa muy débil)	Crestas de apariencia vítrea, sin romper	Se mueven las hojas de los árboles, empiezan a moverse los molinos
3	12 a 19	7 a 10	**Flojo** (Brisa Ligera)	Pequeñas olas, crestas rompientes.	Se agitan las hojas, ondulan las banderas
4	20 a 28	11 a 16	**Bonancible** (Brisa moderada)	Borreguillos numerosos, olas cada vez más largas	Se levanta polvo y papeles, se agitan las copas de los árboles
5	29 a 38	17 a 21	**Fresquito** (Brisa fresca)	Olas medianas y alargadas, borreguillos muy abundantes	Pequeños movimientos de los árboles, superficie de los lagos ondulada
6	39 a 49	22 a 27	**Fresco** (Brisa fuerte)	Comienzan a formarse olas grandes, crestas rompientes, espuma	Se mueven las ramas de los árboles, dificultad para mantener abierto el paraguas.
7	50 a 61	28 a 33	**Frescachón** (Viento fuerte)	Mar gruesa, con espuma arrastrada en dirección del viento	Se mueven los árboles grandes, dificultad para andar contra el viento
8	62 a 74	34 a 40	**Temporal** (Viento duro)	Grandes olas rompientes, franjas de espuma	Se quiebran las copas de los árboles, circulación de personas dificultosa
9	75 a 88	41 a 47	**Temporal fuerte** (Muy duro)	Olas muy grandes, rompientes. Visibilidad mermada	Daños en árboles, imposible andar contra el viento
10	89 a 102	48 a 55	**Temporal duro** (Temporal)	Olas muy gruesas con crestas empenachadas. Superficie del mar blanca.	Árboles arrancados, daños en la estructura de las construcciones
11	103 a 117	56 a 63	**Temporal muy duro** (Borrasca)	Olas excepcionalmente grandes, mar completamente blanca, visibilidad muy reducida	Estragos abundantes en construcciones, tejados y árboles
12	+ 118	+64	**Temporal huracanado** (Huracán)	Olas excepcionalmente grandes, mar blanca, visibilidad nula	Estragos abundantes en construcciones, tejados y árboles y lluvias.

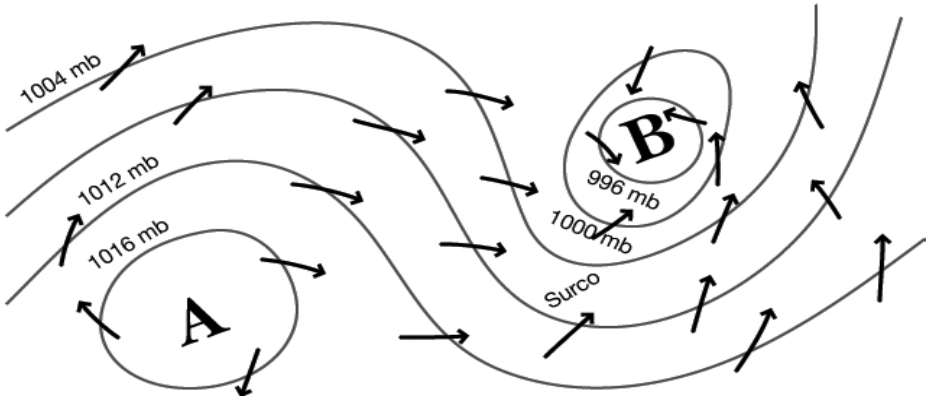
Escala Beaufort.

4.2 EL VIENTO Y SUS EFECTOS

4.2.1 El movimiento del Viento

El viento es un desplazamiento de aire que viene dado por las diferencias de presión producidas por la diferencia de temperatura o por el propio viento en el ambiente, moviéndose de las zonas de altas presiones (anticiclón) a las zonas de bajas presiones (depresión).

El desplazamiento del aire no se produce de forma rectilínea y ordenada, a causa de la Fuerza de Coriolis[1], sino que toma forma de "S", curvándose y divergiendo en el sentido de las agujas del reloj en torno al anticiclón y convergiendo en el sentido contrario en torno a la depresión.



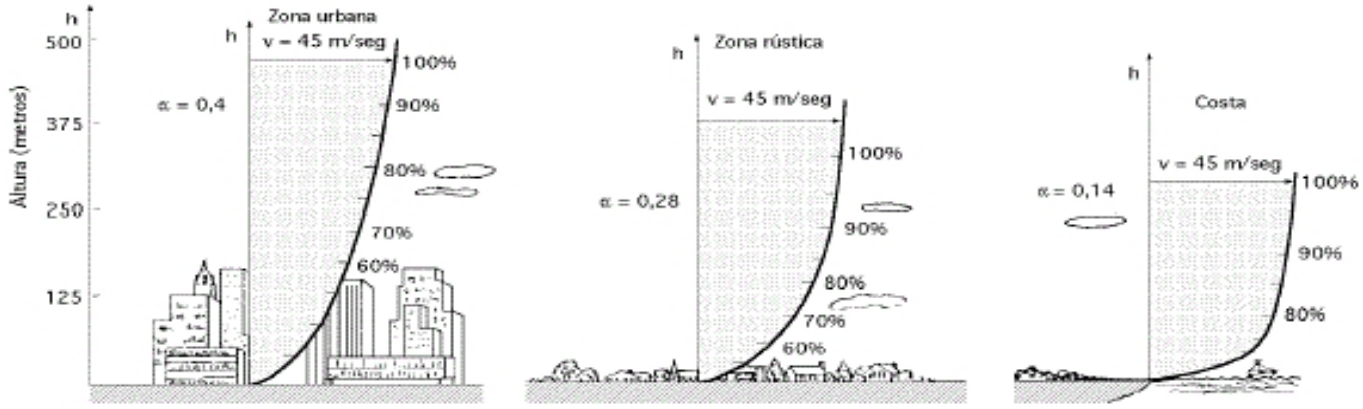
Movimiento del viento anticiclón-depresión.

La estructura propia del viento hace que por debajo de los 3.000 metros de altura, las fuerzas de frotación contra la superficie terrestre aminoren el desplazamiento del aire provocando una turbulencia de los "filetes" de aire unos contra otros. Estos movimientos turbulentos se ven afectados según la naturaleza de la superficie terrestre, siempre dentro de una zona llamada capa límite de la atmósfera.

Movimiento laminar y turbulento del viento.

1 ***La fuerza de Coriolis:*** *es una fuerza ficticia que aparece cuando un cuerpo está en movimiento con respecto a un sistema en rotación y se describe su movimiento en ese referencial. La fuerza de Coriolis es diferente de la fuerza centrífuga. La fuerza de Coriolis siempre es perpendicular a la dirección del eje de rotación del sistema y a la dirección del movimiento del cuerpo vista desde el sistema en rotación.*

El espesor de la capa límite de la atmósfera depende de la rugosidad del suelo, dado que se verá aumentado a mayor rugosidad de este.



Altura de la Capa límite atmosférica.

Como podemos observar en las grandes ciudades, debido a la rugosidad del suelo debida a los edificios, la altura de la capa límite es mayor que en una zona de costa exenta de edificios.

La velocidad del viento en dicha capa, dependerá de la altitud por la que se sitúe, dado que a mayor altitud su velocidad aumentará, disminuyendo las turbulencias, pero, en una misma altitud, la velocidad del viento se verá perjudicada cuando la rugosidad del suelo aumente.

4.2.2 Efectos del viento sobre el hombre

El viento provoca unos efectos sobre el hombre que pueden ser de dos órdenes: *acción mecánica y acción térmica.*

- ***Acción mecánica:*** Ha habido varios autores como *Wise, Melboume, Joubert, Hunt o Davenport* que han dado un enfoque relativo a los umbrales de perjuicio del viento hacia las personas, pero el autor cuyo enfoque ha sido más operacional ha sido el dado por Gandemer, un científico del C.S.T.B[21], (Nantes-Francia), donde se integra *la velocidad media, la turbulencia y la frecuencia de rebasamiento.* A título indicativo podemos retener que:

	Velocidad	≤ 4 m/s:	**sensación débil**
5 ≤	Velocidad	≤ 10 m/s:	**no hay perjuicio grave para el hombre**
10 ≤	Velocidad	≤ 15 m/s:	**perjuicio grave para el hombre**
	Velocidad	≥ 15 m/s:	**viento peligroso para los peatones**

- ***Acción térmica:*** Recordemos que los desplazamientos de aire aceleran los intercambios de temperatura de nuestro cuerpo de dos formas:

  1. Por *convección* entre la superficie de la piel y el medio ambiente.

  2. Por *evaporación* del sudor del cuerpo.

2 *C.S.T.B: Centre Scientifique et Technique du Bâtiment "Centro Científico y Técnico para la Construcción"*

4.2.3 Influencia de las construcciones sobre los movimientos del viento

Las diferentes disposiciones de las edificaciones y construcciones, y las formas de estas, pueden engendrar localmente o sobre extensiones importantes, fenómenos de aceleración del viento, provocando bruscas ráfagas que ocasionan una falta de confort o incluso un cierto peligro para las personas. Algunos casos que suceden con mayor frecuencia son:

- **Efecto Esquina:** En el ángulo de un edificio de gran altura las aceleraciones pueden ser elevadas, dado que las aristas verticales provocan turbulencias en el aire. Este efecto se limita a un área de radio no mayor a la anchura del edificio, y se intensifica cuando dos edificios de gran altura se encuentran demasiado juntos (d<2h).
- **Efecto estela:** efecto similar al de esquina, intensificado al prolongarse la zona de turbulencias a sotavento del edificio.
- **Efecto Venturi:** Cuando dos edificios de más de 5 alturas y longitudes superiores a 100 m se hallan implantados de manera que formen un colector de abertura menor de 2-3 veces la altura de estos, se crea una aceleración al nivel del suelo.
- **Efecto de pilotes:** El viento rodea el obstáculo y es guiado por los pilotes, luego vuelve a salir más abajo en forma de chorro de aire.
- **Efecto de rodillo:** Sobre la fachada expuesta al viento de un edificio, este efecto repercute en la parte descendiente del flujo que se organiza en rodillo remolinante de eje horizontal.
- **Efecto de vórtice descendente:** Cuando un edificio de gran altura sobresale por encima de la trama urbana, debido a la diferencia de presiones entre la parte superior del edificio completamente expuesta y la base de este protegida, el viento se desvía, creándose una fuerte corriente ascendente y otra descendente que al alcanzar la base genera una zona de turbulencias.
- **Efecto vacío:** Cuando un edificio de 5 o más plantas alberga un pasaje o una zona sobre elevada en la planta baja, aumenta el efecto vórtice al canalizarse el flujo descendente por la abertura.
- **Efecto canal:** Canalización del viento que se produce cercano al suelo en agrupaciones de tipo calle corredor paralelas a la dirección de la corriente de aire. Cuando dicho efecto adquiere cierta intensidad, succiona el viento que circula sobre los edificios, creando flujos descendentes.
- **Efecto pirámide:** Debido a que las formas piramidales ofrecen poca resistencia al viento porque lo dispersa en todas direcciones, se explica por qué los edificios de gran altura utilizan la tipología de grada.
- **Efecto refugio:** Producido por la sombra de viento generada por los edificios de una agrupación, protegiendo a las edificaciones situadas aguas abajo. Es necesario estudiar la conveniencia de aprovechar o eliminar sus efectos en función del clima del emplazamiento.

4.2.4 Vientos predominantes en España

Los vientos predominantes en la península Ibérica, son aquellos que soplan con mayor frecuencia en una zona, aunque no sean los de mayor intensidad, que en este caso pasarían a ser viento locales.

Debido a la situación y a las características orográficas de las diferentes zonas, en la península contamos con un buen número de vientos regionales y locales.

- ***Xaloc o jaloque:***

  Componente - Viento del SE
  Zona de influencia - Levante y sureste peninsular
  Características - Procedente del Sahára y algo húmedo. Posible lluvia.

- ***Vendaval:***

  Componente – Viento del SO
  Zona de influencia – Golfo de Cádiz y valle del Guadalquivir
  Características – Racheado y algo húmedo. Típico en primavera y verano.

- ***Tramontana:***

  Componente – Viento del N
  Zona de influencia – Cataluña y Baleares
  Características – Frio y turbulento

- ***Solano:***

  Componente – Viento del E
  Zona de influencia – Extremadura y Castilla La-Mancha
  Características – De carácter terral

- ***Poniente:***

  Componente – Viento del O
  Zona de influencia – En toda la peninsula
  Características – Húmedo por su procedencia atlántica

- ***Mestral o Mistral:***

  Componente – Viento del NO
  Zona de influencia – Litoral catalán y Baleares
  Características – Racheado, con temporal

- ***Llevant:***

  Componente – Viento del E y del NE
  Zona de influencia – Costa de Cataluña y Baleares
  Características – Fresco y húmedo, de temporal

- ***Leveche:***

  Componente – Viento del S o del SO
  Zona de influencia – Costas de Múrcia y Alicante
  Características – Cálido y seco, a veces con polvo del Sáhara

- ***Levante:***

  Componente – Viento del E
  Zona de influencia – Estrecho de Gibraltar y sureste peninsular hasta Murcia
  Características – Persistente y racheado, sopla más en verano

- ***Garbí:***

  Componente – Viento del E o del SO
  Zona de influencia – Costas catalanas y valencianas
  Características – Brisa marina muy regular

- ***Gallego o Regañón:***

  Componente – Viento del NO
  Zona de influencia – Valle del Duero
  Características – Frio y racheado

- ***Galerna:***

  Componente – Viento del NO o del SO
  Zona de influencia – Costa cantábrica y golfo de Vizcaya
  Características – Brusco, asociado a fuerte temporal en el mar

- ***Cierzo:***

  Componente – Viento del NO
  Zona de influencia – Valle del Ebro
  Características – Frio y seco

- ***Bochorno:***

  Componente – Viento del SE
  Zona de influencia – Andalucia, La Mancha y Valle del Ebro
  Características – Cálido

- ***Ábrego:***

  Componente – Viento del SO
  Zona de influencia – Vertiente atlántica
  Características – Templado y húmedo

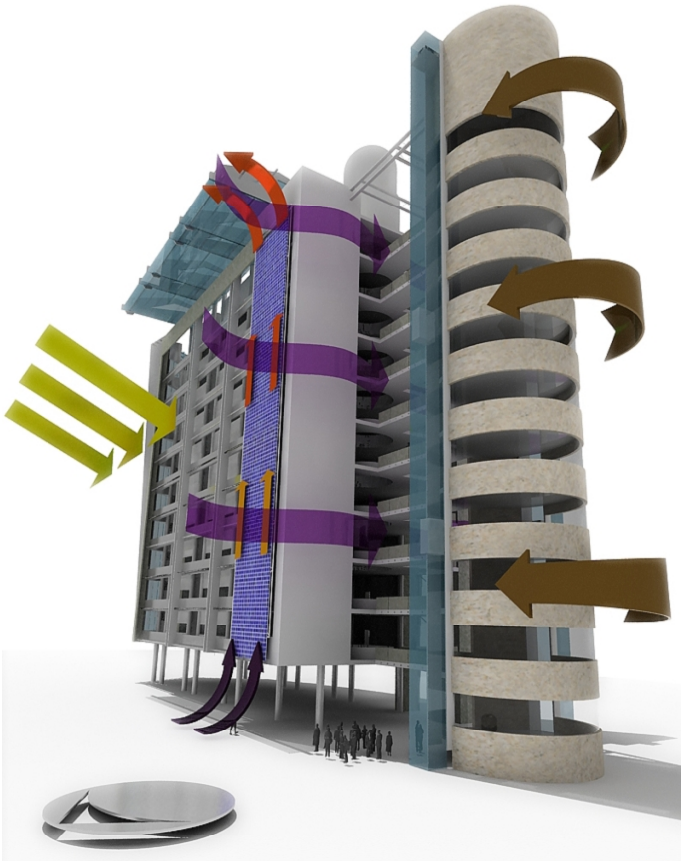
Mapa vientos dominantes en España.

4.3. LA VENTILACIÓN EN LA ARQUITECTURA

"***Ventilación:*** *proceso de renovación del aire de los locales para limitar el deterioro de su calidad, desde el punto de vista de su composición, que se realiza mediante entrada de aire exterior y evacuación de aire viciado.*" Según CTE DB-HS3

La ventilación es una estrategia bioclimática que acompaña a la arquitectura en todos los tiempos.

El propósito de la ventilación en la arquitectura es principalmente el de eliminar los contaminantes interiores emitidos por las actividades humanas y el metabolismo (humedad, olor,...), e incluso por algunos materiales, logrando una mayor sensación de confort y evitando algunas patologías de los materiales producidas por falta de ventilación (exceso de humedad, presencia de microorganismos, etc.)



La ventilación en la arquitectura.

Los beneficios de la ventilación són:

- Asegurar la limpieza del aire respirable.
- Asegurar la salubridad del aire, tanto el control de la humedad, concentraciones de gases o partículas en suspensión, favoreciendo el confort térmico en las viviendas.
- Luchar contra los humos en caso de incendio.
- Disminuir las concentraciones de gases o partículas a niveles adecuados para el funcionamiento de maquinaria o instalaciones.
- Proteger determinadas áreas de patógenos que puedan penetrar vía aire.
- Colaborar en el acondicionamiento térmico del edificio.

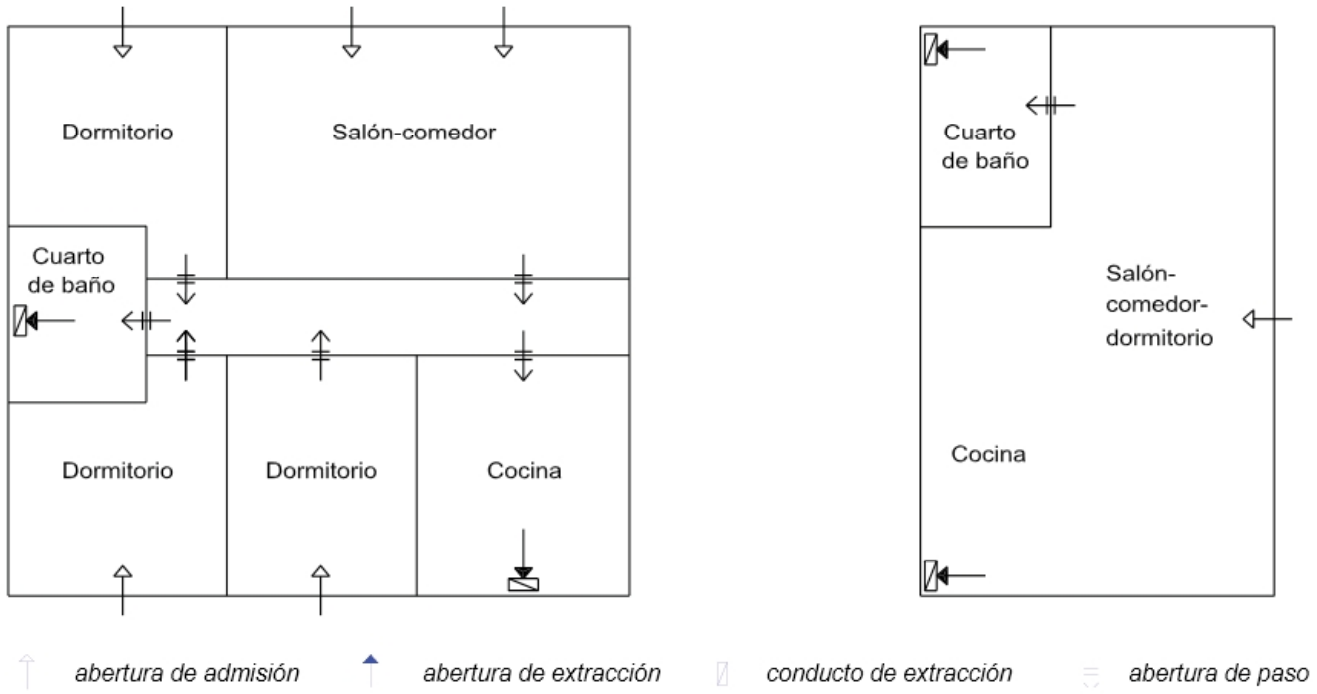
4.3.1 La ventilación según el CTE

El actual Código Técnico de la Edificación, en su Documento Básico HS, Sección HS 3 Calidad del aire interior, establece los requisitos mínimos de ventilación que deben cumplir los distintos tipos de locales y edificios:

- Los edificios dispondrán de medios para que sus recintos se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los edificios, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes.
- Para limitar el riesgo de contaminación del aire interior de los edificios y del entorno exterior en fachadas y patios, la evacuación de productos de combustión de las instalaciones térmicas se producirá, con carácter general, por la cubierta del edificio, con independencia del tipo de combustible y del aparato que se utilice, de acuerdo con la reglamentación específica sobre instalaciones térmicas.

Para el caso de las viviendas establece la condición de que dispongan de un sistema de ventilación híbrida (natural o forzada según las condiciones de presión y temperatura ambientales) o mecánica (forzada).

"Las viviendas deben disponer de un sistema general de ventilación que puede ser híbrida o mecánica con las siguientes características (véanse los ejemplos de la figura 3.1):



Ejemplos de ventilación en el interior de las viviedas según Código Técnico de la Edificación.

a) El aire debe circular desde los locales secos a los húmedos, para ello los comedores, los dormitorios y las salas de estar deben disponer de aberturas de admisión; los aseos, las cocinas y los cuartos de baño deben disponer de aberturas de extracción; las particiones situadas entre los locales con admisión y los locales con extracción deben disponer de aberturas de paso.

b) Los locales con varios usos de los del punto anterior, deben disponer en cada zona destinada a un uso diferente de las aberturas correspondientes.

c) Cuando las carpinterías exteriores sean de clase 2, 3 ó 4 según norma UNE EN 12207:2000 deben utilizarse, como aberturas de admisión, aberturas dotadas de aireadores o aperturas fijas de la carpintería; cuando las carpinterías exteriores sean de clase 0 ó 1 pueden utilizarse como aberturas de admisión las juntas de abertura.

d) Cuando la ventilación sea híbrida las aberturas de admisión deben comunicar directamente con el exterior.

e) Los aireadores deben disponerse a una distancia del suelo mayor que 1,80 m.

f) Cuando algún local con extracción esté compartimentado, deben disponerse aberturas de paso entre los compartimentos; la abertura de extracción debe disponerse en el compartimento más contaminado que, en el caso de aseos y cuartos de baños, es aquel en el que está situado el inodoro, y en el caso de cocinas es aquel en el que está situada la zona de cocción; la abertura de paso que conecta con el resto de la vivienda debe estar situada en el local menos contaminado.

g) Las aberturas de extracción deben conectarse a conductos de extracción y deben disponerse a una distancia del techo menor que 100 mm y a una distancia de cualquier rincón o esquina vertical mayor que 100 mm.

h) Los conductos de extracción no pueden compartirse con locales de otros usos salvo con los trasteros.

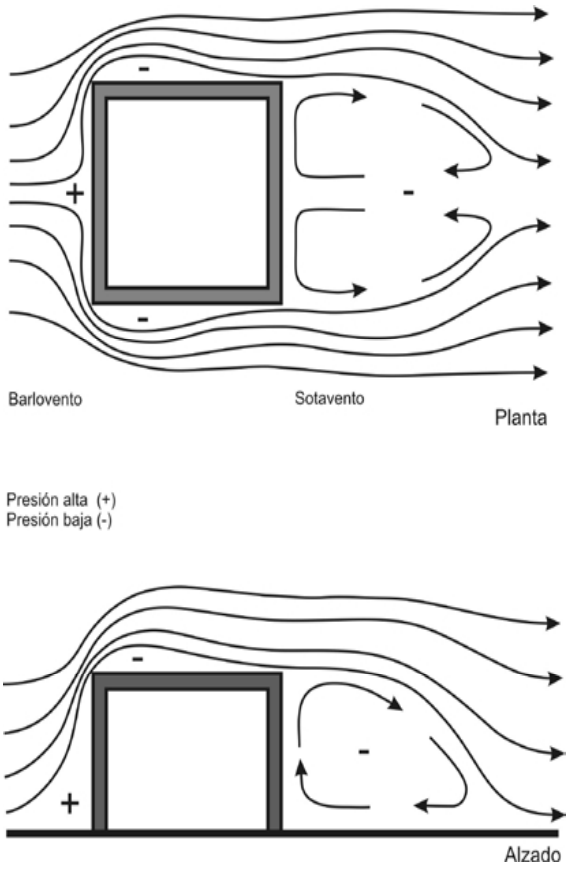
Las cocinas, comedores, dormitorios y salas de estar deben disponer de un sistema complementario de ventilación natural. Para ello debe disponerse una ventana exterior practicable o una puerta exterior.

Las cocinas deben disponer de un sistema adicional específico de ventilación con extracción mecánica para los vapores y los contaminantes de la cocción. Para ello debe disponerse un extractor conectado a un conducto de extracción independiente de los de la ventilación general de la vivienda que no puede utilizarse para la extracción de aire de locales de otro uso. Cuando este conducto sea compartido por varios extractores, cada uno de éstos debe estar dotado de una válvula automática que mantenga abierta su conexión con el conducto sólo cuando esté funcionando o de cualquier otro sistema antirretorno."

4.3.2 Comportamiento del viento en su recorrido a través de las edificaciones

Como lo que nos interesa es lograr una adecuada ventilación en la arquitectura, es necesario comprender como se comporta el viento y de qué manera pueden aprovecharse los patrones que sigue en su recorrido a través de las edificaciones.

COMPORTAMIENTO DEL VIENTO ALREDEDOR DE UNA CONSTRUCCIÓN



Comportamiento del viento alrededor de un edificio.

Cuando el viento pega contra un edificio se crea una zona de presión alta en la cara frontal, el viento rodea al edificio y crea zonas de baja presión en las caras laterales y en la cara posterior.

Naturalmente el aire tiende a entrar al edificio por las zonas de alta presión y a salir por las zonas de baja presión.

En cualquier edificio paralepípedo, a medida que aumenta la altura, sus posibilidades de refrigeración crecen, ya que aumenta la velocidad del viento por la disminución de la influencia de la orografía del entorno y la reducción en verano de la temperatura del aire al alejarse la corriente de superficies calientes situadas a la cota del suelo.

La altura del edificio y la forma de la cubierta, como veremos en puntos posteriores, determinan la sombra de viento producida a sotavento. El viento, por naturaleza, es canalizado hacia la parte alta del edificio al tratar la corriente de aire de superarlo. De esta forma, la parte inferior del edificio (2/3h), posee una pobre ventilación frente a la parte del tercio superior.

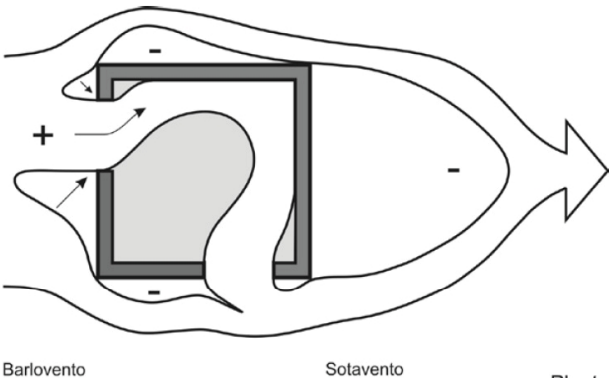
A sotavento se produce en la parte alta una zona de presiones negativas que van disminuyendo hacia las plantas inferiores convirtiéndose en una zona de turbulencias. Esta sombra no recuperará la velocidad original hasta una distancia de aproximadamente siete veces la altura del edificio.

COMPORTAMIENTO DEL VIENTO DENTRO DEL EDIFICIO

El comportamiento en el interior del viento depende principalmente de dos factores:

1. La localización y tipo de abertura de entrada determina el patrón del flujo de aire a través de un edificio.

Al tener una abertura localizada al centro de un muro, tendremos igual presión a ambos lados de dicha abertura, por lo que el viento entrará de frente a la habitación. Si la abertura no está al centro, la presión a ambos lados del muro será desigual, lo que originará que el flujo de entrada sea diagonal con el sentido que provoca la zona de mayor presión.



Resultado de presiones interiores.

Todas las variaciones en los patrones del flujo de aire son causadas por la desigual presión alrededor de las aberturas de entrada, como un resultado de su localización con respecto a la superficie de muro sólido que las rodea.

El tipo de abertura también es muy importante, existen muchos tipos de ventanas en el mercado que al usarse en aberturas de entrada nos dan una gran variedad de patrones de flujo de aire.

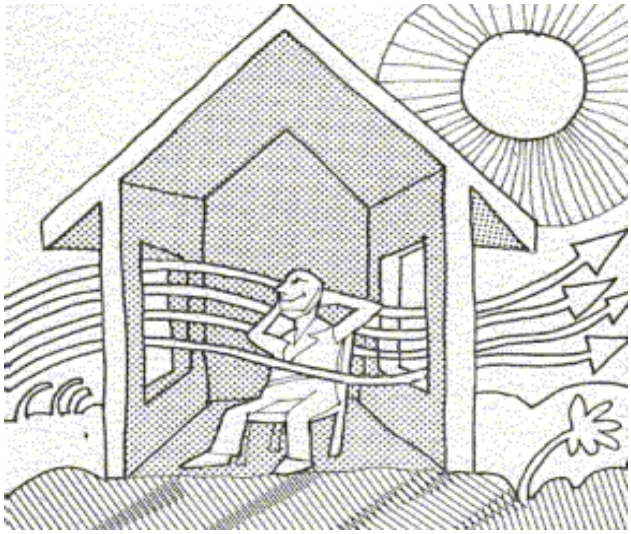
Debemos conocer las ventajas y limitaciones de los diferentes tipos de ventanas para poder emplearlos inteligentemente en cada caso particular. Por ejemplo, es necesario considerar que una tela mosquitera de nylon reduce la velocidad del viento hasta en un 30%.

2. La localización y tipo de abertura de salida tienen poca influencia en los patrones internos del flujo de aire, sin embargo entre más cambios de dirección (en el interior) sufra el aire, más se reducirá su velocidad.

El aire debe presentarse en el lugar adecuado y de una manera controlada: una velocidad suficiente para asegurar su calidad y una velocidad controlada para reducir el consumo de energía y proporcionar comodidad en invierno.

4.4. LA VENTILACIÓN Y EL CONFORT

El confort es el parámetro más importante dentro del diseño arquitectónico bioclimático. Lograr bienestar físico y psicológico es el objetivo primordial al diseñar y construir cualquier espacio y vivienda.



La ventilación y el confort.

Para lograr el confort en cualquier vivienda, en el diseño de un sistema de ventilación natural hay que tener en cuenta las variables que intervienen en el patrón del flujo de aire dentro de una habitación y en los efectos que este movimiento del aire causa sobre los habitantes en términos de confort, como hemos descrito en punto anteriores del trabajo *(2.2 Efectos del viento sobre el hombre)*. Las primeras variables que se deben considerar son aquellas inherentes al viento:

- Velocidad
- Dirección
- Frecuencia
- Turbulencia

Por ejemplo, Investigaciones recientes han demostrado, que a una velocidad media del aire *(0,25 – 0,40 m/s)*, el malestar aumenta al aumentar las fluctuaciones temporales de velocidad del aire. Las fluctuaciones de velocidad se caracterizan por la intensidad de turbulencia *(Tu)*.

Esos trabajos, recogidos en el manual de ASHRAE, y más recientemente en el proyecto de norma europea, han llevado a proponer un índice de molestia *DR (Draught Risk)*, que corresponde al porcentaje previsible de ocupantes sensibles a las corrientes de aire, y en función de la intensidad de turbulencia:

$$DR = (34-Ta) \times (V-0{,}05)^{0.62} \times (0{,}37 \times V \times Tu + 3{,}14)$$

La intensidad de turbulencia se toma de tablas al respecto. Así, para una temperatura de aire de 20°C y un índice de molestia DR del 20%, la velocidad límite del aire V, será alrededor de 0,15 m/s para una difusión de aire tipo clásico, con una intensidad de turbulencia *(Tu)*, igual al 40%. En las mismas condiciones, será 0,25 m/s para una ventilación por desplazamiento con intensidad de turbulencia del 20%. Esta ecuación ha sido establecida para corrientes de aire cerca de la cabeza. Para apreciación de confort a la altura de pies o tobillos, se estima que el porcentaje de insatisfechos, es inferior al 5% del resultante de la citada ecuación.

En segundo lugar se debe considerar todas las variables arquitectónicas y constructivas de un edificio:

- Forma y dimensión del edificio
- Orientación con respecto al viento
- Localización y tamaño de las aberturas de entrada y salida de aire
- Tipo de ventanas y sus accesorios
- Elementos arquitectónicos exteriores e interiores.

Cada una de ellas causa un efecto en el flujo del aire alrededor del edificio como hemos observado en puntos anteriores, pero principalmente enfocándose a las características resultantes del movimiento del aire en el interior del espacio.

Debe tenerse en cuenta la necesidad de mantener el adecuado equilibrio entre el cumplimiento de las necesidades de ventilación y la repercusión que ello tiene sobre el incremento de la demanda energética que se produce como consecuencia de las pérdidas de calor generadas por la excesiva ventilación.

4.4.1 Confort Térmico.

El **confort térmico** es una sensación neutra de la persona respecto a un ambiente térmico determinado. Según la norma ISO 7730 el confort térmico *"es una condición mental en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico"*.

A pesar de que popularmente este es entendido como únicamente dependiente de la temperatura del aire, también depende de otros factores globales externos como l*a humedad relativa y la velocidad del aire, y otros factores específicos internos como la actividad física desarrollada, la cantidad de ropa o el metabolismo de cada individuo*. Estos factores deben considerarse de una forma integral, evaluando cómo afecta al confort la combinación de todos ellos.

Desde el punto de vista estrictamente energético, un individuo se encuentra en situación de confort térmico cuando su balance energético es nulo, es decir, cuando el resultado del sumatorio de los flujos de calor sobre el cuerpo humano es igual a 0.

Cuando esto no es así, entran en funcionamiento los mecanismos de termoregulación del cuerpo humano con el objetivo de mantener constante la temperatura interna del organismo y ayudar a conseguir el confort al individuo.

Por ejemplo, cuando ascienden las temperaturas se produce la vasodilatación y, como consecuencia de esta, la sudoración. Esta tiene un efecto refrigerante inmediato provocado por dos efectos fundamentales:

1. La reducción de la temperatura del sudor por intercambio convectivo, reducción de temperatura que es transmitida a la piel por conducción.

2. La evaporación del sudor sobre la piel. La exposición de la piel a la corriente de aire será por lo tanto el factor fundamental.

PARÁMETROS FÍSICOS

Para conseguir el confort térmico es necesaria la llamada "neutralidad térmica", es decir, que el balance energético del cuerpo humano este dentro de unos márgenes satisfactorios, haciendo que el individuo no sienta ni demasiado frio ni demasiado calor. Los principales parámetros a tener en cuenta son:

Temperatura

Pese a que popularmente se equipara el concepto de temperatura a la temperatura que mide un termómetro convencional (temperatura seca), el concepto de temperatura puede integrar múltiples variables relacionadas con el confort térmico. Entre las más habituales se encuentran las siguientes:

Temperatura seca: Temperatura del aire sin considerar factores ambientales como la radiación, la humedad o el movimiento del aire, los cuales tienen el potencial de afectar significativamente la sensación térmica.

Temperatura radiante: La temperatura radiante media es la temperatura que traduce el efecto promedio de enfriamiento o calentamiento por radiación electromagnética entre dos o más cuerpos de un entorno. La temperatura radiante afecta de forma relevante al confort térmico.

La temperatura radiante media se puede establecer a partir de la temperatura de todas las superficies interiores del recinto (piso, paredes y techo) y de los factores de ángulo entre el punto de medición y dichas superficies.

Temperatura equivalente: también llamada temperatura seca resultante o temperatura operativa, representa el valor medio de la temperatura seca del aire y la temperatura radiante media dentro de un recinto. Este criterio es válido sobre todo si la velocidad relativa del aire es baja (< 0.2 m/s) o si la diferencia entre la temperatura seca del aire y la temperatura radiante media es reducida (< 4°C).

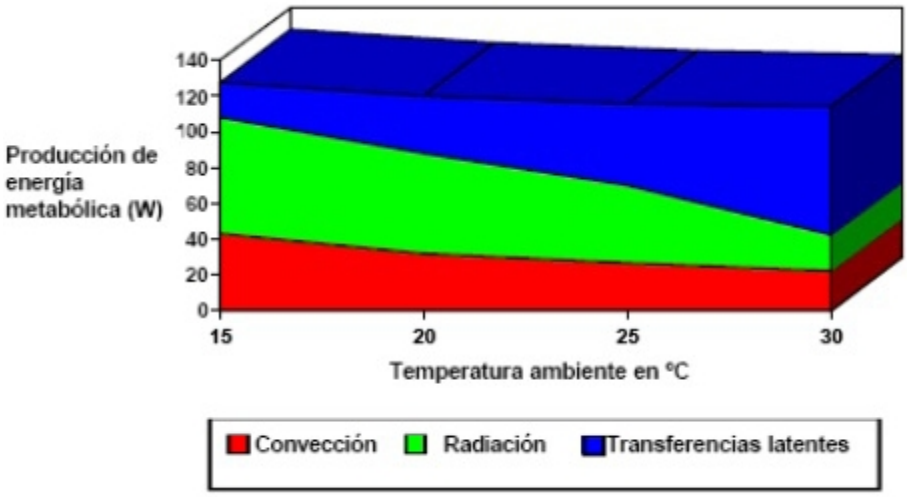
Temperatura efectiva o de sensación: es un índice arbitrario que combina el efecto sobre las personas de la temperatura seca, la humedad y el movimiento del aire. Fue definida por los laboratorios de ASHRAE en 1924 de una forma experimental.

Humedad relativa

Pese a que muchos modelos de confort consideran que la humedad relativa influye poco en el bienestar mientras está comprendida entre el 25 y el 60%, esta es una variable a considerar ya que afecta directamente a la tasa de evaporación del sudor del cuerpo humano y con ello al confort térmico.

En verano, si la humedad relativa es baja, la tasa de evaporación será alta (clima cálido seco). Al contrario, si la humedad relativa es alta (clima cálido húmedo) la dificultad de evaporar el sudor puede llegar a anular gran parte del potencial refrigerante que produce la sudoración. Por lo tanto, en condiciones de verano, el ambiente será más confortable, cuanto más seco sea el aire.

Las transferencias sensibles, (radiación, convección, y casualmente conducción) son menores según se eleva la temperatura, en la Ilustración 37, se puede observar la disipación de calor del cuerpo humano en función de la temperatura en el grafico situado a continuación:



Disipación calor del cuerpo humano

Un exceso de humedad no sólo da como resultado reacciones fisiológicas perjudiciales, sino que también afecta (por lo común en forma perjudicial) a las cualidades de muchos de los materiales contenidos en el lugar de que se trate, y muy particularmente sobre los vestidos y muebles.

Velocidad del Aire

Dado el punto que estamos desarrollando, este es el apartado que más nos interesa, la velocidad del aire es, junto a la temperatura y la humedad relativa, uno de los valores determinantes de confort. Para obtener el confort, cualquier sistema de acondicionamiento deberá manipular estos tres factores.

La refrigeración producida por el movimiento del aire es debida a dos fenómenos. El primero es evaporativo y está provocado por el aumento de la **tasa de evaporación** del sudor debido al movimiento del aire sobre el cuerpo humano. De esta manera, la evaporación absorbe la energía del cuerpo refrigerándolo.

El segundo fenómeno se produce al aumentar la transferencia de calor por **convección** entre el cuerpo y el aire. Esta viene potenciada en gran medida por la presencia de flujos turbulentos, que provocan una mayor renovación del aire en la capa límite del cuerpo, por lo que se consigue una mayor reducción de la temperatura de sensación, con velocidades semejantes, en flujos turbulentos que en flujos laminares.

Hoy en día, existen distintas teorías vigentes que tratan el tema del confort térmico y la velocidad del aire:

> **ASHRAE (1985):** cuantifica el efecto refrigerante del movimiento del aire considerando una **disminución de 1ºC en la temperatura efectiva por cada 0,275 m/s** para temperaturas inferiores a 37°C. La **velocidad máxima se fija en 0,8 m/s** (para prevenir el vuelo de papeles y corrientes de aire frío que provoquen disconfort local).
>
> **RULFES (1999):** utiliza el concepto de corriente efectiva, la temperatura seca de la corriente de aire se modifica teniendo en cuenta su velocidad. Crea un término denominado DTE, que se trata de la diferencia entre la temperatura efectiva de la corriente de aire y la temperatura del aire local.
>
> El autor concluye: "*Si la temperatura seca de la corriente de aire permanece constante, un aumento de 0,1 m/s de la velocidad del aire produce un descenso de la DTE de 0,8ºC, debido al efecto refrigerante del aire. Cuando la velocidad del aire es inferior a 0,1 m/s la temperatura resultante es prácticamente igual a la temperatura operativa. Para velocidades mayores,* **un aumento de 0,1 m/s produce una disminución de 0,5ºC en la temperatura resultante**" Pedro Rulfes.
>
> Rulfes limita la **velocidad máxima** del aire, pese al gran efecto refrigerante resultante a **0,35 m/s**
>
> **NEILA (1997):** las velocidades máximas recomendadas por Javier Neila para el período de verano en espacios interiores son las siguientes:
>
> Recomendable: 0,20 - 0,55 m/s
> Agradable: 0,55 - 1,10 m/s
> Aceptable: **1,10 - 2,00 m/s**

Como conclusión, podemos decir que es posible en climas moderados conseguir el confort térmico en verano utilizando como materia prima únicamente la ventilación natural, sin necesidad de reducir la temperatura del aire considerando como valor adecuado para su *velocidad 0,25 m/s* a una altura del suelo inferior a *2 m*, establecer la velocidad admisible de la corriente de aire es vital para aprovechar el potencial refrigerante del movimiento de aire.

Una velocidad mayor produce un efecto desagradable para el cuerpo humano, que se hace difícil de soportar, por otra parte, una *velocidad inferior a 0,1 m/s* produce así mismo una sensación de falta de aire, ocasionando una falta de confort.

FACTORES INDIVIDUALES

Los factores individuales que influyen en el confort térmico tienen que ver con la persona que recibe el estímulo.

Estos factores poseen menor relevancia que los parámetros ambientales anteriormente descritos, pero se deben tener muy encuenta en determinadas circunstancias de ocupación o uso específico de un local, como puede ser el caso de residencias de ancianos, recintos deportivos, hospitales, etc.

Dichos factores, entre otros, son:

1. La vestimenta, produciendo una resistencia térmica mayor, cuando mayor es el arropamiento producido por esta.

2. La actividad a desarrollar dentro del recinto o vivienda.

3. Periodo de ocupación dado que se produce una diferencia si la ocupación es prolongada, donde el cuerpo ha tenido tiempo de adaptarse a las condiciones del entorno, o si por el contrario el periodo de ocupación es corto, reduciendo la importancia de ciertos factores.

4. Sexo, las mujeres tienen menor capacidad de adaptación al ambiente, dado que poseen una menor capacidad cardiovascular que los hombres.

5. Edad a medida que una persona envejece, pierde capacidad de adaptación al medio debido a que se produce una disminución de la tasa metabólica y sudoración.

6. Constitución corporal al tratarse de la relación entre la superficie expuesta al ambiente y el volumen del individuo, una persona obesa disipa la energía con dificultad, al contrario que una persona delgada, que gracias a que posee una mayor superficie de piel expuesta en relación a su volumen puede disipar una mayor energía.

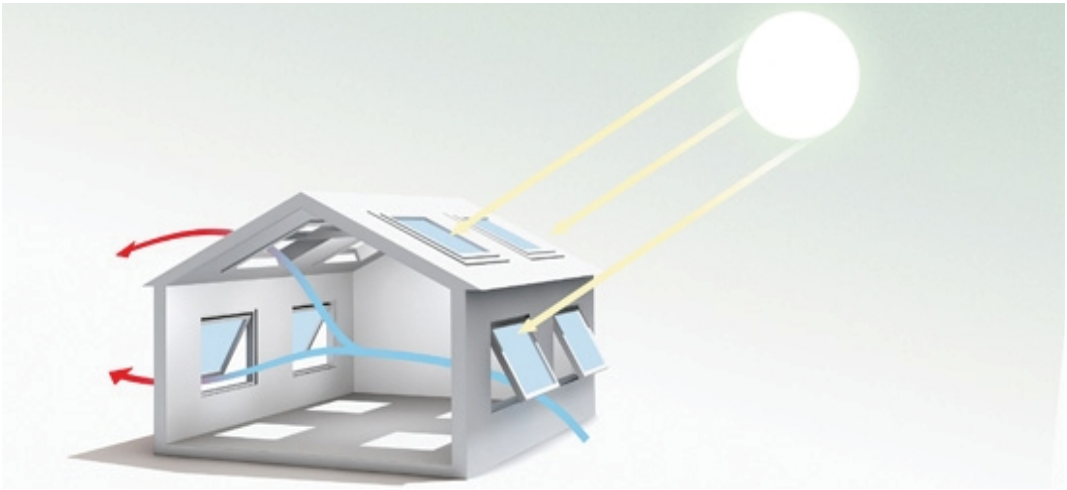
7. Aclimatación La necesidad de un tiempo de aclimatación cuando un individuo se desplaza a una zona climática diferente de donde reside.

8. Parámetros culturales, como las costumbres en el atuendo, expectativas de confort, etc. Dependiendo la valoración de la importancia de los factores psicológicos, culturales o sociales, en cada caso.

4.5. TIPOS DE VENTILACIÓN

4.5.1 Ventilación natural

"***Ventilación natural:*** *Ventilación en la que la renovación del aire se produce exclusivamente por la acción del viento o por la existencia de un gradiente de temperaturas entre el punto de entrada y el de salida.*" Según el CTE DB-HS3.



Ventilacion natural.

La ventilación natural es aquella que se obtiene mediante técnicas naturales, sin usar ningún tipo de dispositivo mecánico, algunas de estas técnicas por ejemplo son:

- El aprovechamiento de las diferencias de temperatura entre dos puntos (efecto chimenea).
- Las diferencias de presión, la velocidad y presión del viento sobre un hueco (efecto Venturi).

En el diseño de un sistema de ventilación natural son muchas las variables que intervienen en el patrón del flujo del aire dentro de un lugar. Las primeras variables que se deben considerar son aquellas inherentes al viento: velocidad, dirección, frecuencia y turbulencia.

Estas deben analizarse sobre el sitio preciso de diseño, tomando en cuenta sus cambios diarios (horarios) y estaciónales (mensuales) ya que los vientos predominantes, generales y regionales, comúnmente se alteran a causa de las características locales, de topografía, vegetación y construcciones cercanas al terreno, como hemos observado en puntos anteriores.

En segundo lugar se debe considerar todas las variables arquitectónicas y constructivas:

Forma y dimensión del edificio, orientación con respecto al viento, localización y tamaño de las aberturas de entrada y salida de aire, tipo de ventanas y sus accesorios, elementos arquitectónicos exteriores e interiores, etc.

Cada una de ellas causa un efecto en el flujo del aire alrededor del edificio, pero principalmente enfocándose a las características resultantes del movimiento de aire en el interior del espacio.

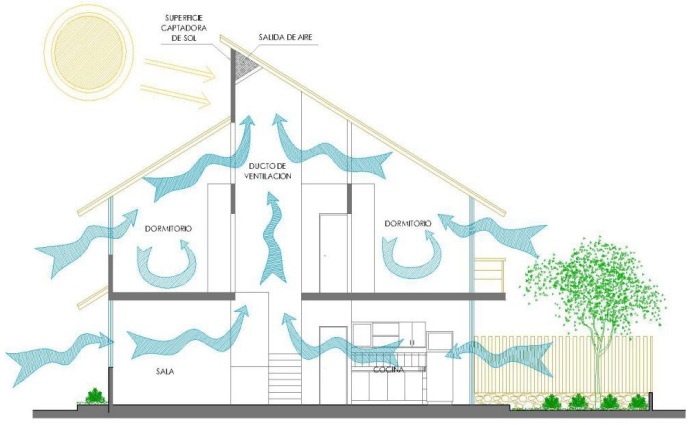
VENTILACIÓN NATURAL POR DIFERENCIA DE TEMPERATURA

Ventilación generada por diferencias de presión debidas a la diferencia de temperatura del exterior y el interior de un edificio, equilibrándose mediante el trasporte de masas de aire desde las zonas con sobrepresión hasta las zonas depresionadas.

1. Efecto chimenea: El aire, al aumentar de temperatura reduce su densidad y tiende a ascender, siendo sustituido por aire a una menor densidad y consecuentemente de menor temperatura.

Inducir este tipo de ventilación es especialmente útil en zonas de escasa presencia de viento o allá donde este siga patrones de dirección, intensidad o temperatura erráticos que dificultan su aprovechamiento.

El movimiento ascedente del aire depende de la altura de la columna de aire caliente y del diferencial térmico entre este y el exterior.



Efecto chimenea en una vivienda.

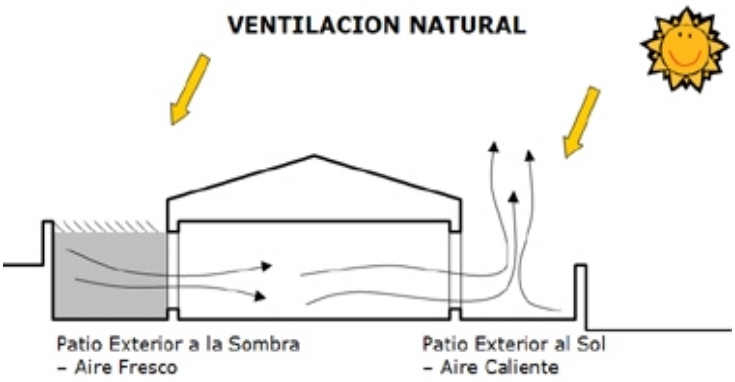
Las diferencias de presión son en general muy pequeñas comparadas con las inducidas por el viento, por lo que para asegurar corrientes efectivas a efectos refrigerantes, son necesarias alturas o diferencias de temperatura considerables.

2. Ventilación Adiabática: La ventilación adiabática se basa en la corriente descendente que provoca la refrigeración del aire mediante la evaporación de agua en la parte superior de un espacio confinado (chimeneas, patios, atrios, etc.).

El aumento de densidad del aire induce su descenso hacia las zonas ocupadas, en donde es almacenado o evacuado por las aberturas inferiores. La succión de aire exterior que se genera en la parte superior del canal de ventilación, asegura la continuidad del proceso.

3. Ventilación simple: Es aquella que tiene lugar a través de una única abertura. En la ventilación simple la renovación de aire está inducida en gran medida por la diferencia de temperaturas entre interior y exterior (al tender los dos ambientes a igualar sus presiones) y no a la acción del viento.

Si el interior se encuentra a mayor temperatura, la estratificación del aire caliente forzará su salida por la parte superior de la abertura a la vez que el aire exterior es succionado por la parte inferior.



Ventilacion natural simple por diferencia de temperatura.

Si el interior se encuentra a menor temperatura que el exterior, las corrientes serán inversas. La línea que separa ambos campos de presiones se denomina línea neutra y lógicamente su diferencial de presión es cero.

En la ventilación simple el gradiente de presión es siempre reducido, por lo que el movimiento de aire es por lo general insuficiente para producir una refrigeración efectiva en toda una instancia o una vivienda. Para conseguir una mayor ventilación simple se puede limitar la profundidad de las estancias a un máximo de 2,5 h para evitar zonas no ventiladas en la estancia o sustituyendo una abertura única por dos de menor tamaño situadas en la parte inferior y superior del paramento activando de esta forma el mayor diferencial de presiones posible.

4. Infiltraciones: la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior crea un flujo de aire constante a través de grietas, juntas entre materiales, enchufes, etc. El volumen de aire dependerá de la superficie total de estas pequeñas aberturas o juntas, así como el gradiente térmico.

Ejemplo infiltraciones más usuales en una vivienda.

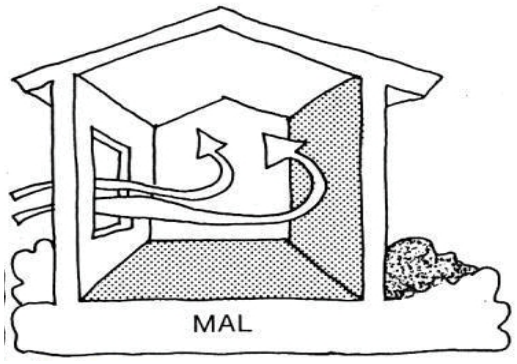
En climas fríos, es recomendable sellar al máximo los edificios y controlar las renovaciones de aire por medio de sistemas mecánicos de flujo constante con el objetivo de reducir las pérdidas de calor. Por el contrario, en climas húmedos, las infiltraciones resultan beneficiosas debido a la necesidad de mantener un alto número de renovaciones de aire con objeto de evacuar el vapor de agua interior, pudiendo el uso de carpinterías excesivamente herméticas favorecer la aparición de condensaciones superficiales en el interior.

VENTILACIÓN NATURAL POR DIFERENCIA DE PRESIÓN GENERADA POR EL VIENTO

La acción del viento sobre la envolvente del edificio genera variaciones de presión en su entorno, al tratar la corriente de aire superar el obstáculo, induciendo diferencias de presión entre aberturas que activan la circulación de aire entre el interior y el exterior. Dicha distribución de presiones va en función de la forma del edificio, de su entorno y de la dirección e intensidad del viento.

1. Ventilación simple: es la que se produce a través de una única fachada. Esta tiene escaso potencial de ventilación al no existir abertura que permita la salida del aire y por lo tanto su paso a través del edificio. Es siempre preferible instalar dos ventanas de menor tamaño a una única ventana de grandes dimensiones. Estas deben separarse en busca de pequeñas diferencias de presión que puedan establecerse entre fachadas o distintas partes de esta.

El uso de "orejeras" o elementos salientes junto a las aberturas acentuará los diferenciales de presión.



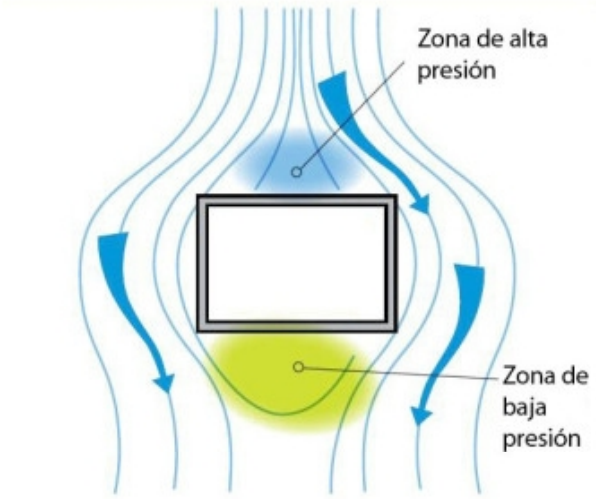
Ventilación simple.

2. Ventilación cruzada: La ventilación cruzada posee un potencial de refrigeración mucho mayor que la ventilación simple o la ventilación por diferencia de temperaturas.

En edificios ventilados de forma natural el primer objetivo de proyecto debe, por lo tanto, centrarse en la organización de los espacios de forma que permitan al aire atravesar el edificio y que cada uno de los locales disponga al menos, de una entrada y una salida de aire, de forma que la ventilación cruzada pueda activarse global e independientemente en cada una de las estancias. Cuando ello no sea posible, la abertura de salida del aire puede sustituirse por un canal de sección suficiente que conduzca a una zona exterior de presiones negativas.

Será en este caso la sección del canal y no el tamaño de la ventana la que condicionará el volumen de aire circulante, dado que la sección del canal será más desfavorable.

Dado que dicha ventilación es la más efectiva de todas, en la actualidad se apuesta por modelos en nuestras ciudades de manzanas cerradas, con un patio al interior de estas, para así favorecer que el viento tenga su entrada por la zona donde se encuentra con la fachada (zona de sobrepresión), y su salida al interior del patio (zona depresión). Incluso dentro de los propios edificios se intenta copiar dicha idea con la creación de "*patios de luces*".



Efecto de la presión generada por el viento

Ventilacion cruzada

3. Infiltraciones: La presión del viento al incidir sobre muros y cerramientos genera un campo de presiones con capacidad para introducir o extraer un volumen considerable de aire a través de cualquier abertura o junta abierta entre materiales.

Del mismo modo que en el caso de las infiltraciones provocadas por diferenciales de temperatura, deberá valorarse la conveniencia de permitir o eliminar dicha renovación del aire mediante la selección del tipo constructivo o la calidad de las carpinterías.

COMO PROVOCAR LA VENTILACIÓN NATURAL EN LOS EDIFICIOS

Al tener conocimiento del comportamiento del viento en su encuentro con las edificaciones, (mostrado en el apartado 5.2.4) podemos provocar la ventilación natural en las viviendas explotando las diferencias de temperatura y presión que se establecen en torno al edificio.

Ventilacion natural en edificios.

Las diferencias de temperatura pueden establecerse in situ bajo el efecto de la radiación solar, diferenciando una zona soleada y una zona de sombra. Esta diferencia provoca que el aire caliente de la zona soleada, al ser más ligero, tienda a elevarse, creando una pequeña depresión en el suelo (efecto chimenea).

Cuando sopla el viento, las partes del edificio directamente expuestas a este, son sometidas a una sobrepresión, mientras que las partes que se hallan "bajo el dominio del viento" son sometidas a una depresión, lo que provoca que el aire tienda a moverse hacia esta.

La diferencia de presión generada entre estas dos fachadas opuestas depende de la velocidad del aire (todas las fórmulas expresan esta diferencia como proporcional al cuadrado de la velocidad media del viento), y siempre es suficiente para generar una ventilación por pocas aberturas que se hagan en dichas fachadas.

APROVECHAMIENTO DE LA VENTILACIÓN NATURAL EN LAS CIUDADES

En las grandes ciudades con áreas de alta densidad edificada, la propia estructura urbana es la que define la dirección, velocidad e incluso el régimen de vientos.

Desde nuestro punto de vista, el urbanismo debería asumir dentro de los criterios condicionantes de diseño de la trama urbana, factores tan importantes para el bienestar de los habitantes como puede ser el micro-clima local en general y el régimen de vientos en particular.

Como factores determinantes para estos factores son, la anchura de las calles, la continuidad y dirección de la trama o el volumen de las edificaciones. Habitualmente el régimen de viento urbano se caracteriza por una reducción de la velocidad de entre el 70 y 80% respecto a la velocidad de las zonas periféricas, viéndose aumentados los períodos de calma aproximadamente un 20%.

Ejemplo de efecto de la llamada isla de calor en Santiago de Chile.

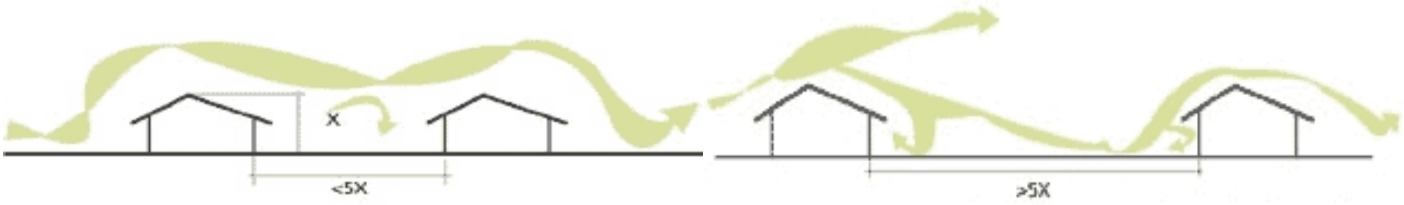
Un problema de las grandes ciudades, durante la época estival, es la llamada **isla de calor**, causada por un aumento del efecto invernadero debido a la gran cantidad de CO2, elevando la temperatura progresivamente en función de la cercanía con el centro urbano. Debido a dicho efecto, y a la elevación de la temperatura, se produce una corriente convectiva ascendente que succiona el aire de la periferia de las ciudades.

Por otra parte, las ciudades en climas fríos, tienen otros problemas diferentes al anterior, deben compatibilizar el acceso solar a los edificios, con la protección de estos frente a los fríos vientos, siendo este último muy importante, dado que protegiendo a los edificios, se eliminan molestias a los usuarios e incluso reduce a menos de la mitad el consumo de calefacción de las áreas protegidas con respecto a las expuestas.

Factores influyentes en la ventilación natural

Uno de los primeros factores influyentes para favorecer la ventilación natural en las viviendas de nuestras ciudades, es la **distancia entre las edificaciones**, es decir, la anchura de las calles, dado que influye mucho en la posibilidad de ventilación de las edificaciones situadas aguas abajo, por las sombras generadas por el viento de las viviendas de aguas arriba.

Una estrecha distancia entre edificaciones produce turbulencias en el viento en el espacio intermedio no produciéndose una ventilación natural en las viviendas, para garantizar la ventilación, sería necesario una distancia mínima entre edificaciones de 5 veces la altura de la edificación aguas arriba, para evitar la sombra de viento producida por esta.



Anchura de calle insuficiente para una buena ventilacion natu

Anchura de calle suficiente para una buena ventilación natural (

En el caso de un conjunto de edificaciones, como por ejemplo una manzana cerrada, es muy importante la alineación entre estas para favorecer la ventilación de todos los edificios, según convenga para climas fríos o cálidos.

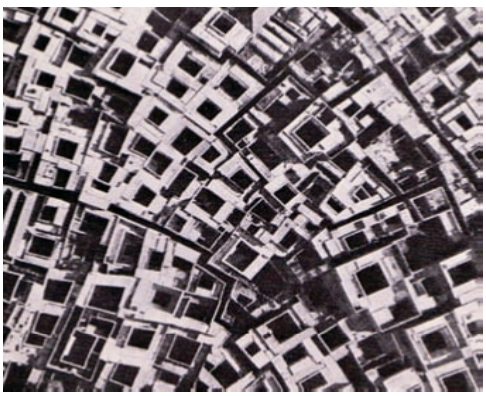
Ventilación pobre por disposición lineal de las edificaciones, con caras paralelas al viento. Disposición de edificios adecuada para climas fríos.

Buena ventilación en una disposición lineal de las edificaciones, con caras oblicuas al viento. Disposición de edificios adecuada para climas cálidos.

Las edificaciones alineadas en la dirección del viento crean sombras de viento a las edificaciones contiguas, lo que produce una mala ventilación entre estas. Dicha disposición de edificios es adecuada para climas fríos, en donde la disposición de las primeras edificaciones protege a las demás de vientos fríos, al generar una sombra en planta y sección.

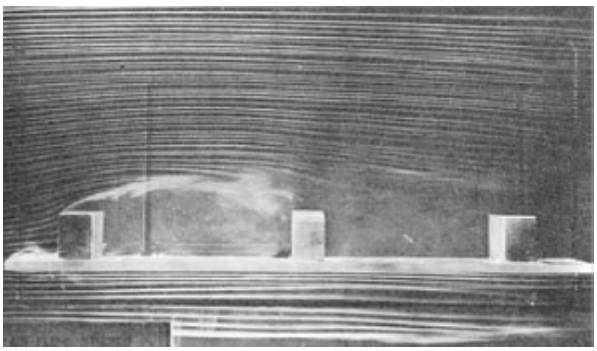
Esta situación puede revertirse orientando las edificaciones en un cierto ángulo en relación a la dirección predominante del viento, aumentando de esta manera también la distancia efectiva entre las edificaciones, favoreciendo aún más la ventilación. Dicha disposición es adecuada para climas cálidos húmedos, permitiendo la máxima exposición de los edificios a la dirección del viento.

Para climas cálidos secos, es recomendable densificar la trama urbana para sombrear al máximo las calles y patios interiores, ejemplo de estas tramas son las ciudades africanas como por ejemplo, Marruecos.

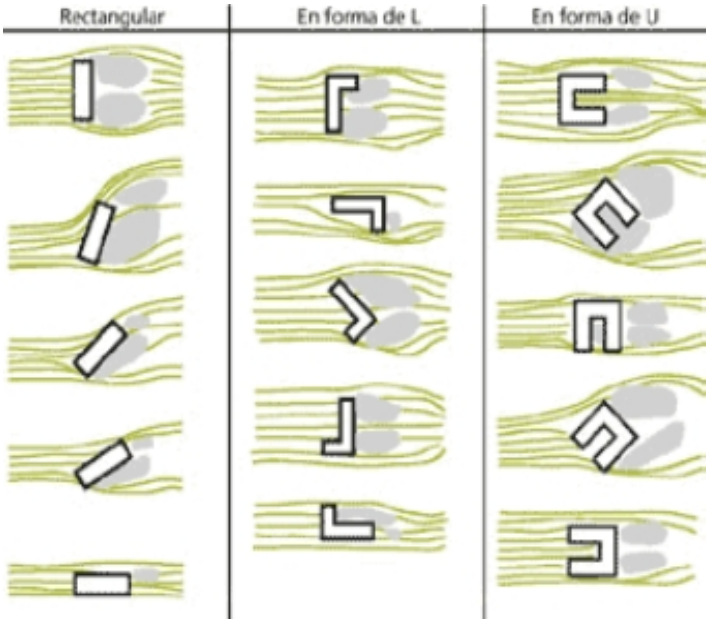


Marrakesh. Marruecos.

Otro de los factores influyentes, es la **altura de los edificios** en un modelo urbano, cuando se produce una uniformidad de estas en edificios cercanos, se reducen las posibilidades de generación de campos de presiones que fomenten las ventilaciones cruzadas, dado que són las diferencias de presión entre fachadas lo que genera el movimiento de aire. Como posible solución se proponen tramas discontinuas en planta y secciones de los edificios, que inducirán diferencias de presiones entre las fachadas, favoreciendo la ventilación.



La uniformidad de alturas produce sombras de viento en las edificaciones aguas abajo.



Sombra de viento para diferentes geometrías

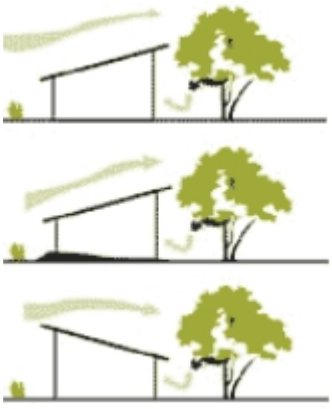
El último de los factores influyentes en la ventilación de los edificios es la **forma propia** de estos, la forma y volumen exterior del edificio, especialmente su profundidad, así como la agrupación en la que se inserta, determinan los campos de presiones que se crean alrededor de este. Dicha configuración externa puede reforzar o disminuir las diferencias de presiones producidas por el viento al encontrase con los paramentos de los edificios, ayudando a una mejor ventilación natural de estos.

Cuando el volumen del edificio produzca grandes desvíos de la trayectoria del viento, mayores serán las sombras de viento creadas.

Otro elemento importante en la forma de los edificio, son las cubiertas, que con un ángulo de inclinación y orientación de las aguas adecuada, pueden emplearse para desviar la trayectoria original del viento, aprovechando mejor su fuerza dinámica para ventilar las viviendas.

En las viviendas con **techos inclinados** orientados a favor de viento, se producen grandes presiones en la fachada de incidencia, ya que la trayectoria del viento se desvía hacia arriba creando depresiones en la cubierta, favoreciendo la ventilación de la estancia. A mayor pendiente, mayor será la depresión creada, por lo que existirá una mejor ventilación. Por otra parte, en techos con pendientes opuestas a la dirección del viento, se produce un efecto menos dado que el aire tenderá más rápidamente a restaurar su trayectoria.

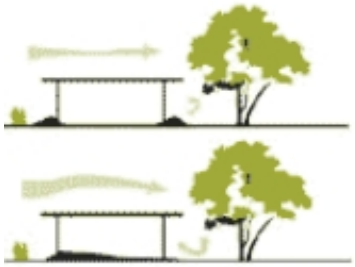
Influencia de la ventilación natural en una cubierta a dos aguas



Influencia de la ventilación natural en una cubierta inclinada.

En las viviendas con **techos a dos aguas** orientados de forma perpendicular a la incidencia de los vientos y con poca pendiente, permitirán la restauración más rápida de la trayectoria del viento, por lo tanto menor será la diferencia entre sobrepresión y depresión alrededor del volumen, por lo que la ventilación no será buena.

En el caso de **techos planos** con aleros tipo corredor perimetral disminuirán los campos de presión alrededor del volumen. Esta situación se puede mejorar creando remates ascendentes al perímetro de los aleros, como se puede observar en la segunda imagen, favoreciendo a una mejor ventilación en los edificios



Influencia de la ventilación natural en cubierta plana.

Otro aspecto muy importante a tener en cuenta para la ventilación de las viviendas, es la **disposición de los elementos constructivos exteriores**, de la volumetría de estos y de la vegetación, ya que pueden influir y cambiar la dirección del viento.

Como ya sabemos, el viento que se desliza a cotas bajas se ve afectado por el rozamiento del terreno, influyendo en su comportamiento convirtiéndose en laminar o turbulento, según los obstáculos que se encuentre en su paso.

Podemos decir que este es el efecto que produce un obstáculo vegetal frente a una vivienda, aunque podemos utilizarlo en nuestro beneficio, dado que se crean barreras de viento, túneles o filtros que permiten manipular o dirigir los flujos de aire a nuestro antojo.

Cercas o arbustos que restringen y desvían el flujo de aire.

Cercas o arbustos situados convenientemente permitiendo un buen flujo de aire.

El tamaño y la forma de la barrera, influye en la longitud de la zona de sombra producida por esta, en el caso de barreras impermeables, se ofrece una mayor protección pero produce una zona de turbulencia a sotavento que restablece la velocidad del viento inicial. Sin embargo, en el caso de barreras permeables, se reduce menos la velocidad del viento, pero genera una mayor turbulencia.

Sabiendo esto, para garantizar una buena ventilación, es conveniente mantener un mantenimiento de la vegetación existente para que esta no coarte el libre flujo de aire hacia las ventanas.

Árbol convenientemente ubicado y mantenido permite buena ventilación, sombreado y vistas.

4.5.2 Ventilación forzada

Es la que se realiza mediante la creación artificial, por medios mecánicos (extractores, ventiladores, etc), de depresiones o sobrepresiones en conductos de distribución de aire o áreas del edificio.

La principal diferencia entre los distintos tipos de ventiladores depende específicamente de su aplicación y robustez recomendable, los extractores succionan gases, calor, polvo, etc., mientras que los inyectores proporcionan o trasladan aire fresco, ya sea natural o acondicionado de un lugar a otro. Existen diferentes modelos, tamaños y capacidades que dependerán de la necesidad que posea el cliente.

Ventilación forzada.

Las aplicaciones de este tipo de ventilación pueden ser: talleres mecánicos o de pintura, bodegas, fábricas, lugares con alta concentración de tóxicos, humo, naves industriales, túneles, etc. En el campo de la edificación podemos encontrar este tipo de ventilación a una escala menor, como por ejemplo en las campanas extractoras de las cocinas o en ocasiones en la ventilación forzosa en baños y aseos.

Los rangos de velocidad, flujo de aire, voltaje y corrientes con los que funcionan los ventiladores van desde 2000 hasta 8000 CFM[1], para un tipo específico de ventilador, pero los hay también de otras capacidades en CFM. Referente al voltaje existe variedad, pero normalmente se utilizan valores nominales de 208 a 120 VAC[2] y respecto al consumo los hay desde 2.5 hasta más de 25 A por fase.

Existen dos tipos básicos de ventilación mecánica:

- **Enfriamiento de un área**, el cual utiliza ventiladores para inyectar el aire exterior al interior, removiendo el calor de las habitaciones.
- **Enfriamiento de personas**, el cual utiliza ventiladores para mover el aire a través de los ocupantes y remover el calor de sus cuerpos. Sabemos que el cuerpo humano mantiene una temperatura constante de *36.5-37°C*. Este calor es emitido de varias formas: *evaporación del sudor, aliento exhalado,* y eliminado directamente por la superficie del cuerpo que se halla en contacto con la atmosfera. Así, las pérdidas de calor del cuerpo ocurren por evaporación o convección y a ello se deben agregar las que se producen por radiación, que adquieren especial magnitud cuando las temperaturas de las ventanas y paredes son notablemente inferiores a las del aire. En estos casos se incrementa la cantidad de calor que se pierde por radiación, al tiempo que disminuye la parte correspondiente a la evaporación y a la convección.

La ventilación mecánica se puede utilizar en conjunto con la ventilación natural de forma tal que se logre generar un ahorro energético.

TIPOS DE VENTILADORES

Existen varios tipos de ventiladores de acuerdo a la dirección del flujo de aire a través del impulsor: centrífugos/turbinas, tubulares o axiales, de muro, de campana. Los ventiladores más utilizados són los de tipo axial, los cuales manejan grandes volúmenes de aire a bajas presiones; y los de turbina, que al contrario, manejan bajos volúmenes de aire a altas presiones.

1 Un CFM equivale a una transmisión de 28,31 litros por minuto.
2 Voltios corriente alterna.

Los **ventiladores centrífugos o de turbina** también conocidos como "jaula de ardilla", por la forma de la rueda del impulsor, pueden ser con las aspas inclinadas hacia delante o con las aspas curvas hacia atrás. Los de aspas inclinadas hacia delante son más comunes. Los de aspas curvas hacia atrás son más ruidosos sin embargo presentan la ventaja de que no generan sobrecarga de presión.

Ventilador centrífugo.

Son el tipo más utilizado por el amplio rango de aplicaciones que pueden ofrecer. Se utilizan para altas caídas de presión y caudales de todo tipo gracias a su amplia gama. Tienen, en general, un bajo nivel de ruido y se les puede poner cobertores especiales cuando se colocan en los techos para evitar su deterioro y la propagación del sonido. En general son aparatos grandes y necesitan mucho espacio.

Los **ventiladores axiales:** Son los de aletas radiales y manejan altos caudales de aire pero bajas caídas de presión estática. En general se usan para renovar el aire en grandes espacios, cuando no hay conductos.

Ventilador axial de aletas.

Los demás tipos de ventiladores más comunes son:

Los **ventiladores de muro** "room to room": Son ventiladores de alto caudal y de muy baja o nula caída de presión. Se usan en oficinas o cuartos pequeños pasando el aire de un cuarto al otro.

Los **ventiladores de campana o de hongo**: Estos ventiladores tienen aletas de tipo centrífugo o axial y se les puede agregar los accesorios para la extracción de grasa en cocinas de hoteles y restaurantes. La gran ventaja que tienen es que se pueden colocar en el exterior. Son de caída de presión alta y caudales de aire altos. También se pueden usar para sistemas de extracción de baño por medio de ductos.

Ventilador de muro.

Ventilador de campana.

Tanto la ventilación natural como el soleamiento estudiado en el capitulo anterior son dos de los grandes recursos naturales e inagotables que se encuentran en la naturaleza y que se pueden emplear a favor de un confort adecuado en las edificaciones así como para un ahorro energético.

Por último, no se debe olvidar la propia naturaleza, **la vegetación** que puede desempeñar un papel tan importante como los dos puntos tratados anteriormente, contribuyendo a la inercia térmica, a refrescar el ambiente y a proteger del soleamiento intenso durante los meses más calurosos, al igual que proteger de los vientos más indeseables. A continuación se desarrolla el ultimo capítulo del bloque I.

Capítulo V.

La vegetación como protección pasiva

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

PROYECTO DE FINAL DE GRADO
Taller 11. Arquitectura sostenible, medio ambiente y eficiencia energética.

A la hora de realizar un estudio solar para poder aprovechar sus ventajas en verano y protegerse de él en invierno, es necesario conocer todas las estrategias de las que poder valerse y de este modo conseguir que los resultados sean lo más óptimos posible.

Estas actuaciones se reducen, a obtener el máximo de penetración solar en invierno, para calentar el interior del edificio y reducir la exposición en invierno. Obviamente estas actuaciones son en cuanto a diseño se refiere, puesto que mediante soluciones constructivas como el **muro Trombe** podemos obtener resultados similares.

El primer punto a tratar como medida correctora es el uso de vegetación, por no ser una solución arquitectónica al cien por cien, sino más bien una solución basada en el uso de la naturaleza y por ser una solución válida tanto para verano como para invierno.

Árboles y setos como medida de protección

No todos los tipos de árboles sirven para este fin. Hay que tener en cuenta varios factores, pero el más importante es que los árboles deben caducifolios[1]. Además de esta propiedad, se deben tener en cuenta factores como la localización geográfica ya que no todos los árboles son idóneos para los climas en los que se pretenden establecer.

Casa de la cascada época cálida. Frank Lloyd Wright. 1939

Casa de la cascada época fría. Frank Lloyd Wright. 1939

Que la especie sea caducifolia se debe a la necesidad de ocultar o proteger la edificación de la radiación solar directa en verano, siempre en el caso del hemisferio norte, como permitir el calentamiento de las superficies en las épocas más frías.

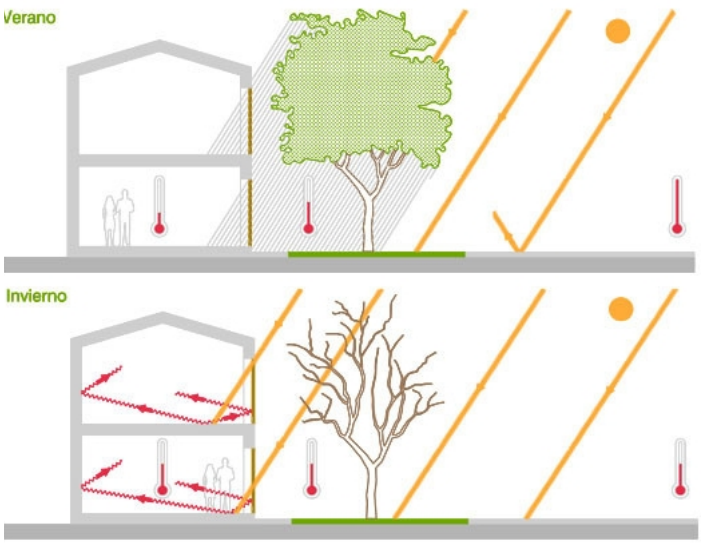
La aportación de la vegetación es tan importante que puede llegar a bloquear hasta un 90% de la radiación solar, dependiendo de la densidad de follaje, otra de las características a tener en cuenta a la hora de realizar la elección del tipo de árbol.

Otro de los factores sobre los que incide el uso de la vegetación, ya sea *caduca o perenne* es el efecto de enfriamiento que produce por la evaporación del agua, reduciendo la temperatura y aumentando la humedad ambiente, este efecto es conocido como *evapotranspiración*. Por último, mencionar que ade

1 Dicho de los árboles y de las plantas: De hoja caduca, que se les cae al empezar la estación desfavorable. **DRAE**

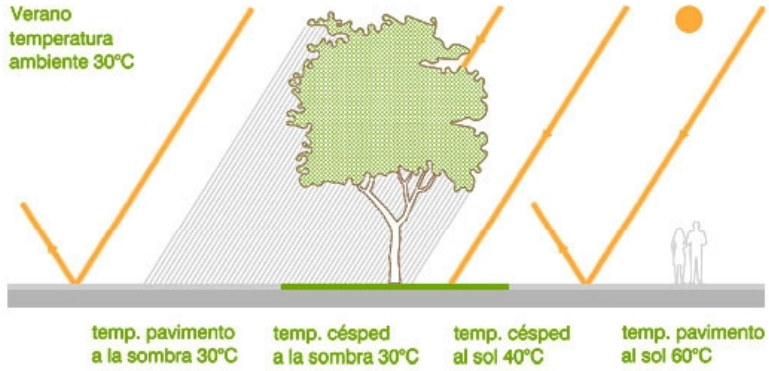
más de barrera solar, actúan también como barrera contra el viento, factor que conviene tener en cuenta puesto que en ocasiones esta barrera puede ser más perjudicial que favorable.

> *"Las zonas arboladas pueden tener una temperatura ambiente entre 3° y 6°C inferior a las zonas sin cobertura vegetal."*
>
> **BiU arquitectura y paisaje**



Efecto de la vegetación verano – invierno como protección solar sobre edificaciones. BiUarquitectura y paisaje

Además de bloquear el asoleo sobre la propia edificación, bloquea también la incidencia de la radiación sobre el pavimento. Es conveniente evitar las grandes superficies de pavimento al exterior junto a los edificios. Materiales como hormigón, asfalto o pétreos naturales actúan como acumuladores y emisores del calor, efecto que en épocas calurosas es totalmente indeseable y desfavorable.



Efecto de la vegetación como barrera solar sobre pavimento. BiU arquitectura y paisaje

Como se observa en la imagen, una superficie tapizante vegetal influye para reducir la temperatura.

En estas superficies, la temperatura es 20°C inferior a la de los pavimentos pétreos.

> *"En el análisis de casos reales, se ha observado que las superficies a pleno sol, tienen una temperatura entre 30° y 40° C superior a aquellas sombreadas por la vegetación."*
>
> **BiU arquitectura y paisaje**

En conclusión, la vegetación regula la temperatura y la humedad favorablemente y de manera notable en los edificios, tanto en forma de árbol, como de tapizante.

Especies aptas para su uso como medida de protección

Como se ha mencionado anteriormente, solo los árboles de hoja caduca son los adecuados para emplearlos como estrategia solar por perder el follaje el invierno permitiendo el paso de la luz solar.

A continuación se plantea una relación de árboles de hoja caduca autóctonos de la península ibérica con sus características básicas. Se han tenido en cuenta factores como la altura, determinante si se pretende cubrir una altura de edificación determinada, así como la zona geográfica donde se encuentran puesto que árboles que crezcan en la zona norte no son aptos en zonas como por ejemplo las meditarreneas por que exigen un nivel de riego muy superior y en consecuencia el gasto en agua supondría que la medida es ineficiente en este sentido.

Nombre científico	Nombre común	Altura aproximada	Situación geográfica	Fotografía
Acacia dealbata	Mimosa plateada	11-12 m	Ornamentalmente geográfica	Imagen 1
Acacia farnesiana	Aromo, caram-buco	Hasta 4 m	Sureste árido	Imagen 2
Acer campestre	Arce, moscón	Hasta 20 m	Mitad norte de la península	Imagen 3
Acer negundo	Arce de hoja de fresno, negundo, bordo	Rara vez pasa de los 10 m	Usado con asiduidad en la zona levantina	Imagen 4
Acer platanoides	Arce de hoja de plátano	Incluso hasta 20 m (pseudo-platanus incluso 30m)	Pirineos y cultivado ornamentalmente	Imagen 5
Aesculus hippocasta-num	Castaño de indias	Puede superar los 20m	Toda la península	Imagen 6
Ailantus altissima	Árbol del cielo, ailanto	Hasta 20 m	Zona levantina y Baleares	Imagen 7
Amygdalus comunis	Almendro	10 m	Toda la península, en especial Baleares, Levante y Murcia	Imagen 8
Betula pendula	Abedul	10-15 m	Riberas de ríos y montañas (1000-2000 m)	Imagen 9
Ceratonia siliqua	Algarrobo	Hasta 10 m	Zonas costeras mediterráneas	Imagen 10
Cercis siliquastrum	Árbol del amor, árbol de judas	5-10 m	Cultivado ornamental. Comunidad Valenciana	Imagen 11
Eleagnus angustifolia	Árbol del paraíso	7-10 m	Toda la península, sobretodo Este y Sur	Imagen 12
Fagus sylvatica	Haya	Puede llegar a 30 m	Mitad norte de la península	Imagen 13
Fraxinus angustifolia	Fresno	15 m	Provincias mediterráneas	Imagen 14
Fraxinus ornus	Fresno de flor	Sombre los 10 m	Área valenciana	Imagen 15
Ginko biloba	Gingo	Hasta los 30 – 40m	Toda la península	Imagen 16
Platanus hispanica	Plátano	Hasta 30m	Árbol de sombra en toda la península	Imagen 17
Punus cerassifera	Cerezo	15 – 20 m	Toda la península	Imagen 18
Quercus petraea	Roble	Hasta 35 m	Mitad norte de la península	Imagen 19
Ulmus minor	Olmo	Hasta 20 m	Toda la península, especialmente en zona mediterránea	Imagen 20

Imagen 1. Acacia dealbata

Imagen 2. Acacia farnesiana

Imagen 3. Acer campestre

Imagen 4. Acer negundo

Imagen 5. Acer platanoides

Imagen 6. Aesculos hippo-castanum

Imagen 7. Ailantus altissima

Imagen 8. Amygdalus co-munis

Imagen 9. Betula pendula

Imagen 10. Ceratonia siliqua

Imagen 11. Cersis siliquas-trum

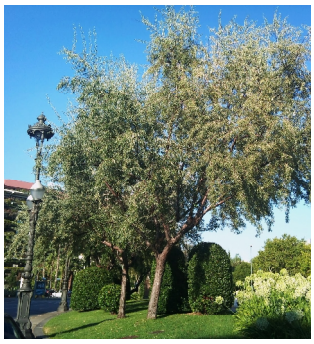


Imagen 12. Eleagnus angus-tifolia

Imagen 13. Fagus sylvatica

Imagen 14. Fraxinus angus-tifolia

Imagen 15. Fraxinus ornus

Imagen 16. Ginko biloba

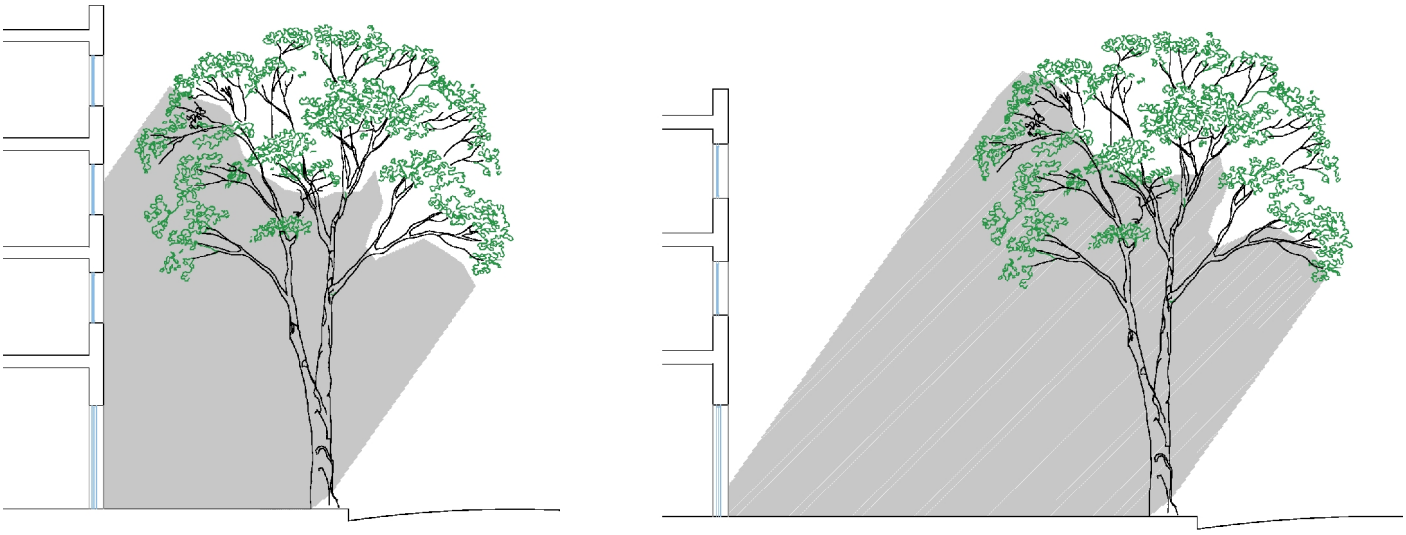
Imagen 17. Platanus hispanica

Imagen 18. Punus cerassifera

Imagen 19. Quercus petraea

Imagen 20. Ulmus minor

Además de esto, es necesario tener en cuenta aspectos como el ancho de vial y la altura de la edificación que se desea proteger. El ancho de vial es fundamental puesto que se puede escoger un árbol adecuado y si no se tiene en cuenta este factor, quedar demasiado alejado de la edificación, la alternativa sería la colocación de árboles con un gran diámetro de copa o más elevados que el edificio a proteger.



Representación de sombreamiento de la vegetación. A la izquierda el caso de una altura excesiva. A la derecha el caso de una anchura de vial excesiva. Por el autor.

Por otro lado podemos tener una edificación demasiado alta con la que se dificulte mucho la protección mediante árboles y en ese caso deberíamos recurrir a otros tipos de protección con vegetación como las **fachadas verdes.**

Fachadas verdes

Cuando por exigencias urbanísticas, altura de edificaciones, etc. No es posible reducir el asole mediante árboles, las fachadas verdes son una buena opción. No se trata de una protección solar propiamente, sino más bien de una tipología constructiva que ayuda en la inercia térmica del edificio.

El uso de fachadas verdes introduce color a la arquitectura, pero los verdaderos beneficios de estas fachadas están relacionados con la eficiencia energética, el aislamiento térmico y la reducción de la polución y de los ruidos.

Edificio Consorcio. Enrique Browne y Borja Huidobro. 1990-93. Santiago de Chile

Eficiencia energética.

Durante los meses cálidos, la "piel" de la fachada verde proporciona sombra a las fachadas soleadas y reduce la contribuye a la refrigeración debido a la evapotranspiración, reduciendo la temperatura máxima de los muros y que a su vez ayuda a reducir el sobrecalentamiento en los interiores.

Esta opción es especialmente eficaz en las fachadas sur puesto que son las más soleadas y las que por tanto más irradiación tienen.

En invierno, la capa de aire que queda entre la superficie vegetal y la superficie del muro actúa como en las fachadas ventiladas, reduce las corrientes convectivas en la superficie de la pared. La efectividad de la vegetación como aislamiento térmico está relacionada con el espesor y la cobertura. En algunos tipos de pared, la reducción de la humectación disminuye la evapotranspiración y en consecuencia la reducción de temperatura por este fenómeno es menor.

Reducción de la contaminación

Además, las fachadas vegetales, asi como las cubiertas ajardinadas contribuyen a la mejora de la contaminación. Además de por la evidencia de que el uso de vegetación es beneficiosa con el medio ambiente, ayuda a captar partículas que flotan en el ambiente.

Composición constructiva de las fachadas verdes

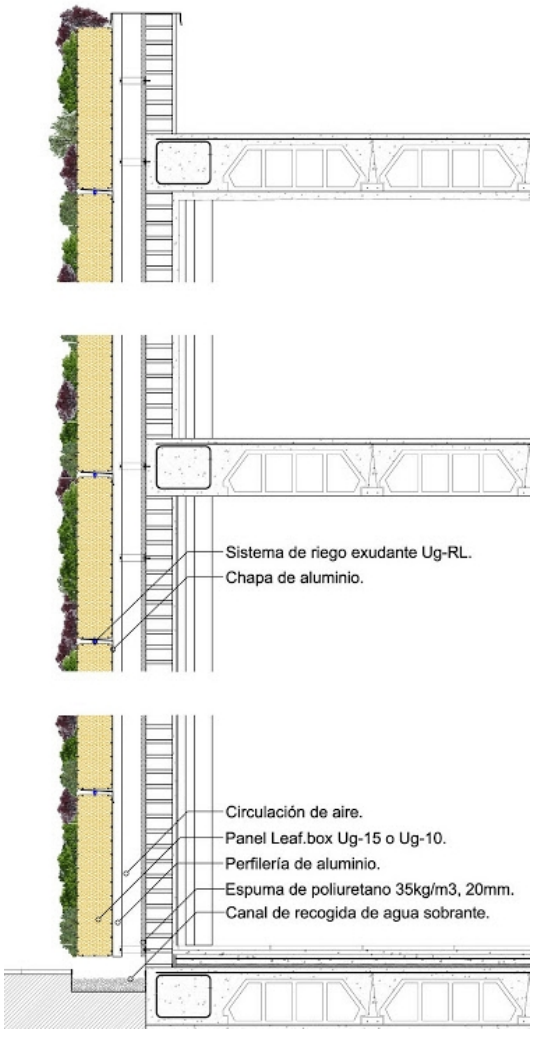
La técnica constructiva consiste en la colocación de una subestructura metálica a base de rejillas de aluminio que se fijan al muro. Sobre esta subestructura se superponen capas de fieltro de poliamida y planchas de PVC. Estas superficies son las que recibirán las raíces de las plantas.

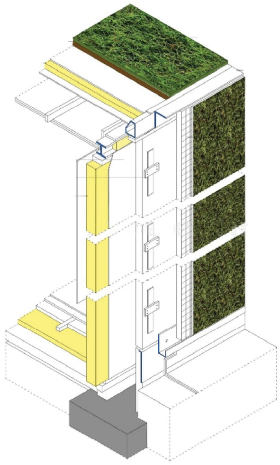
El sistema de riego debe ser automático a través de tubos superpuestos a partir de la cumbre del muro vegetal. Esta técnica soluciono los problemas de peso que aportaban al muro de fachada y en consecuencia a la estructura el substrato, permitiendo muros verdes de gran altura. Por tanto, esta tipología no hay tierra, simplemente luz solar, agua y nutrientes que se suministran diluidos en el agua de riego.

Además de todo esto, cabe destacar que las raíces en ningún momento dañan el paramento al quedar separada la hoja de vegetación del muro por una cámara de aire.

En el mercado se pueden encontrar infinidad de sistemas constructivos que básicamente se pueden dividir en dos grandes grupos: hidropónicos y de sustrato.

En el primer grupo, las raíces crecen en un medio inerte como los fieltros de poliamida mencionados en los párrafos superiores, lana de roca, espumas técnicas, etc.





En el segundo grupo, las raíces crecen en un medio orgánico con capacidad para la retención de agua, el drenaje y la aireación.

Por último, mencionar que avances tecnológicos realizados por la universidad Politécnica de Catalunya, han dado lugar a un hormigón biológico patentado, conocido como hormigón vegetal. El nuevo material permite absorber y reducir el contenido de CO2 de la atmosfera gracias al recubrimiento vegetal que tiene, además de tener la capacidad de retener la radiación solar (característica propia de los hormigones), lo que da la posibilidad de regular la conductividad térmica en el interior de los edificios.

Cubiertas ajardinadas

Por último, es necesario mencionar esta tipología de cubierta ya que corresponde a protección vegetal. Al igual que las fachadas verdes, no constituyen una protección solar como tal, sin embargo, aportan beneficios evidentes al igual que las fachadas verdes.

En el caso de las cubiertas, tanto la eficiencia energética y el aislamiento térmico se cumplen, solo que en este caso el aislamiento va en función del espesor de la capa de sustrato. Este sustrato a su vez depende de la vegetación que se vaya a colocar en la cubierta. No necesita el mismo espesor un tapizante (10-30 cm) que un árbol (en función del árbol puede necesitar incluso más de 1m).

Universidad Tecnológica Nanyang. Singapur

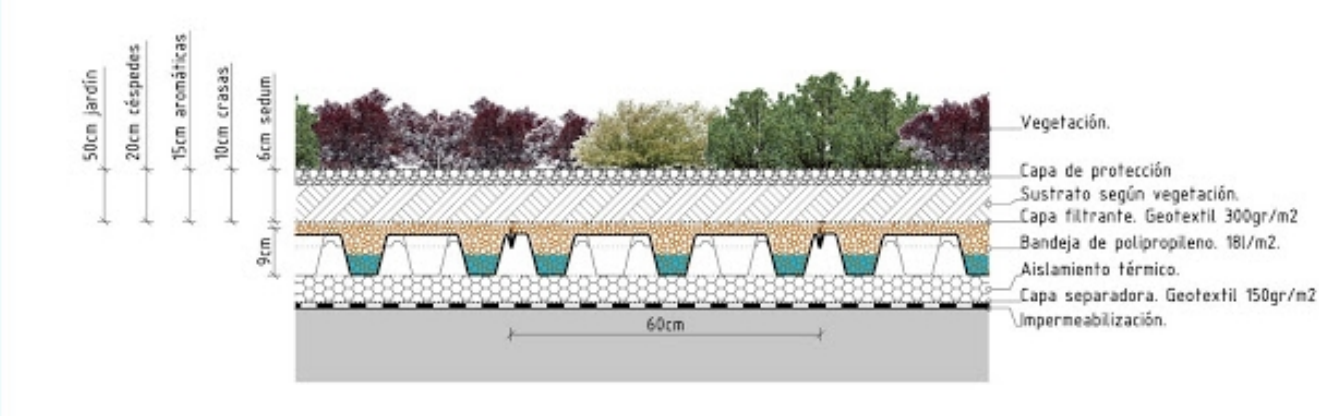
En el caso de estas cubiertas, hay que tener en cuenta el peso que aportan a la estructura y además, a diferencia de las fachadas verdes, la vegetación si está en contacto con el soporte resistente y por tanto se hace necesaria la colocación de una lámina antirraices.

Composición constructiva de las cubiertas ajardinadas

La constitución de esta tipología puede ser muy variada, aquí se plantea una solución genérica para un soporte resistente en concreto. Diferentes soluciones son igual de válida siempre que se cumplan unos requisitos mínimos.

Comenzado desde el interior, en primer lugar está el soporte resistente y la formación de pendientes, por ejemplo mediante hormigón celular. Sobre este se debe colocar la capa impermeabilizante (previa capa reguladora) y una lámina separadora para evitar el punzonamiento de la impermeabilización. A continuación se encuentra el aislamiento. Esta capa puede ir antes de la impermeabilización, dependiendo de si es convencional o invertida. En el caso de que la capa de tierra tenga un espesor suficiente, puede prescindirse del aislamiento térmico. Encima de esta última capa se coloca una lámina drenarte de polietileno de doble nódulo que permita drenar el agua limpia a fin de no obstruir las bajantes y que a su vez actué como antirraices. Sobre la antirraices se puede colocan capas de espesor variable filtrantes también, a base de

arenas y gravas y sobre estas la capa vegetal donde crecerán las raíces. Como revestimiento se ubicará la capa vegetal.



Ejemplo de detalle constructivo de Sistema comercial Baobab. Urbanarbolismo

Hay que destacar una vez más la elección de la vegetación que se desa colocar, esto quiere decir que una mala elección puede llevar a un consumo de agua mayor. Es el caso de la selección de vegetación no autóctona o de climas muy diferentes a los que se definen en el lugar de construcción. Vegetación que por su habitat lluvioso requieran grandes cantidades de agua. Se consigue un ahorro energético en climatización, pero un derroche de agua, siendo por tanto una medida poco eficiente.

Dado que las cubiertas ajardinadas conllevan un tratamiento mucho más detallado y justificado por su sistema constructivo, proceso de ejecución, ubicación, especies a cultivar, orientación, clima, y muchos más factores determinantes, sólo se ha querido referenciar en el presente proyecto a modo de posible solución englobada detro del uso de vegetación como recurso bioclimático.

Conclusión bloque I

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

Se da por finalizado el Bloque I del presente proyecto, centrado en el desarrollo de los conceptos de bioclimatismo, eficiencia energética y confort.

La conclusión que se obtiene es que, durante los siglos, el hombre ha actuado y construido valiéndose de la naturaleza, en un pasado no muy lejano encontramos casas construidas con adobe que térmicamente son más efectivas y mejores, generando un confort interior y un ahorro energético que las casas de la actualidad.

Además de lo mencionado en el párrafo anterior, las diferentes culturas se han demostrado ser capaces de aprovechar el clima en el que vivían, sacándole el máximo partido en pos del confort y del ahorro y obteniendo soluciones satisfactorias.

En la actualidad estas técnicas se han olvidado, mientras que en otros campos, la tecnología evoluciona a favor de estas comodidades y del ahorro de los consumidores, la construcción avanza en otro sentido y con otros objetivos.

No se busca tanto el confort y la comodidad como el diseño y la estética, quedando lejos el ahorro energético. Es en estos últimos años, en los que, la preocupación por estos temas, así como la preocupación por el medio ambiente, han fomentado la aparición de un nuevo tipo de construcción.

Simplemente valiéndose de técnicas naturales y pasivas, conocidas desde hace muchos siglos, se pueden obtener grandes resultados, obtener un confort en el interior de las edificaciones y unas condiciones de ahorro energético muy superiores si desde el momento de concepción del proyecto se tiene en cuenta todo esto.

Si además, se aprovechan las nuevas tecnologías constructivas, se pueden lograr resultados incluso superiores y no ser necesario el recurso activo, como la calefacción, el aire acondicionado, etc. en climas extremos, y todo ello sin necesidad de renunciar a la estética y al diseño arquitectónico.

Por tanto, obtendríamos edificaciones de gran calidad, tanto para sus ocupantes como para el medio ambiente, duraderas y confortables si se aplicasen unos sencillos conceptos a la hora de plantear un nuevo proyecto.

BLOQUE II

Estudio y análisis del Centro de Educación Infantil San José y San Antonio

ÍNDICE BLOQUE II

ANTECEDENTES

ANÁLISIS CLIMATOLÓGICO DE SUECA

Geografía 150

Clima de la zona 151

Datos meteorológicos 152

ESTUDIO SOLAR

CARACTERÍSTICAS SOLARES GENERALES 159

Solsticio de verano 159

Solsticio de invierno 161

Equinoccios 163

ANÁLISIS DE LAS PRINCIPALES ORIENTACIONES CENTRO DE EDUCACIÓN INFANTIL 166

PROTECCIONES SOLARES ACTUALES DEL CENTRO DE EDUCACIÓN INFANTIL 169

Principios de diseño del brise-soleil. 170

Fichas resumen 174

INFLUECIA DE LA VEGETACIÓN EXISTENTE 218

CONCLUSIÓN 220

ESTUDIO DE VENTILACIÓN

CARACTERÍSTICAS EÓLICAS GENERALES 225

Invierno 227

Verano 229

Primavera y otoño 231

ANÁLISIS DE LAS PRINCIPALES ORIENTACIONES DEL CENTRO DE EDUCACIÓN INFANTIL 232

ESTUDIO DE LAS ABERTURAS ACTUALES DEL CENTRO DE EDUCACIÓN INFANTIL. 235

FICHAS RESUMEN 238

CONCLUSIÓN 246

CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

FICHAS RESUMEN DE MATERIALES

ANÁLISIS DE LA DEMANDA ENERGÉTICA **265**

MEDIDAS DE MEJORA **268**

a) envolvente térmica *268*

b) huecos: *268*

c) iluminación: *269*

CONCLUSIÓN BLOQUE II **273**

Antecedentes

Centro de Educación Infantil San José y San Antonio de Padua

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

PROYECTO DE FINAL DE GRADO
Taller 11. Arquitectura sostenible, medio ambiente y eficiencia energética.

El presente proyecto de estudio se realiza sobre el centro de Educación Infantil San José y San Antonio de Padua propiedad de la fundación San José y San Antonio de Padua, provista de C.I.F.: G46092854 con domicilio social en la C/: Sebastián Diego nº 88 (46410) de Sueca (Valencia), y cuyo representante legal es D. Vicente Agustí Company, con D.N.I. 20147622 J.

Localización

El inmueble objeto de este proyecto está situado en la C/: Sebastián Diego nº 88 (46410) de Sueca (Valencia) en las afueras de este mismo municipio y fue construido en 1970. La superficie de la parcela donde se ubica el inmueble es de 7.881'00 m², con un total 3.432'87 m² construidos.

Descripción del inmueble

El centro se desarrolla en planta baja a excepción de la zona administrativa ubicada en primera planta, en la zona norte. Cuenta con un total de 22 aulas para niños de entre 0 y 5 años. La mayor parte de las aulas disponen de aseo y trastero propio. Además cuenta con un aula de psicomotricidad, salón de usos múltiples, un aula destinada a cunas para los niños de menor edad, dos comedores, cocina, recreo interior, laboratorio y sala de informática, además de la zona administrativa mencionada anteriormente.

Además cuenta con aparcamiento privado de 386 m², con plaza para minusválidos y una gran extensión de jardines. Cada una de las aulas cuenta con su propia superficie de jardín separado mediante una barrera vegetal.

Análisis climatológico Sueca

Centro de Educación Infantil San José y San Antonio de Padua

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

PROYECTO DE FINAL DE GRADO
Taller 11. Arquitectura sostenible, medio ambiente y eficiencia energética.

Se analizará a continuación el clima correspondiente al Centro de Educación Infantil San José y San Antonio de Padua, así como sus características en lo relativo a temperaturas y humedad. Características que ayudarán a la comprensión de los demás apartados de estudio del presente proyecto y al análisis del estado actual en que se encuentra el centro.

El Centro de Educación Infantil San José y San Antonio de Padua, ofrece el servicio educativo correspondiente al Primer y Segundo Ciclo de Infantil (de 0 a 3 años y de 3 a 6 años).

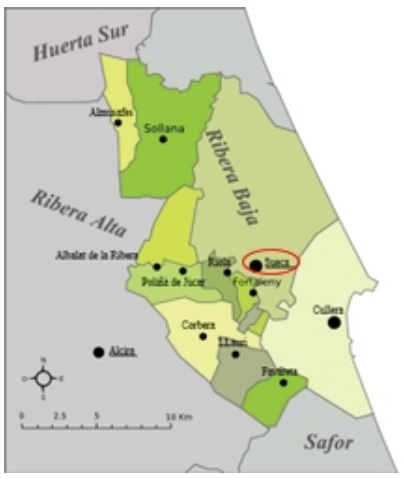
El Centro, se ubica en una parcela de 7881 m2, rodeado de vegetación mediterránea. El edificio, se compone de dos plantas, planta baja y planta primera, con una superficie construida de 3.432'87 m2 y una superficie útil de 2.903'22 m2.

En planta baja se ubican las diferentes aulas, zona de siesta, zona de usos múltiples, zona de recreo cubierto, zona de comedor, almacén y cocina. Mientras que en la primera planta, se ubica la zona administrativa del Centro de educación infantil.

La parcela dispone de aparcamiento de uso interno con una superficie de 386 m2.

El Centro de Educación Infantil, se localiza en la C/ Sebastián Diego Nº 88, en la localidad de Sueca, provincia de Valencia.

El municipio de Sueca, es la capital de la Comarca de la Ribera Baja, perteneciente a la Comunidad Valenciana, España.



GEOGRAFÍA

El municipio de Sueca cuenta con una gran extensión y un relieve llano, dedicado en su mayoría al cultivo de arroz. Es un terreno pantanoso, está rodeado por las aguas del Parque Natural de l'Albufera, y por él, pasa el río Júcar.

El mar Mediterráneo baña 8 km de costa pertenecientes al municipio de Sueca.

La montaña de los Santos de 27 metros de altura, es la única afloración rocosa del término municipal en suelo firme, en la actualidad es una microreserva de flora.

CLIMA DE LA ZONA

Las coordeadas de Sueca son: 39° 12'''N 0°19'''O. Se encuentra a 34 km de Valencia, la capital de la Comunidad Valenciana, España.

En la Comunidad Valenciana se pueden distinguir cuatro tipos de clima mediterráneos que se representan: en color marrón por el clima mediterráneo típico, en color naranja por el clima mediterráneo continental, en color blanco el clima mediterráneo seco y por último, **el clima de montaña** que se localiza en las zonas más altas de Castellón, junto al clima mediterráneo continental.

El municipio de Sueca pertenece al Clima Mediterráneo Típico ya que dista 8,5 km del mar mediterráneo.

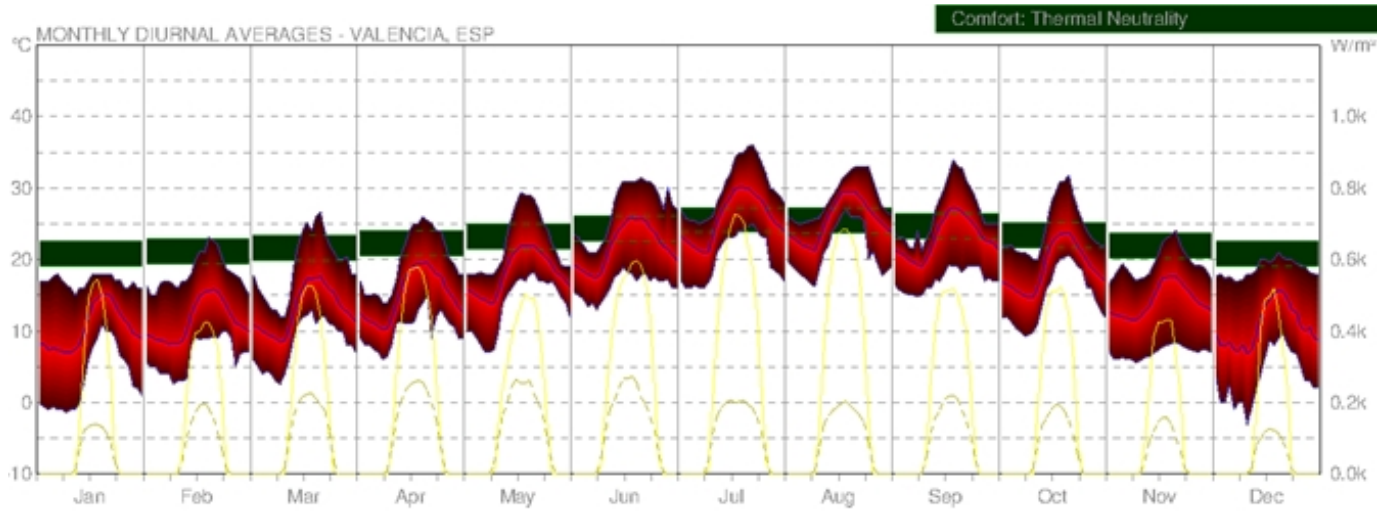
El clima mediterráneo típico, abarca toda la costa del norte y el centro de la Comunidad Valenciana. Se caracteriza por inviernos suaves y lluviosos con temperaturas por encima de 0°C, y veranos de larga duración secos y calurosos, con temperaturas alrededor de 30°C. Las precipitaciones más abundantes son representativas en las estaciones de primavera y otoño.

DATOS METEOROLÓGICOS

Los datos meteorológicos para la ciudad de Valencia, han sido obtenidos por la herramienta informática Ecotec, empleada para realizar el Estudio Solar del Centro de Educación Infantil San José y San Antonio de Padua.

Con la herramienta informática Ecotec, gracias a una base de datos .wea obtenida de la Agencia Estatal de Meteorología de una de las estaciones de Valencia que recogen datos climáticos desde 1986 se han obtenido los siguientes datos meteorológicos correspondientes a la ciudad de Valencia:

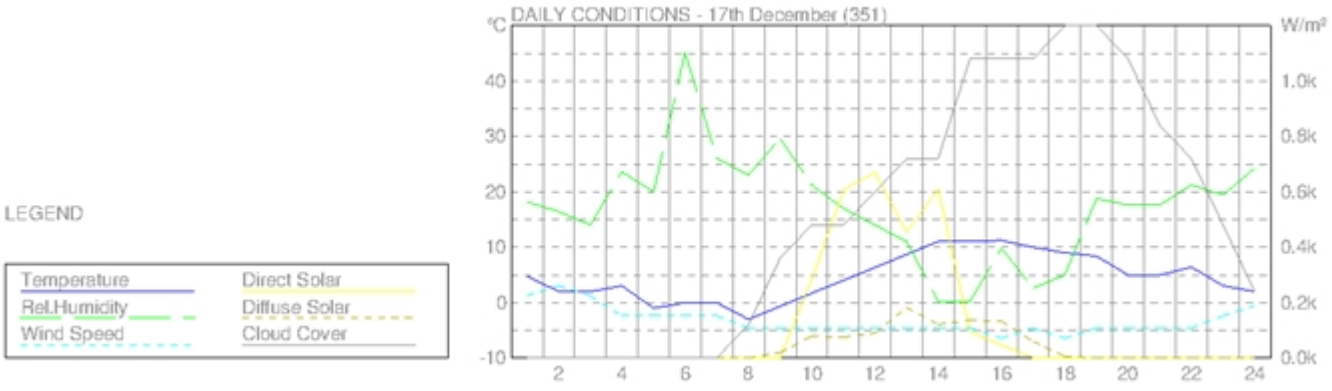
- Gráfico de las temperaturas medias anuales, en Valencia:



Las bandas rojas marcan el rango de temperatura de cada día, siendo la línea morada el promedio de las temperaturas. Las bandas verdes, señalizan la zona de confort. Finalmente, las líneas amarillas muestran el rango de radiaciones.

Como se puede apreciar en la gráfica, las temperaturas medias anuales, se sitúan cerca de la línea de confort a excepción de, los meses entre noviembre y febrero, que son los meses más fríos. La temperatura más alta, se alcanza aproximadamente, la segunda quincena del mes de Julio, alrededor de los 36°C. Por otra parte, la temperatura más baja, se alcanza durante la primera quincena del mes de Diciembre, alrededor de los -5°C.

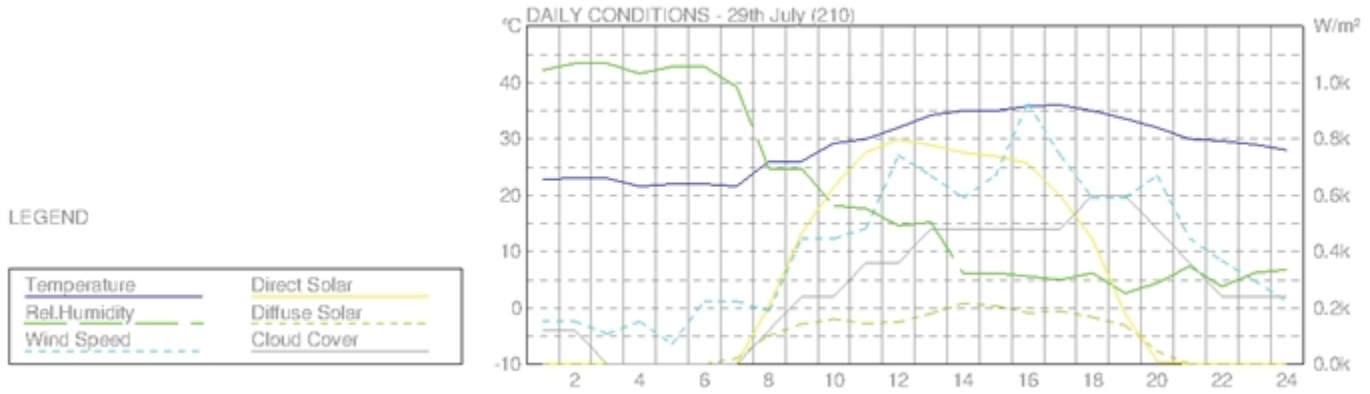
- Gráfico de la temperatura más baja alcanzada en el mes de Diciembre, en Valencia:



La temperatura más baja del año se alcanza, el día 17 de Diciembre, alrededor de las 8:00h, alcanzando una temperatura mínima de -3ºC. Conforme avanza el día, las temperaturas van ascendiendo hasta alcanzar los 12ºC de temperatura máxima, temperatura que, sobre las 17:00h descenderá gradualmente.

Si observamos la humedad relativa, apreciamos que alcanza su valor máximo cuando la temperatura ambiente es mínima y la radiación solar es nula, cerca de las 6:00h. Sin embargo, cuando la temperatura ambiente y la radiación solar alcanzan su máximo, la humedad relativa alcanza su valor mínimo, cerca de las 14:00h, momento en el que la masa de aire contiene menos humedad.

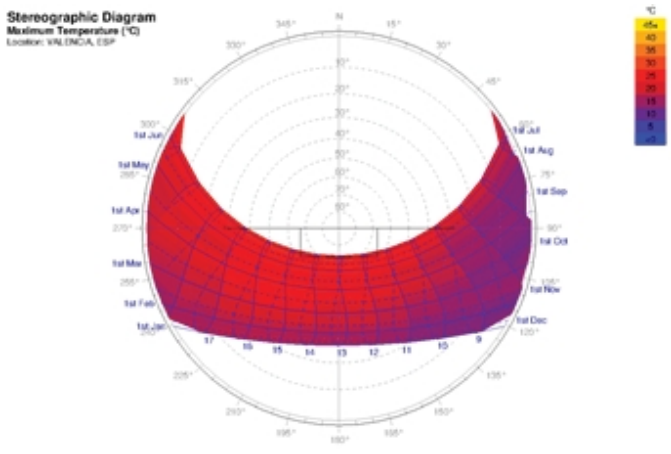
- Gráfico de la temperatura más alta alcanzada en el mes de Julio, en Valencia:



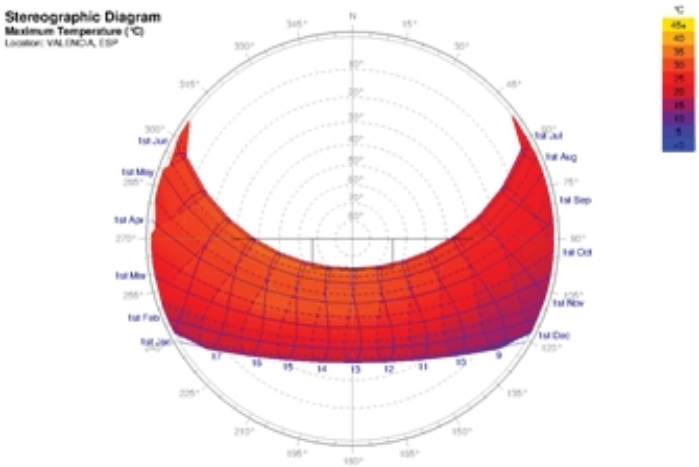
La temperatura más alta del año se alcanza, el día 29 de Julio, alrededor de las 16:00h, alcanzando una temperatura máxima de 36ºC. A partir de las 18:00 la temperatura irá descendiendo hasta alcanzar una temperatura mínima de 21ºC sobre las 4:00h, la cual, se mantendrá constante y a partir de las 6:00h irá ascendiendo de nuevo.

Si observamos la humedad relativa, apreciamos que alcanza su valor máximo cuando la temperatura ambiente es mínima y la radiación solar es nula. A partir de las 6:00h, en cuanto, la temperatura ambiente y la radiación solar ascienden gradualmente, se aprecia un descenso importante en la humedad relativa, dato que nos informa de la humedad que contiene la masa de aire.

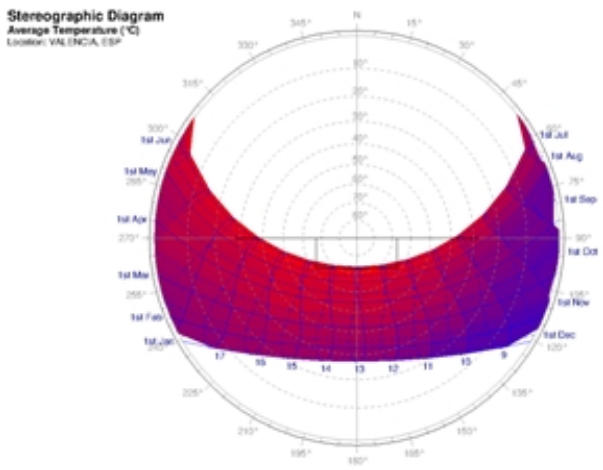
A continuación se muestran gráficos de temperaturas representados en cartas solares estereográficas, que nos permiten obtener datos más precisos, en cuanto, a la temperatura que se alcanza en cada hora en un mes determinado, por franjas de colores.



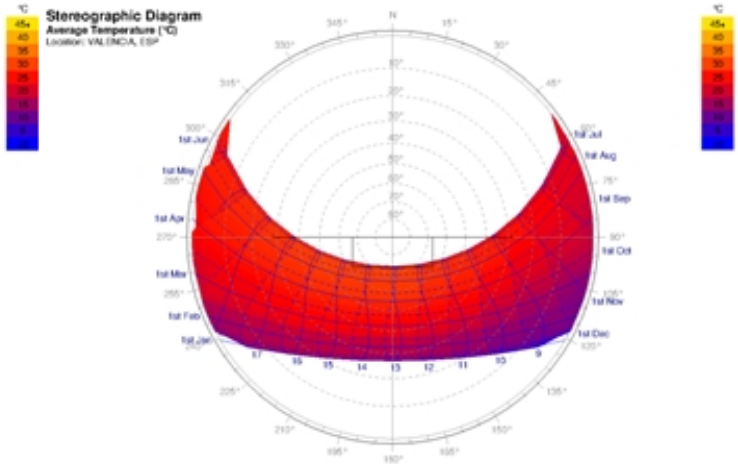
Temperatura máxima representada desde Enero hasta Junio



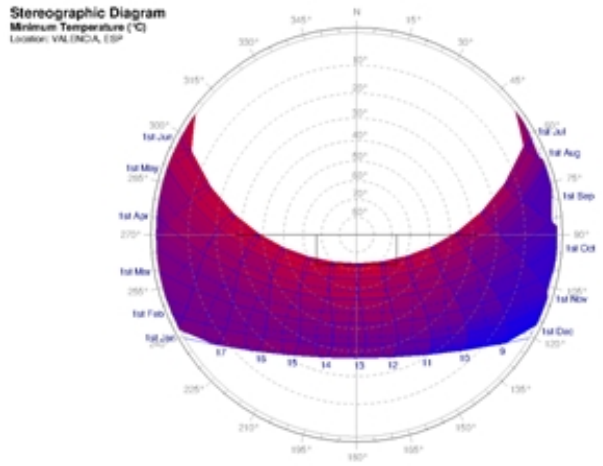
Temperatura máxima representada desde Julio hasta Diciembre



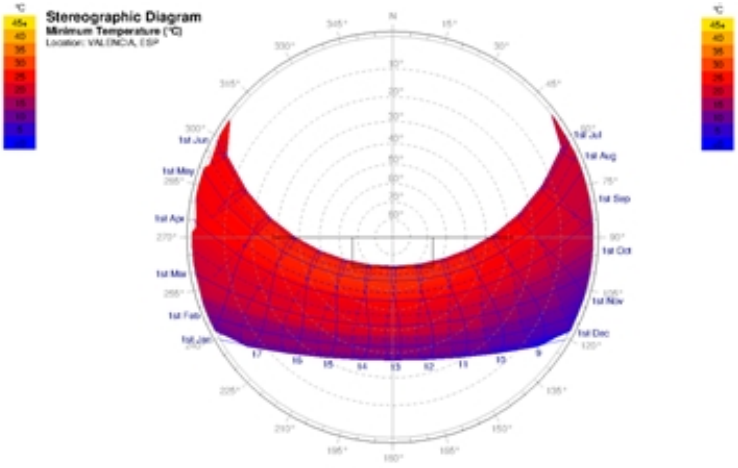
Temperatura media representada desde Enero hasta Junio



Temperatura media representada desde Julio hasta Diciembre

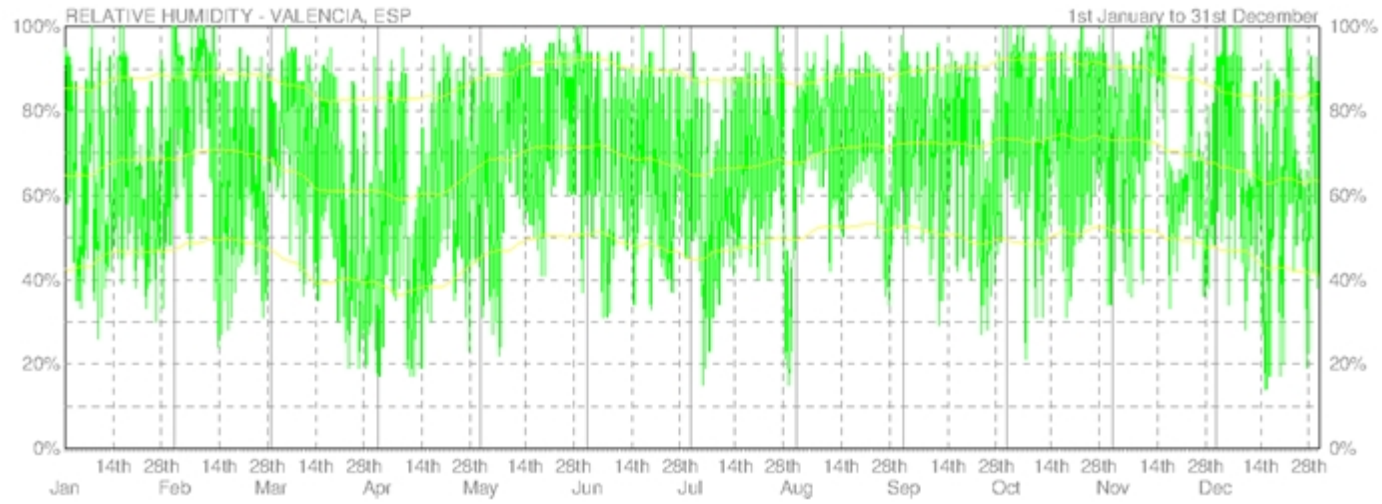


Temperatura mínima representada desde Enero hasta Junio



Temperatura mínima representada desde Julio hasta Diciembre

- Gráfico de la Humedad Relativa anual en Valencia:

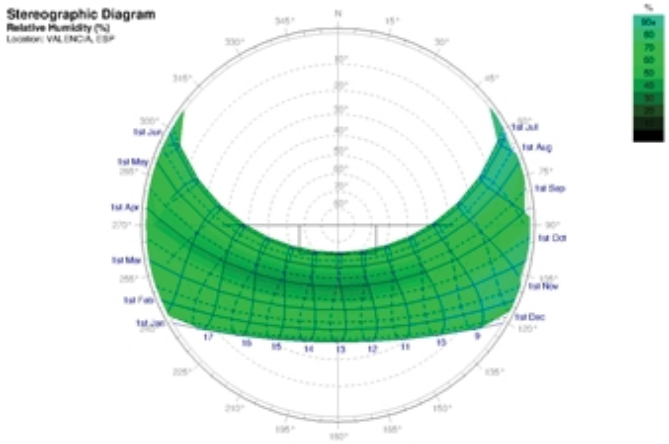


La humedad relativa anual en Valencia se sitúa entre un 20% y un 90%, es una zona muy húmeda por su proximidad al mar y sus temperaturas.

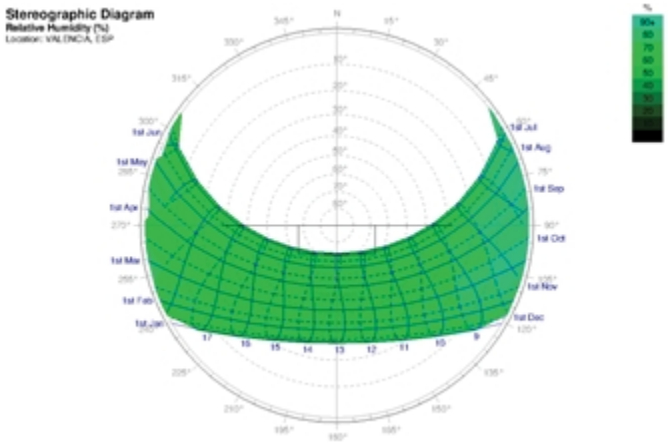
En la estación de primavera (21Marzo-20Junio) y en la estación de otoño (23 Septimbre-20 Diciembre), se

observan variaciones de humedad relativa muy significativas, debido a las frecuentes precipitaciones. Mientras que, durante el invierno (21Diciembre-20 Marzo), las variaciones de humedad relativa son menos significantes. Por último, durante la estación de verano (21Junio-22 Septiembre) las variaciones de humedad relativa son mínimas.

A continuación se muestran gráficos de humedades relativas representados en cartas solares estereográficas, que nos permiten obtener datos más precisos, en cuanto, a la humedad relativa que se alcanza en cada hora en un mes determinado, por franjas de colores.



Humedad relativa representada desde Enero hasta Junio



Humedad relativa representada desde Julio hasta Diciembre

Estudio solar

Centro de Educación Infantil San José y San Antonio de Padua

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

PROYECTO DE FINAL DE GRADO
Taller 11. Arquitectura sostenible, medio ambiente y eficiencia energética.

A continuación se realizará de forma pormenorizada el estudio de los conceptos expuestos anteriormente sobre el centro de educación infantil San José y San Antonio a fin de determinar las características solares y poder saber si los criterios de diseño y orientación actuales son efectivos en cuento a la eficiencia energética de la edificación.

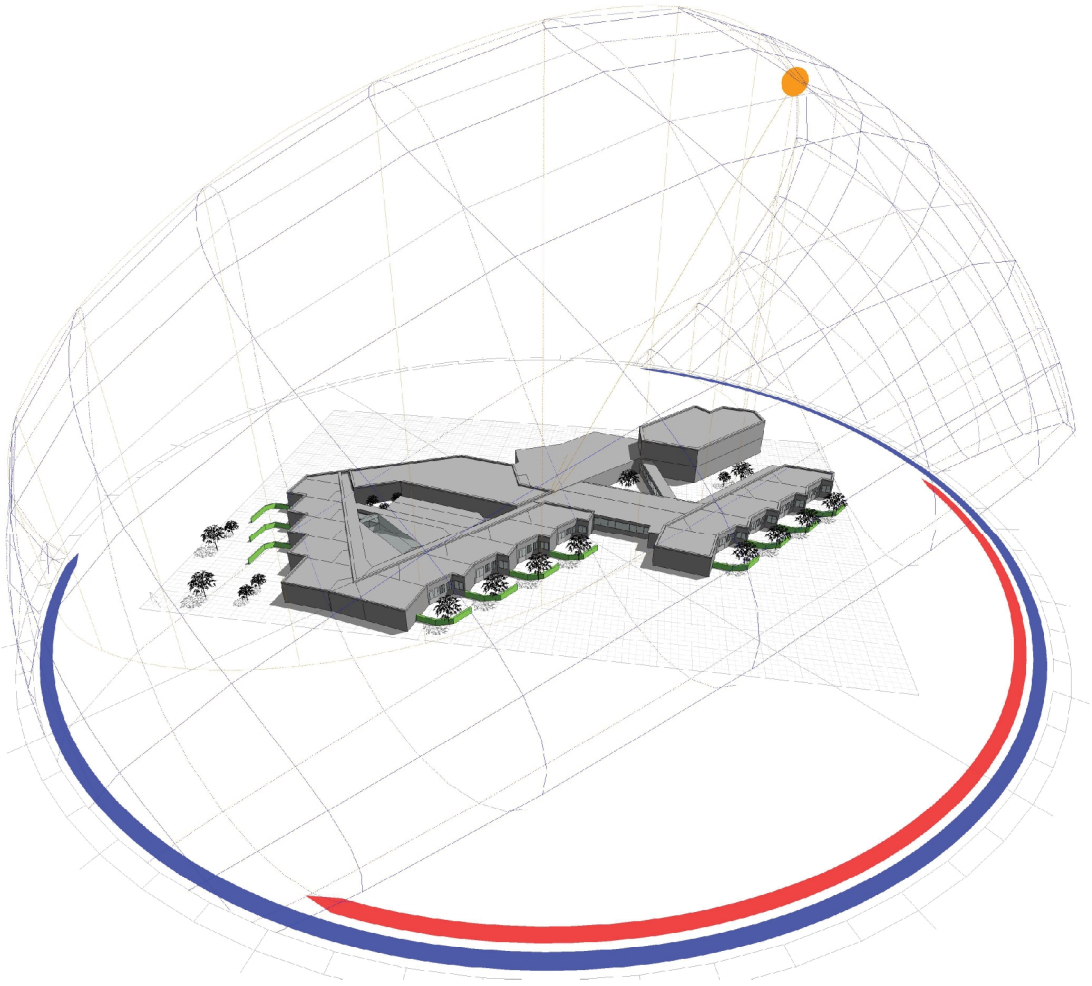
El estudio se iniciará por las características solares generales en función de la estación y se desarrollará hasta llegar al caso particular de las aulas más desfavorables.

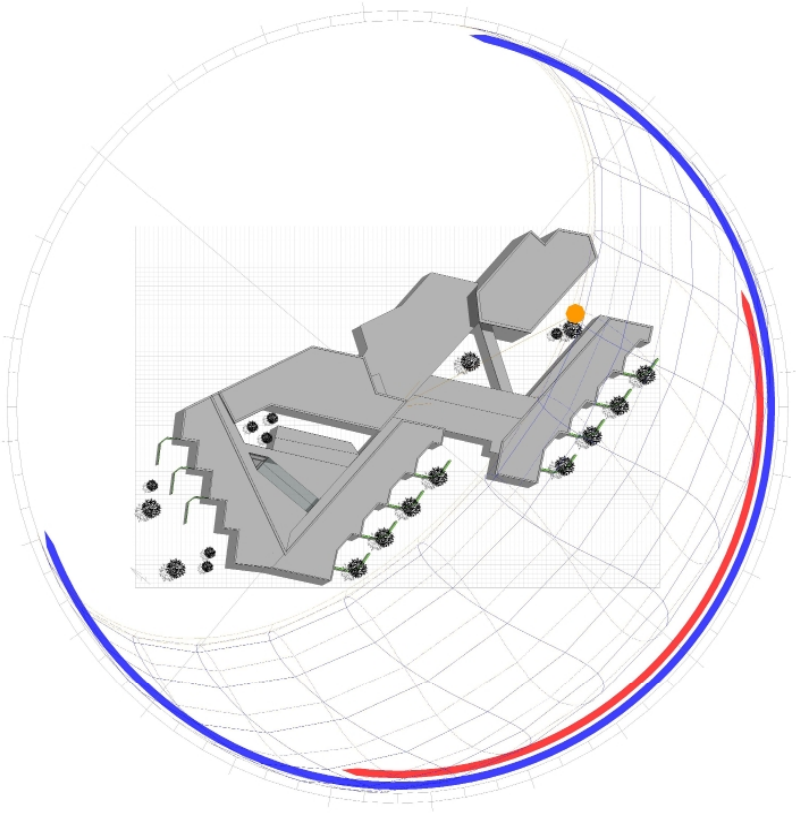
Para realizar el estudio de soleamiento, y obtención de datos y gráficos, se ha empleado la herramienta informática **Ecotec** con la cual, mediante simulaciones y gracias a una base de datos **.wea** obtenida de la Agencia Estatal de Meteorología de una de las estaciones que recogen datos climáticos de 1986. A través de simulaciones se obtienen datos como el porcentaje de sombra sobre una superficie, la radiación o la posición de sol para cada momento en cualquier fecha del año.

CARACTERÍSTICAS SOLARES GENERALES

Solsticio de verano

Durante los meses de verano, la guardería se encuentra desocupada por el calendario escolar, sin embargo, los datos de soleamiento y radiación se pueden extrapolar para los meses de junio, julio y agosto.





Representación gráfica de la posición solar para el solsticio de verano sobre el centro de educación

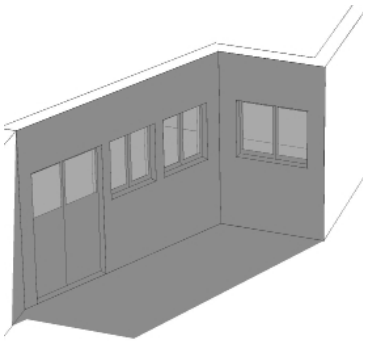
Como se observa en las imágenes superior, la **posición del sol y su trayectoria** durante los meses de junio, julio y agosto es muy perpendicular al plano del suelo. De este modo el sol no penetra en las estancias aulas a sur durante todo el día y las fachadas llegan a estar sombrearse totalmente a sí mismas durante las últimas horas del día.

Puesto que la guardería se desarrolla en planta baja, las sombras que arroja durante el verano la edificación sobre sí misma no son significativas, salvo en la zona D (cunas) que se encuentra sombreada durante prácticamente todo el año.

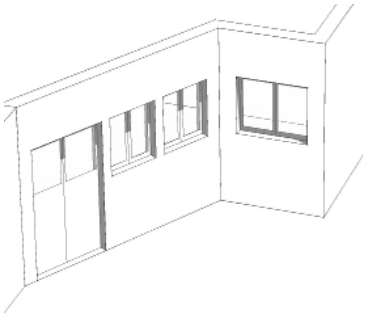
De igual modo, la guardería se encuentra exenta y expuesta a los agentes climatológicos, ni el viento ni el sol tienen obstáculos, impactando de forma directa sobre las superficies de la guardería.

En cuanto al asoleo general sobre las aulas, debido a la geometría particular, durante los meses de verano, los quiebres apenas proporcionan sombra sobre las fachadas y por tanto es necesario recurrir a protecciones como toldos para evitar un sobrecalentamiento en los paramentos. Este fenómeno solo sucede en las aulas orientadas a sur puesto que las orientadas a oeste y norte reciben escaso soleamiento o ninguno.

La radiación durante los meses de verano es muy intensa por lo expuesto anteriormente. No existen obstáculos que aporten sobra al centro y en las aulas sur, durante estos meses, las tres fachadas y la cubierta están soleadas, alcanzando valores muy elevados de radiación solar directa y difusa sobre las superficies y por tanto sobrecalentamientos importantes en el interior.



Asoleo a las 9.00h



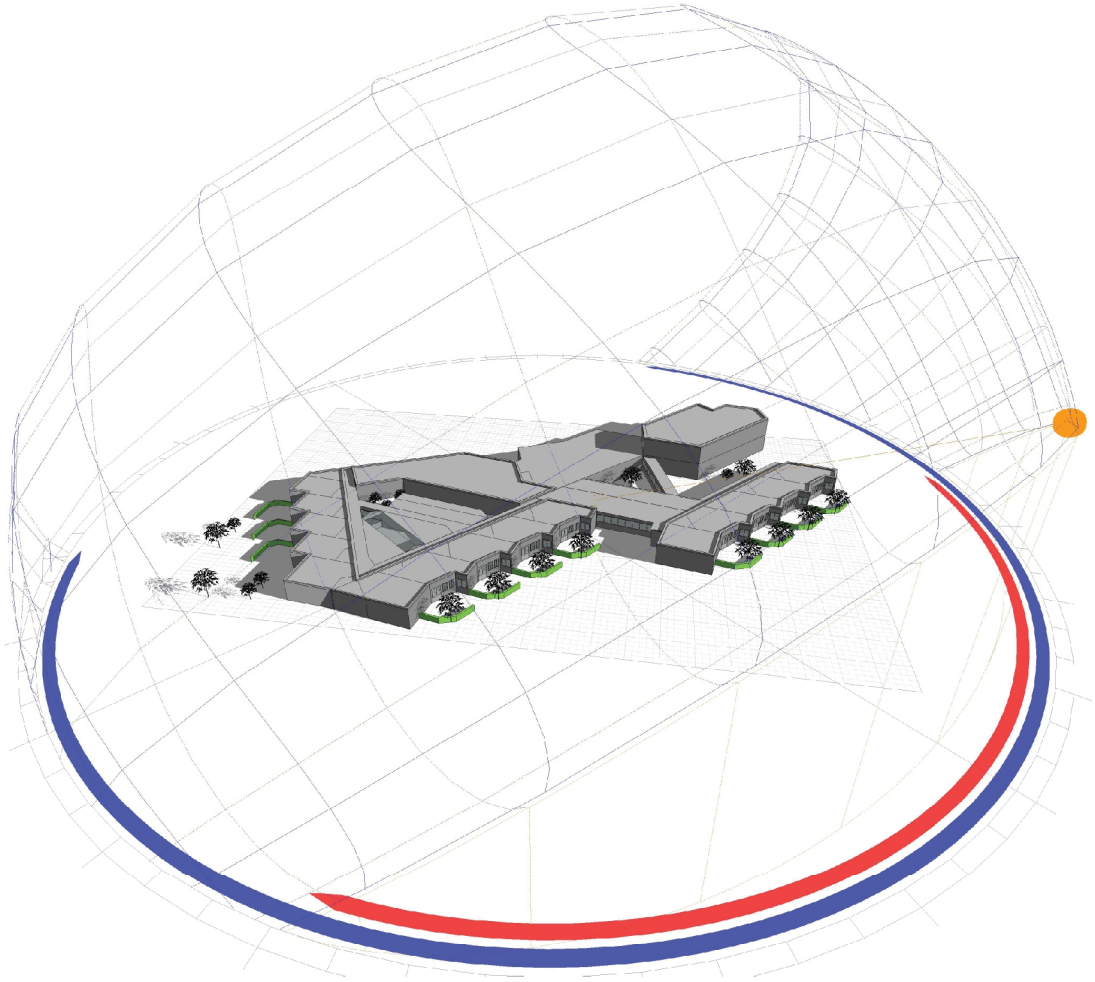
Asoleo a las 13.00h

Por el contrario, ni la zona D de cunas ni la E reciben un asoleo importante, recibiendo una radiación mucho menor que las orientadas a sur. La única aportación de temperatura importante se lleva a cabo a través de la cubierta. Por tanto estas aulas son las más frescas en verano por no recibir asoleo y por tanto una radiación muy escasa.

La conclusión para los meses cálidos es que la zona a sur se encuentra muy expuesta, sin elementos que la sombreen aunque la geometría proporciona sombras que no tendría de ser una superficie lineal, mientras que la zona norte se encuentra resguardada del sol y recibe poca radiación, siendo por tanto unas aulas sin excesivo calor en verano. El inconveniente de diseño de la guardería respecto a la radiación es que se desarrolla toda en planta baja y la cubierta no cumple su función protectora dado que la tipología no es la más apropiada, por tanto, gran parte de la radiación incidente se transforma en sobrecalentamientos en el interior. Además la zona C cuenta con una cubierta tipo sándwich que genera un espacio y una bolsa de calor que irremediablemente calienta las aulas en contacto con esta.

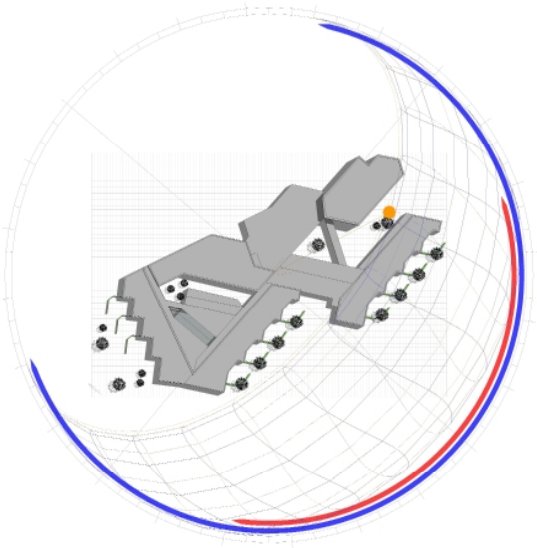
Solsticio de invierno

Durante el invierno, la **posición solar** genera unos rayos muy inclinados como se observa en los gráficos superiores. Estos rayos penetran en las aulas con orientación sur soleando su interior intensamente. Por el contrario las aulas a oeste y norte no reciben nada de soleamiento. En el caso de las aulas orientadas a oeste el sol no llega a solear las aulas puesto que la puesta de sol se produce antes de que el ángulo acimutal pueda bañar estas fachadas.

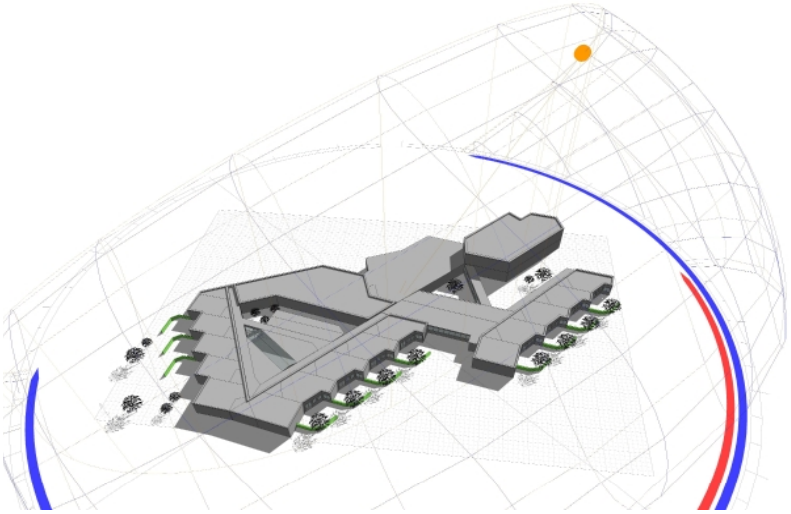


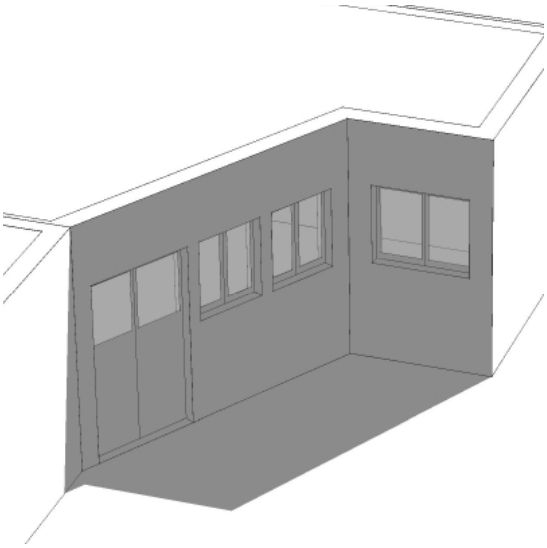
Representación gráfica de la posición solar para el solsticio de invierno sobre el centro de educación

A pesar de no tener obstáculos, la inclinación de los rayos de sol provocan que la misma planta baja proyecte sobras sobre sí misma. De esta manera, las aulas centrales y las orientadas a norte, como la zona D y la zona E no reciben un asoleo importante en invierno, solo reciben sol en horas concretas.

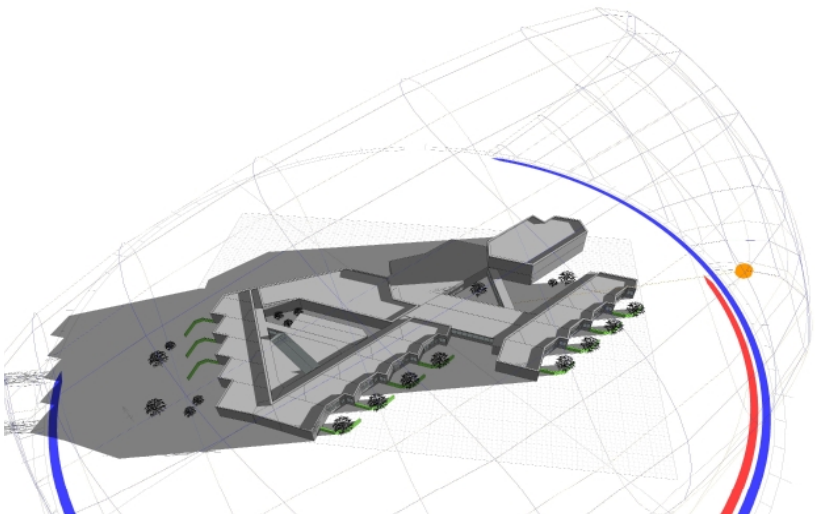


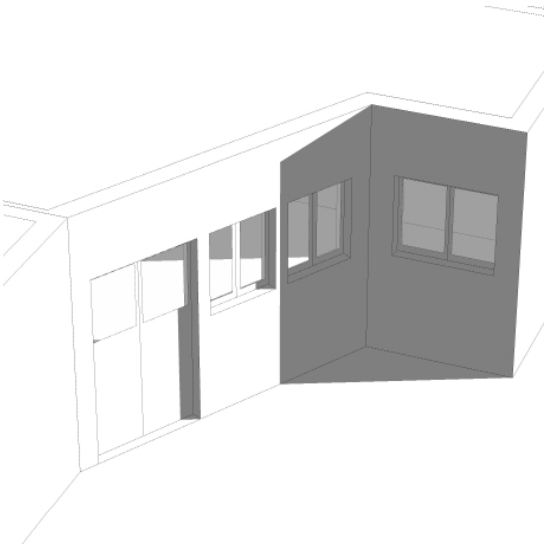
En lo referente a las aulas, la geometría actúa del mismo modo, pero, puesto que los rayos son más oblicuos las sombras proyectadas son más alargadas y sin embargo **las aulas de la zona sur se encuentran más sombreadas en verano**. Esto es debido a la altura solar, en verano al ser tan perpendiculares los rayos solares en todo momento una de las fachadas se sombrea a sí misma mientras que en invierno, al ser más inclinados las fachadas no pueden proporcionarse sombra a sí mismas. Este hecho genera en estas aulas un nivel de radiación superior en invierno puesto que el porcentaje de sombras es mayor en verano y mientras está sombreado no recibe radiación directa, solo difusa.





Altura solar 21 junio a las 9:00





Altura solar 21 diciembre a las 9:00

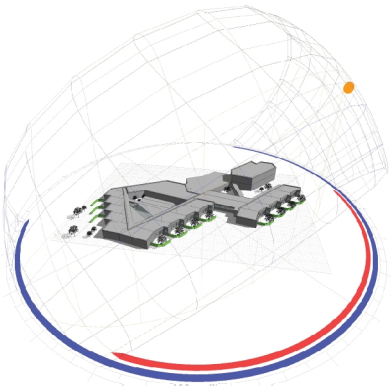
Las aulas norte, y oeste no reciben asoleo directo durante estos meses, en el caso concreto de las fachadas a oeste (zona A) es debido a que la puesta de sol sucede antes de que el recorrido del sol lo lleve a una posición en la que pueda bañarlas de luz.

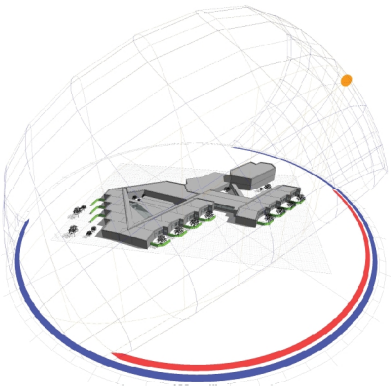
Todo esto tiene una relación directa con la intensidad de **radiación** que recibe la guardería durante los meses de verano. Como se ha expuesto en párrafos anteriores, las fachadas de la zona B orientadas a sur tienen la particularidad de recibir una radiación mayor en invierno por la geometría y la altura de la edificación así como por la posición solar. Sin embargo este fenómeno solo se da en estas aulas, en el resto la radiación es sustancialmente menor en invierno que en verano. A modo de ejemplo, las aulas tipo de la zona A, a las 11:00 tienen una radiación total de **921 W/m²** en el solsticio de verano y **365 W/m²** en el solsticio de invierno.

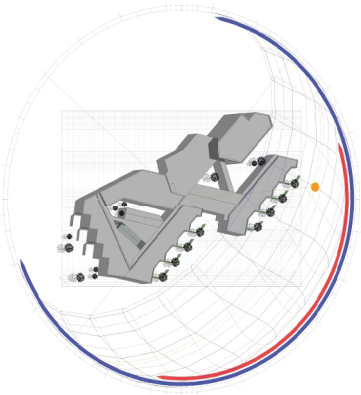
Un estudio pormenorizado, que se mostrará más adelante demuestra que para una fachada en concreto con una determinada orientación puede tener una mayor radiación en determinadas horas durante el invierno que durante el verano. Esto se debe a las sombras proyectadas sobre el paramento que son menores en invierno. No hay que dejarse engañar por estos datos puesto que tienen una estrecha relación con el sombreamiento de la zona, la radiación en verano es más intensa que en invierno y en la superficie de cubierta queda reflejado, resultando siempre el valor global de radiación en las aulas, por mucho que varíen los resultados en las fachadas, superior en verano que en invierno.

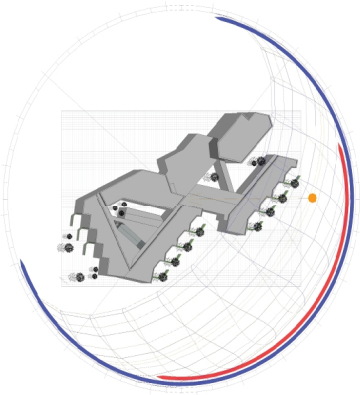
La conclusión de los meses de invierno es que en la zona B orientada a sur recibe un asoleo intenso y que penetra en las aulas, siendo las de esta zona más cálidas que el resto durante el invierno. Sin embargo el resto de zonas se encuentran muy sombreadas con un índice de radiación muy bajo, obteniendo el único aporte energético a través de la cubierta. Los interiores se mantienen oscuros salvo en contadas horas, al igual que las fachadas, convirtiéndose en zonas frías en las que se hace necesario un aporte de energía adicional, intenso y continuado.

Equinoccios









Representación solar 23 de Marzo

Representación solar 23 de Septiembre

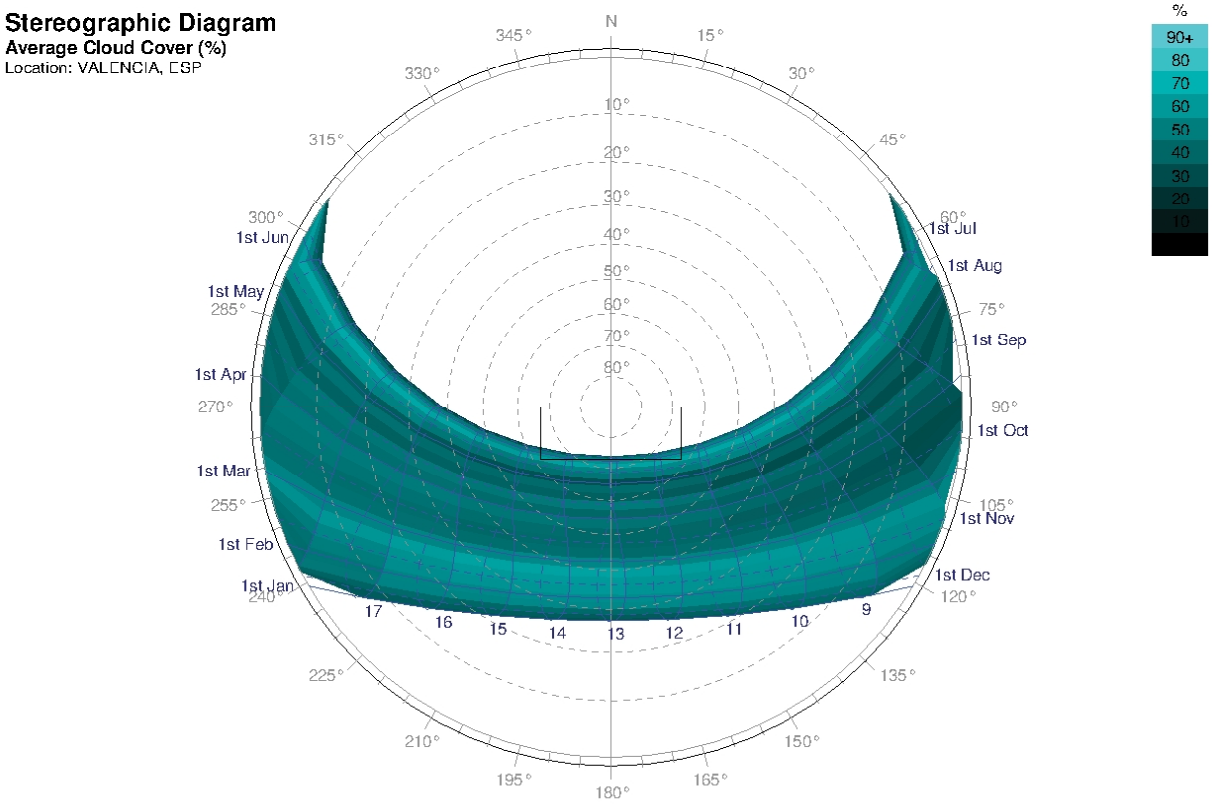
Se debe entender que en cuanto a soleamiento y radiación, los valores de los equinoccios pueden adoptarse como la media de los solsticios (aunque no es exactamente de esta manera y requeriría de un estudio más detallado), puesto que el ángulo solar se encuentra en el punto medio entre los dos solsticios afectando directamente a la geometría de las sombras y por tanto al porcentaje de sombra así como a la intensidad de radiación recibida. Por tanto para el presente proyecto no se han estudiado los valores en los equinoccios de forma detallada.

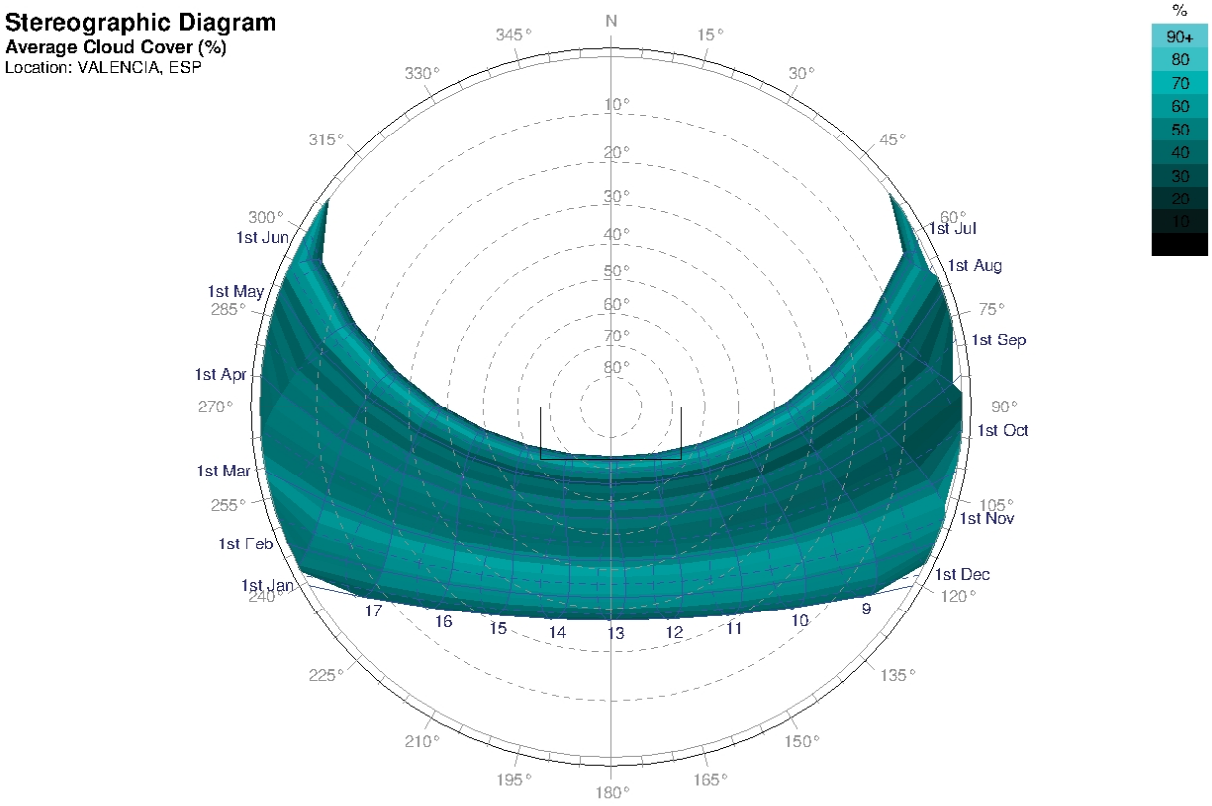
Se observa en las representaciones anteriores que los equinoccios tienen características muy similares entre ellos y comparandolo con los solsticios se encuentra en un punto intermedio aproximadamente. No se trata de valores medios exactamente debido al error acumulativo de 6h que sucede cada año y que da como resultado los años bisiestos.

Se muestran a continuación se muestran unas gráficas resumen anuales de radiación.

Arriba, radiación solar directa. Abajo radiación solar difusa. En ambos Los valores se muestran para cada día del año, la línea horizontal marca el promedio.

Otro factor importante a tener en cuenta es el índice de nubosidad, sin embargo este dato es imposible de determinar a priori en el diseño y se debe recurrir a datos estadísticos. En el caso de la guardería, mediante la base de datos de la AEMet se determinan estadísticamente los promedios porcentuales de nubosidad que pueden suceder presumiblemente durante el año.



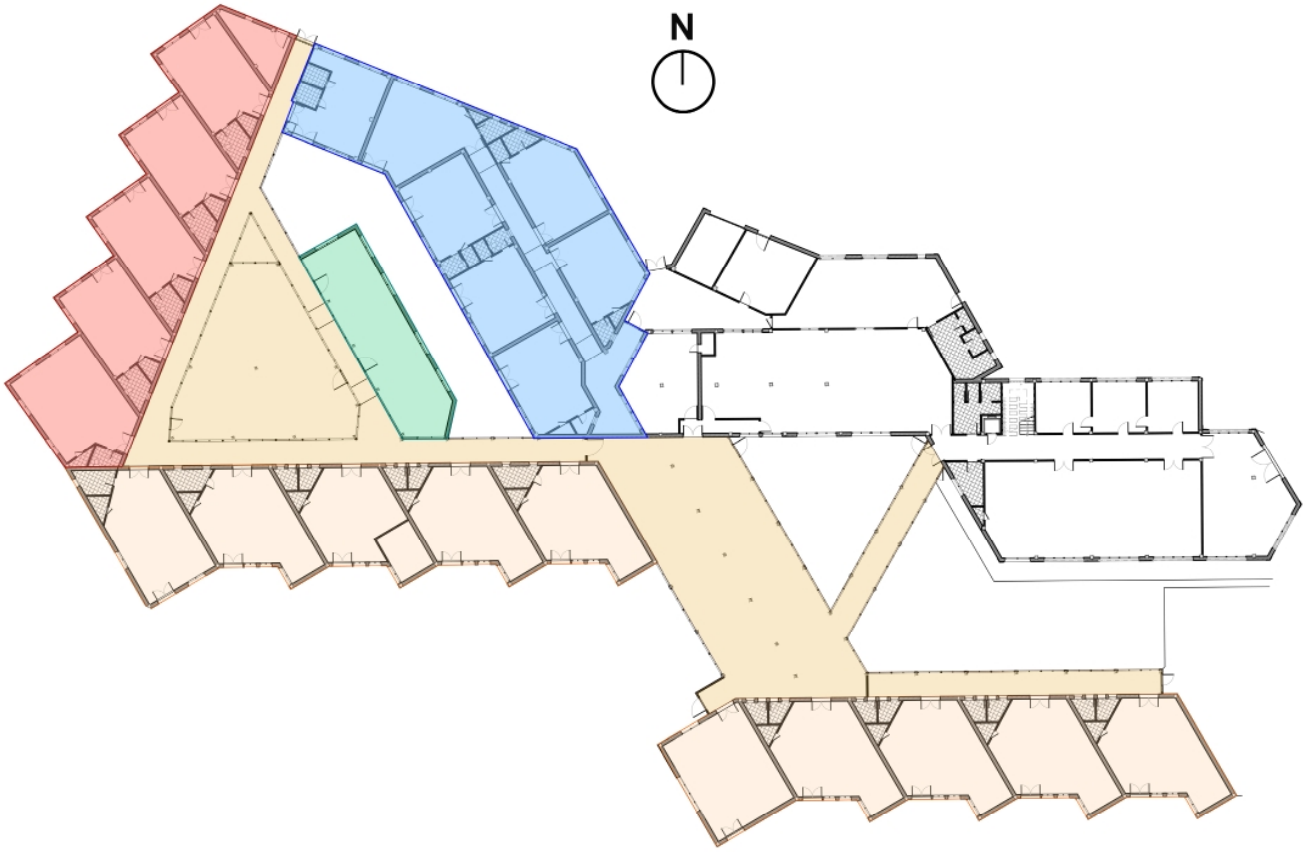


Porcentajes de nubosidad. Gráfica superior correspondiente al periodo comprendido entre Enero y Junio. Gráfica inferior correspondiente al periodo de Julio a Diciembre

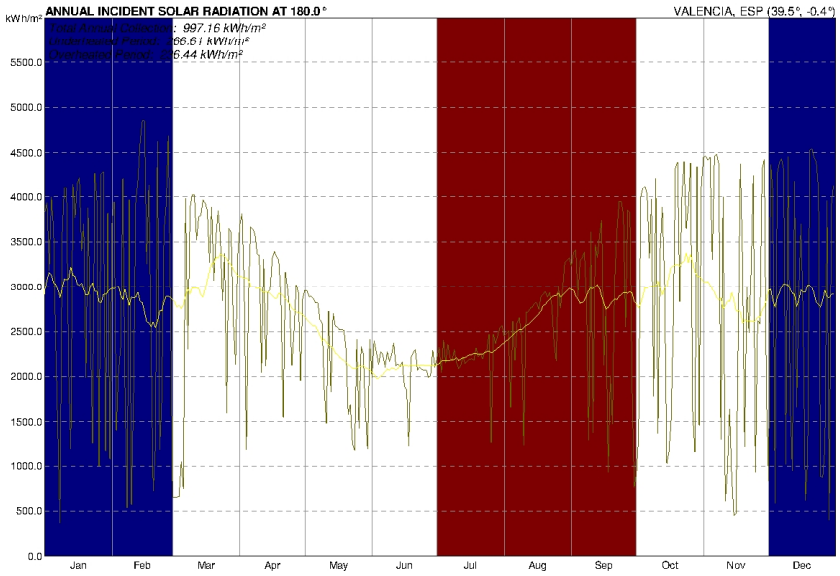
ANÁLISIS DE LAS PRINCIPALES ORIENTACIONES CENTRO DE EDUCACIÓN INFANTIL

A continuación se muestran de forma general las principales orientaciones de las aulas del centro. La sectorización del centro se ha realizado siguiendo el criterio de diferenciar el centro bien por su orientación, la geometría de las aulas, las edades de los niños que las ocupan o las singularidades constructivas que las componen, como es el caso de la zona D que comprende la zona de cunas exclusivamente.

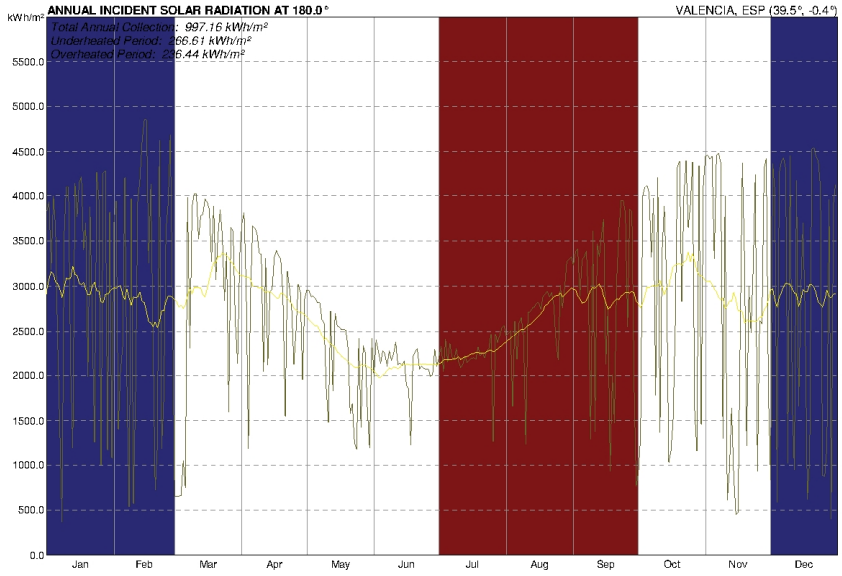
A continuación se muestra el plano de zonificación de la guardería.



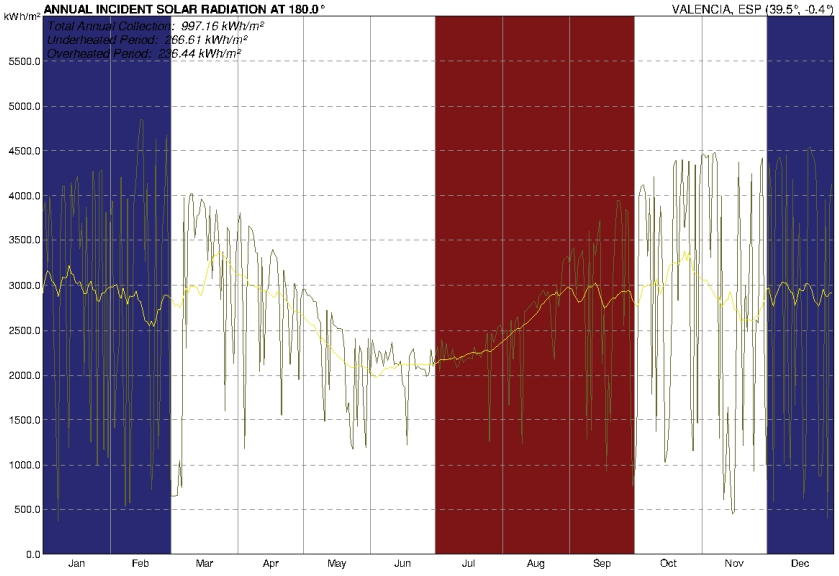
En este plano se pueden observar las distintas zonas y su orientación predominante que son la sur, la suroeste, la noroeste y la noreste.



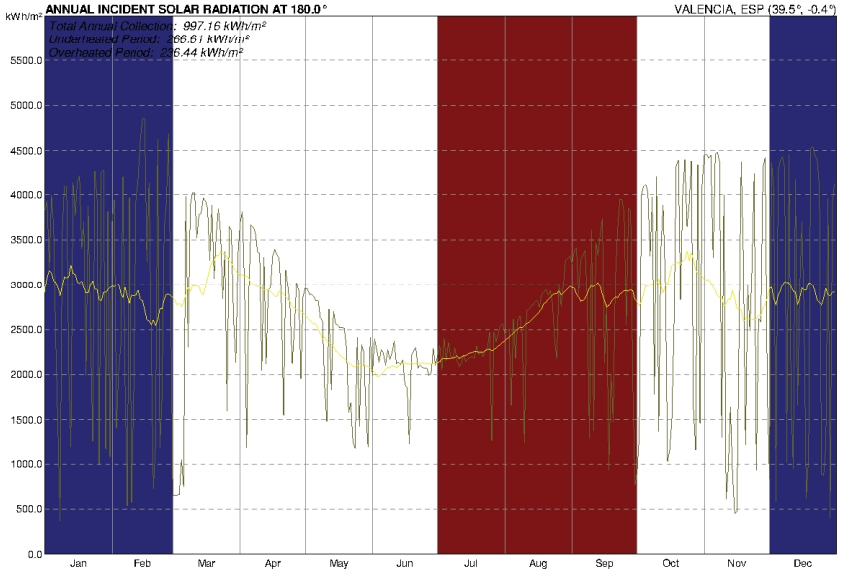
Radiación solar incidente anual en fachadas sur



Radiación solar incidente anual en fachadas suroeste



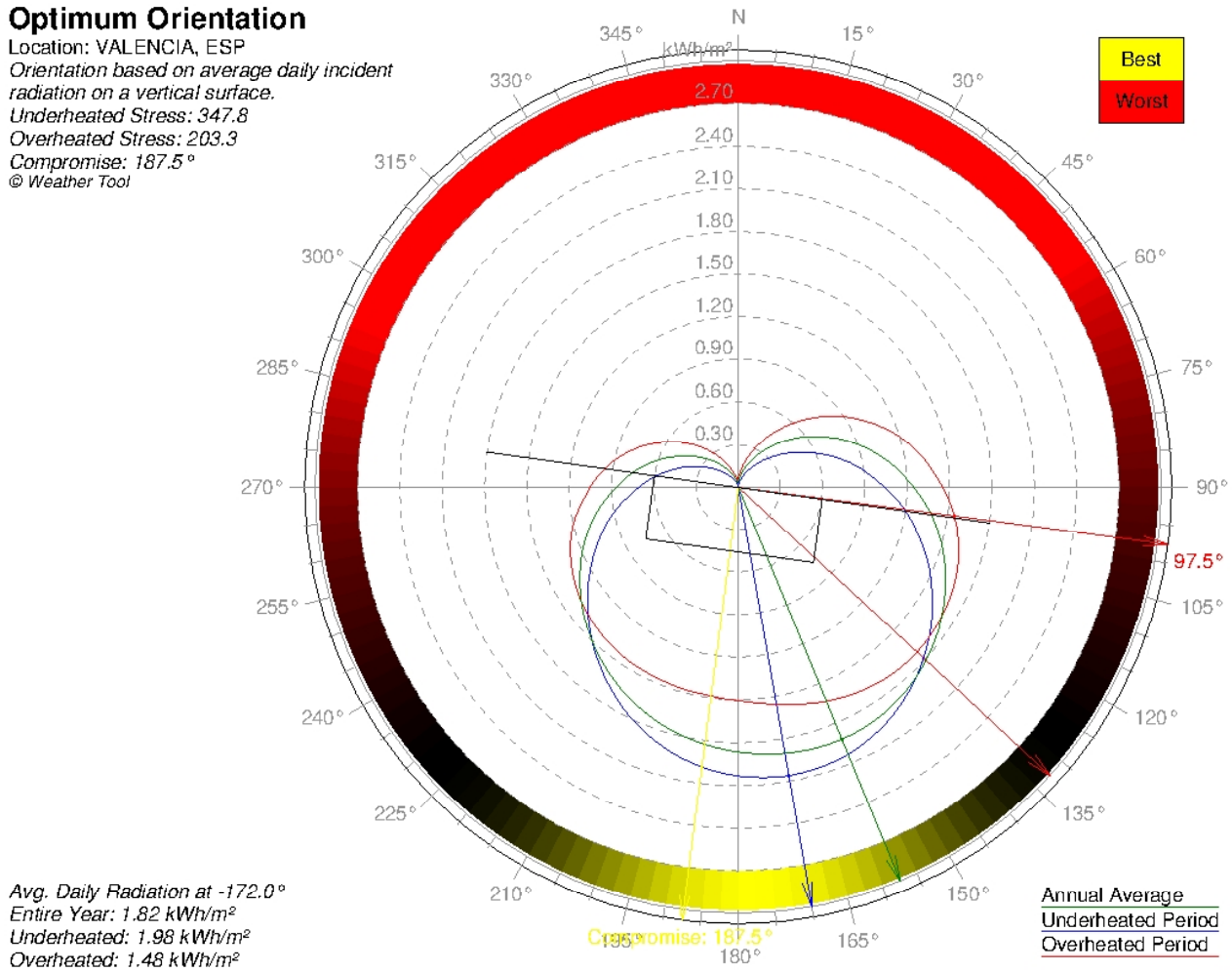
Radiación solar incidente anual en fachadas noroeste



Radiación solar incidente anual en fachadas noreste

A través del software Ecotec con la base de datos del AEmet se han obtenido los valores de radiación para estas orientaciones predominantes como muestran los gráficos superiores. Estos gráficos son de datos generales en los que se representa la radiación total que se recibe para una orientación determinada, en puntos posteriores del estudio se lleva a cabo un análisis pormenorizado de cada fachada teniendo en cuenta el porcentaje de sombra.

Con todos estos datos, además de: índices pluviométricos, valores psicrométricos, temperaturas máximas y mínimas, de bulbo seco y húmedo, índices de nubosidad y datos correspondientes de viento como velocidad y temperatura (todos ellos analizados en otros apartados del presento proyecto) el software informático realiza una estimación de cuál es la orientación optima de los paramentos, en nuestro caso, en aquellos en los que se ubicaran las aberturas como ventanas, para permitir la entrada del sol.



La mejor orientación se encuentra a 187,5º la rueda muestra el rango que va desde la mejor orientación (amarillo) a la peor (rojo). Como se puede observar la mayor parte de las fachadas de la guardería están **orientadas de forma desfavorable.**

PROTECCIONES SOLARES ACTUALES DEL CENTRO DE EDUCACIÓN INFANTIL

Tras el análisis solar realizado hasta el momento se deja entrever el mal funcionamiento en el diseño de la guardería frente a la acción del sol, por tanto no es de extrañar encontrar protecciones solares que no se encontraban en el diseño inicial, como toldos, persianas y contraventanas.

Fotografía interior de aula de psicomotricidad protegida mediante contraventanas

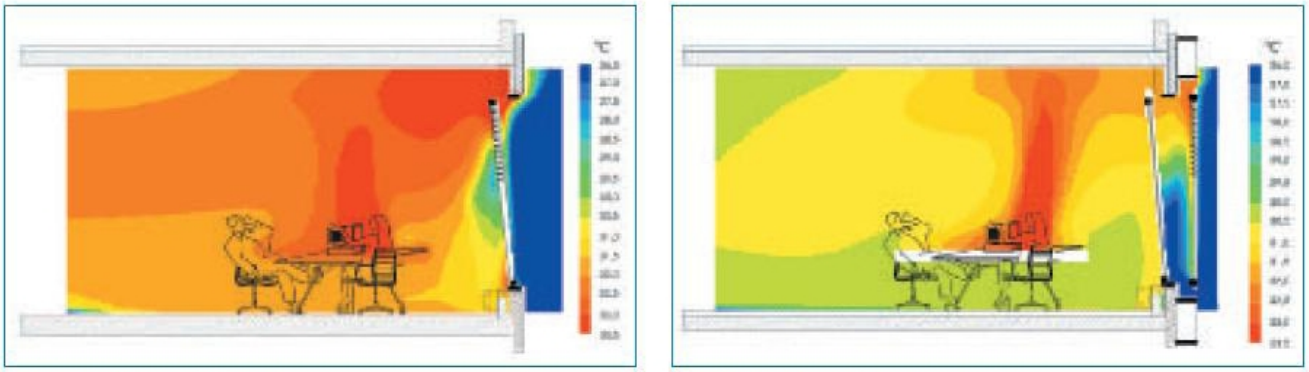
Fotografía exterior del centro de educación infantil en la que se observan toldos y persianas

Se hace a continuación un análisis de la efectividad de las protecciones actuales y propuestas de diseño mediante brise-soleils para la mejora de las condiciones.

Por un lado están las persianas, elementos verticales que se adaptan a las necesidades del usuario, bloquean por igual el asoleo y la iluminación, a pesar de contar tanto unas como otras con aberturas o rendijas.

El caso de las persianas, durante mucho tiempo ha llevado consigo muchos inconvenientes que con el paso del tiempo y el avance tecnológico se han subsanado. El más destacable es la pérdida de temperatura a través del cajón ya que es un espacio en contacto con el aire exterior y que rara vez se aísla. Otro factor son los ruidos que genera el viento al impactar contra la persiana o penetrar por el cajón.

En cuanto a la proteccion solar que ofrecen, son elementos de proteccion con alto grado de opacidad, puesto que aunque el material es opaco, las rendijas dejan pasar la luz como se ha dicho en parrafos anteriores. Sin embargo son elementos de protección que requieren de la intervención de los usuarios, a diferencia de los brise-soleils, cuyo estudiado diseño proporciona las necesidades solares según la época en la que nos encontremos.



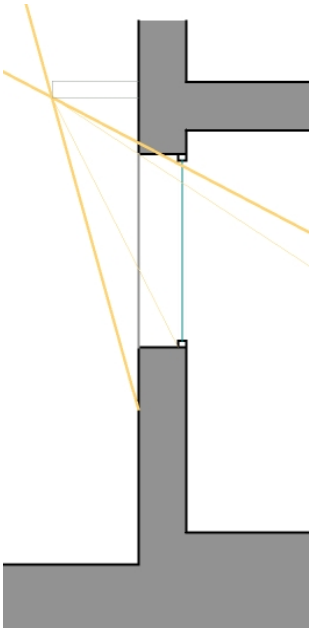
Actuación protección solar exterior o interior. Catálogo Técnico Hydro Building Systems

También son menos efectivos como medida de protección que los parasoles móviles que son programados para que se muevan a favor de las necesidades de los usuarios, pese a que esta última medida aporta un gran consumo energético por la propia robotización, consumo que persianas, toldos y contraventanas no tienen.

Tanto en el caso de la persiana como de la contraventana, se debe plantear en qué posición debe colocarse, en la mayor parte de las ocasiones, es recomendable que se coloque exteriormente ya que impide la entrada de calor a la edificación y de colocarse interiormente, no impide nada ya que el calor está en el interior. Existen casos, en climas fríos en los que se debe colocar interiormente por el motivo contrario, no es deseable perder el calor acumulado durante el día y actúa de barrera que impide su salida al exterior.

Por todo esto, se considera que la mejor opción de protección es el brise soleil siempre y cuando se plantee de forma cuidados, ya que un error en el diseño puede incurrir en efectos opuestos a los deseados. Por este motivo se plantean los criterios a seguir en el diseño de los brise-soleil.

Principios de diseño del brise-soleil.



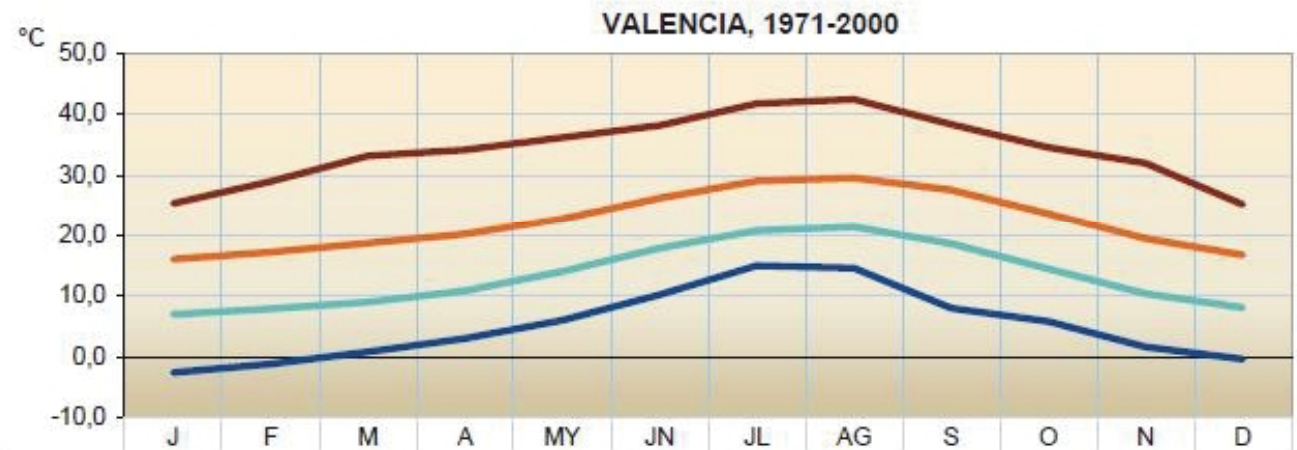
Seguidamente se expondrán los criterios de diseño para la realización de una protección solar fija según la orientación sin particularizar en las fachadas. Hay que destacar que no se hace hincapié en la estética, únicamente en la funcionalidad que es lo que se estudia en el presente proyecto.

Cuando se escoge una fachada para el diseño del brise-soleil, en primer lugar se atiende a su orientación. Para la orientación **sur** se proyectarán siguiendo las pautas siguientes:

Se debe obtener la inclinación exacta de los rayos solares en el los solsticios y plantearlos sobre una sección del hueco que se pretende estudiar. El rayo del sol de verano debe nacer desde la parte más inferior de la ventana de tal modo que no penetre el sol en verano. El rayo de invierno de la parte superior de la ventana. La intersección de los dos rayos proporcionará la longitud del voladizo para tener la máxima penetración de sol en invierno y la mínima en verano.

Sin embargo estos criterios no son correctos para un diseño óptimo ya que

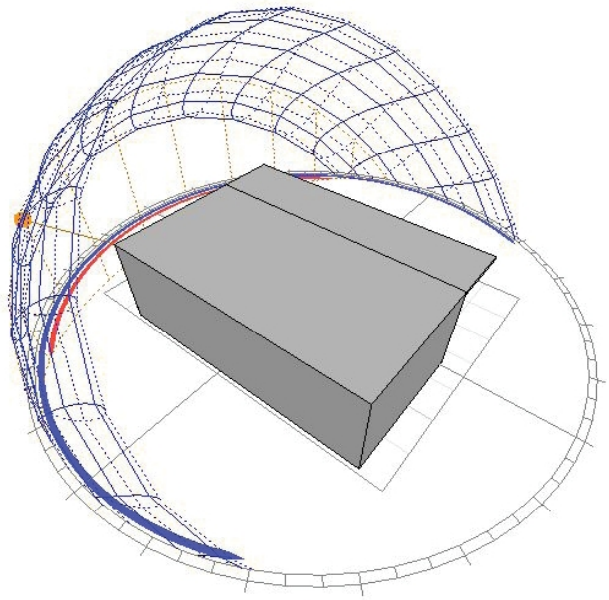
si tomamos los casos más extremos de invierno y verano, que es cuando el sol está más alto o bajo respectivamente, al día inmediatamente anterior, o posterior, a los solsticios, el diseño comenzará a ser ineficaz. Es decir, en verano estará penetrando el sol aunque sea por poco todos los días salvo el del solsticio y en invierno comenzará a crear sombra el voladizo al día siguiente del solsticio de invierno.



	J	F	M	A	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D
TA	16,1	17,2	18,7	20,2	22,8	26,2	29,1	29,6	27,6	23,7	19,5	16,8
TI	7,0	7,9	9,0	10,8	14,1	17,9	20,8	21,4	18,6	14,5	10,4	8,1
TMA	25,4	29,0	33,2	34,2	36,2	38,2	41,8	42,5	38,4	34,6	32,0	25,2
TMI	-2,6	-1,2	0,8	3,0	6,0	10,2	15,0	14,6	8,0	5,8	1,6	-0,4

Temperaturas medias para Valencia. Obtenido del Atlas climatológico de la Agencia estatal de Meteorología. TA: Temperatura media máxima; TI: Temperatura media mínima; TMA: Temperatura máxima absoluta; TMI; Temperatura mínima absoluta

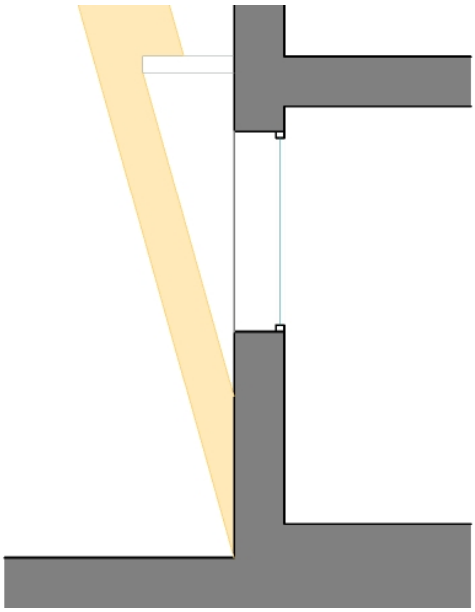
Hay que tener en cuenta que las temperaturas más extremas suelen suceder un mes después de los solsticios, es decir, en julio-agosto y en enero-febrero. Por tanto el diseño ideal sería tomar la inclinación de los rayos de los meses de julio y enero para verano e invierno respectivamente o incluso más para protegerse de los meses más extremos.



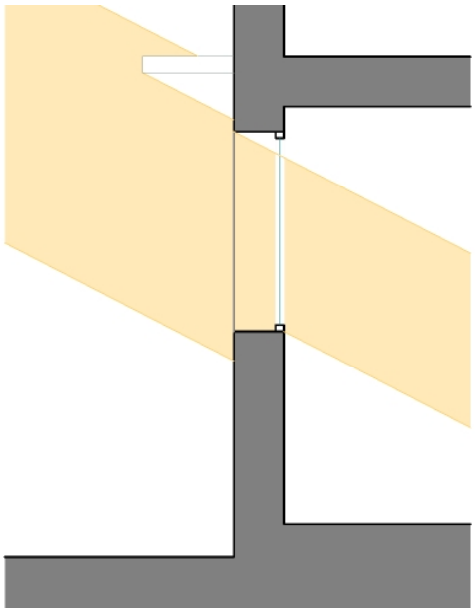
Trayectoria total del sol anual. Se observa que la inclinación aumenta conforme se aproxima al sur y vuelve a disminuir al alejarse hacia el oeste.

Además se debe atender a que la trayectoria del sol es elíptica desde su salida y por tanto la inclinación de los rayos solares es menos cuando comienza a bañar la fachada sur, siendo su cénit el sur absoluto y volviendo a perder inclinación conforme avanza hacia el oeste.

Si se tienen en cuenta estas premisas a la hora de realizar un diseño del brise soleil, se obtendrá resultados óptimos de captación en invierno y de protección en verano puesto que al tomar una inclinación menor para los rayos de verano, en su punto más alto la sombra protege parte del muro evitando el sobrecalentamiento del muro y la absorción de la energía y a su vez, en invierno, al adoptar una inclinación mayor, el sol bañará la fachada por la parte superior de la ventana, obteniendo ganancias a través del muro.



Inclinación de los rayos solares en verano



Inclinación de los rayos solares en invierno

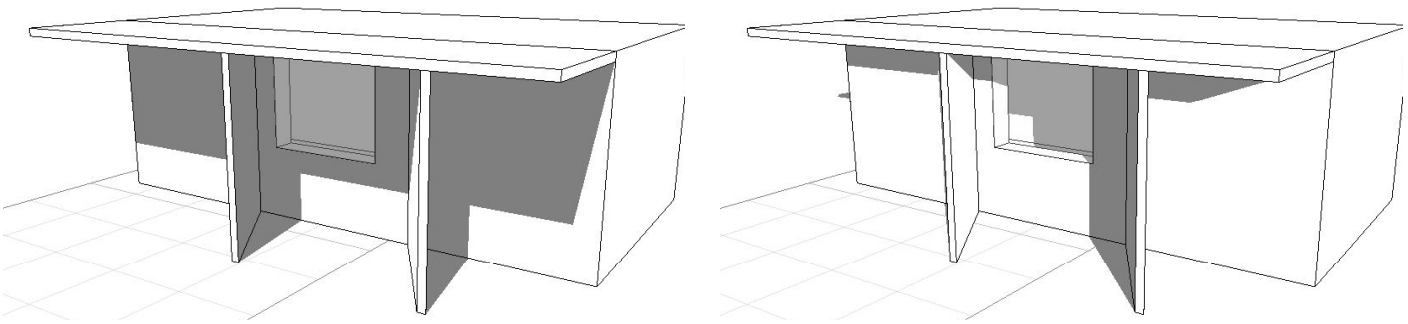
El caso de diseño para fachadas **este/oeste** es diferente y los criterios a seguir también. Se estudiará la orientación oeste, pero las medidas son las mismas para la orientación este solo que invertidas.

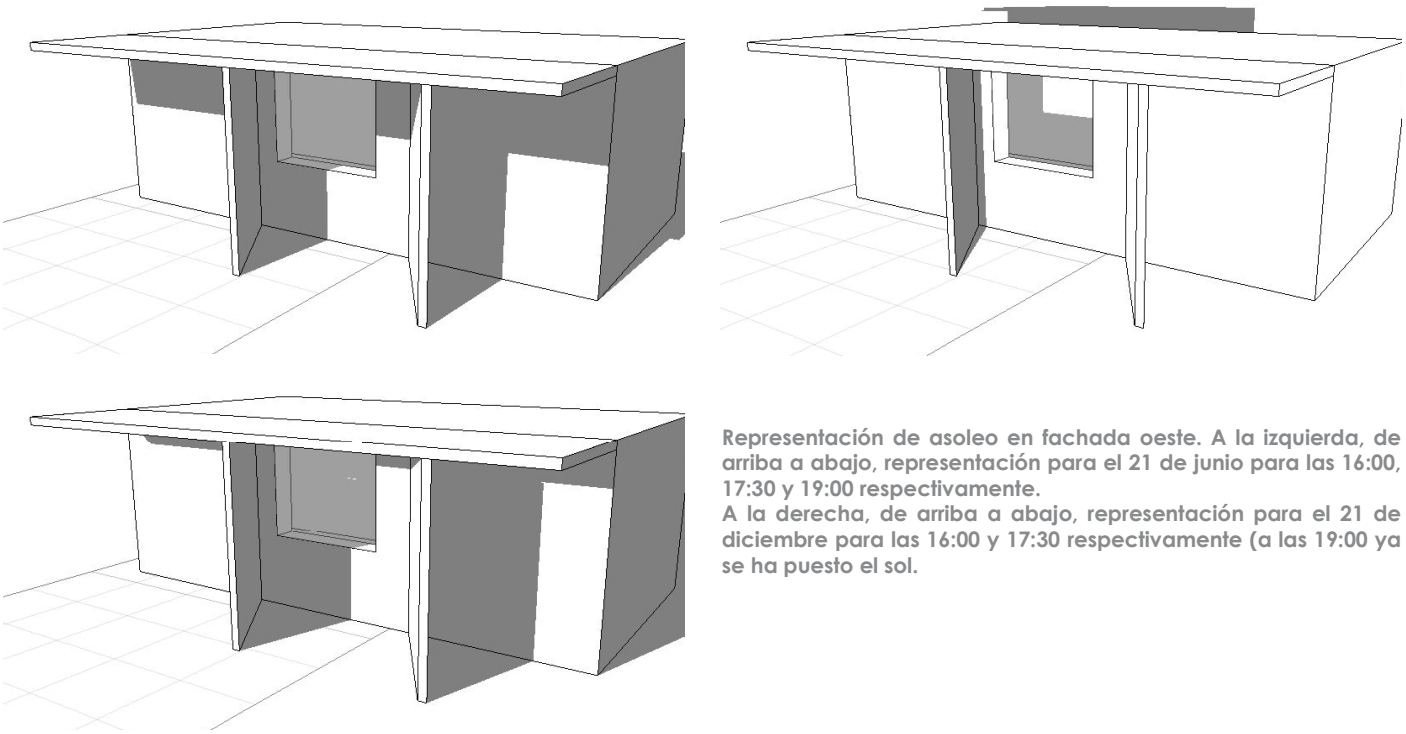
La inclinación de los rayos solares incluso en verano es muy horizontal por lo que la protección mediante brise soleils horizontales es muy compleja. Se puede realizar de dos maneras, ambas mediante protecciones verticales, en una, la protección es absoluta tanto en verano como en invierno, impidiendo la captación por completo. Esta opción no es recomendable salvo en climas muy cálidos, en los que se recomiendo minimizar los huecos a estas fachadas.

Protección completa de los huecos orientados a Oeste

La segunda opción es mucho más recomendable pero también compleja en su concepción, además requiere espacio para poder realizarse por la dimensión del brise soleil.

Como se ha explicado para fachadas sur, la trayectoria del sol es elíptica, cuando el sol comienza a incidir en una fachada oeste, su elevación es mayor que en el ocaso. De este modo al principio del recorrido, la protección la ofrece la parte horizontal mientras que a medida que avanza, la protección vertical va arrojando sombras sobre el hueco. La protección no es absoluta en todas las épocas del año, sin embargo, la escasa penetración del sol en verano es muy inclinada y abarca poca superficie del hueco y lo mismo pasa en invierno.

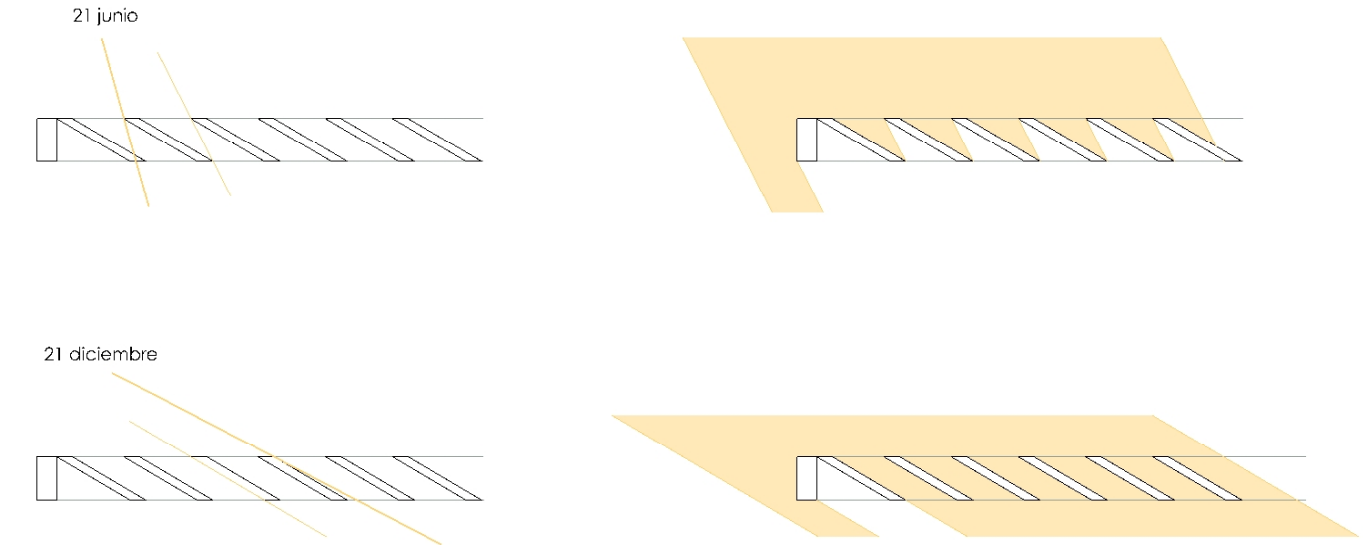




Representación de asoleo en fachada oeste. A la izquierda, de arriba a abajo, representación para el 21 de junio para las 16:00, 17:30 y 19:00 respectivamente.
A la derecha, de arriba a abajo, representación para el 21 de diciembre para las 16:00 y 17:30 respectivamente (a las 19:00 ya se ha puesto el sol.

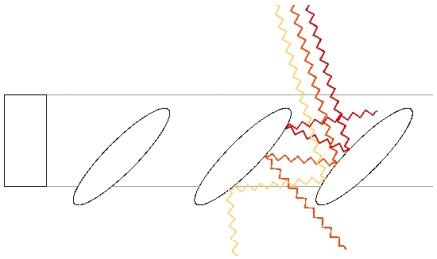
Por último, se describen formas de diseño más complejas y alternativas a las expuestas anteriormente. Los brise soleils no tienen por qué ser opacos, siendo estos los más simples a la hora de su concepción.

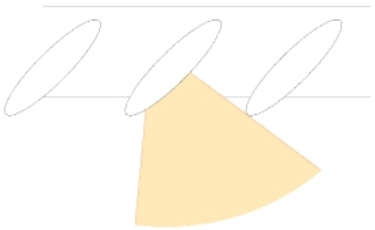
Si el brise soleil se realiza mediante lamas orientadas de forma favorable al ángulo de incidencia solar, se puede lograr un asoleo casi completo en invierno de la fachada, manteniendo protegida esta del sol en verano de igual modo.



El criterio es el mismo que el explicado anteriormente, no se deben coger los valores de inclinación extremos para el sol, de este modo permitiremos mayor captación en invierno y mayor protección en verano.

Finalmente, en el caso de que no se requiera tanta captación solar en invierno y pueda realizarse un voladizo opaco, puede diseñarse mediante lamas cuya inclinación sea opuesta a la solar, para no permitir el asoleo en la fachada, construidas con un material con un cierto grado de reflectancia[1], de tal modo que los rayos solares se reflejen sobre las lamas y produzcan una cierta iluminación y no una sombra tan opaca sobre los paramentos.





Fichas resumen

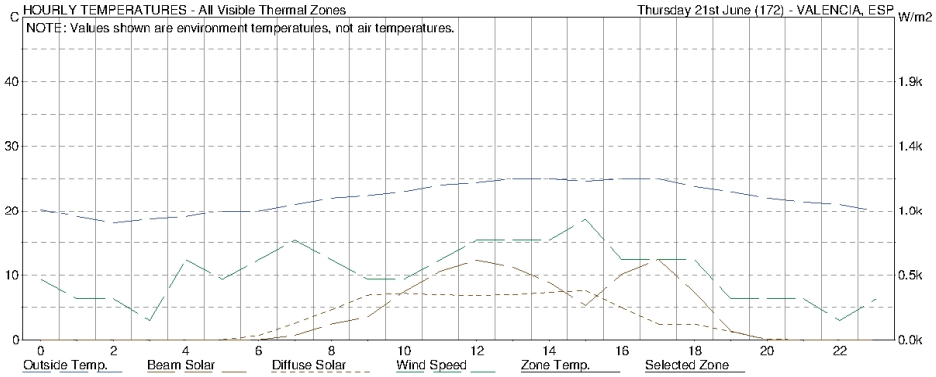
Tras todo lo expuesto en los puntos anteriores se plantean a continuación fichas resumen con datos de posición solar y radiación para los solsticios de invierno y verano, los equinoccios y fichas resumen de las 5 zonas que componen el estudio, que recogen datos pormenorizados de todos los puntos tratados anteriormente.

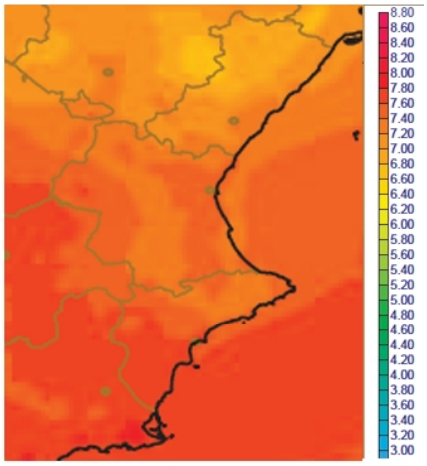
Tras las fichas resumen de las zonas que componen el centro, se detallan en fichas resumen, así como el análisis, todas aquellas aulas que se consideran más desfavorables.

1 *f. Fís. Propiedad de un cuerpo de reflejar la luz. RAE*

SOLSTICIO DE VERANO

Datos obtenidos mediante Software Ecotec con datos climatologicos del AEmet y de Atlas de radiación solar de AEmet





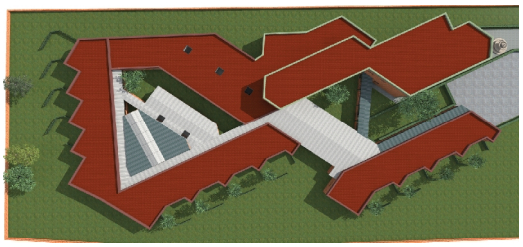
Horas de exposición solar directa: 14 h 13 min 590 W/m2 (máx) a las 17:15
Horas de exposición solar indirecta: 15 h 22 min. 370 W/m2 (máx) a las 15:00
Amanecer. 05:39 h
Ocaso. 20:26 h

Irradiancia global media Junio (1983 a 2005) Kwh. Valores proximos a 7'4 Kwh

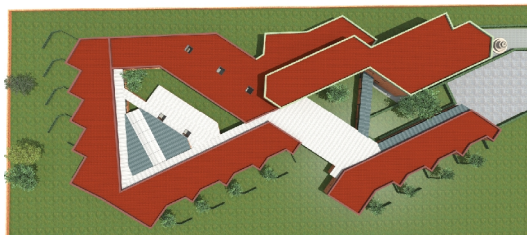
Durante el solsticio de verano, el asoleo sobre el centro de educación es prolongado e intenso. En la comunidad valenciana se alcanzar valores de radiación solar medios de 7'2 kWh con unos máximos anuales localizados en este mismo mes de 8'29 kWh.

Entre las 11:00 y las 15:00 el ángulo de elevación solar es tan alto que la penetración de la luz solar es nulo, siendo la inclinación máxima de 73'9º a las 13:00, cuando el sol cae perpendicular al plano del suelo por lo tanto las aulas no reciben luz natural directa, por el contrario, dada la distribución en planta, la ausencia de alturas y que practicamente la totalidad del centro se distribuye en planta baja, se produce un sobre calentamiento en el interior de la edificación a través de la intensa radiación a que se someten las cubiertas.

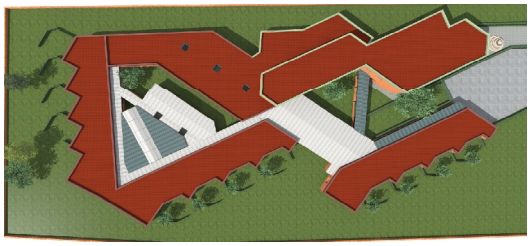
El follaje es denso en esta época del año y bloquea parte de la radiación incidente.



Planta. 10:00 h



Planta. 13:00 h

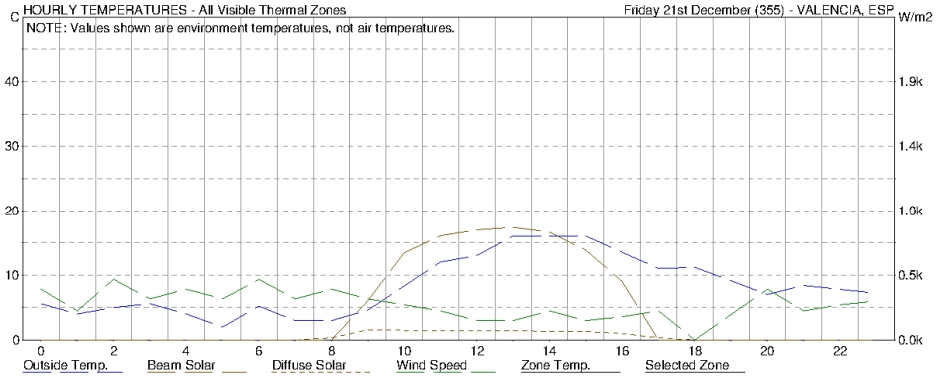


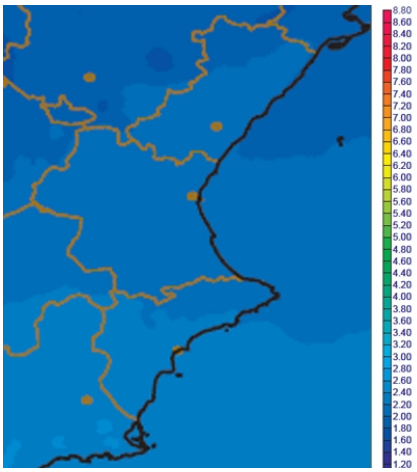
Planta. 17:00 h

Hora	Azimut	Altitud	Hora	Azimut	Altitud	Hora	Azimut	Altitud
6:00	62,2º	3.5º	11:00	112,5º	59,5º	16:00	260,2º	49,5º
7:00	71,1º	14,1º	12:00	135,6º	69,1º	17:00	270,6º	38,0º
8:00	79,6º	25,3º	13:00	177,5º	73,9º	18:00	279,6º	26,4º
9:00	88,4º	36,8º	14:00	221,1º	69,9º	19:00	288,1º	15,2º
10:00	98,7º	48,3º	15:00	245,7º	60,6º	20:00	296,9º	4,5º

SOLSTICIO DE INVIERNO

Datos obtenidos mediante Software Ecotec con datos climatologicos del AEmet y de Atlas de radiación solar de AEmet





Horas de exposición solar directa: 09h 12 min 750 W/m2 (máx) a las 12:35
Horas de exposición solar indirecta: 10 h 50 min. 120 W/m2 (máx) a las 08:45
Amanecer. 08:23 h
Ocaso. 17:35 h

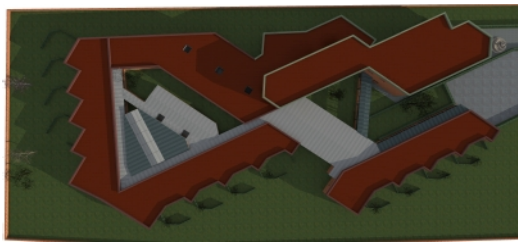
Irradiancia global media Junio (1983 a 2005) Kwh. Valores proximos a 1'9 Kwh

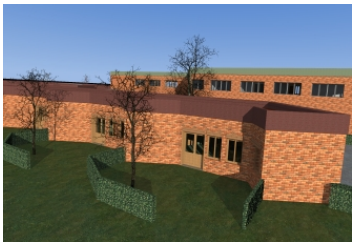
Durante el solsticio de invierno, el asoleo sobre el centro de educación es corto, durante pocas horas, concentrada a medio día. En la comunidad valenciana se alcanzar valores de radiación solar medios de 1'9 kWh con unos mínimos anuales localizados en el mes de enero de 1'29 kWh.

La penetración en las aulas es total durante todo el día, desde el amancer hasta el ocaso, por la escasa inclinación de los rayos solares (altitud máxima de 27,0º).

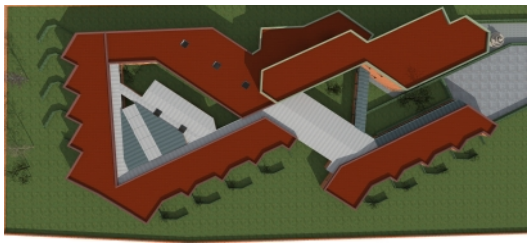
A causa de la inclinación, las sombras proyectadas son mucho más largas y en consecuencia, el sombreamiento afecta a la parte norte del centro. Puesto que el centro se desarrolla únicamente en planta baja, las largas sombras que producen no llegan a producir sombreamientos significativos sobre otras zonas del centro.

En esta época del año, los árboles no tienen follaje dejando paso a los rayos del sol.

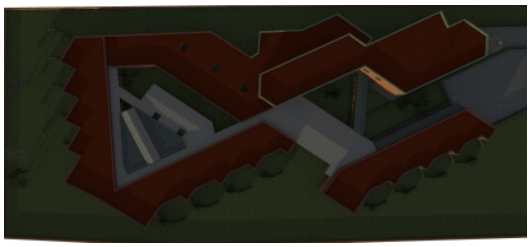


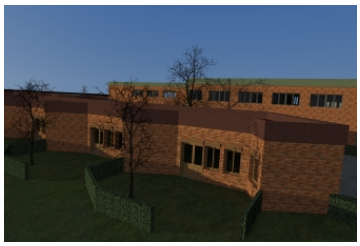


Planta. 10:00 h



Planta. 13:00 h



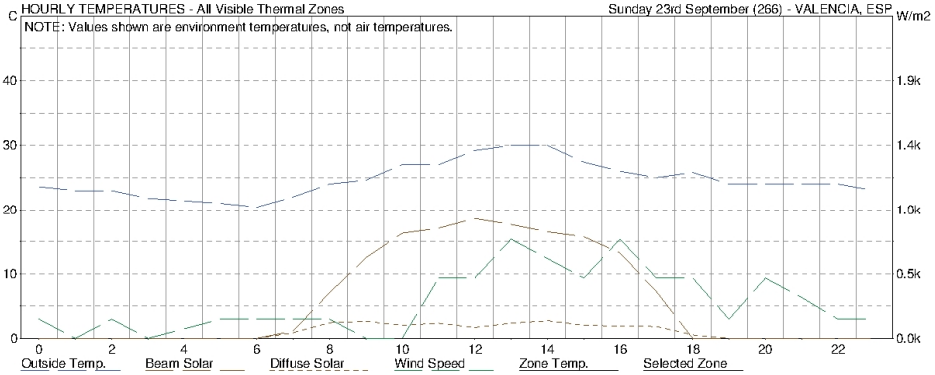


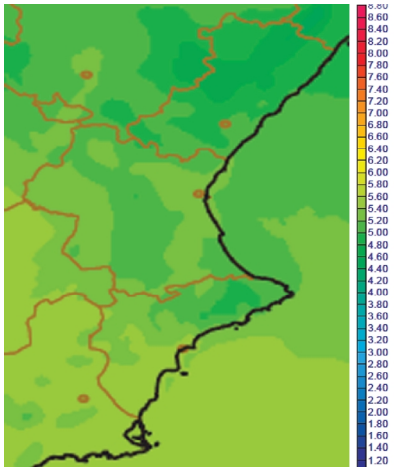
Planta. 17:00 h

Hora	Azimut	Altitud	Hora	Azimut	Altitud	Hora	Azimut	Altitud
6:00	---	---	11:00	150.7°	21.2°	16:00	222,1°	14.2°
7:00	---	---	12:00	164.9°	25.5°	17:00	233,1°	5.7°
8:00	---	---	13:00	180,2°	27.0°	18:00	---	---
9:00	127.1°	5.9°	14:00	195,4°	25.5°	19:00	---	---
10:00	138.1°	14.4°	15:00	209,6°	21.0°	20:00	---	---

EQUINOCCIOS

Datos obtenidos mediante Software Ecotec con datos climatologicos del AEmet y de Atlas de radiación solar de AEmet





Irradiancia global media equinoccios (1983 a 2005) Kwh. Valores proximos a 5'5 Kwh

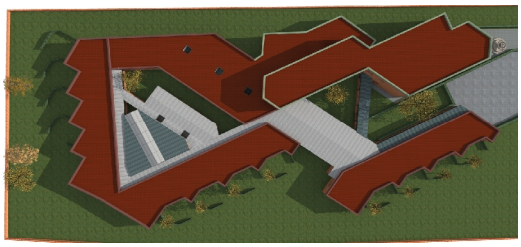
Horas de exposición solar directa: 12 h 01 min 780 W/m2 (máx) a las 17:15
Horas de exposición solar indirecta: 13 h 07 min. 125 W/m2 (máx) a las 15:00
Amanecer. 06:53 h
Ocaso. 18:54 h

Durante los equinoccios, el asoleo sobre el centro de educación se encuentra en un punto medio entre los solsticios, tiene una profundidad suficiente para penetrar durante gran parte del día a pesar de encontrarse en sombra completa en su cenit. En la comunidad valenciana se alcanzar valores de radiación solar medios de 5'5 kWh.

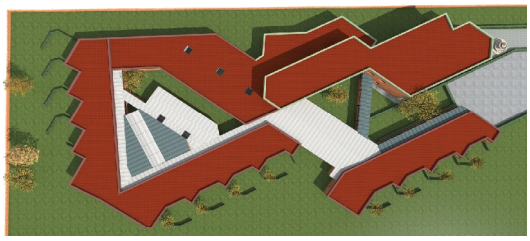
Entre las 12:00 y las 14:00 el ángulo de elevación solar es tan alto que la penetración de la luz solar es nulo, siendo la inclinación máxima de 50'7º a las 13:00.

Durante los meses de marzo y septiembre las temperaturas son templadas y el asoleo no produce sobrecalentamientos importantes.

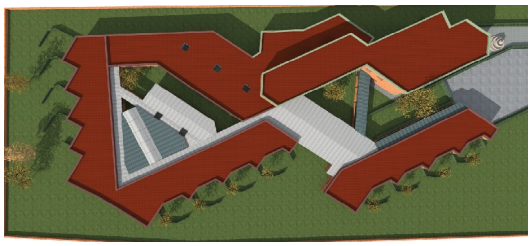
La vegetación que protege el centro en los equinoccios no es tan poblada dejando pasar parte de la radiación solar bien por el florecimiento o por la pérdida de follaje.



Planta. 10:00 h



Planta. 13:00 h



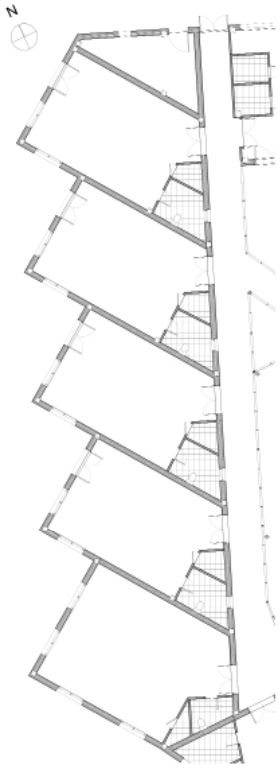
Planta. 17:00 h

Hora	Azimut	Altitud
6:00	---	---
7:00	90.8º	1.3º
8:00	100.5º	12.8º
9:00	111.2º	24.0º
10:00	123.7º	34.2º

Hora	Azimut	Altitud
11:00	139.4º	42.9º
12:00	159.3º	48.8º
13:00	-177.6º	50.7º
14:00	-154.8º	47.9º
15:00	-135.9º	41.3º

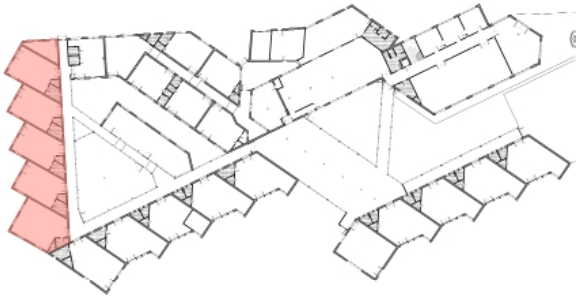
Hora	Azimut	Altitud
16:00	-120.9º	32.2º
17:00	-108.8º	21.7º
18:00	-98.5º	10.5º
19:00	---	---
20:00	---	---

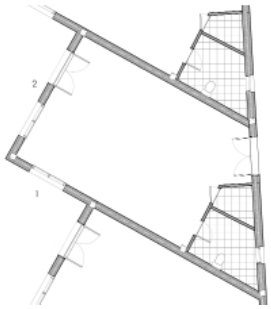
ZONA A



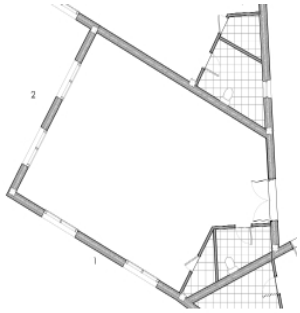
Zona de estudio B

Superficie de fachada.- 186,18 m2
Superficie de cubierta.- 338,07 m2
% Huecos.- 21,66 %
Proteccion solar actual - Persianas, toldos y contraventanas en algunas de las aulas.

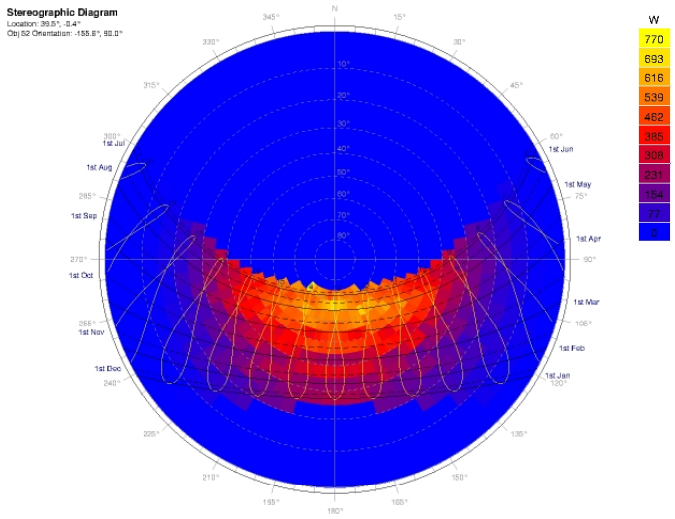




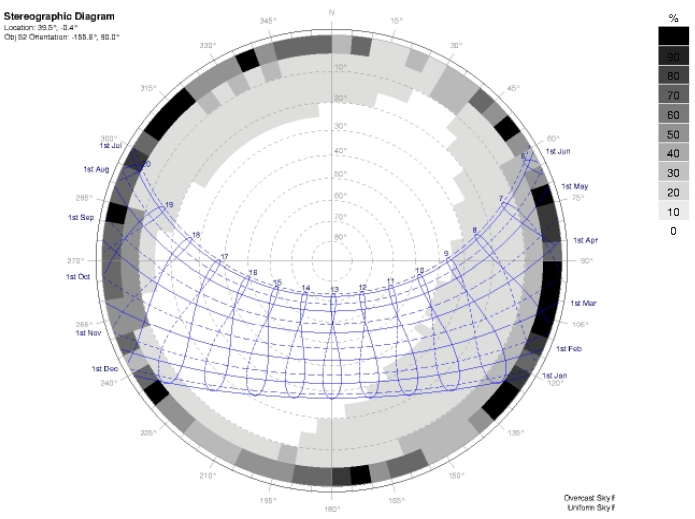
Aula tipo. 1er ciclo.
Niños de 2 años



Aula Esquina. 1er ciclo
Niños de 2 años



Radiación directa y difusa anual sobre cubierta

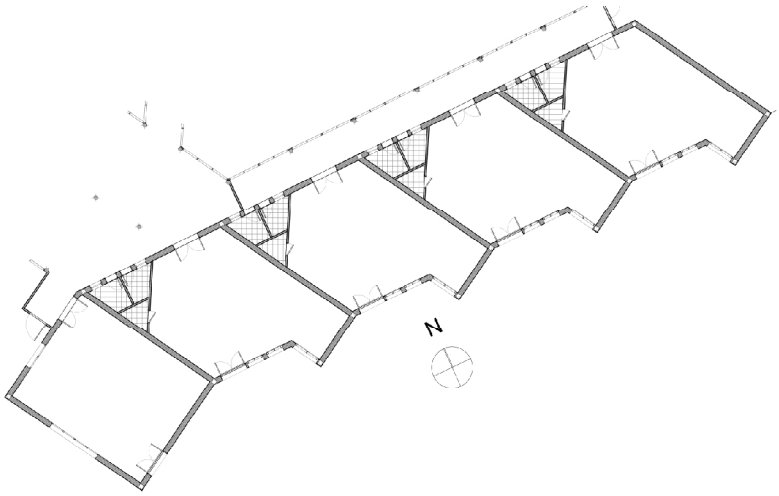


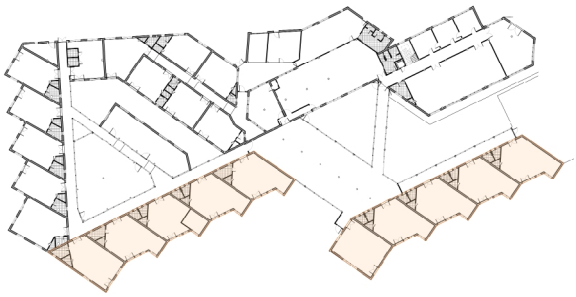
Máscara de sombra sobre cubierta

Radiación					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	31 W	0 W	14:00	732 W	437 W
7:00	127 W	0 W	15:00	581 W	331 W
8:00	262 W	21 W	15:30	603 W	217 W
9:00	429 W	102 W	16:00	582 W	136 W
10:00	602 W	197 W	17:00	472 W	16 W
11:00	745 W	309 W	18:00	276 W	0 W
12:00	869 W	379 W	19:00	77 W	0 W
13:00	839 W	462 W	20:00	5 W	0 W

% Sombreamiento					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	33%	100%	14:00	0%	0%
7:00	16%	100%	15:00	0%	0%
8:00	16%	100%	15:30	0%	0%
9:00	0%	33%	16:00	0%	0%
10:00	0%	16%	17:00	0%	16%
11:00	0%	16%	18:00	0%	87%
12:00	0%	16%	19:00	16%	100%
13:00	0%	0%	20:00	83%	100%

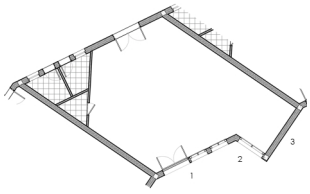
ZONA B



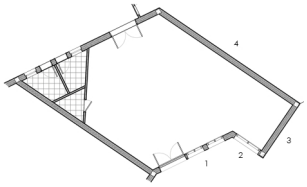


Zona de estudio B, comprende dos bloques de caracteristicas similares.

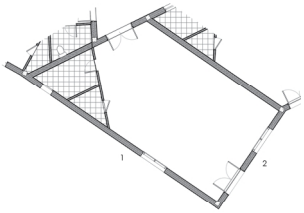
Superficie de fachada.- 434,58 m2
Superficie de cubierta.- 678,17 m2
% Huecos.- 19,74 %
Proteccion solar actual .- Persianas, toldos y contraventanas en algunas de las aulas



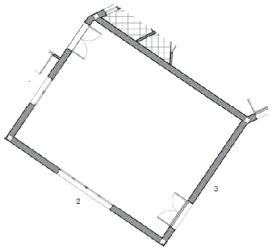
Aula tipo. Ciclos 1 y 2
Niños de 0 a 4 años



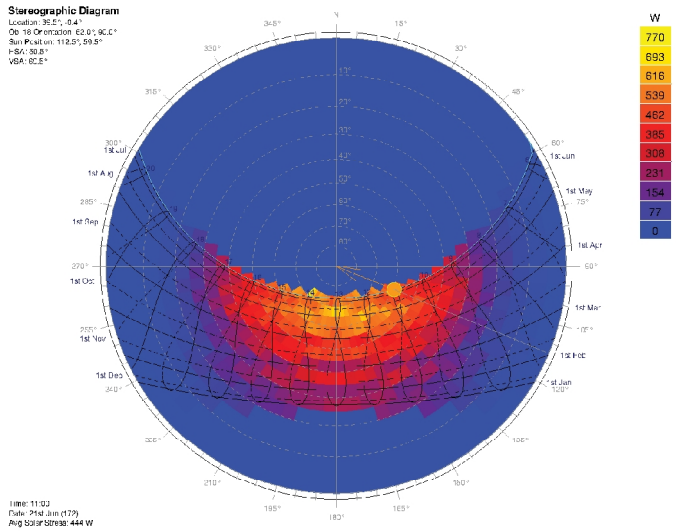
Aula esquina 1. 2° Ciclo.
Niños de 5 años



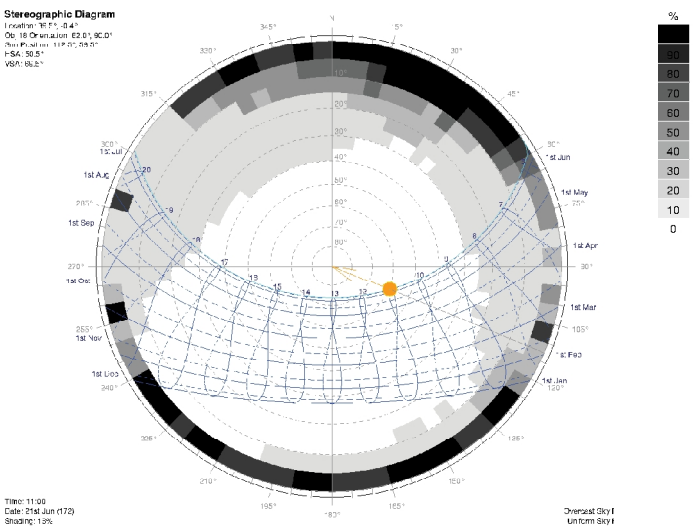
Aula esquina 2. 1er Ciclo.
Niños 1 año



Aula Psicomotricidad



Radiación directa y difusa anual sobre cubierta

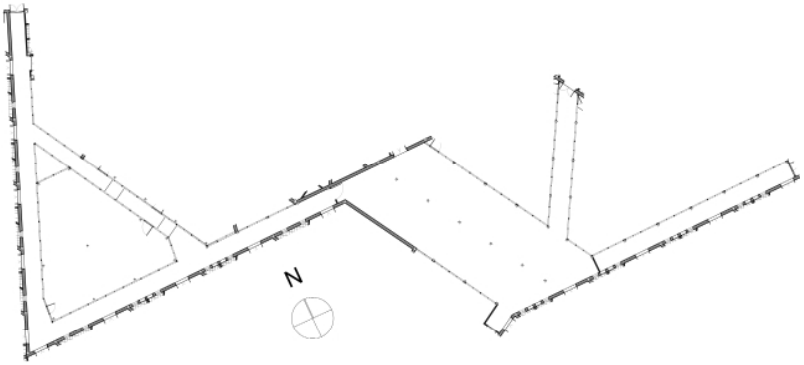


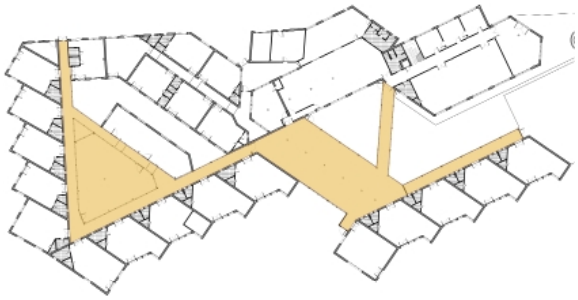
Máscara de sombra sobre cubierta

Radiación					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	31 Wh	0 Wh	14:00	736 Wh	424 Wh
7:00	126 Wh	0 Wh	15:00	581 Wh	310 Wh
8:00	261 Wh	0 Wh	15:30	602 Wh	219 Wh
9:00	426 Wh	94 Wh	16:00	583 Wh	148 Wh
10:00	594 Wh	207 Wh	17:00	464 Wh	16 Wh
11:00	746 Wh	346 Wh	18:00	243 Wh	0 Wh
12:00	859 Wh	454 Wh	19:00	76 Wh	0 Wh
13:00	833 Wh	456 Wh	20:00	5 Wh	0 Wh

% Sombreamiento					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	66%	100%	14:00	0%	0%
7:00	16%	100%	15:00	0%	0%
8:00	16%	16%	15:30	0%	0%
9:00	0%	16%	16:00	0%	0%
10:00	0%	0%	17:00	0%	0%
11:00	0%	0%	18:00	16%	0%
12:00	0%	0%	19:00	16%	16%
13:00	0%	0%	20:00	16%	100%

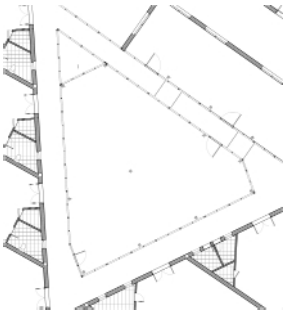
ZONA C



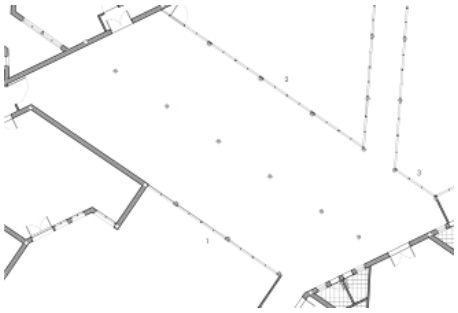


Zona de estudio B, comprende las zonas de circulación y paso además de un aula de usos múltiples y el recreo cubierto.

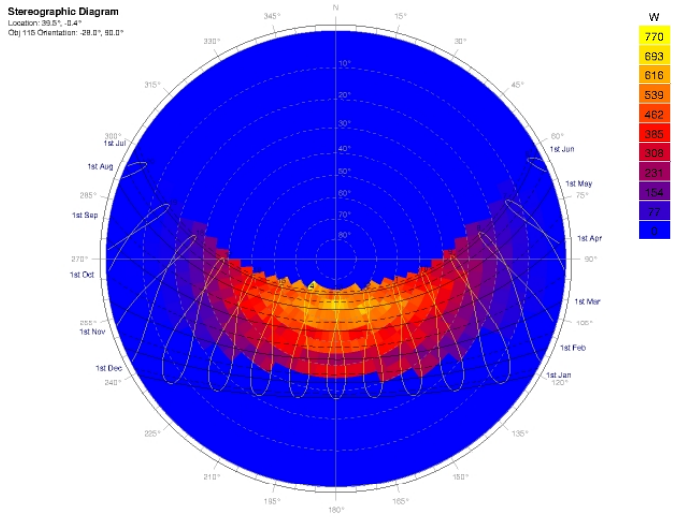
Superficie de fachada.- 382,03 m2
Superficie de cubierta.- 628,16 m2
% Huecos.- 38,58%
Proteccion solar actual .- Niguna



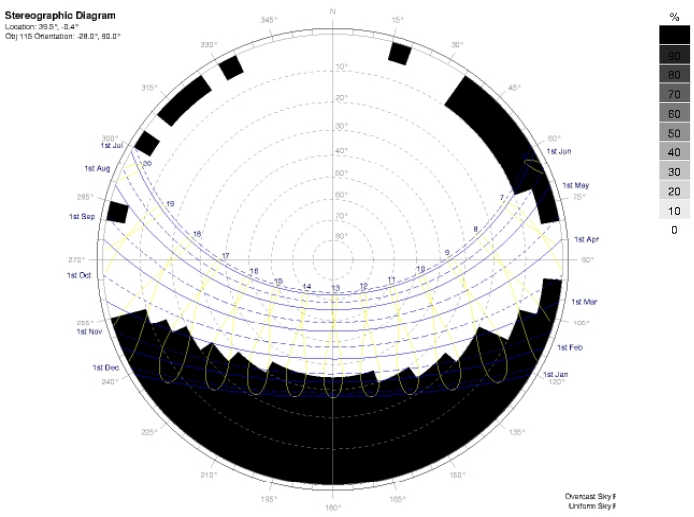
Aula de usos múltiples



Recreo cubierto



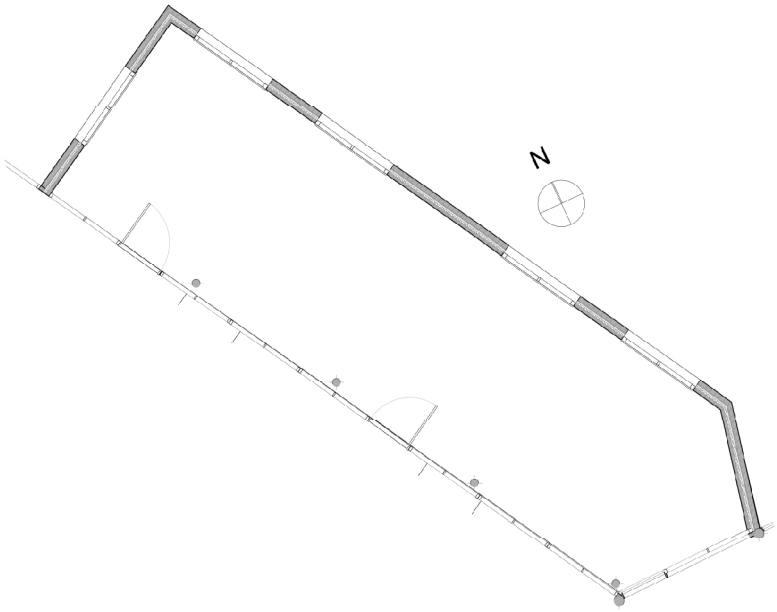
Radiación directa y difusa anual sobre cubierta

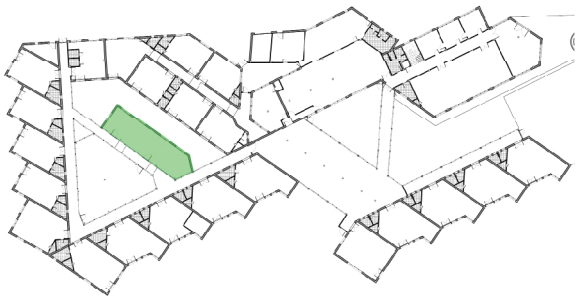


Máscara de sombra sobre cubierta

Radiación						% Sombreamiento					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	30 W	0 W	14:00	716 W	60 W	6:00	66%	100%	14:00	0%	0%
7:00	123 W	0 W	15:00	567 W	60 W	7:00	13%	100%	15:00	0%	0%
8:00	260 W	0 W	15:30	596 W	53 W	8:00	0%	16%	15:30	0%	0%
9:00	416 W	71 W	16:00	588 W	46 W	9:00	0%	16%	16:00	0%	0%
10:00	578 W	66 W	17:00	462 W	15 W	10:00	0%	0%	17:00	0%	0%
11:00	734 W	66 W	18:00	272 W	0 W	11:00	0%	0%	18:00	5%	0%
12:00	849 W	66 W	19:00	77 W	0	12:00	0%	0%	19:00	13%	7%
13:00	821 W	64 W	20:00	5 W	0 Wh	13:00	0%	0%	20:00	16%	100%

ZONA D

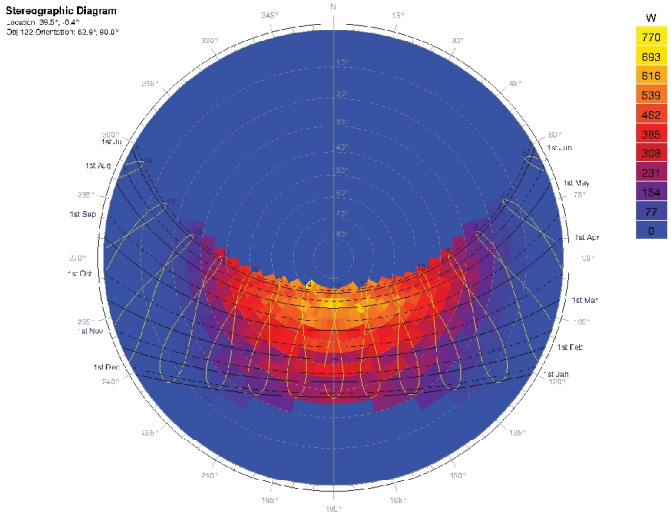




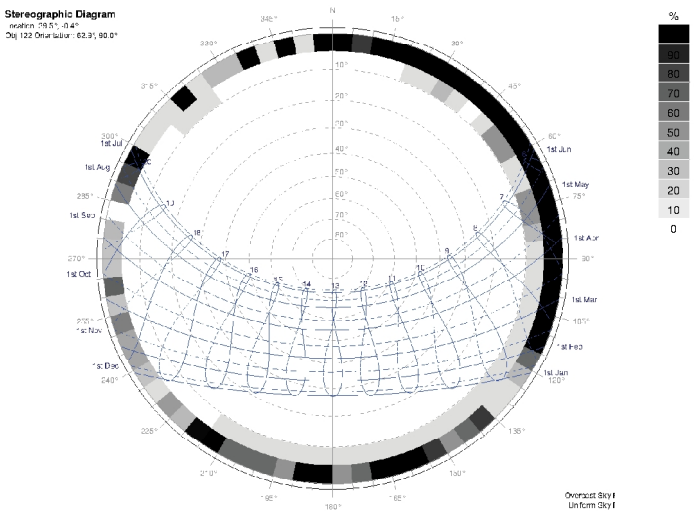
Zona de estudio D. Zona separada del resto por ser sus características constructivas distintas al resto y contener el espacio reservado para cunas.

Superficie de fachada.- 83,26 m2
Superficie de cubierta.- 85,60 m2
% Huecos.- 15,85 %
Proteccion solar actual .- Persianas y contraventanas

Habitación de cunas.



Radiación directa y difusa anual sobre cubierta

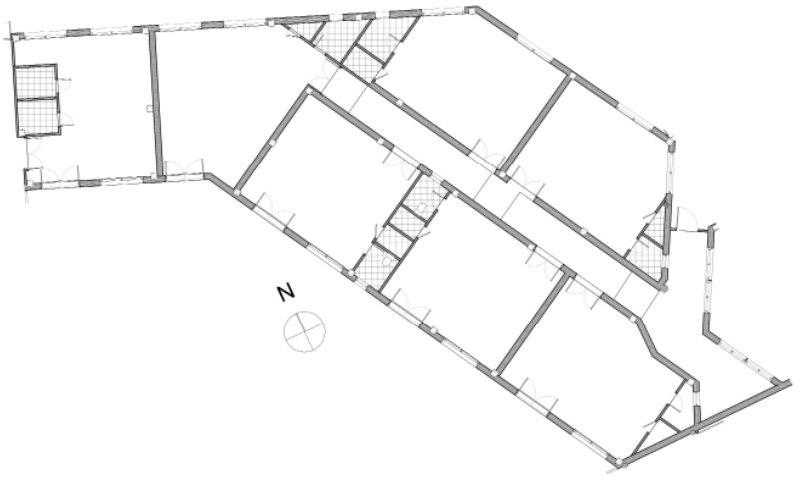


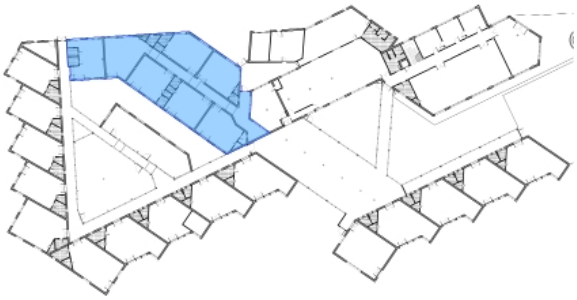
Máscara de sombra sobre cubierta

Radiación					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	32 W	0 W	14:00	739 W	441 W
7:00	131 W	0 W	15:00	591 W	317 W
8:00	273 W	0 W	15:30	618 W	216 W
9:00	431 W	113 W	16:00	602 W	149 W
10:00	599 W	199 W	17:00	479 W	16 W
11:00	764 W	357 W	18:00	283 W	0 W
12:00	878 W	457 W	19:00	79 W	0 W
13:00	842 W	461 W	20:00	5 W	0 W

% Sombreamiento					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	89%	100%	14:00	0%	0%
7:00	0%	100%	15:00	0%	0%
8:00	0%	100%	15:30	0%	0%
9:00	0%	33%	16:00	0%	0%
10:00	0%	0%	17:00	0%	0%
11:00	0%	0%	18:00	0%	100%
12:00	0%	0%	19:00	0%	100%
13:00	0%	0%	20:00	100%	100%

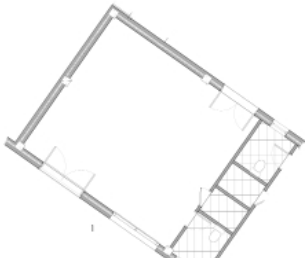
ZONA E



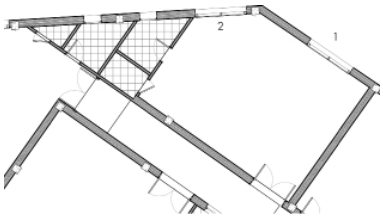


Zona de estudio E

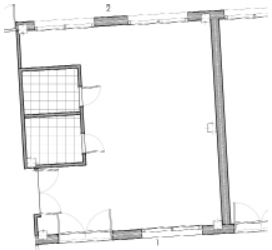
Superficie de fachada.- 226,20 m2
Superficie de cubierta.- 431,66 m2
% Huecos.- 22,39 %
Proteccion solar actual .- Persianas, toldos y contraventanas en algunas de las aulas



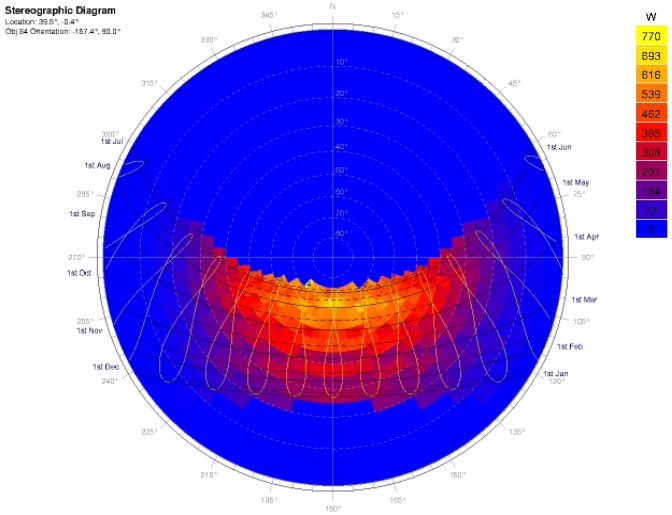
Aula tipo 1. 1er Ciclo.
Niños de 1 año



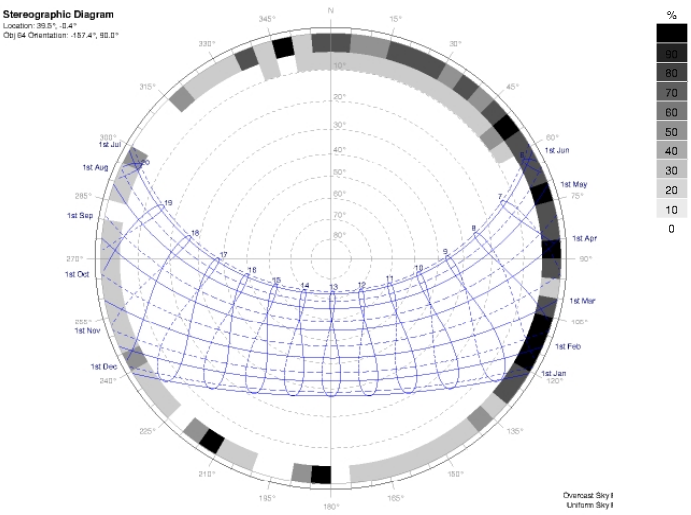
Aula tipo 2. 1er Ciclo.
Niños de 1 y 2 años



Aula extremo. 1er Ciclo
Niños de 1 año.



Radiación directa y difusa anual sobre cubierta



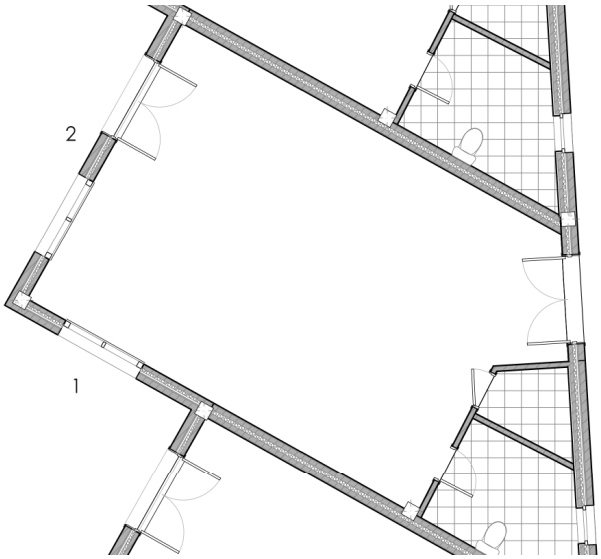
Máscara de sombra sobre cubierta

Radiación					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	32 W	0 W	14:00	740 W	441 W
7:00	131 W	0 W	15:00	592 W	317 W
8:00	274 W	0 W	15:30	618 W	216 W
9:00	431 W	121 W	16:00	603 W	149 W
10:00	600 W	199 W	17:00	479 W	16 W
11:00	765 W	357 W	18:00	283 W	0 W
12:00	878 W	457 W	19:00	79 W	0 W
13:00	842 W	461 W	20:00	5 W	0 W

% Sombreamiento					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	75%	100%	14:00	0%	0%
7:00	0%	100%	15:00	0%	0%
8:00	0%	100%	15:30	0%	0%
9:00	0%	32%	16:00	0%	0%
10:00	0%	0%	17:00	0%	0%
11:00	0%	0%	18:00	0%	100%
12:00	0%	0%	19:00	0%	100%
13:00	0%	0%	20:00	50%	100%

AULA TIPO

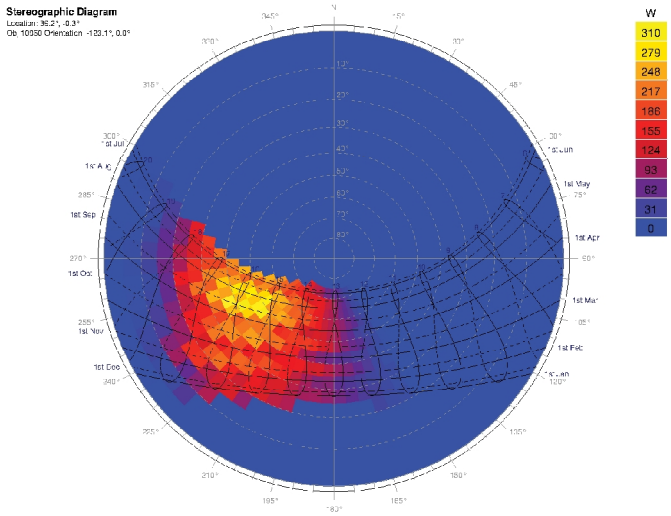
Zona A

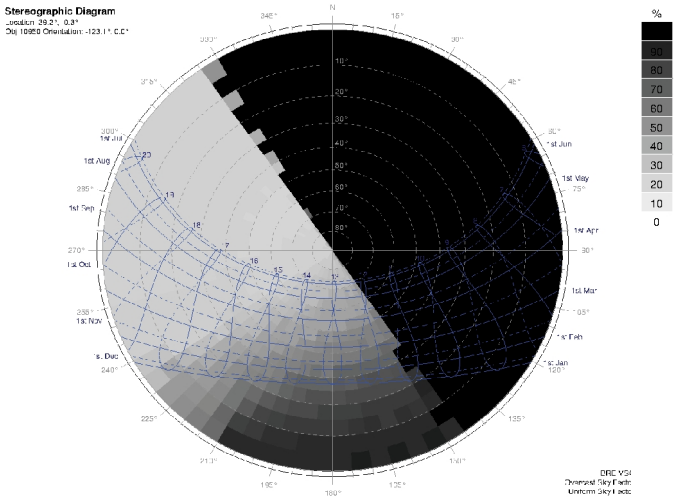


Fachada 1.- Orientación: 236,9º
Superficie de fachada: 12,87 m2
% Hueco: 14,92%

Fachada 2.- Orientación: 327,5º
Superficie de fachada: 19,99 m2
% Hueco: 31,22 %

Fachada 1

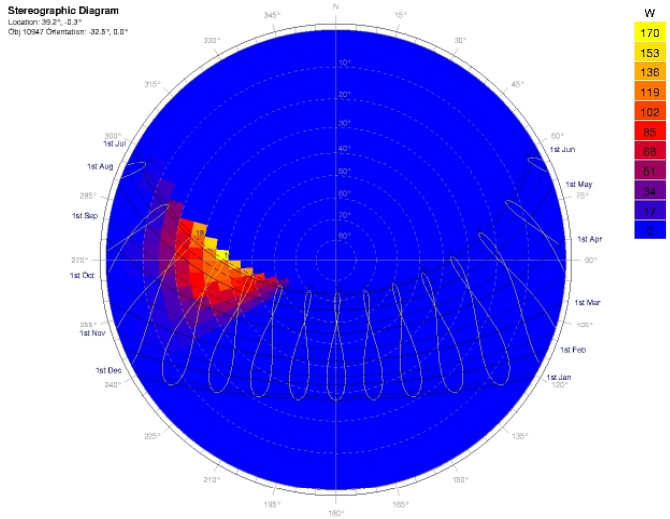


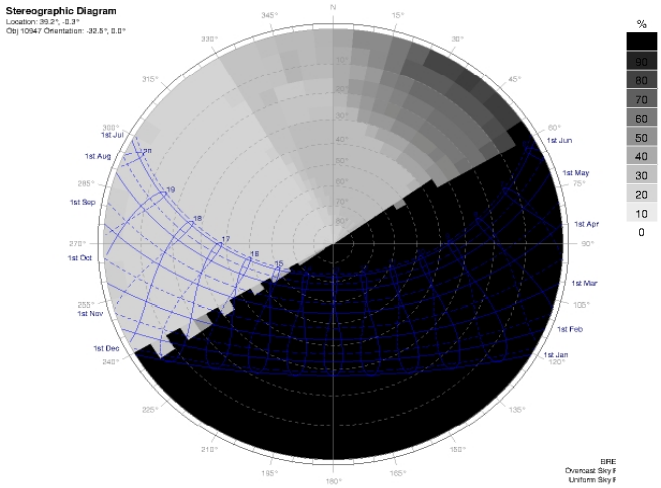


Radiación					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	8 W	0 W	14:00	174 W	204 W
7:00	31 W	0 W	15:00	180 W	233 W
8:00	55 W	0 W	15:30	229 W	252 W
9:00	82 W	19 W	16:00	290 W	230 W
10:00	85 W	18 W	17:00	322 W	4 W
11:00	82 W	36 W	18:00	213 W	0 W
12:00	82 W	69 W	19:00	46 W	0 W
13:00	139 W	149 W	20:00	1 W	0 W

% Sombreamiento					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	100%	100%	14:00	25%	65%
7:00	100%	100%	15:00	22%	58%
8:00	100%	100%	15:30	22%	51%
9:00	100%	100%	16:00	22%	46%
10:00	100%	100%	17:00	22%	41%
11:00	100%	77%	18:00	22%	100%
12:00	100%	75%	19:00	22%	100%
13:00	32%	68%	20:00	22%	100%

Fachada 2

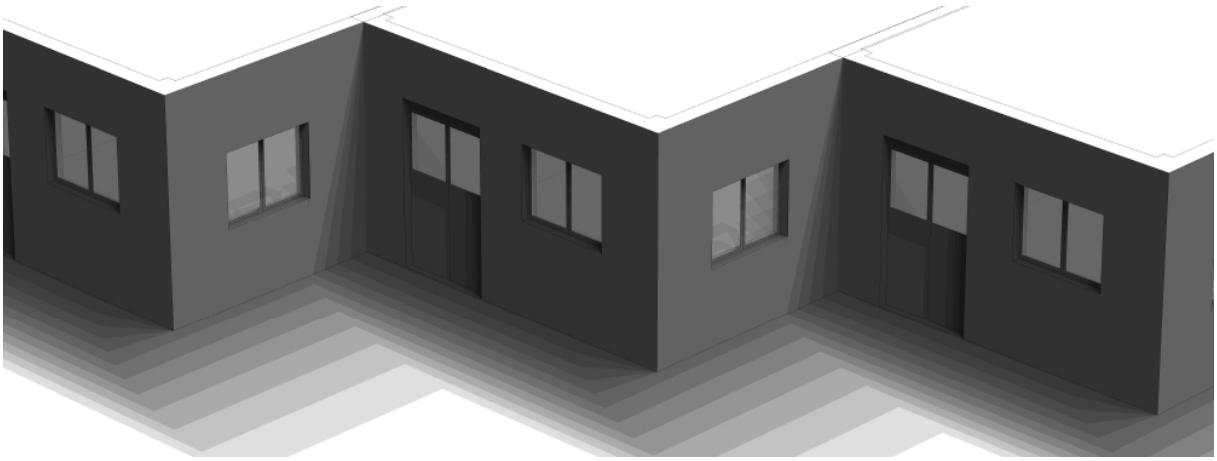




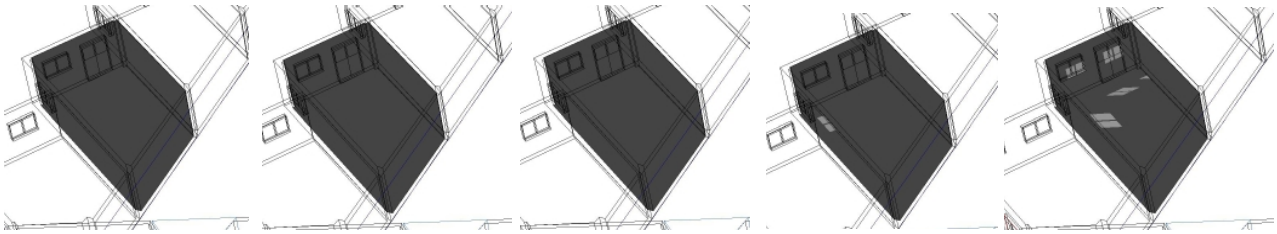
Radiación					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	9 W	0 W	14:00	100 W	18 W
7:00	35 W	0 W	15:00	119 W	18 W
8:00	63 W	0 W	15:30	126 W	16 W
9:00	94 W	22 W	16:00	186 W	14 W
10:00	98 W	20 W	17:00	255 W	5 W
11:00	94 W	20 W	18:00	194 W	0 W
12:00	93 W	20 W	19:00	54 W	0 W
13:00	95 W	19 W	20:00	1 W	0 W

% Sombreamiento					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	100%	100%	14:00	100%	100%
7:00	100%	100%	15:00	21%	100%
8:00	100%	100%	15:30	21%	100%
9:00	100%	100%	16:00	21%	100%
10:00	100%	100%	17:00	21%	100%
11:00	100%	100%	18:00	21%	100%
12:00	100%	100%	19:00	21%	100%
13:00	100%	100%	20:00	21%	100%

Asoleo 21 de Junio

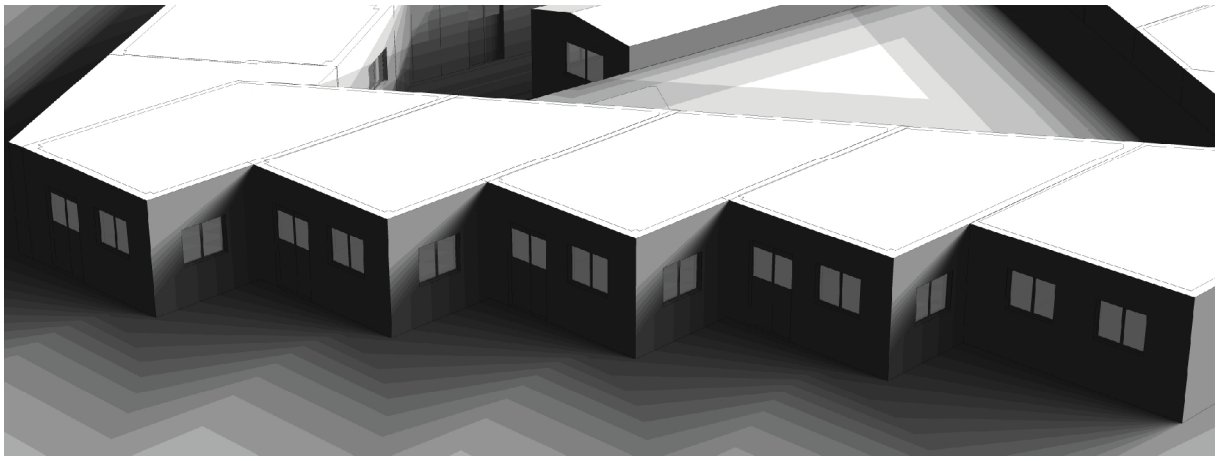


Rango solar

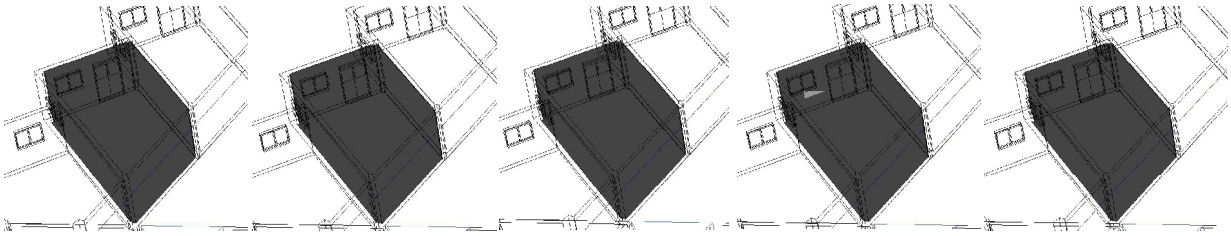


9.00 h | 11.00 h | 13.00 h | 15.00 h | 17.00 h

Asoleo 21 de Diciembre



Rango solar



9.00 h 11.00 h 13.00 h 15.00 h 17.00 h

La representación de los rangos solares va de más claro al alba a más oscuro en el ocaso.

Análisis Aula tipo de zona A

Las aulas pertenecientes a la zona A están orientadas en su mayor parte a oeste, esto significa que reciben asoleo en las últimas horas del día. Este hecho tiene como consecuencia que se mantenga en penumbra durante la mayor parte del día y por tanto obtiene una radiación escasa.

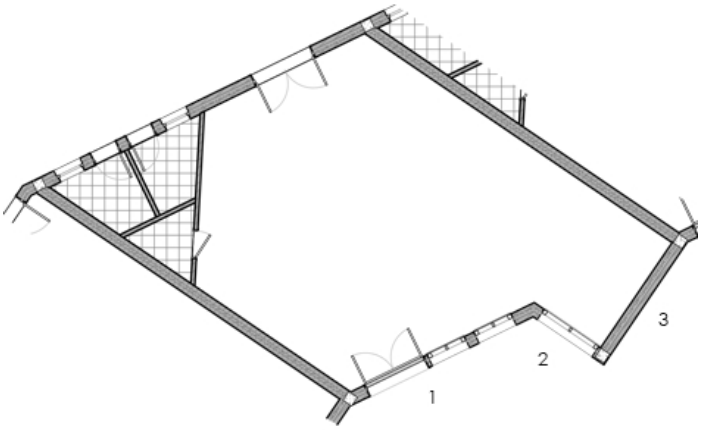
Durante el verano esto puede considerarse favorable ya que los niveles de radiación son bajos, convirtiendo estas aulas en una de las zonas más frescas de la escuela. El problema reside en los meses de invierno. Las imágenes anteriores de los rangos de soleamiento en invierno indican que se encuentra a la sombra durante todo el día, al igual que las tablas de datos. Como consecuencia, en invierno, que es cuando más ocupación tiene el centro de educación, estás aulas son muy frías y es necesario el uso de calefacción desde las primeras horas de la mañana hasta bien entrada la tarde.

La valoración para estas aulas es **desfavorable**. A pesar de que estas aulas son más frescas en verano, lo cual no significa que lo sean puesto que la cubierta no es constructivamente adecuada (se estudiará en la parte del análisis de los materiales) y se producen también sobrecalentamientos, son muy frías en invierno y no hay que olvidar que están ocupadas por niños de no más de 2 años.

La radiación máxima recibida en invierno (a las 14:00 h) es de 1436 W/m2 (frente a los 2145 de las aulas tipo de la zona B, consideradas favorables).

AULA TIPO

Zona B

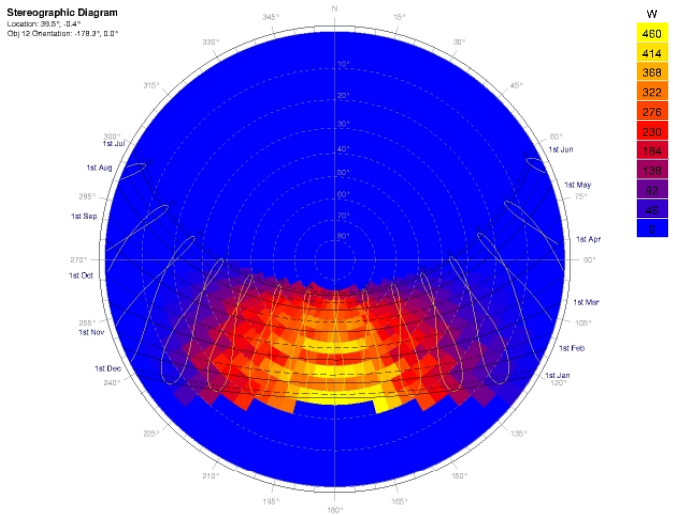


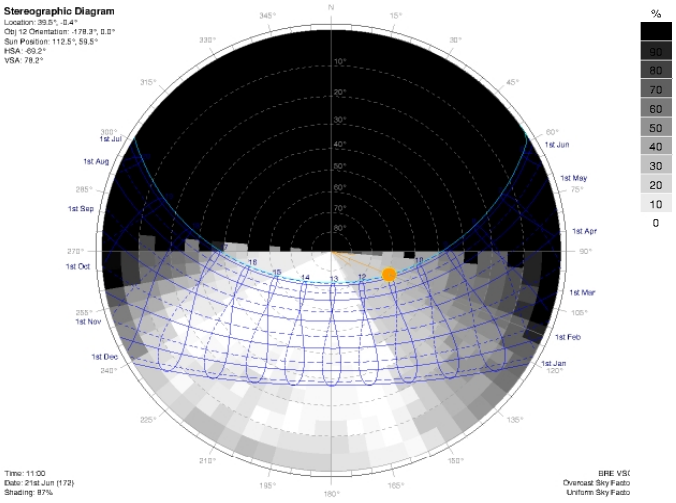
Fachada 1.- Orientación: 181,7º
Superficie de fachada: 16,85 m2
% Hueco: 39,88 %

Fachada 2.- Orientación: 241,9º
Superficie de fachada: 6,98 m2
% Hueco: 25,79 %

Fachada 3.- Orientación: 153,0º
Superficie de fachada: 11,05 m2
% Hueco: 0 %

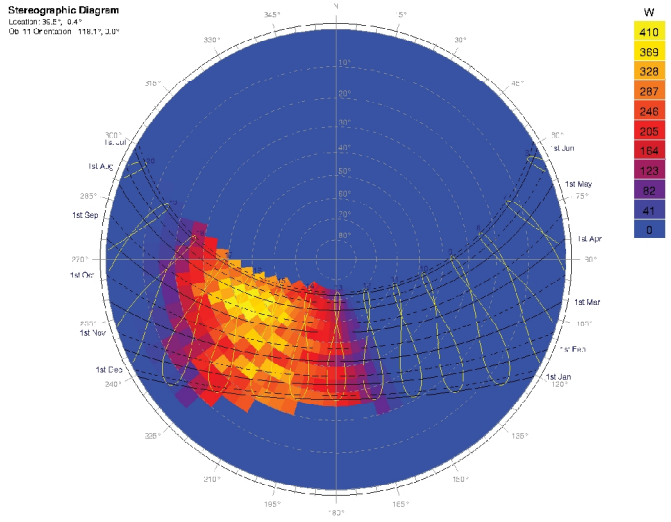
Fachada 1

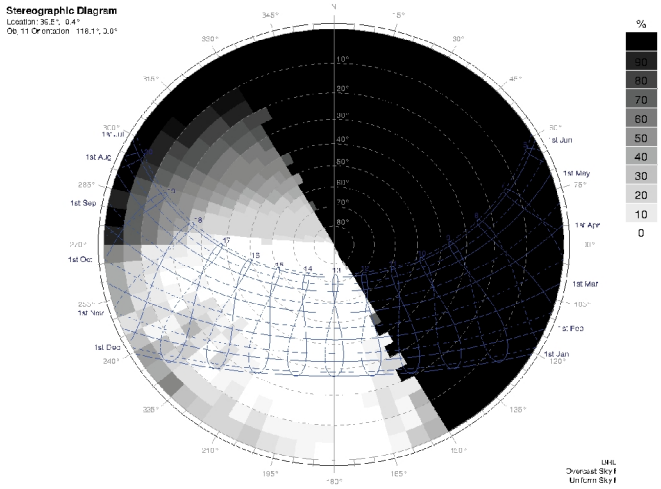




Radiación					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	11 W	0 Wh	14:00	239 W	660 W
7:00	42 W	0 Wh	15:00	170 W	483 W
8:00	76 W	0 Wh	15:30	165 W	298 W
9:00	114 W	97 W	16:00	135 W	6 W
10:00	135 W	282 W	17:00	41 W	0 Wh
11:00	182 W	495 W	18:00	40 W	0 Wh
12:00	244 W	703 W	19:00	21 W	0 Wh
13:00	289 W	734 W	20:00	2 W	0 Wh

% Sombreamiento					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	100%	100%	14:00	0%	6%
7:00	100%	100%	15:00	10%	17%
8:00	100%	100%	15:30	10%	13%
9:00	100%	58%	16:00	13%	13%
10:00	44%	41%	17:00	89%	10%
11:00	31%	24%	18:00	100%	100%
12:00	24%	0%	19:00	100%	100%
13:00	0%	3%	20:00	100%	100%





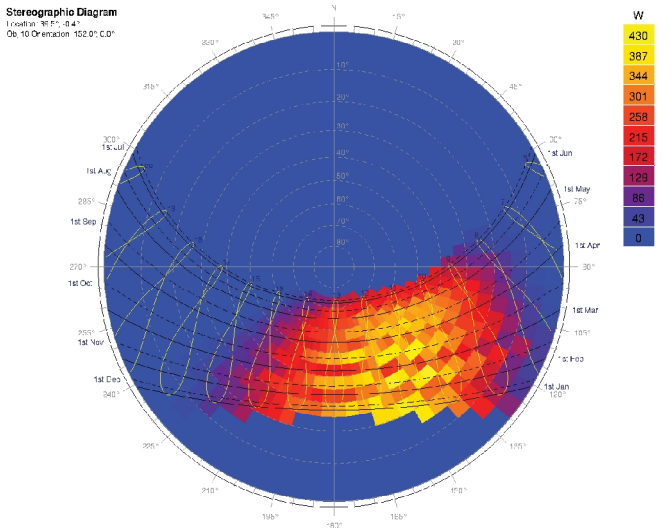
Radiación

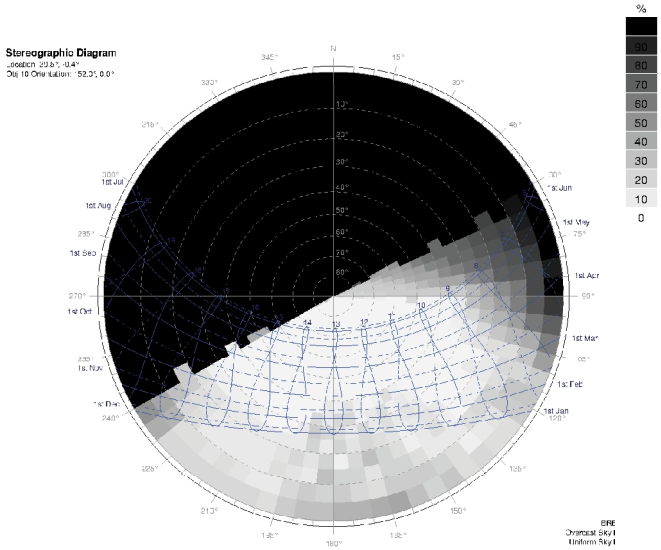
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	11 W	0 W	14:00	260 W	524 W
7:00	41 W	0 W	15:00	240 W	526 W
8:00	74 W	0 W	15:30	289 W	478 W
9:00	110 W	25 W	16:00	379 W	419 W
10:00	114 W	24 W	17:00	435 W	5 W
11:00	110 W	24 W	18:00	228 W	0 W
12:00	109 W	140 W	19:00	40 W	0 W
13:00	179 W	415 W	20:00	2 W	0 W

% Sombreamiento

H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	100%	100%	14:00	0%	0%
7:00	100%	100%	15:00	0%	0%
8:00	100%	100%	15:30	0%	5%
9:00	100%	100%	16:00	0%	0%
10:00	100%	100%	17:00	5%	20%
11:00	100%	100%	18:00	25%	100%
12:00	100%	5%	19:00	55%	100%
13:00	0%	0%	20:00	100%	100%

Fachada 3





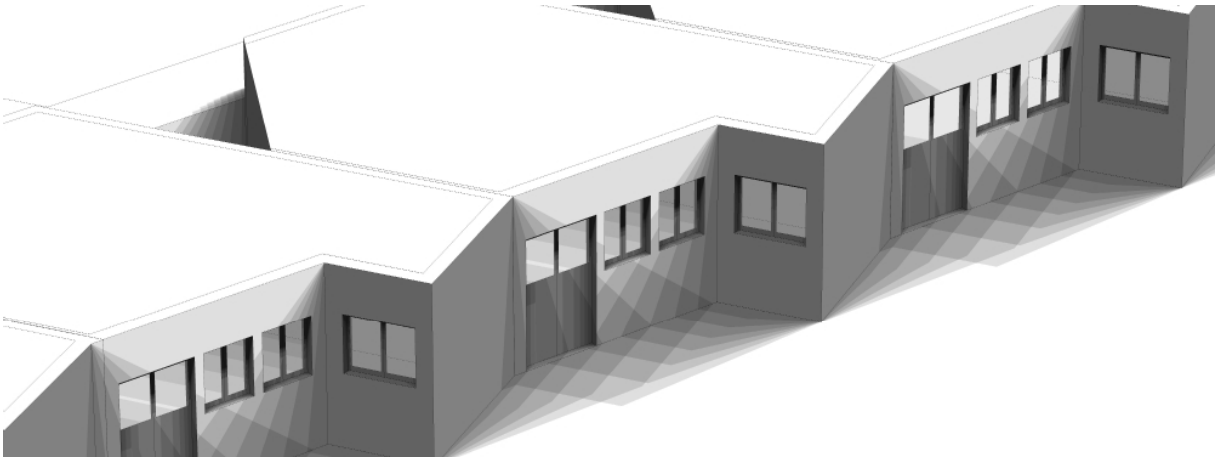
Radiación

H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	11 W	0 Wh	14:00	169 W	499 W
7:00	43 W	0 Wh	15:00	123 W	334 W
8:00	85 W	0 Wh	15:30	102 W	211 W
9:00	157 W	254 W	16:00	80 W	150 W
10:00	255 W	561 W	17:00	40 W	5 W
11:00	315 W	683 W	18:00	40 W	0 Wh
12:00	330 W	650 W	19:00	21 W	0 Wh
13:00	259 W	540 W	20:00	2 W	0 Wh

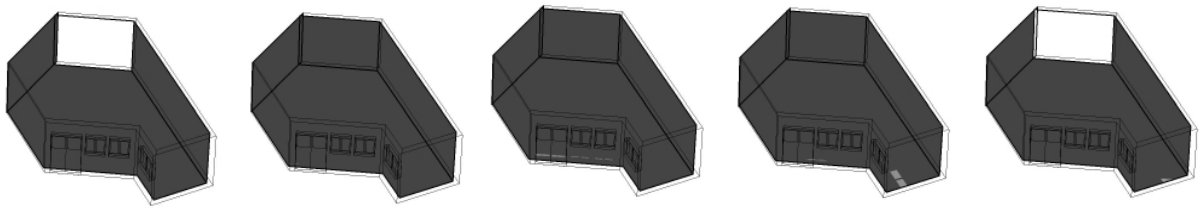
% Sombreamiento

H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	100%	100%	14:00	5%	5%
7:00	80%	100%	15:00	100%	11%
8:00	63%	100%	15:30	100%	11%
9:00	25%	13%	16:00	100%	11%
10:00	5%	11%	17:00	100%	36%
11:00	5%	8%	18:00	100%	100%
12:00	5%	11%	19:00	100%	100%
13:00	5%	19%	20:00	100%	100%

Asoleo 21 de Junio

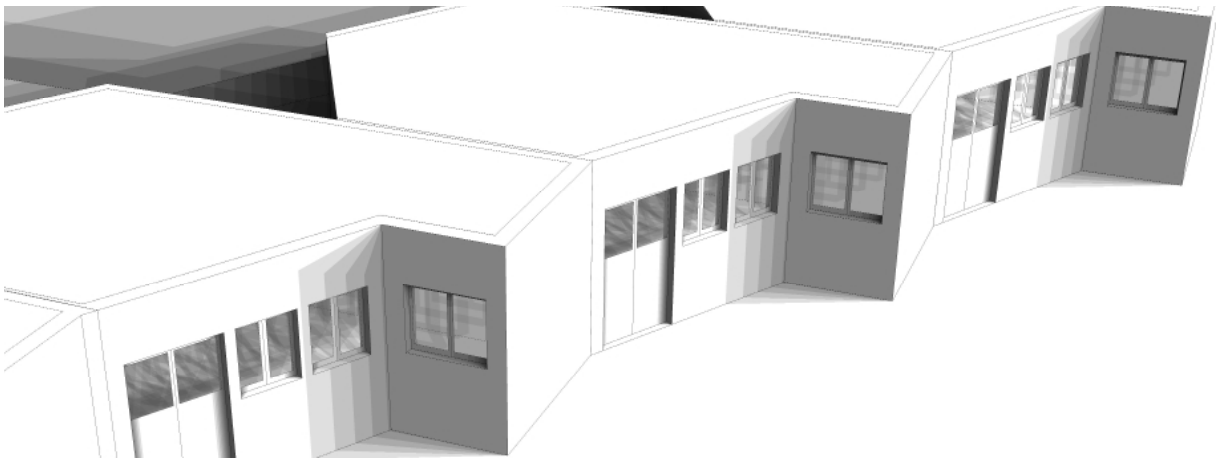


Rango solar

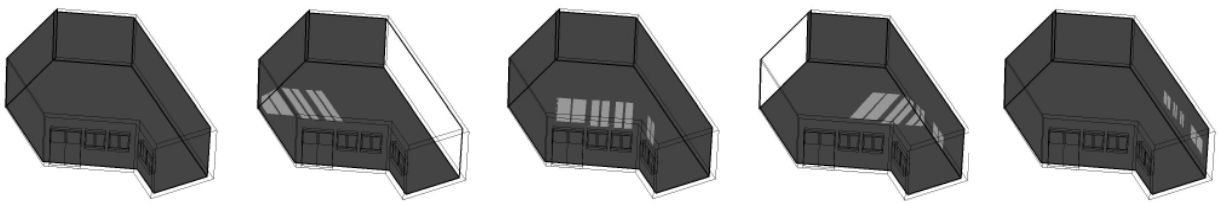


9.00 h | 11.00 h | 13.00 h | 15.00 h | 17.00 h

Asoleo 21 de Diciembre



Rango solar



9.00 h | 11.00 h | 13.00 h | 15.00 h | 17.00 h

La representación de los rangos solares va de más claro al alba a más oscuro en el ocaso.

Análisis aula tipo zona B

El caso de las aulas tipo de la zona B es el caso de aulas que funcionan bien solarmente, esto quiere decir que el diseño y la orientación son los adecuados en cuanto a la estrategia solar.

Las fachadas reciben asoleo durante la mayor parte del día, esto sucede por su orientación sureste-suroeste.

Como se ha explicado al principio del capítulo, la geometría de las aulas permite que estén sombreadas en los meses más calurosos, mientras que en los meses más fríos el asoleo es máximo, dando lugar a una intensidad de radiación mayor en invierno que en verano.

Solsticio de verano

Radiación total a las 13:00 h (suma de sus tres fachadas más la cubierta) 1560 W/m²

Se trata de una radiación moderada para los meses de verano, teniendo en cuenta que solo la aportación de la superficie de cubierta es de 833 W/m². De igual modo, cabe destacar que a partir de mediados de Junio la guardería se encuentra desocupada hasta septiembre, acorde con el horario escolar.

Por este motivo durante los meses de verano la temperatura es moderada, pudiendo mitigar el sobrecalentamiento con técnicas de ventilación natural, sin necesidad de recurrir a estrategias activas como aire acondicionado.

En cuanto a la penetración de la luz solar en el interior del aula, como se ve en las imágenes, la luz no entra dentro de estas.

Solsticio de invierno

Radiación total a las 13:00 h (suma de sus tres fachadas más la cubierta) 2145 W/m²

La radiación captada durante estos meses es elevado para estos meses, con esta radiación y la orientación de las ventanas es posible mantener caldeadas estas estancias sin necesidad de aportación extra de calor.

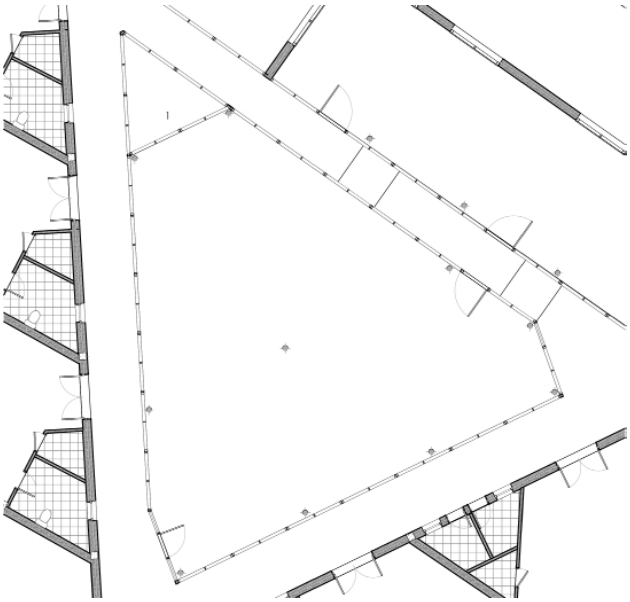
Ni siquiera sería necesario dotar a las estancias de fachadas con mayor inercia térmica puesto el asoleo de las fachadas se produce hasta pasadas las 17:00h, horas en las que ya no están ocupadas.

Respecto a la penetración solar, es intensa y profunda, favoreciéndose por tanto el calentamiento interior.

Por tanto la valoración para las aulas de la zona B es **favorable**, considerándose el diseño solar y la orientación la más adecuada así como el tamaño de los huecos, que permiten el asoleo en invierno y lo detienen en verano. Estas aulas son susceptibles de mejora mediante brise soleils para reducir más la radiación en verano siempre que no afecten a la capacidad de captación en invierno. Además deberían evitarse los pavimentos fríos en el interior tipo terrazo y evitar moquetas, porque pese a la calidez que transmiten, no retienen el calor que reciben por asoleo directo, en su lugar es preferible emplear pavimentos más cálidos como los de madera, material que posee una baja conductividad y alto calor específico (ya que la densidad varía mucho de unas maderas a otras). Todas estas características son aquellas que favorecen la inercia térmica de los materiales.

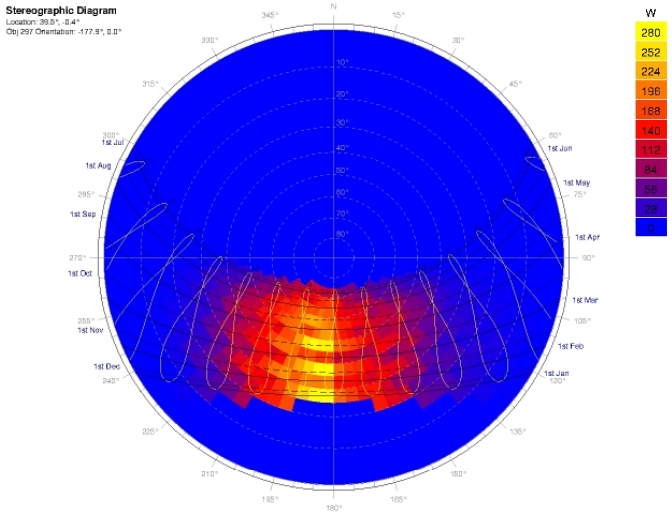
AULA DE USOS MÚLTIPLES

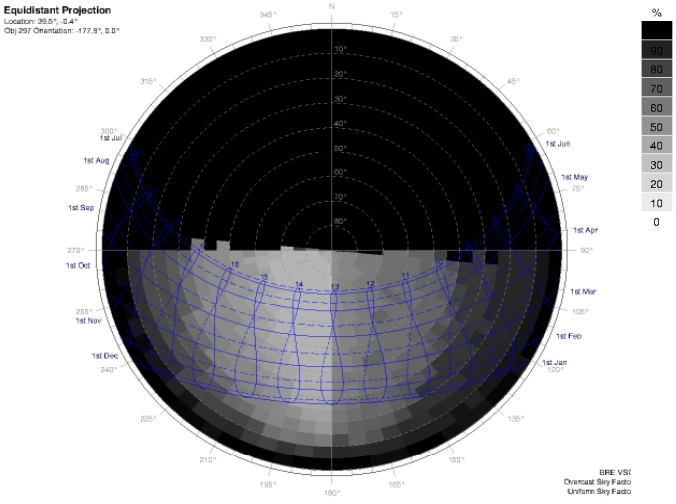
Zona C



Fachada 1.- Orientación: 182,1°
Superficie de fachada: 12,58 m2
% Hueco: 36,15 %

Fachada 1

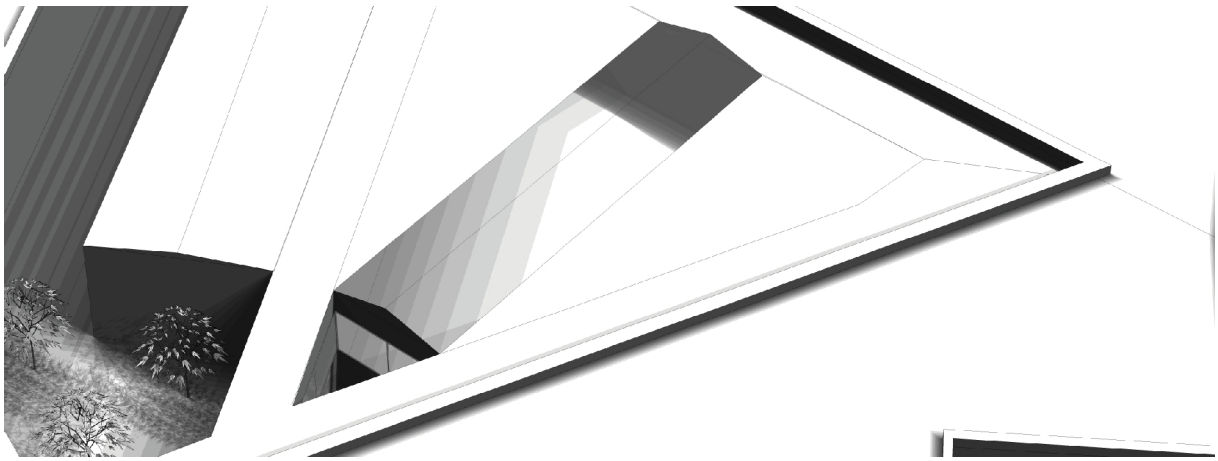




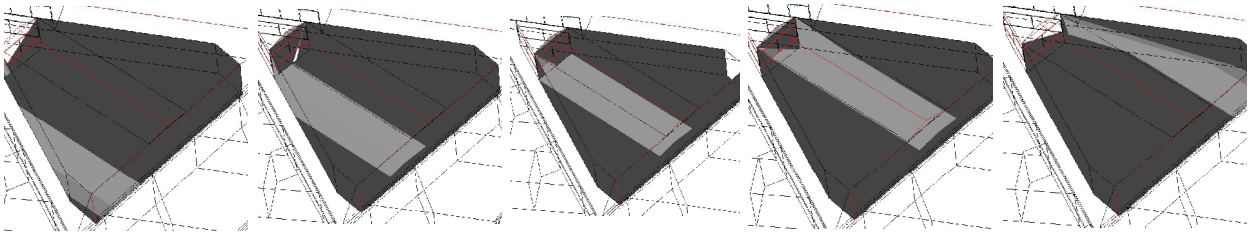
Radiación					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	4 W	0 W	**14:00**	132 W	359 W
7:00	17 W	0 W	**15:00**	80 W	249 W
8:00	31 W	0 W	**15:30**	75 W	119 W
9:00	46 W	22 W	**16:00**	57 W	76 W
10:00	54 W	58 W	**17:00**	18 W	2 W
11:00	79 W	174 W	**18:00**	16 W	0 W
12:00	112 W	240 W	**19:00**	8 W	0 W
13:00	129 W	445 W	**20:00**	1 W	0 W

% Sombreamiento					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	100%	100%	14:00	35%	48%
7:00	100%	100%	15:00	40%	56%
8:00	100%	100%	15:30	48%	74%
9:00	100%	93%	16:00	52%	78%
10:00	67%	89%	17:00	60%	93%
11:00	63%	73%	18:00	100%	100%
12:00	59%	66%	19:00	100%	100%
13:00	51%	41%	20:00	100%	100%

Asoleo 21 de Junio

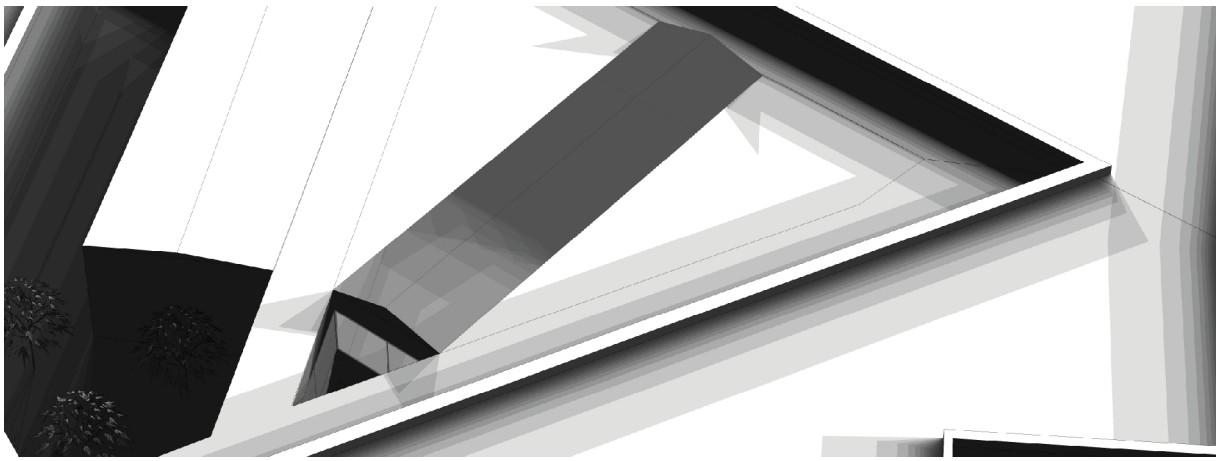


Rango solar

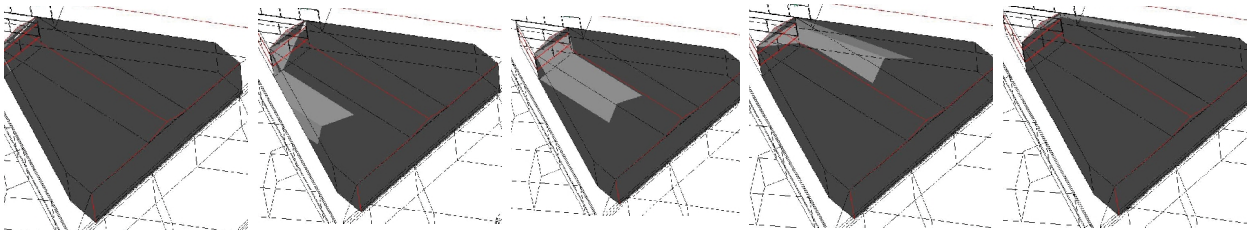


9.00 h | 11.00 h | 13.00 h | 15.00 h | 17.00 h

Asoleo 21 de Diciembre



Rango solar



9.00 h | 11.00 h | 13.00 h | 15.00 h | 17.00 h

La representación de los rangos solares va de más claro al alba a más oscuro en el ocaso.

Análisis aula de usos múltiples zona C

El aula de usos múltiples, perteneciente a la zona C tiene la particularidad de ser ocupada de forma intermitente y la actividad en su interior es más intensa que en el resto de las aulas. Es por este motivo que la necesidad de calefacción en invierno es menor.

La geometría del aula, enterrada dentro del centro, supone que únicamente recibe aporte de radiación a través de la cubierta y de una pequeña fachada que se encuentra sombreada prácticamente todo el día. A pesar de esto recibe una gran cantidad de asoleo interior, gracias a un lucernario situado en la parte central. Esto favorece la captación puesto que el interior se caliente directamente y no solo a través de la conducción de la fachada.

Solsticio de verano

Durante los meses de verano, el aula se encuentra como se ha comentado, soleada a través de la cubierta y de la fachada que da a norte. A pesar de la poca superficie expuesta y de que la radiación no excesiva (961 W/m² a las 12:00h en su momento máximo), la penetración interior es elevada y con ayuda de la tipología de cubierta se producen sobrecalentamientos importantes.

Solsticio de invierno

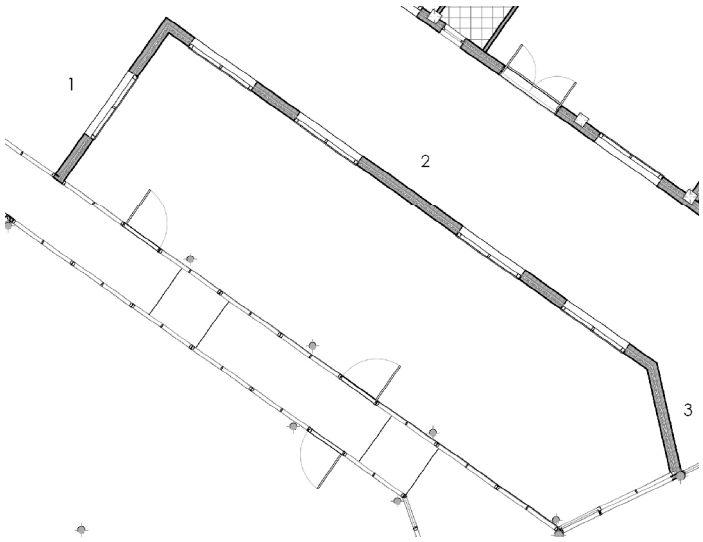
Como muestran las imágenes, el asoleo en invierno es elevado y además el soleamiento de la única fachada exterior es más alto que en verano. Puesto que la penetración es considerable y calienta el interior, además de lo elevada que es la actividad en el interior, se considera que no es necesaria la calefacción. Otro hecho que favorece la no utilización de calefacción es la composición de la cubierta que es de panel sándwich. Esta tipología provoca un mayor sobrecalentamiento que las tradicionales debido al que el material de cubierta, acero galvanizado, se calienta con una rapidez mucho mayor que las piezas cerámicas, cediendo calor mediante procesos conductivos al interior no siendo suficiente con el espesor actual del aislamiento.

La conclusión para esta aula es **favorable,** a pesar de la baja radiación directa sobre el exterior (906 W/m² a las 13:00h) por lo expuesto anteriormente: Cuenta con un índice de asoleo interior superior que la mayoría de aulas y el material de cubierta juega a favor en el caso del invierno. Si no estuviese soleado todo el día, al igual que se tienen ganancias a través del panel sándwich se tendrían perdidas, pero al estar soleado hasta que queda desocupado no existe este problema. En el caso de los meses calurosos, esta aula puede sobrecalentarse mucho por el mismo motivo descrito anteriormente, sin embargo es una de las pocas aulas de la escuela en la que pueden crearse corrientes de ventilación cruzada.

Cabe destacar que podrían realizarse mejoras sobre los materiales interiores con el fin de aumentar la captación solar que se recibe en invierno a pesar de ser una solución que va en detrimento para los meses cálidos. Habría que valorar si interesa esta opción puesto que en los meses de más calor no se encuentra ocupada la guardería.

AULA DE CUNAS

Zona D

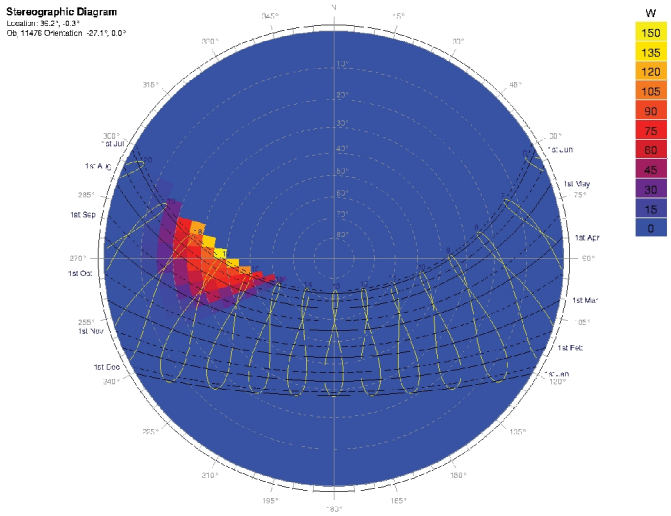


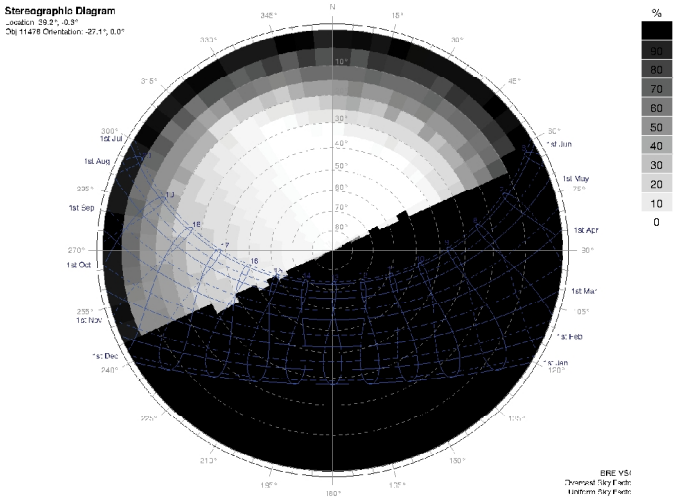
Fachada 1.- Orientación: 332,9º
Superficie de fachada: 16,60 m2
% Hueco: 15,90 %

Fachada 2.- Orientación: 62,9º
Superficie de fachada: 50,96 m2
% Hueco: 20,72 %

Fachada 3.- Orientación: 106,4º
Superficie de fachada: 9,52 m2
% Hueco: 0 %

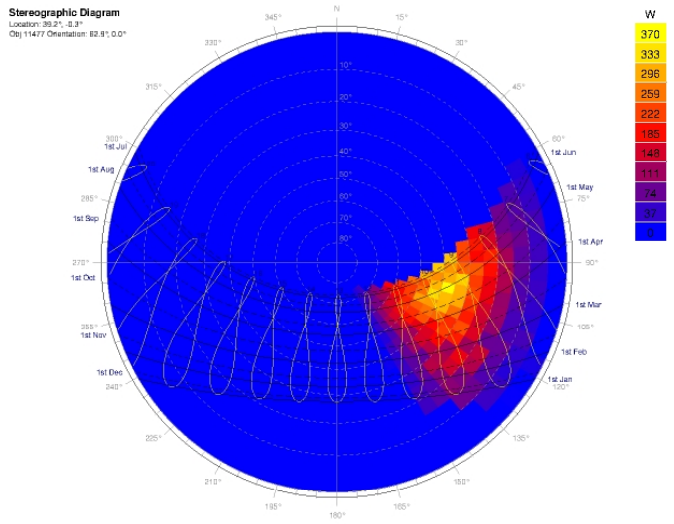
Fachada 1

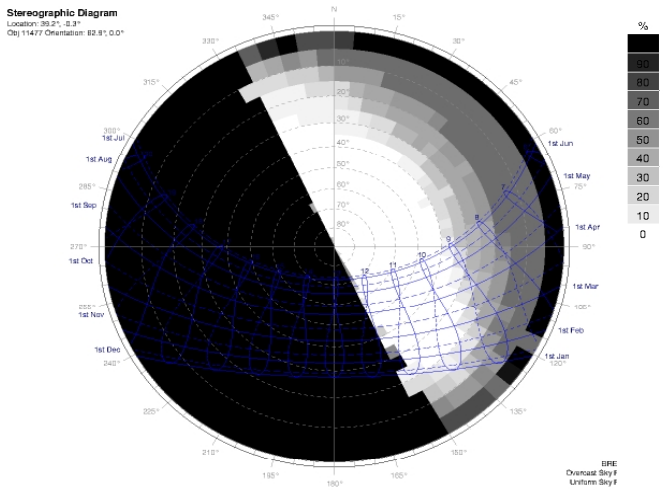




Radiación					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	10 W	0 W	14:00	104 W	19 W
7:00	37 W	0 W	15:00	117 W	19 W
8:00	66 W	0 W	15:30	124 W	17 W
9:00	99 W	23 W	16:00	172 W	15 W
10:00	102 W	21 W	17:00	233 W	5 W
11:00	99 W	21 W	18:00	171 W	0 W
12:00	98 W	21 W	19:00	44 W	0 W
13:00	99 W	20 W	20:00	1 W	0 W

% Sombreamiento					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	55%	100%	14:00	100%	100%
7:00	100%	100%	15:00	100%	100%
8:00	100%	100%	15:30	7%	100%
9:00	100%	100%	16:00	15%	100%
10:00	100%	100%	17:00	15%	100%
11:00	100%	100%	18:00	22%	100%
12:00	100%	100%	19:00	42%	100%
13:00	100%	100%	20:00	92%	100%

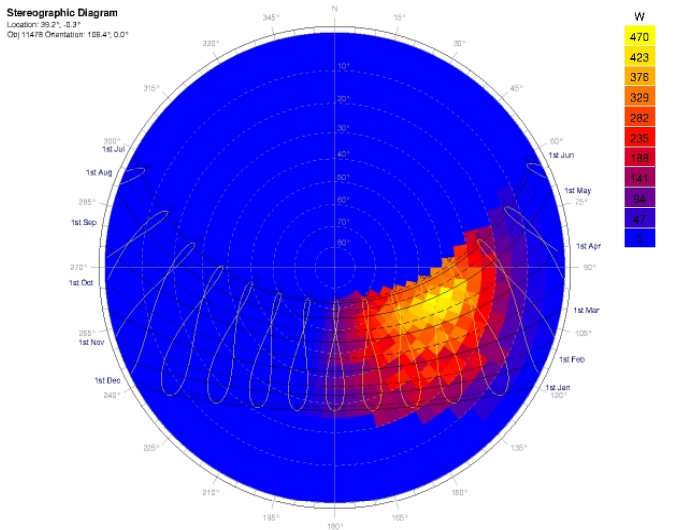


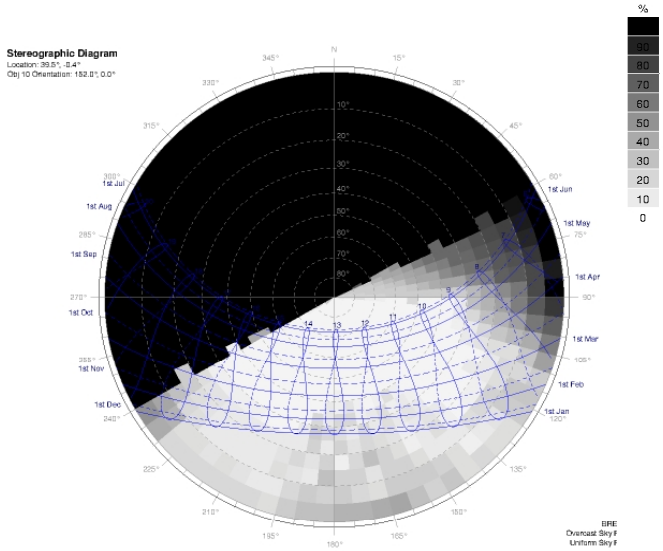


Radiación					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	13 W	0 W	14:00	267 W	543 W
7:00	49 W	0 W	15:00	256 W	526 W
8:00	88 W	0 W	15:30	318 W	496 W
9:00	131 W	30 W	16:00	407 W	418 W
10:00	136 W	28 W	17:00	447 W	6 W
11:00	131 W	28 W	18:00	305 W	0 W
12:00	130 W	159 W	19:00	68 W	0 W
13:00	193 W	384 W	20:00	2 W	0 W

% Sombreamiento					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	100%	100%	14:00	0%	0%
7:00	100%	100%	15:00	0%	0%
8:00	100%	100%	15:30	0%	0%
9:00	100%	100%	16:00	0%	0%
10:00	100%	100%	17:00	0%	0%
11:00	100%	100%	18:00	0%	0%
12:00	100%	0%	19:00	0%	0%
13:00	0%	0%	20:00	0%	0%

Fachada 3

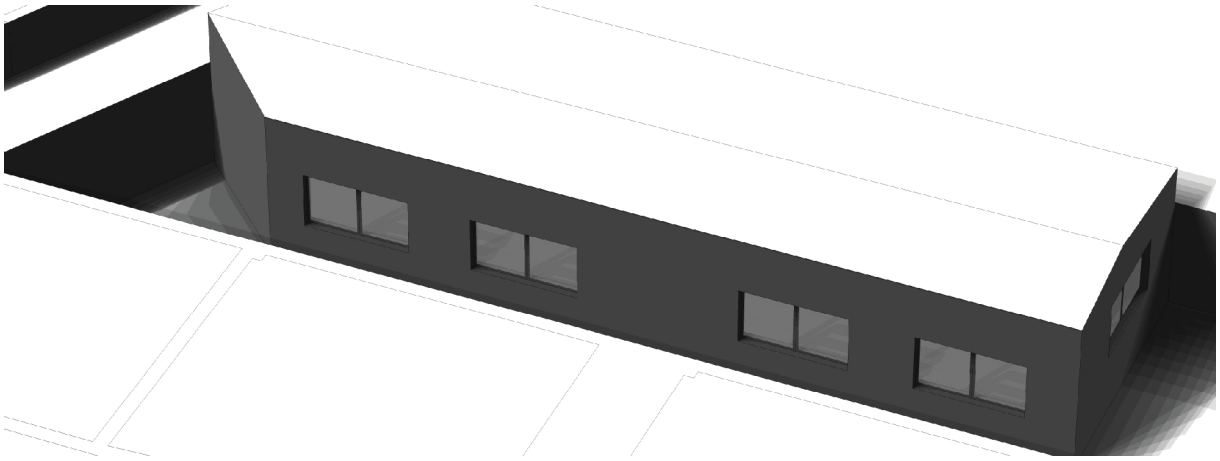




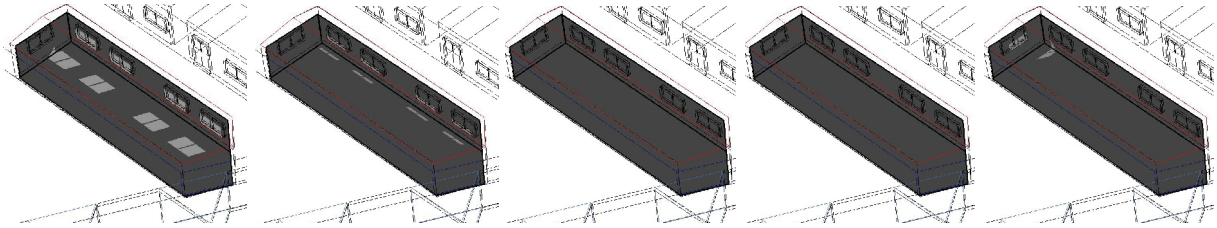
Radiación					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	8 W	0 W	14:00	91 W	17 W
7:00	38 W	0 W	15:00	95 W	17 W
8:00	121 W	0 W	15:30	79 W	15 W
9:00	209 W	64 W	16:00	62 W	13 W
10:00	318 W	153 W	17:00	31 W	4 W
11:00	361 W	235 W	18:00	30 W	0 W
12:00	275 W	241 W	19:00	16 W	0 W
13:00	137 W	118 W	20:00	1 W	0 W

% Sombreamiento					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	97%	100%	14:00	100%	100%
7:00	77%	100%	15:00	100%	100%
8:00	31%	100%	15:30	100%	100%
9:00	4%	83%	16:00	100%	100%
10:00	2%	75%	17:00	100%	100%
11:00	2%	56%	18:00	100%	100%
12:00	4%	45%	19:00	100%	100%
13:00	4%	45%	20:00	100%	100%

Asoleo 21 de Junio

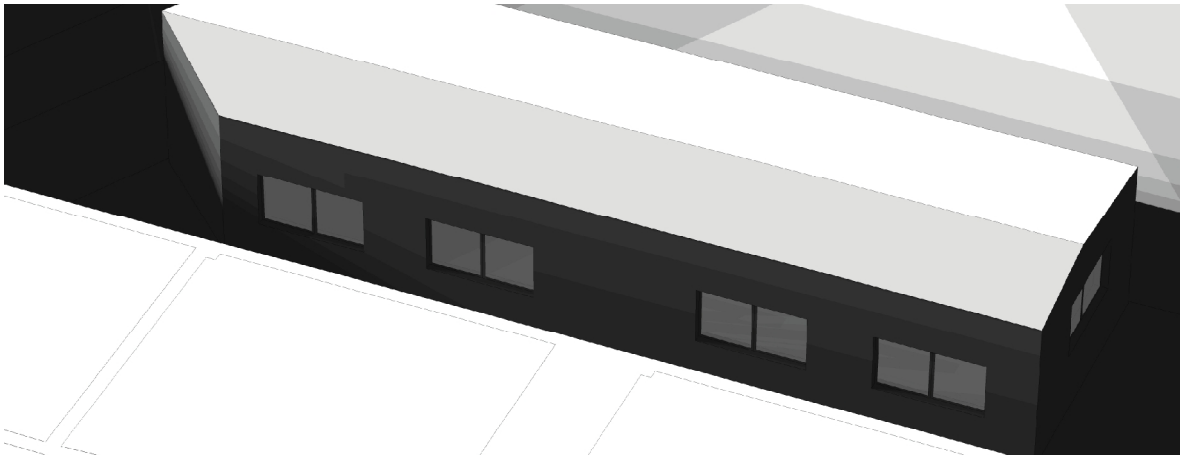


Rango solar

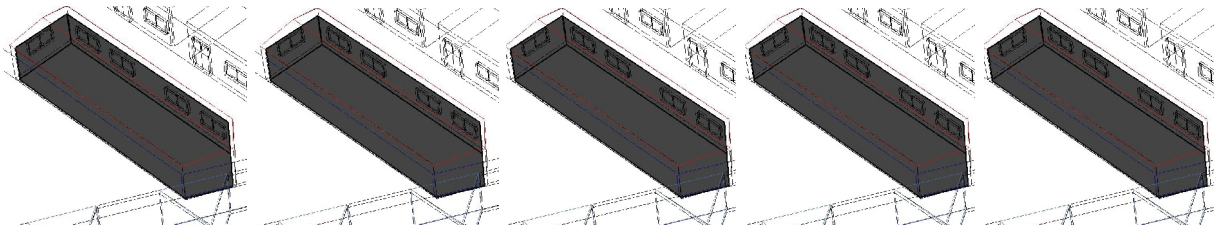


9.00 h 11.00 h 13.00 h 15.00 h 17.00 h

Asoleo 21 de Diciembre



Rango solar



9.00 h 11.00 h 13.00 h 15.00 h 17.00 h

La representación de los rangos solares va de más claro al alba a más oscuro en el ocaso.

Análisis aula de cunas zona D

El aula de cunas compone una zona por separado por sus particularidades. En primer lugar es la zona en la cual se ubican los bebes, siendo estos los más delicados y los que necesitan de unas condiciones ambientales más exigentes. Por otro lado la fachada de mayor longitud se orienta a noreste. Y finalmente, la cubierta del aula es de tipo panel sándwich, siendo la única aula de uso continuado con esta tipología de cubierta.

Solsticio de verano

Durante los meses de verano esta zona se encuentra sombreada durante buena parte del día obteniéndose valores de radiación moderados. El asoleo es más intenso en la fachada de mayor longitud mientras que en una de ellas se encuentra más sombreada en estos meses.

Por otro lado la única época del año en la que los rayos solares penetran y calientan el interior es el verano.

Si a todo esto añadimos la tipología de cubierta, tenemos como resultado un aula muy sobrecalentada durante los meses cálidos, resultados nada recomendables para una zona destinada a cunas.

Solsticio de invierno

Es durante los meses los meses fríos cuando menos soleamiento se recibe en esta aula, de modo que la radiación captada es muy baja. Teniendo en cuenta este bajo nivel de asoleo, el porcentaje de hueco es muy elevado, provocando pérdidas importantes de energía.

Con la tipología de cubierta solo se consigue que agravar las pérdidas que producen las ventanas.

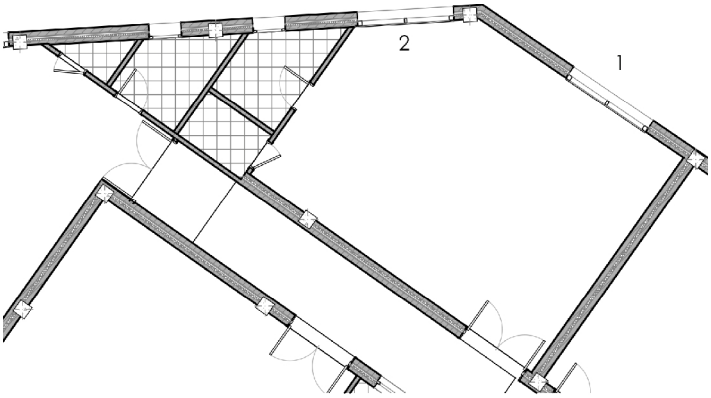
Además del asoleo y la radiación, es importante mencionar que el nivel de iluminación de esta aula es muy bajo. Estudios llevados a cabo por el Hospital la Fe de Valencia demuestran que las aulas en las que no hay luz solar directa se producen más casos de meningitis y otras enfermedades similares.

Por todo esto, la evaluación del aula es **totalmente desfavorable**. Dado todo lo mencionado, los resultados son los opuestos a los deseados, sobrecalentamiento y frio intenso en invierno además de una baja iluminación. Se recomienda que esta aula deje de estar destinada a bebes y se ubiquen, por ejemplo aulas como por ejemplo de psicomotricidad, de uso intermitente con alto índice de actividad.

AULA TIPO NORTE

%

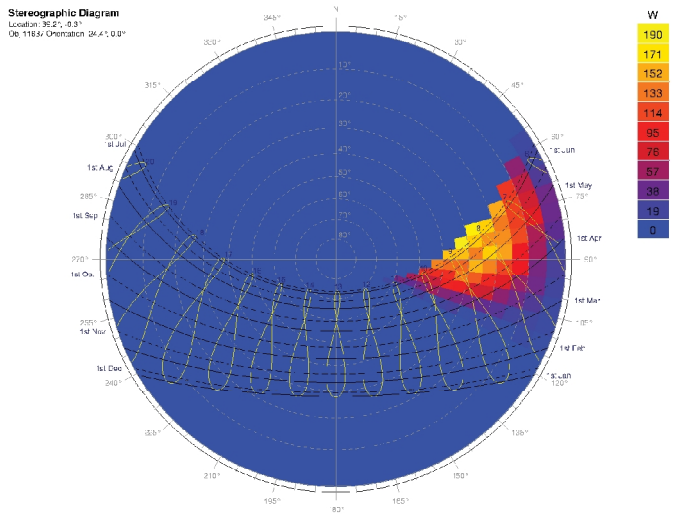
Zona E

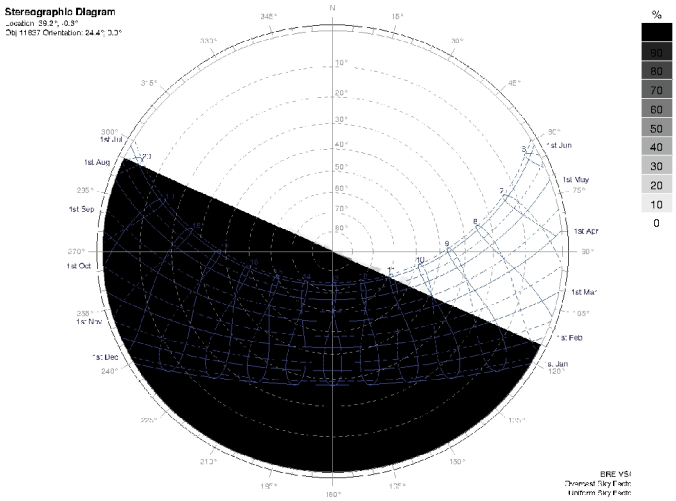


Fachada 1.- Orientación: 24,4º
Superficie de fachada: 10,08 m2
% Hueco: 26,19%

Fachada .- Orientación: 62,0º
Superficie de fachada: 19,19 m2
% Hueco: 13,76%

Fachada 1

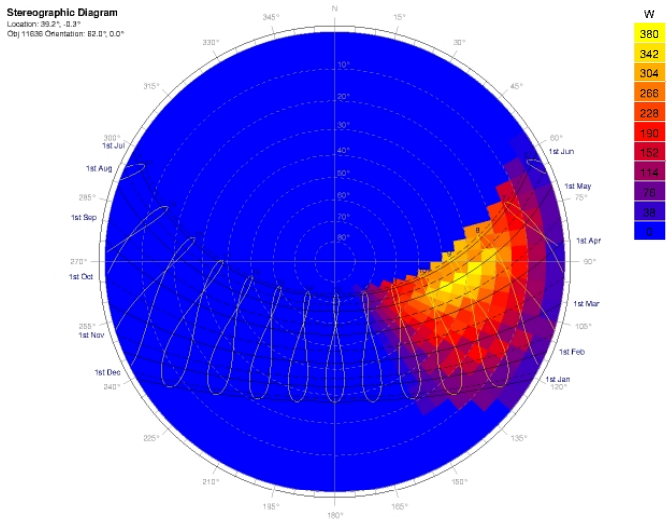


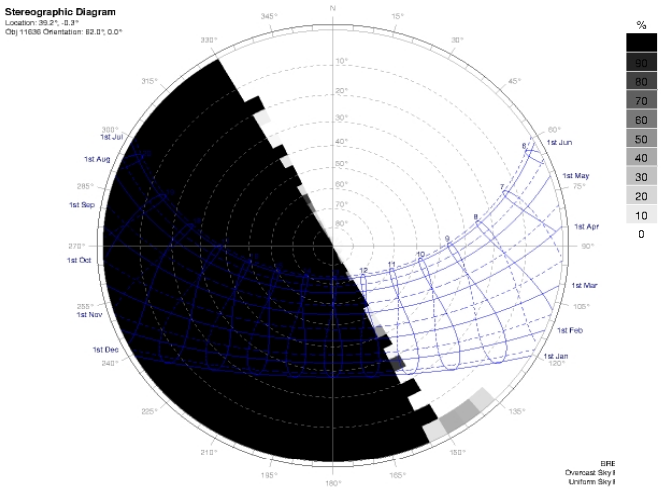


Radiación					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	13 W	0 W	14:00	139 W	25 W
7:00	71 W	0 W	15:00	144 W	25 W
8:00	150 W	0 W	15:30	119 W	22 W
9:00	190 W	30 W	16:00	94 W	19 W
10:00	209 W	28 W	17:00	47 W	6 W
11:00	146 W	28 W	18:00	46 W	0 W
12:00	130 W	28 W	19:00	24 W	0 W
13:00	132 W	27 W	20:00	2 W	0 W

% Sombreamiento					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	0%	100%	14:00	100%	100%
7:00	0%	100%	15:00	100%	100%
8:00	0%	100%	15:30	100%	100%
9:00	0%	100%	16:00	100%	100%
10:00	0%	100%	17:00	100%	100%
11:00	0%	100%	18:00	100%	100%
12:00	100%	100%	19:00	100%	100%
13:00	100%	100%	20:00	0%	100%

Fachada 2





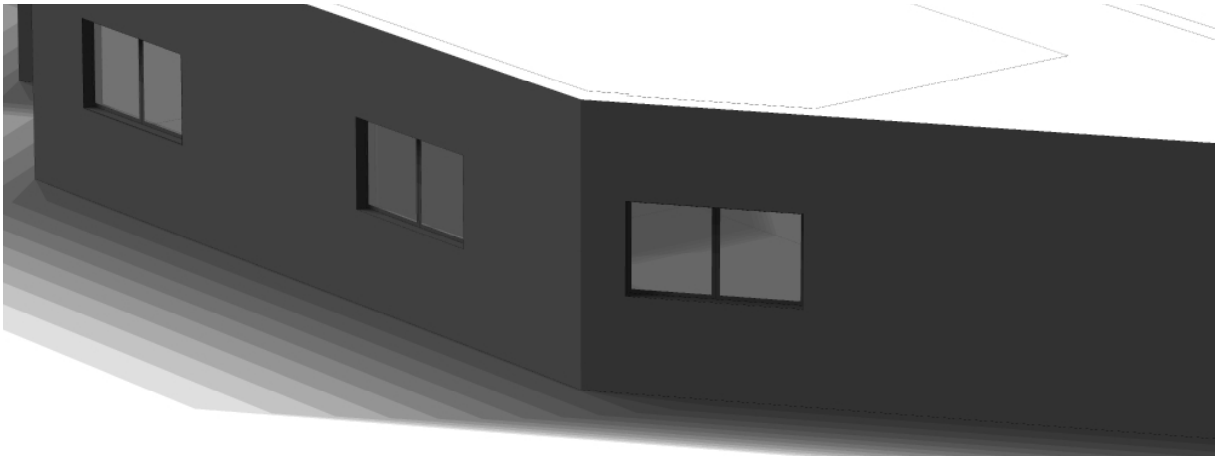
Radiación

H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	13 W	0 W	**14:00**	139 W	25 W
7:00	81 W	0 W	**15:00**	144 W	25 W
8:00	187 W	0 W	**15:30**	119 W	22 W
9:00	250 W	151 W	**16:00**	94 W	19 W
10:00	332 W	169 W	**17:00**	47 W	6 W
11:00	314 W	38 W	**18:00**	46 W	0 W
12:00	186 W	28 W	**19:00**	24 W	0 W
13:00	132 W	27 W	**20:00**	2 W	0 W

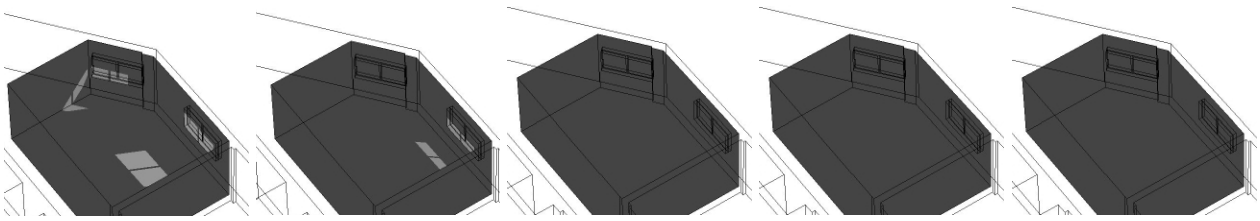
% Sombreamiento

H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	0%	0%	14:00	100%	100%
7:00	0%	0%	15:00	100%	100%
8:00	0%	0%	15:30	100%	100%
9:00	0%	0%	16:00	100%	100%
10:00	0%	0%	17:00	100%	100%
11:00	0%	0%	18:00	100%	100%
12:00	37%	100%	19:00	100%	100%
13:00	100%	100%	20:00	0%	100%

Asoleo 21 de Junio

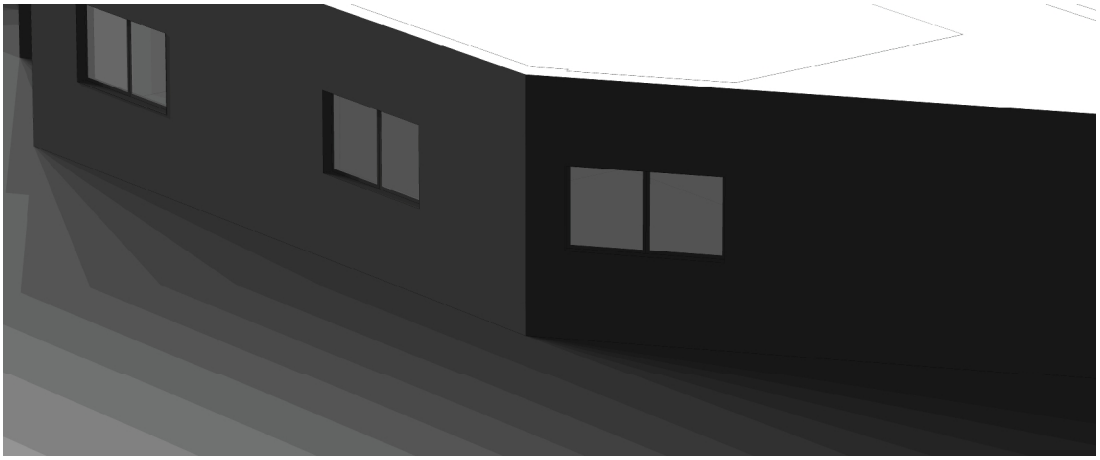


Rango solar

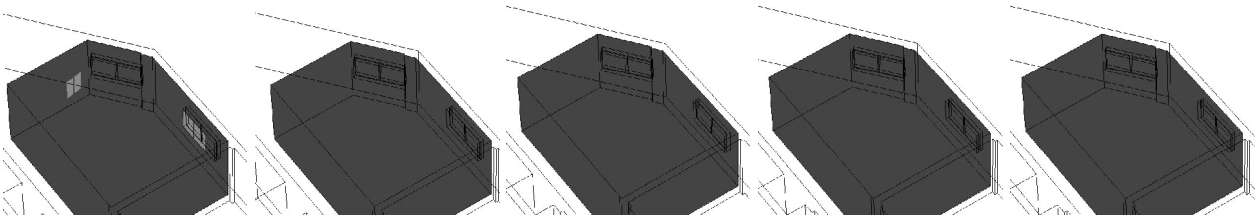


9.00 h | 11.00 h | 13.00 h | 15.00 h | 17.00 h

Asoleo 21 de Diciembre



Rango solar



9.00 h | 11.00 h | 13.00 h | 15.00 h | 17.00 h

Análisis aula tipo norte zona E

Finalmente se analiza un aula correspondiente a la zona E. Estas aulas cuentan con dos fachadas orientadas a norte-noreste y por tanto reciben poca iluminación en verano y ninguna en invierno.

Solsticio de verano

A causa de la orientación de las fachadas, el asoleo que se recibe es durante las primeras horas del día, con lo cual a principio de mañana se ha captado ya cierto nivel de radiación, como consecuencia y debido a que en la cubierta el asoleo es constante, se mantiene la temperatura alcanzado en ocasiones temperaturas bastante elevadas.

La penetración de la luz solar solo se produce hasta aproximadamente las 10:00h de la mañana. Por este motivo, durante las horas de mayor calor no se producen sobrecalentamientos. El resultado son aulas frescas en verano.

Solsticio de invierno

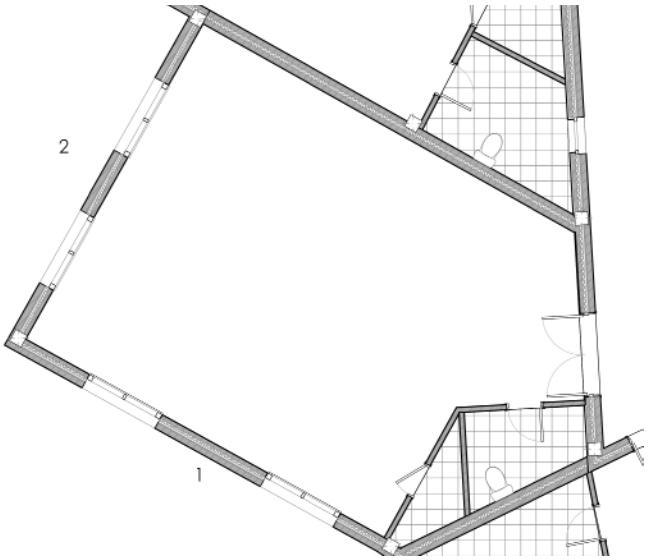
Es en los meses de invierno cuando se acusa la orientación de las fachadas. En ningún momento del día se produce soleamiento significativo sobre las fachadas y ninguno en el interior. La radiación máxima en el solsticio de invierno a las 12:00 h es de 513 W/m² siendo 457 W/m² aportación de la cubierta.

Por tanto, se considera **desfavorable** la evaluación del aula por lo expuesto anteriormente. Si bien es cierto que en verano la temperatura de las aulas es confortable, la mala composición constructiva de la cubierta lleva a generar sobrecalentamientos en el interior por si sola y en invierno son aulas extremadamente frías en las que se requiere un gran aporte energético.

A continuación se muestran las fichas resumen del resto de aulas que por su configuración difieren de las analizadas

AULA ESQUINA

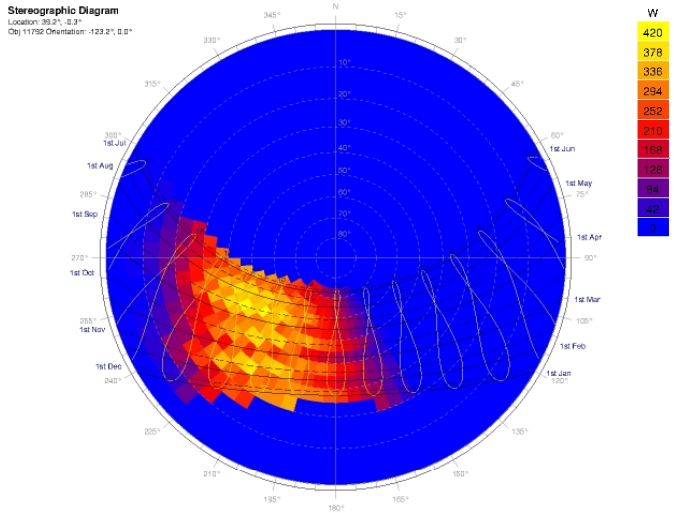
Zona A

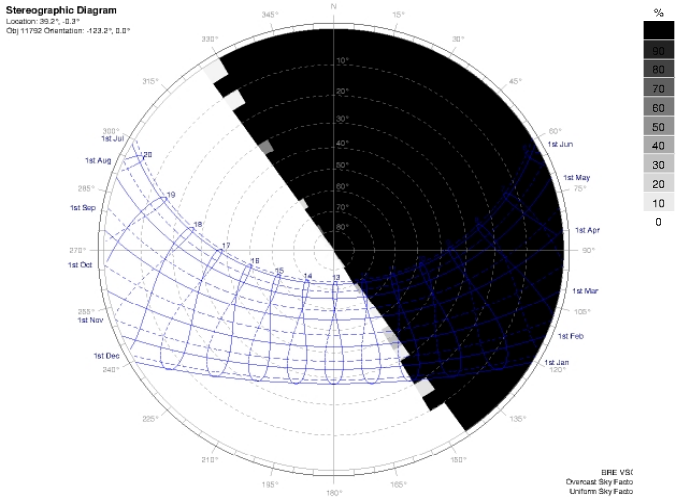


Fachada 1.- Orientación: 236,9°
Superficie de fachada: 27,42 m2
% Hueco: 14,00%

Fachada 2.- Orientación: 327,5°
Superficie de fachada: 24,32 m2
% Hueco: 15,79 %

Fachada 1

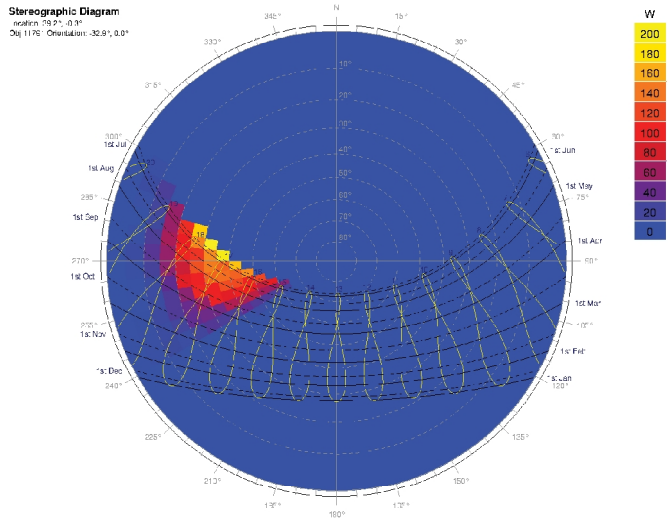


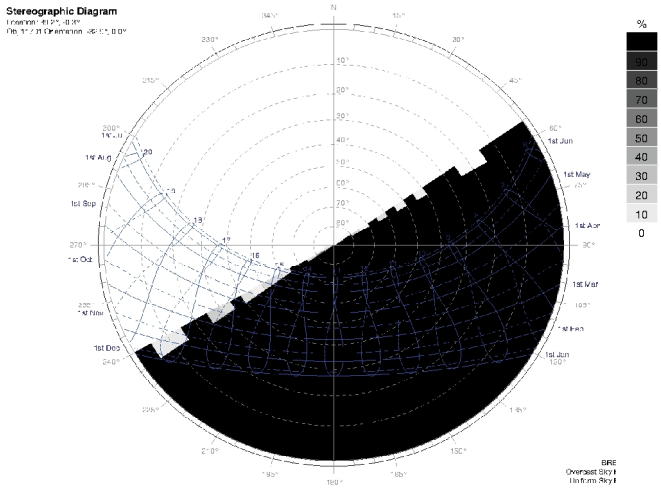


Radiación					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	13 W	0 W	**14:00**	252 W	565 W
7:00	49 W	0 W	**15:00**	260 W	561 W
8:00	88 W	0 W	**15:30**	316 W	516 W
9:00	131 W	30 W	**16:00**	399 W	425 W
10:00	136 W	28 W	**17:00**	440 W	6 W
11:00	131 W	85 W	**18:00**	282 W	0 W
12:00	130 W	228 W	**19:00**	63 W	0 W
13:00	225 W	445 W	**20:00**	2 W	0 W

% Sombreamiento					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	100%	100%	14:00	0%	0%
7:00	100%	100%	15:00	0%	0%
8:00	100%	100%	15:30	0%	0%
9:00	100%	100%	16:00	0%	0%
10:00	100%	100%	17:00	0%	0%
11:00	100%	100%	18:00	0%	0%
12:00	100%	100%	19:00	0%	0%
13:00	32%	0%	20:00	0%	0%

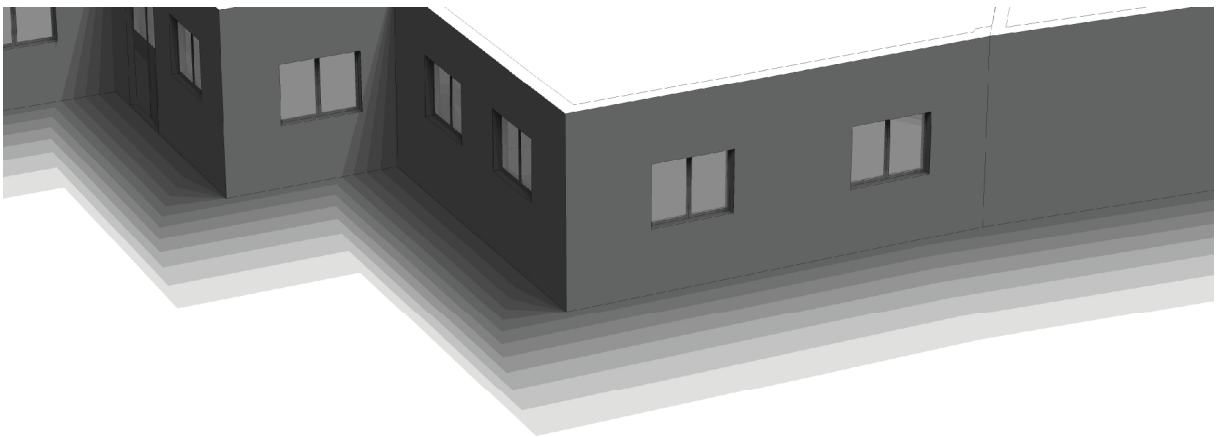
Fachada 2



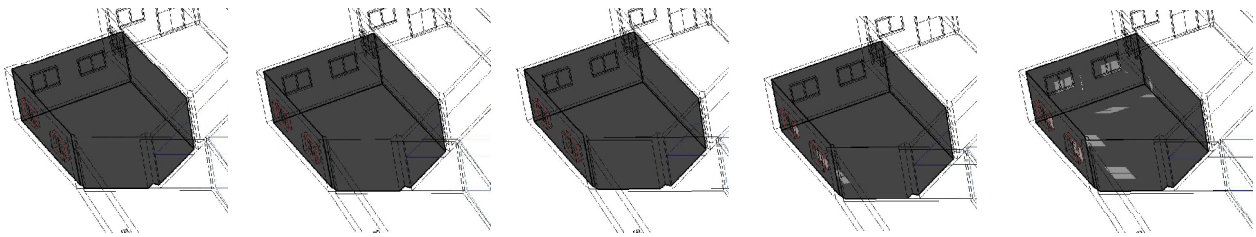


Radiación						% Sombreamiento					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	13 W	0 W	14:00	139 W	25 W	6:00	100%	100%	14:00	100%	100%
7:00	49 W	0 W	15:00	164 W	25 W	7:00	100%	100%	15:00	0%	100%
8:00	88 W	0 W	15:30	173 W	22 W	8:00	100%	100%	15:30	0%	100%
9:00	131 W	30 W	16:00	230 W	19 W	9:00	100%	100%	16:00	0%	100%
10:00	136 W	28 W	17:00	320 W	6 W	10:00	100%	100%	17:00	0%	100%
11:00	131 W	28 W	18:00	257 W	0 W	11:00	100%	100%	18:00	0%	100%
12:00	130 W	28 W	19:00	72 W	0 W	12:00	100%	100%	19:00	0%	100%
13:00	132 W	27 W	20:00	2 W	0 W	13:00	100%	100%	20:00	0%	100%

Asoleo 21 de Junio

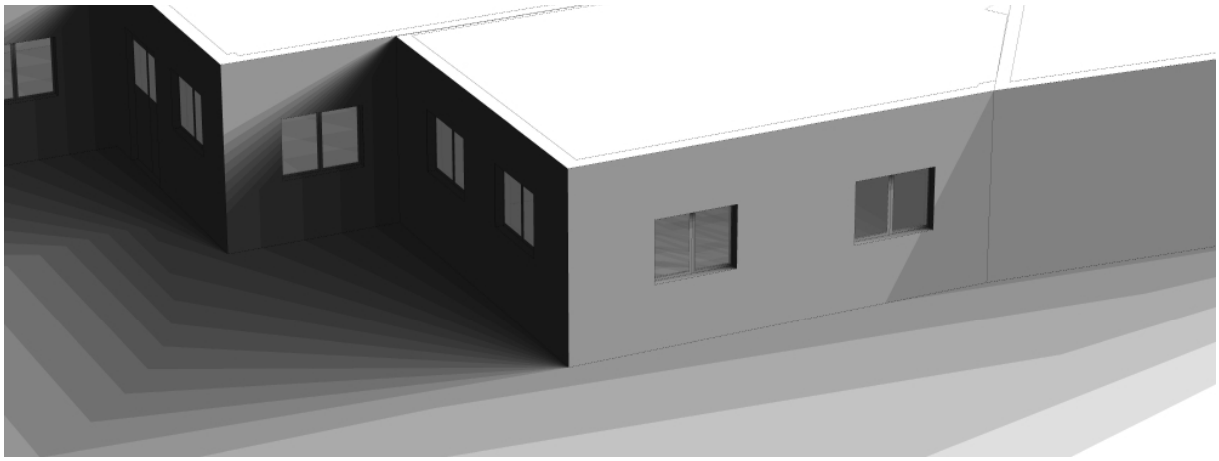


Rango solar

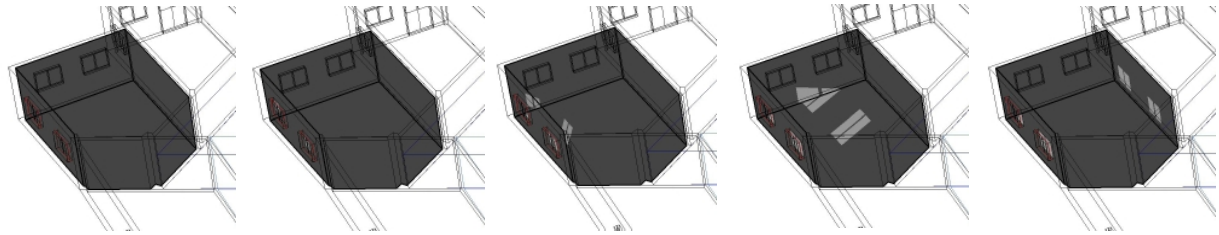


9.00 h | 11.00 h | 13.00 h | 15.00 h | 17.00 h

Asoleo 21 de Diciembre



Rango solar

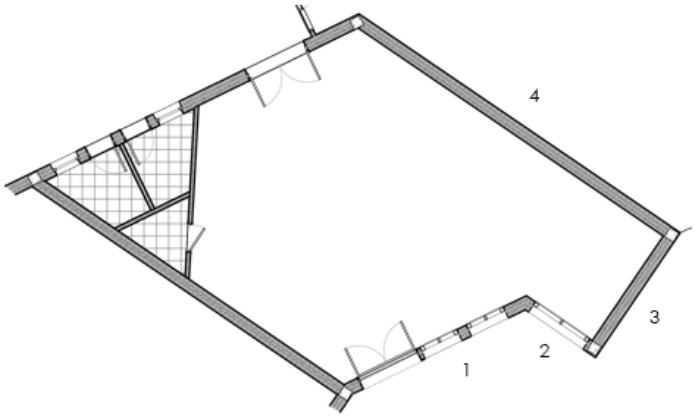


9.00 h 11.00 h 13.00 h 15.00 h 17.00 h

La representación de los rangos solares va de más claro al alba a más oscuro en el ocaso.

AULA ESQUINA ESTE

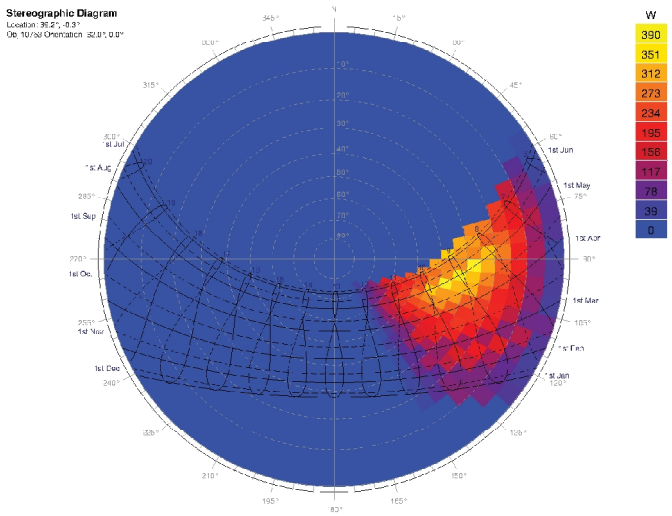
Zona B

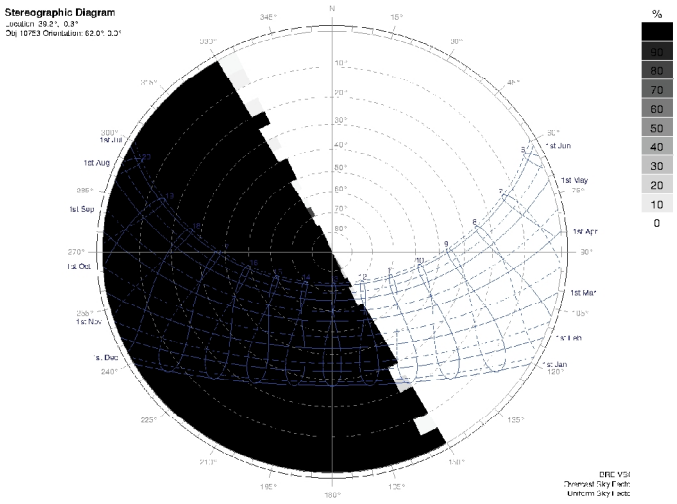


Las características de las fachadas 1, 2 y 3 son idénticas a las del aula tipo, al igual que la radiación y el sombreamiento.

Fachada 4.- Orientación: 63,5º
Superficie de fachada: 31,78 m2
% Hueco: 0,00 %

Fachada 4



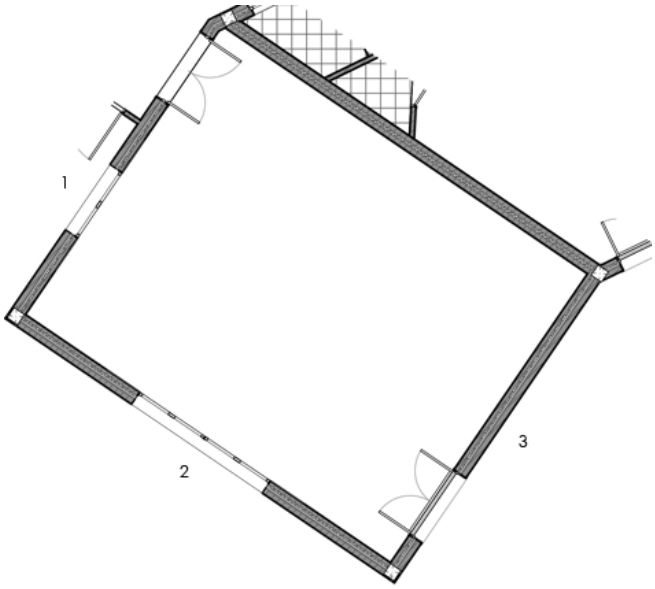


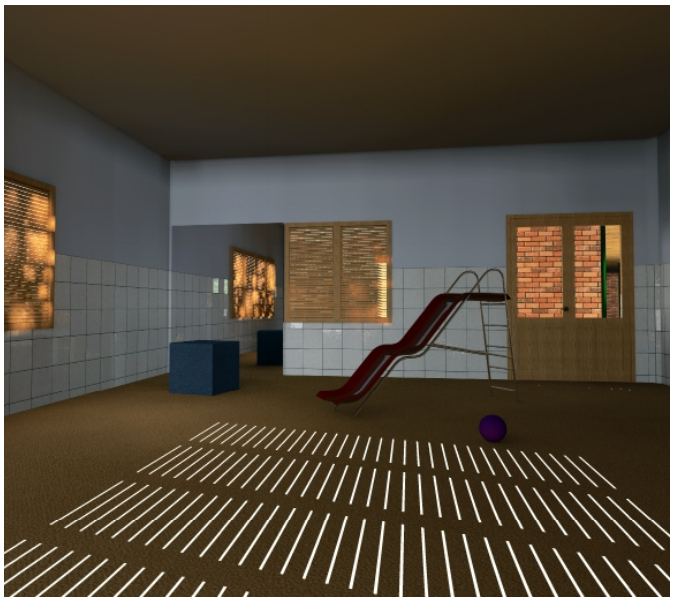
Radiación					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	13 W	0 W	14:00	139 W	25 W
7:00	81 W	0 W	15:00	145 W	25 W
8:00	188 W	0 W	15:30	119 W	22 W
9:00	254 W	152 W	16:00	94 W	19 W
10:00	332 W	199 W	17:00	47 W	6 W
11:00	302 W	30 W	18:00	46 W	0 W
12:00	194 W	28 W	19:00	24 W	0 W
13:00	132 W	27 W	20:00	2 W	0 W

% Sombreamiento					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	0%	0%	14:00	100%	100%
7:00	0%	0%	15:00	100%	100%
8:00	0%	0%	15:30	100%	100%
9:00	0%	0%	16:00	100%	100%
10:00	0%	0%	17:00	100%	100%
11:00	0%	17%	18:00	100%	100%
12:00	0%	100%	19:00	100%	100%
13:00	100%	100%	20:00	100%	100%

AULA PSICOMOTRICIDAD

Zona B



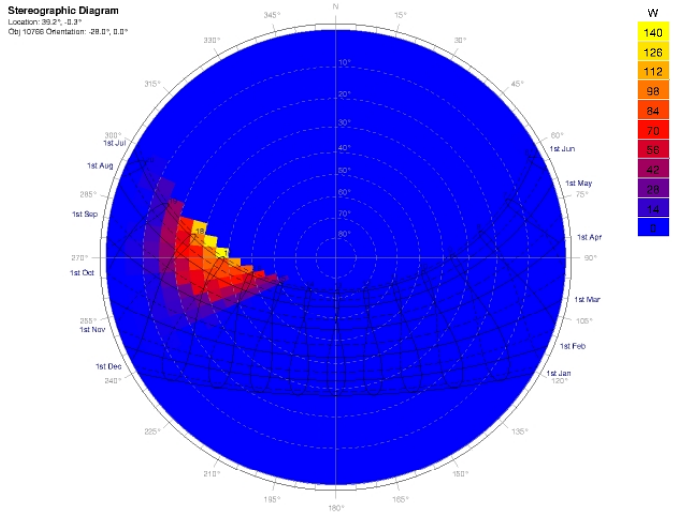


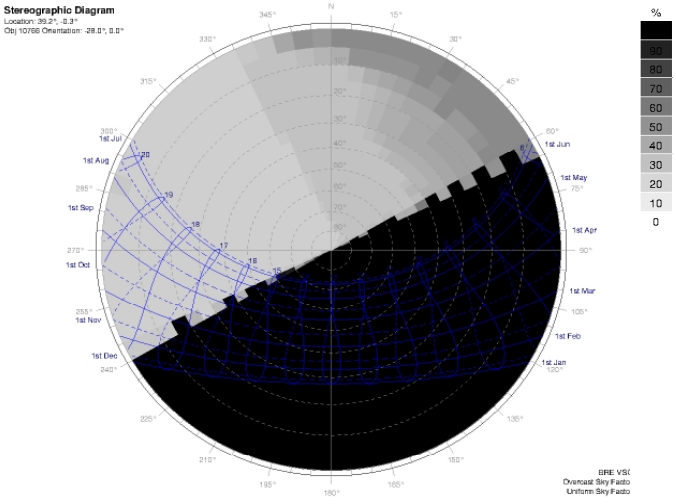
Fachada 1.- Orientación: 263,8º
Superficie de fachada: 16,09 m2
% Hueco: 11,93 %

Fachada 2.- Orientación: 242,0º
Superficie de fachada: 32,05 m2
% Hueco: 11,98 %

Fachada 3.- Orientación: 152,0º
Superficie de fachada: 24,83 m2
% Hueco: 17,39 %

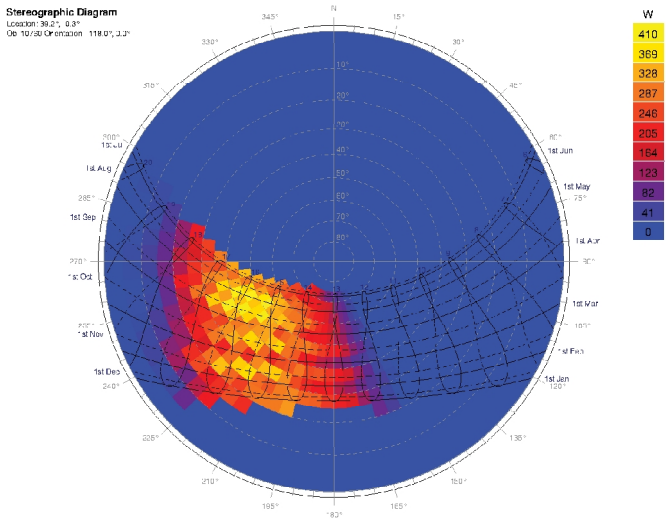
Fachada 1

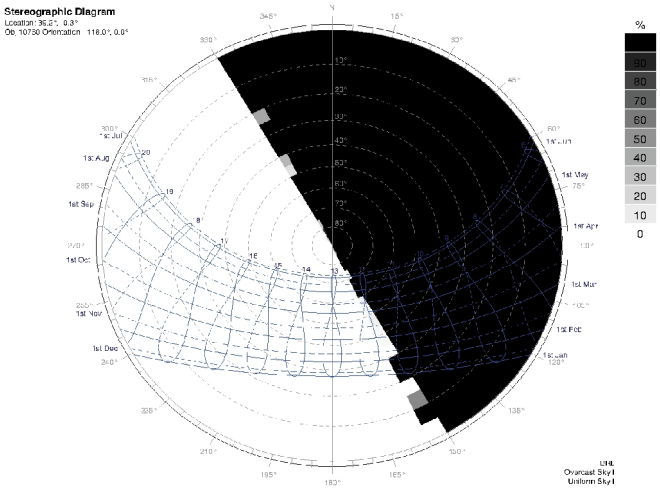




Radiación					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	9 W	0 W	14:00	100 W	18 W
7:00	35 W	0 W	15:00	112 W	18 W
8:00	63 W	0 W	15:30	114 W	16 W
9:00	94 W	22 W	16:00	151 W	14 W
10:00	98 W	20 W	17:00	216 W	5 W
11:00	95 W	20 W	18:00	179 W	0 W
12:00	94 W	20 W	19:00	51 W	0 W
13:00	95 W	19 W	20:00	1 W	0 W

% Sombreamiento					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	55%	100%	14:00	100%	100%
7:00	100%	100%	15:00	23%	100%
8:00	100%	100%	15:30	23%	100%
9:00	100%	100%	16:00	23%	100%
10:00	100%	100%	17:00	23%	100%
11:00	100%	100%	18:00	23%	100%
12:00	100%	100%	19:00	23%	100%
13:00	100%	100%	20:00	23%	100%





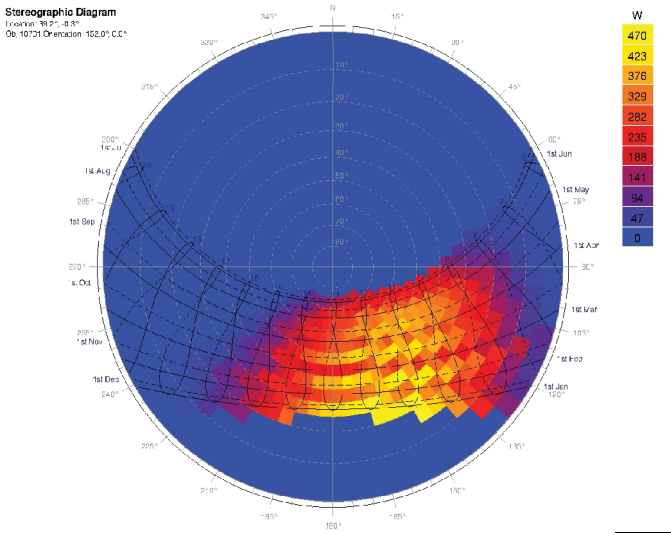
Radiación

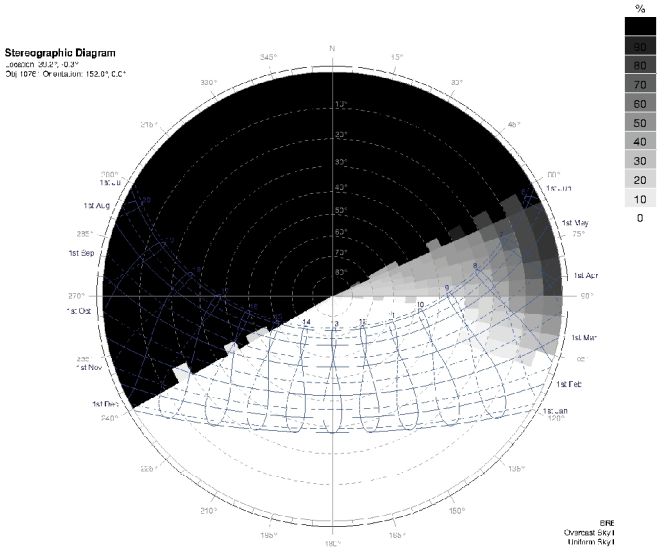
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	13 W	0 W	14:00	267 W	543 W
7:00	49 W	0 W	15:00	256 W	526 W
8:00	88 W	0 W	15:30	318 W	496 W
9:00	131 W	30 W	16:00	407 W	418 W
10:00	136 W	28 W	17:00	447 W	6 W
11:00	131 W	28 W	18:00	305 W	0 W
12:00	130 W	159 W	19:00	68 W	0 W
13:00	193 W	384 W	20:00	2 W	0 W

% Sombreamiento

H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	100%	100%	14:00	0%	0%
7:00	100%	100%	15:00	0%	0%
8:00	100%	100%	15:30	0%	0%
9:00	100%	100%	16:00	0%	0%
10:00	100%	100%	17:00	0%	0%
11:00	100%	100%	18:00	0%	0%
12:00	100%	0%	19:00	0%	0%
13:00	0%	0%	20:00	0%	0%

Fachada 3





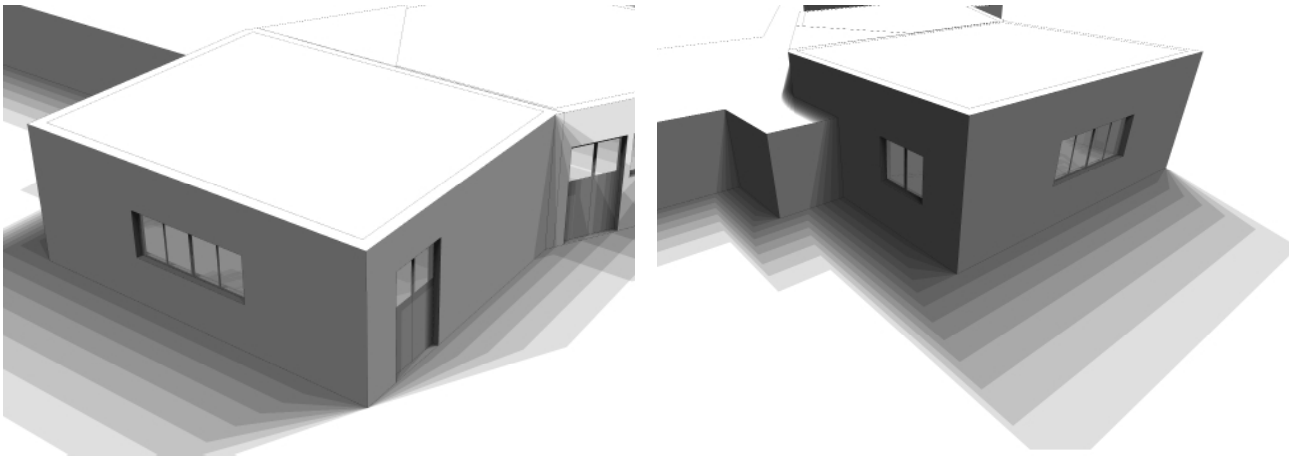
Radiación

H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	12 W	0 W	14:00	175 W	530 W
7:00	49 W	0 W	15:00	139 W	376 W
8:00	102 W	0 W	15:30	115 W	237 W
9:00	173 W	294 W	16:00	91 W	169 W
10:00	278 W	632 W	17:00	45 W	6 W
11:00	341 W	747 W	18:00	45 W	0 W
12:00	357 W	731 W	19:00	23 W	0 W
13:00	283 W	667 W	20:00	2 W	0 W

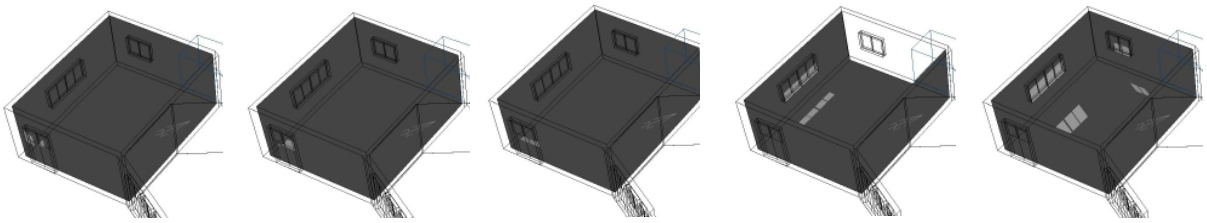
% Sombreamiento

H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	100%	100%	14:00	0%	0%
7:00	68%	100%	15:00	100%	0%
8:00	40%	100%	15:30	100%	34%
9:00	21%	72%	16:00	100%	89%
10:00	0%	43%	17:00	100%	100%
11:00	0%	12%	18:00	100%	100%
12:00	0%	0%	19:00	100%	100%
13:00	0%	0%	20:00	100%	100%

Asoleo 21 de Junio

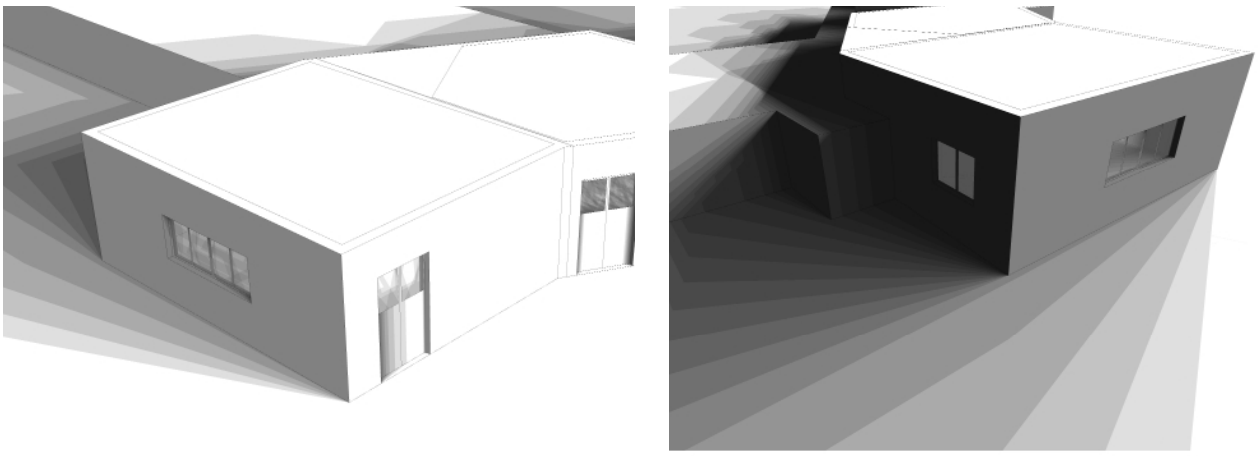


Rango solar

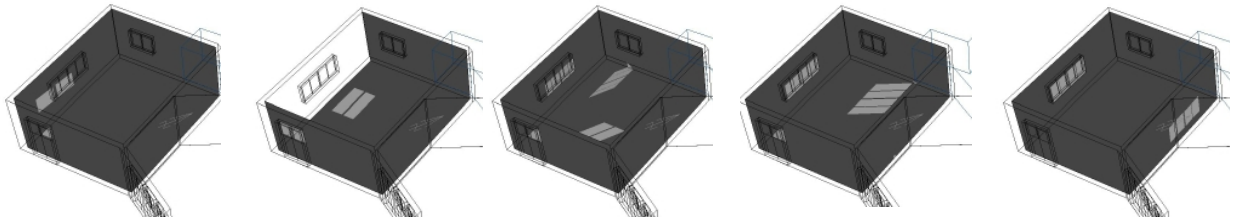


9.00 h 11.00 h 13.00 h 15.00 h 17.00 h

Asoleo 21 de Diciembre



Rango solar

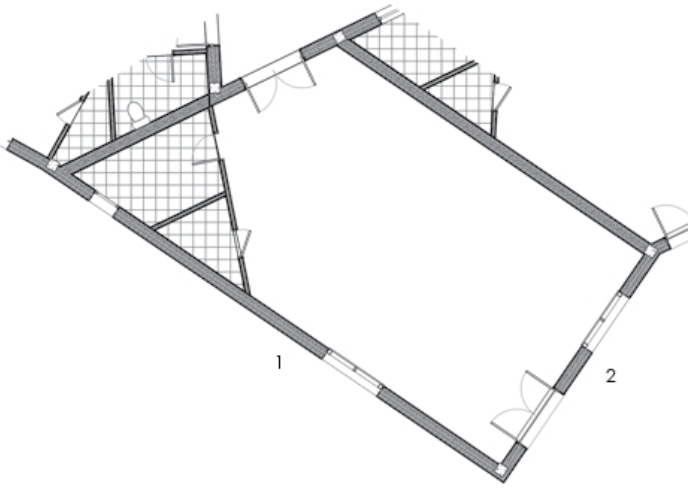


9.00 h 11.00 h 13.00 h 15.00 h 17.00 h

La representación de los rangos solares va de más claro al alba a más oscuro en el ocaso.

AULA ESQUINA OESTE

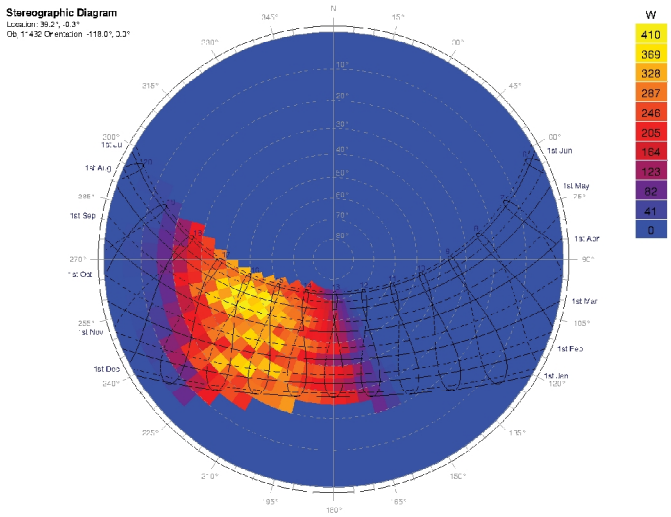
Zona B

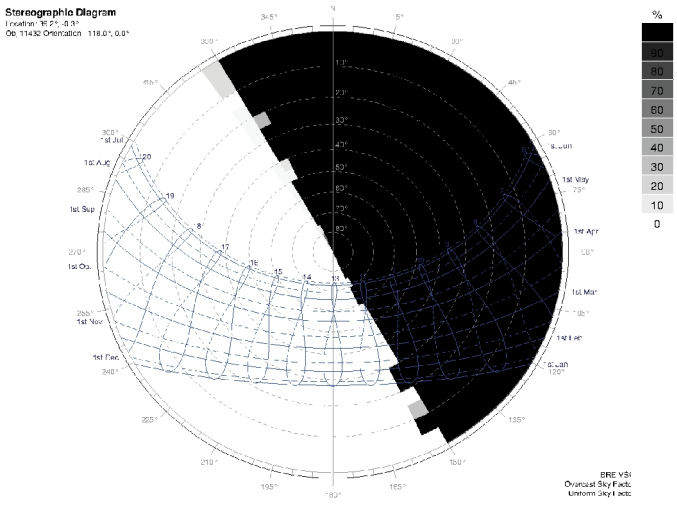


Fachada 1.- Orientación: 242,0º
Superficie de fachada: 44,86 m2
% Hueco: 5,88 %

Fachada 2.- Orientación: 152,0º
Superficie de fachada: 22,34 m2
% Hueco: 27,93 %

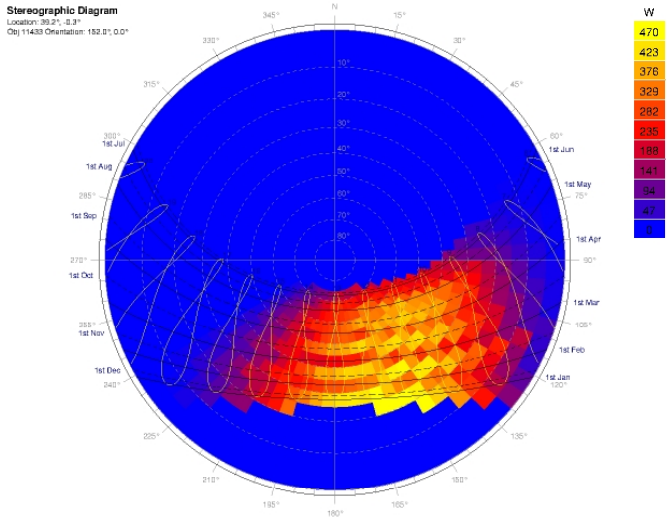
Fachada 1

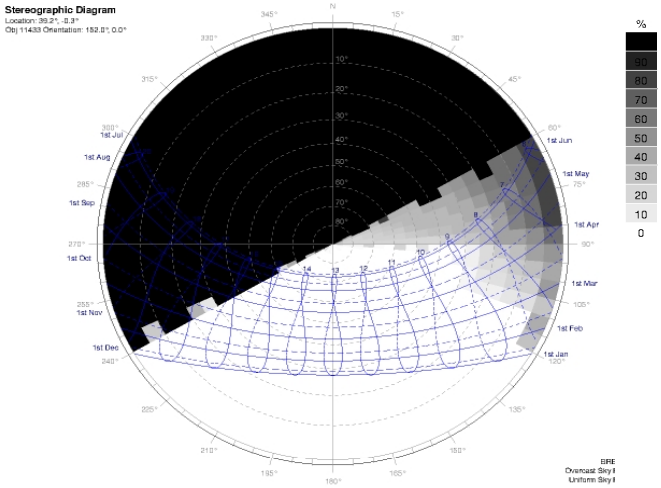




Radiación						% Sombreamiento					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	13 W	0 W	14:00	267 W	543 W	6:00	100%	100%	14:00	0%	0%
7:00	49 W	0 W	15:00	256 W	526 W	7:00	100%	100%	15:00	0%	0%
8:00	88 W	0 W	15:30	318 W	496 W	8:00	100%	100%	15:30	0%	0%
9:00	131 W	30 W	16:00	407 W	418 W	9:00	100%	100%	16:00	0%	0%
10:00	136 W	28 W	17:00	447 W	6 W	10:00	100%	100%	17:00	0%	0%
11:00	131 W	28 W	18:00	305 W	0 W	11:00	100%	100%	18:00	0%	100%
12:00	130 W	159 W	19:00	68 W	0 W	12:00	100%	0%	19:00	0%	100%
13:00	193 W	384 W	20:00	2 W	0 W	13:00	0%	0%	20:00	0%	100%

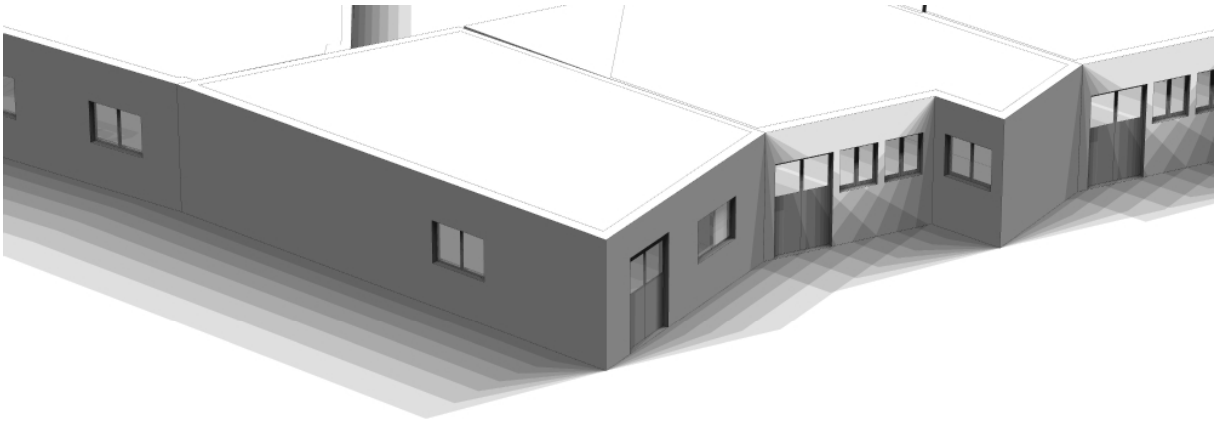
Fachada 2



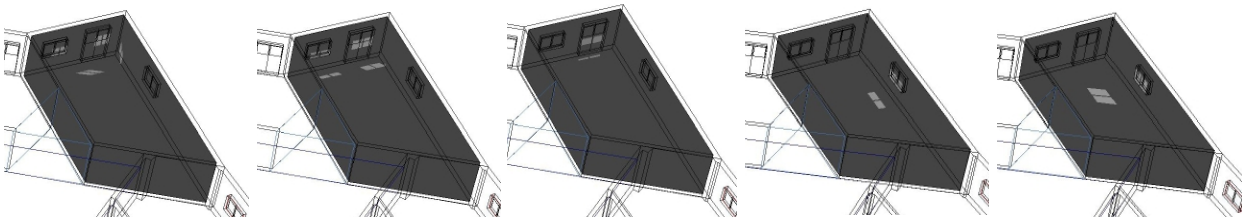


Radiación						% Sombreamiento					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	12 W	0 W	**14:00**	177 W	530 W	**6:00**	79%	100%	14:00	0%	0%
7:00	50 W	0 W	**15:00**	139 W	367 W	**7:00**	56%	100%	15:00	100%	0%
8:00	103 W	0 W	**15:30**	115 W	250 W	**8:00**	38%	100%	15:30	100%	0%
9:00	172 W	290 W	**16:00**	91 W	155 W	**9:00**	23%	0%	16:00	100%	89%
10:00	271 W	630 W	**17:00**	45 W	6 W	**10:00**	2%	0%	17:00	100%	100%
11:00	342 W	744 W	**18:00**	45 W	0 W	**11:00**	0%	0%	18:00	100%	100%
12:00	344 W	744 W	**19:00**	23 W	0 W	**12:00**	0%	0%	19:00	100%	100%
13:00	274 W	663 W	**20:00**	2 W	0 W	**13:00**	0%	0%	20:00	100%	100%

Asoleo 21 de Junio

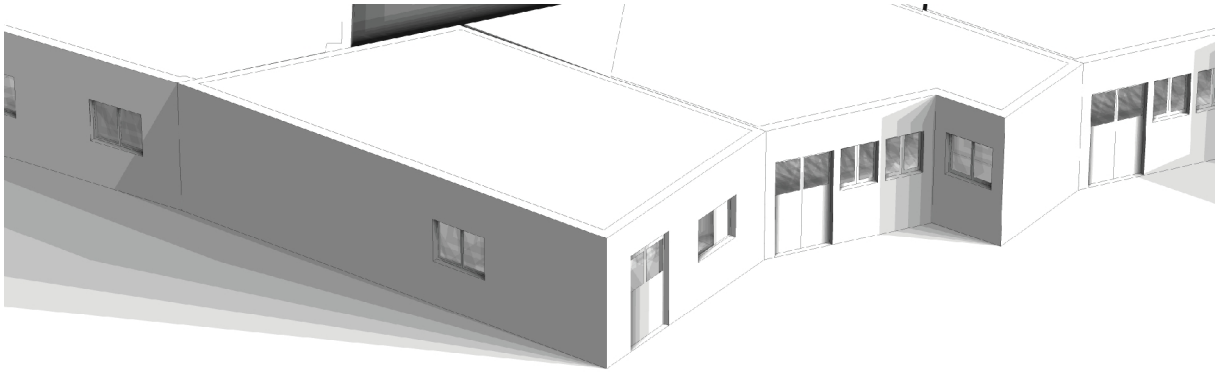


Rango solar

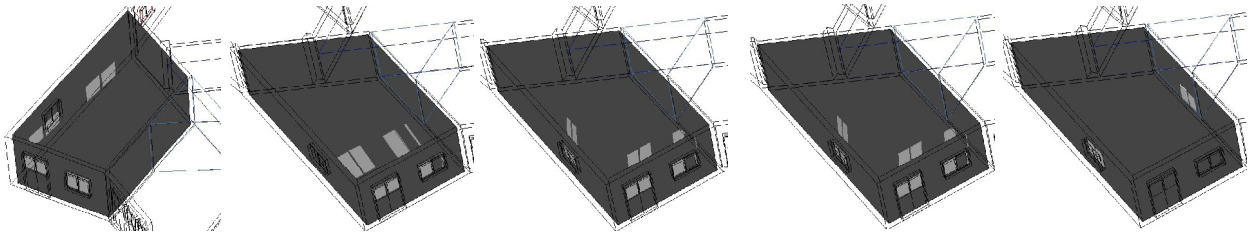


9.00 h 11.00 h 13.00 h 15.00 h 17.00 h

Asoleo 21 de Diciembre



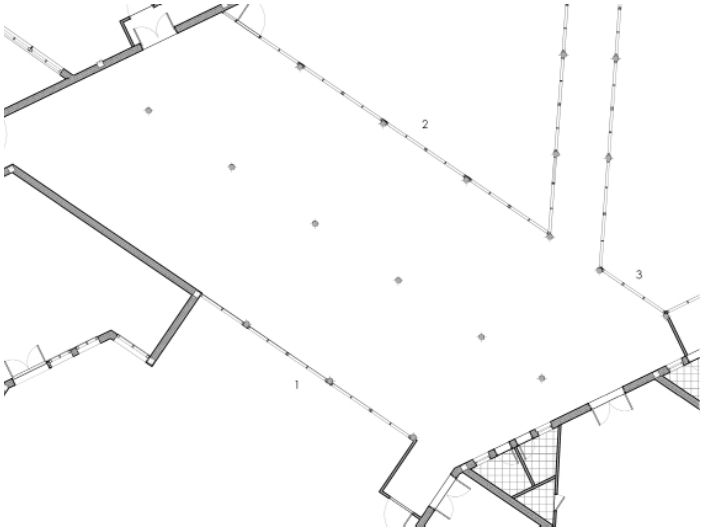
Rango solar



9.00 h 11.00 h 13.00 h 15.00 h 17.00 h

RECREO CUBIERTO

Zona C

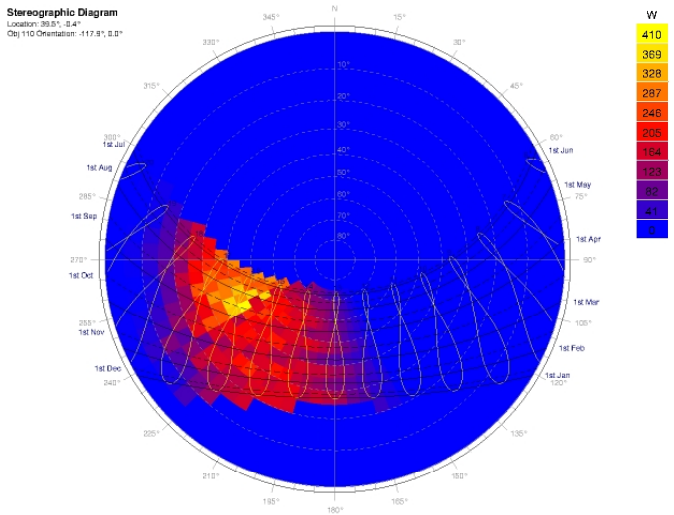


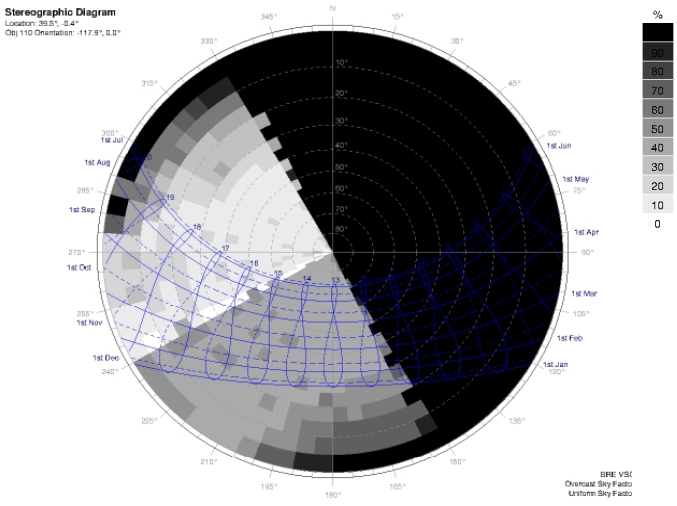
Fachada 1.- Orientación: 242,1°
Superficie de fachada: 33,17 m2
% Hueco: 40,06 %

Fachada 2.- Orientación: 62,1°
Superficie de fachada: 50,93 m2
% Hueco: 38,71 %

Fachada 3.- Orientación: 62,1°
Superficie de fachada: 9,95 m2
% Hueco: 38,71 %

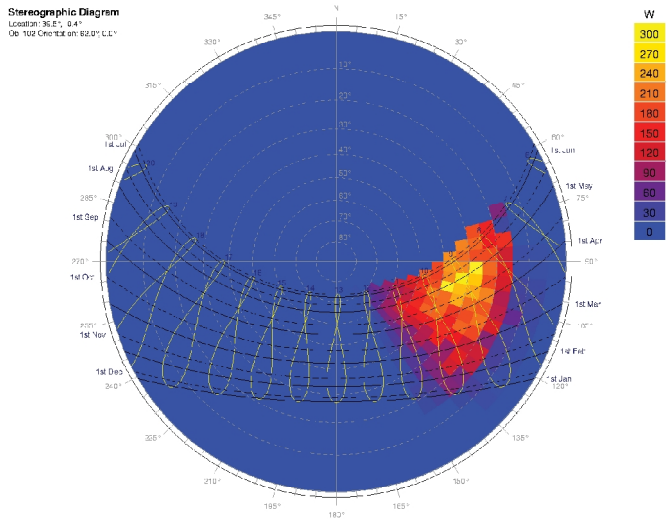
Fachada 1

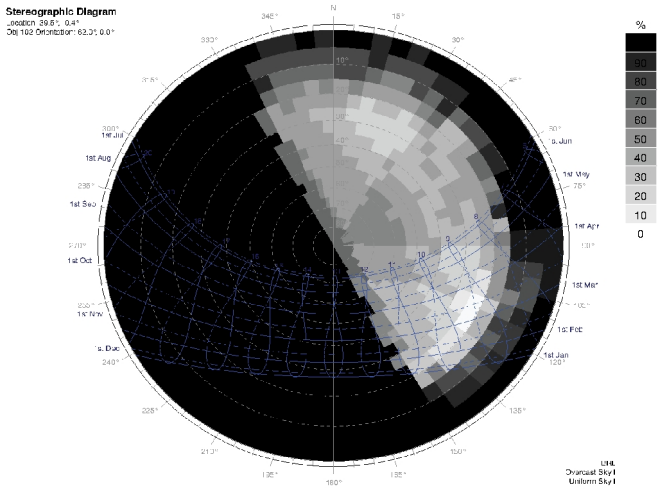




Radiación					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	9 W	0 W	14:00	188 W	328 W
7:00	34 W	0 W	15:00	203 W	317 W
8:00	61 W	0 W	15:30	314 W	255 W
9:00	91 W	21 W	16:00	400 W	4 W
10:00	94 W	20 W	17:00	263 W	5 W
11:00	91 W	25 W	18:00	51 W	0 W
12:00	90 W	75 W	19:00	1 W	0 W
13:00	130 W	244 W	20:00	1 W	0 W

% Sombreamiento					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	100%	100%	14:00	40%	40%
7:00	100%	100%	15:00	10%	40%
8:00	100%	100%	15:30	10%	40%
9:00	100%	100%	16:00	20%	40%
10:00	100%	100%	17:00	10%	40%
11:00	100%	50%	18:00	10%	100%
12:00	100%	50%	19:00	20%	100%
13:00	40%	40%	20:00	100%	100%





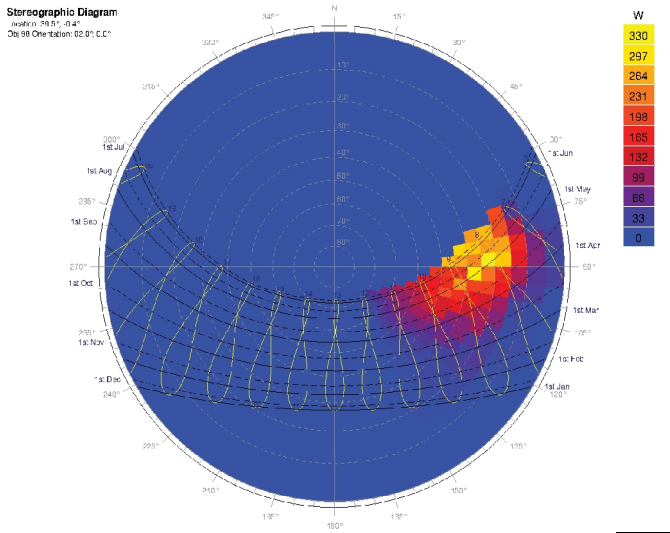
Radiación

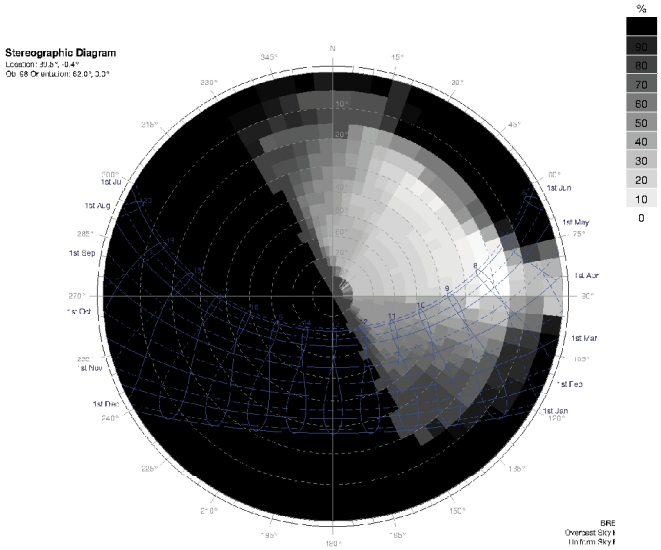
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	6 W	0 W	14:00	69 W	13 W
7:00	24 W	0 W	15:00	72 W	13 W
8:00	112 W	0 W	15:30	60 W	11 W
9:00	147 W	29 W	16:00	47 W	10 W
10:00	199 W	48 W	17:00	23 W	3 W
11:00	162 W	14 W	18:00	23 W	0 W
12:00	84 W	14 W	19:00	12 W	0 W
13:00	66 W	13 W	20:00	1 W	0 W

% Sombreamiento

H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	100%	100%	14:00	100%	100%
7:00	100%	100%	15:00	100%	100%
8:00	33%	100%	15:30	100%	100%
9:00	33%	88%	16:00	100%	100%
10:00	33%	77%	17:00	100%	100%
11:00	44%	100%	18:00	100%	100%
12:00	66%	100%	19:00	100%	100%
13:00	100%	100%	20:00	100%	100%

Fachada 3





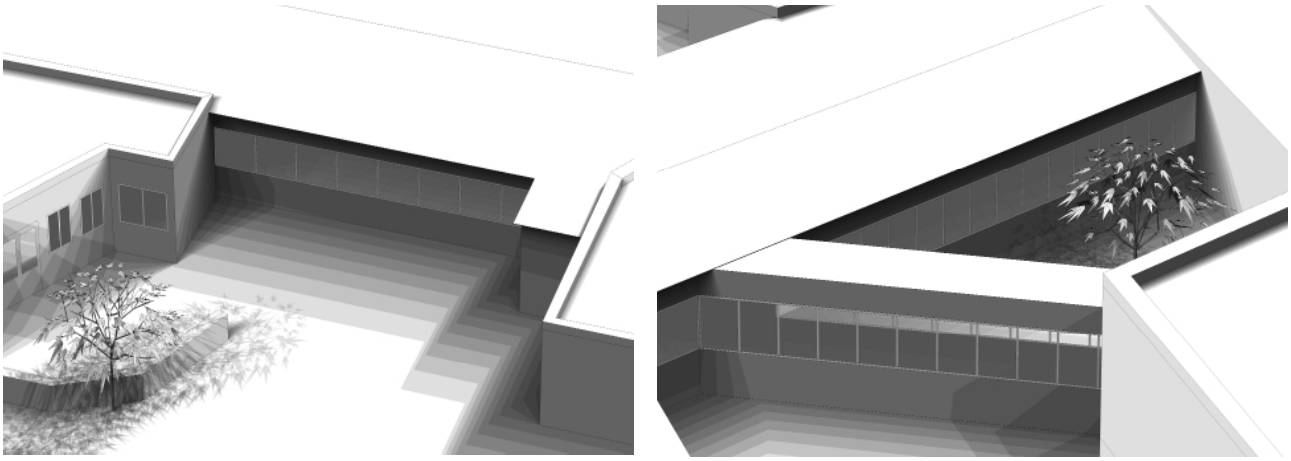
Radiación

H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	7 W	0 W	14:00	75 W	14 W
7:00	35 W	0 W	15:00	78 W	14 W
8:00	140 W	0 W	15:30	65 W	10 W
9:00	172 W	16 W	16:00	51 W	8 W
10:00	183 W	22 W	17:00	25 W	1 W
11:00	156 W	17 W	18:00	25 W	0 W
12:00	86 W	15 W	19:00	13 W	0 W
13:00	72 W	15 W	20:00	1 W	0 W

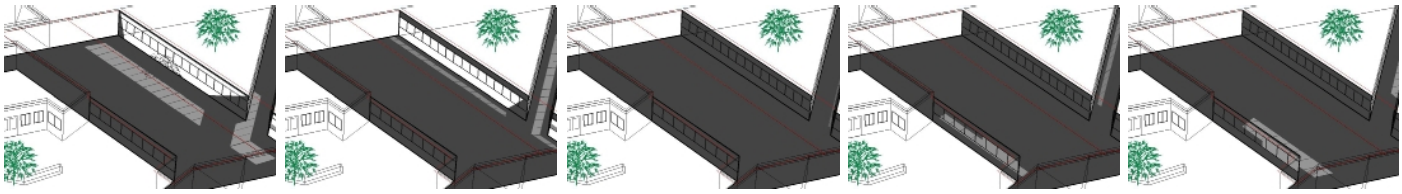
% Sombreamiento

H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	100%	100%	14:00	100%	100%
7:00	72%	100%	15:00	100%	100%
8:00	7%	100%	15:30	100%	100%
9:00	15%	100%	16:00	100%	100%
10:00	43%	95%	17:00	100%	100%
11:00	51%	80%	18:00	100%	100%
12:00	72%	100%	19:00	100%	100%
13:00	100%	100%	20:00	100%	100%

Asoleo 21 de Junio

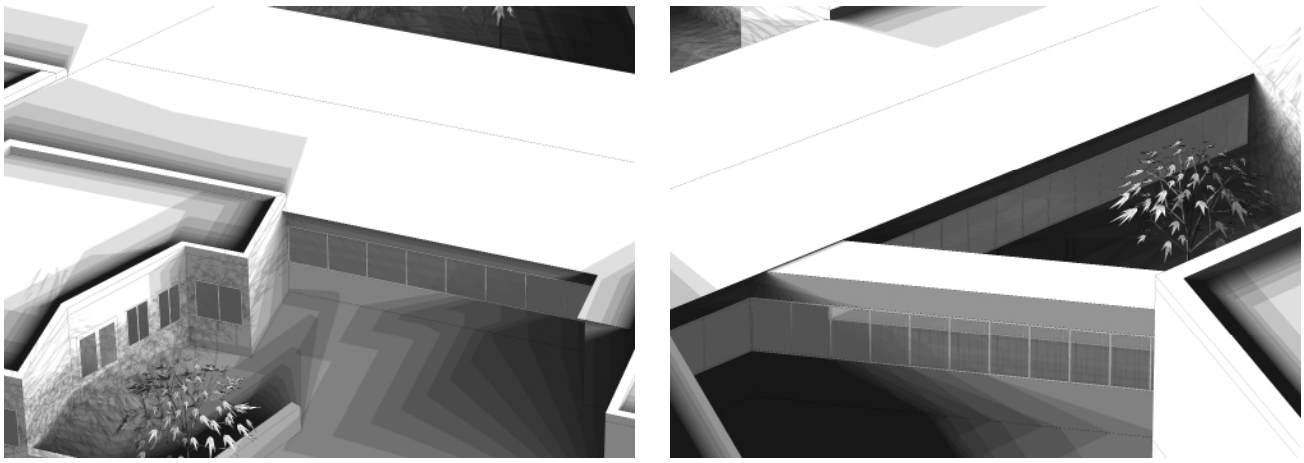


Rango solar

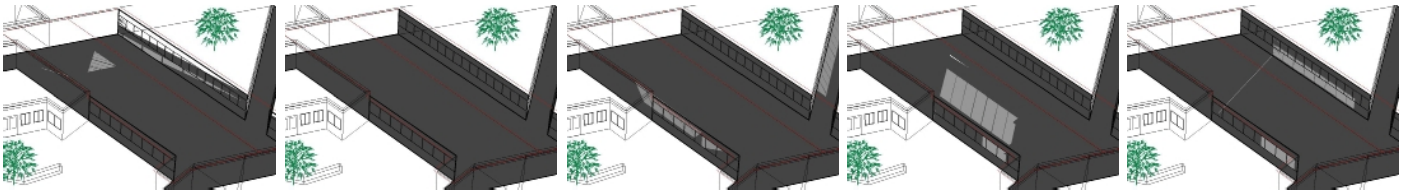


9.00 h | 11.00 h | 13.00 h | 15.00 h | 17.00 h

Asoleo 21 de Diciembre



Rango solar

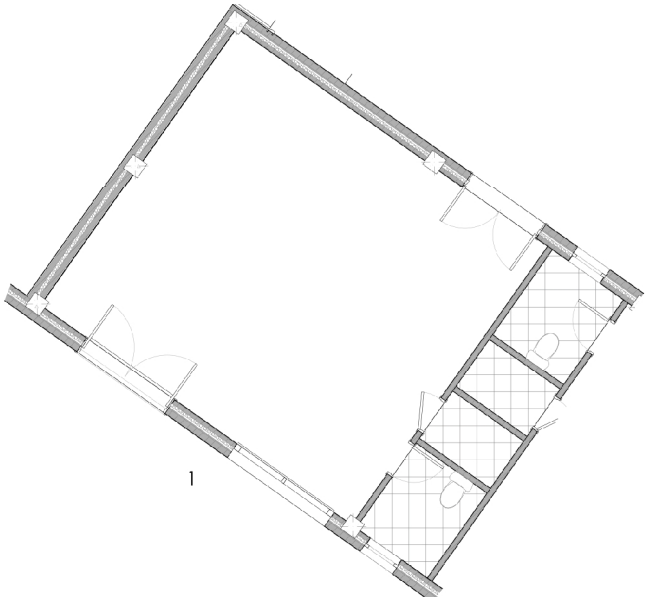


9.00 h | 11.00 h | 13.00 h | 15.00 h | 17.00 h

La representación de los rangos solares va de más claro al alba a más oscuro en el ocaso.

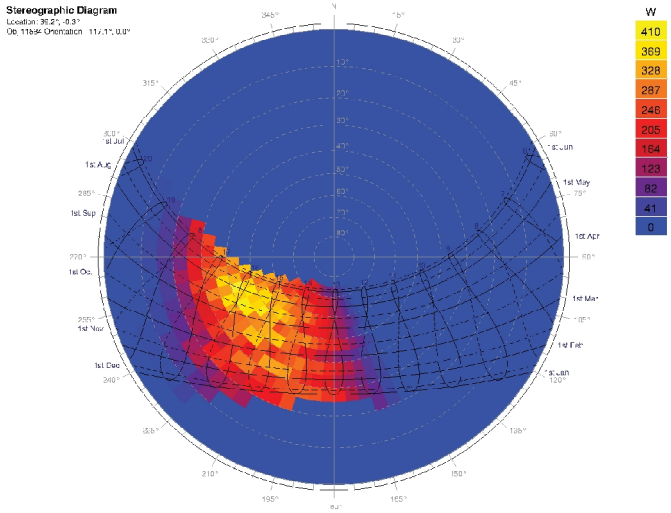
AULA TIPO SUR

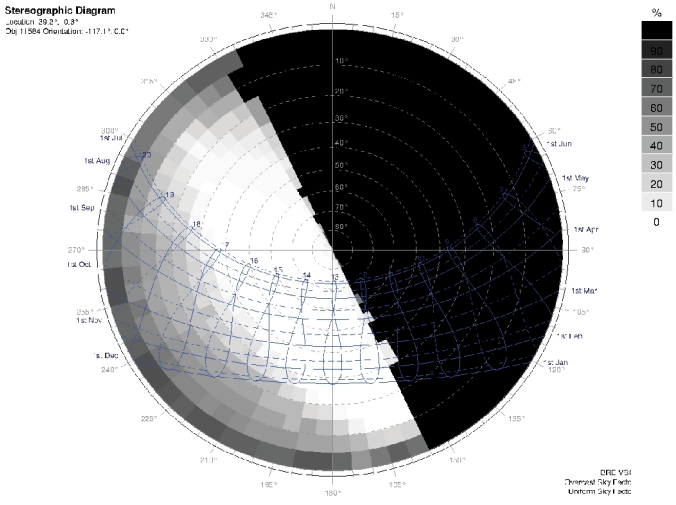
Zona E



Fachada 1.- Orientación: 242,9
Superficie de fachada: 23,52 m2
% Hueco: 29,59 %

Fachada 1

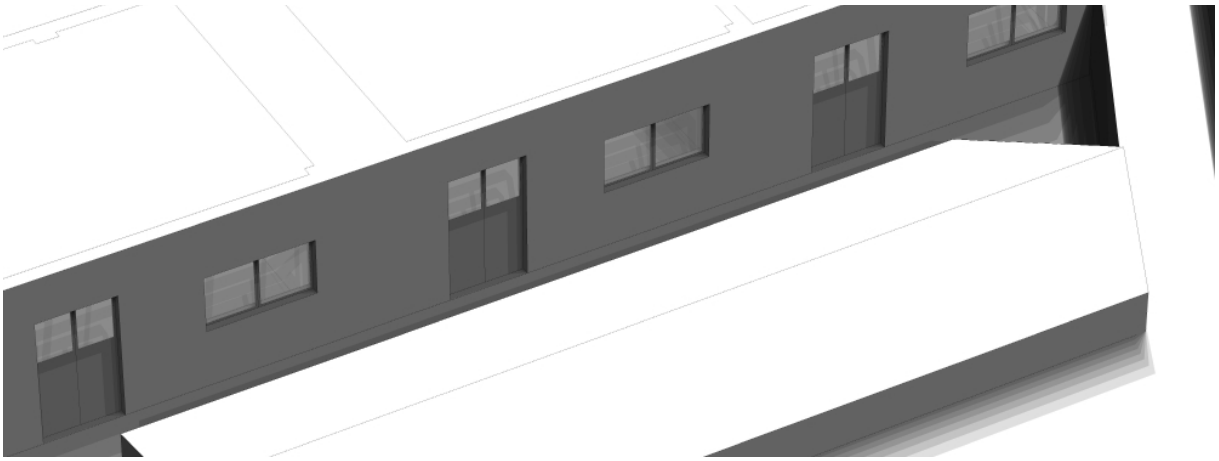




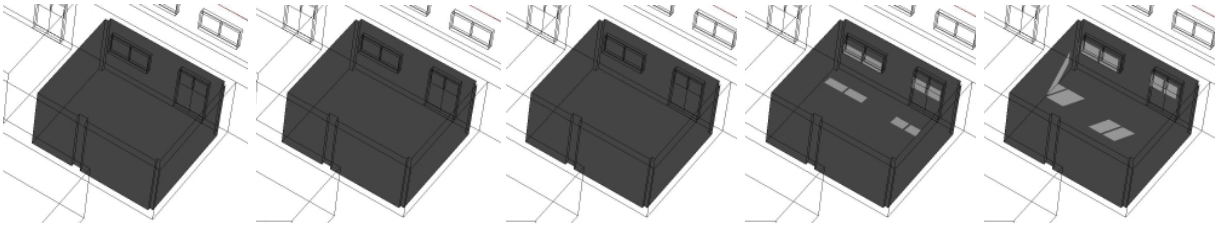
Radiación					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	10 W	0 W	14:00	223 W	464 W
7:00	40 W	0 W	15:00	236 W	354 W
8:00	72 W	0 W	15:30	299 W	291 W
9:00	107 W	25 W	16:00	395 W	217 W
10:00	112 W	23 W	17:00	459 W	5 W
11:00	108 W	23 W	18:00	264 W	0 W
12:00	107 W	148 W	19:00	54 W	0 W
13:00	185 W	373 W	20:00	2 W	0 W

% Sombreamiento					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	100%	100%	14:00	0%	9%
7:00	100%	100%	15:00	0%	33%
8:00	100%	100%	15:30	0%	42%
9:00	100%	100%	16:00	0%	48%
10:00	100%	100%	17:00	0%	57%
11:00	100%	100%	18:00	12%	100%
12:00	100%	0%	19:00	21%	100%
13:00	0%	0%	20:00	60%	100%

Asoleo 21 de Junio

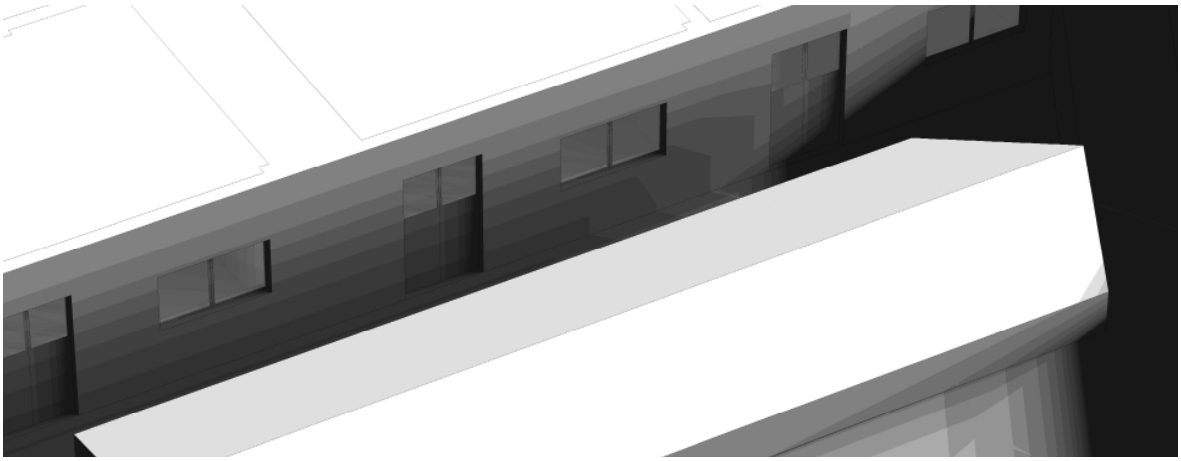


Rango solar

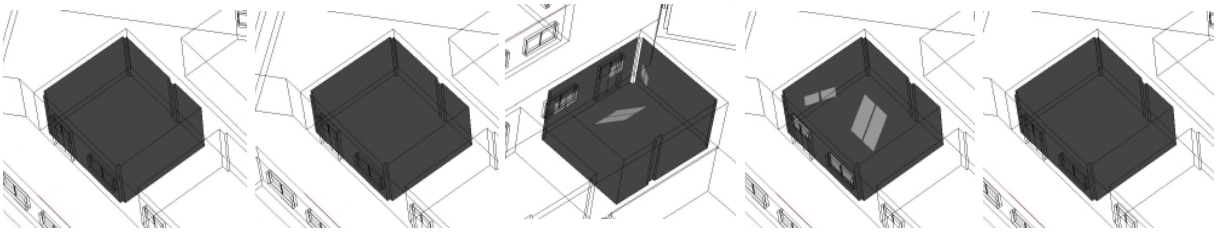


9.00 h 11.00 h 13.00 h 15.00 h 17.00 h

Asoleo 21 de Diciembre



Rango solar

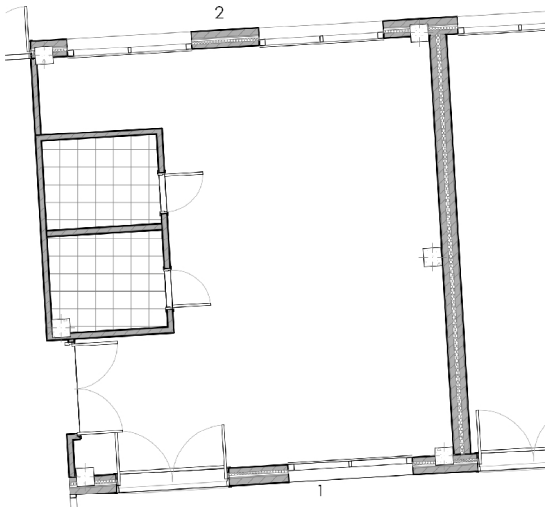


9.00 h 11.00 h 13.00 h 15.00 h 17.00 h

La representación de los rangos solares va de más claro al alba a más oscuro en el ocaso.

AULA EN EXTREMO

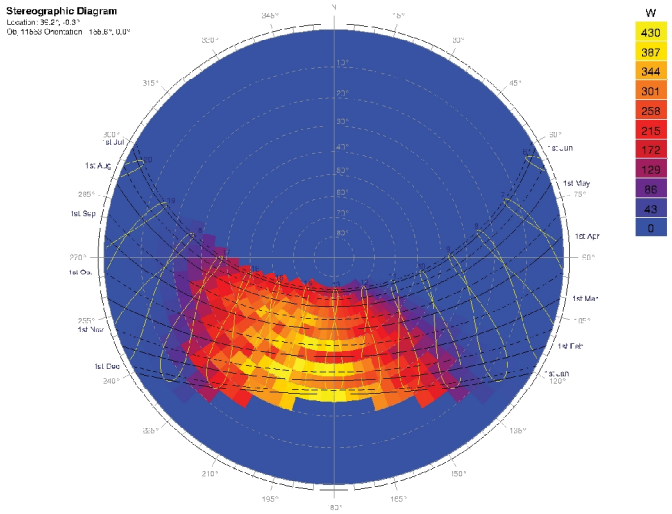
Zona E

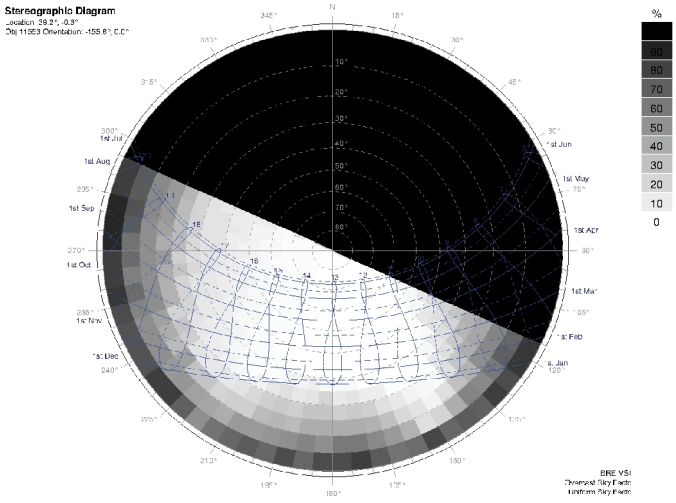


Fachada 1.- Orientación: 204,4º
Superficie de fachada: 21,47 m2
% Hueco: 26,58%

Fachada 1.- Orientación: 24,4º
Superficie de fachada: 22,28 m2
% Hueco: 23,70%

Fachada 1

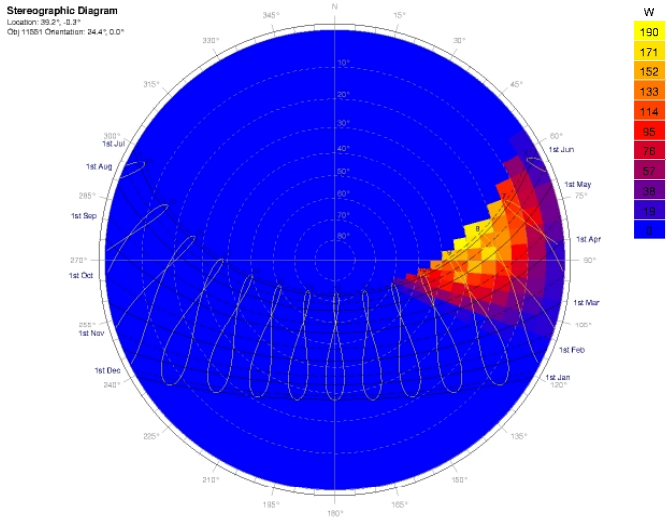


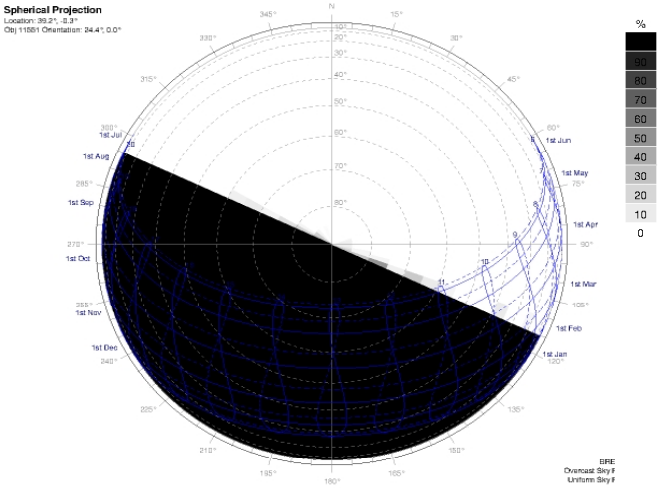


Radiación					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	11 W	0 W	14:00	243 W	680 W
7:00	41 W	0 W	15:00	209 W	589 W
8:00	74 W	0 W	15:30	231 W	304 W
9:00	110 W	50 W	16:00	237 W	71 W
10:00	114 W	190 W	17:00	187 W	5 W
11:00	110 W	459 W	18:00	106 W	0 W
12:00	197 W	556 W	19:00	25 W	0 W
13:00	257 W	674 W	20:00	2 W	0 W

% Sombreamiento					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	100%	100%	14:00	2%	6%
7:00	100%	100%	15:00	2%	6%
8:00	100%	100%	15:30	4%	11%
9:00	100%	60%	16:00	6%	27%
10:00	100%	30%	17:00	13%	46%
11:00	100%	2%	18:00	20%	100%
12:00	0%	0%	19:00	46%	100%
13:00	0%	4%	20:00	100%	100%

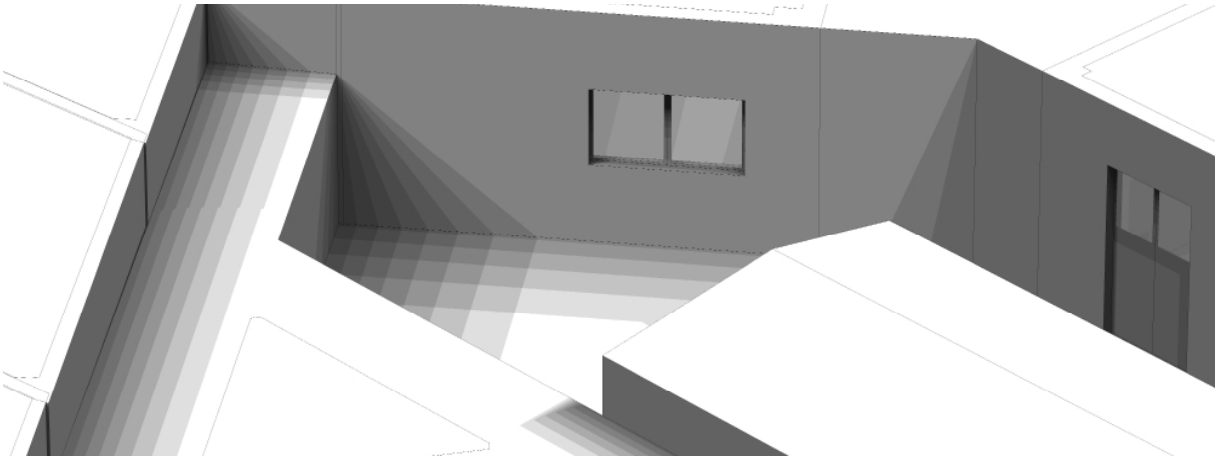
Fachada 2



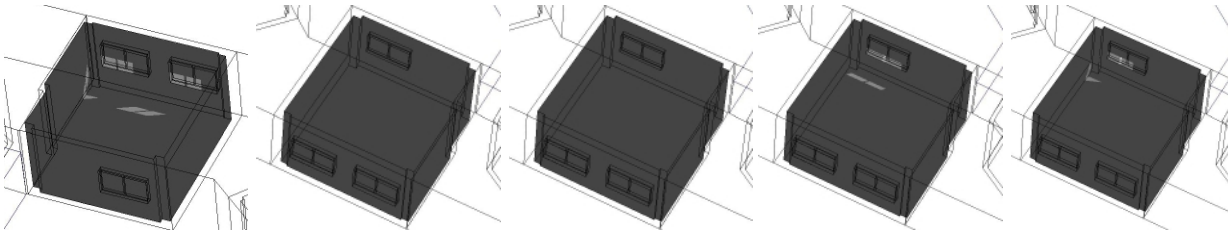


Radiación						% Sombreamiento					
H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec	H. local	21-Jun	21-Dec
6:00	13 W	0 W	**14:00**	139 W	25 W	**6:00**	0%	100%	14:00	100%	100%
7:00	70 W	0 W	**15:00**	144 W	25 W	**7:00**	0%	100%	15:00	100%	100%
8:00	150 W	0 W	**15:30**	119 W	22 W	**8:00**	0%	100%	15:30	100%	100%
9:00	191 W	30 W	**16:00**	94 W	19 W	**9:00**	0%	100%	16:00	100%	100%
10:00	211 W	28 W	**17:00**	47 W	6 W	**10:00**	0%	100%	17:00	100%	100%
11:00	141 W	28 W	**18:00**	46 W	0 W	**11:00**	5%	100%	18:00	100%	100%
12:00	130 W	28 W	**19:00**	24 W	0 W	**12:00**	100%	100%	19:00	100%	100%
13:00	132 W	27 W	**20:00**	2 W	0 W	**13:00**	100%	100%	20:00	0%	100%

Asoleo 21 de Junio

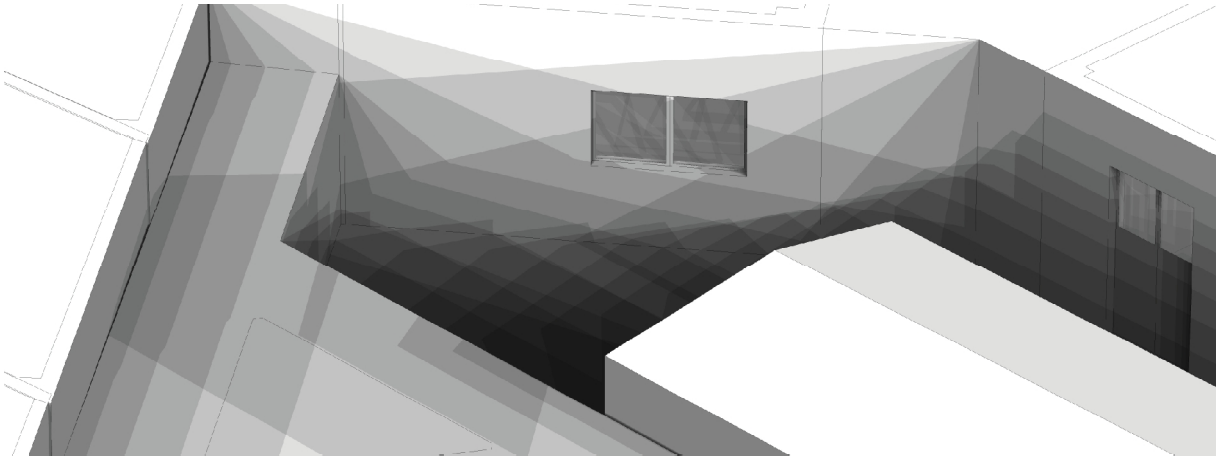


Rango solar

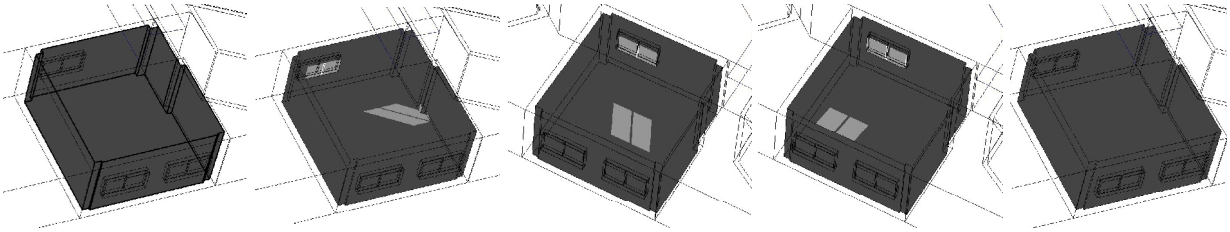


9.00 h 11.00 h 13.00 h 15.00 h 17.00 h

Asoleo 21 de Diciembre



Rango solar



9.00 h 11.00 h 13.00 h 15.00 h 17.00 h

INFLUENCIA DE LA VEGETACIÓN EXISTENTE

Como es evidente, la vegetación es abundante en el centro. A continuación se analiza la influencia como protección solar sobre el centro.

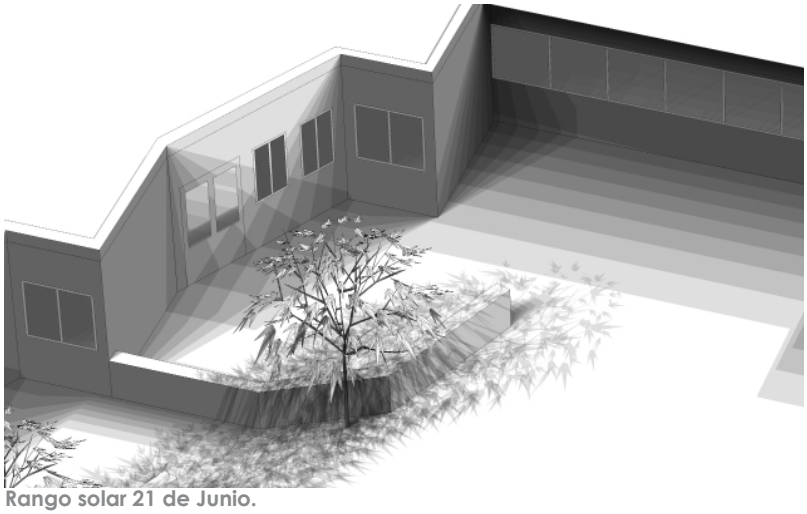
Como se puede observar, cada una de las aulas de la zona A y B tienen un brazo vegetal de setos. La altura de estos setos es de 1,2 a 1,5m aproximadamente. Esta altura es totalmente insuficiente para proteger las aulas del centro.

Debe entenderse pues, que la vegetación cumple la función de separación entre aulas.

Por otro lado, los árboles ubicados al oeste de la guardería tienen una función puramente ornamental. Sin embargo, los arboles de la zona B parecen colocados de forma intencionada, puesto que hay uno por cada brazo vegetal, a una distacia que hace pensar que ha sido estudiada y premeditada. Sin embargo, como demuestran las simulaciones de verano, que es cuando la sombra que proyectan puede ser beneficiosa, dichas sombras cruzan ante las aulas sin aportar ningun tipo de sombra. En invierno, los árboles si proyectan sombra, pero puesto que son de hoja caduca no tienen follaje.

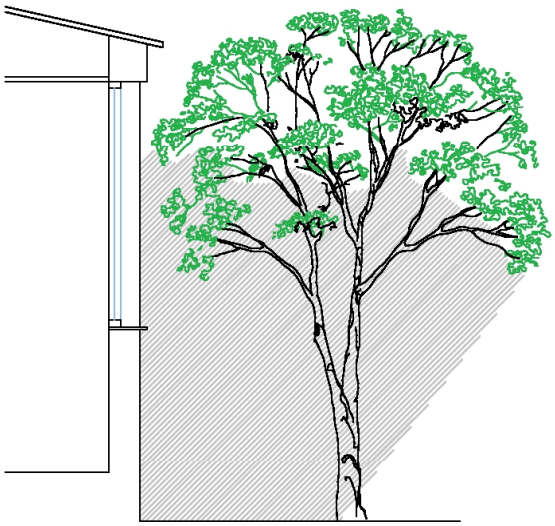
En cuanto al resto de la guardería, las zonas interiores, concretamente la C en su parte de recreo interior se encuentra cubierta por la parte este y en el patio triangular norte. Como podemos observar en las imagenes de la derecha, la vegetación tiene una altua y se encuentra tan próxima a la fachada que ofrece una protección total. El problema de esta zona como ya se ha expuesto es que la tipologóa de cubierta el gran volumen de huecos provoca sobrecalentamientos importantes.

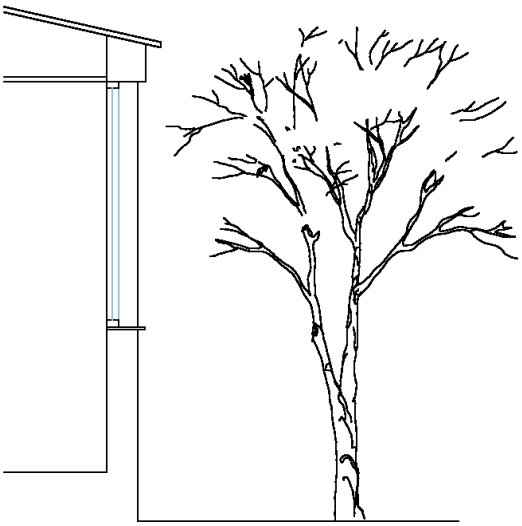
Brazo de vegetación existente ante las aulas mediante cipreses



Rango solar 21 de Junio.

Imagen de la vegetación de la parte este de la zona C





En cualquier caso, hay que tener en cuenta la evapotranspiración del brazo de setos y de los árboles, así como la superficie de tapizante que rodea la guardería. Datosempíricos obtenidos de webs especializadas en jardinería y bioclimatismos confirman que mediante vegetación, se puede reducir la temperatura en torno a ella en 6-7ºC y la temperatura del tapizante en 30-40ºC en comparación con pavimentos tipo hormigón o cerámicos.

En conclusión, la vegetación **no ayuda** en la estrategia solar, no oferece protección durante los meses cálidos y en cambio sí en invierno, lo único acorde con los requisitos básicos del empleo de vegetación es que los arboles son de hoja caduca (mientras que los setos no pierden el follaje).

Si bien es cierto que el tapizante actúa de forma beneficiosa durante los meses más calidos así como el resto de vegetación y por tanto, aunque no protegan del sol, la mera presencia tiene aspectos positivos.

CONCLUSIÓN

Tras el análisis del comportamiento general de la guardería y de sus características de soleamiento y radiación, así como el estudio pormenorizado de todas aquellas aulas que por su composición y características se han considerado importantes, se ha llegado a la conclusión que tanto el diseño solar como la capacidad de **captación no es el adecuado para lograr unos mínimos de confort y eficiencia energética.**

Únicamente la zona B cumple las premisas: asoleo profundo y constante en invierno y protección en verano. Cabe destacar que el estudio realizado en este capítulo se centra únicamente en el asoleo y el nivel de radiación captado. Es importante tener este factor en cuenta ya que constructivamente los cerramientos y cubierta no ayudan a mantener la eficiencia energética del edificio y es por esto que aunque estas aulas cumplan las premisas de este capítulo, en conjunto, durante los meses cálidos se producen sobrecalentamientos severos.

El resto de zonas no alcanzan los requisitos, siendo su orientación totalmente desfavorable en todos los casos y como consecuencia se obtiene poco soleamiento y poca captación solar. Como ya se ha dicho, este factor puede favorecer los meses cálidos, sin embargo requiere de una gran demanda energética en los meses de invierno.

Hay que añadir a lo ya mencionado, el error en el porcentaje de huecos de las fachadas ya que al no estar orientadas debidamente (oeste-noreste) contribuyen aún más a las perdidas energéticas, incrementando todavía más el consumo energético en invierno.

Por otro lado, **las protecciones** solo son efectivas en las aulas de la Zona B. La zona C por ejemplo no cuenta con ningún tipo de protección, siendo la que más superficie tiene además de la que cuenta con un mayor porcentaje de huecos y una peor tipología constructiva. El resto de zonas cuentan con protecciones (persianas) que podrían ser efectivas si durante el día se consiguiese captación solar y por la noche se cerrasen para reducir las pérdidas de calor. Si durante el día se realiza este proceso se conseguiría reducir a 0 la poca aportación de energía al interior asa como el nivel de iluminación. Mencionar también que las contraventanas existentes en algunas aulas no realizan ninguna función de protección puesto que se encuentran al interior de las aulas, con lo cual el calor penetra y sobrecalienta el interior de igual modo, simplemente bloquea la luz solar al interior.

Por tanto, teniendo en cuenta la ocupación de la guardería, se considera que el estado actual del centro de educación infantil podría ser apto para los meses cálidos pero de ningún modo para los fríos, que son los de máxima ocupación.

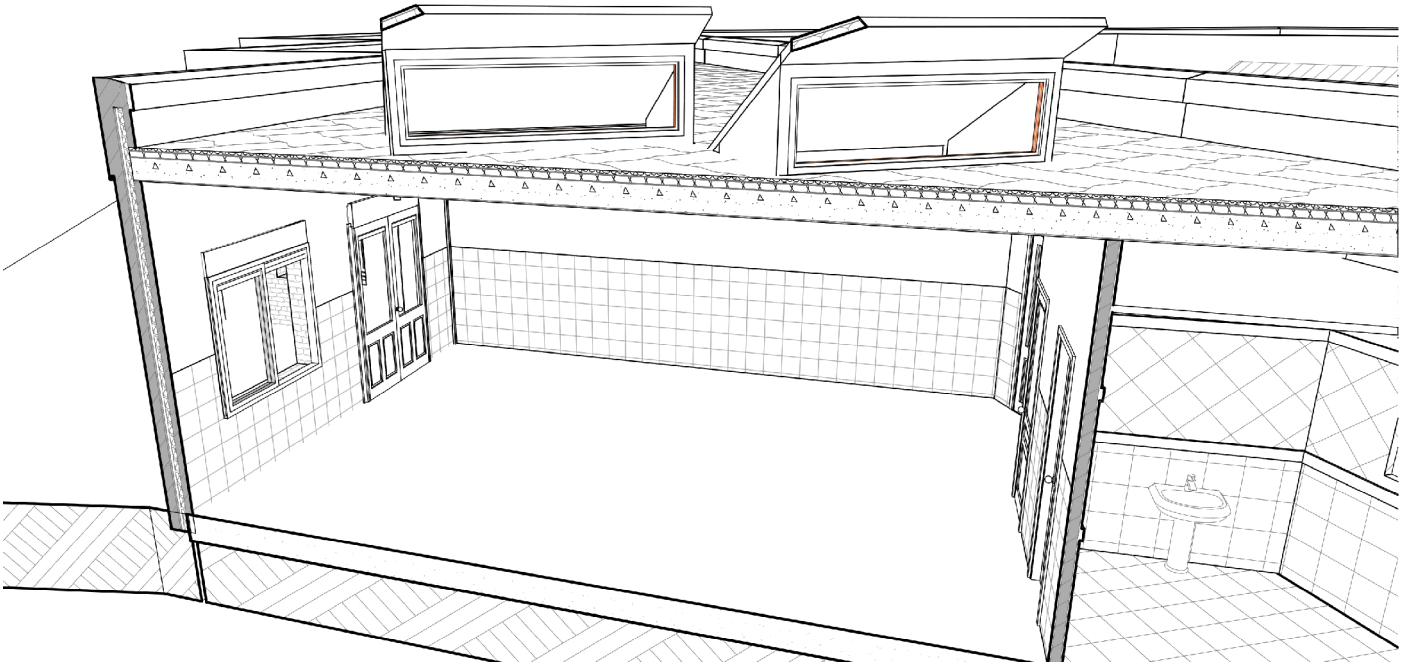
Finalmente, no se debe olvidar que la ocupación del centro es en su mayoría de niños de no más de 5 años, siendo estos la minoría, la mayor parte son niños de 1 a 2 años. Es por este motivo por el que la evaluación se ha llevado a cabo de una forma más exigente.

Propuesta de mejora

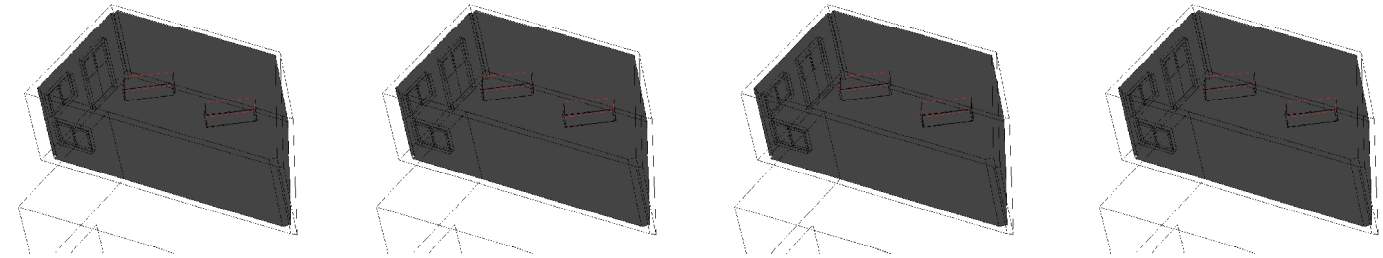
Se propone de forma orientativa una posibilidad para solucionar la falta de soleamiento en las aulas y obtener ganancias en invierno a fin de emplear lo menos posible la calefacción y contribuir al ahorro energético. Dado que la orientación no puede modificarse y es desfavorable en la mayor parte de los casos, el asoleo no llega a producirse, por tanto, se propone la abertura de huecos en la cubierta, aprovechando la ventaja en este caso que se desarrollan en planta baja las aulas y sería una medida que puede adoptarse por igual en todas las zonas.

Además, aunque corresponde al estudio de ventilación, dichos huecos pueden ser practicables generando corrientes de ventilación que en el estado actual no encontramos.

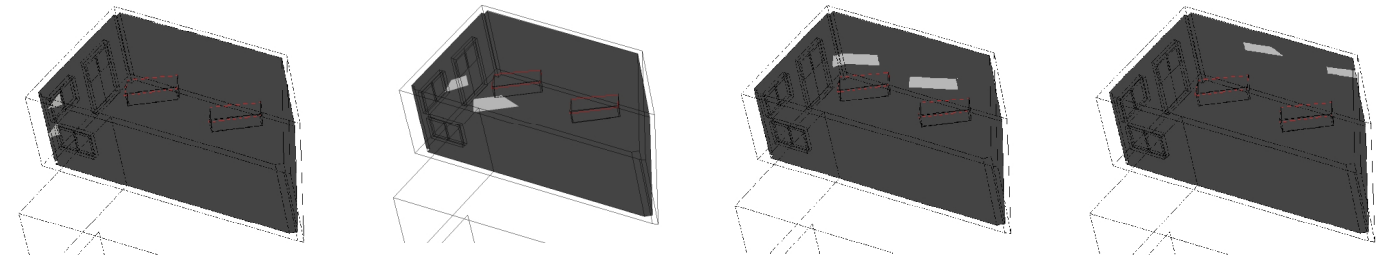
La solución que se propone sería algo similar a lo que se muestra en la imagen. **Recordar** que es una posible solución y que debería ser estudiada a fondo si se desea realizar, estudiar el tamaño del hueco así como su composición y su orientación más óptima (además de costes económicos y disposición estructural).



Propuesta de mejora mediante tragaluces



21 junio 10:00 h | 21 junio 12:00 h | 21 junio 14:00 h | 21 junio 16:00 h



21 diciembre 10:00 h | 21 diciembre 12:00 h | 21diciembre 14:00 h | 21 diciembre 16:00 h

Como se puede observar, se consiguen los efectos deseados, mantener protegida el aula en verano y luz durante el invierno.

Estudio de ventilación

Centro de Educación Infantil San José y San Antonio de Padua

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

PROYECTO DE FINAL DE GRADO
Taller 11. Arquitectura sostenible, medio ambiente y eficiencia energética.

A continuación, al igual que se ha realizado con el sol, se va ha realizar de forma pormenorizada el estudio de los conceptos expuestos anteriormente sobre el centro de educación infantil San José y San Antonio a fin de determinar las características de ventilación y poder saber si los criterios de diseño y orientación actuales son efectivos en cuanto a la eficiencia energética de la edificiación.

El estudio se iniciará por las características eólicas generales en función de la estación del año y se desarrollará hasta llegar al caso particular de las aulas más desfavorables de las diferentes zonas.

Para realizar el estudio de ventilación, y obtención de datos y gráficos, se han empleado las herramientas informáticas **Ecotec y Solidworks,** con la primera, gracias a su base de datos **.wea** obtenida de la Agencia Estatal de Meteorologia se obtienen gráficos y datos del viento en las diferentes estaciones del año y anuales, y con la segunda se realizan simulaciones reales del movimiento del aire, tanto del exterior del edificio , como en el interior de las aulas más desfavorables.

CARACTERÍSTICAS EÓLICAS GENERALES

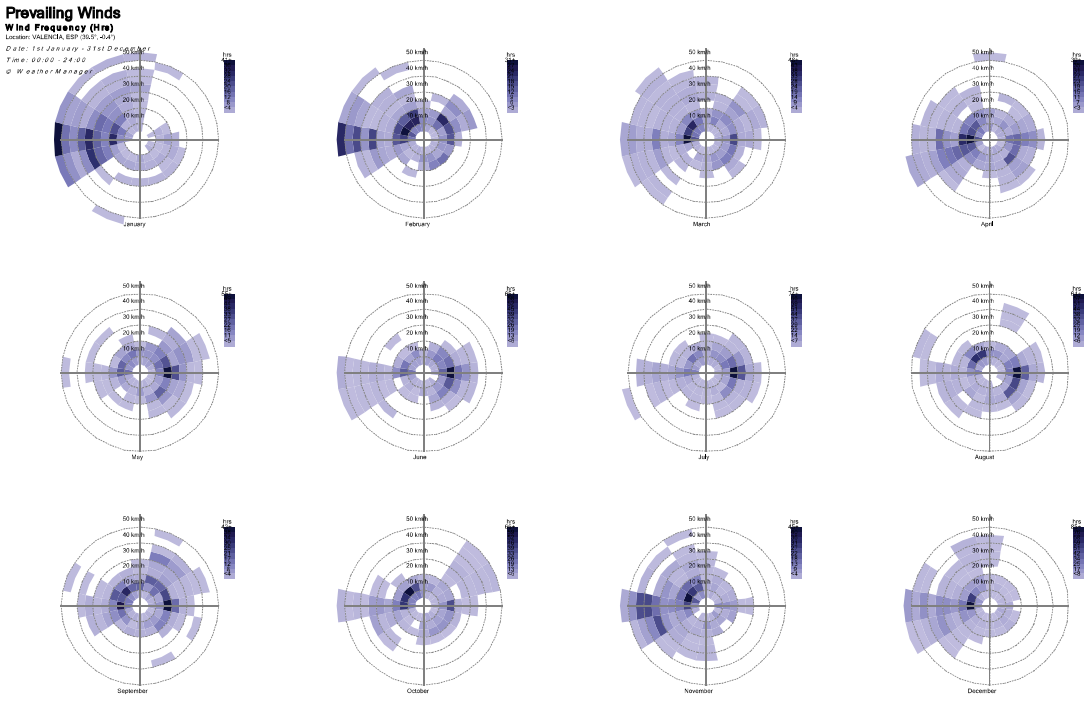
Vientos predominantes

En la ciudad de **Valencia** predominan principalmente dos clases de vientos con dos claras componentes estacionales:

- El viento terral procedente del oeste o ***poniente.***
- Viento marítimo o de ***Levante***

Entre ambos se reparten prácticamente el año, según José Jaime Capel y Manuel Viedma, autores de un estudio sobre los vientos dominantes en Valencia elaborado con motivo de la copa del América, en la ciudad es "palpable" la dualidad en el predominio de las direcciones de vientos este y oeste.

En el análisis mensual del régimen de vientos de Valencia, se puede observar como predominan dos direcciones *Oeste (Poniente) y Este (Levante)*.



Registro por meses de frecuencia de vientos en Valencia. (Ecotec 2011)

El viento de **Poniente** se impone en los meses de *Octubre a Marzo*, registrando sus máximos en el mes de Diciembre, incluso en ocasiones aparece en *Abril*.

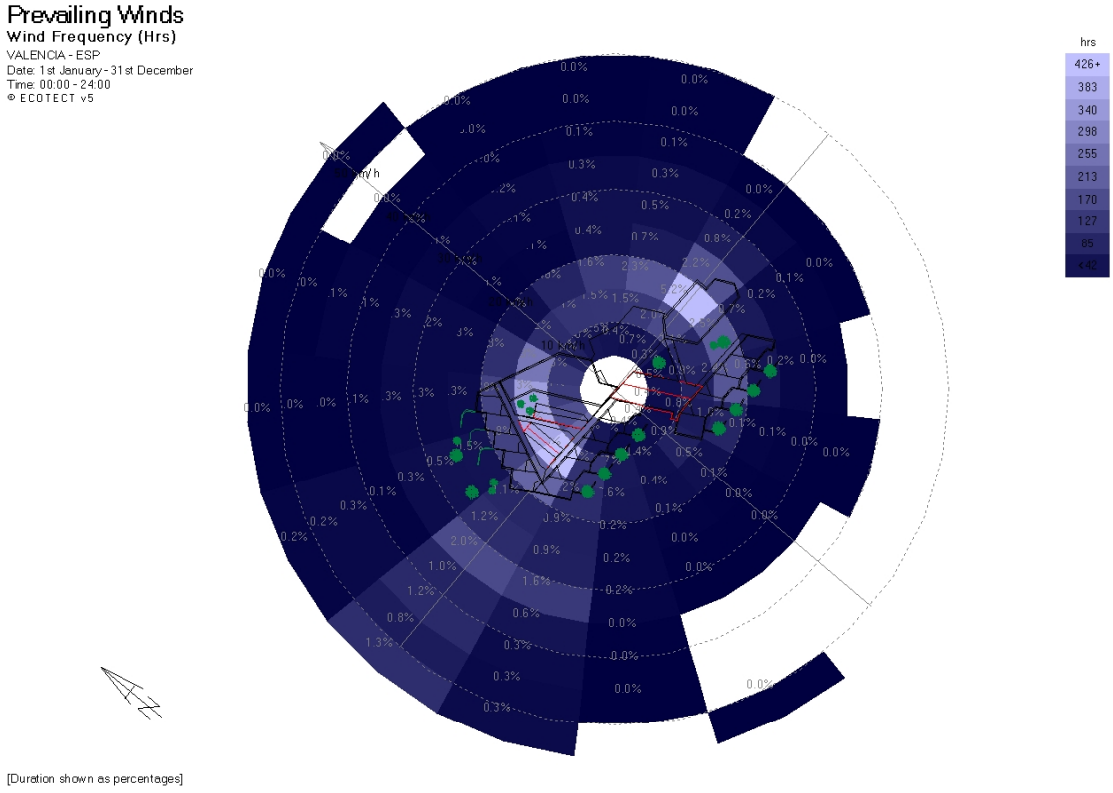
Por otra parte el viento de **Levante**, se presenta claramente desde Mayo a Septiembre, en el mes de Julio alcanza su máximo con un 18%, donde el viento de Poniente presenta unos registros más bajos del año con un 4,8%.

Fuera de los dos vientos dominantes, destacan el **Garbi,** con componentes suroeste, haciendose de notar de octubre a marzo, mientras que durante mayo a agosto, los vientos de levante se ven acompañados por los vientos de **Llevant** y **Xaloc**.

Esta predominante "zonal" no es fruto de la casualidad, ni tampoco las elevadas velocidades que alcanzan algunas rachas de viento. Aseguran los autores del estudio que es el "marco topográfico", con la apertura al Mediterráneo por el este y la canalización de los flujos del poniente gracias al espacio abierto entre la serranía de Alcoy y las prolongaciones meridionales del sistema ibérico quienes favorecen las direcciones dominantes y sus elevadas intensidades.

En nuestro caso de estudio para el centro de educación infantil, situado en la localidad de **Sueca** (Valencia), los datos referentes a los vientos predominantes que nos afectan, son muy semegantes o iguales a los presentados para la ciudad de Valencia, es decir tendremos dos vientos predominantes:

- *Viento de Poniente (Oeste):* en los meses de Octubre a Marzo.
- *Viento de Levante (Este):* en los meses de Mayo a Septiembre.



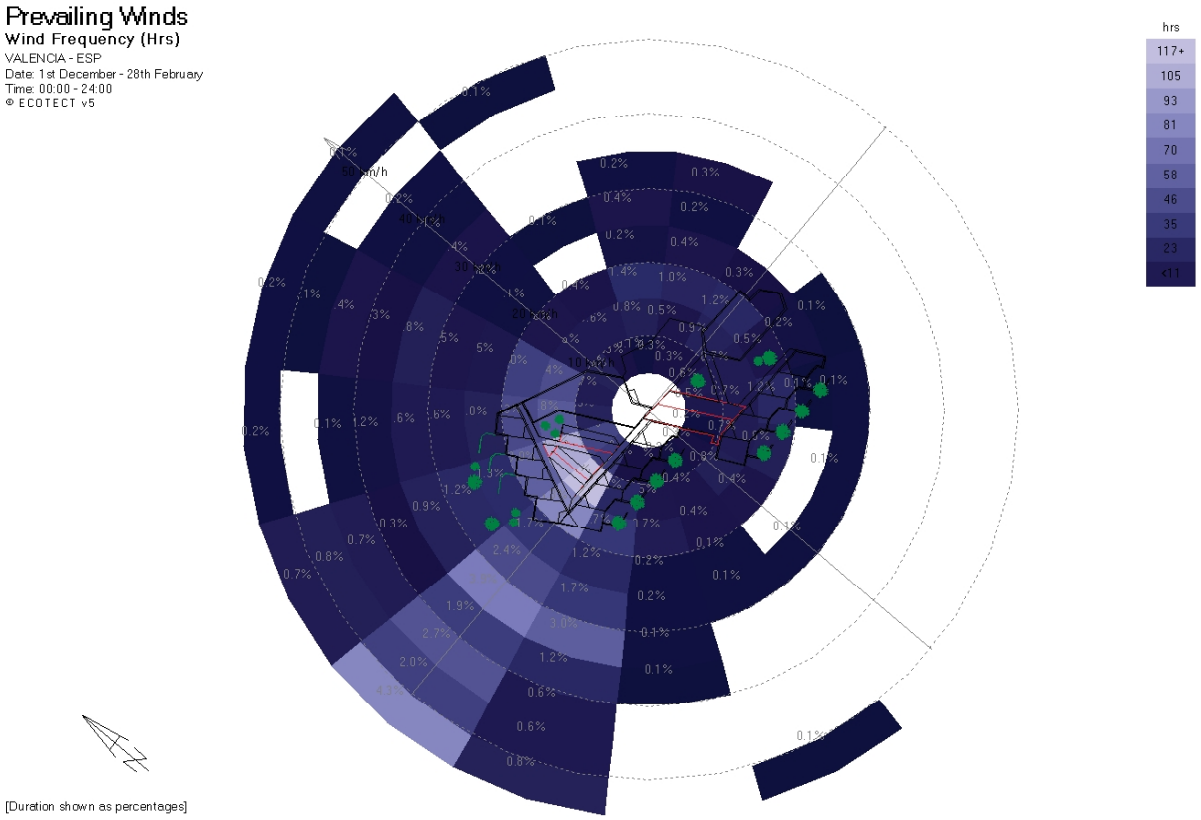
Superposición de planta del centro de educación infantil, y frecuencia de vientos anuales. (Ecotec 2011)

La orientación de nuestro centro de educación infantil es a norte, con una leve inclinación al noreste, por lo que, como se observa en el anterior gráfico, los vientos predominantes *(Este y Oeste)* de la localidad, se encuentran lateralmente con el edificio, pudiendo adelantar que la ventilación natural solo será favorable en las aulas de la zona A.

El Viento según las estaciones del año

INVIERNO

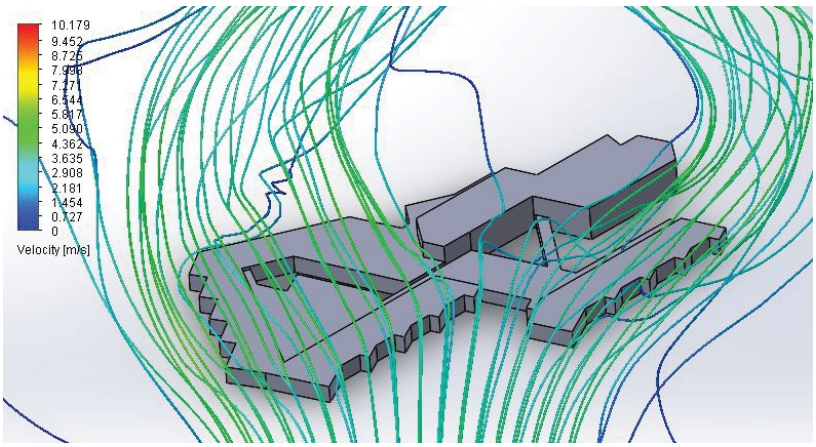
En los meses de invierno, el edificio de nuestro estudio del centro de educación infantil, se verá sometido principalmente por el viento de **Poniente** de forma lateral, se trata de un viento húmedo, procedente del Atlántico desde el Oeste.



Superposición de planta del centro de educación infantil San José y San Antònio, y frecuencia de vientos en Invierno. (Ecotec 2011)

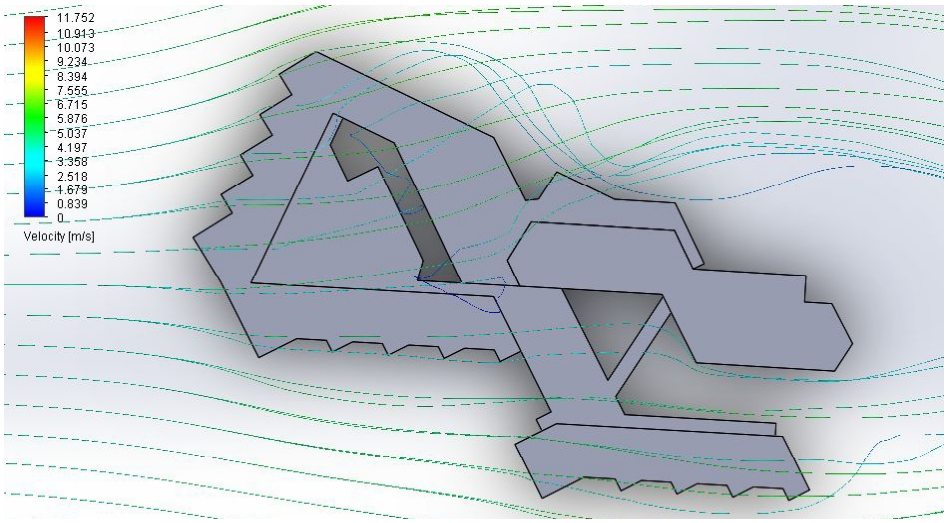
La velocidad media del viento durante la estación de invierno, según los datos del *Instituto para la diversificación y ahorro de la Energía,* será de **5,51 m/s**, y gracias a los datos de AEMET podemos realizar una estimación anual de la presión ejercida por el viento de ***100.030 Pa,*** este dato en particular nos ayudará al realizar la simulación de viento para la guardería en el programa *Solid-Works.*

Como se puede observar en el gráfico, tambien se ve la existencia de otro viento de una manera menos predomiante, se trata del viento de **Garbí,** que se trata de una brisa marina muy regular, con procedencia suroeste, este viento, mejora la ventilación de las aulas de la zona B, situadas en la fachada principal, dado que azota de una forma inclinada sus fachadas exteriores, aunque se producen ciertas turbulencias dadas por los salientes que presentan las clases.



Simulación planta edificio con viento de Garbí. (Solidworks 2013)

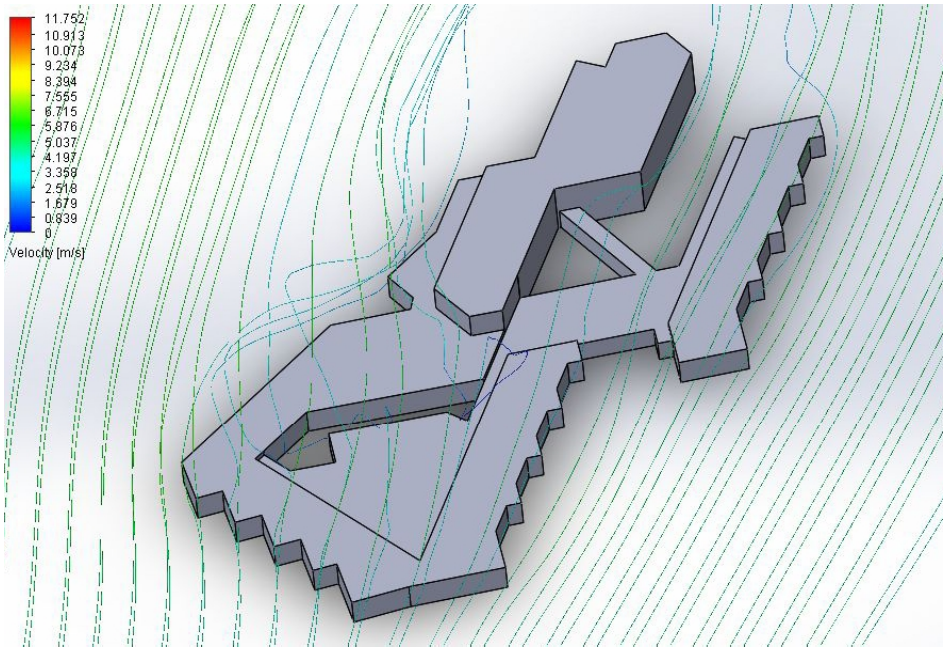
La simulación realizada mediante el programa *Solidworks*, muestra como el viento de Poniente azotará principalmente el lateral izquierdo del edificio, creando una sobrepresión en el exterior de las aulas de la zona A y en las aulas de esquina de la zona B, que poseerán una fachada expuesta. Estas aulas crearán una sombra de viento al resto de aulas situadas aguas abajo debido a que sobresalen mas.



Simulación planta edificio educación infantil con viento de Poniente. (Solidworks 2013)

El viento continuará y rodeará el edificio creando zonas de baja presión en los alzados, tanto el principal como el posterior, y en el lateral derecho, lo que naturalmente hará que el viento entre por las aberturas situadas en la zona de sobrepresión y salga por las zonas de baja presión.

Por otra parte, dado que se trata de un edificio de escasa altura, ya que se desarrolla casi en su totalidad en planta baja, el viento al superarlo verticalmente no sufrirá grandes variaciones en su velocidad natural. Sin embargo, se puede observar como en el patio interior que da el aula de cunas, el viento crea turbulencias devidas a sobrepasar en altura la fachada oeste, por lo que la ventilación de este patio no será favorable, y se crearán excesivas corrientes de aire que pueden dar lugar a falta de confort en el aula.



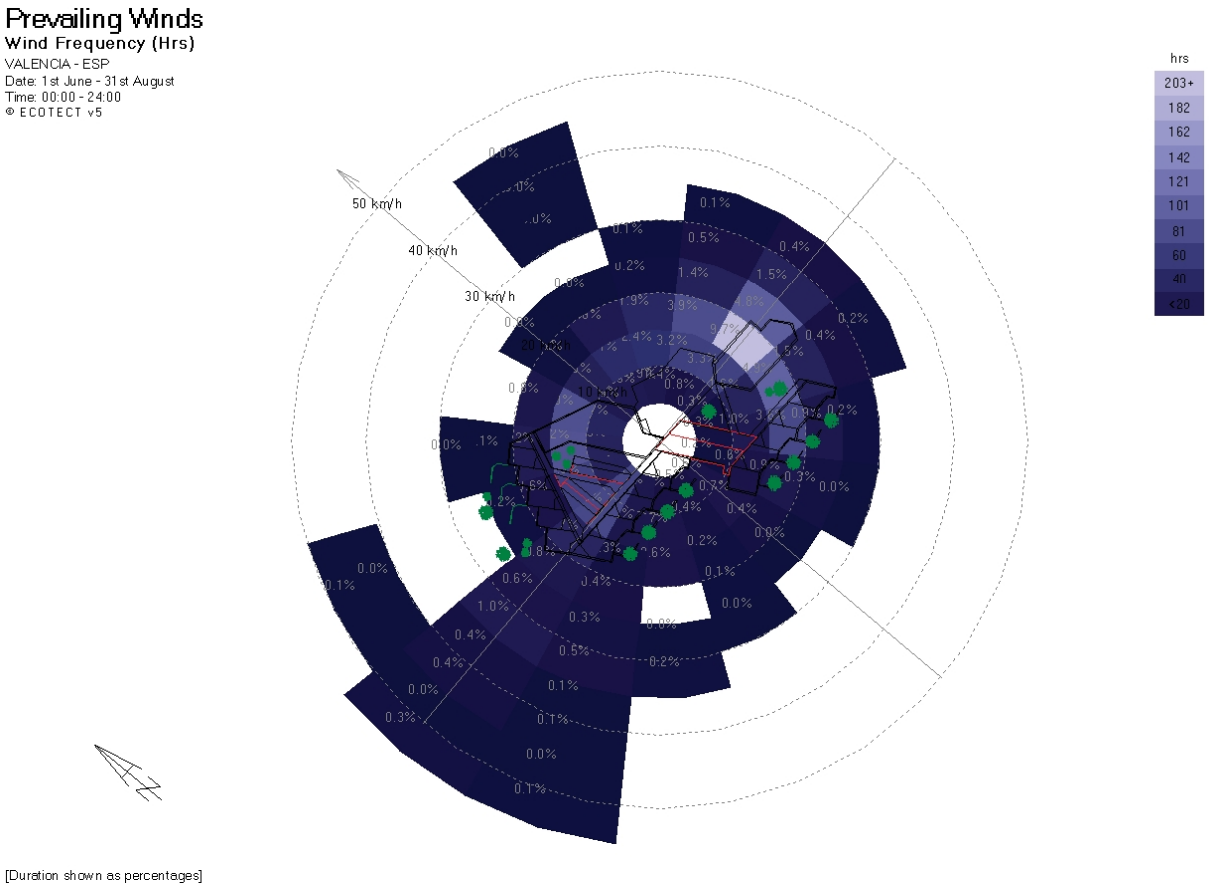
Simulación planta edificio educación infantil con viento de Poniente. (Solidworks 2013)

Como conclusión al viento durante esta etapa, podemos decir que las zona expuestas de las aulas de la Zona A y la zona B, tendrán a priori una buena ventilación.

En contrapartida este buen dato de ventilación en las aulas no es favorable desde el punto de vista práctico, dado que en la estación que nos encontramos, no es necesaria una buena ventilación, porque las ventanas se encontrarán cerradas para evitar perdidas de calor del interior de las aulas.

VERANO

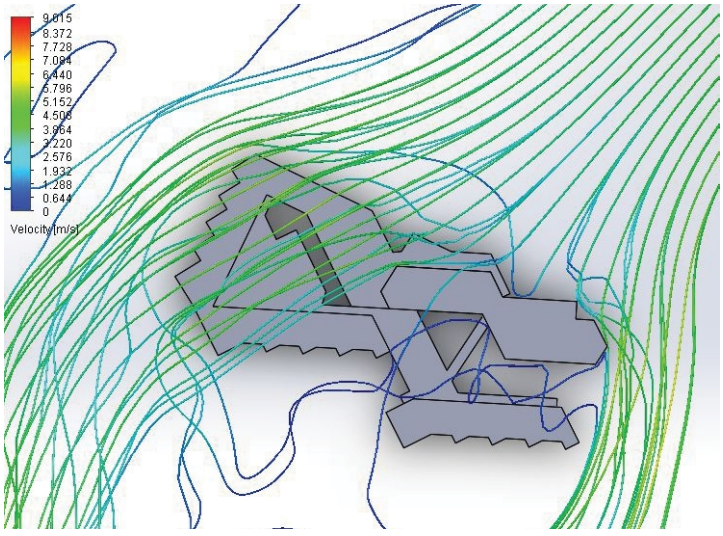
En los meses de verano, cuando la ventilación toma su mayor relevancia, dado que es necesaria para la refrigeración de las aulas, y alcanzar un mayor confort en estas, el edificio de nuestro estudio del centro de educación infantil, se verá sometido principalmente por el viento de **Levante** de forma lateral, se trata de un viento persistente y racheado, procedente del Este.



Superposición de planta del centro de educación infantil San José y San António, y frecuencia de viento en Verano. (Ecotec 2011)

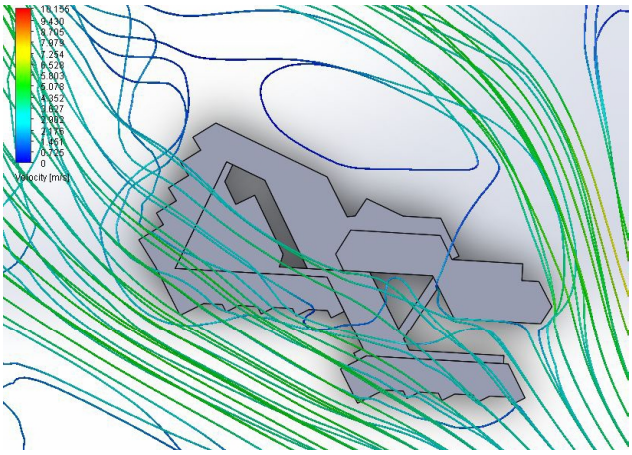
La velocidad media del viento durante la estación de Verano, según los datos del *Instituto para la diversificación y ahorro de la Energía,* será de **4,00 m/s**, y gracias a los datos de AEMET podemos realizar una estimación anual de la presión ejercida por el viento de ***100.030 Pa,*** este dato en particular nos ayudará al realizar la simulación de viento para la guardería en el programa *Solid-Works.*

Como se puede observar en el gráfico, tambien se ve la existencia de otro viento de una manera menos predomiante, el viento de **Poniente**, el cuál aún da pequeñas muestras de aparición, aunque de manera muy leve**.** Añadir también, que durante los meses de mayo a agosto, los vientos de **Levante** se ven acompañados por los vientos de este **Llevant** y **Xaloc**.



Simulación planta edificio con viento de Llevant. (Solidworks 2013)

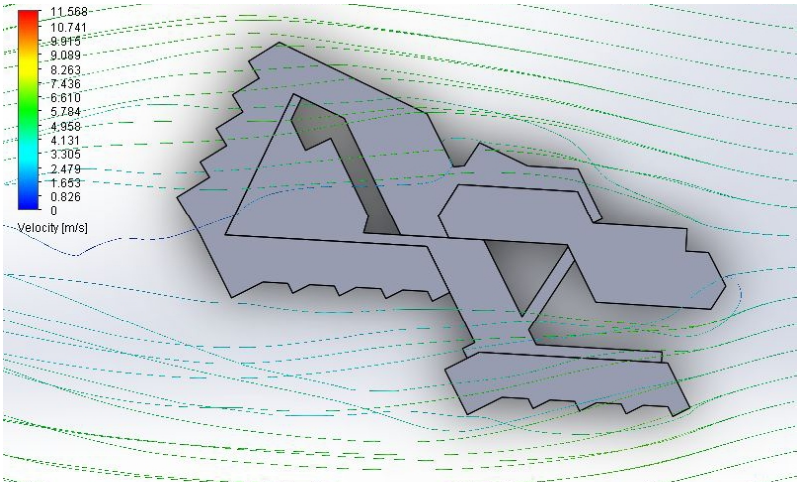
El viento de **Llevant** no nos proporciona una gran ventilación, dado que da directamente en el alzado posterior del edificio, dotando tan solo de ventilación a las aulas de la zona E, y creando sombras de viento y turbulencias al resto del edificio.



Simulación planta edificio con viento de Xaloc. (Solidworks 2013)

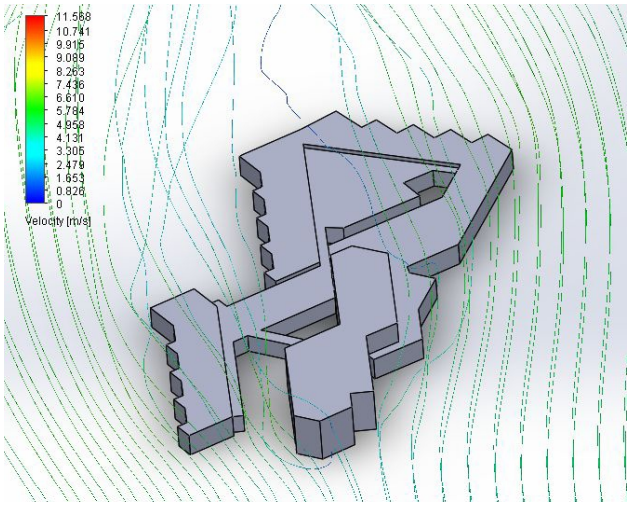
Por otra parte, el viento de **Xaloc,** que pega directamente en el alzado principal, mejora sensiblemente la ventilación de las aulas de la Zona B, pero sin llegar a producir una ventilación excesivamente buena, devido a la poca frecuencia de este, produciendo sombras de viento y turbulencias en el alzado posterior del edificio, en las aulas de la zona A y en el patio interior de la entrada principal, la cual se refleja en una pequeña zona de las clases de la Zona B.

Según la simulación realizada con *Solidworks,* el viento de **Levante** azotará principalmente el lateral derecho del edificio, creando una sobrepresión en el exterior del edificio aministrativo. El viento continuará y rodeará el edificio creando zonas de baja presión en los alzados, tanto el principal como el posterior, y en el lateral izquierdo, lo que naturalmente hará que el viento entre por las aberturas situadas en la zona de sobrepresión y salga por las zonas de baja presión.



Simulación planta edificio educación infantil con viento de Levante. (Solidworks 2013)

En este caso, la principal fachada expuesta se trata del edificio de mayor altura del complejo, un edificio anexo de dos alturas, el viento al superarlo verticalmente, debido a la mayor altura del edificio, sufrirá leves variaciones en su velocidad natural. Al encontrase el viento con el edificio anexo de administración, creará grandes sombras al resto del complejo, por lo que la ventilación producida por este viento será mas bien escasa, sino nula.



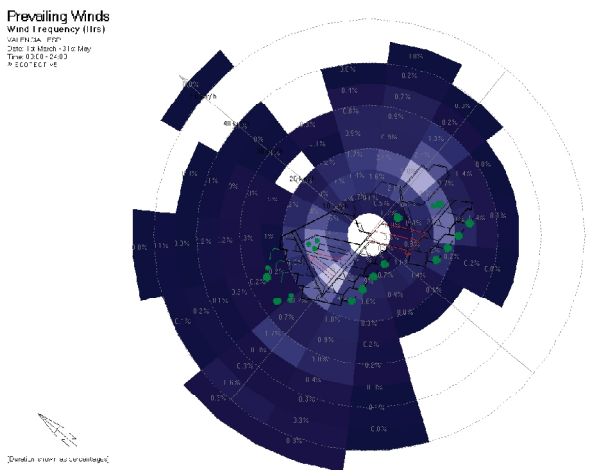
Simulación planta edificio educación infantil con viento de Levante. (Solidworks 2013)

Como conclusión al viento durante esta etapa, podemos decir que se encuentra con la "fachada" opuesta a la óptima, dado que azota al edificio de administración, y dejando las aulas sin una exposición al viento, lo que producirá una escasa o nula ventilación natural. Este dato podría aun verse mas perjudicado por los obstáculos que se puede encontrar el viento, como posteriormente explicaremos.

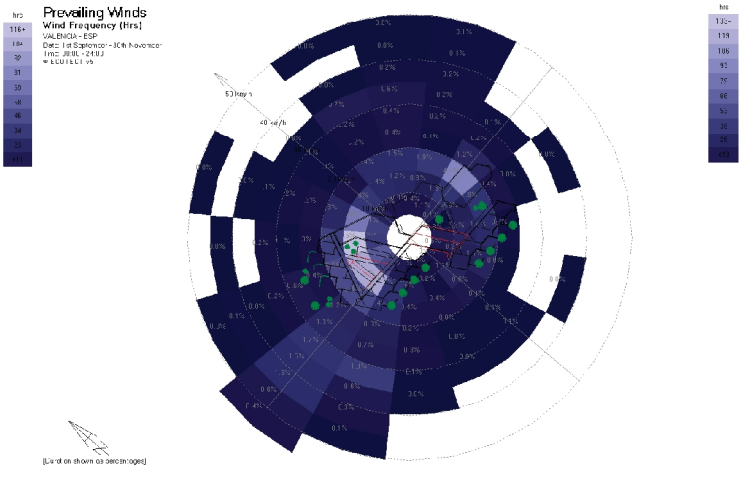
Este mal dato sobre la ventilación de las aulas, crea un grave problema de confort, por la falta de ventilación natural, dejando tan solo los posibles vientos producidos por las diferencias de temperatura.

PRIMAVERA Y OTOÑO

En los meses de primavera y otoño, el edificio de nuestro estudio del centro de educación infantil, se verá sometido a una mezcla de viento predominantes de **Poniente y Levante**, y sus vientos adyacentes como el de Garbi y los procedentes del este noreste y este sureste. Este fenómeno se debe a que los meses que comprendes a estas estaciones son meses de transición para el cambio de vientos predominantes.



Superposición de planta del centro de educación infantil San José y San António, y frecuencia de viento en Primavera. (Ecotec 2011)



Superposición de planta del centro de educación infantil San José y San António, y frecuencia de viento en Otoño. (Ecotec 2011)

La velocidad media del viento durante las estaciones de primavera y otoño, según los datos del *Instituto para la diversificación y ahorro de la Energía,* será de **4,93 m/s y 5,35 m/s**, respectivamente.

Como se puede observar en el gráfico, los meses de primavera se ve un mayor predominio de los vientos de **Levante**, aunque el viento de **Poniente** resiste su marcha. Por otra parte en los meses de otoño, pasa completamente los contrario, se observa un predominio del viento de **Poniente**, aunque se ve la existencia todavia de vientos de **Levante**.

El comportamiento de estos viento frente al encuentro con nuestro edificio en los meses de Pirmavera y otoño, es tal como se ha descrito anteriormente.

Como conclusión al viento durante esta etapa de transición, se presentan los mismos problemas y virtudes de ventilación que en las estapas descritas anteriormente de Verano e Invierno, dado que los vientos que azotán al edificio son los mismos.

Por esto, se puede concluir que bajo los meses de Primavera, se presentarán los problemas de falta de ventilación natural en las aulas por el predominio del viento de Levante, al igual que los meses de verano, pero en menor medida, dado que aún se encontrarán vientos de Poniente durante algunos meses.

Por otra parte, durante los meses de Otoño, nos encontraremos con una excesiva ventilación natural, que es innecesaria, al igual que pasa en los meses de Invierno, devido al predominio del viento de Poniente.

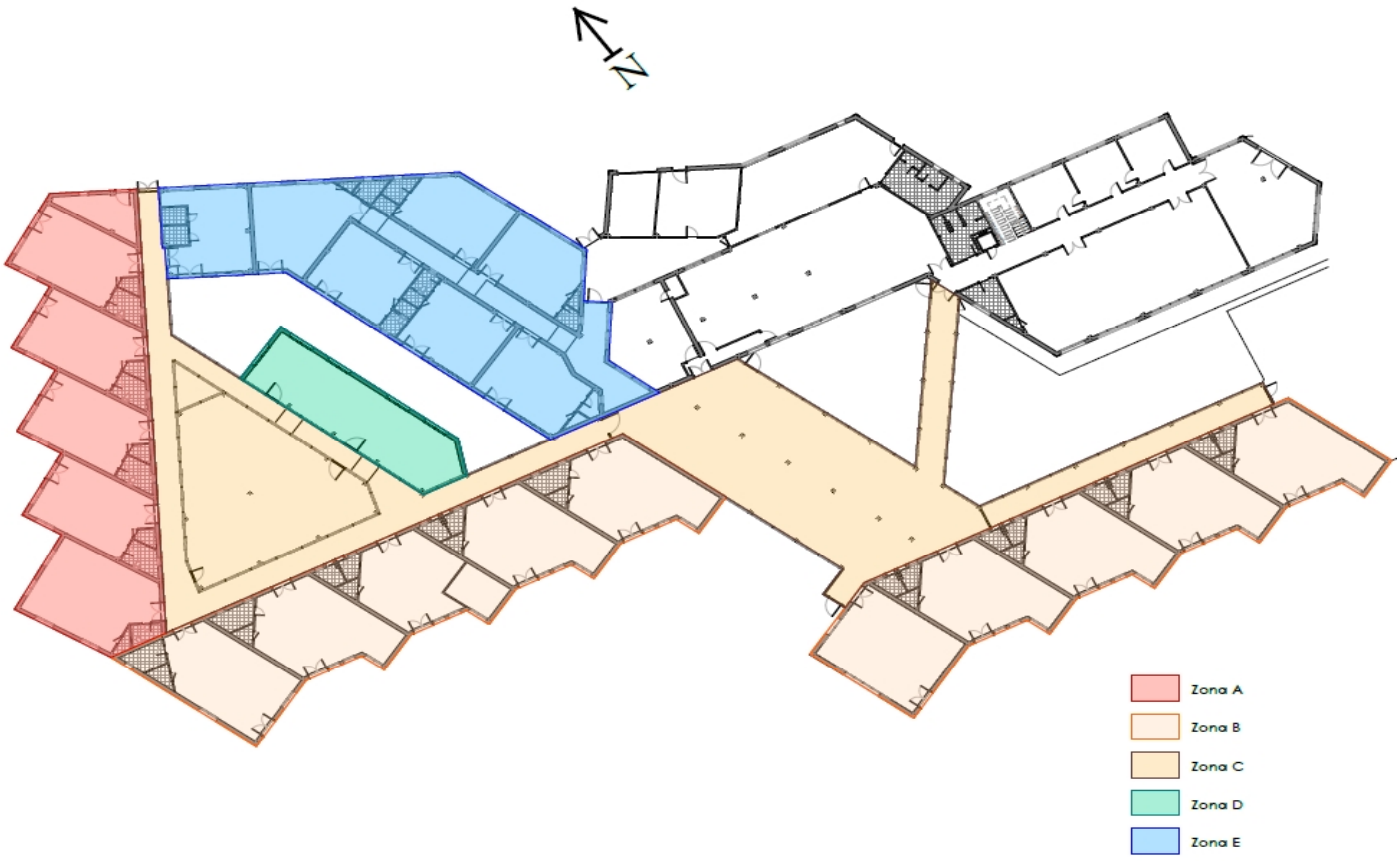
ANÁLISIS DE LAS PRINCIPALES ORIENTACIONES DEL CENTRO DE EDUCACIÓN INFANTIL

Al igual que en el estudio del soleamiento, a continuación se procederá a realizar un estudio de la ventilación de forma general en las principales orientaciones del edificio. La sectorización del centro a utilizar, se ha realizado siguiendo el criterio de dividir el centro en zonas por su orientación de las aulas, geometría, las edades de los niños que las ocupan o las singularidades constructivas que las componen, como el tipo de cubierta de cada una, ya sea plana tipo catalana o de chapa grecada.

Para comenzar, se obtienen los datos medios anuales sobre el viento, que azotarán la ubicación en la localidad de **Sueca,** del edificio de educación infantil, tomados del atlas eólico en el *Instituto para la diversificación y ahorro de la Energía (IDAE)*:

- Potencia eólica a 30 m (W/m²): **70-100**
- Velocidad a 30 m (m/s): **4-4,5**
- Densidad aire a 80 m (kg/m³): **> 1,20**
- Presión atmosferica a 80 m (hPa): **> 1.000**

A continuación se muestra el plano con la zonificación propuesta para realizar el estudio del centro de educación infantil.



En el plano se pueden observar las distintas zonas y su orientación predominante:

- Sur (Aulas Zona B)
- Suroeste (Aulas Zona A y B)
- Noroeste (Aulas Zona A y E)
- Noreste (Aula esquina Zona B, edificio de administración y Zona C)

Gracias al *IDAE*, se pueden conocer los datos medios anuales distribuidos por direcciones del viento como *la frecuencia, velocidad, potencia, etc*, medidos a 80 m de altura.

Información

Distribución por direcciones a 80m.

Coordenadas UTM(m): 730948, 4343263

Dirección	Frecuencia (%)	Velocidad (m/s)	Potencia (%)	Weibull C (m/s)	Weibull K
N	4.19	3.717	1.62	4.228	2.018
NNE	5.42	5.311	8.09	6.124	1.67
NE	7.21	5.014	8.16	5.864	1.862
ENE	7.8	4.45	5.43	5.134	2.01
E	9.14	4.425	4.59	4.834	2.378
ESE	7.5	4.871	5.03	5.298	2.326
SE	3.53	4.782	2.92	5.377	1.948
SSE	1.45	3.297	0.48	3.719	1.685
S	0.9	2.876	0.22	3.288	1.591
SSW	1.39	3.901	0.9	4.449	1.55
SW	3.33	5.386	4.2	6.062	1.851
WSW	7.07	5.47	8.62	6.147	1.972
W	14.84	6.148	24.74	7.001	2.133
WNW	11.89	5.257	14.69	6.192	1.99
NW	8.41	4.405	5.6	5.196	2.167
NNW	5.93	4.341	4.65	5.139	1.821

Tabla datos media anual de vientos por direcciones a 80 m. (IDAE).

Sabiendo esto, podemos concretar que los datos referentes a los vientos según las orientaciones que nos interesan estudiar són:

Orientación SUR (Aulas Zona B):

Frecuencia: 0,9 % de horas anuales.
Velocidad: 2,876 m/s
Potencia: 0,22 %

Vientos que influyen: Xaloc y Garbí (vientos no predominantes)

Orientación Suroeste (Aulas Zona A y B):

Frecuencia: 3,33 % de horas anuales.
Velocidad: 5,386 m/s
Potencia: 4,2 %

Vientos que influyen: Poniente (viento predominante)

Orientación Noroeste (Aulas Zona A y E):

Frecuencia: 8,41% de horas anuales.
Velocidad: 4,405 m/s
Potencia: 5,66 %

Vientos que influyen: Poniente (viento predominante)

Orientación Noreste (Aula esquina Zona B, edificio de administración y Zona C):

Frecuencia: 7,21% de horas anuales.
Velocidad: 5,014 m/s
Potencia: 8,09 %

Vientos que influyen: Levante y Llevant (viento predominante y no predominante, respectivamente)

Con todos estos datos, se observa como los vientos predominantes poseen una mayor frecuencia anual sobre el edificio, pero como se ha observado anteriormente de manera poco provechosa para la parte del confort y la refrigeración, dado que soplan en zonas donde no se encuentran las aulas o en temporadas no necesarias como el invierno, teniendo una escasa frecuencia de viento en las aulas y en temporadas necesarias para ayudar a refrigerar como en verano. Por esta razón sacamos una primera conclusión de que el edificio esta **orientado de forma desfavorable** de cara a poseer una ventilación natural favorable.

ESTUDIO DE LAS ABERTURAS ACTUALES DEL CENTRO DE EDUCACIÓN INFANTIL.

Tras el análisis de los vientos realizado anteriormente, donde se observa el erroneo diseño del edificio de educación infantil, desde el punto de vista de aprovechar el viento como modo de refrigeración y ventilación natural, a continucación se presenta un estudio sobre el aprovechamiento de la ventilación natural del edificio.

Fotografía aberturas de entrada de aire en la fachada exterior de las aulas.

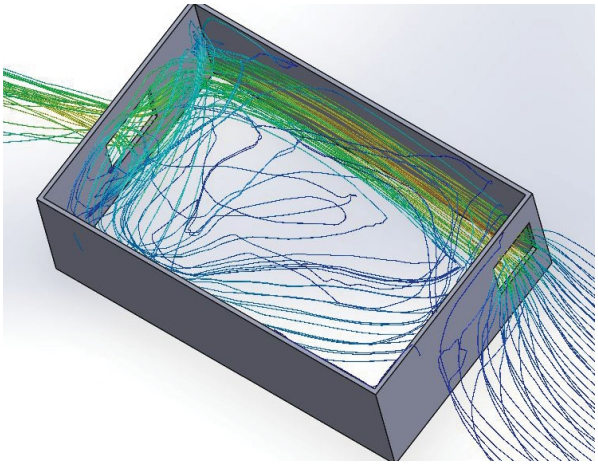
Fotografía aberturas de salida de aire en pasillos.

El primer factor a tener en cuenta, es la posición relativa de las aberturas, la posición de la abertura de entrada de aire posee una gran influencia en el volumen de renovación interior, mientras que la posición de la salida es menos determinante. Este factor es muy importante si la fuerza generadora del movimiento interior del aire es la acción dinámica del viento, pero como se ha observado en el punto anterior, esto no es así, devido a la falta de exposición directa de las aberturas a los vientos predominantes.

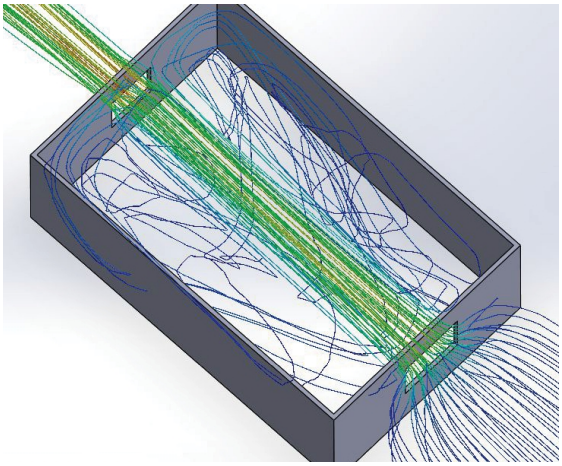
En este caso se presenta como **aberturas para entrada de aire** las ventanas situadas en las fachadas exteriores de las aulas, y como **aberturas de salida**, las ventanas de los pasillos que dan a los patios interiores, o en algunos casos otra ventana situada en la pared esquinera.

El edificio presenta la gran mayoria de aberturas mediante **ventanas laterales y centradas** en la fachada exterior, en las ventanas laterales se produce un efecto donde el flujo incidente queda adosado a la pared hasta que es absorvido por las aberturas de salidas de aire, por otra parte, en las ventanas centradas, es donde se produce un mejor barrido de la habitación, se produce un descenso en la altura del flujo principal una vez este ha traspasado el antepecho de la ventana.

En este caso, el diseño actual de las aberturas en la envolvente del edifcio se abordó desde una perspectiva mediterránea, ya que los huecos no se dimensionan unicamente para cumplir los requisitos mínimos de ventilación definidos por el RITE, sino que tienen vital importancia en la comunicación entre el interior de las aulas y los patios exteriores de cada una.



Simulación comportamiento del viento en una ventana lateral.



Simulación comportamiento del viento en una ventana centrada.

Otro factor a tener en cuenta son las dimensiones relativas de las aberturas, que según estudios realizados por *Givoni*, concluye que las velocidades máximas sufren variaciones en función de las dimensiones de las aberturas de aire y la salida, una entrada de menor dimensión que la salida produce velocidades interiores más elevadas. En el caso del edificio de educación infantil no tiene este problema, dado que existen aberturas de paso (se pueden considerar como las aberturas de salida de las aulas)que son la holgura que existe bajo las puertas (en el caso de que esten cerradas), por lo que siempre será de dimensión menor que la entrada, que se produce por la ventana.

Fotografía ventana corredera en pasillo.

La forma y proporción de las aberturas, es otro de los factores para una buena ventilación, en este caso se presentan **ventanas de proporción horizontal,** este tipo de aberturas es la que induce la entrada de un mayor volumen de aire, cosa que beneficia a la ventilación desde el punto de la poca presencia de vientos predominantes que incidan directamente en las aberturas de las aulas.

El último de los factores determinantes es el tipo de ventana y su sistema de apertura. Las aberturas actuales del edificio són de dos tipos: **ventanas correderas y ventanas abatibles de doble hoja.** Las ventanas correderas presentan un *indice de de eficiencia de ventilación natural* de **45-50%,** ya que las propias hojas limitan el paso del caudal de aire al interior, mientras que las batientes de doble hoja, presentan un indice del ***90%***, dado que son las que mayor caudal de aire permitén entrar, siendo así el tipo de ventana más eficiente.

Fotografía ventana batiente en un aula.

Una vez analizados todos los factores que influyen en la ventilación natural de un habitáculo y presentado el estado actual de las aberturas del edificio, se realiza un estudio completo sobre la eficiencia y la correcta ventilación según lo establecido en el *CTE DB-HS3 "calidad del aire interior"*.

Para comenzar, se toma como dato fijo, el caudal mínimo de aire exterior por persona para garantizar una calidad de aire adecuada de ***20 dm³/s.*** Este dato es tomado del *Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE),* donde es necesario una categoria **IDA 1 (aire de calidad óptima)** para un uso como guarderia del edificio.

Sabiendo que en cada aula habrá **20 alumnos**, el caudal mínimo exigido en las aulas será de ***400 dm³/s.***

Según el CTE DB-HS3 el área efectiva, en cm^2, dada por las siguientes fórmulas en función del caudal mínimo necesario en una habitación es:

Aberturas admisión: $4 \times q_v$

Aberturas extracción: $4 \times q_v$

Aberturas de paso: $70\ cm^2$

Siendo q_v el caudal mín necesario.

Por lo que el área efectiva de las aberturas, ya sean de admisión o de extracción, será de **1600 cm²,** y de las aberturas de paso (holgura bajo las puertas de las aulas) es de **70 cm².**

A continuación se comprueba que todas las ventanas cumplen con el área efectiva mínima definida por el CTE DB-HS3 según su función.

Eligiendo el tipo de ventana más pequeña, cuyas medidas són **70 x 100 cm,** para comprobar el área efectiva de esta, siendo la más desfavorable de todas las del edificio, se observa que cumple de manera suficiente el área mínima exigida para una **abertura de admisión**, dado que posee unos **7.000 cm²** de área efectiva.

Para **aberturas de extracción**, las cuales se tratan de las ventanas situadas en los pasillos, con unas medidas de **150 x 150 cm,** por lo que su área efectiva será de **22.500 cm²**, cumpliendo sobradamente con el mínimo establecido por el CTE.

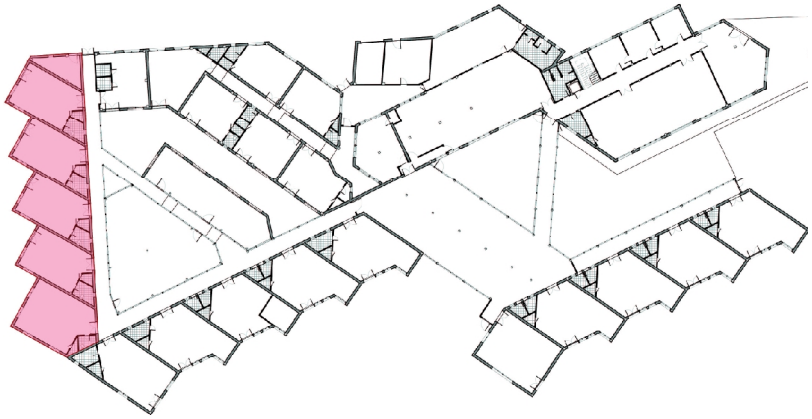
Un aspecto importante, son las **aberturas de paso**, que se pudieran considerar como aberturas de salida de las aulas, se trata de la holgura que existe en el inferior de las puertas de entrada a las aulas, suponiendo una holgura de **2 cm de altura** y una puerta cuya hoja mide **100 cm de anchura,** presentan un área efectiva de **200 cm²**, cubriendo el mínimo para aberturas de paso, pero siendo insuficiente si se consideran aberturas de salida.

Como conclusión de este punto podemos ver como las aberturas cumplen con lo estipulado según el CTE para garantizar un caudal mínimo de ventilación en las aulas, pero como ya sabemos, no de una manera eficiente dado la falta de incidencia de vientos predominantes sobre las aberturas.

FICHAS RESUMEN

Tras todo lo expuesto en los puntos anteriores sobre el estudio y análisis del centro de educación infantil en lo referente a la ventilación, se plantean a continuación fichas resumen donde se recogen simulaciones realizadas mediante el programa *Solidworks,* y su herramienta *Floxpress,* y datos referentes por zonas en las que se divide el edificio, centrandose en las aulas más desfavorables.

ZONA A



Zona A

Orientación principal: Suroeste

Vientos incidentes: Poniente(Invierno)

Presión ejercida por el viento: 100.030 Pa

Tipologia aberturas entrada: Ventanas abatibles

% Huecos: 21,66%

Dirección	Frecuencia (%)	Velocidad (m/s)	Potencia (%)	Weibull C (m/s)	Weibull K
W	14.84	6.148	24.74	7.001	2.133

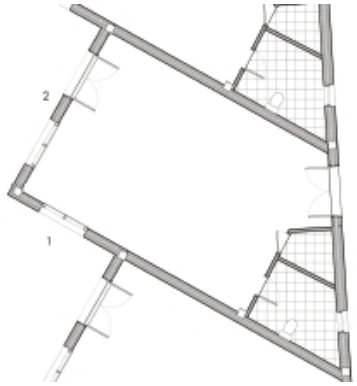
Datos medios anuales sobre el viento de Oeste (Poniente), según IDAE.

AULA TIPO ZONA A

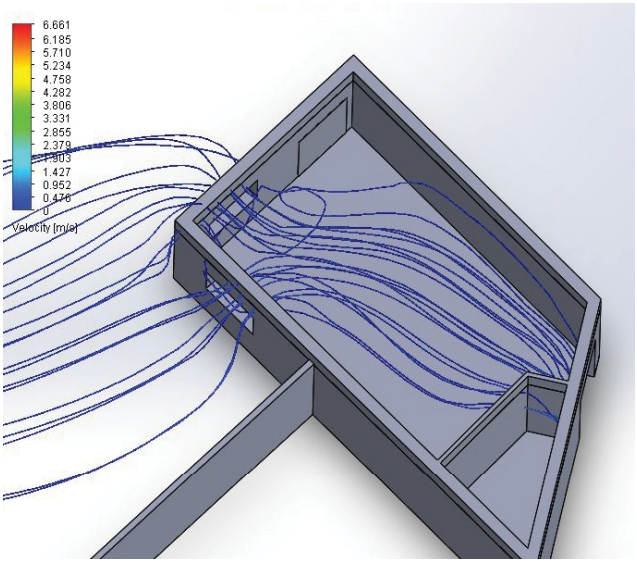
Número de aberturas entrada: 2 ventanas abatibles

Número aberturas extracción/paso: Holgura bajo puerta de entrada al aula.

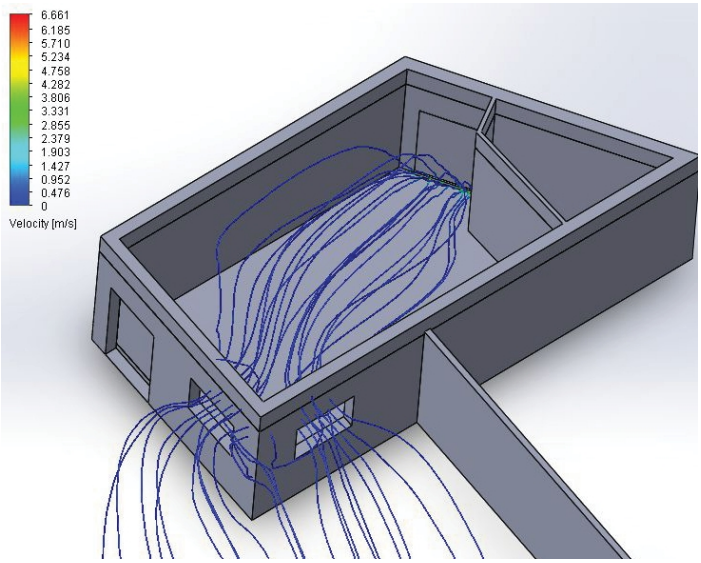
Área efectiva admisión ventilación: (150 x 160) x 2 = *48.000 cm²*



Aula tipo. 1er ciclo
Niños de 2 años



Simulación movimiento del aire interior producido por el viento de Poniente, en aula tipo Zona A. (Solidworks 2013)



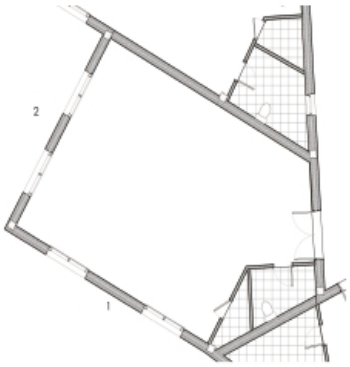
Simulación movimiento del aire interior producido por el viento de Poniente, en aula tipo Zona A. (Solidworks 2013)

AULA ESQUINA ZONA A

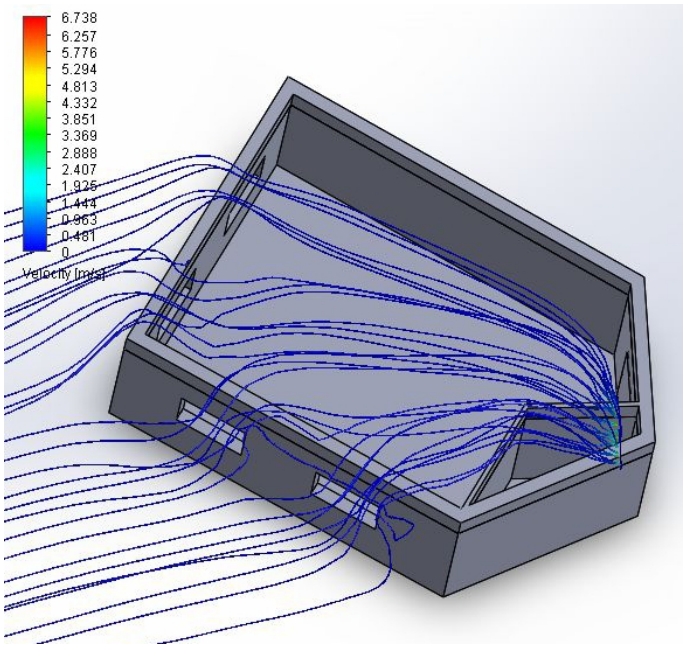
Número de aberturas entrada: 4 ventanas abatibles

Número aberturas extracción/paso: Holgura bajo puerta de entrada al aula.

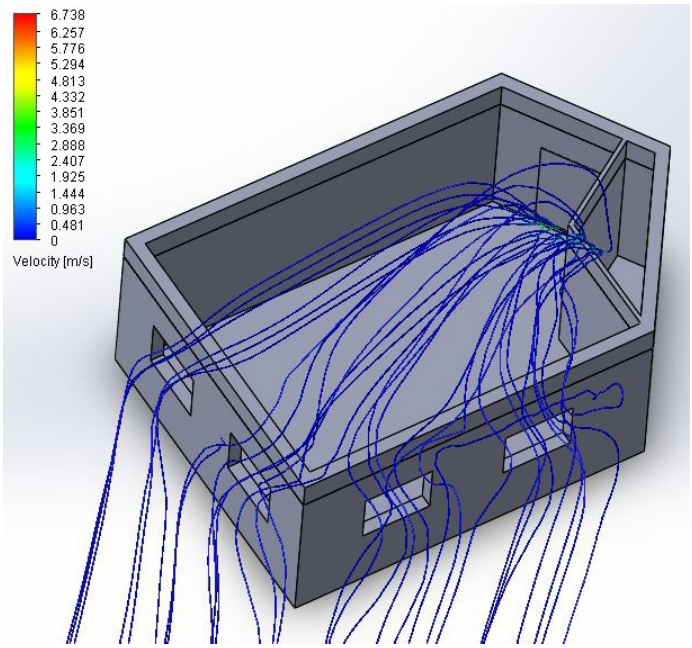
Área efectiva admisión ventilación: (150 x 160) x 4 = 96.000 cm²



Aula Esquina. 1er ciclo
Niños de 2 años



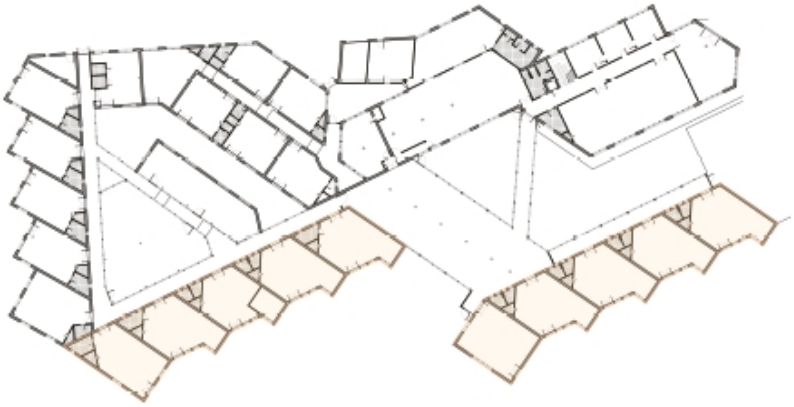
Simulación movimiento del aire interior producido por el viento de Poniente, en aula esquina Zona A. (Solidworks 2013)



Simulación movimiento del aire interior producido por el viento de Poniente, en aula esquina Zona A. (Solidworks 2013)

Como se presenta en la simulaciones, el viento de Poniente dota de una buena ventilación a las aulas de la zona A, sin crear unas velocidades interiores elevadas, ni excesivas turbulencias (sin tener en cuenta distribución interior del aula), pero dado que dicho viento se manifiesta principalmente en Invierno, dicha simulación no muestra la realidad, porque las principales aberturas de admisión se encontrarán cerradas.

ZONA B



Zona B

Orientación principal: Sur

Vientos incidentes: Garbí (Invierno) y Xaloc (Verano)

Presión ejercida por el viento: 100.030 Pa

Tipologia aberturas entrada: Ventanas abatibles

% Huecos: 19,74 %

Dirección	Frecuencia (%)	Velocidad (m/s)	Potencia (%)	Weibull C (m/s)	Weibull K
SW	3.33	5.386	4.2	6.062	1.851
SE	3.53	4.782	2.92	5.377	1.948

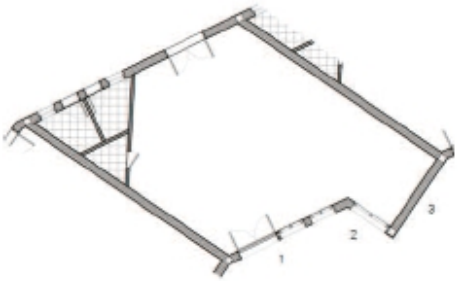
Datos medios anuales sobre el viento de SurOeste (Garbí) y SurEste (Xaloc), según IDAE.

AULA TIPO ZONA B

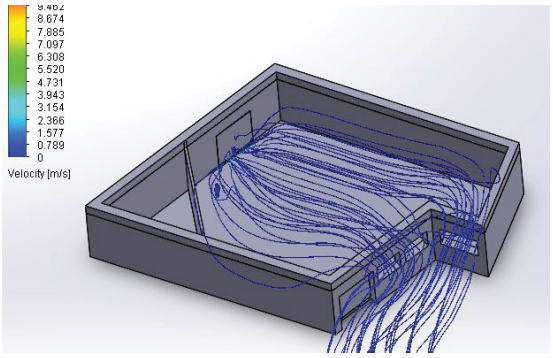
Número de aberturas entrada: 3 ventanas abatibles

Número aberturas extracción/paso: Holgura bajo puerta de entrada al aula.

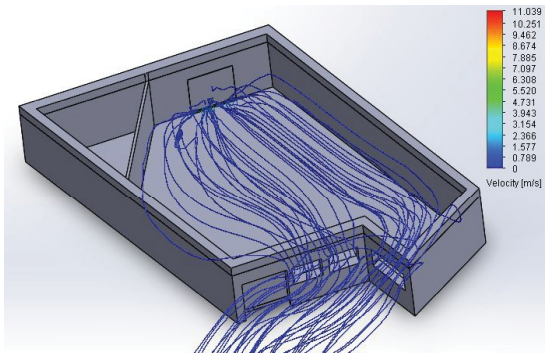
Área efectiva admisión ventilación: ((150 x 160) x 1) + ((100 x 150) x 2) = *54.000 cm²*



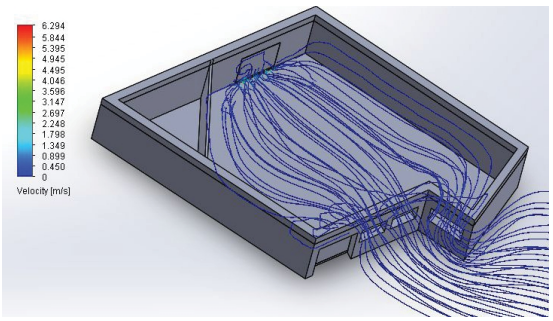
Aula tipo. Ciclos 1 y 2
Niños de 0 a 4 años



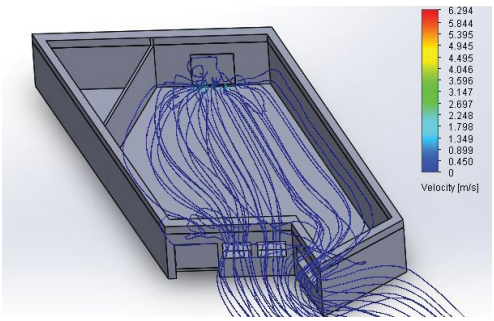
Simulación movimiento del aire interior producido por el viento de Garbí. (Solidworks 2013)



Simulación movimiento del aire interior producido por el viento de Garbí. (Solidworks 2013)



Simulación movimiento del aire interior producido por el viento de Xaloc. (Solidworks 2013)



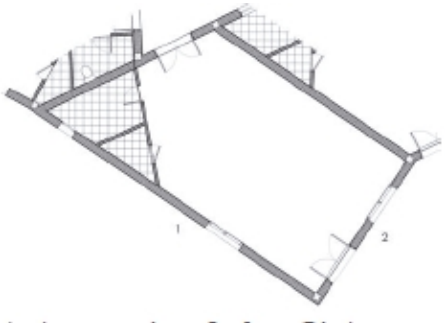
Simulación movimiento del aire interior producido por el viento de Xaloc. (Solidworks 2013)

AULA ESQUINA ZONA B

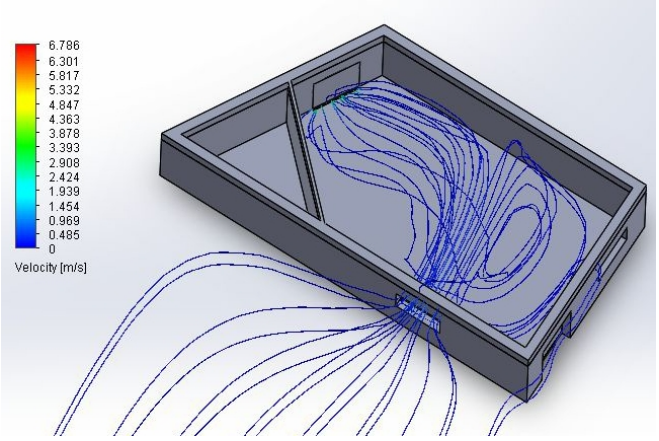
Número de aberturas entrada: 2 ventanas abatibles

Número aberturas extracción/paso: Holgura bajo puerta de entrada al aula.

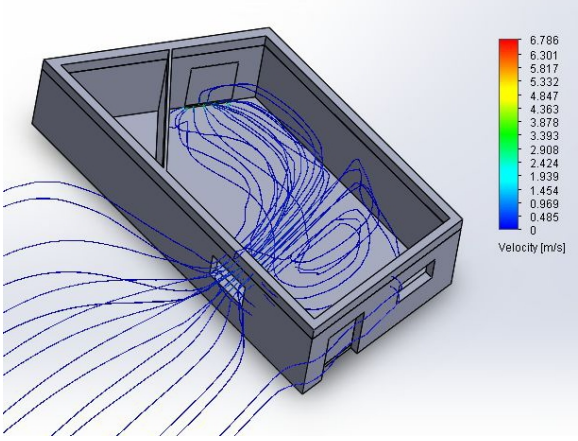
Área efectiva admisión ventilación: (150 x 160) x 2 = *48.000 cm²*



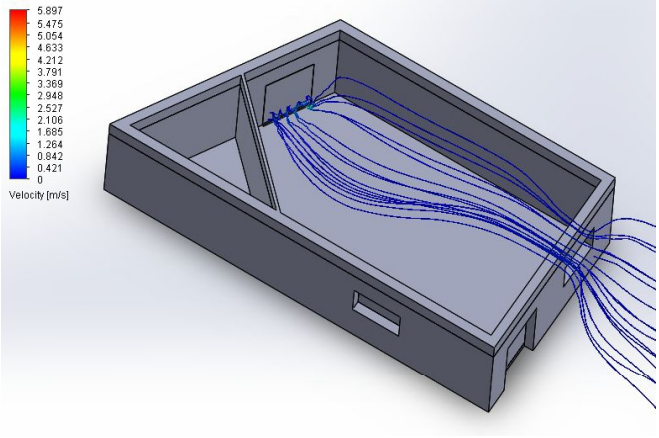
Aula Esquina. 1er ciclo
Niños de 1 años



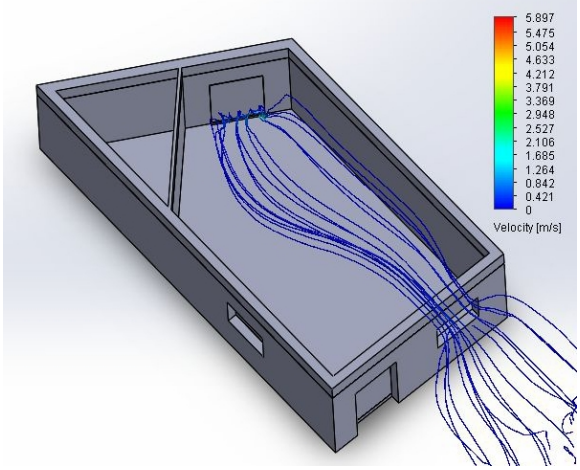
Simulación movimiento del aire interior producido por el viento de Garbí, en aula de esquina Zona B. (Solidworks 2013)



Simulación movimiento del aire interior producido por el viento de Garbí, en aula de esquina Zona B. (Solidworks 2013)



Simulación movimiento del aire interior producido por el viento de Xaloc, en aula de esquina Zona B. (Solidworks 2013)



Simulación movimiento del aire interior producido por el viento de Xaloc, en aula de esquina Zona B. (Solidworks 2013)

Como se presenta en la simulaciones, el viento de Garbi dota de una buena ventilación a las aulas de la zona B, en Invierno y el viento de Xaloc, durante el Verano sin crear unas velocidades interiores elevadas, ni excesivas turbulencias (sin tener en cuenta distribución interior del aula), pero como durante Invierno las principales aberturas de admisión se encontrarán cerradas, el viento de Garbí será indiferente. Por otra parte en la estación necesaria, como es el Verano, el viento de Xaloc, proporcionará una buena ventilación , pero de una manera mínima dado que se trata de un viento no predominante.

ZONA D

Zona D

Orientación principal: Sur

Vientos incidentes: Viento de Poniente produciendo turbulencias en el patio interior.

Presión ejercida por el viento: 100.030 Pa

Tipologia aberturas entrada: Ventanas correderas

% Huecos: 15,85 %

Dirección	Frecuencia (%)	Velocidad (m/s)	Potencia (%)	Weibull C (m/s)	Weibull K
W	14.84	6.148	24.74	7.001	2.133

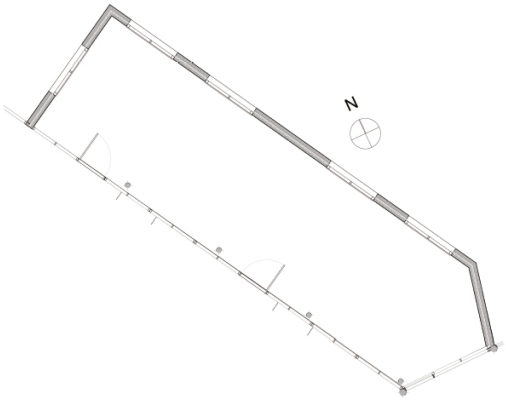
Datos medios anuales sobre el viento de Oeste (Poniente), según IDAE.

AULA ZONA D

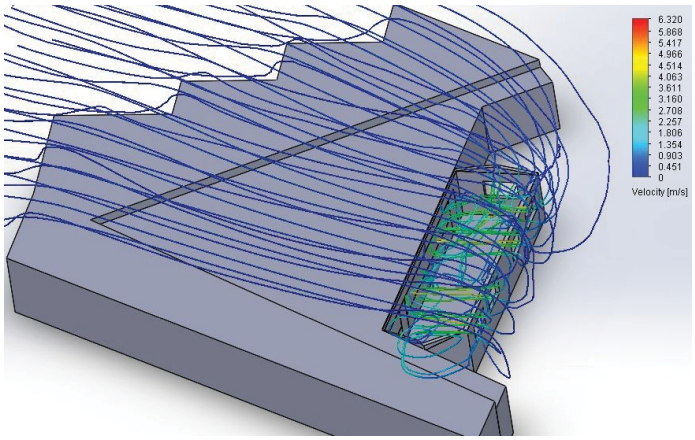
Número de aberturas entrada: 5 ventanas correderas.

Número aberturas extracción/paso: Holgura bajo puerta de entrada al aula y ventanas al pasillo.

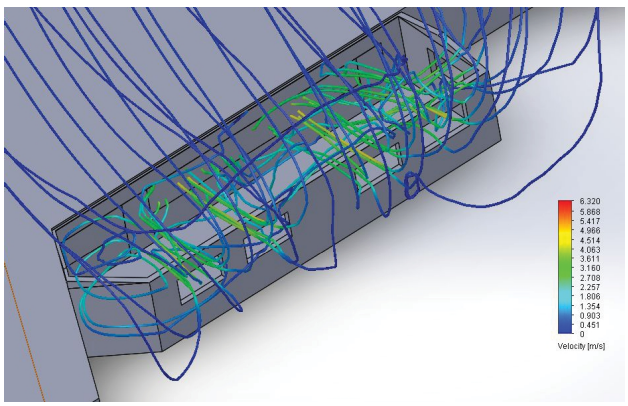
Área efectiva admisión ventilación: (150 x 230) x 5 = *172.500 cm²*



Aula cunas.



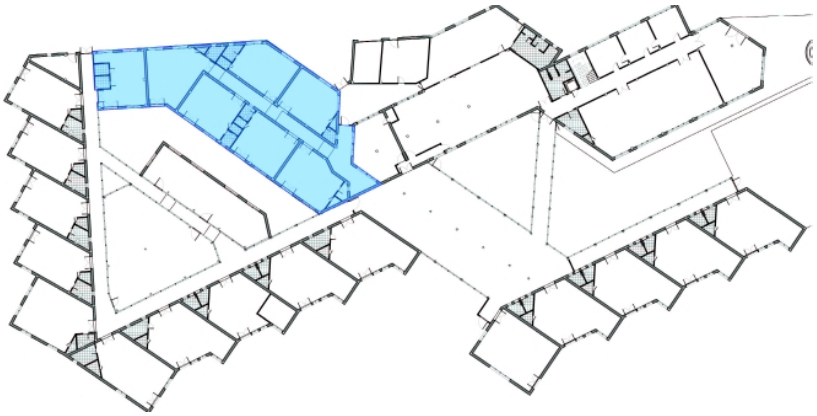
Simulación movimiento del aire interior producido por el viento de Poniente. (Solidworks 2013)



Simulación movimiento del aire interior producido por el viento de Poniente. (Solidworks 2013)

Como se presenta en la simulación, el aula más sensible del edificio, como es el de cunas, es el que presenta una ventilación más turbulenta, con una sensible aceleración interior del viento, lo que puede llegar a producir malestar en el interior. También cabe mencionar que este problema se intensifica en los meses de Invierno, debido a la presencia del viento de Poniente, por lo que debido a la estación, no será tan grave al presentarse todas las aberturas de entrada de aire cerradas, para evitar la perdida de calor del interior del aula.

ZONA E



Zona E

Orientación principal: Noreste

Vientos incidentes: Llevant (Verano) y Levante (Verano)

Presión ejercida por el viento: 100.030 Pa

Tipologia aberturas entrada: Ventanas Correderas

% Huecos: 22,39 %

Dirección	Frecuencia (%)	Velocidad (m/s)	Potencia (%)	Weibull C (m/s)	Weibull K
NE	7.21	5.014	8.16	5.864	1.862
E	9.14	4.425	4.59	4.834	2.378

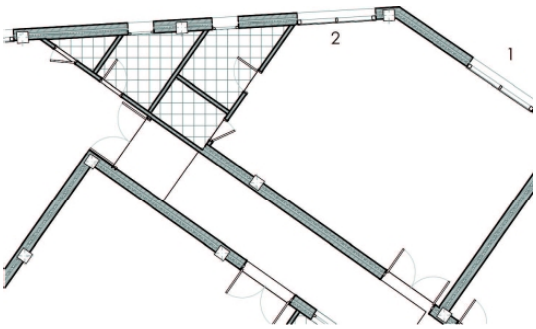
Datos medios anuales sobre el viento de NorEste (Llevant) y Este (Levante), según IDAE.

AULA TIPO ZONA E

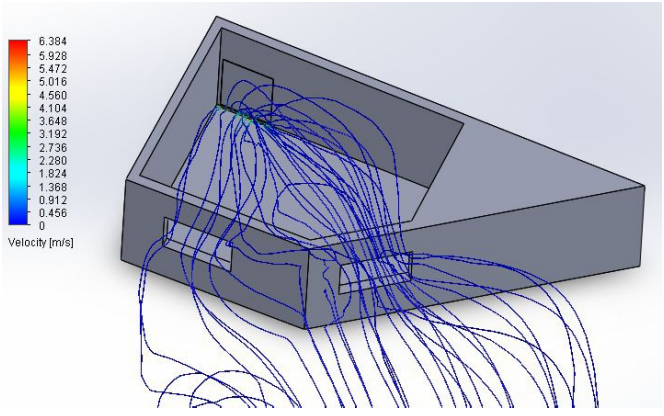
Número de aberturas entrada: 2 ventanas correderas

Número aberturas extracción/paso: Holgura bajo puerta de entrada al aula.

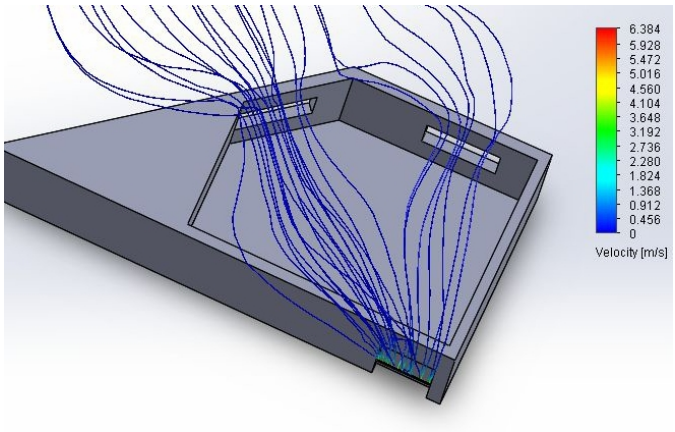
Área efectiva admisión ventilación: (230 x 150) x 2 = *75.000 cm²*



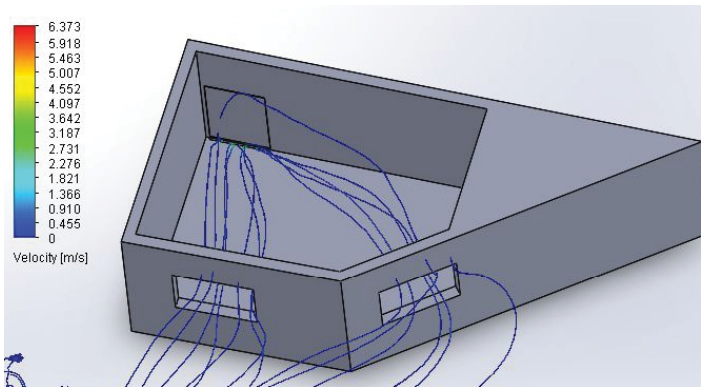
Aula tipo. 1er ciclo
Niños de 1 y 2 años



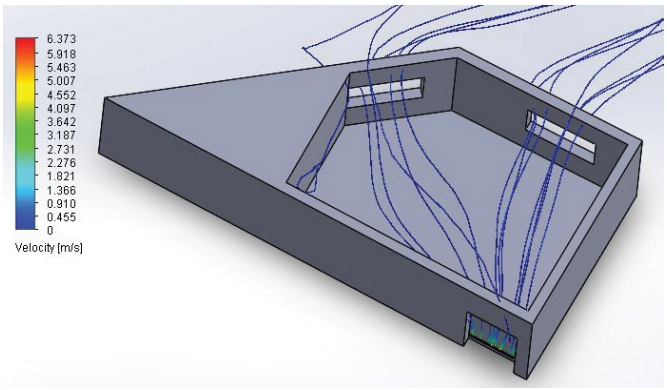
Simulación movimiento del aire interior producido por el viento de Llevant, en aula tipo de la Zona E. (Solidworks 2013)



Simulación movimiento del aire interior producido por el viento de Llevant, en aula tipo de la Zona E. (Solidworks 2013)



Simulación movimiento del aire interior producido por el viento de Levante, en aula tipo de la Zona E. (Solidworks 2013)



Simulación movimiento del aire interior producido por el viento de Levante, en aula tipo de la Zona E. (Solidworks 2013)

Como se presenta en la simulaciones, los viento de Llevant y Levante, durante los meses de Verano, proporcionan una muy buena ventilación de las aulas de la zona E, en los meses cuando es más importante su refrigeración. Esto es debido a la incidencia contínua durante este periodo, del viento sobre sus aberturas de entrada situadas en las fachadas exteriores.

CONCLUSIÓN

Tras el estudio y análisis general del centro de educación infantil a lo referente a temas de ventilación y vientos predomiantes que interfieren en esta, así como el estudio del edificio por zonas mediante la simulación de las aulas más representativas de estas, se ha llegado a la conclusión de que **la orientación actual del edificio no aprovecha los vientos predominantes de una manera eficiente, para la refrigeración y ventilación de la mayoria de las aulas.**

Las aulas de la zona E, són las únicas que aprovechan la ventilación natural durante los meses de Verano, donde más necesario es para ayudar a refrigerar y mantener un mayor grado de confort. Esto se debe a que durante los meses de verano, incide directamente el viento predominante de Levante, y el viento secundario de Llevant, por lo que se asegura una incidencia constante de viento en sus aberturas de entrada, lo que proporciona una ventilación natural producida por la dinámica del viento y por los cambios de presión producidos por este.

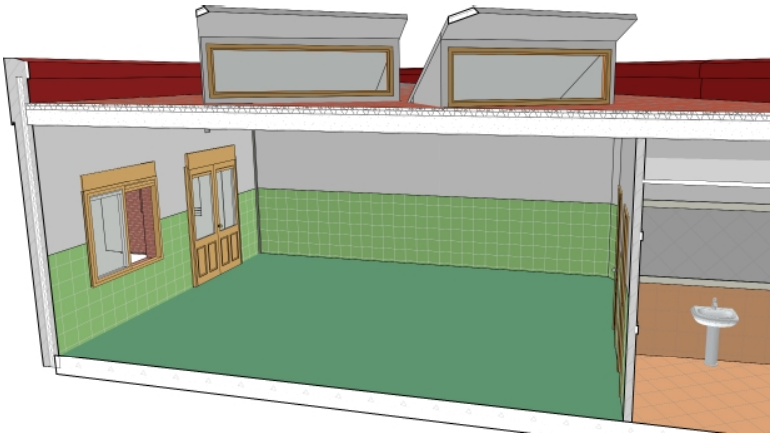
El resto del edificio no posee una ventilación natural eficiente, dado que, o incide directamente el viento de Poniente sobre las aulas de la Zona A, durante la temporada de Invierno, donde no se realiza un aprovechamiento de este dado que las ventanas permanecerán cerradas para evitar perdidas de calor del interior, o por el contrario, no existe la incidencia directa de un viento predominante durante los meses de Verano en las aulas, dejando tan solo la ventilación de estas, a la producida por los cambios de temperatura del aire, que tampoco es muy eficiente dado que no existen grandes aberturas de extracción de aire que mejoren este tipo de ventilación.

Por otro lado, **las secciones mínimas exigidas por el RITE para las diferentes aberturas,** para garantizar un nivel adecuado de calidad del aire interior, las cumple sobradamente, dado que aunque la orientación del edificio no sea la adecuada, existe un gran número de ventanas, por lo que posee un gran área efectiva para garantizar el mínimo nivel exigido, aunque no sea todo lo efectiva que debiera.

Por tanto, teniendo en cuenta todo lo mencionado y la ocupación de la guarderia, se considera que el estado actual del centro de educación infantil podría ser apto para los meses friós, dado que el confort no depende de una buena ventilación, pero para los meses cálidos, **solo sería apto la ocupación de las aulas de la Zona E,** dado que es la única zona que posee una ventilación natural dada por los vientos predomiantes de los meses de Verano.

Para finalizar, teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos, se muestra una **posible propuesta**, para ayudar a mejorar la falta de ventilación natural en los meses necesarios de la mayoria de las zonas. Dicha posible solución, al igual que para el caso del soleamiento, es el estudio de la **instalación de aberturas superiores** en la cubierta plana de cada aula, lo que podría provocar un *"efecto chimenea"*, que favoreceria el movimiento del aire interior por cambios de temperatura.

Para realizar correctamente la instalación habría que estudiar su modo de colocación, orientación, materiales, etc.



Simulación de posible colocación de aberturas superiores para mejorar la ventilación intrerior.

Certificación energética

Centro de Educación Infantil San José y San Antonio de Padua

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

PROYECTO DE FINAL DE GRADO
Taller 11. Arquitectura sostenible, medio ambiente y eficiencia energética.

INTRODUCCIÓN

Según, la publicación número 89, en el Boletín Oficial del Estado (BOE), el sábado 13 de abril de 2013. La **Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010**, modifica la anterior Directiva 20012/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002. Debido a ésta modificación, es necesario, incorporar de nuevo al ordenamiento jurídico español todos los aspectos que se vayan a mejorar.

Todos los aspectos a mejorar, se reflejan en el **Real Decreto 235/2013, aprobado el 5 de abril**, el cual, deroga y completa al anterior Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, incluyendo las novedades de la nueva directiva y amplia su ámbito a todos los edificios, incluidos los existentes.

En edificios que presten servicios públicos, como es nuestro caso, un Centro de Educación Infantil, será obligado mostrar el distintivo, denominado, **etiqueta de eficiencia energética,** en un lugar visible por el público. El certificado de eficiencia energética tendrá una **validez máxima de diez años**, **a partir del 9 de julio de 2015**, desde este momento, se deberá exhibir la etiqueta de eficiencia energética.

La certificación energética del edificio deberá encargarla el propietario del edificio, en este caso, la Fundación San José y San Antonio de Padua **a un técnico competente**, el cual, realizará las inspecciones necesarias, para conseguir una concordancia entre el edificio y el contenido de la certificación energética. **El certificado, será entregado por el propietario al órgano competente de la Comunidad Valenciana en materia de certificación energética de edificios**. El propietario del edificio, se responsabilizará de renovar el certificado de eficiencia energética, según establezca el órgano competente de la Comunidad Valenciana. En caso de incluir mejoras al edificio, si el propietario lo estima oportuno, podrá actualizar el certificado voluntariamente.

Para la calificación de eficiencia energética de edificios construidos con anterioridad al 1 de junio de 2013, **el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, a través del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) ofrece unas herramientas informáticas** que permiten obtener la calificación de eficiencia energética para edificios existentes, que serán de aplicación en todo el territorio nacional y tendrán la consideración de documento reconocido. En nuestro caso, se ha empleado, el procedimiento simplificado para edificios existentes, mediante **el programa CE3X**.

A continuación se muestra el informe y la calificación energética emitida mediante el programa CE3X.

CERTIFICADO DE EFICICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	CENTRO DE EDUCACIÓN INFANTIL SAN JOSÉ Y SAN ANTONIO DE PADUA		
Dirección	C/ SEBASTIAN DIEGO, 88 Sueca (Valencia)		
Municipio	Sueca	**Código Postal**	46410
Provincia	Valencia	**Comunidad Autónoma**	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	**Año construcción**	1970
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT79		
Referencia/s catastral/es	1920304YJ3412S0001FR		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
○ Vivienda ○ Unifamiliar ○ Bloque ○ Bloque completo ○ Vivienda individual	● Terciario ● Edificio completo ○ Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	ESTHER MATOSES CORBERÀ	**NIF**	73586709A
Razón social		**CIF**	
Domicilio	C/JAUME ROIG, 5-1º-2ª		
Municipio	Sueca	**Código Postal**	46410
Provincia	Valencia	**Comunidad Autónoma**	Comunidad Valenciana
e-mail	esmacor1@arqt.upv.es		
Titulación habilitante según normativa vigente	ARQUITECTO TÉCNICO		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEX v1.0		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CALIFICACION ENERGÉTICA GLOBAL
EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO
[$kgCO_2/m^2$ año]

El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 20/6/2013

Firma del técnico certificador

Anexo I. *Descripción de las características energéticas del edificio.*
Anexo II. *Calificación energética del edificio.*
Anexo III. *Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.*
Anexo IV. *Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.*

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I
DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	2140.45

Imagen del edificio	Plano de situación

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
Zona (A) cubierta plana	Cubierta	302.61	0.37	Conocido
Zona (B1)-cubierta plana	Cubierta	337.38	0.37	Conocido
Zona (B2)-cubierta plana	Cubierta	340.79	0.37	Conocido
Zona (D)-cubierta inclinada	Cubierta	85.60	0.32	Conocido
Zona (E)-cubierta plana	Cubierta	404.42	0.37	Conocido
Zona (C)-cubierta inclinada	Cubierta	669.65	0.32	Conocido
Zona (A)-Muro SO	Fachada	103.24	0.52	Conocido
Zona (A)-Muro NO	Fachada	142.04	0.52	Conocido
Zona (A)-Muro NE	Fachada	29.5	0.52	Conocido
Zona (A)-Muro SE	Fachada	167.05	0.52	Conocido
Zona (B1)-Muro SE	Fachada	94.12	0.52	Conocido
Zona (B1)-Muro SO	Fachada	96.16	0.52	Conocido
Zona (B1)-Muro SUR	Fachada	83.35	0.52	Conocido
Zona (B1)-Muro NE	Fachada	42.1	0.52	Conocido
Zona (B1)-Muro NORTE	Fachada	191.88	0.52	Conocido
Zona (B2)-Muro SO	Fachada	79.3	0.52	Conocido
Zona (B2)-Muro SE	Fachada	97.14	0.52	Conocido
Zona (B2)-Muro SUR	Fachada	84.46	0.52	Conocido
Zona (B2)-Muro NO	Fachada	32.62	0.52	Conocido
Zona (B2)-Muro NORTE	Fachada	158.87	0.52	Conocido
Zona (B2)-Muro NE	Fachada	42.1	0.52	Conocido
Zona (A)-Muro SUR	Fachada	20.92	0.52	Conocido
Zona (D)-Muro SO	Fachada	75.65	2.92	Conocido
Zona (D)-Muro SUR	Fachada	16.47	0.52	Conocido
Zona (D)-Muro SE	Fachada	14.15	0.52	Conocido
Zona (D)-Muro NE	Fachada	73.16	0.52	Conocido
Zona (D)-Muro NO	Fachada	23.9	0.52	Conocido
Zona (E)-Muro SUR	Fachada	40.81	2.92	Conocido

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
Zona (E)-Muro SO	Fachada	149.08	0.52	Conocido
Zona (E)-Muro NO	Fachada	34.0	2.92	Conocido
Zona (E)-Muro NE	Fachada	181.2	0.52	Conocido
Zona (E)-Muro SE	Fachada	41.12	0.52	Conocido
Zona (C)-Muro SUR	Fachada	329.92	0.52	Conocido
Zona (C)-Muro SE	Fachada	137.24	2.92	Conocido
Zona (C)-Muro SO	Fachada	98.17	2.92	Conocido
Zona (C)-Muro NO	Fachada	248.84	2.92	Conocido
Zona (C)-Muro NE	Fachada	234.2	2.92	Conocido
Zona (C)-Muro NORTE	Fachada	223.97	2.92	Conocido
Zona (A)-Suelo con terreno	Suelo	339.17	0.62	Estimado
Zona (B1)-Suelo con terreno	Suelo	383.39	0.60	Estimado
Zona (B2)-Suelo con terreno	Suelo	379.30	0.67	Estimado
Zona (D)-Suelo con terreno	Suelo	95.41	0.97	Estimado
Zona (E)-Suelo con terreno	Suelo	431.42	0.51	Estimado
Zona (C)-Suelo con terreno	Suelo	682.36	0.79	Estimado

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Zona (A)-ventana NO	Hueco	14.4	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (A)-ventana SO	Hueco	14.4	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (A)-ventana NE	Hueco	0.7	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (A)-puerta NO	Hueco	17.28	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (A)-puerta NE	Hueco	2.43	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (A)-puerta SE	Hueco	21.6	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (A)-ventana SE	Hueco	2.8	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (B1)-ventana SO	Hueco	11.25	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (B1)-ventana SE	Hueco	2.4	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (B1)-puerta SE	Hueco	4.32	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (B1)-puerta SUR	Hueco	4.32	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (B1)-ventana SUR	Hueco	12.72	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (B1)-ventana N	Hueco	7.7	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (B1)-puerta N	Hueco	21.6	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (B2)-ventana NO	Hueco	4.32	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (B2)-puerta NORTE	Hueco	17.28	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (B2)-ventana NORTE	Hueco	19.2	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (B2)-puerta baño NORTE	Hueco	18.9	0.00	0.00	Conocido	Conocido
Zona (B1)-puerta baño NORTE	Hueco	5.67	0.00	0.00	Conocido	Conocido
Zona (B2)-puerta SUR	Hueco	17.28	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (B2)-ventana SUR	Hueco	12.72	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (B2)-puerta SE	Hueco	4.32	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (B2)-ventana SO	Hueco	13.5	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (D)-puerta SO	Hueco	6.48	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (D)-ventana SO	Hueco	17.36	5.70	0.85	Conocido	Conocido

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Zona (D)-ventana NO	Hueco	3.2	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (D)-ventana NE	Hueco	12.78	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (E)-puerta SUR	Hueco	4.32	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (E)-puerta SO	Hueco	25.65	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (E)-ventana SO	Hueco	12.78	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (E)-puerta NO	Hueco	4.32	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (E)-ventana NE-1	Hueco	22.37	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (E)-ventana NE-2	Hueco	1.4	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (E)-ventana NE-3	Hueco	4.8	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (E)-puerta NE	Hueco	3.24	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (E)-ventana SE-1	Hueco	3.2	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (E)-ventana SE-2	Hueco	4.8	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (C)-ventana SUR-1	Hueco	19.2	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (C)-ventana SUR-2	Hueco	7.7	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (C)-puerta SUR	Hueco	38.88	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (C)-puerta baño SUR	Hueco	24.57	0.00	0.00	Conocido	Conocido
Zona (C)-puerta SE	Hueco	4.32	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (C)-ventana SE	Hueco	4.32	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (C)-puerta SO	Hueco	3.24	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (C)-ventana SO	Hueco	16.02	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (C)-puerta NO	Hueco	4.32	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (C)-ventana NO	Hueco	0.7	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (C)-puerta NE-1	Hueco	3.7	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (C)-puerta NE-2	Hueco	12.96	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (C)-puerta NE-3	Hueco	4.32	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (C)-ventana NE	Hueco	43.71	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (C)-puerta NORTE	Hueco	8.64	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Zona (C)-ventana NORTE	Hueco	35.81	5.70	0.85	Conocido	Conocido

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	53.2	80.70	Gasóleo-C	Estimado

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	53.2	80.70	Gasóleo-C	Estimado

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m²]	VEEI [W/m²·100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
Edificio Objeto	17.82	5.94	300.00	Conocido

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m²]	Perfil de uso
Edificio	2140.45	Intensidad Media - 12h

ANEXO II
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Intensidad Media - 12h

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
< 30.8 A 30.8-50.1 B 50.1-77.1 C 77.1-100.2 D 100.2-123.4 E 123.4-154.2 F ≥ 154.2 G	**83.72 D**	**CALEFACCIÓN**	**ACS**
		F	E
		Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]	*Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]*
		21.83	4.00
		REFRIGERACIÓN	**ILUMINACIÓN**
		D	C
Emisiones globales [kgCO₂/m² año]		*Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]*	*Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]*
83.72		16.85	41.0

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
< 16.6 A 16.6-27.0 B 27.0-41.5 C 41.5-53.9 D 53.9-66.3 E 66.3-82.9 F ≥ 82.9 G	**61.4 F**	< 17.7 A 17.7-28.7 B 28.7-44.2 C 44.2-57.4 D 57.4-70.7 E 70.7-88.4 F ≥ 88.4 G	**44.13 D**
Demanda global de calefacción [kWh/m² año]		***Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]***	
61.40		44.13	

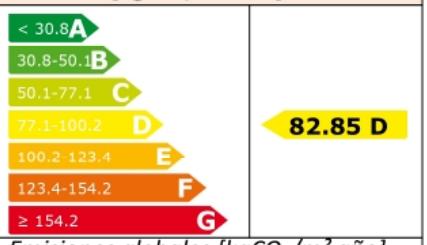
3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

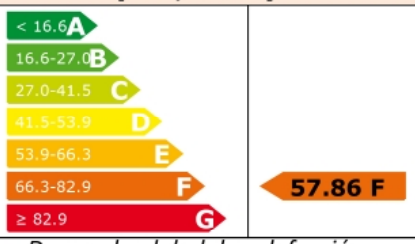
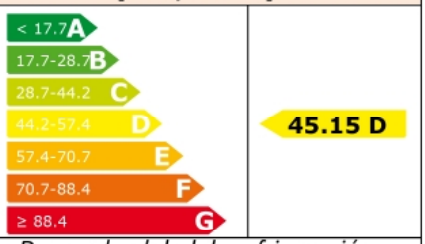
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
< 132.0 A 132.0-214.5 B 214.5-330.0 C 330.0-429.0 D 429.0-528.0 E 528.0-660.0 F ≥ 660.0 G	**330.0 D**	**CALEFACCIÓN**	**ACS**
		1.38 E	1.28 D
		Energía primaria calefacción [kWh/m² año]	*Energía primaria ACS [kWh/m² año]*
		82.17	15.06
		REFRIGERACIÓN	**ILUMINACIÓN**
		1.0 C	0.99 C
Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]		*Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]*	*Energía primaria iluminación [kWh/m² año]*
330.00		67.75	165.03

ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [$kgCO_2/m^2$ año]



Emisiones globales [$kgCO_2/m^2$ año]
82.85

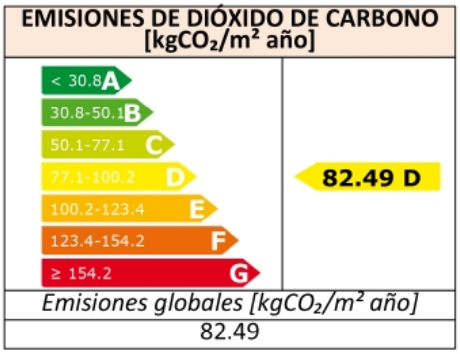
DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m^2 año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m^2 año]
	
Demanda global de calefacción [kWh/m^2 año]	*Demanda global de refrigeración [kWh/m^2 año]*
57.86	*45.15*

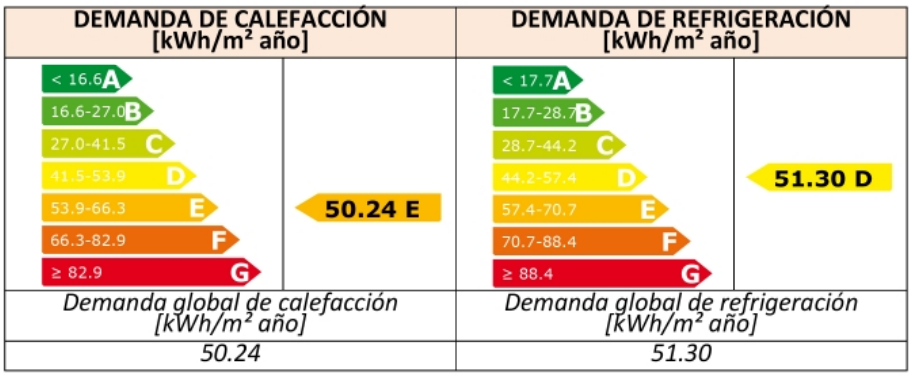
ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m^2 año]	57.86	F	45.15	D						
Diferencia con situación inicial	3.5 (5.8%)		-1.0 (-2.3%)							
Energía primaria [kWh/m^2 año]	77.44	D	69.32	D	15.06	D	165.03	C	326.85	D
Diferencia con situación inicial	4.7 (5.8%)		-1.6 (-2.3%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		3.2 (1.0%)	
Emisiones de CO_2 [$kgCO_2/m^2$ año]	20.58	E	17.24	D	4.00	E	41.04	C	82.85	D
Diferencia con situación inicial	1.3 (5.7%)		-0.4 (-2.3%)		0.0 (0.1%)		-0.0 (-0.1%)		0.9 (1.0%)	

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

MEDIDA1: SUSTITUCIÓN DE HUECOS
Sustitución de ventanas



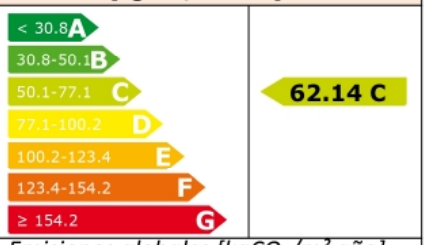


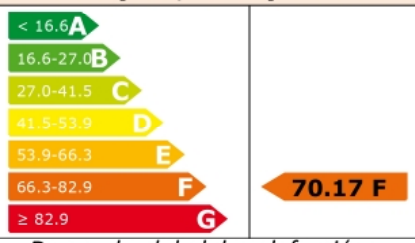
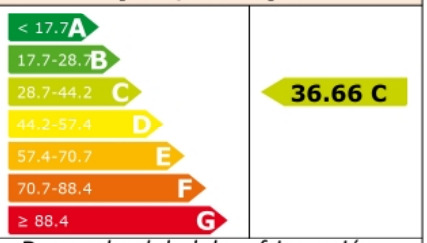
ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m² año]	50.24	E	51.30	D						
Diferencia con situación inicial	11.2 (18.2%)		-7.2 (-16.2%)							
Energía primaria [kWh/m² año]	67.24	D	78.76	D	15.06	D	165.03	C	326.09	D
Diferencia con situación inicial	14.9 (18.2%)		-11.0 (-16.3%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		3.9 (1.2%)	
Emisiones de CO_2 [kgCO_2/m² año]	17.87	E	19.58	D	4.00	E	41.04	C	82.49	D
Diferencia con situación inicial	4.0 (18.1%)		-2.7 (-16.2%)		0.0 (0.1%)		-0.0 (-0.1%)		1.2 (1.5%)	

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

MEDIDA2: AISLAMIENTO TÉRMICO EN EL CERRAMIENTO DEL PASILLO
Adición de aislamiento térmico en fachada por el interior o relleno de cámara de aire

EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [$kgCO_2/m^2$ año]

Emisiones globales [$kgCO_2/m^2$ año]
62.14

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m^2 año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m^2 año]
	
Demanda global de calefacción [kWh/m^2 año]	*Demanda global de refrigeración [kWh/m^2 año]*
70.17	*36.66*

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m^2 año]	70.17	F	36.66	C						
Diferencia con situación inicial	-8.8 (-14.3%)		7.5 (16.9%)							
Energía primaria [kWh/m^2 año]	93.91	E	56.28	C	15.06	D	77.17	B	242.42	C
Diferencia con situación inicial	-11.7 (-14.3%)		11.5 (16.9%)		0.0 (0.0%)		87.9 (53.2%)		87.6 (26.5%)	
Emisiones de CO_2 [$kgCO_2/m^2$ año]	24.95	F	14.00	C	4.00	E	19.19	B	62.14	C
Diferencia con situación inicial	-3.1 (-14.3%)		2.9 (16.9%)		0.0 (0.1%)		21.8 (53.2%)		21.6 (25.8%)	

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
MEDIDA3: ILUMINACIÓN MEDIANTE LAMPARAS DE FLUORESCENCIA COMPACTA.

ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR
Inspecciones visuales en el centro.
DOCUMENTACION ADJUNTA
Manual del usuario del CE3X Código Técnico de la Edificación. CTE DB-HE Licencia Ambiental del Centro de Educación Infantil San José y San Antonio de Padua del año 2011

Para llevar a cabo la cerficicación energética se ha realizado el estudio de los materiales mediante fichas técnicas que aportarán un resumen de las carácterísticas de los elementos constructivos necesarios para elaborar dicha certifiación energética en el edificio.

En las fichas técnicas se detallan los materiales de los que están compuestos dichos elementos, así como sus cualidades. En este caso, las características que se muestran son las relacionadas con la resistencia térmica, espesor, conductividad térmica, densidad y calor específico.

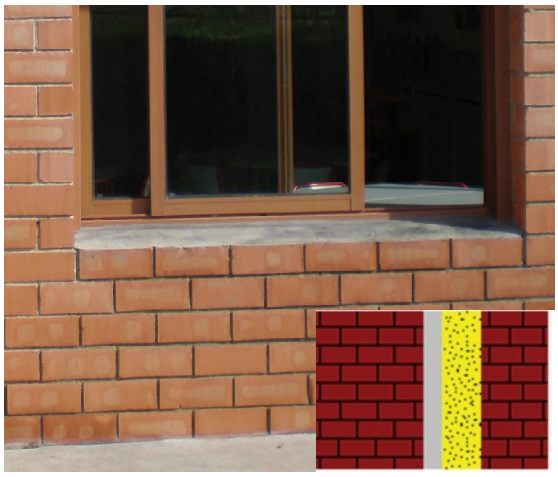
Todos estos datos son necesarios para calcular la transmitancia térmica de los elementos constructivos y de esta manera saber si cumplen con las exigencias requeridas por el Código Técnico de la Edificación en su Documento básico de Ahorro Energético y para hayar la calificación energetica del edificio estudiado. En relación con los vidrios y los marcos de las ventanas se detallan otras propiedades, como son su factor solar y absortividad.

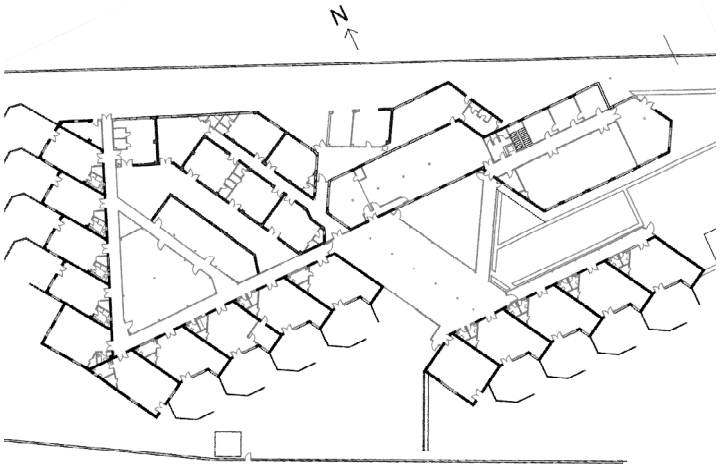
Cabe destacar que los datos son una estimación basada en las visitas al centro puesto que no ha sido posible realizar ensayos insitu y conocer con exactitud la composición y espesores de los materiales.

A continuación se muestran las siguientes fichas:

- Cerramiento Exterior
- Ceramiento Pasillo
- Cubierta Plana Transitable
- Cubierta Inclinada
- Solera
- Vidrios
- Marcos

CERRAMIENTO EXTERIOR

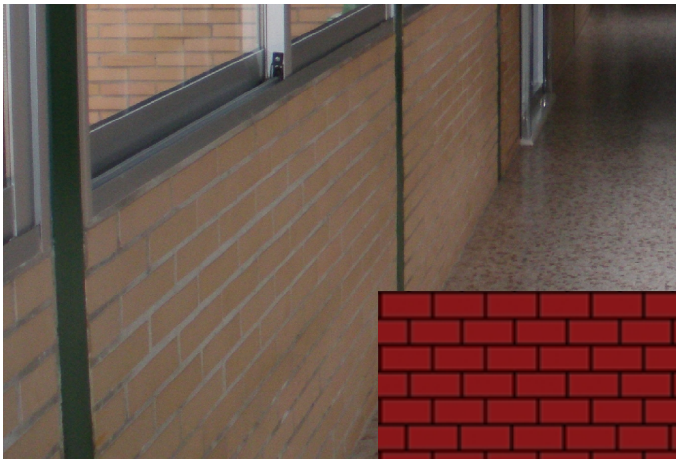


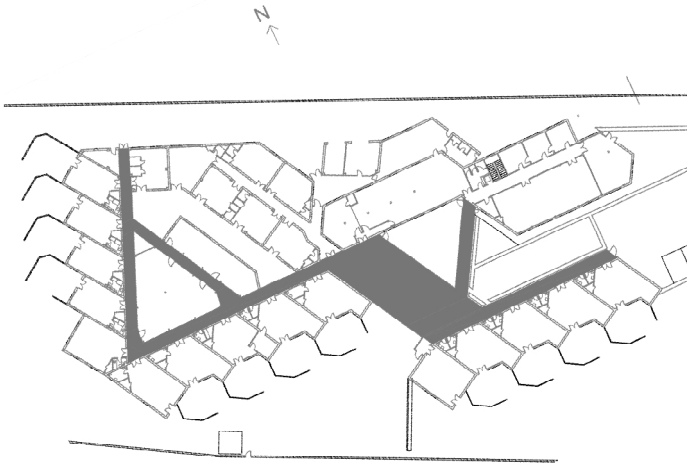


MATERIAL	GRUPO	R (m^2K/W)	ESPESOR	λ(W/mK)	ρ(kg/m^3)	Cp (J/kgK)
1/2 pie LP métrico o catalán (80mm < G <100 mm)	Fábrica de ladrillo	0.225	0.115	0.512	900	1000
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000< d< 1250	Morteros	0.036	0.02	0.55	1125	1000
MW Lana mineral (0.031 w/mK)	Aislantes	1.29	0.04	0.031	40	1000
Tabicón de LH doble (60 mm < E< 90mm)	Fábrica de ladrillo	0.162	0.07	0.432	930	1000
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	Enlucidos	0.035	0.02	0.57	1150	1000

R= 1.75 m^2K/W

CERRAMIENTO PASILLO

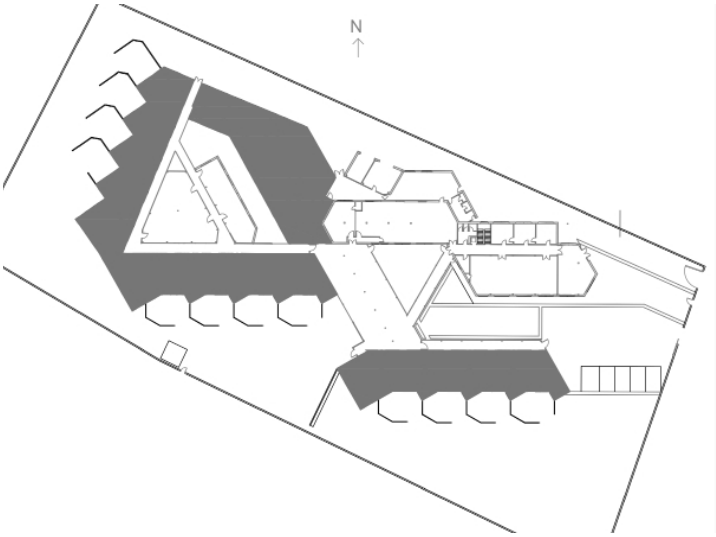




MATERIAL	GRUPO	R (m^2K/W)	ESPESOR	λ(W/mK)	ρ(kg/m^3)	Cp (J/kgK)
1/2 pie de LP métrico o catalán (40mm < G < 60 mm)	Fábrica de ladrillo	0.172	0.115	0.667	1140	1000

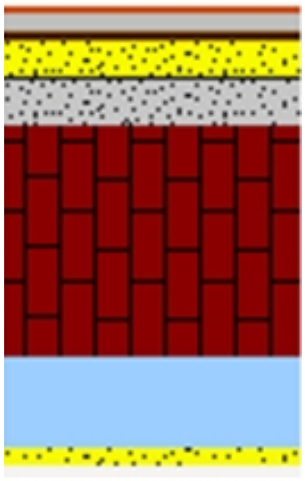
R= 0.17 m^2K/W

CUBIERTA PLANA TRANSITABLE- NO VENTILADA-SOLADO FIJO

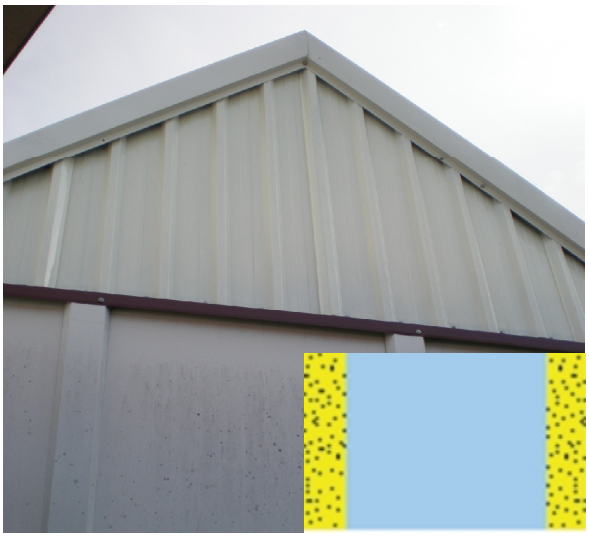


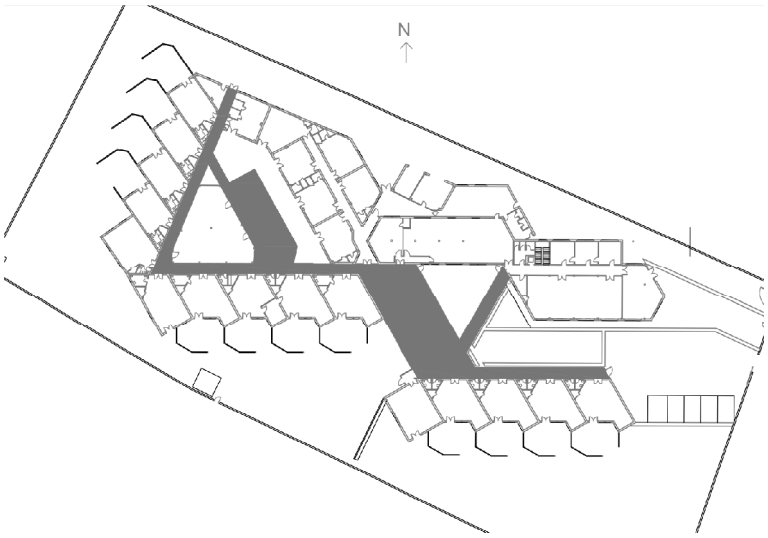
MATERIAL	GRUPO	R (m^2K/W)	ESPESOR	λ(W/mK)	ρ(kg/m^3)	Cp (J/kgK)
Plaqueta o baldosa cerámica	Cerámicos	0.01	0.01	1	2000	800
Mortero de cemento o cal para albañileria y para revoco/enlucido 1000< d< 1250	Morteros	0.036	0.02	0.55	1125	1000
Subcapa, fieltro	Textiles	0.1	0.005	0.05	120	1300
Betún fieltro o lámina	Bituminosos	0.022	0.005	0.23	1100	1000
Subcapa, fieltro	Textiles	0.1	0.005	0.05	120	1300
XPS expandido con dióxido de carbono CO2 (0.034 W/mK)	Aislantes	1.176	0.04	0.034	37.5	1000
Betún fieltro o lámina	Bituminosos	0.022	0.005	0.23	1100	1000
Hormigón con áridos ligueros 1800 < 2000	Hormigones	0.037	0.05	1.35	1900	1000
FU entrevigado de hormigón- canto 250mm	Forjados unidireccionales	0.189	0.25	1.323	1330	1000
Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	Cámara de aire	0.18	-	-	-	-
MW Lana mineral (0.031 w/mK)	Aislantes	0.645	0.02	0.031	40	1000
Placa de yeso o escayola	Yesos	0.08	0.02	0.25	825	1000

R= 2.6 m^2K/W



CUBIERTA INCLINADA- PANEL CON NÚCLEO AISLANTE





MATERIAL	GRUPO	R (m^2K/W)	ESPESOR	λ(W/mK)	ρ(kg/m^3)	Cp (J/kgK)
Panel sandwich con alma de poliestireno expandido	Aislantes	2.059	0.07	0.034	30	1000
Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	Cámara de aire	0.18	-	-	-	-
MW Lana mineral (0.031 w/mK)	Aislantes	0.645	0.02	0.031	40	1000
Placa de yeso o escayola	Yesos	0.08	0.02	0.25	825	1000

R= 2.96m^2K/W

SOLERA

R=0.26 m2K/W

MATERIAL	GRUPO	R (m^2K/W)	ESPESOR	λ(W/mK)	ρ(kg/m^3)	Cp (J/kgK)
Pieda artificial	Pétreos y suelos	0.023	0.03	1.3	1700	1000
Mortero de cemento o cal para albañileria y para revoco/enlucido 1800 < d< 2000	Morteros	0.031	0.04	1.3	1900	1000
Hormigón armado d > 2500	Hormigones	0.06	0.15	2.5	2600	1000
Mortero de cemento o cal para albañileria y para revoco/enlucido d > 2000	Morteros	0.011	0.02	1.8	2100	1000
Betún fieltro o lámina	Bituminosos	0.022	0.005	0.23	1100	1000
Mortero de cemento o cal para albañileria y para revoco/enlucido d >2000	Morteros	0.011	0.02	1.8	2100	1000
Arena y grava (1700 < d < 2200)	Pétreos y suelos	0.1	0.20	2	1450	1050

VIDRIOS

Monolíticos en posición vertical

Propiedades:

U = 5.7 W/m^{2}K
Factor solar = 0.85

MARCOS

Madera de densidad media baja
De madera en posición vertical

Propiedades:

U = 2 W/m^{2}K
Absortividad = 0.7

Normal sin rotura de puente térmico
Metálicos en posición vertical

Propiedades:

U = 5.7W/m^{2}K
Absortividad = 0.7

ANÁLISIS DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

El análisis de la demanda energética del Centro de Educación Infantil San José y San Antonio de Padua, se va a realizar, comparando los datos obtenidos en la herramienta informática CE3X y los valores límite permitidos por el Código Técnico de la Edificación, en el Documento Básico de Ahorro de Energía.

Hay que destacar, que el edificio fue construido en el año 1970 y está situado en la zona de Valencia. Los datos obtenidos por la herramienta informática CE3X, se han conseguido, mediante una estimación aproximada de los materiales que componen los cerramientos y los huecos del edificio.

A continuación, se adjunta la **tabla 2.2 del DB HE Ahorro de Energía** correspondiente a la zona climática B3, que nos ayudará a, estimar las mejoras que debemos aplicar al Centro de Educación Infantil para disminuir la demanda energética del edificio.

Documento Básico HE Ahorro de Energía

ZONA CLIMÁTICA B3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	**U_{Mlim}: 0,82 W/m²K**
Transmitancia límite de suelos	**U_{Slim}: 0,52 W/m²K**
Transmitancia límite de cubiertas	**U_{Clim}: 0,45 W/m²K**
Factor solar modificado límite de lucernarios	**F_{Llim}: 0,30**

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos[1] U_{Hlim} W/m²K				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
					Carga interna baja			Carga interna alta		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	5,4 (5,7)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,8 (4,7)	4,9 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	3,3 (3,8)	4,3 (4,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,57	-	-
de 31 a 40	3,0 (3,3)	4,0 (4,2)	5,6 (5,7)	5,6 (5,7)	-	-	-	0,45	-	0,50
de 41 a 50	2,8 (3,0)	3,7 (3,9)	5,4 (5,5)	5,4 (5,5)	0,53	-	0,59	0,38	0,57	0,43
de 51 a 60	2,7 (2,8)	3,6 (3,7)	5,2 (5,3)	5,2 (5,3)	0,46	-	0,52	0,33	0,51	0,38

El Centro de Educación Infantil se ha dividido por zonas (A, B1, B2, C, D, E), según la orientación y el uso. Por tanto, cada zona será comparada con la tabla 2.2 y finalmente se tomarán unas medidas para corregir la demanda energética del edificio.

ZONA (A)	Herramienta informática CE3X	CTE DB HE Tabla 2.2 Zona climática B3	Observaciones
Transmitancia límite de muros de fachada.	U= 0.52 W/m²K	U= 0.82 W/m²K	Cumple
Transmitancia límite de suelos.	U= 0.62 W/m²K	U= 0.52 W/m²K	No cumple
Transmitancia límite de cubiertas.	U= 0.37 W/m²K	U= 0.45 W/m²K	Cumple
14.61% Huecos (SE)	U= 5.7 W/m²K	U= 5.7 W/m²K	Cumple
13.95% Huecos (SO)	U= 5.7 W/m²K	U= 5.7 W/m²K	Cumple

ZONA (B1)	Herramienta informática CE3X	CTE DB HE Tabla 2.2 Zona climática B3	Observaciones
Transmitancia límite de muros de fachada.	U= 0.52 W/m²K	U= 0.82 W/m²K	Cumple
Transmitancia límite de suelos.	U= 0.60 W/m²K	U= 0.52 W/m²K	No cumple
Transmitancia límite de cubiertas.	U= 0.37 W/m²K	U= 0.45 W/m²K	Cumple
18.22% Huecos (N)	U= 5.7 W/m²K	U= 3.8 W/m²K	No cumple
20.44% Huecos (S)	U= 5.7 W/m²K	U= 5.7 W/m²K	Cumple
14.61% Huecos (SE)	U= 5.7 W/m²K	U= 5.7 W/m²K	Cumple
13.95% Huecos (SO)	U= 5.7 W/m²K	U= 5.7 W/m²K	Cumple

ZONA (B2)	Herramienta informática CE3X	CTE DB HE Tabla 2.2 Zona climática B3	Observaciones
Transmitancia límite de muros de fachada.	U= 0.52 W/m²K	U= 0.82 W/m²K	Cumple
Transmitancia límite de suelos.	U= 0.67 W/m²K	U= 0.52 W/m²K	No cumple
Transmitancia límite de cubiertas.	U= 0.37 W/m²K	U= 0.45 W/m²K	Cumple
34.86% Huecos (N)	U= 5.7 W/m²K	U= 3.0 W/m²K	No cumple
35.52% Huecos (S)	U= 5.7 W/m²K	U= 5.6 W/m²K	No cumple
4.45% Huecos (SE)	U= 5.7 W/m²K	U= 5.7 W/m²K	Cumple
17.02% Huecos (SO)	U= 5.7 W/m²K	U= 5.7 W/m²K	Cumple

ZONA (C)	Herramienta informática CE3X	CTE DB HE Tabla 2.2 Zona climática B3	Observaciones
Transmitancia límite de muros de fachada orientado al (S).	U= 0.52 W/m²K	U= 0.82 W/m²K	Cumple
Transmitancia límite de muros de fachada orientado al (SE, SO, NO, NE, N).	U= 2.92 W/m²K	U= 0.82 W/m²K	No cumple
Transmitancia límite de suelos.	U= 0.79 W/m²K	U= 0.52 W/m²K	No cumple
Transmitancia límite de cubiertas.	U= 0.32 W/m²K	U= 0.45 W/m²K	Cumple
19.85% Huecos (N).	U= 5.7 W/m²K	U= 3.8 W/m²K	No cumple
27.38% Huecos (S).	U= 5.7 W/m²K	U= 5.7 W/m²K	Cumple
6.30% Huecos (SE).	U= 5.7 W/m²K	U= 5.7 W/m²K	Cumple
2.02% Huecos (SO).	U= 5.7 W/m²K	U= 5.7 W/m²K	Cumple

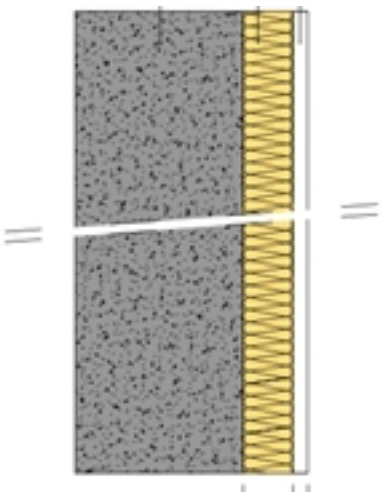
ZONA (D)	Herramienta informática CE3X	CTE DB HE Tabla 2.2 Zona climática B3	Observaciones
Transmitancia límite de muros de fachada (S, SE, NE, NO).	U= 0.52 W/m²K	U= 0.82 W/m²K	Cumple
Transmitancia límite de muros de fachada (SO).	U= 2.92 W/m²K	U= 0.82 W/m²K	No cumple
Transmitancia límite de suelos.	U= 0.97 W/m²K	U= 0.52 W/m²K	No cumple
Transmitancia límite de cubiertas.	U= 0.32 W/m²K	U= 0.45 W/m²K	Cumple
31.51% Huecos (SO).	U= 5.7 W/m²K	U= 5.7 W/m²K	Cumple
31.51% Huecos (SO).	U= 5.7 W/m²K	U= 5.7 W/m²K	Cumple

ZONA (E)	Herramienta informática CE3X	CTE DB HE Tabla 2.2 Zona climática B3	Observaciones
Transmitancia límite de muros de fachada (SO, NE, SE).	U= 0.52 W/m²K	U= 0.82 W/m²K	Cumple
Transmitancia límite de muros de fachada (S, NO).	U= 2.92 W/m²K	U= 0.82 W/m²K	No cumple
Transmitancia límite de suelos.	U= 0.51 W/m²K	U= 0.52 W/m²K	Cumple
Transmitancia límite de cubiertas.	U= 0.37 W/m²K	U= 0.45 W/m²K	Cumple
10.59% Huecos (S).	U= 5.7 W/m²K	U= 5.7 W/m²K	Cumple
19.45% Huecos (SE).	U= 5.7 W/m²K	U= 5.7 W/m²K	Cumple
25.78% Huecos (SO).	U= 5.7 W/m²K	U= 5.7 W/m²K	Cumple

MEDIDAS DE MEJORA

a) envolvente térmica

Una vez, realizado el estudio comparativo anterior, de los resultados obtenidos por la herramienta informática CE3X y los valores límite permitidos por el CTE DB HE tabla 2.2.



Observamos que, los cerramientos que dividen la zona del pasillo con la zona exterior, llamados cerramiento pasillo, superan el valor límite permitido por el CTE. Por tanto, la solución propuesta sería, disponer un trasdosado, en la cara interior del cerramiento de fábrica de ½ pie de LP de e=11.5cm, compuesto por MW lana mineral de roca y placa de yeso revestida con pintura.

La MW lana de roca: su e=0.03m y λ=0.031W/mk

La placa de yeso: su e=0.02m y λ=0.25 W/mk

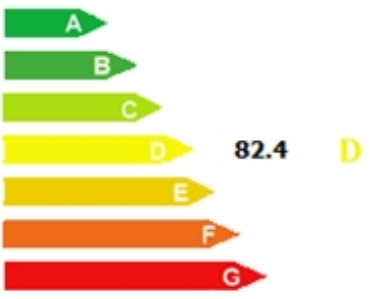
La transmitancia total del cerramiento será U= 0.52 W/m2K < 0.82 W/m2K

Por tanto, **CUMPLE** con el CTE DB HE.

Con esta medida de mejora, conseguimos reducir un 20% en la demanda de calefacción y en las emisiones de calefacción, conservando la etiqueta de eficiencia energética D obtenida en la certificación energética del edificio. No obstante ahorramos solamente un 1.6% en las emisiones globales, debido a la demanda y las emisiones de refrigeración.

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	49.2 E	61.4 F	20.0 %
Demanda de refrigeración	52.1 D	44.1 D	-18.0 %
Emisiones de calefacción	17.5 E	21.8 F	19.9 %
Emisiones de refrigeración	19.9 D	16.9 D	-17.9 %
Emisiones de ACS	4.0 E	4.0 E	0.0 %
Emisiones de iluminación	41.0 C	41.0 C	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	82.4 D	83.7 D	1.6 %



b) huecos:

Los huecos, como podemos observar en el estudio comparativo anterior, de los resultados obtenidos por la herramienta informática CE3X y los valores límite permitidos por el CTE DB HE tabla 2.2, no cumplen o han alcanzado el valor límite permitido por el CTE.

Por tanto, la solución propuesta seria:

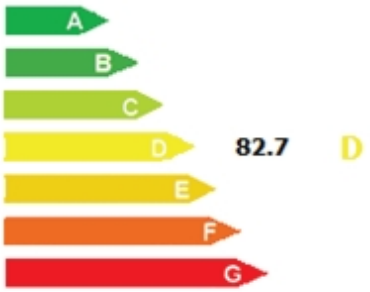
Sustituir los vidrios existentes, por vidrios dobles en posición vertical de 4-12-4, y los marcos de madera en posición vertical de densidad media baja.

La transmitancia del vidrio ahora seria de U= 2.8 W/m2 y la transmitancia del marco de U= 2,0 W/m2, por tanto **CUMPLE** con el CTE DB HE

Con esta medida de mejora, conseguimos reducir un 19,7% la demanda de calefacción y las emisiones de calefacción, conservando la etiqueta de eficiencia energética D obtenida en la certificación energética del edificio. No obstante, ahorramos solamente un 1.3% en las emisiones globales, debido a la demanda y las emisiones de refrigeración.

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	49.3 E	61.4 F	19.7 %
Demanda de refrigeración	52.6 D	44.1 D	-19.1 %
Emisiones de calefacción	17.5 E	21.8 F	19.7 %
Emisiones de refrigeración	20.1 D	16.9 D	-19.1 %
Emisiones de ACS	4.0 E	4.0 E	0.0 %
Emisiones de iluminación	41.0 C	41.0 C	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	82.7 D	83.7 D	1.3 %



c) iluminación:

La iluminación presente en el edificio será sustituida por lámparas fluorescentes tubulares lineales (T5) de 16mm de diámetro.

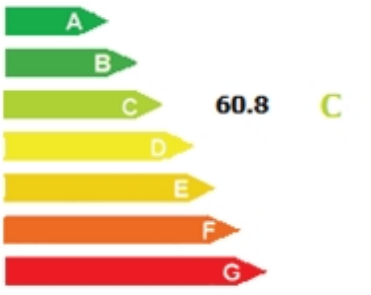
Con esta medida de mejora, pasamos de una etiqueta de eficiencia energética D a una etiqueta de eficiencia energética C, ya que, se obtienen resultados satisfactorios en cuanto a:

1. Las emisiones de iluminación, ahorrando un 64.90%
2. La demanda de refrigeración, ahorrando un 11.5%
3. Las emisiones de refrigeración, ahorrando un 11.5%

Conseguimos ahorrar un 27.4% las emisiones globales.

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	61.7 F	61.4 F	-0.5 %
Demanda de refrigeración	41.0 D	44.1 D	7.2 %
Emisiones de calefacción	22.0 F	21.8 F	-0.5 %
Emisiones de refrigeración	15.6 D	16.9 D	7.2 %
Emisiones de ACS	4.0 E	4.0 E	0.0 %
Emisiones de iluminación	19.2 B	41.0 C	53.2 %
EMISIONES GLOBALES	60.8 C	83.7 D	27.4 %



Finalmente, una medida de mejora, para reducir la demanda de refrigeración, seria proteger los huecos, mediante sistemas fijos o móviles dependiendo de la orientación del muro de fachada. De esta forma, se evita el calentamiento interior de las aulas y disminuye la demanda de refrigeración.

Conclusión. Bloque II

Centro de Educación Infantil San José y San Antonio de Padua

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

PROYECTO DE FINAL DE GRADO
Taller 11. Arquitectura sostenible, medio ambiente y eficiencia energética.

Tras analizar punto a punto todas las características pasivas del edificio, en cuanto al clima, las características solares y el estudio de la ventilación hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- El clima de esta zona, mediterráneo típico, se caracteriza por inviernos suaves y lluviosos con temperaturas por encima de 0 ℃ y veranos de larga duración secos y calurosos con temperaturas alrededor de 30 ℃. Las precipitaciones más abundantes son representativas en las estaciones de primavera y otoño.

  En función de este clima, se estudiarán las medidas orientadas a reducir las altas temperaturas y favorecer la ventilación para alcanzar el confort en el interior del centro de educación infantil.

- En lo que respecta a las técnicas solares actuales que encontramos en el centro de educación llegamos a la conclusión de que únicamente la zona B orientada a sur cumple con las condiciones mínimas por su soleamiento profundo en invierno y la protección en verano.

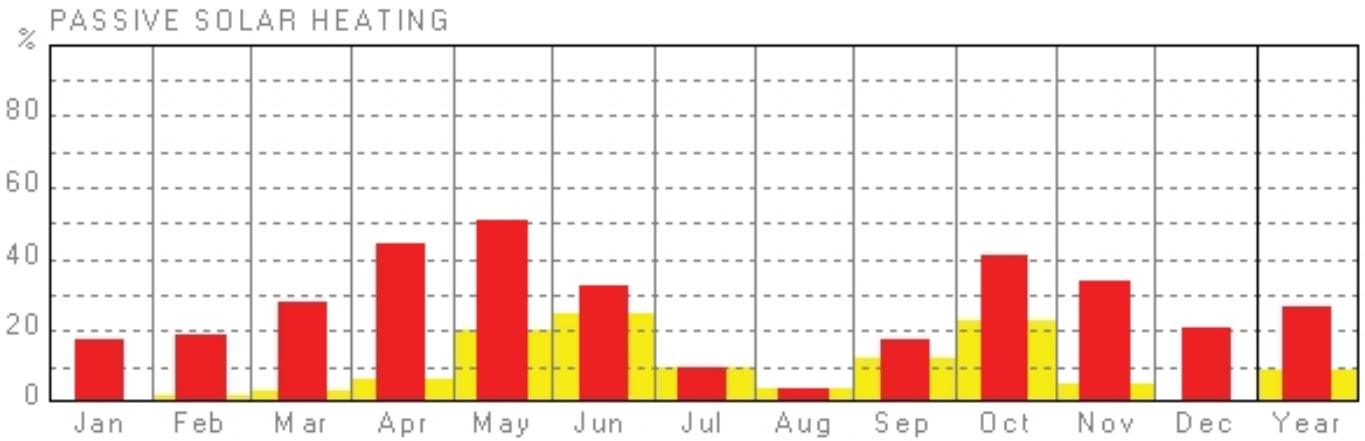
  El resto de zonas queda lejos de cumplir con los requisitos mínimos puesto que el asoleo que recibe es prácticamente nulo tanto en invierno como en verano. En todo caso se consigue penetración solar durante los meses de verano, cuando no es necesario.

  Concretamente el aula de cunas donde sería apropiado y necesario contar con soleamiento en invierno y protección en verano, la situación actual es la inversa, sol en verano y sombra en invierno.

  En cuanto a las protecciones solares actuales, únicamente las persianas cumplen con su función (las de la zona B, las demás zonas puesto que no cuentan con soleamiento no necesitan esta medida).

  Se propone como medida correctora la apertura de huecos en la cubierta como se ha expuesto en la conclusión del estudio solar con el fin de conseguir soleamiento en las aulas que no lo reciben de ningún modo.

  Se muestra a continuación un gráfico de los porcentajes de confort aplicando técnicas solares pasivas.



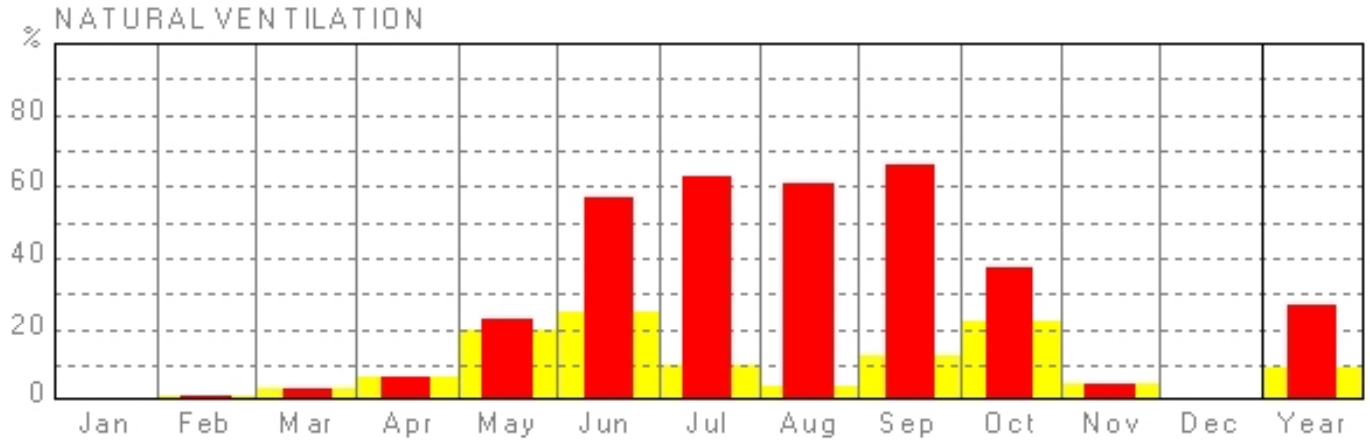
- Desde el punto de vista de la ventilación, y la orientación presentada por el centro de educación, nos encontramos que solo las aulas de la Zona E, poseerán una adecuada ventilación natural en los meses de verano. Esto se debe a que durante estos meses, incide directamente el viento predominante de Levante, y el viento secundario de Llevant, por lo que se asegura una incidencia

- constante de viento en sus aberturas de entrada, lo que proporciona una ventilación natural producida por la dinámica del viento y por los cambios de presión producidos por este.

  En cuanto al cumplimiento de las secciones mínimas exigibles para garantizar la calidad del aire impuesta por el RITE, cabe decir que el edificio cumple sobradamente, dado que presenta un gran número de huecos, aunque la eficiencia de estos no sea la más favorable.

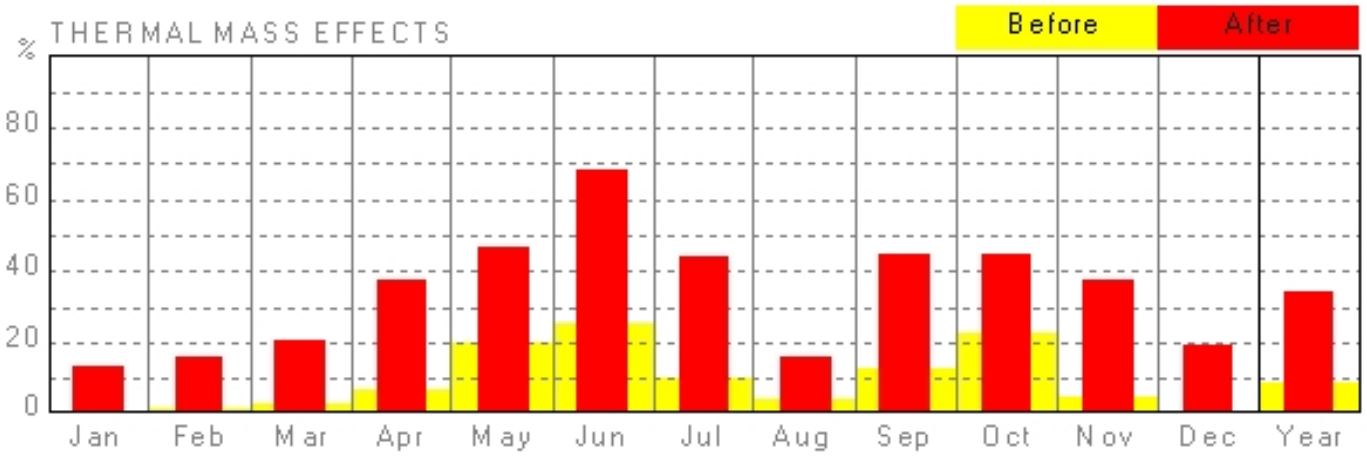
  Se propone, al igual que para favorecer el tema de soleamiento, la apertura de huecos en la cubierta, lo que podría provocar un "efecto chimenea", que favorecería el movimiento del aire interior de las aulas por cambios de temperatura.

  Se muestra a continuación un gráfico de los porcentajes de confort aplicando técnicas de ventilación pasivas.



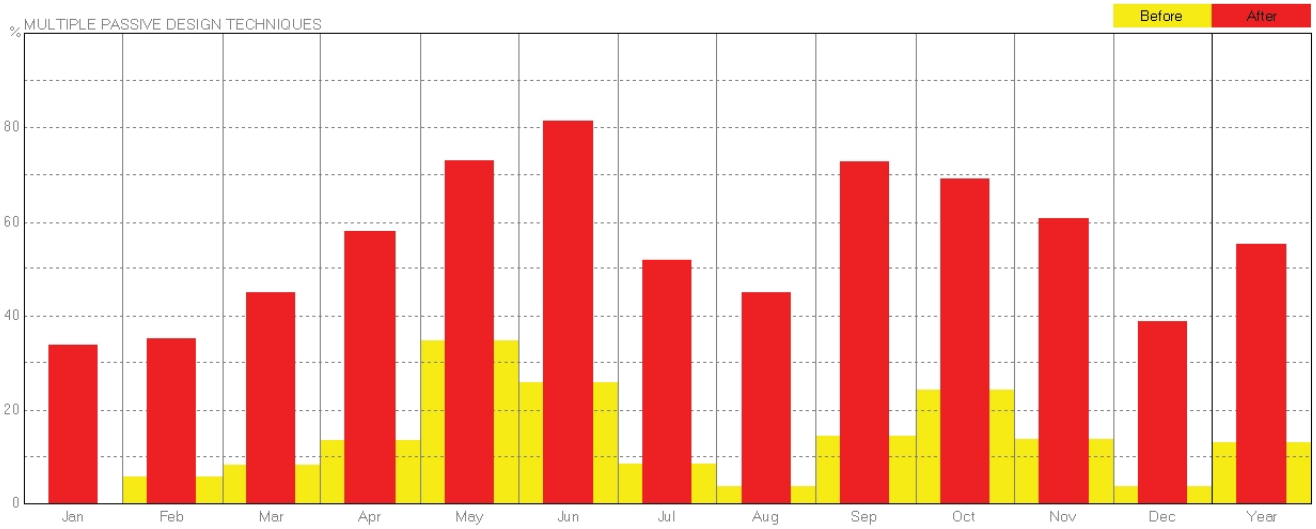
- Respecto a la transmitancia térmica máxima de cerramientos, así como de cubiertas, suelo y carpintería los resultados obtenidos no son totalmente favorables debido a que algunos no cumplen con las especificaciones máximas permitidas por el Código Técnico en su documento de DB HE y otros se hayan rozando el límite. Todo esto teniendo en cuenta que las características constructivas establecidas son una estimación puesto que no se han podido realizar ensayos de comprobación.

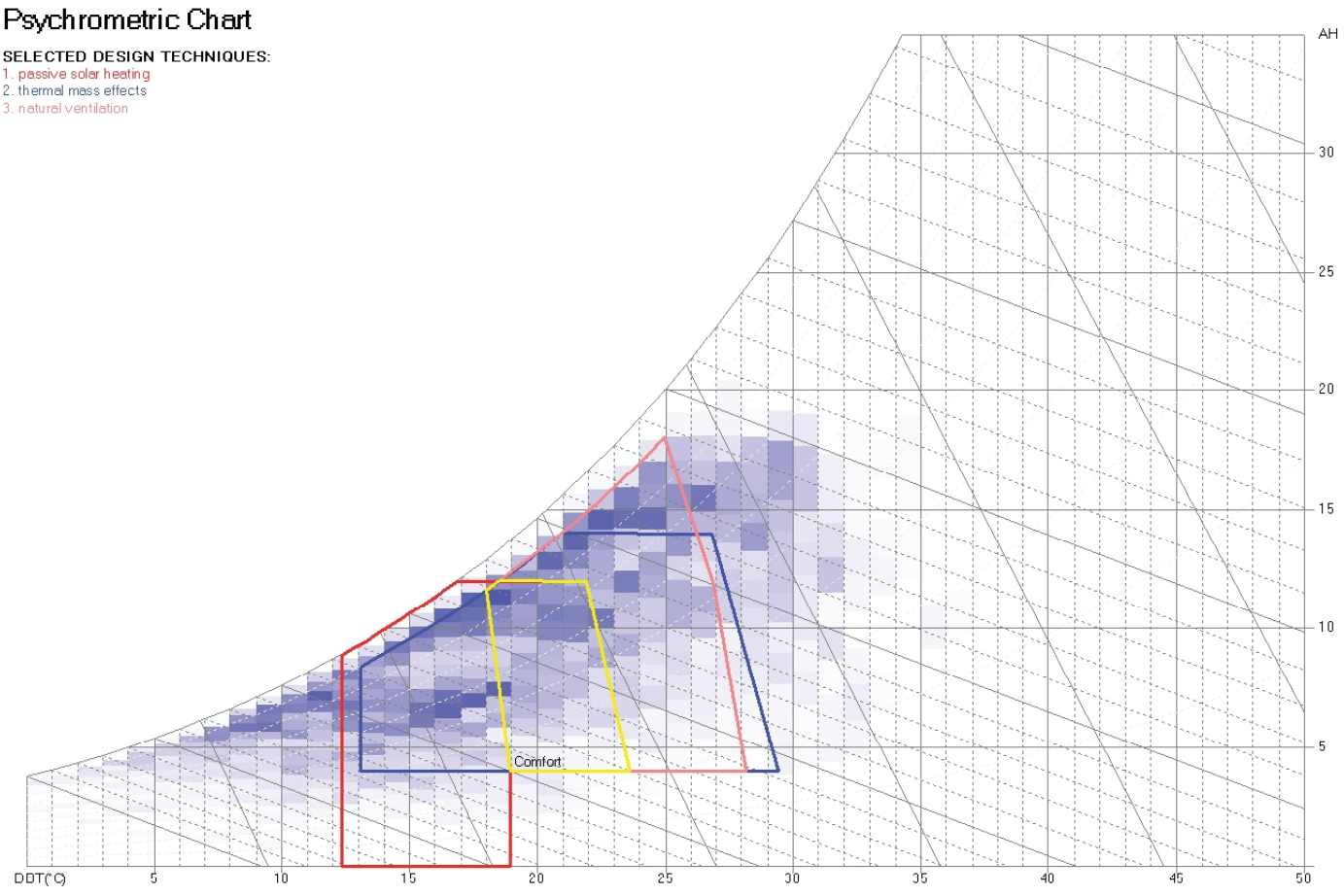
  En la gráfica podemos observar los porcentajes de confort que podemos alcanzar mejorando la masa térmica del edificio y los actuales



Por último se muestra un gráfico con el conjunto de las mejoras y su impacto sobre el confort. Las barras amarillas representan los niveles de confort actuales mientras que las rojas muestran los porcentajes **que pueden llegar a alcanzarse** si se aplican estas técnicas. Es importante comprender que esta simulación no dice cómo hacer las mejoras o si son factibles o no, simplemente el grado de confort que se puede alcanzar para el clima en el que se ubica el Centro.

En el ábaco psicométrico se pueden observar en azul las condiciones que representan el clima. La zona amarilla recoge la zona de confort para un nivel de actividad ligero. La zona roja es en la que se puede ubicar la actuación correspondiente a las técnicas solares pasivas. La línea azul delimita la zona que abarca la mejora de masa térmica y la rosa la correspondiente a ventilación natural.





Bibliografía

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

LIBROS

- Guyot, A. Y Izard, J.L. **Arquitectura Bioclimática.** *Edit. Gustavo Gili. México D.F.* (1983)
- Butti, K. Y Perlín, J. (s/f). **Un hilo dorado. 2500 años de arquitectura y tecnología solar.** *(H.Blume, Madrid)*
- Ernest Neufert. **Arte de proyectar en la arquitectura.** *Edit. Gustavo Gili. México D.F.* (1995, 14ª edición)
- F. Javier Neila González. **Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible.** *Arquitectura y Tecnologia. Munila –lería.. Madrid. 2004*
- ATECOS. **Sistemas pasivos: inercia térmica.**
- José Antonio Turégano Romero, María del Carmen Velasco Callau y Amaya Martínez García. **Arquitectura bioclimática y urbanismo sostenible (volumen 1).** *Prensas Universitarias de Zaragoza.*
- Guillermo Enrique Gonzalo. **Manual de arquitectura bioclimática.** *Nobuko.*
- Joaquín Verdeguer García. **Arquitectura bioclimática. Concepto y aplicación en la vivienda unifamiliar y rehabilitada.**
- RECONOST. **Sistemas de ganancia indirecta. Muros Trombe**
- Josep Maria Montaner. **"Después del movimiento moderno. Arquitectura de la segunda mitad del siglo XX".** *Gustavo Gili. 2.002*
- Sophia y Stefan Behling. **"Sol Power, la Evolución de la Arquitectura Sostenible"** *Gustavo Gili. 2.002 Barcelona*
- Norbert Schoenauer**. "6.000 años de habitat "** . *Gustavo Gili. Barcelona 1984.*
- Antón Capitel. "**Summa Artis, Historia general del Arte".** *Espasa-Calpe, S.A 1996*
- Leonardo Benevolo. **"Historia de la Arquitectura moderna**". *Gustavo Gili 1999*

WEBS

- http://www.cecatherm.com
- www.upm.es
    - Departamento de Física e Instalaciones de la Escuela técnica superior de arquitectura. "Apuntes de transmisión del calor"
- arq-bioclimatica.com
    - Geometría solar
- http://www.eoi.es/blogs/juanmiguelsanchez/2011/11/10/soluciones-bioclimaticas-2/
- Escuela de Organización industrial
    - Carta solar latitud norte 40
- http://biuarquitectura.com/2012/04/13/la-vegetacion/
    - Vegetación para el sol
- http://www.renov-arte.es/arquitectura-sostenible.html

- Orientación de las viviendas

- http://www.plataformaarquitectura.cl/2011/01/05/en-detalle-muro-trombe/
  - Muro trombe
- http://www.internatura.org/estudios/listas/larbol.html
  - Listado de árboles de hoja caduca
- http://www.asescuve.org/fachadas-vegetales/
- http://restorecs.com/fachadas-verdes-soluciones-para-una-arquitectura-ecoeficiente/
  - Fachadas verdes
- http://flavinfoarquitectura.blogspot.com.es/2012/05/la-arquitectura-colonial-la-huella.html
- http://www.historiadelarte.us/arquitectura-colonial/inicio-arquitectura-colonial/
- http://cihapa-artecolonial.blogspot.com.es/2010/06/el-arte-manifestado-en-la-arquitectura.html
- http://mundo-albergues.com/viajar/guia-san-cristobal-casas-mexico-hostales-albergues
- http://www.vi.cl/foro/topic/8449-indigenas-americanos/
- http://nepohualtzintzin.blogspot.com.es/2010/12/piramide-del-sol-un-enigma-para.html
- http://www.hola.com/actualidad/2010093045707/maravillas/mundo/fotos/
- http://www.turismoroma.it/itinerari-a-tema/tivoli?lang=es
- http://www.unav.es/adi/UserFiles/File/80981461/1112E3%20CORBUSIER%20Tourette.pdf
- http://cdecomunidaddemadrid.wordpress.com/2010/10/21/la-ue-y-el-protocolo-de-kyoto/
- http://www.paraconocer.com/ciudad-prohibida-china/
- http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2011/2011_9788469481073_p397-414_piedecausa.pdf
- http://tunez2.blogspot.com.es/2007/06/matmata.html
- http://www.sol-arq.com/index.php/ventilacion-natural/ventilacion-vertical
- http://www.aq.upm.es/Departamentos/Composicion/webcompo/Introduccion/GrupoB/2012/Textos-E07.pdf
- http://at1patios.wordpress.com/tag/patio/page/2/
- http://fdezturegano proyectos7esayt.blogspot.com.es/2011/05/arquitectura-de-candilis-josic-woods.html
- http://www.bdwei.com/blog/2013/04/29/ronchamp-y-la-contrarreforma-de-borromini-a-le-corbusier/
- http://talent.paperblog.com/le-corbusier-capilla-de-notre-dame-du-haut-ronchamp-ii-1434891/

- http://www.epdlp.com/arquitecto.php?id=177
- http://vaumm.blogspot.com.es/2012/07/arquitecturas-fundamentales.html
- http://doyoucity.com/proyectos/entrada/263
- http://algargosarte.lacoctelera.net/post/2011/06/03/a-frank-lloyd-wright-1869-1959-se-considera-mas-grande
- http://architecture.about.com/od/franklloydwright/ig/Frank-Lloyd-Wright/Darwin-Martin-House.htm
- http://www.virtourist.com/america/usa/chicago/30.htm
- http://www.arteespana.com/ludwingmiesvanderrohe.htm
- http://mara-lacasaenunpaisaje.blogspot.com.es/2011/02/proyecto-casas-patio-1931-38-mies-van.html
- http://www.quadraturaarquitectos.com/blog/index.php/2012/03/casa-farnsworth-1945-1950-mies-van-der-rohe-un-icono-de-la-arquitectura-moderna/
- http://hacedordetrampas.blogspot.com.es/2010/11/proyecto-en-el-artico-de.html
- http://www.cibarq.com/facebook/pestanas/pdf/Nube-Vegetal.pdf
- http://www.proindessoarq.com/blog/agencia-andaluza-de-energ%C3%AD-el-mayor-edificio-bioclim%C3%A1tico-de-toda-europa
- http://www.socialdesignmagazine.com/es/site/architettura/unstudio-l-edificio-per-uffici-pi-sostenibile-d-europa.html
- http://conciencia-sustentable.abilia.mx/unstudio-uno-de-los-edificios-sustentables-mas-grande-de-europa/
- http://www.disenoyarquitectura.net/2011/04/edificio-institucional-en-groningen-de.html
- http://www.galaxiaprofunda.com/diseno-arquitectonico/rascacielos-con-diseno-bioclimatico/
- http://www.arquitexs.com/2010/11/arquitectura-sostenible-conceptos_12.html
- http://www.arquitexs.com/2010/11/arquitectura-sostenible-conceptos_12.hTml
- http://seghigiene.wordpress.com/2009/10/28/la-importancia-de-la-buena-ventilacion/
- http://www.slideshare.net/Siberiano/el-aire-el-viento-y-la-arquitectura-5106099
- http://html.rincondelvago.com/confort-termico.html
- http://www.construmatica.com/construpedia/Confort_T%C3%A9rmico

- http://abioclimatica.blogspot.com.es/
- http://www.fau.ucv.ve/idec/racionalidad/Paginas/Manualimplanta.html
- http://www.levante-emv.com/comunitat-valenciana/2012/02/08/situacion-valencia-coloca-ojo-huracan-vendavales/879526.html
- http://www.educaplus.org/play-269-Vientos-de-Espa%C3%B1a.html
- http://www.sodeca.com/
- http://freal.webs.ull.es/BTema10.pdf
- http://www.casabioclimatica.com/noticias/files/ventilacion-doble-flujo-alder-venti-control.pdf
- http://www.sol-arq.com/index.php/ventilacion-natural
- http://www.miliarium.com/ATECOS/Html/Soluciones/Fichas/Sistemas_pasivos_Ventilacion_natural.PDF

REVISTAS

- Revista de arquitectura "Tectónica nº35 – Ventilación"

NORMATIVA

- Código Técnico de la edificación. **Documento básico_Salubridad.** *Ministerio de vivienda*
- Código Técnico de la edificación. **Documento básico_Ahorro energético.** *Ministerio de vivienda*
- Código Técnico de la edificación. **Catálogo de elementos constructivos.** *Instituto Eduardo Torroja de ciencias de la construcción con la colaboración de CEPCO y AICIA. Versión preliminar: Mayo08.*

MANUALES Y GUÍAS

- Gastón Herrera. **Curso Ecotect Archisoft 2007. Sesiones de la 1 a la 7**.
- Chirstian Yaya. **Manual de Ecotect V5.** *Laboratorio de acondicionamiento ambiental*.
- **Manual de usuario de calificación energética de edificios existentes CE3X.** *Publicado en el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) www. Idae.es*

Anexo I.

Planos del Centro de Educación Infantil San José y San Antonio

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

PROYECTO DE FINAL DE GRADO
Taller 11. Arquitectura sostenible, medio ambiente y eficiencia energética.

Se plantea a continuación una relación de los planos del centro de educación infantil San José y San Antonio. (Planos adjuntos en documento por separado).

P_01.- Plano de emplazamiento

P_02.- Plano de planta general

P_03.- Plano de acotación

P_04.- Plano de distribución y superficies

P_05.- Plano de cubiertas

P_06.- Zonificación

AE_07.- Alzados generales

AE_08.- Alzados detallados

S_09.- Secciones

V_10.- Volumenes exteriores

Anexo II.

Reportaje fotográfico

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

PROYECTO DE FINAL DE GRADO
Taller 11. Arquitectura sostenible, medio ambiente y eficiencia energética.

1.- Exterior guardería. Zona Oeste

2.- Exterior guardería. Acceso principal de vehículos

3.- Exterior guardería. Zona Este

4.- Exterior. Zona de aparcamiento

5.- Exterior. Edificio administrativo

6.- Exterior. Jardín zona A

7.- Exterior. Esquina de zonas A y B

8.- Exterior. Jardín Zona B

9.- Exterior. Zona C, recreo cubierto.

10.- Exterior. Aulas

11.- Exterior. Zona de comedor, cocina y almacén

12.- Interior. Aulas zona A

13.- Interior. Aulas zona B

14.-Interior. Aulas zona A

15.- Interior. Aulas zona D

16.- Interior. Aula de psicomotricidad

17.- Interior, Aula de cunas

18.-Interior. Corredor de acceso desde aparcamiento (zona C)

19.- Interior. Corredor de unión zona C con zona administrativa (zona C)

20.- Corredor de unión zona C con zona administrativa (zona C)

21.- Interior. Recreo cubierto (zona C)

22.- Interior. Corredor de acceso para aulas zona A (zona C)

23.- Interior. Corredor de acceso a aula de usos múltiples y sala de cunas (zona C)

24.- Interior. Corredor zona administrativa

25.- Interior. Aula de usos múltiples

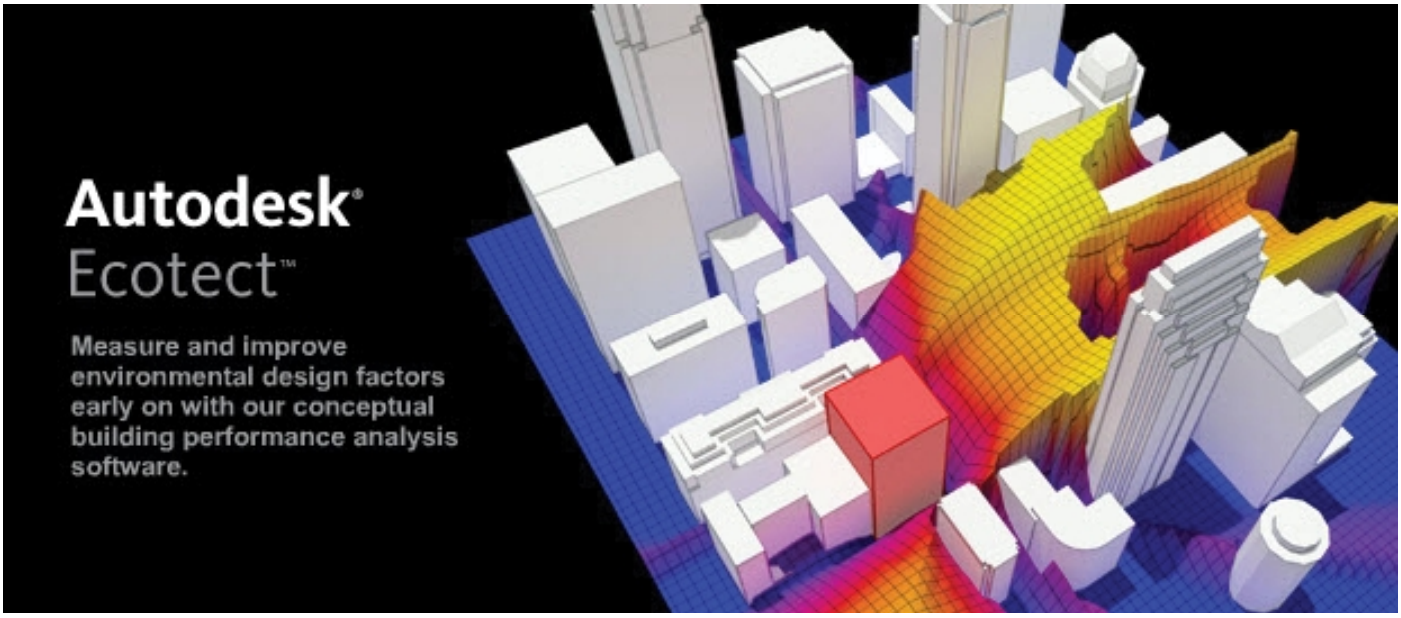
26.- Exterior. Cierre de cubierta en aula de usos múltiples

27.- Interior. Aula de usos múltiples

28.- Interior. Aula de usos múltiples

Anexo III.

Guía básica Autodesk Ecotect 2011



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

PROYECTO DE FINAL DE GRADO
Taller 11. Arquitectura sostenible, medio ambiente y eficiencia energética.

INDICE

A_3.1 Introducción a Ecotect 3

A_3.2 Antes de empezar. 5

A_3.3 Definiciones de proyecto. 9

A_3.4 Modelado 3D. 10

Zonas *10*

Cubiertas *12*

Children objects *14*

Barra de opciones *15*

A_3.5. Análisis solar. 18

Soleamiento *18*

Irradiacia *19*

Máscaras de sombra *27*

A_3.6. Weather Tool. 28

A_3.7. Sun Tool. 33

A_3.8. Impresión en Ecotect. 36

A_3.9. Bibliografía. 38

A_3.1 INTRODUCCIÓN A ECOTECT

Ecotect Autodesk Analysis es un software de simulación que abarca multitud de posibilidades entorno a las características de eficiencia energética de las edificaciones. En la presente guía solo se van a desarrollar los conceptos que se han aplicado sobre el proyecto en el apartado de soleamiento, puesto que para el análisis de otros aspectos se han empleado software diferentes, así como las nociones básicas para poder empezar a trabajar con el programa.

No obstante, a continuación se detalla un listado de las posibilidades que ofrece el programa, remarcando cuales van a ser objeto de estudio:

- Modelado 3d

- Análisis solar
    - Soleamiento
    - Penetración solar interior
    - Irradiancia
    - Máscaras de sombra
    - Estudio de protecciones solares (no aplicado en proyecto puesto que no se proponen modificaciones, únicamente se lleva a cabo el análisis del estado actual

- Diseño de iluminación
    - Calculo de iluminación interior
    - Exportación de radiación a software Fulgor

- Análisis térmico
    - Análisis interiores y exteriores
    - Creación de materiales
    - Respuesta térmica de los materiales

- Análisis acústico
    - Diseño de reflectores acústicos
    - Distribución gráfica del sonido

- Costes & impacto ambiental de los materiales

- Obtención de datos climáticos con Weather Tool

A_3.2 ANTES DE EMPEZAR.

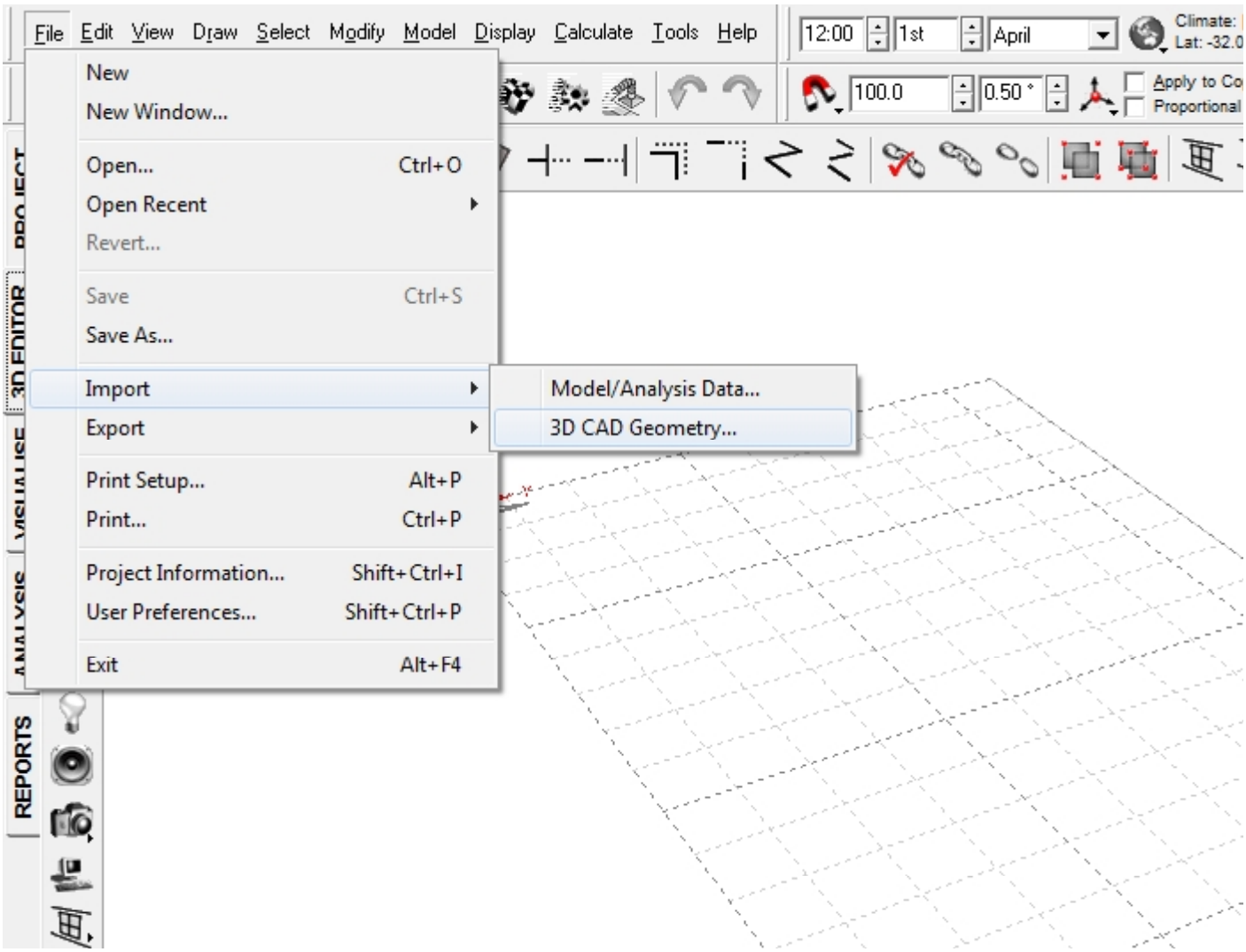
Antes de poder empezar a trabajar con Ecotect debemos tener un modelo sobre el que realizar el análisis. Existen dos posibilidades, la creación del modelo dentro del propio programa o la **importación** de un modelo existente.

Como el modelado se va a tratar más adelante, se explica cómo realizar la importación de archivos. Hay que saber que la importación a este software es muy compleja debido a que trabaja con planos y la mayor parte de programas de modelan con elementos sólidos.

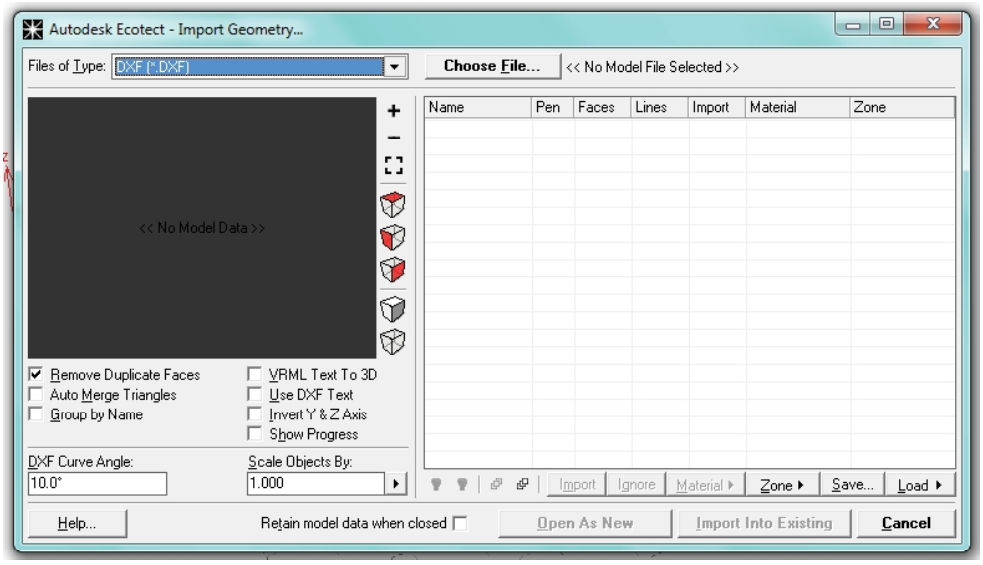
Ecotect acepta gran cantidad de formatos, sin embargo es recomendable que se traten de archivos **.dxf.** La exportación directa de un modelo de AutoCAD 3D no funcionará por lo mencionado anteriormente, es necesario pasarlo por 3D Studio Max o por Revit.

Para importar un archivo debemos:

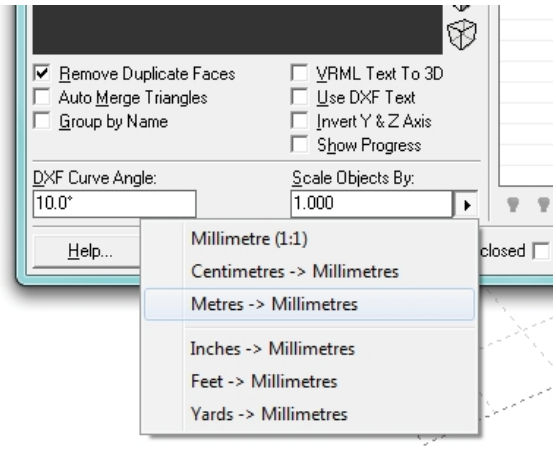
File > Import > 3D CAD Geometry...



Aparecerá un menú en el escoger las opciones de importación. En la parte superior izquierda de la pantalla se debe elegir el formato del archivo previamente a la importación.



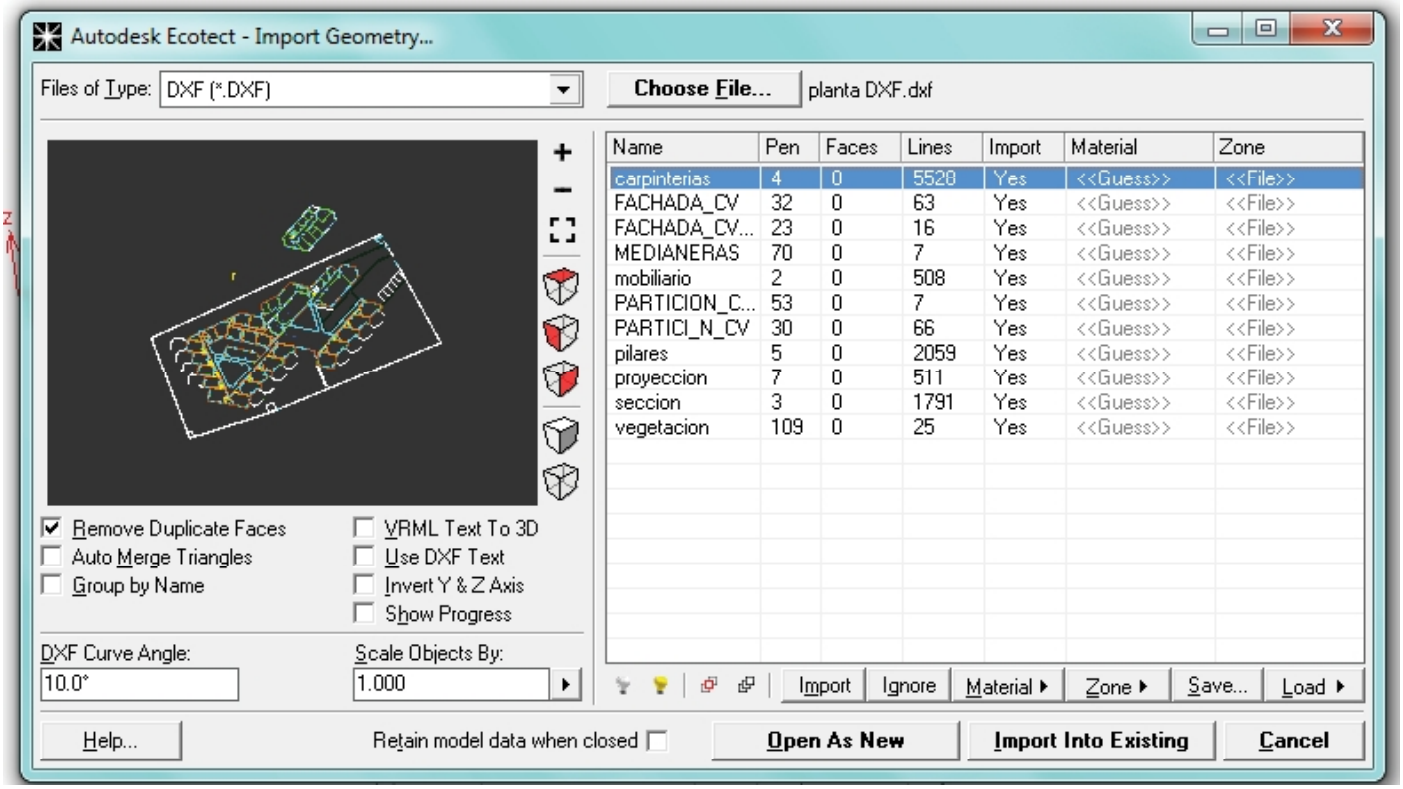
Antes de importar un archivo se debe definir la escala como se muestra en la imagen adjunta. Ecotect trabaja en milímetros, por tanto si hemos trabajo en metros es necesario cambiar la escala.



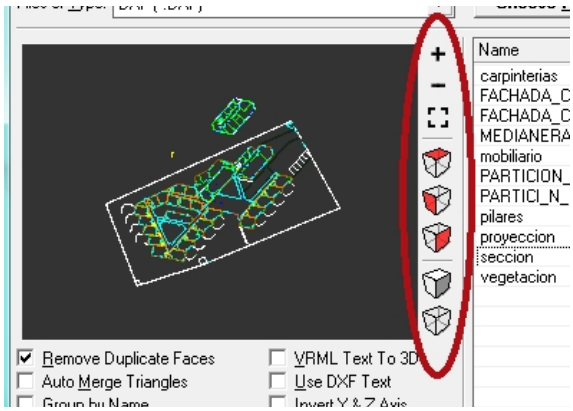
Metres-> Milimetres

Una vez escogida tanto la escala como el tipo de archivo exportar, pinchamos donde dice "**CHOOSE FILE...**" y seleccionamos a través del navegador el archivo deseado.

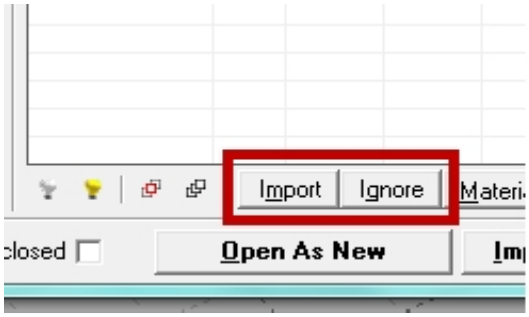
Una vez cargado el archivo, aparecerá toda la información del archivo en el menú inicial. En este menú podemos ver las capas, los elementos de que se componen y si van a estar exportados o no.



En la parte izquierda del panel vemos la pre visualización del modelo. Con los botones derechos de la pantalla podemos navegar por la vista, ampliar, reducir, encuadrar, etc.



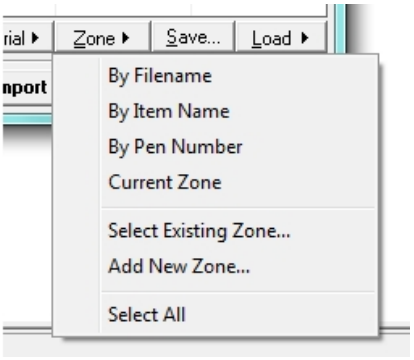
En la parte inferior central tenemos los botones de import e ignore. Seleccionando una capa podemos decidir si exportar o no, de tal manera que si trabajamos con capas auxiliares que no deseamos que se representen, podemos decidir no llevarlas a Ecotect.



Es necesario tener seleccionada la capa que deseamos activar/desactivar para poder realizar esta acción.

Más adelante veremos como ocultar las capas exportadas que no deseamos que se visualicen.

Las opciones de importación van más allá dando la posibilidad de elegir para cada capa un tipo de material y asignarle una **zona.**

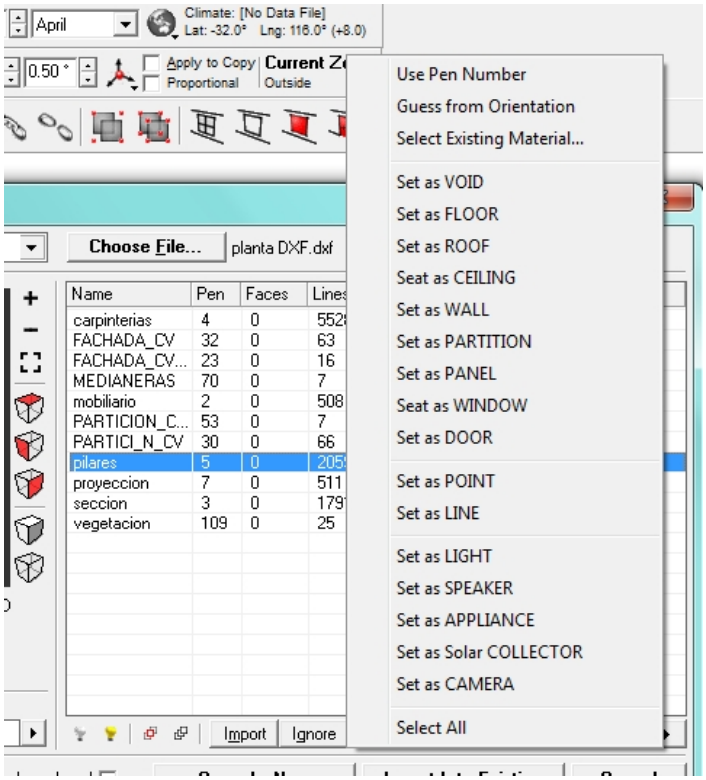


La definición de zona de Ecotect corresponde a espacios totalmente **cerrados** destinados a simulaciones térmicas, de iluminación o acústicas.

Por tanto es muy importante separar en capas los objetos que se deseen analizar desde el momento de concepción del proyecto en el programa de origen.

Para asignar una zona debemos:

Zone > Add New Zone >Create zone



Para la asignación de materiales, es necesario entender que los materiales, además de cómo los entendidos se refieren a si se corresponden a una ventana, una puerta, una partición, o una luminaria, altavoz y demás elementos significativos para las simulaciones que permite el programa etc.

Por ultimo debemos pinchar en **"OPEN AS NEW"** si no hemos trabajado nada en el archivo de Ecotec o **"IMPORT TO EXIST"** si deseamos agregar alguna parte al modelo existente.

Una vez importado, o no el modelo, se explica brevemente la pantalla principal del programa, sobre la que trabajaremos.

1.- Barra de acceso, en ella entramos las herramientas comunes como archivo, editar, ver, pero además está el menú para realizar los cálculos y las simulaciones además de la pestaña Tools (he-

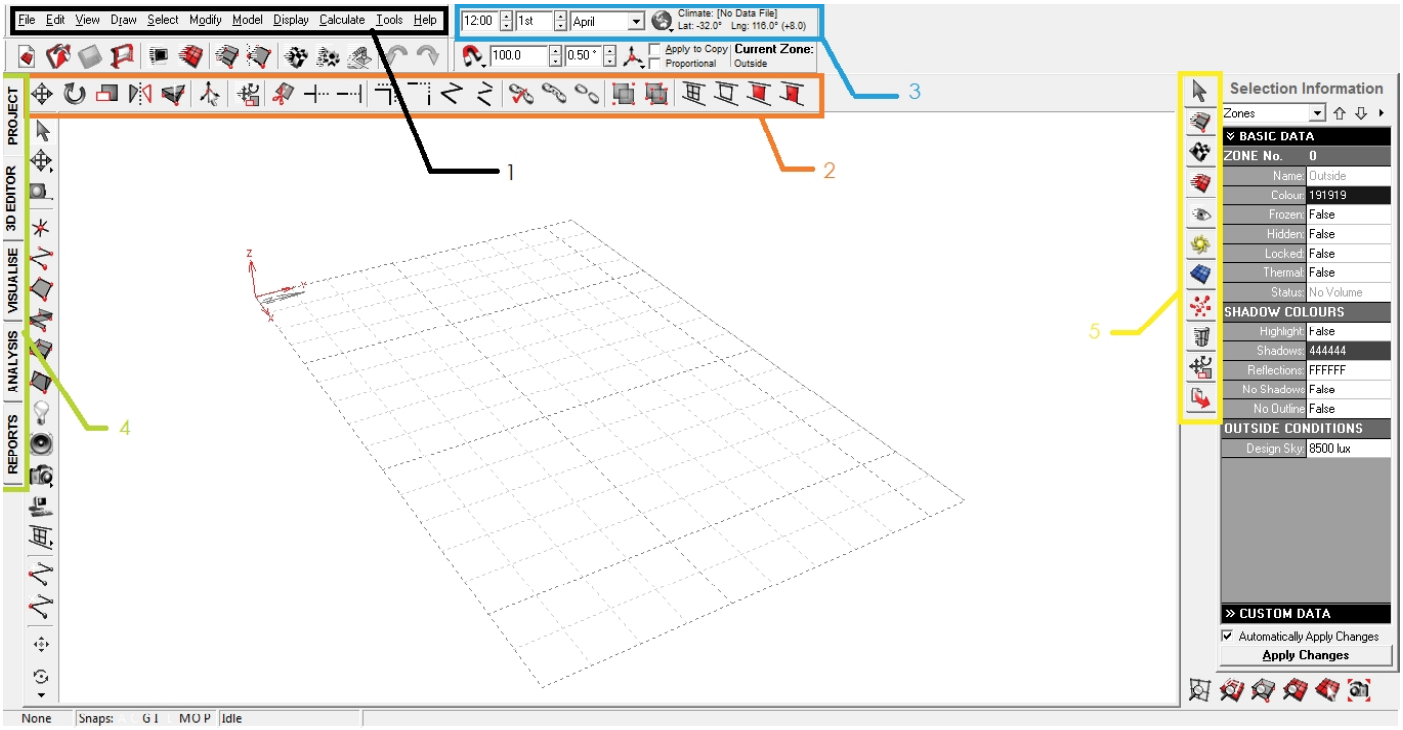
rramientas), en ella encontraremos el acceso a la herramienta **Weather Tool y Sun Tool**

2.- Barra de herramientas. En esta barra tenemos todas las herramientas que emplearemos para el modelado, mover, girar, escalar, recortar, colocación de **childs**, etc.

3.- Barra de fecha, en ella podemos definir el mes, día y hora que deseamos visualizar, además de indicar la base de datos cargada, latitud, longitud y altitud de proyecto.

4.- Pestañas de información. Aquí se puede acceder a la información de proyecto, modelado, visualización, analysis e informes detallados.

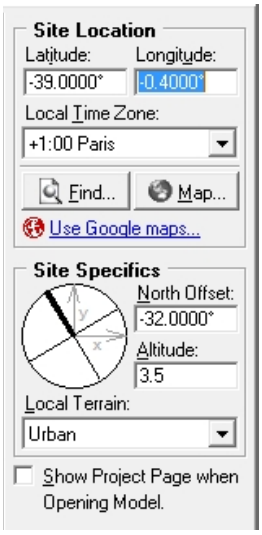
5.- Barra de opciones. En estas pestañas podemos modificar todas las opciones de visualización, activar o desactivar parámetros y muchas otras opciones. Más adelante se dedica un apartado a este punto.



A_3.3 DEFINICIONES DE PROYECTO.

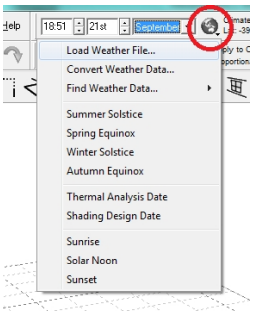
Ya se exporte un archivo, o se inicie directamente el proyecto en Ecotect, lo primero que se debe hacer son definir las condiciones del proyecto. Para acceder a esta función, podemos o bien pinchar en el margen izquierdo de la pantalla principal sobre la pestaña **"PROJECT"** o bien:

File > Project information



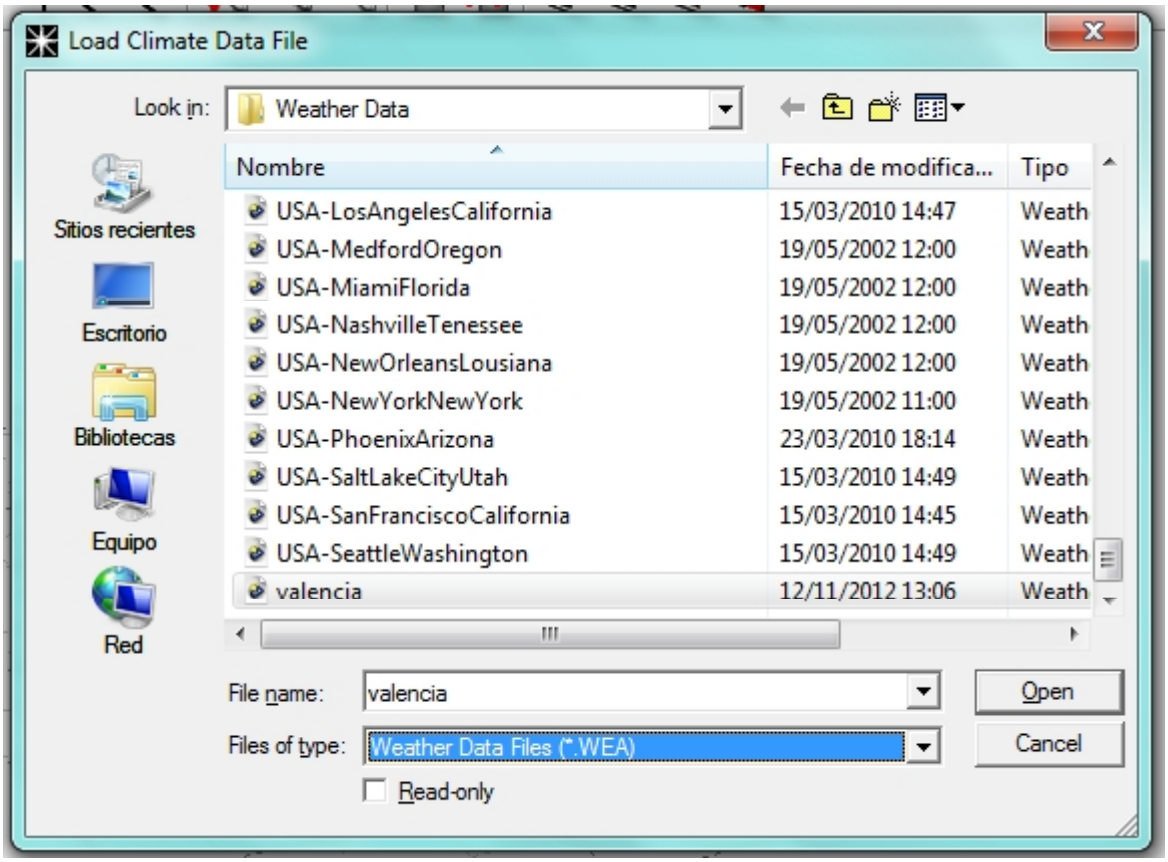
Una vez en la ventana, rellenamos todos los campos, pero es de especial interés rellenar y de forma precisa datos de la izquierda para que las simulaciones solares se lleven a cabo de forma adecuada. Podemos ayudarnos de Google maps para averiguar los datos que se nos piden.

Una vez definidos estos parámetros, es fundamental cargar una base de datos climatológica. Estas bases de datos tienen la extensión **.wea** y se obtienen de institutos meteorógicos como la Agencia Estatal de Meteorología. Ecotect trae por defecto multitud de archivos weather que pueden ser modificados para adaptarse a las condiciones del lugar. Para cargar la base de datos debemos hacer doble clic en la esquina superior derecha sobre el icono del mundo.



Curiosamente, el programa no trae por defecto ninguna base de datos española, afortunadamente se pudo obtener una base de datos de la estación de viveros en Valencia que ha sido modificada para adaptarse a las condiciones del centro de educación de Sueca.

Una vez seleccionada la base de datos, pulsamos "**Open**" para abrirlo



A_3.4 MODELADO 3D.

A continuación se explica el uso de las herramientas de modelado, así como las nociones básicas para poder realizar un modelo en Ecotect. En primer lugar se debe tener en cuenta que cuanto más simples sean las formas (dentro de la realidad) más aproximadas serán las simulaciones y menos errores encontraremos a la hora de realizarlos, esto significa que ***debemos evitar dibujar todos aquellos detalles que no aporten nada para el cálculo que se desee realizar***.

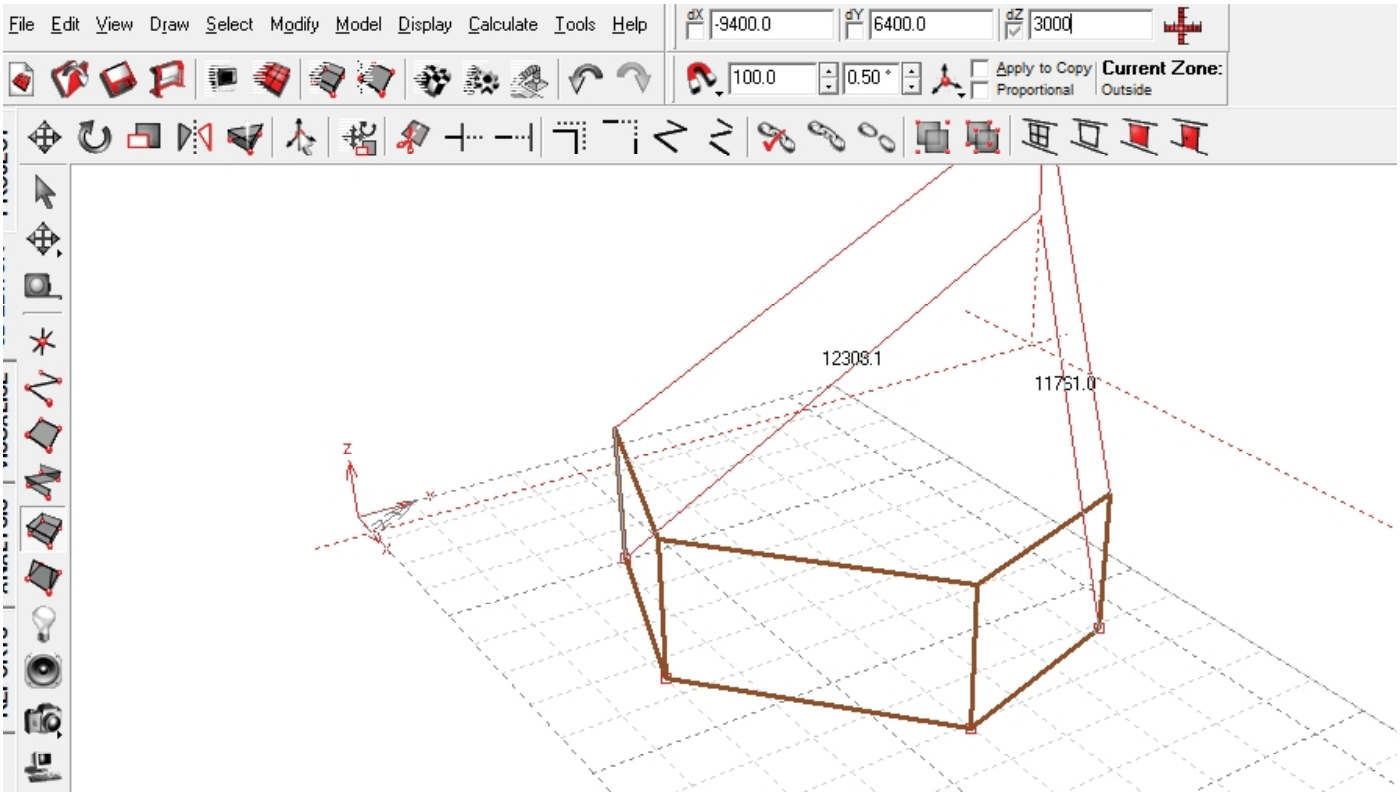
Zonas

Se empieza por explicar las zonas directamente ya que a partir de un dibujo en planta se obtienen volúmenes cerrados aptos para simulaciones. Ni las líneas ni los puntos se toman en cuenta para las simulaciones, son herramientas para ayudar al modelizado.

Explicaremos el funcionamiento de esta herramienta con un ejemplo:

Pinchamos en el botón **"Zone"**

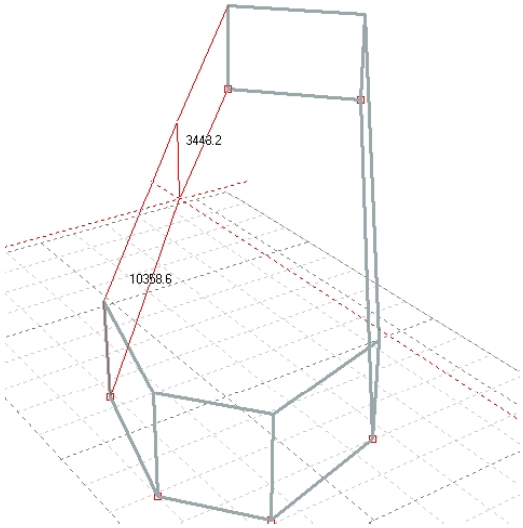
Vamos cliqueando donde deseemos para darle la forma, podemos observar que aparece la longitud en milímetros en el punto medio de la línea dibujada. Para tener un control más preciso sobre lo dibujado, en la parte superior aparecen los incrementos.

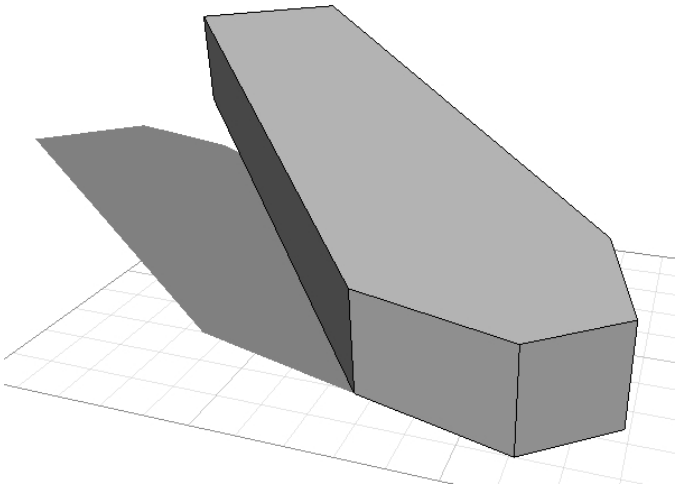


Sin mover el cursor de la posición que deseamos, pulsamos la tecla **Tabulador** para acceder a estos valores y definir la longitud o incluso la altura del siguiente nodo, como se ve en la imagen siguiente. Esto puede ser atractivo para dibujar zonas que contienen un desnivel.

Es interesante dibujar siempre con una plantilla importada, como puede ser una planta en **.dxf** de autocad,

para dibujar de forma precisa el modelo.





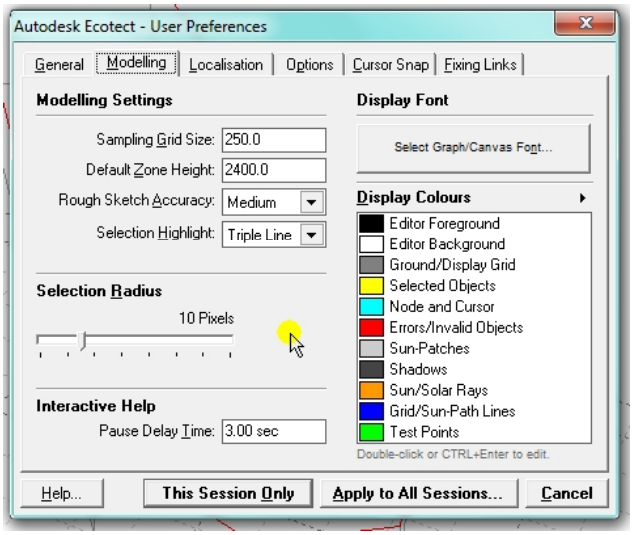
No es necesario, ni recomendable cerrar la forma haciendo clic en el nodo inicial puesto que se produce una duplicidad. Únicamente pulsando la tecla **Escape**.

Como podemos ver, el volumen definido es hueco, compuesto por planos. Ya se ha dicho que Ecotect trabaja con planos ya que para las simulaciones no es necesario un grosor de muro determinado.

La herramienta **partición** es simplemente un plano que se dibuja de forma vertical directamente con una altura determinada y no posee ninguna propiedad particular.

Como ya hemos podido comprobar, la altura de las zonas y las particiones viene por defecto. Esta altura se puede cambiar de dos formas. Si se pretende dibujar una serie de zonas con la misma altura, lo más recomendable es modificar la altura por defecto. Para ello debemos:

File > User preferences...



Aparecerá un menú como el que se muestra en la imagen, debemos pulsar el botón **"MODELLING"** y escribir la altura en milímetros en la casilla de **"DEFAULT ZONE HEIGHT"**

Podemos ver que sobre esta casilla aparece **SAMPLING GRID SIZE**, esto es el tamaño de rejilla sobre la que se moverá el cursor por defecto, equivalente al Forzocursor de AutoCAD.

La segunda forma de variar la altura se aplica sobre elementos ya dibujados. Debemos seleccionar el **objeto padre.** Los objetos padre son aquellos a partir de los cuales se generan el resto de elementos y que los mantienen ligados, en el caso de zonas sería el plano del suelo. Por poner un ejemplo, las ventanas son **objetos hijo** anidados a las paredes (que son los objetos padre).

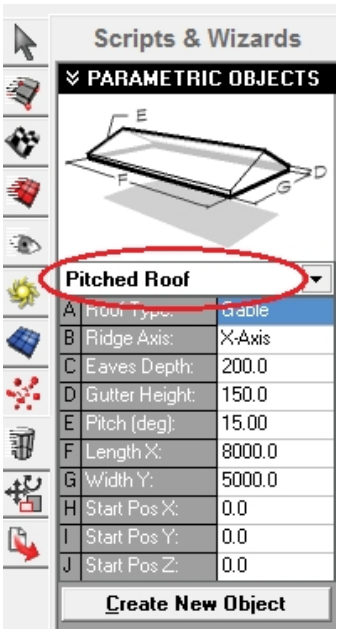
Puede suceder que clicleemos en la arista del suelo y en su lugar se seleccione el plano de la pared, **pulsando la barra espaciadora** podemos pasar de un objeto a otro que esté en esta misma ubicación.

Una vez seleccionado el padre, pulsamos en el icono de la barra de opciones de la izquierda, en el apartado "**EXTRUSION VECTOR**" indicamos la altura deseada.

Cubiertas

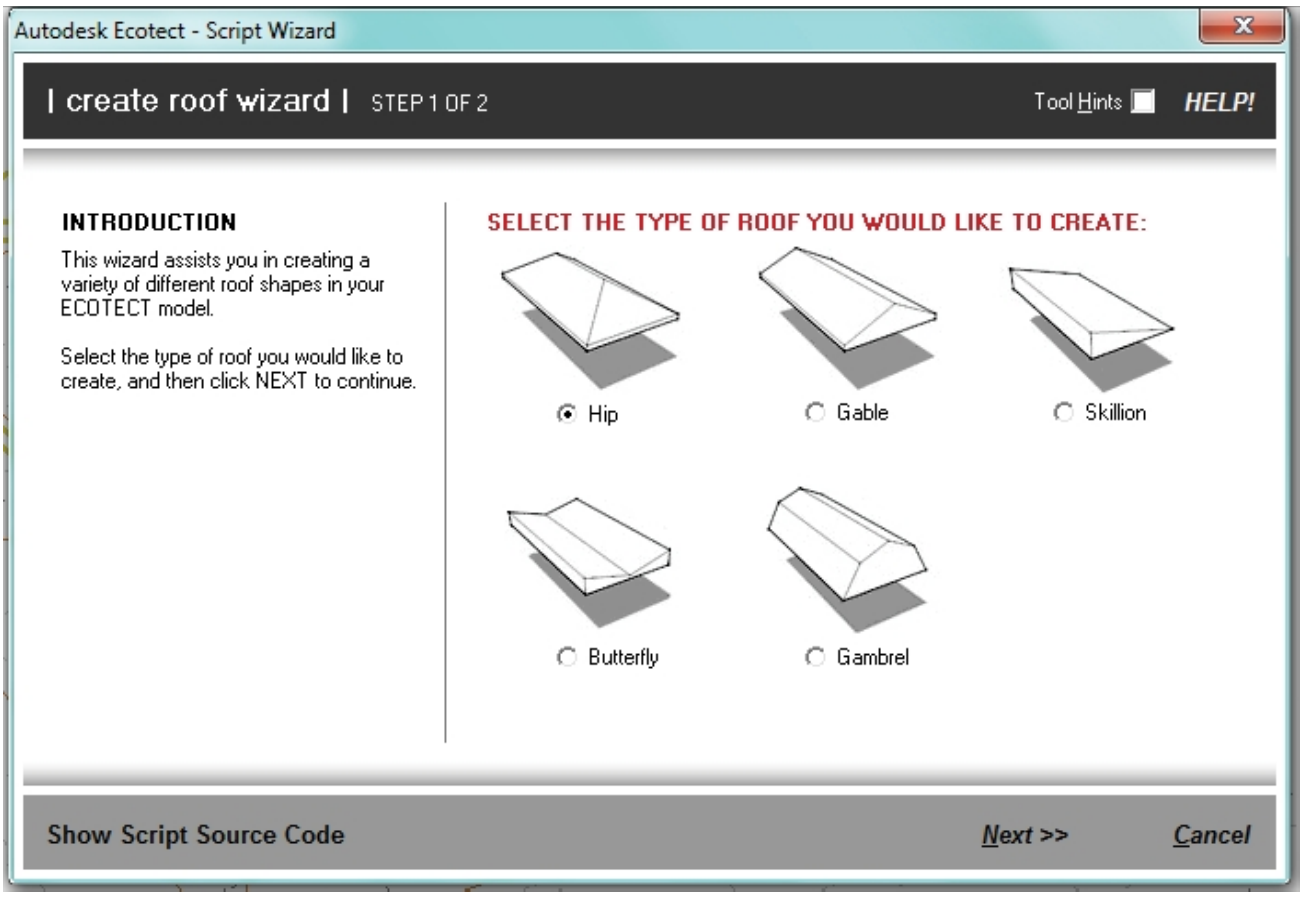
Ecotect dispone de una herramienta para la creación de cubiertas, sin embargo en muchas ocasiones, a causa de la complejidad de estas no será posible realizarlas de esta manera.

Para iniciar una cubierta prediseñada, debemos pulsar el botón, como podemos ver a la derecha aparece un menú de diseño con una pre visualización que nos indica a que corresponde cada valor. La realización de estas cubiertas es así de simple. Podemos también señalar los nodos de las esquinas opuestas del rectángulo a fin de ubicar y dimensionar la cubierta a pesar de tener que introducir el resto de valores de forma manual. Por ultimo pulsamos "**CREATE NEW OBJETC**"



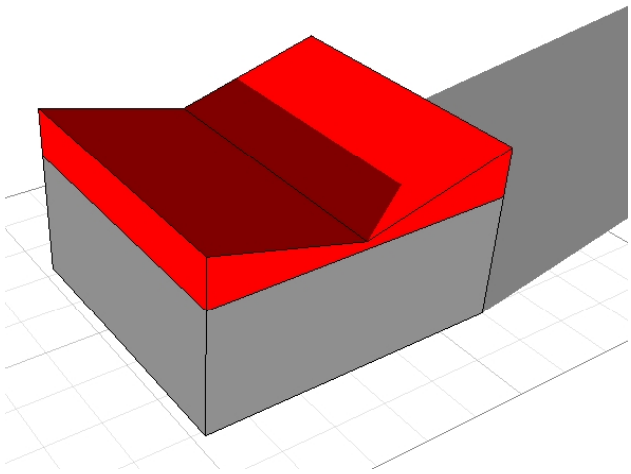
Además de cubiertas a dos aguas podemos crear más objetos, entre ellos a cuatro aguas si pulsamos el botón que se muestra en la imagen y seleccionamos **"HIP ROOF"**

Por otro lado podemos acceder a un menú que nos guía través de la creación de la cubierta. Para acceder a este menú, debemos hacer doble clic sobre "**ROOF WIZARD.SCR**" (situado en la parte inferior de la pantalla que se muestra a la derecha) y se desplegará el siguiente menú.



De esta manera definimos las cubiertas preestablecidas. Puesto que no sabemos en principio en qué posición se ubica nuestro edificio, la cubierta se generará en las coordenadas 0,0,0.

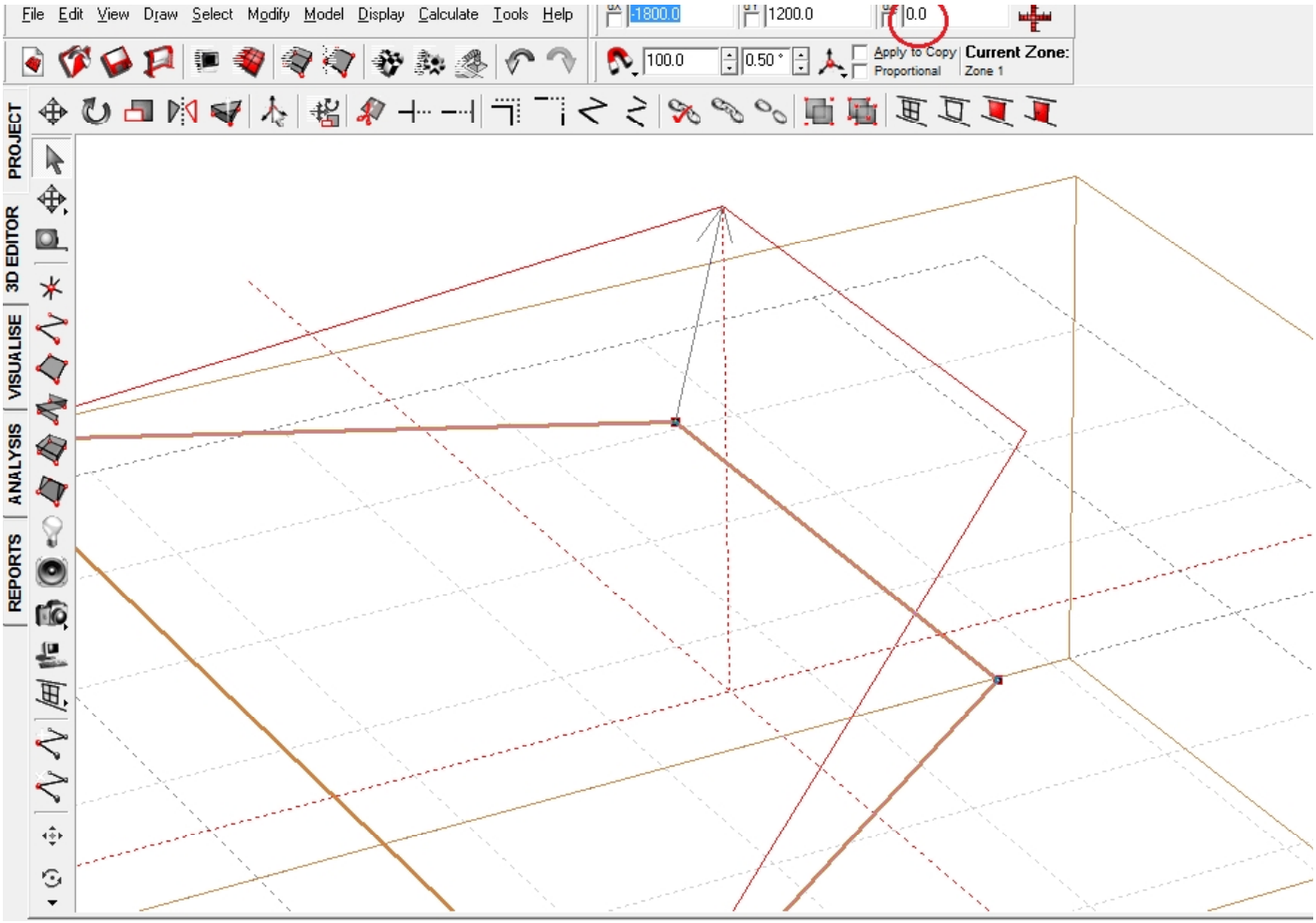
Con el botón podemos reubicarla sobre el nodo que nos interese.



Si nuestra intención es diseñar una configuración de cubierta que no aparece entre las opciones, debemos realizarlas mediante **planos.**

Lo más recomendables dibujar la forma del faldón en planta y, una vez dibujada, elevar los nodos a su posición definitiva para dotar de pendiente a la cubierta.

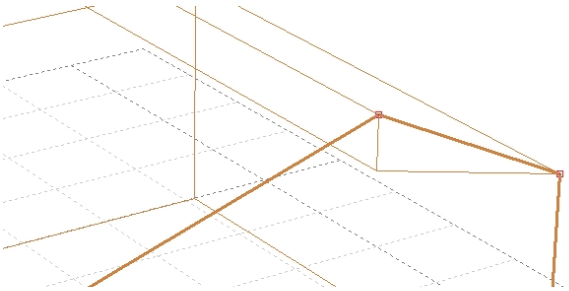
Para modificar los nodos, simplemente hacemos doble clic sobre el plano generado y seleccionamos el nodo o nodos deseados. Para seleccionar varios nodos, debemos mantener presionada la tecla **Mayus** mientras hacemos clic sobre los nodos.



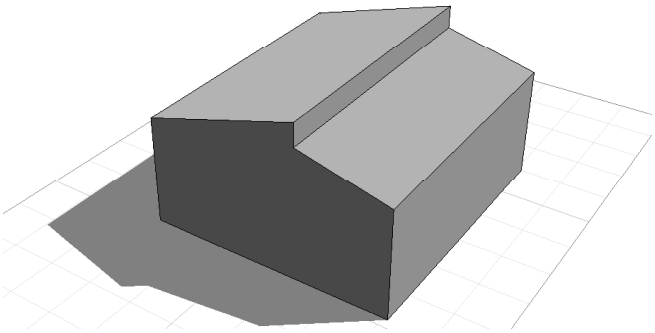
Una vez seleccionados, indicamos la altura en la casilla de la parte superior como se ha explicado anteriormente. **Es importante** que dX y dY se mantengan en 0 para evitar desplazamientos no deseados.

Una vez dibujados todos los faldones debemos ajustar los planos de fachada a la cubierta puesto que se encuentra abiertos. Para modificar la forma, debemos **añadir un nodo** a la pared y ajustándolo a la misma forma.

Para ello, seleccionamos la herramienta teniendo seleccionada la pared que deseamos modificar. Pulsamos sobre la arista a la que deseamos añadir un nodo y pulsamos sobre la nueva ubicación del nodo. Repetimos la operación tantas veces como sea necesario hasta obtener la forma deseada.



No se recomienda dibujar en perspectiva puesto que es fácil cometer errores. Lo más factible es trabajar en planta y en el alzados, y cuando sea necesario, en perspectiva.



Children objects

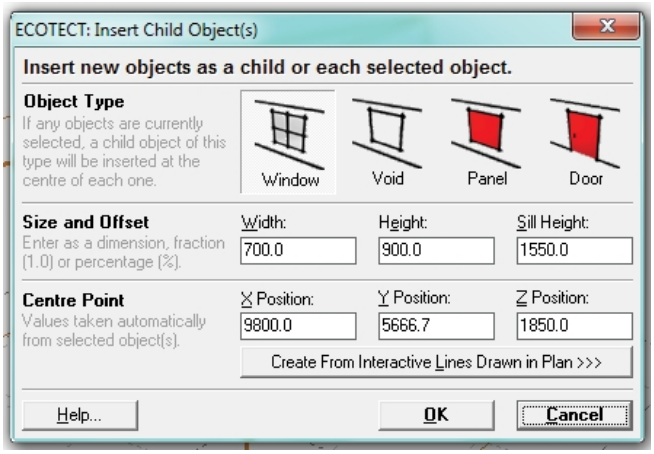
Como se explicó con anterioridad, los children objects, son elementos ligados a los objetos padre, es decir, si movemos o eliminamos al objeto padre, moveremos o eliminaremos al hijo. La mayor parte de estos objetos son puertas, ventanas y huecos, sin embargo cualquier línea, plano, etc. puede ligarse a otro sin necesidad de que exista la relación de padre-hijo. Para ligar dos objetos, únicamente debemos seleccionarlos ambos y pulsar la **"LINK OBJECTS"**. Si por el contrario, lo que deseamos es separar dos elementos, o desligar una ventana, puerta o hueco de una pared, pulsaremos el botón de la izquierda **"UNLINK OBJECTS"**.

Es **muy importante** si desligamos una ventana, puerta o hueco de un muro, volver a ligarla posteriormente, de lo contrario, no pasará la luz a través de estos objetos o se tendrán en consideración para las simulaciones.

Para colocar una ventana, hueco o puerta sobre un elemento, que no tiene que ser necesariamente una pared vertical, se puede llevar a cabo de diversas maneras, la más rápida y sencilla es seleccionar el elemento sobre el que se quiere colocar y pulsar la tecla **INSERTAR**.

Otra manera es en la barra de acceso:

Draw > Insert Child Object...



En cualquiera de las dos opciones, aparecerá el siguiente menú:

En este menú debemos introducir o bien las medidas, o el porcentaje que deseamos que ocupe en la superficie.

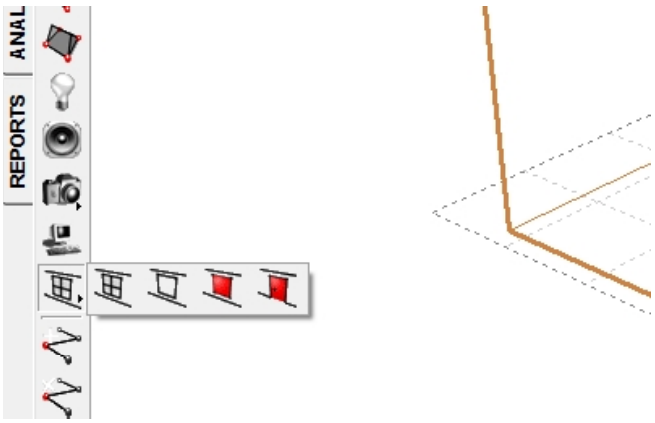
Width→ Anchura

Height→ Altura

Sill height→ Altura de la ventana o hueco en el paramento.

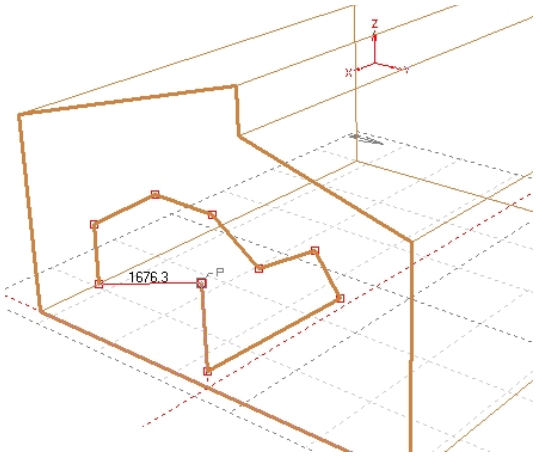
Por el momento no hay que preocuparse por la posición del hueco en el paramento puesto que luego podremos moverlo libremente por el plano donde se ha insertado, ya que introducir su posición mediante coordenadas es complejo y realmente incensario.

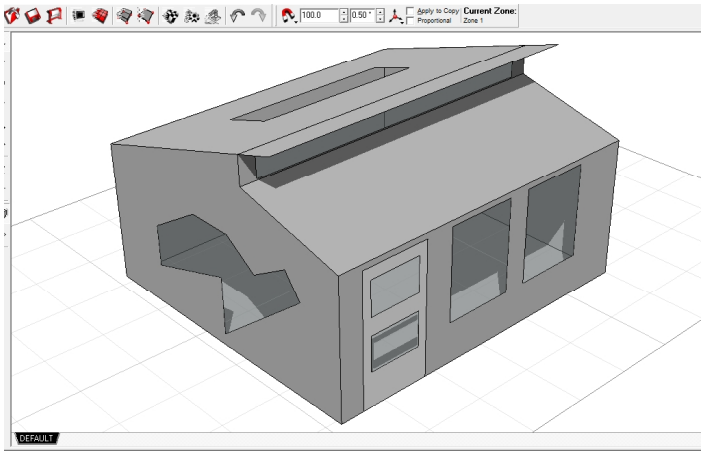
Si deseamos multiplicar la ventana (o cualquier otro elemento del modelo) debemos activar la función **"APPLY TO COPY"** de la barra de herramientas y mover el objeto. En realidad lo que haremos será mover una copia, manteniendo el objeto original en su posición.



La última opción es en la barra de herramientas, pulsar el botón, si mantenemos pulsada este botón se desplegará, pudiendo seleccionar que tipo de elemento deseamos insertar. Obviamente es necesario tener seleccionada la superficie a la que deseamos insertar el objeto. Esta opción nos permite dibujar libremente la forma en el plano si posibilidad de salir ya que se bloquea de forma automática esta posibilidad.

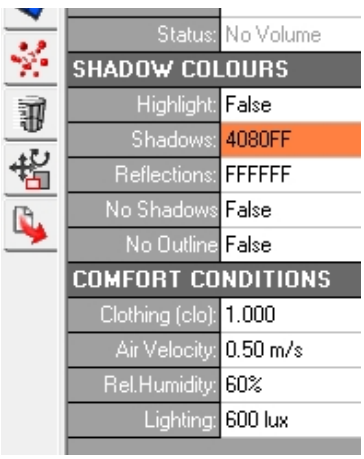
Por último mencionar que se pueden insertar ventanas sobre paneles o puertas del mismo modo que si fuesen paredes o muros.





Barra de opciones

A continuación se explicará brevemente las utilidades que podemos encontrar en algunas de las pestañas que se encuentran en esta barra.



Select information. Dependiendo de si tenemos seleccionado algo o no, el menú será diferente. Si no tenemos nada seleccionado, podemos modificar los valores de las sombras, color, mostrar o no las aristas, etc. además de las condiciones de confort que definimos y que determinarán si los resultados de las simulaciones son óptimos o no.

Si por el contrario tenemos seleccionado algún objeto, tendremos aquí toda la información relativa al objeto, superficie, orientación, material (y poder modificarlos).

Zone management.- Este botón es equivalente a la paleta de capas de AutoCAD, en el podemos activar, desactivar, cambiar de color o de nombre las zonas.

Material assignments.- En ese apartado crearemos materiales con todas las características que deseemos y se los asignaremos a los elementos que tengamos seleccionado. No se explicará en este manual como crear materiales puesto que no corresponde a lo estudiado en el proyecto, sin embargo es de suma importancia este proceso para procesos térmicos y acústicos.

Display Settings.- Aquí podremos activar o desactivar elementos que se representan durante la modelización, como la señalización del norte, los ejes o la rejilla.

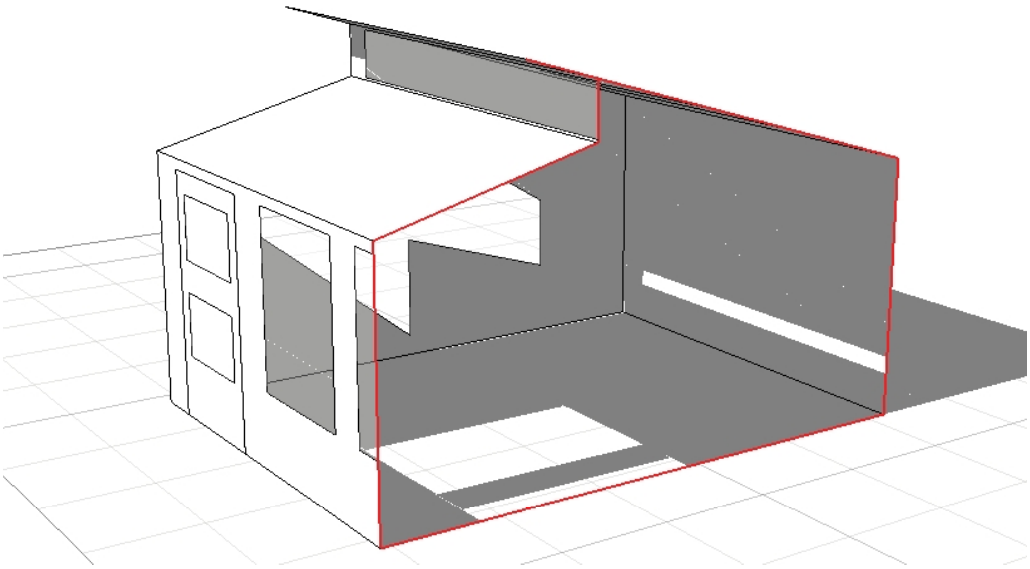
Visualisation settings.- Es una de las pestañas más importantes puesto que determina como visualizaremos el modelo cuando lo imprimamos o generemos imágenes.

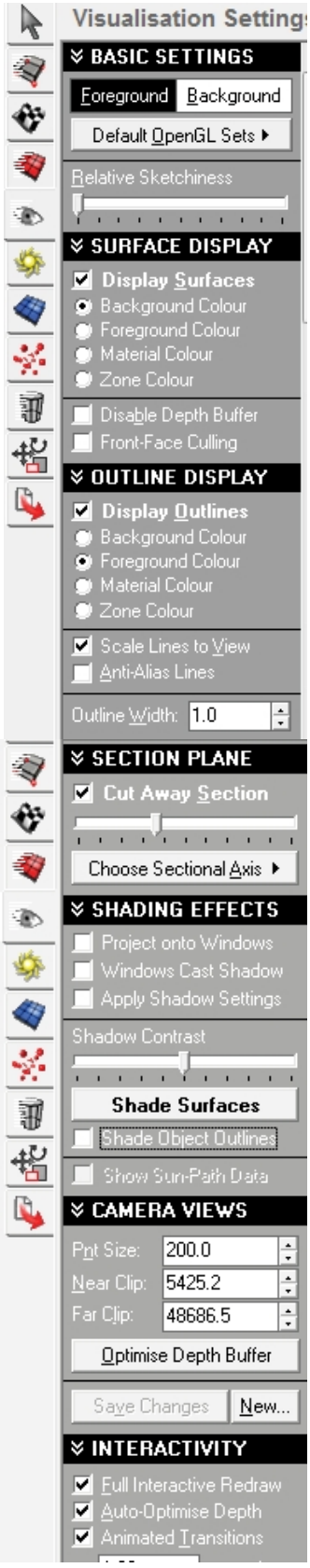
Para sacar el máximo rendimiento debemos estar en modo visualización (la pestaña se encuentra en la parte izquierda de la pantalla).

Empezando por arriba tenemo la opción **"RELATIVE SKETCHINESS"**, si deslizamos la barra hacia la derecha, el modelo se asemejará más a un boceto. En una sección se pueden modificar las opciones de visualización del Sketc.

En la sección **"SURFACE DISPLAY"** podemos elegir el modo de visualización de **las superficies** (en blanco y negro, con colores de materiales o con los colores de las zonas) y elegir si deseamos ver las superficies frontales o no a fin de ver el interior. **"OUTLINE DISPLAY"** realiza las mismas opciones pero en referencia a las **lineas de contorno.**

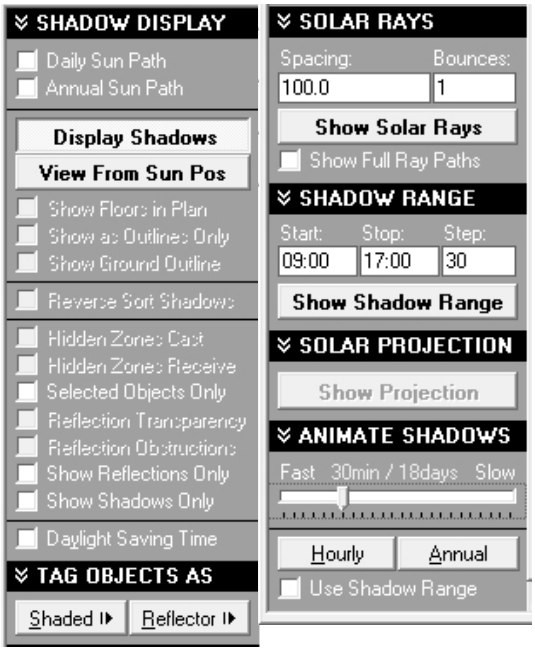
La siguiente sección importante es **"SECTION PLANE"**, podemos activar o desactivar el plano de selección. En el botón "**CHOOSE SECTIONAL AXIS"**





elegiremos el plano de corte que deseamos visualizar y deslizando la barra desplazaremos el plano de sección a traves del modelo.

Por último en la sección de **"SHADING EFFECTS"** podemos alterar la visualización de las sombras para ajustarlas a nuestras necesidades o nuestro gustos.



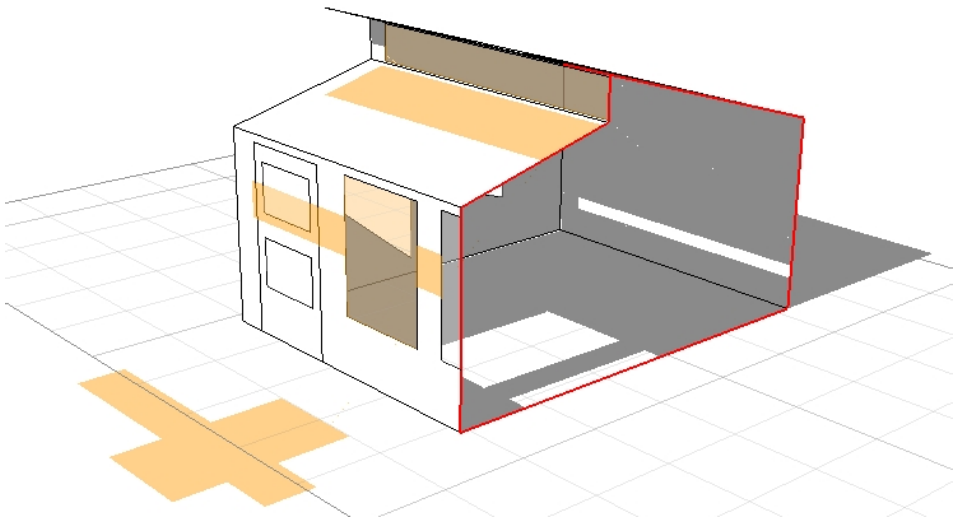
Shadows settings.- En ese apartado se seleccionan todos los criteriores de visualización de las sombras. **"DAILY SUN PATH"** activado muestra el recorrido del sol en ese día determinado. **"ANNUAL SUN PATH"** muestra el recorrido anual del sol.

Pulsando el botón **"DISPLAY SHADOWS"** activamos las sombras o las desactivamos y con **"VIEW FROM SUN POS"** se ubica el punto de vista automáticamente desde la posición del sol en ese momento.

Bajo estos botones encontramos opciones relativas a la visualización de sombras y de reflejos solares. Para dotar de reflejos a una superficie, simplemete la seleccionamos y pulsamos, en la sección:

```
Tag objects as >Reflector > Add tag to selection
```

El modelo mostrará el siguiente aspecto



Los reflejctores son especialmente útiles para los estudios de iluminación. Del mismo modo que se asignan reflejos, podemos asignar sombras a las superficies.

Las siguientes pestañas **"SOLAR RAYS"** y **"SHADOW RANGO"** dan la posibilidad de activar rangos solares y de sombras.

Finalmente en la sección **"ANIMATE SHADOWS"** permiten crear animaciones para una hora determinada a lo largo de todo el año o el recorrido de las sombras en un día determiando.

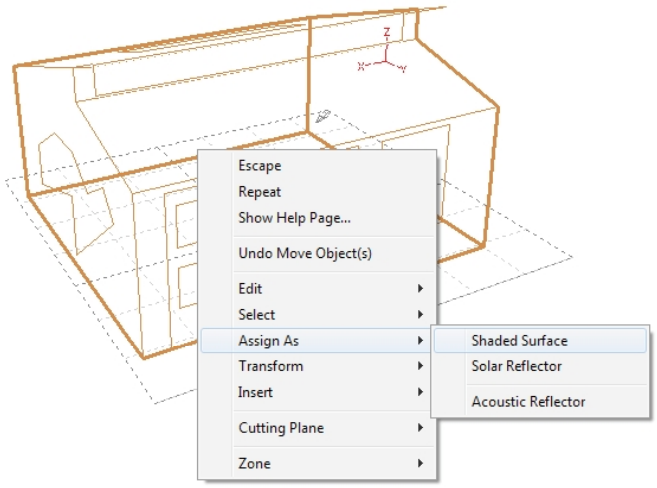
A_3.5. ANÁLISIS SOLAR.

Una vez explicados los conceptos de modelizado y las herramientas de visualización de sombras y reflejos así como las múltiples opciones, se explica cómo obtener resultados más concretos y detallados.

Soleamiento

La visualización del soleamiento exterior así como las múltiples opciones para modificar la visualización se han ido explicando a lo largo del presente manual.

Sombras interiores.- como se ha podido comprobar a lo largo del modelo, en un primer momento las sombras interiores no se pueden visualizar. En la barra de opciones, en el botón de visualización podemos desactivar las superficies delanteras a fin de ver la parte trasera, sin embargo, si queremos visualizar el sombreamiento sobre unas superficies en concreto, bien interiores o bien exteriores debemos, en primer lugar seleccionar la superficie o superficies.

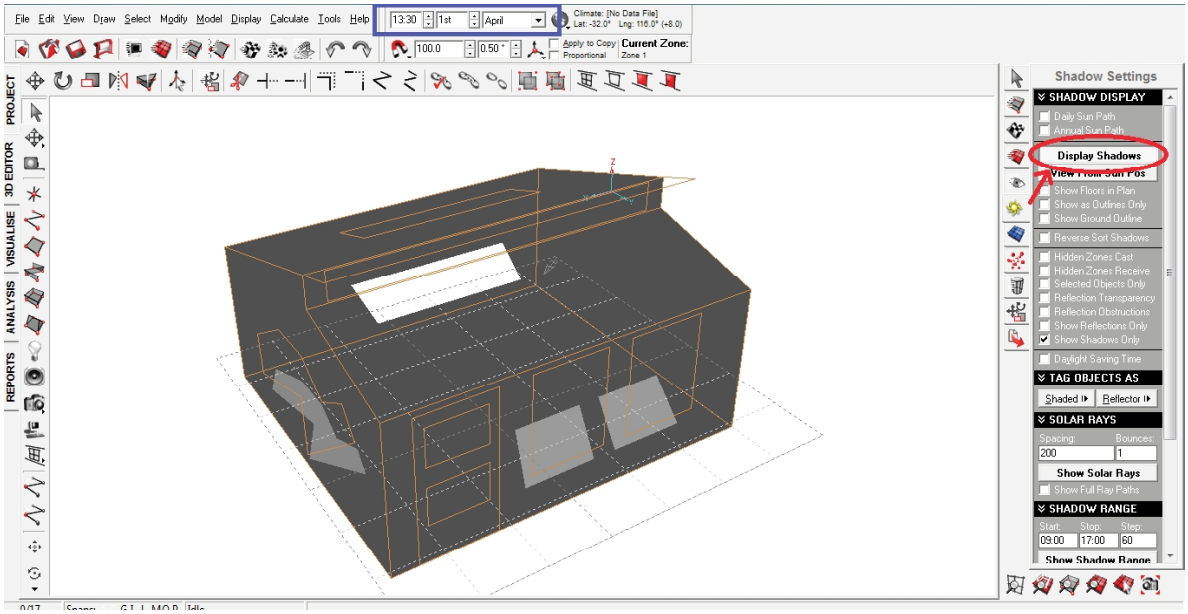


A continuación hacemos clic derecho con el ratón sobre una de las aristas de las superficies seleccionadas.

Assing as > Shaded Surface

Y a continuación, pulsamos el botón n **"DISPLAY SHADOWS"** para activar las sombras.

Por último, ajustamos la fecha y la hora para ver las sombras tal y como deseemos.



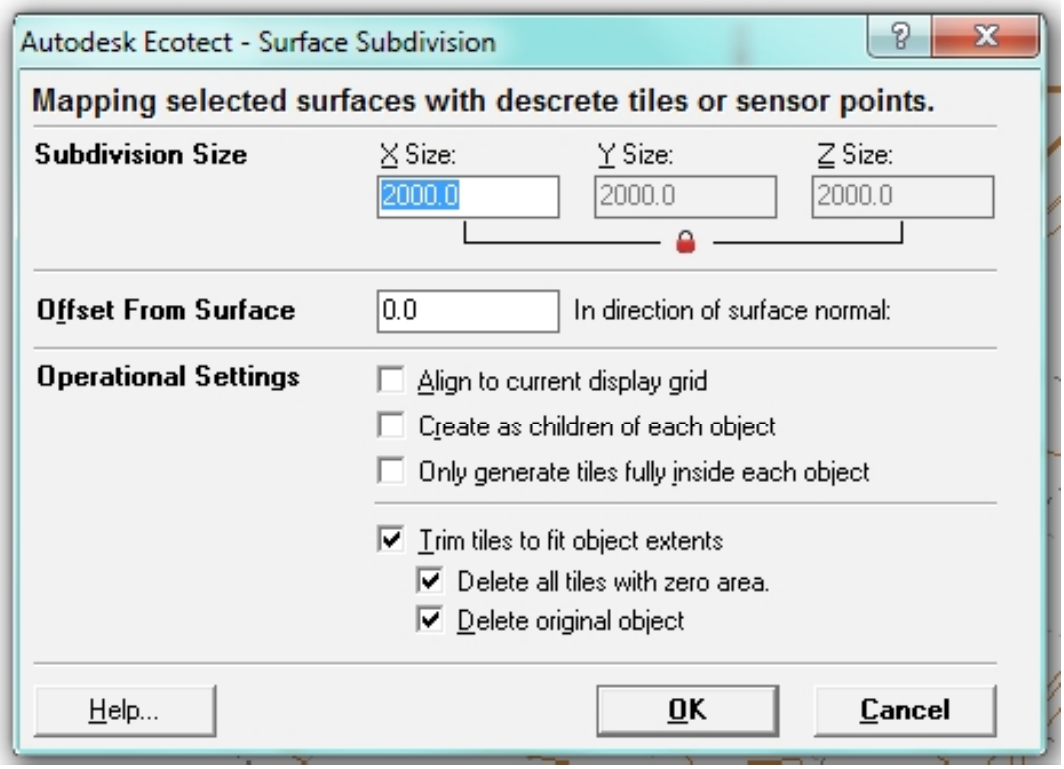
Irradiacia

Existen muchos métodos para obtener estos valores y de diferentes maneras, en este manual se explican dos métodos.

El primer método es el menos recomendable puesto que una simulación puede llevar de 10 a 16 horas, durante las cuales el ordenador quedará prácticamente inutilizado. Sobre todo hay que tener presente que el software Ecotect no alcanza el nivel de desarrollo deseado, comparándolo con otros programas de uso diario como Office, AutoCAD, etc. Por lo que tiene fallos y uno de estos fallos es que si minimizamos el programa durante una simulación, no podremos restaurar la pantalla, teniendo que cerrar el programa y volverlo a encender, huelga decir que la simulación no se habrá realizado.

Previamente al análisis debemos **definir el tamaño de rejilla**, esto es la superficie en la que se dividirá el chequeo. Cuanto menor sea la rejilla, más valores obtendremos y mayor precisión de datos, sin embargo, mayor tiempo de simulación vamos a obtener. Es necesario seleccionar la superficie previamente, después debemos hacer:

Modify > Surface Subdivisions > Rectangular Tiles....

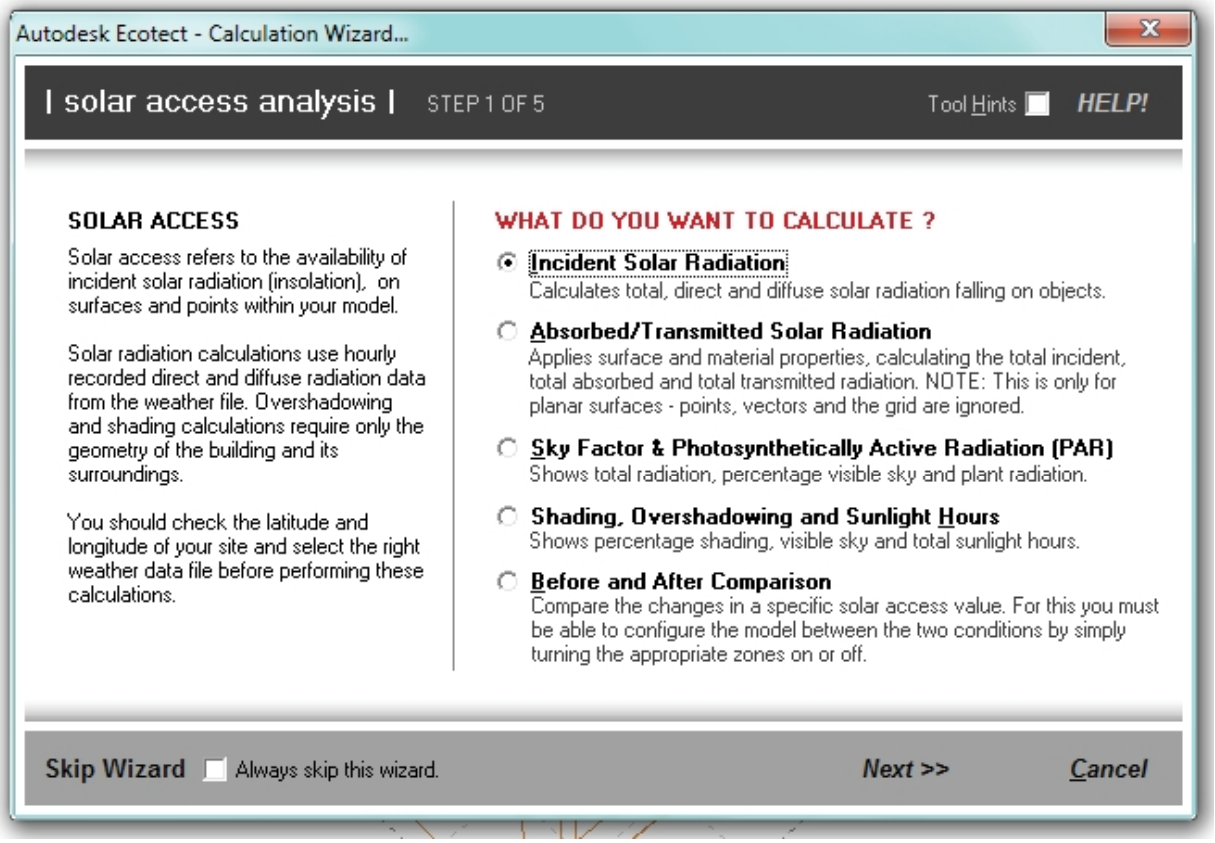


Es recomendable tener activadas las funciones **"TRIM TILES TO FIT OBJETCT EXTENTES"** así como el resto de funciones para que la malla se adapte a la forma seleccionada y no se duplique.

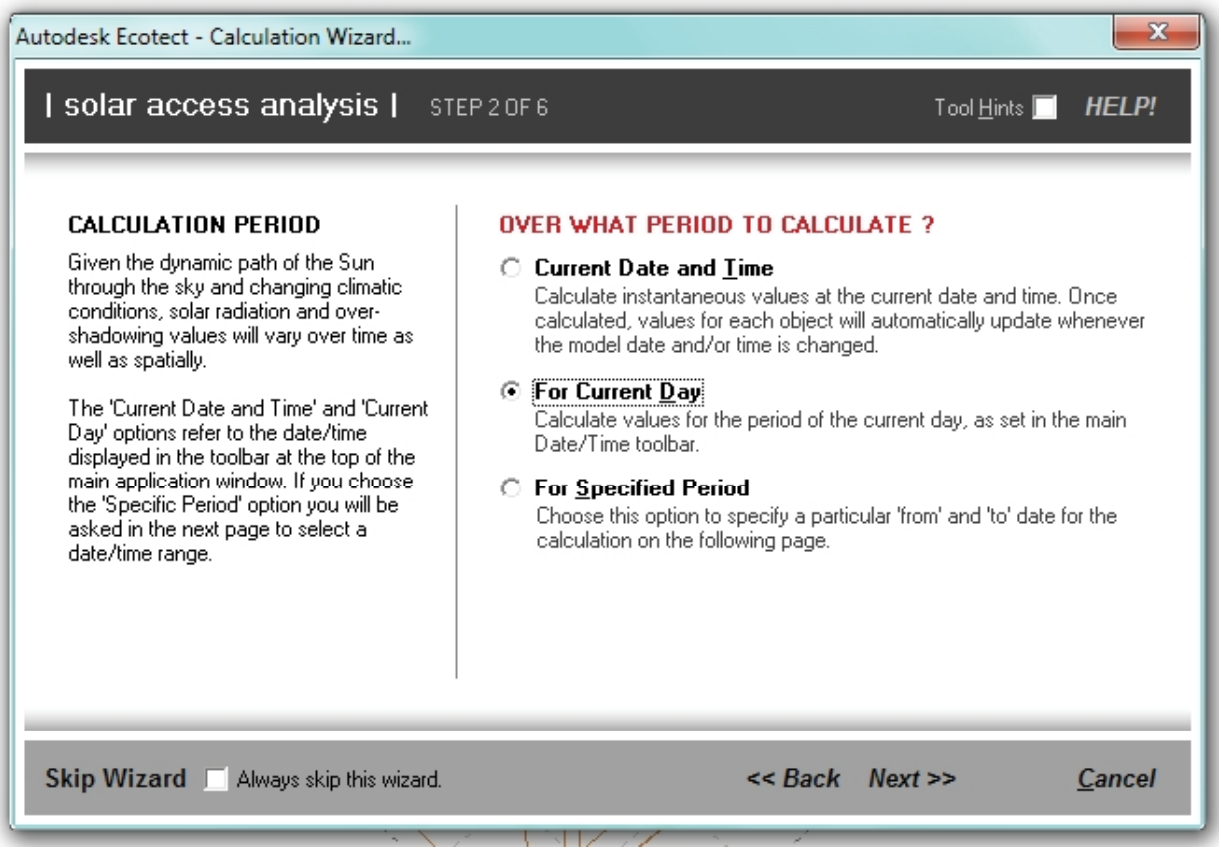
Para realizar la simulación por la primera vía, debemos hacer:

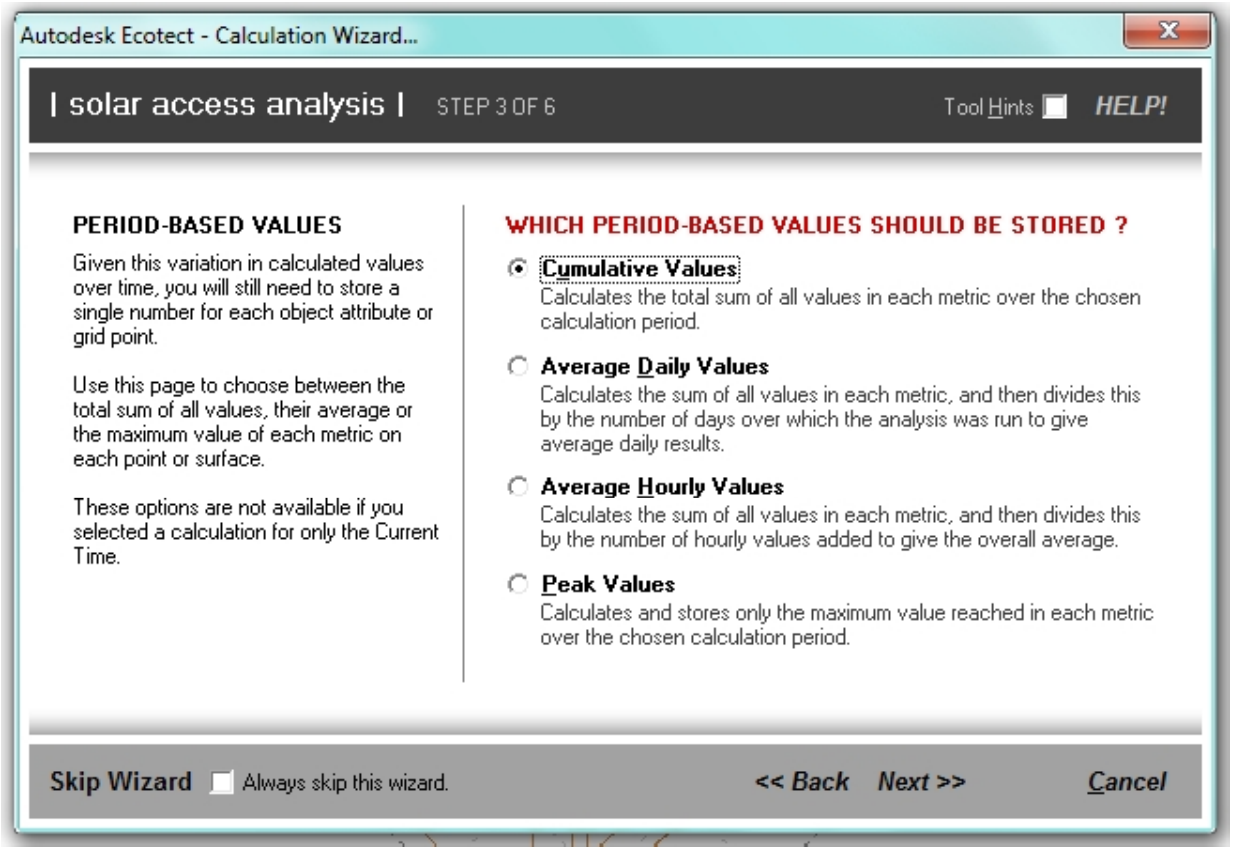
Calculate > Solar Access Analysis

Aparecerán una serie de pantallas, las opciones a señalar se muestran a continuación.

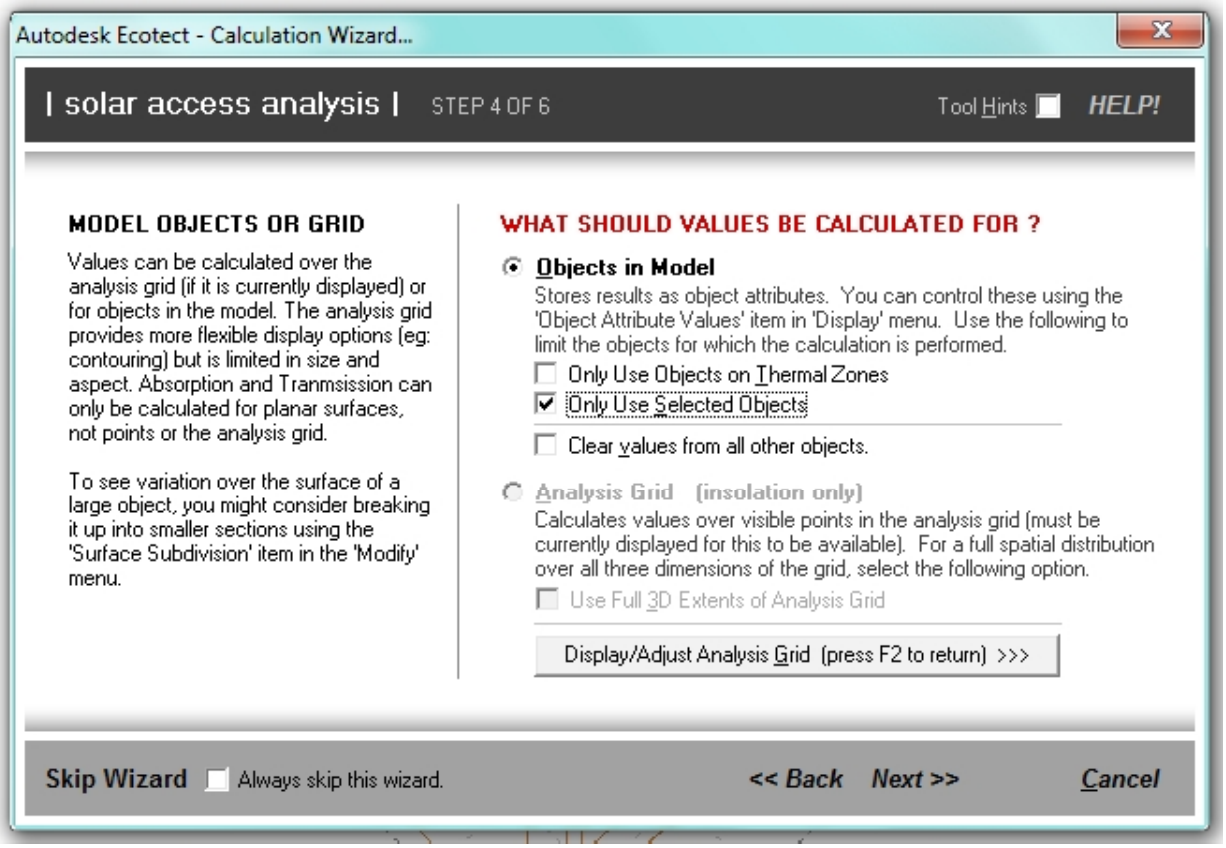


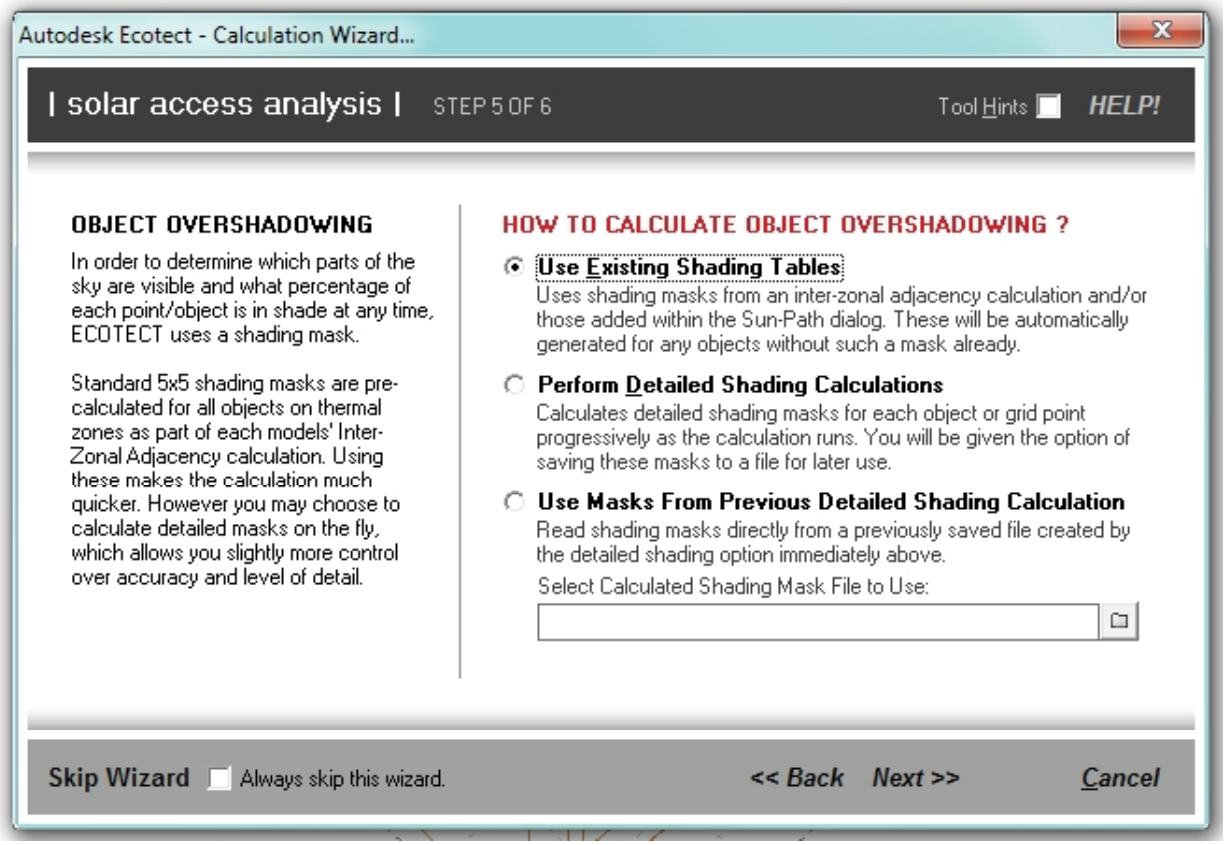
Seleccionamos en función de los datos que deseemos obtener, si para el día y la hora señalada, para todo el periodo del día o para una estación o un periodo en concreto.

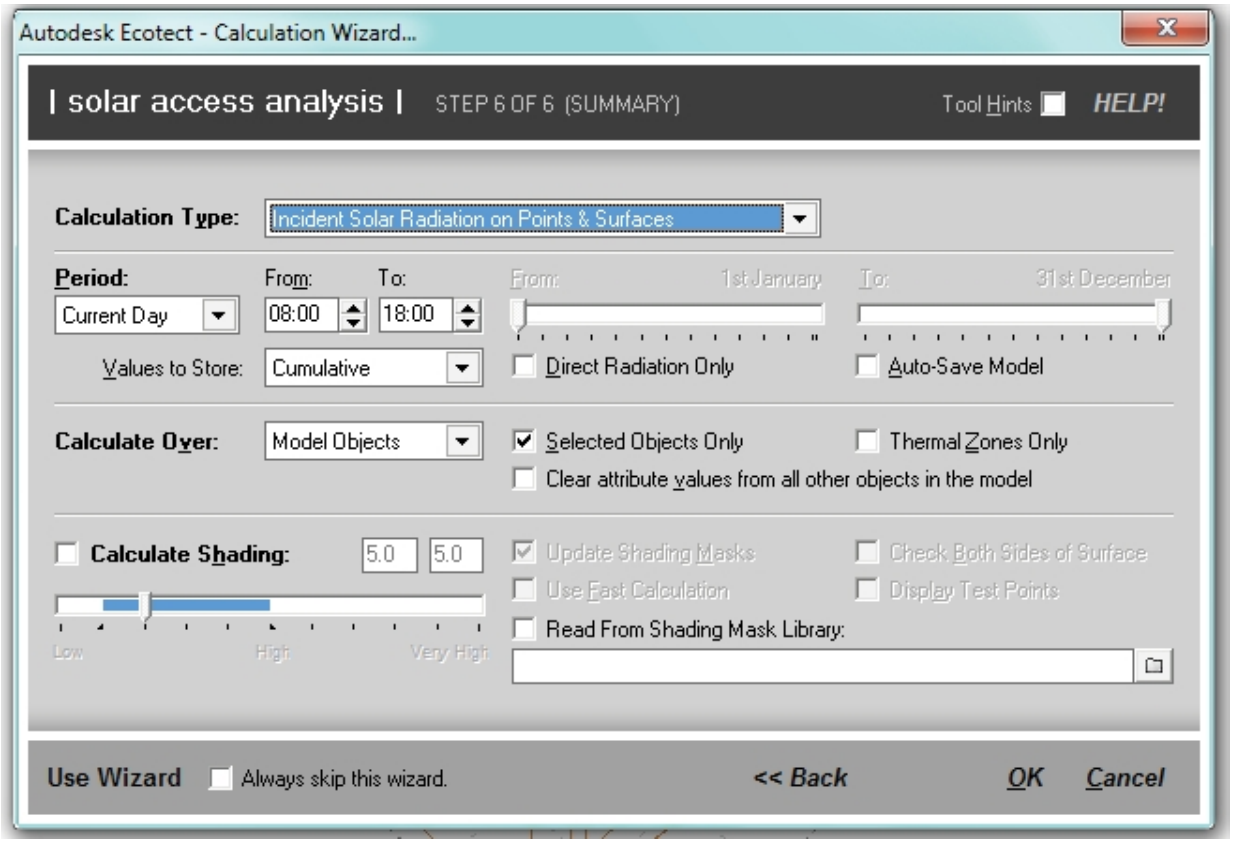




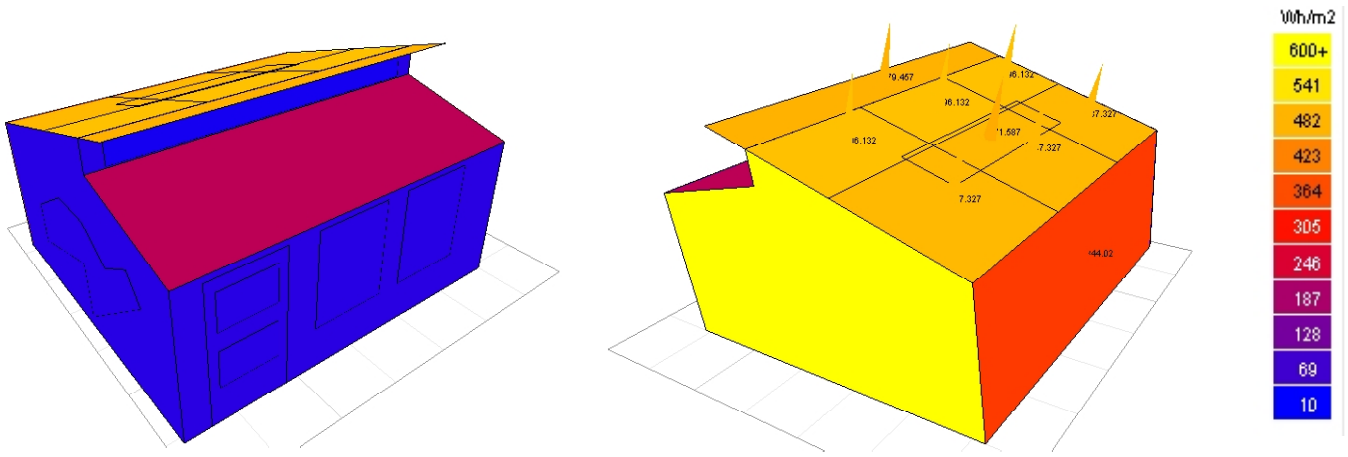
En función de si deseamos la simulación sobre todo el modelo o sobre una superficie activaremos o no la opción "**ONLY USE SELECTED OBJECTS**". Si el modelo no es muy simple y de pequeño tamaño, no se recomienda esta opción ya que emplea mucho tiempo.



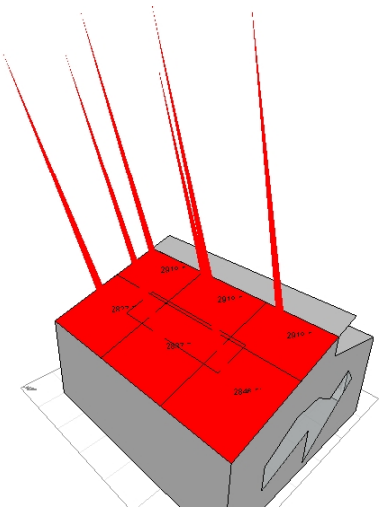




En este último menú corroboramos todos los datos, si deseamos solo radiación directa, el periodo, los valores, etc.



Simulación del modelo completo, los diferentes colores corresponden a la escala gráfica que proporciona Ecotect



A la izquierda observamos el caso de elegir solo una superficie para el cálculo. De entrada puede verse que la escala no es la adecuada puesto que parece que la radiación es uniforme y no lo es.

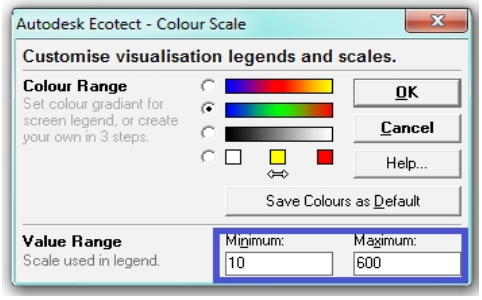
En primer lugar, para saber si existe variación y que la escala no es la adecuada debemos hacer:

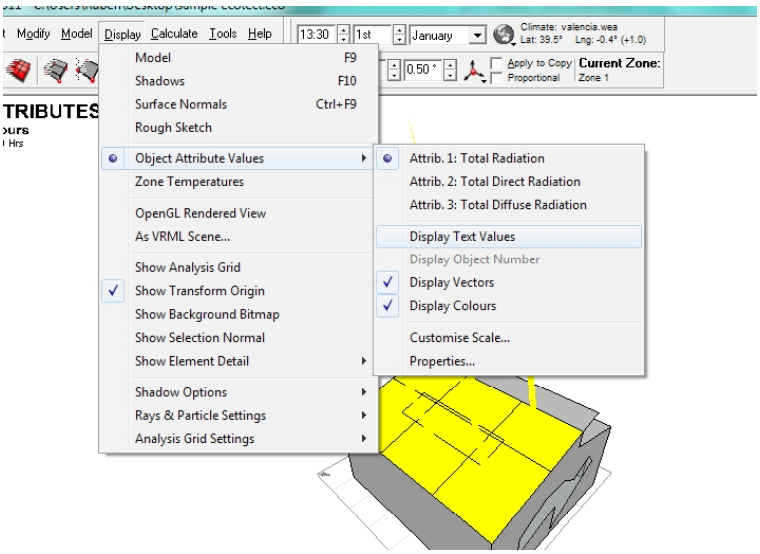
Display > Objetc Attribute Values > Display Text Values

Si deseamos ver los picos como en la imagen debemos activar el botón **"DISPLAY VECTORS"**.

En este caso podemos ver que la radiación varía desde 2800 hasta 2970 aproximadamente, por tanto, repetimos los comandos anteriores y pulsamos en este caso en **"CUSTOMISE SCALE"**

Aparecerá el siguiente menú.

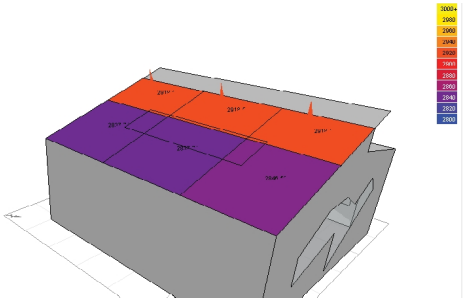




En las casillas inferiores debemos marcar como mínimo 2800 y como máximo 3000 para obtener los resultados de forma satisfactoria.

Además podemos seleccionar el color de la escala, los predeterminada, o elegir nosotros mismo los colores. Hay que destacar que las dos gamas de colores superiores son las establecidas comúnmente.

Finalmente decir que como en la misma pestaña de **Display** podemos elegir, una vez hecha la simulación, si



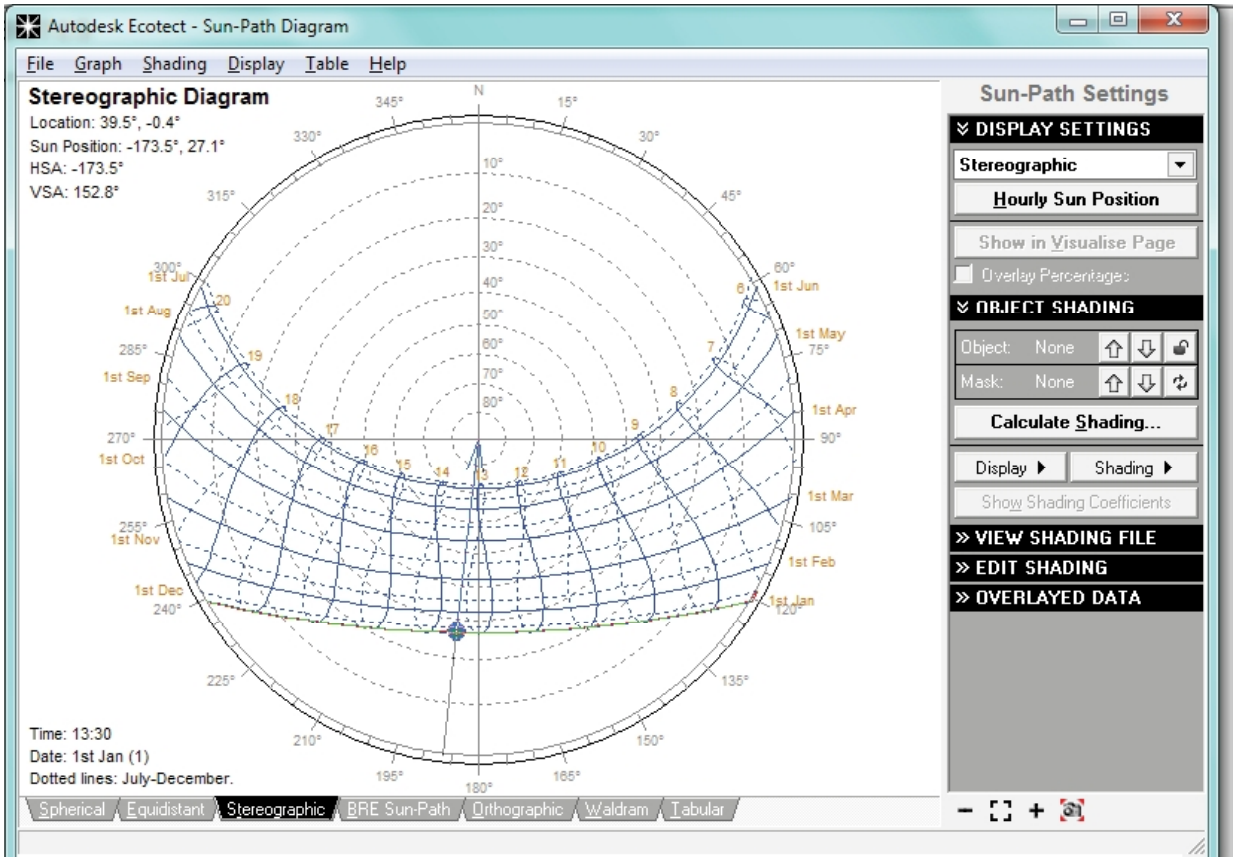
deseamos ver la radiación total, directa o difusa únicamente.

El segundo método de cálculo, gráficamente no es tan bueno, sin embargo obtenemos datos mucho más precisos.

Para realizar estos cálculos debemos en primer lugar seleccionar una fecha y la superficie sobre la que hacer cálculos y después:

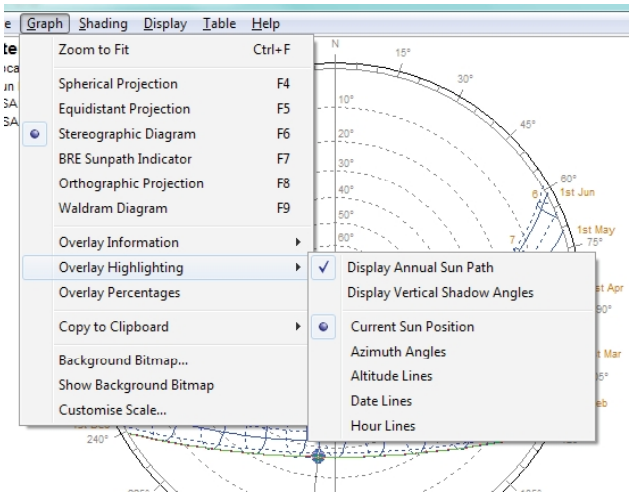
Calculate > Sun Path diagram

Aparecerá la siguiente pantalla:



En la barra inferior podemos elegir el tipo de diagrama sobre el que representar los cálculos. Hay que entender por tanto el funcionamiento de estas cartas solares. A continuación se explican brevemente el significado de las líneas así como la forma de resaltarlas en el gráfico. Para ello debemos pulsar:

Graph > Overlay Highlighting



Display Annual sun Path desactivará las líneas azules. No se recomiendo hacer esto puesto que son las líneas que más información aportan para comprender la gráfica.

Current Sun Position señaliza la posición relativa del sol a la fecha que tenemos seleccionada. Este dato no tiene mucha importancia puesto que el cálculo muestra los valores del día completo.

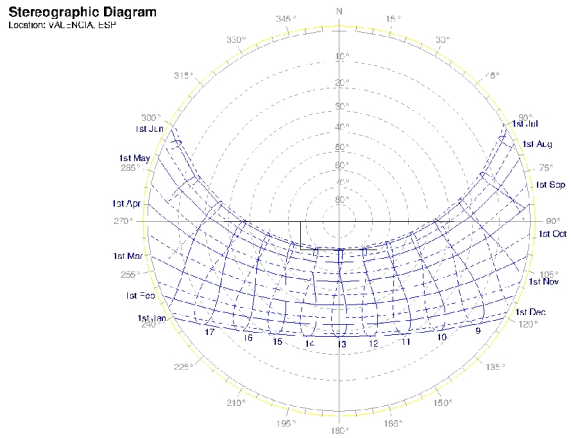
Azimuth Angles muestra el ángulo del sol respecto del norte y obviamente respecto de nuestro objeto, puesto que sabemos la orientación de este.

Altitude Angles señaliza la altura del sol para una hora determinada

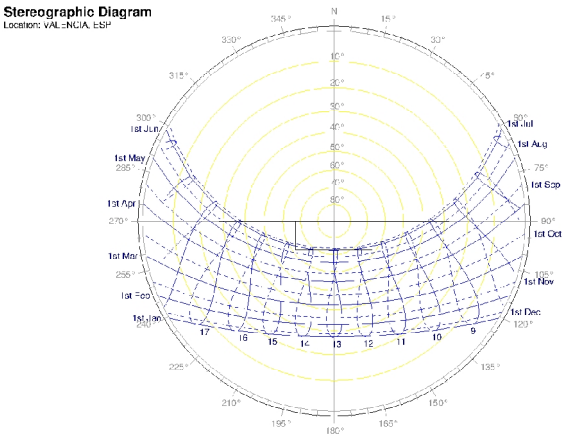
Date Lines resalta las líneas que corresponde a los meses del año.

Hour lines muestra las líneas que corresponden a las horas del día.

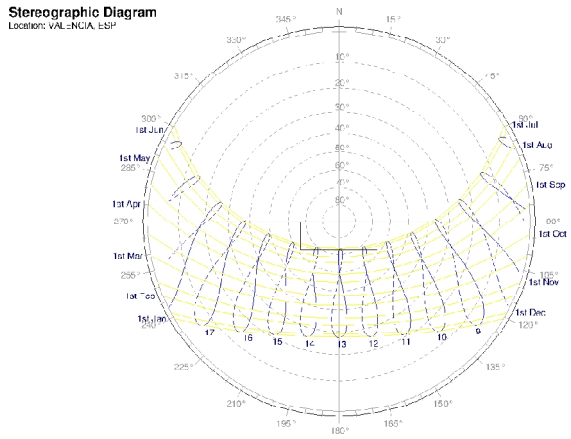
La intersección de estas líneas da los datos necesarios para comprender las cartas solares, por ejemplo, si deseamos saber la altura y el azimuth del sol, necesaria para calcular las sombras, debemos ver donde se cortan estas líneas con las correspondientes a la hora y el mes.



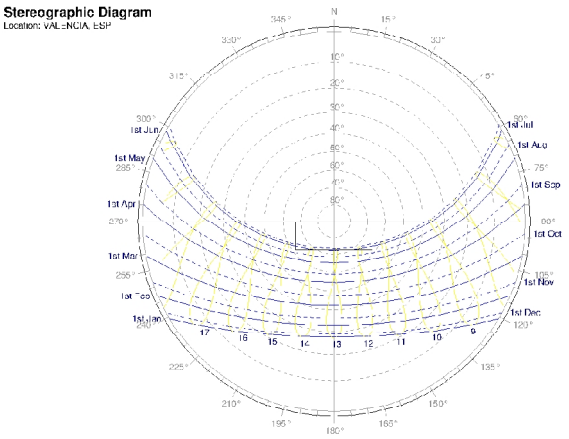
Azimuth Angles



Altitude angles

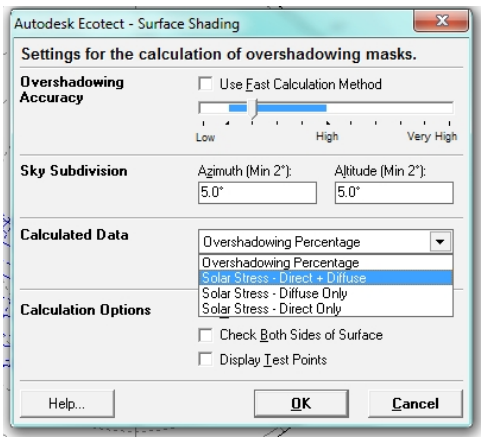


Date lines



Hour lines

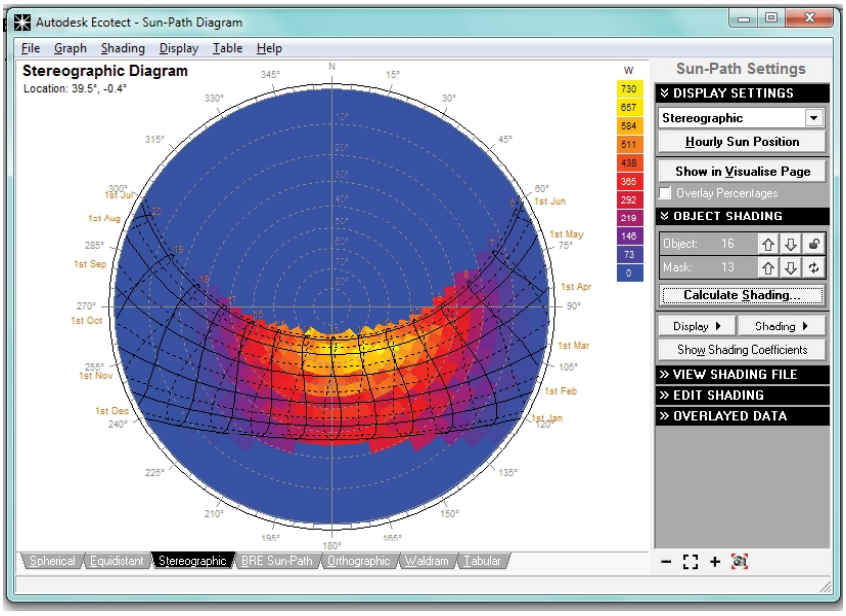
Explicados estos conceptos, procedemos al cálculo. Para ellos simplemente pulsamos **"CALCULATE SHADING…"** y aparecerá el siguiente submenú.



Deslizando la barra superior hacia la derecha obtendremos datos más precisos, también podemos marcar la casilla de "**USE FAST CALCULATION METHOD**" para realizar un cálculo rápido y poco preciso para orientarnos.

Lo importante es en la pestaña de **"CALCULATED DATA**" elegir cualquiera de las opciones de radiación en función de lo que

deseemos calcular, finalmente pulsamos **OK** y esperamos a que termine el cálculo.



Cuando tengamos el gráfico, guardamos la imagen (este proceso se explicará más adelante)

Podemos obtener, tras el cálculo, los informes del mismo, para ello seleccionamos la pestaña inferior **"TABULAR"**. Los datos corresponden al día en el que hemos hecho la simulación, sin embargo, una vez calculado podemos cambiar la fecha y estos datos se actualizarán **sin necesidad de recalcular nada**.

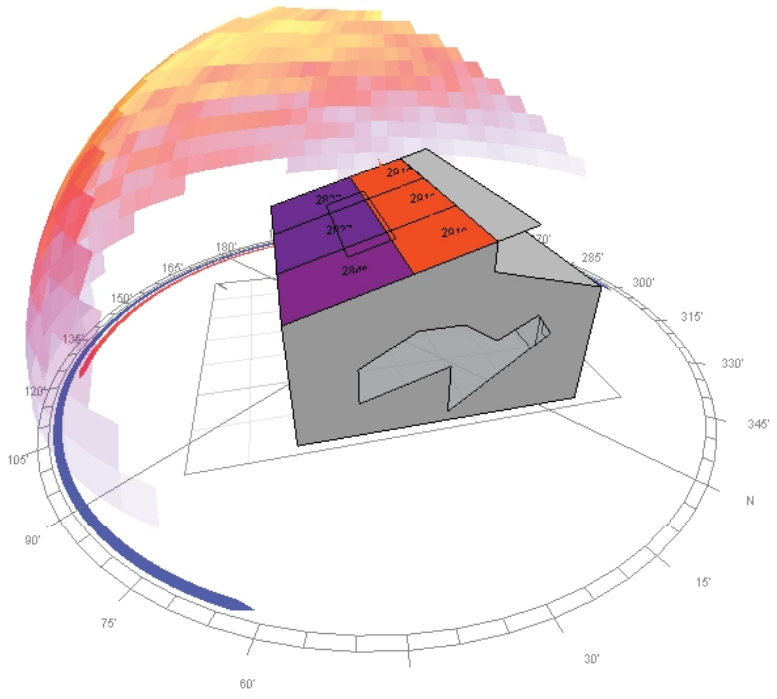
Como podemos ver, los datos obtenidos son para todas las horas de sol de este periodo, en verano el rango va de las 6:00 a las 20:00.

Para exportar estos datos a un documento **.xls** únicamente debemos hacer:

Table > Generate Detailed Report...

Aparecerá un menú en el que debemos seleccionar **"MICROSOFT EXCEL SHEET"** y pulsar **OK** para que lo genere.

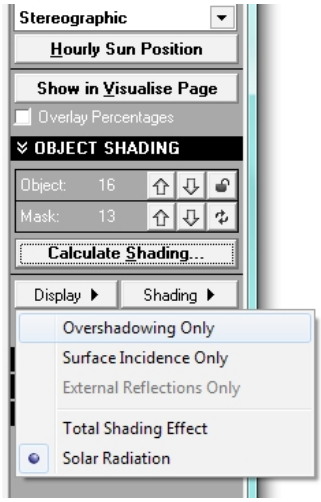
Por último, puede resultar interesante visualizarlo sobre el modelo, simplemente debemos pulsar (estando en una pestaña de carta solar, no en la de tabular), en la parte derecha, en el menú, el botón "**SHOW IN VISUALISE PAGE**" para obtener el siguiente resultado.



Máscaras de sombra

Las máscaras de sombra representan sombre las cartas solares el porcentaje de sombra que recibe un elemento en una fecha concreta elegida por nosotros mismos. Para calcular estas sombras, debemos seguir el mismo proceso explicado inmediatamente arriba.

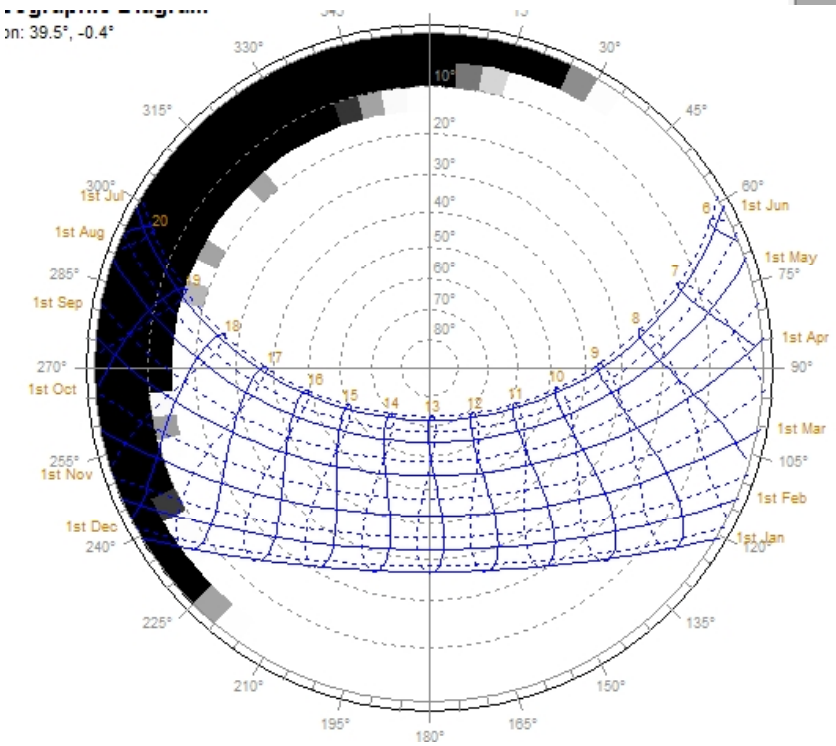
Calculate > Sun Path Diagram...



Si previamente hemos calculado la radiación de este elemento, debemos pulsar en el menú de la derecha

Display > Overshadowing only

Si no hacemos esto, solo veremos la radiación por mucho que recalculemos. A continuación elegimos **"CALCULATE SHADING"** y en la **"CALCULATED DATED"** seleccionamos la primera opción **"OVERSHADOWING PERCENTAGE"**



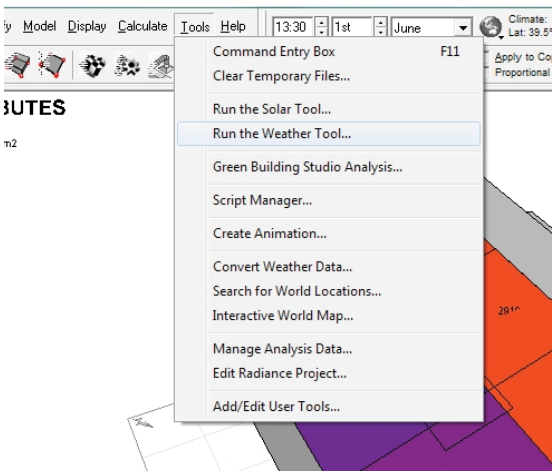
A_3.6. WEATHER TOOL.

La herramienta weather tool nos ofrece todos los datos climáticos en bruto, sin referenciar en concreto a una zona o una superficie. No por esto es menos útil, puesto que podemos obtener infinidad de datos que nos ayudarán a comprender mejor el clima en el que nos desarrollamos y datos que nos serán de mucha utilidad.

En primer lugar, debemos disponer de una base de datos **.wea** con la que el programa pueda hacer cálculos y mostrar datos.

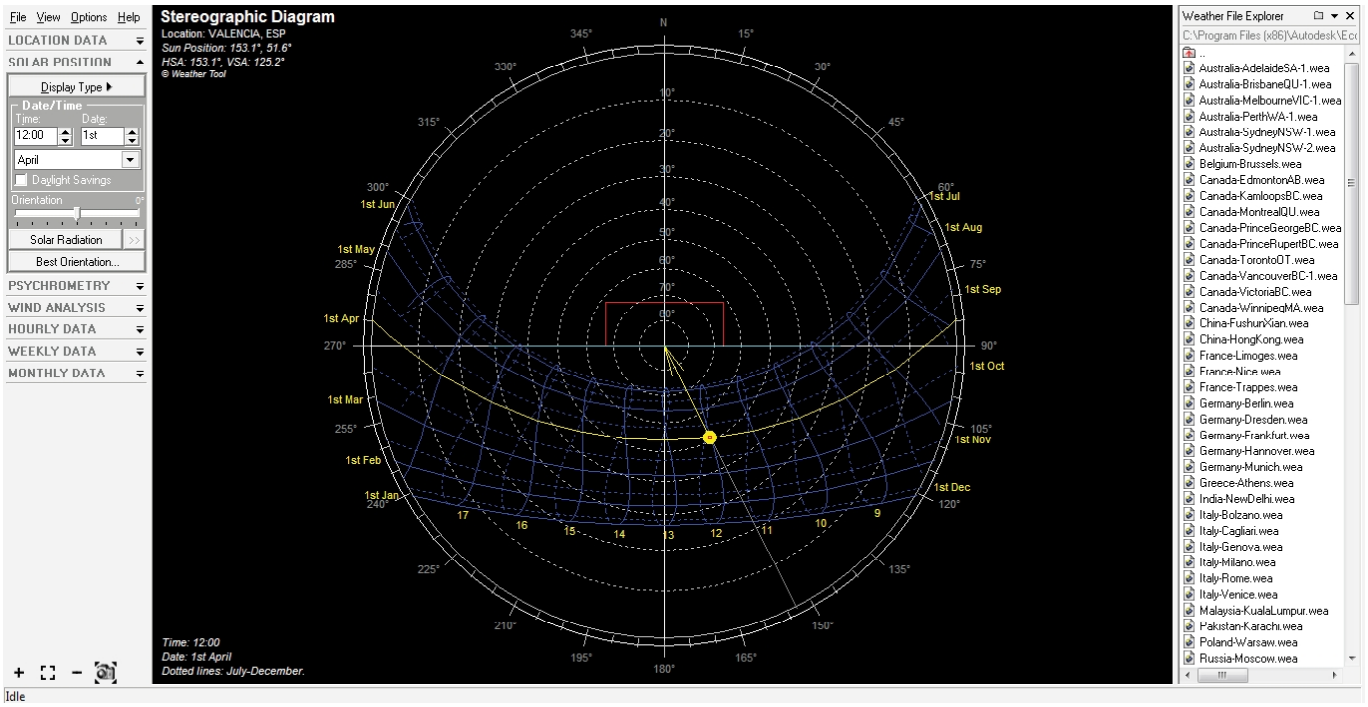
Para arrancar la herramienta debemos:

Tool > Run the Weather Tool



A continuación se abrirá un subprograma anidado en Ecotect. Lo primero que debemos hacer es, en la lista de la izquierda, seleccionar nuestra base de datos.

La pantalla tendrá el siguiente aspecto.

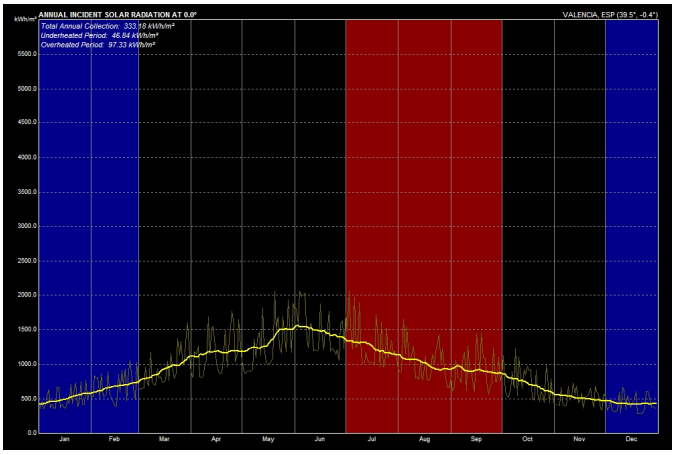


El listado de la derecha muestra las diferentes opciones climáticas a las que podemos acceder con esta herramienta.

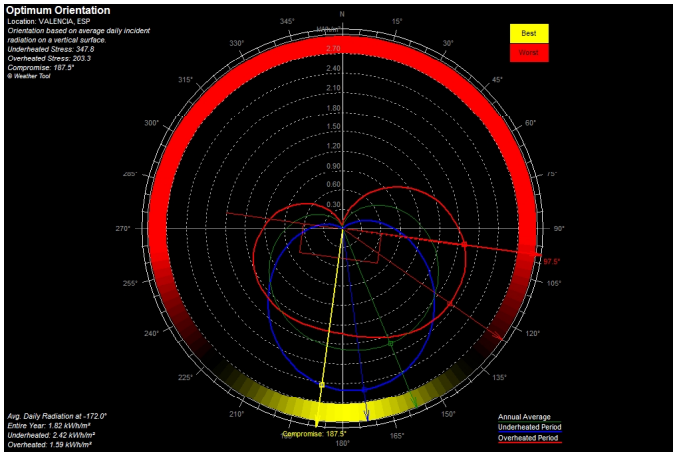
Location data.- Simplemente sirve para introducir los valores relativos a la ubicación donde llevar a cabo el estudio.

Solar position.- Corresponde a la imagen superior, en este apartado se muestran todos los datos relativos al sol. Podemos establecer la fecha y en la barra inferior desplazar la orientación para obtener los datos de radiación generales.

Si pulsamos el botón **"SOLAR RADIATION"**, el programa mostrará la radiación en función de la orientación en una gráfica anual. Si por el contrario pulsamos **"BEST ORIENTATION…"** Ecotect realizará una simulación y calculará en función de **todos** los datos climáticos, cual es la orientación más favorable.



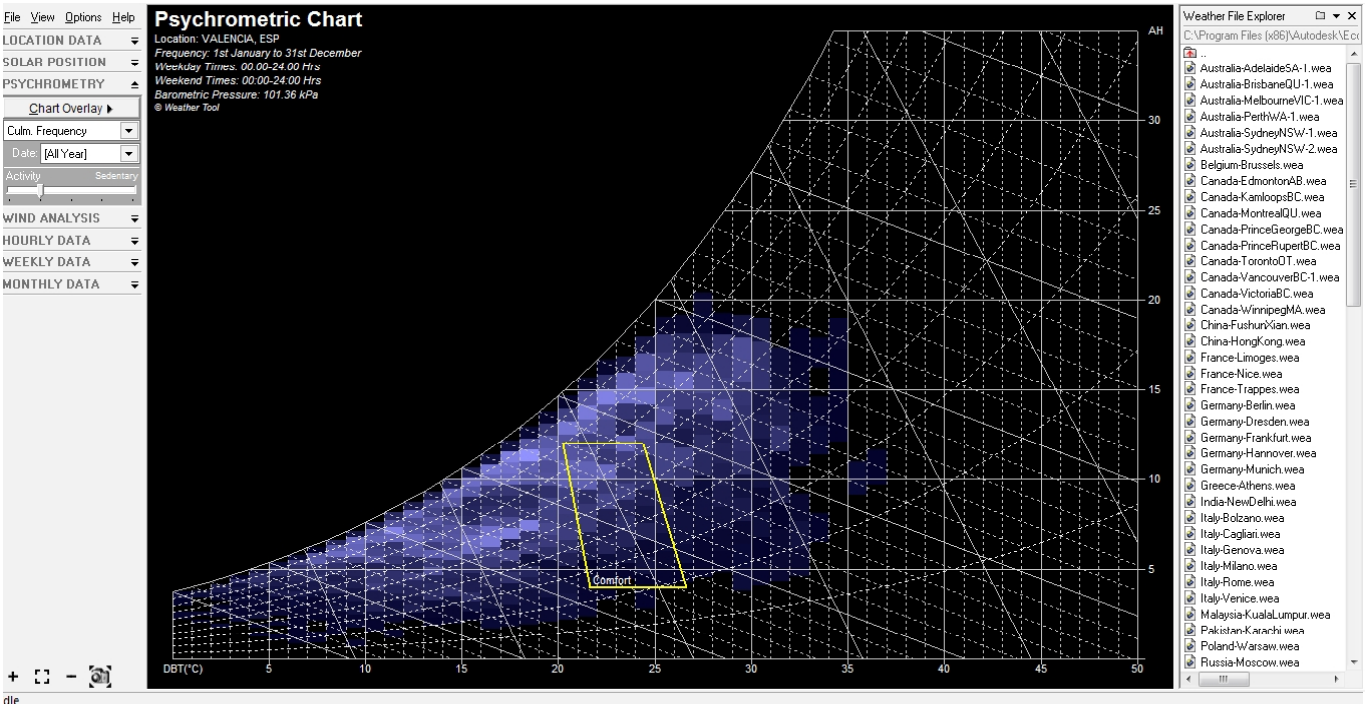
Gráfica de radiación



Mejor orientación

Por último en la pestaña de **"DISPLAY TYPE"** podemos elegir el tipo de gráfico, o si deseamos una tabla de datos, opciones de visualización como en la herramienta **sun path diagram**, etc.

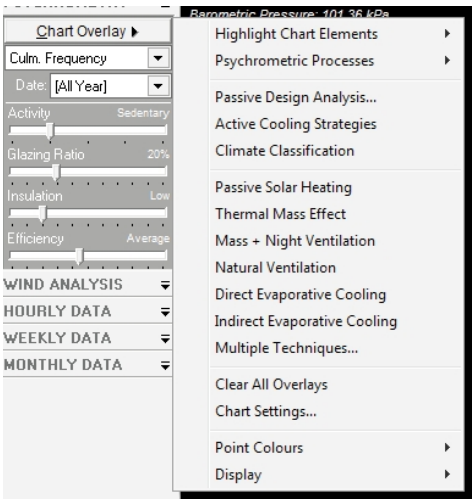
Psychormetry.- Este apartado es realmente importante puesto que nos da valores de confort e incluso las estrategias a seguir para obtener el máximo confort. La pantalla tiene el siguiente aspecto.



A priori parece que las opciones que ofrece no son muchas, para empezar podemos seleccionar en una pestaña el tipo de información a mostrar en el ábaco y en la inferior el periodo que deseamos calcular.

Deslizando la barra inferior podemos definir el **tipo de actividad** del lugar de estudio, ya que la zona de confort varía mucho de una zona sedentaria a una zona de alta actividad.

Realmente las funciones más importantes se encuentran en el botón **"CHART OVERLAY"**, aquí podemos



seleccionar múltiples características para nuestro ábaco.

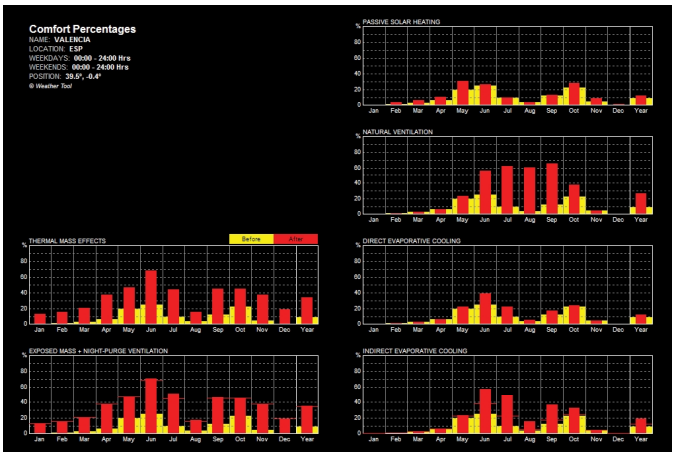
Las dos primeras opciones hacen referencia a opciones para sobre exponer ejes y características que ayude a la comprensión del ábaco.

Passive Desing Analysis muestra una estimación de cómo cambian los datos climáticos que se muestran en el ábaco aplicando las estrategias bioclimáticas pasivas como masa térmica, estrategias solares pasivas, ventilación natural, etc.

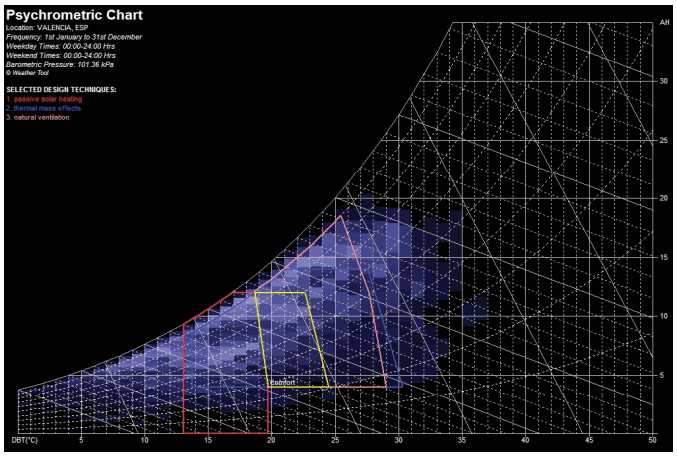
Active cooling strategies muestran en el ábaco las diferentes soluciones para conseguir, mediante métodos activos, alcanzar el confort y que zona del ábaco afecta cada estrategia por separado.

La lista inferior se corresponde con las diferentes técnicas pasivas bioclimáticas y a que zona afectan de la gráfica.

Si pulsamos **multiple Techniques…** podemos seleccionar las técnicas que nos interesen y se mostrarán a la vez sobre el ábaco, de modo que seremos capaces de ver la combinación para alcanzar la zona optima de confort.

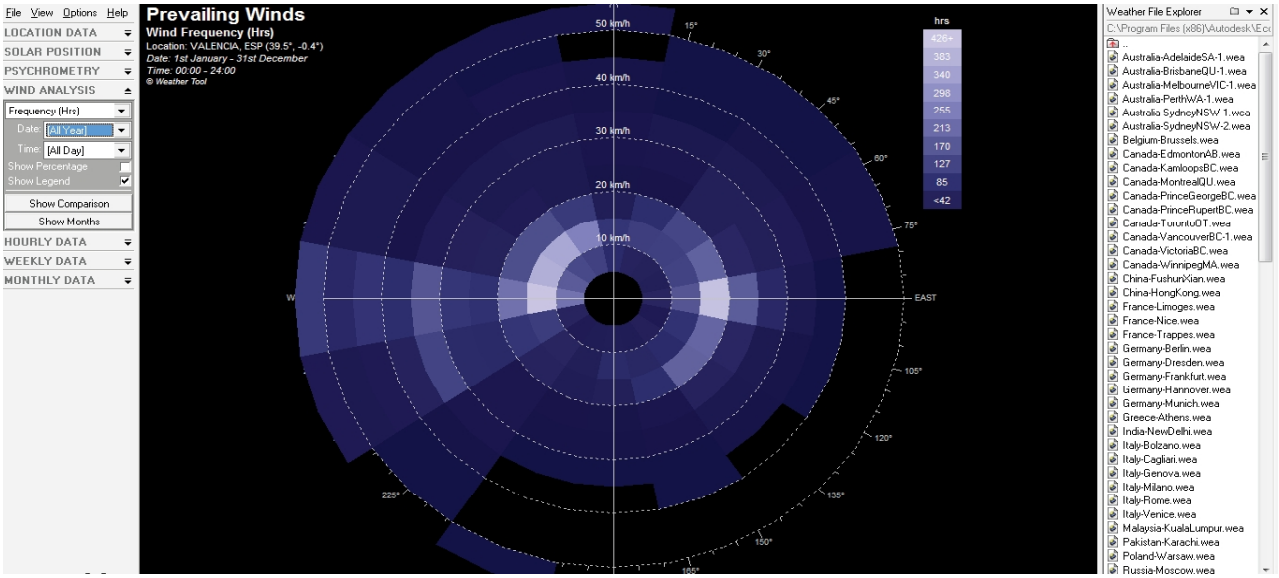


Pasive Desing Analysis



Multiple Techniques

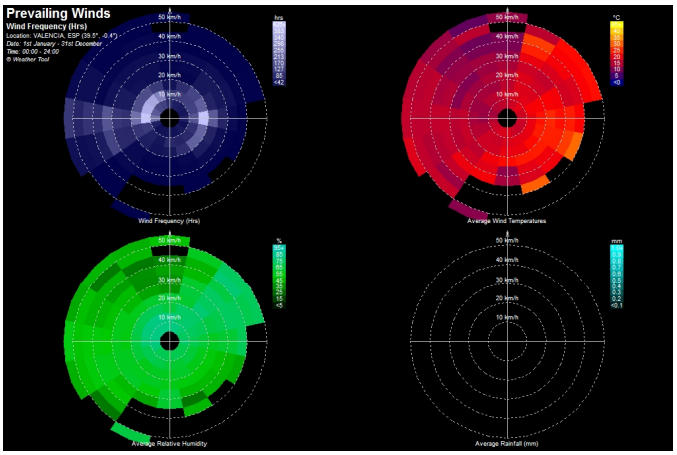
Wind Analysis.- En este apartado obtendremos todos los datos relativos al viento. La apariencia de la pantalla es la siguiente



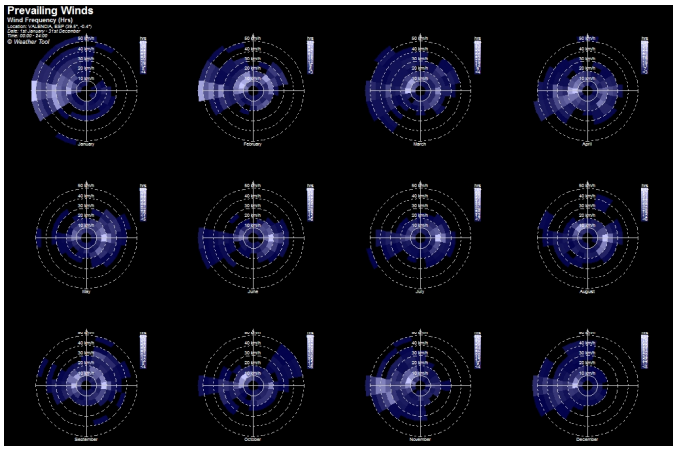
En la primera pestaña podemos elegir el **tipo de dato** que nos va a devolver el programa, promedios, temperaturas, humedad, etc. Y en la de más abajo los **periodos** que comprenden, en cuanto a fecha y hora.

"SHOW COMPARISON" ofrece una comparación de los promedios de velocidad, temperatura, humedad y precipitaciones.

"SHOW MONTHS" nos muestra una comparación de todos los meses del año.

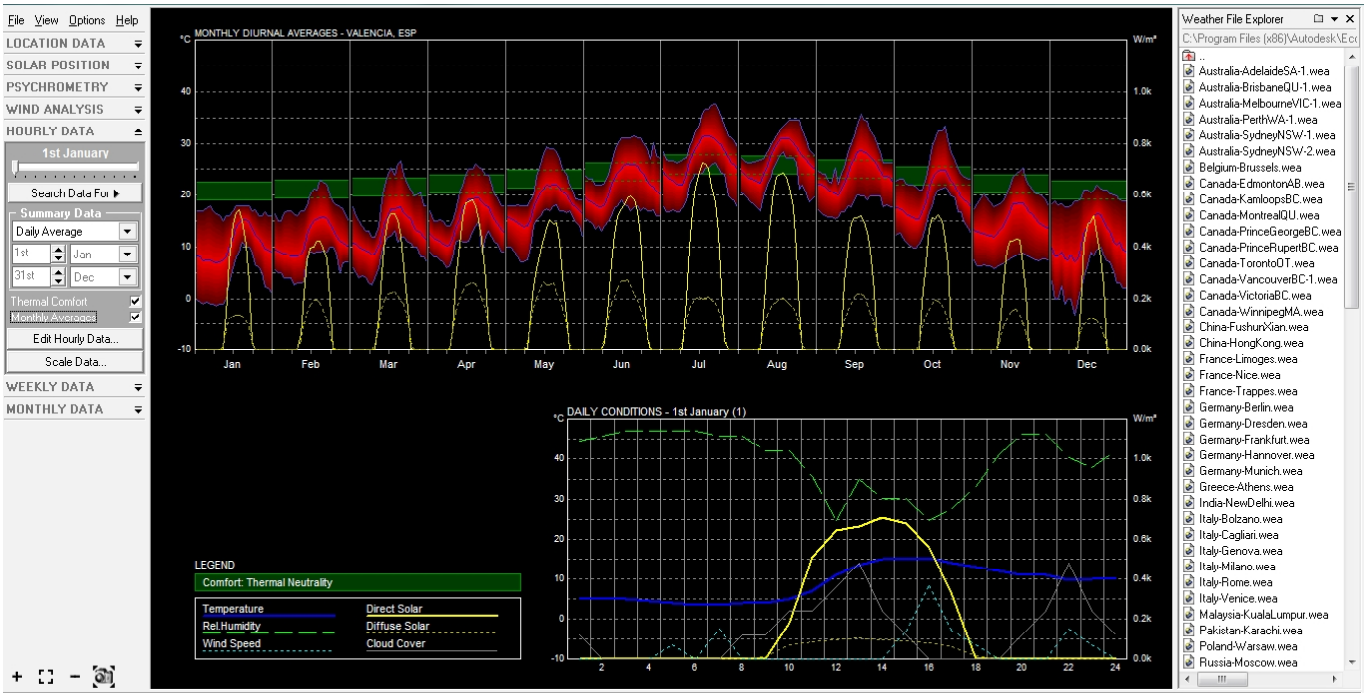


Show comparison



Show months

Hourly data.- En este apartado obtenemos gráficas anuales de los datos climáticos así como gráficas diarias en las que se muestran todos las datos de forma simultánea. El aspecto es el siguiente.



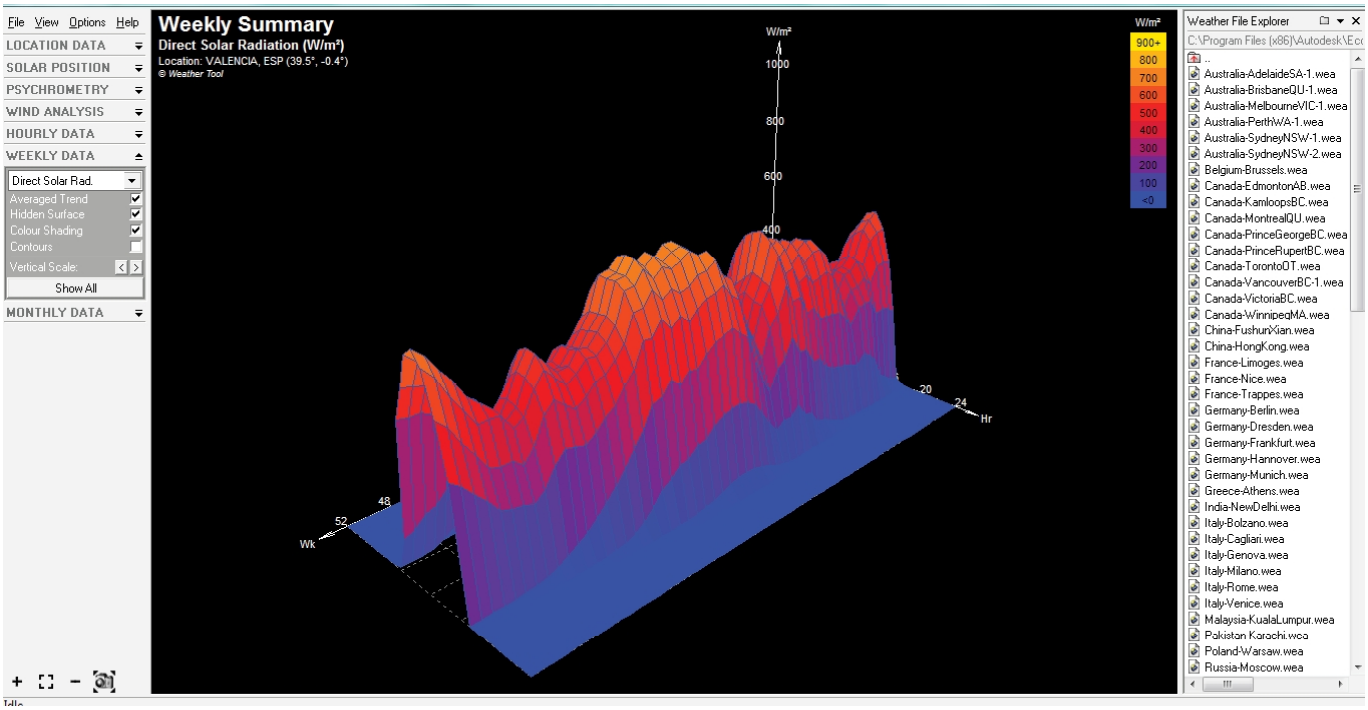
Deslizando la barra podemos cambiar de día, haciendo variar la información del gráfico inferior de la izquierda. De igual modo podemos desactivar la visualización de la zona de confort.

"SEARCH DATA FOR" nos permite buscar datos valiosos como el día más caluroso o el más frio, entre otros datos.

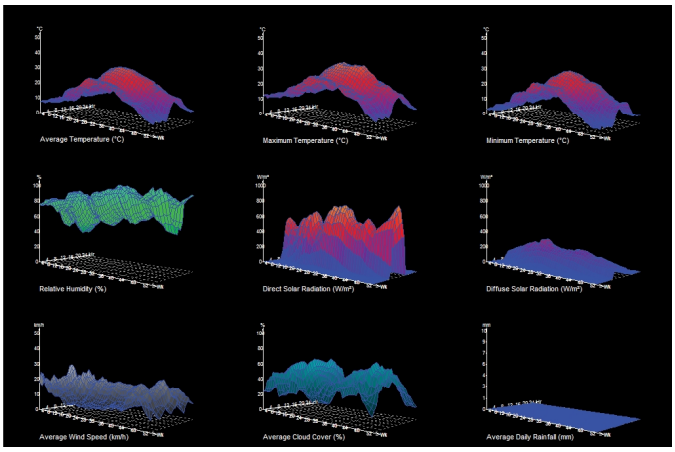
La pestaña del recuadro **Summary data** permite variar la información de la gráfica general, podemos

obtener datos de temperatura, radiación, humedad, etc.

Weekly data.- Podemos obtener los mismos datos pero en representación volumétrica cuyos ejes marcan las semanas del año, la hora y la magnitud de medida. El aspecto es el que se muestra a continuación.



En la primera pestaña podemos seleccionar el tipo de datos y en las casillas inferiores las opciones de visualización. Por último el botón **"SHOW ALL"** muestra una comparación de todos los valores.



Para navegar y rotar debemos hacer **clic derecho** y sin solar girar, de este modo podemos modificar el punto de vista.

Monthly data.- Es lo mismo que los dos puntos anteriores, simplemente la información se representa de otro modo menos explicativo.

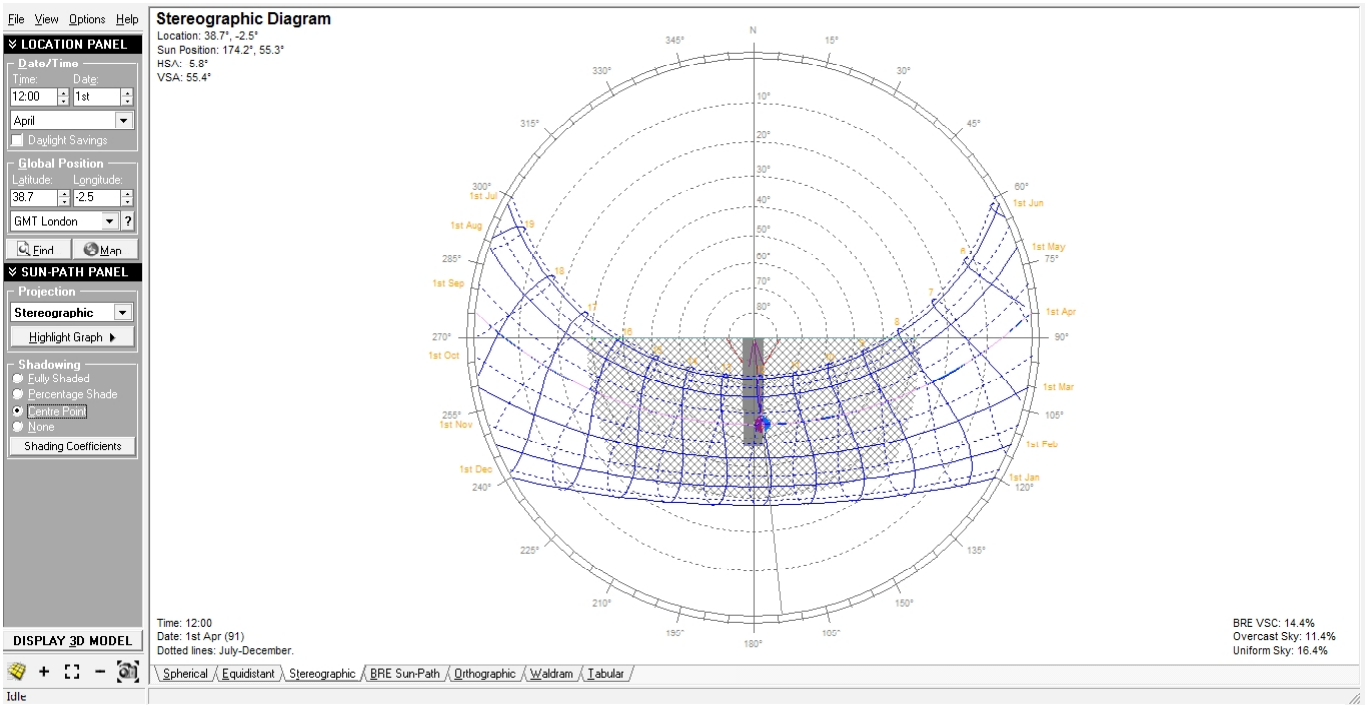
A_3.7. SUN TOOL.

La herramienta sun tool es muy similar a la anterior, pero mucho más básica. Su cometido principal es el **de diseñar parasoles.**

Para arrancar el subprograma debemos hacer lo siguiente.

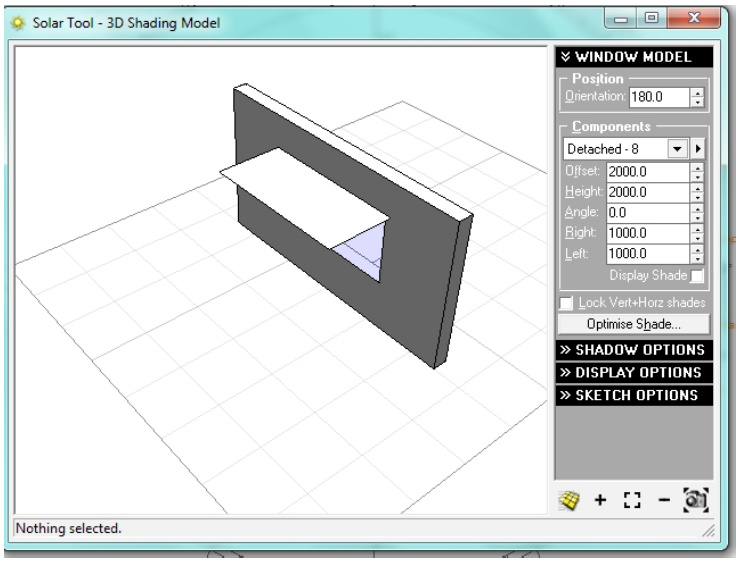
Tools > Run the Sun Tool...

El aspecto inicial debería ser el siguiente:



Podemos ver una representación de carta solar, en la parte inferior podemos cambiar entre las diferentes cartas.

Esta carta muestra las sombras sobre una pared en concreto ficticia. En el margen derecho la dotamos de todas las características que deseamos que tenga la el elemento sobre el que estudiar el parasol.

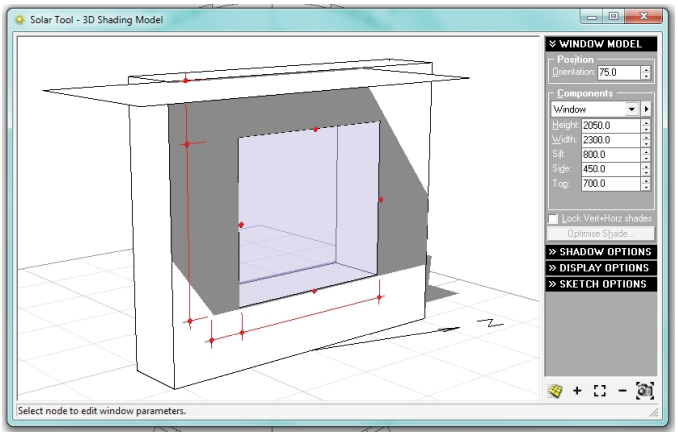


Las opciones de **"SHADOWING"** se corresponde con la visualización de las sombras en la carta.

Para modificar las condiciones y ver el modelo sobre el que estamos estudiando, así como los parasoles debemos pulsar **"DISPLAY 3D MODEL"**

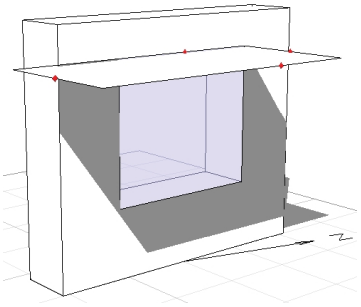
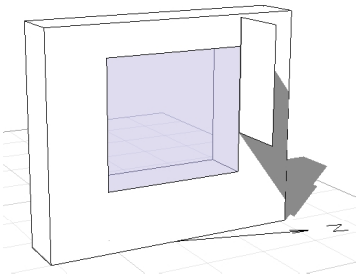
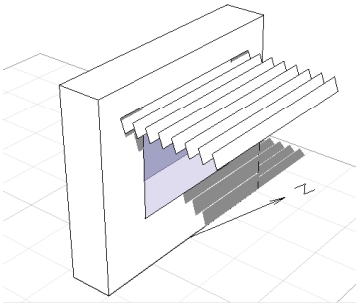
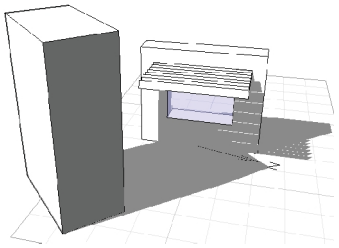
En primer lugar debemos escoger la orientación del muro.

Para modificar las características del muro, la ventana o el parasol debemos hacer clic sobre el elemento. Una vez seleccionado, podemos ver que aparecen unos nodos de color rojo, pulsando sobre ellos y arrastrando modificaremos las características de los elementos.

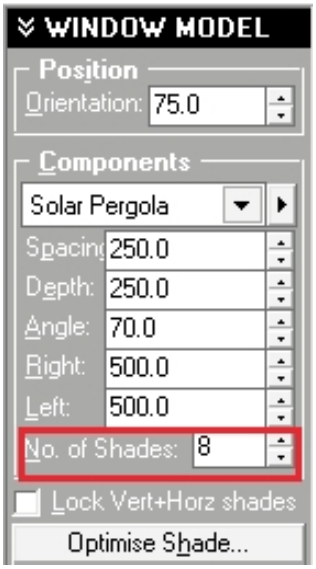


Si queremos modificar de forma precisa los parámetros del muro, simplemente debemos introducir los valores en las casillas a la derecha de la pantalla.

Para añadir parasoles, o pérgolas, o cualquier objeto que proyecte una sombra sobre este elemento debemos pinchar en la pestaña desplegable. La siguiente tabla muestra la correspondencia en castellano de los objetos que podemos crear.

Horizontal Shade	Parasol horizontal	
Vertical Shade	Parasol vetical	
Solar pérgola	Pérgola	
Detache 1,2,3…	Elemento ajeno al muro	

Evidentemente no se pueden crear más muros ni más ventanas puesto que la herramienta está diseñada para estudiar el parasol de un hueco.



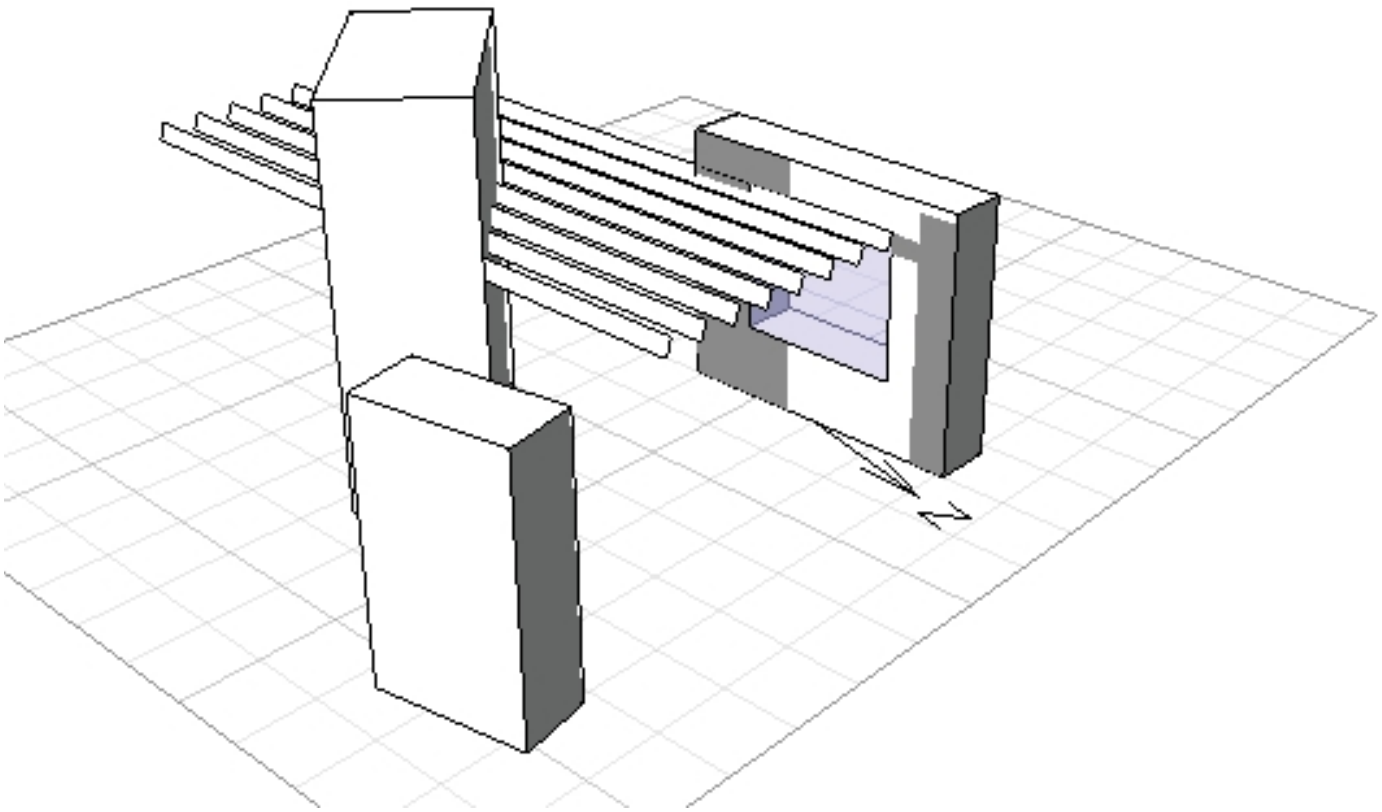
Para añadir uno más de estos elementos, una vez seleccionados, pulsamos la flecha arriba o abajo en **No. Of Shades.** Al igual que con el muro y la ventana, podemos modificar las características de los parasoles, incluido el ángulo.

Por último, si pulsamos **"OPTIMISE SHADE…"** Ecotect nos generará para los parasoles que le hemos indicado y los obstáculos, la dimensión óptima para proteger la ventana en un rango que nos preguntará al pulsar.

En el apartado inferior **"SHADOW OPTIONS"** definiremos las características visuales para las sombras, ver el recorrido del sol en el día o en el año, así como crear animaciones de estas.

"DISPLAY OPTIONS" ofrece la posibilidad de cambiar las características visuales del resto del modelo y **"SKETCH OPTIONS"** la posibilidad de crear el modelo estilo boceto y las características de la línea de boceto.

Finalmente, una vez decidido el diseño del parasol, si volvemos a la pantalla inicial podemos ver los resultados sobre las cartas solares y en la **opción Tabular**, las tablas de valores de forma pormenorizada.



Generación de parasol optimizado.

A_3.8. IMPRESIÓN EN ECOTECT.

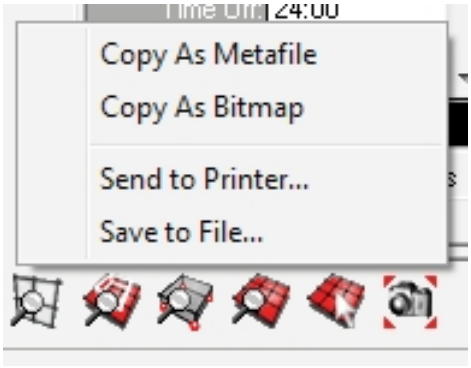
Por último, es evidente que la generación de datos, y más en un campo en el que el factor visual es decisivo y determinan la compresión de los mismos, requiere de la impresión de estos.

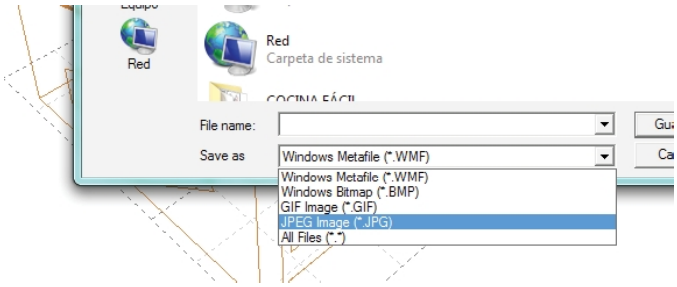
Ecotect es una herramienta diseñada para la **visualización de datos en pantalla** y es por eso que la impresión de datos no es su mejor característica. Existen varias formas de obtener estos resultados impresos. Se enumeran a continuación priorizando la que debe ser nuestra principal opción, hasta la que debemos dejar cuando todo lo demás falle.

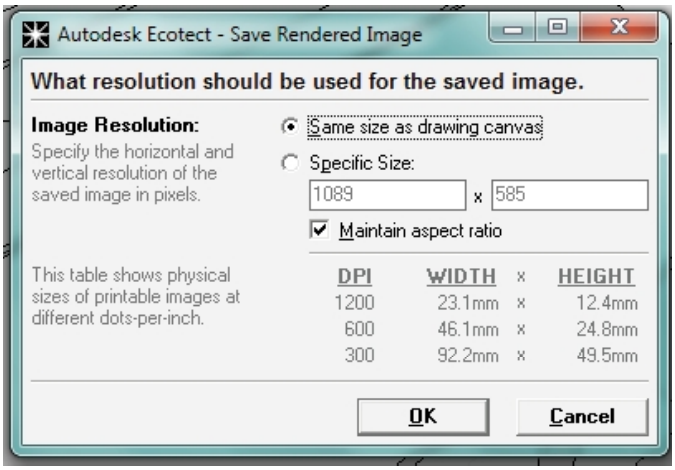
1. Pinchando en el botón nos aparecerá un menú como el que vemos a continuación. :hamos en **Save to File** y nos llevará al típico menú de guardar. En este menú debe aparecer la opción de guardar como JPG ya que no siempre lo permite.

   Esta es la forma de obtener imágenes de calidad relativamente buena que ocupen poco espacio.

   Tras esto nos preguntará el tamaño de la imagen. Si no lo hace, debemos desechar esta vía ya que las imágenes serán de muy mala calidad.







   Para obtener una imagen de una calidad aceptable debemos seleccionar la opción **Specific Size** e introducir unos 7000 pixels. A pesar del tamaño, el archivo pesará poco más de 1 mb.

2. La segunda mejor opción es mediante un **Metafile**, simplemente pulsamos sobre la cámara y seleccionamos **Copy As Metafile**, después de esto, abrimos una herramienta como **Photoshop o Paint** y pulsamos las teclas **Ctrl+V** para pegarla, obtendremos imágenes de buena calidad con bajo peso.

3. La tercera opción es, de la misma forma que la descrita anteriormente, pero en lugar de Save to file, **Send to Printer.** Si lo que pretendemos es obtener una imagen, deberíamos tener un programa capaz de imprimirlas como por ejemplo **PDFCreator.** En ocasiones realizaremos este proceso y obtendremos un documento en blanco. No podemos hacer nada salvo elegir otro método.

4. Por último, cuando no podamos de ninguna de las formas anteriores debemos hacer lo siguiente

   File > Print...

   Y guardamos la imagen o el pdf según nos convenga.

Anexo IV.

Guía para certificación energética con CE3X

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN

PROYECTO DE FINAL DE GRADO
Taller 11. Arquitectura sostenible, medio ambiente y eficiencia energética.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 337

1er PASO: ABRIR EL PROGRAMA CE3X 338

2º PASO: INTRODUCCIÓN DE DATOS ADMINISTRATIVOS 340

3er PASO: INTRODUCCIÓN DE DATOS GENERALES 341

4º PASO: ENVOLVENTE TÉRMICA 343

4.1-Introducción de las zonas. 343

4.2- Definición de los cerramientos. 343

4.3- Clasificación de los cerramientos en las zonas asignadas 345

5º PASO: INSTALACIONES DEL EDIFICIO 350

6º PASO: CALIFICACIÓN DEL EDIFICIO 352

7º PASO: MEDIDAS DE MEJORA 353

8º PASO: OBTENCIÓN DE LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA 356

INTRODUCCIÓN

Para la calificación de eficiencia energética de edificios construidos con anterioridad al 1 de junio de 2013, **el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, a través del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)** ofrece unas herramientas informáticas que permiten obtener la calificación de eficiencia energética para edificios existentes, que serán de aplicación en todo el territorio nacional y tendrán la consideración de documento reconocido. En nuestro caso, se ha empleado, el procedimiento simplificado para edificios existentes, mediante **el programa CE3X**.

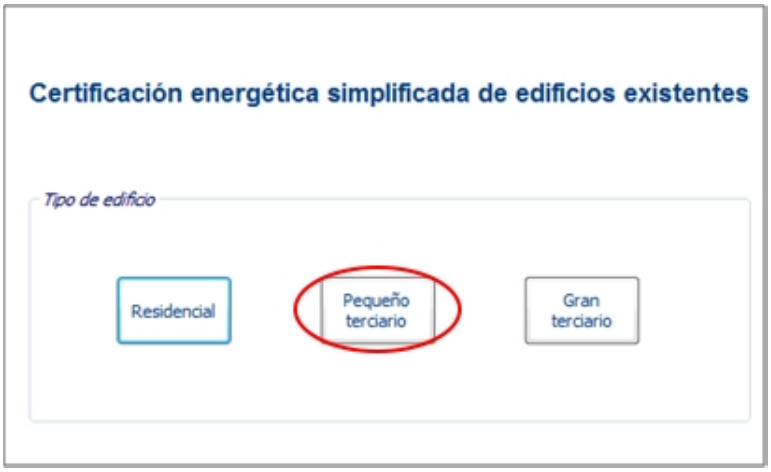
El programa, se basa, en **comparar los datos introducidos del edificio objeto, con la base de datos de cada ciudad** que representa las zonas climáticas del territorio nacional**. Esta base de datos, ha sido elaborada por numerosos ensayos realizados con la herramienta informática Calener**.

Una vez introducidos los datos del edificio objeto, el programa los compara con los casos más similares que guarda en la base de datos, **obteniendo resultados sobre la demanda de calefacción y refrigeración por interpolación.**

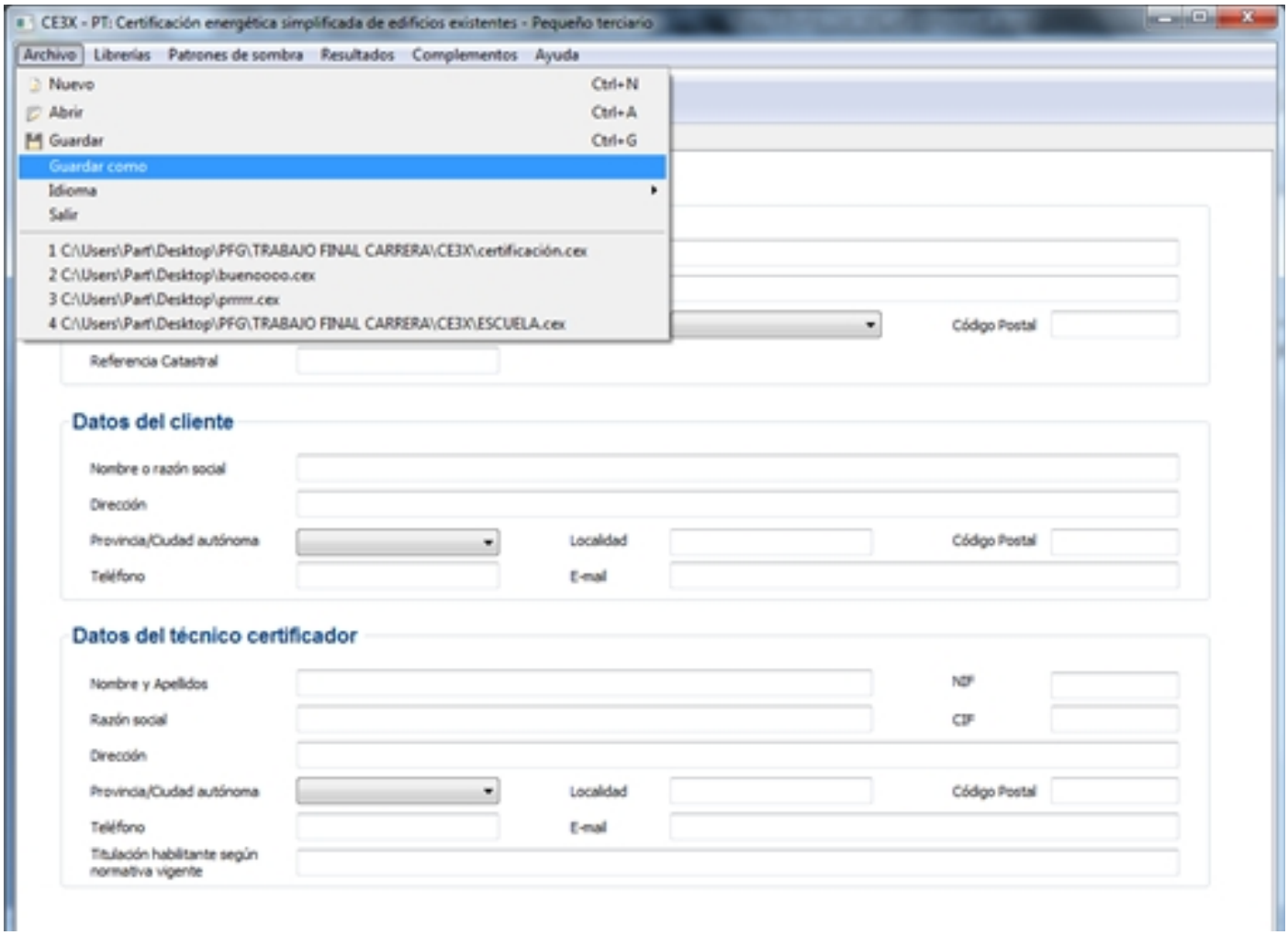
A continuación, vamos a describir todos los pasos que se han seguido para obtener la certificación del edificio objeto.

1ER PASO: ABRIR EL PROGRAMA CE3X

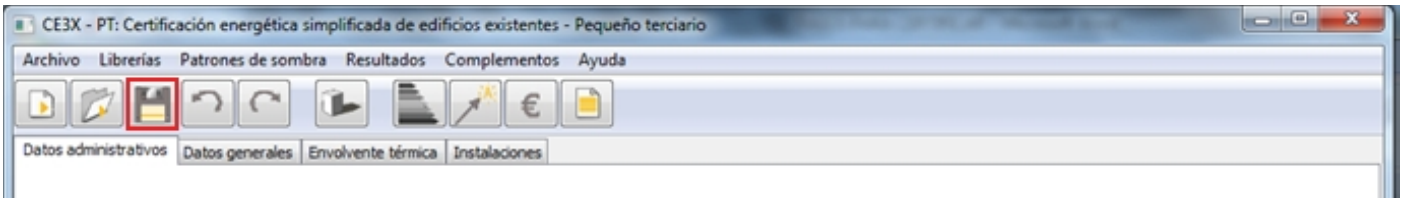
En primer lugar, abrimos el programa CE3X y antes de abrirse, nos da la opción de indicar el tipo de edificio que vamos a estudiar, en nuestro caso, **pequeño terciario**, por ser un Centro de Educación Infantil.



Una vez se abre la pantalla principal, **guardaremos el archivo** en un destino concreto y con un nombre especifico. Nos situaremos en el **menú principal, archivo y guardar como**.



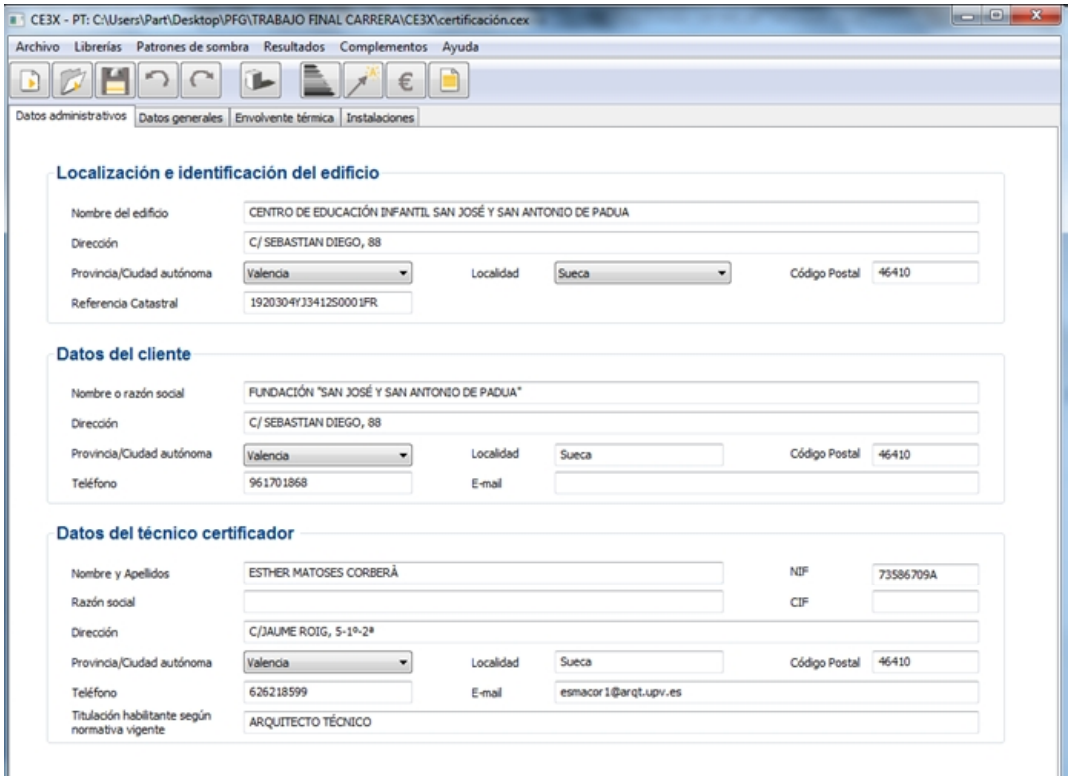
De esta forma, conforme vayamos introduciendo datos, podremos guardar el archivo, desde la barra de herramientas, icono de disquete. Es recomendable, guardar cada vez que introduzcamos algún dato, o realicemos alguna modificación.



2º PASO: INTRODUCCIÓN DE DATOS ADMINISTRATIVOS

Una vez abrimos el programa, la pestaña de **datos administrativos** esta activada. Sólo debemos de introducir la información que nos pide, a cerca, del edificio objetivo.

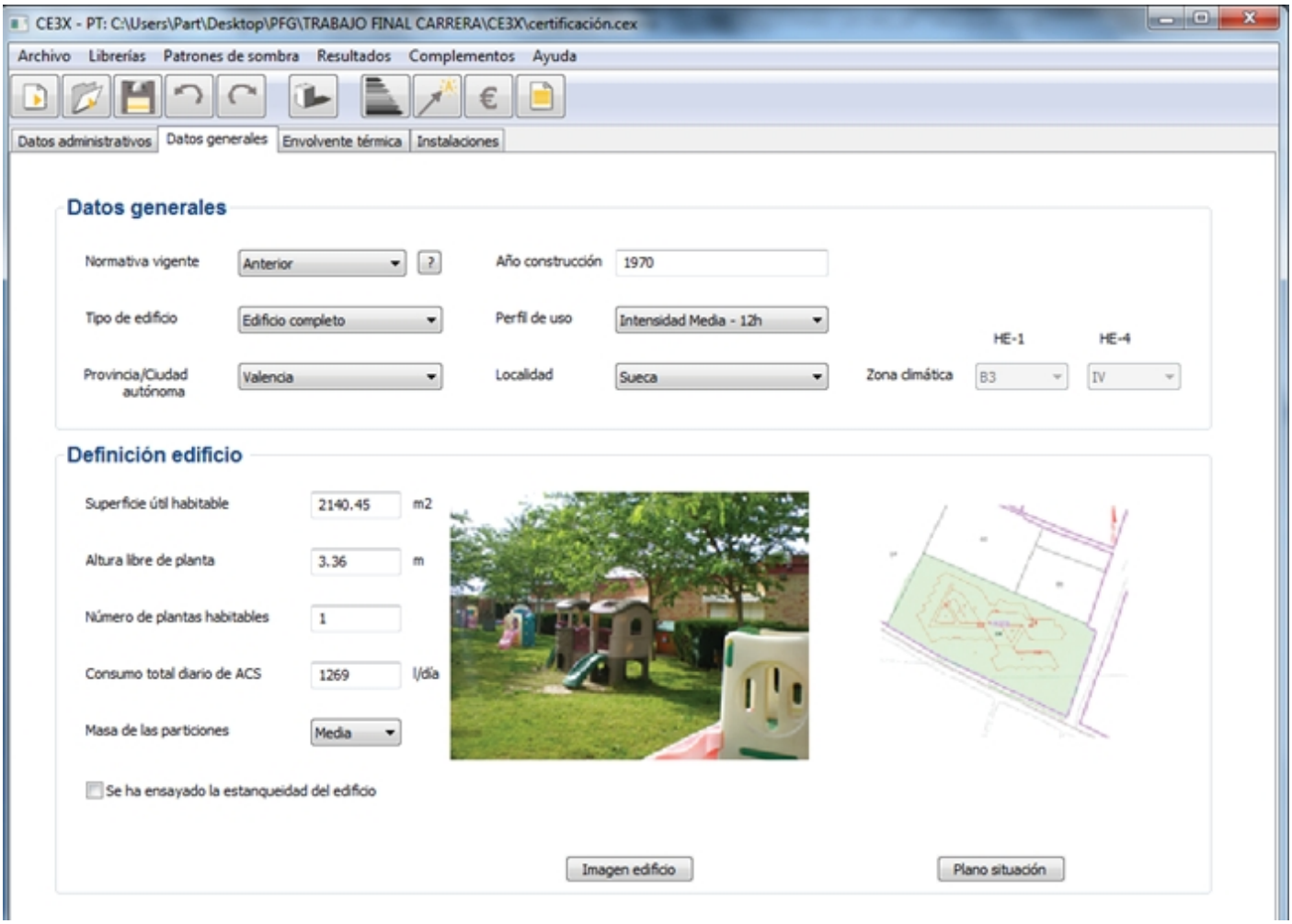
En la siguiente pantalla, se muestran todos los datos que hemos introducido del Centro de Educación Infantil San José y San Antonio de Padua.



Todos los datos introducidos, en cuanto a, la localización e identificación del edificio y los datos del cliente se han obtenido de una Licencia Ambiental que se realizó en el Centro en el año 2011.

3ER PASO: INTRODUCCIÓN DE DATOS GENERALES

Una vez, introducidos los datos administrativos, nos situamos en la pestaña de **datos generales** y pulsamos sobre ella para acceder a introducir datos.



En cuanto a, los DATOS GENERALES:

- **Normativa vigente**: hemos considerado **anterior** debido que, al pinchar sobre el botón con el símbolo de interrogación, el año de construcción es anterior al 1981.
- **Tipo de edificio:** hemos considerado **edificio completo**, porque la otra opción es local y no se corresponde con el edificio objeto.
- **Provincia/Ciudad autónoma:** el edificio objeto, pertenece a la ciudad de **Valencia.**
- **Año de construcción:** el año de construcción, ha sido consultado en el catastro y corresponde al **1970**.
- **Perfil de uso:** la intensidad media de uso se ha calculado que es de **12 h**.
- **Localidad:** el edificio se sitúa en la ciudad de **Sueca**.
- **Zona climática:** la zona climática se introduce automáticamente una vez se introduce la provincia/ ciudad autónoma.

En cuanto a, la DEFINICIÓN DEL EDIFICIO:

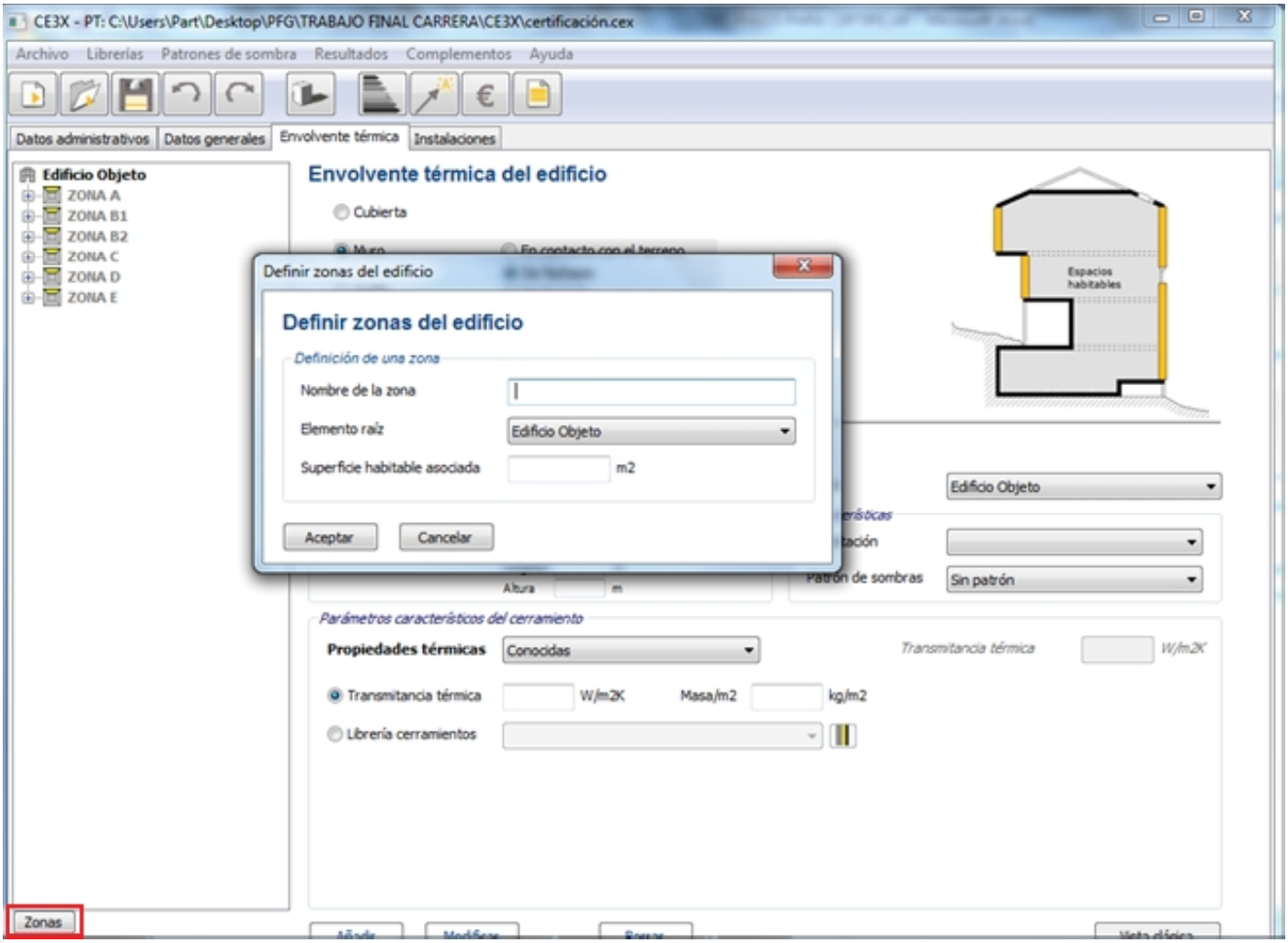
- **Superficie útil habitable**: corresponde a **2140.45 m2** . Se ha obtenido de la memoria de Licencia Ambiental del Centro, correspondiente al año 2011 y de los planos que la acompañan.
- **Altura libre de planta**: la altura libre es de 3'36 m.
- **Número de plantas habitables:** el edificio sólo dispone de una planta habitable.
- **Consumo total diario de ACS:** conociendo la ocupación del centro que es de 423 alumnos. Obtenemos de la tabla 3.1 del DB HE 4 una demanda de 3 litros de ACS/día a 60º C para escuelas. Por tanto obtenemos un total de 1.269 l/ día.
- **Masa de las particiones**: Se ha considerado una masa media.
- **Se ha ensayado la estanqueidad del edificio:** no se ha ensayado, por tanto, no seleccionamos esta casilla.
- **Imagen del edificio:** para seleccionar una imagen guardada debemos pulsar el botón, imagen del edificio y localizarla. Una vez la tenemos pulsamos abrir quedando registrada en el programa.
- **Plano de situación:** el plano de situación se ha obtenido de la sede electrónica del catastro y se ha insertado en el programa del mismo modo que la imagen del edificio.

4º PASO: ENVOLVENTE TÉRMICA

Una vez, introducidos los datos generales, nos situamos sobre la pestaña **envolvente térmica**, y pulsamos sobre ella para acceder a introducir datos.

4.1-Introducción de las zonas.

Introducimos las 6 zonas en las que hemos dividido el Centro de Educación Infantil San José y San Antonio de Padua. Estas zonas se han dividido para definir con mayor precisión todos los cerramientos según su orientación y uso.



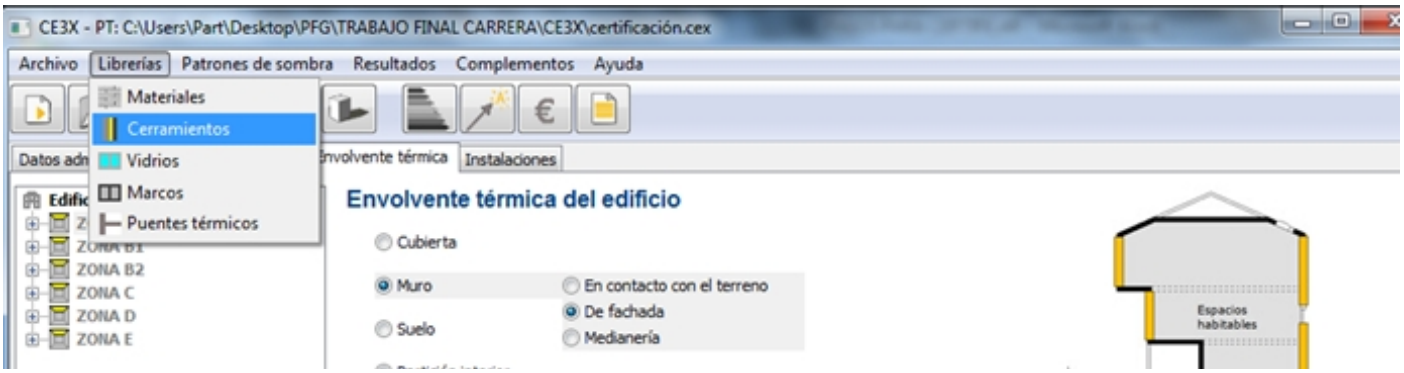
Pulsamos el botón, zonas, y se nos abre una ventana en la que definimos la zona, con un nombre, le indicamos el elemento raíz, que es el edificio objeto y introducimos la superficie habitable y aceptamos.

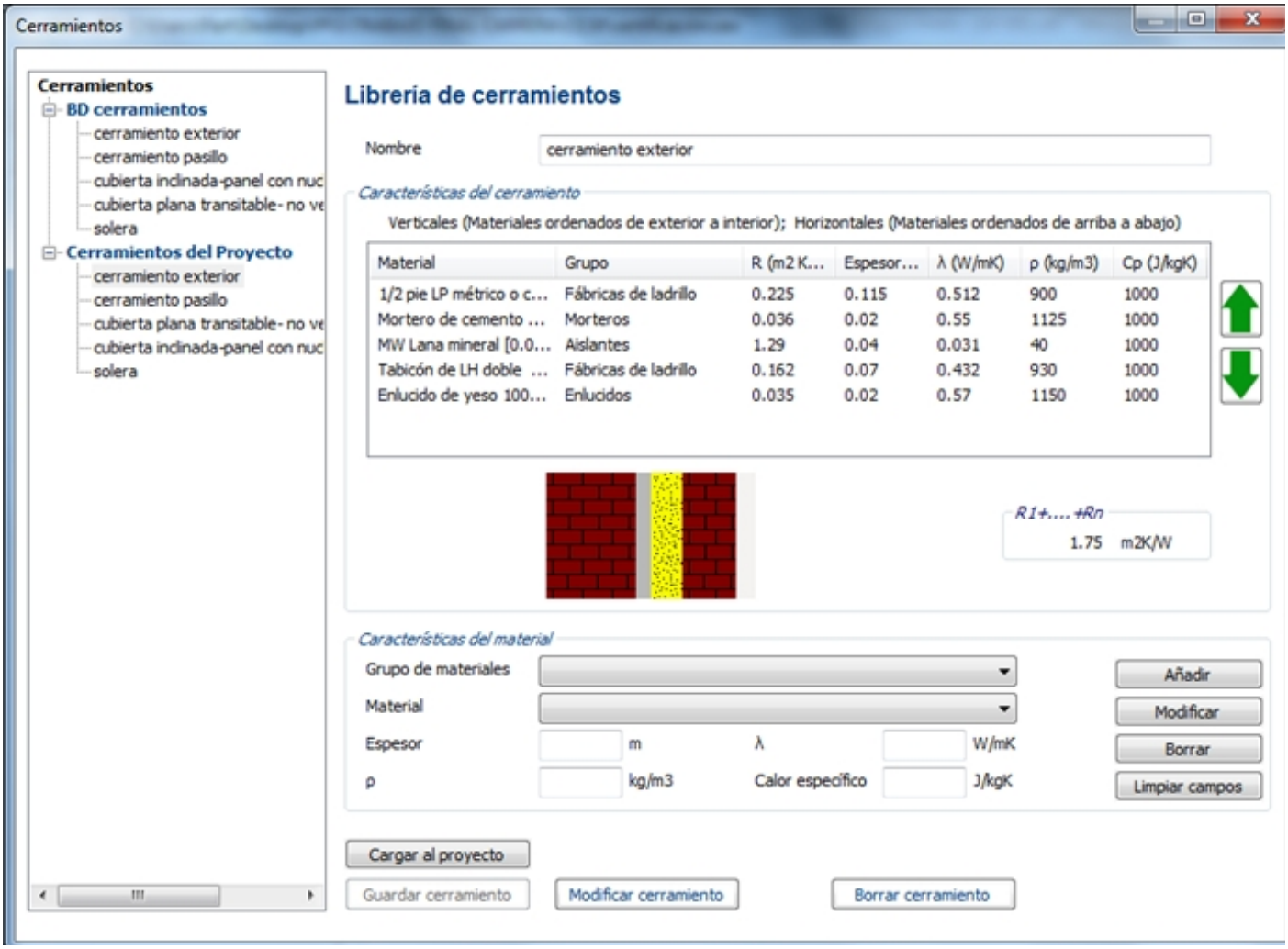
La suma de todas las superficies habitables, correspondientes a las zonas definidas, no deben superar la superficie habitable total del edificio objeto.

4.2- Definición de los cerramientos.

Para ello, entramos en el menú principal, librerías. Se nos abre un desplegable y en primer lugar definimos

cerramientos. Pulsamos sobre cerramientos y se nos abre una ventana en la que definiremos el cerramiento, una vez definido se guardará y se cargará al proyecto, para que quede guardado en la base de datos.





Una vez se abre la ventana de los cerramientos, vamos definiendo todos los cerramientos del edificio. El proceso es sencillo, se define el nombre, a continuación definimos el grupo de material y elegimos el material. El resto de datos, se identifican automáticamente, pudiendo variar el espesor del material. Cada vez que definamos un material del cerramiento, pulsaremos el botón añadir. Una vez, definidos todos los materiales del cerramiento, pulsaremos el botón guardar cerramiento y cargar al proyecto.

Este proceso, se repetirá para cada cerramiento que se cree. En caso de querer, añadir, borrar, o modificar algún cerramiento, se seleccionará el cerramiento situado en el árbol de objetos y se podrá proceder a modificar o borrar el cerramiento.

4.3- Clasificación de los cerramientos en las zonas asignadas

Escogeremos la Zona A, para explicar el procedimiento, en el resto de zonas se seguirá el mismo procedimiento.

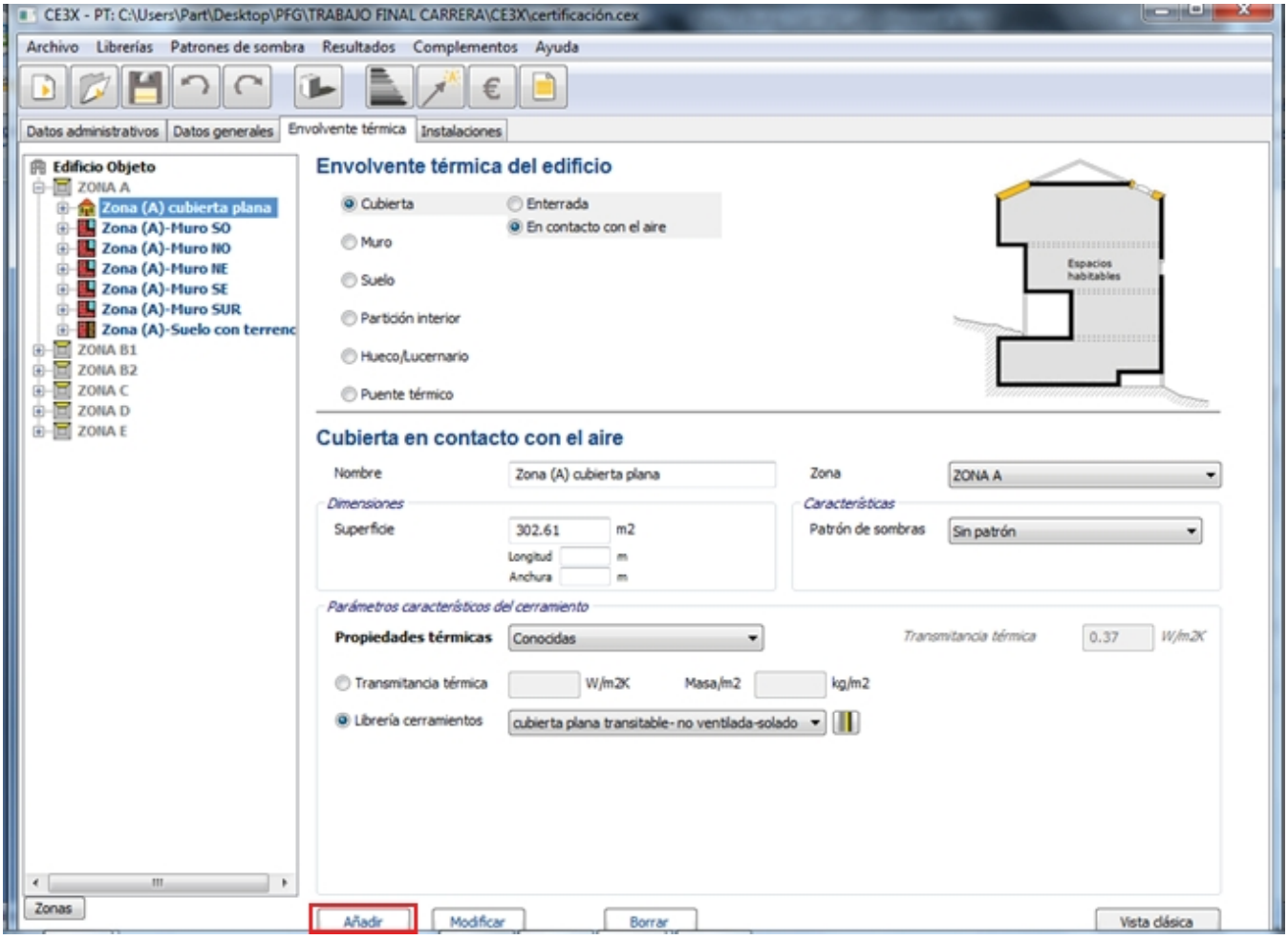
Todos los datos que se han introducido han sido extraídos de la memoria Ambiental del Centro Infantil San José y San Antonio de Padua, de planos y de inspecciones visuales realizadas en el edificio objeto.

En primer lugar definiremos la cubierta, seleccionamos la opción de cubierta en contacto con el aire y pasamos a definir:

- **Nombre**: Zona (A) cubierta plana.
- **Zona**: Zona A
- **Superficie**: introducimos la superficie medida en planos 302.61 m2
- Patrón de sombras: sin patrón, ya que es exento y no interfieren sombras en él.
- Propiedades térmicas: Pulsamos la librería de cerramientos y escogemos el cerramiento de cubierta plana no transitable ventilada-solado, previamente definida en el punto 4.2.

Una vez definida totalmente la cubierta, pulsamos el botón **Añadir**, y se añade a la Zona A. Se puede observar que aparece en el árbol de objetos. Si quisiéramos modificar o borrar la cubierta, habría que seleccionarla del árbol de datos y proceder a modificar o borrar los datos.

Siguiendo este procedimiento, se crean las restantes cubiertas en cada zona.



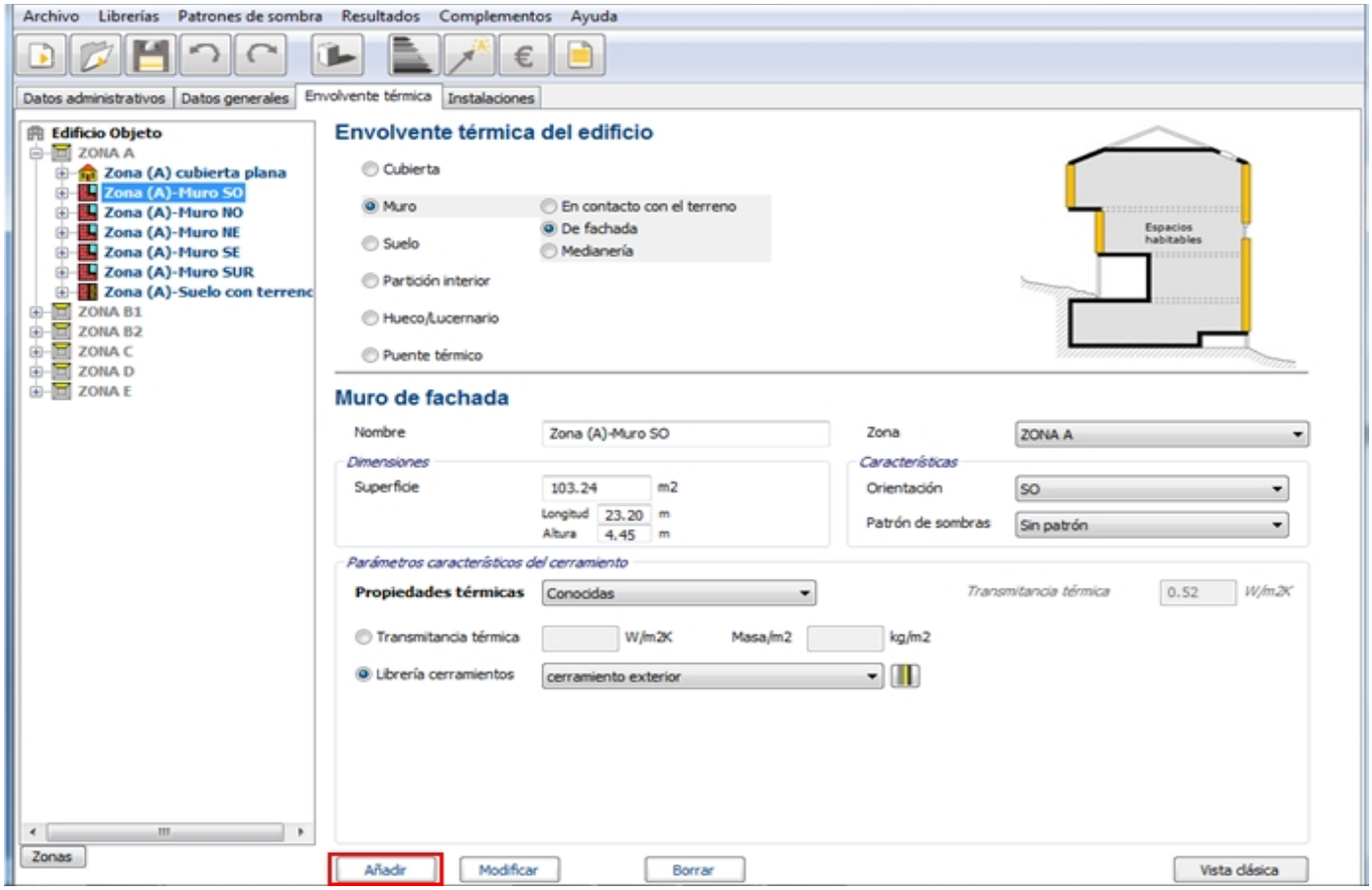
En segundo lugar, definimos el muro de fachada según su orientación. Para ello, habrá que definir un muro de fachada para cada orientación.

Por ejemplo, describiremos el muro orientado al sur-oeste de la Zona A:

- **Nombre**: Zona (A) muro SO.
- **Zona**: Zona (A)
- **Dimensiones**: la longitud es de 23.20m y la altura es de 4.45m. Una vez introducidos los datos, el valor de la superficie, aparece automáticamente.
- **Orientación**: la orientación es SO.
- **Patrón de sombras**: sin patrón, ya que el edificio es exento y no interfieren sombras sobre él.
- **Propiedades térmicas**: Pulsamos la librería de cerramientos y escogemos el cerramiento de cerramiento exterior, previamente definido en el punto anterior 4.2.

Una vez definido totalmente el muro, pulsamos el botón **Añadir**, y se añade a la Zona A. Se puede observar que aparece en el árbol de objetos. Si quisiéramos modificar o borrar el muro, habría que seleccionarlo del árbol de datos y proceder a modificar o borrar los datos.

Siguiendo este procedimiento, se crean el resto de muros fachada en cada zona.



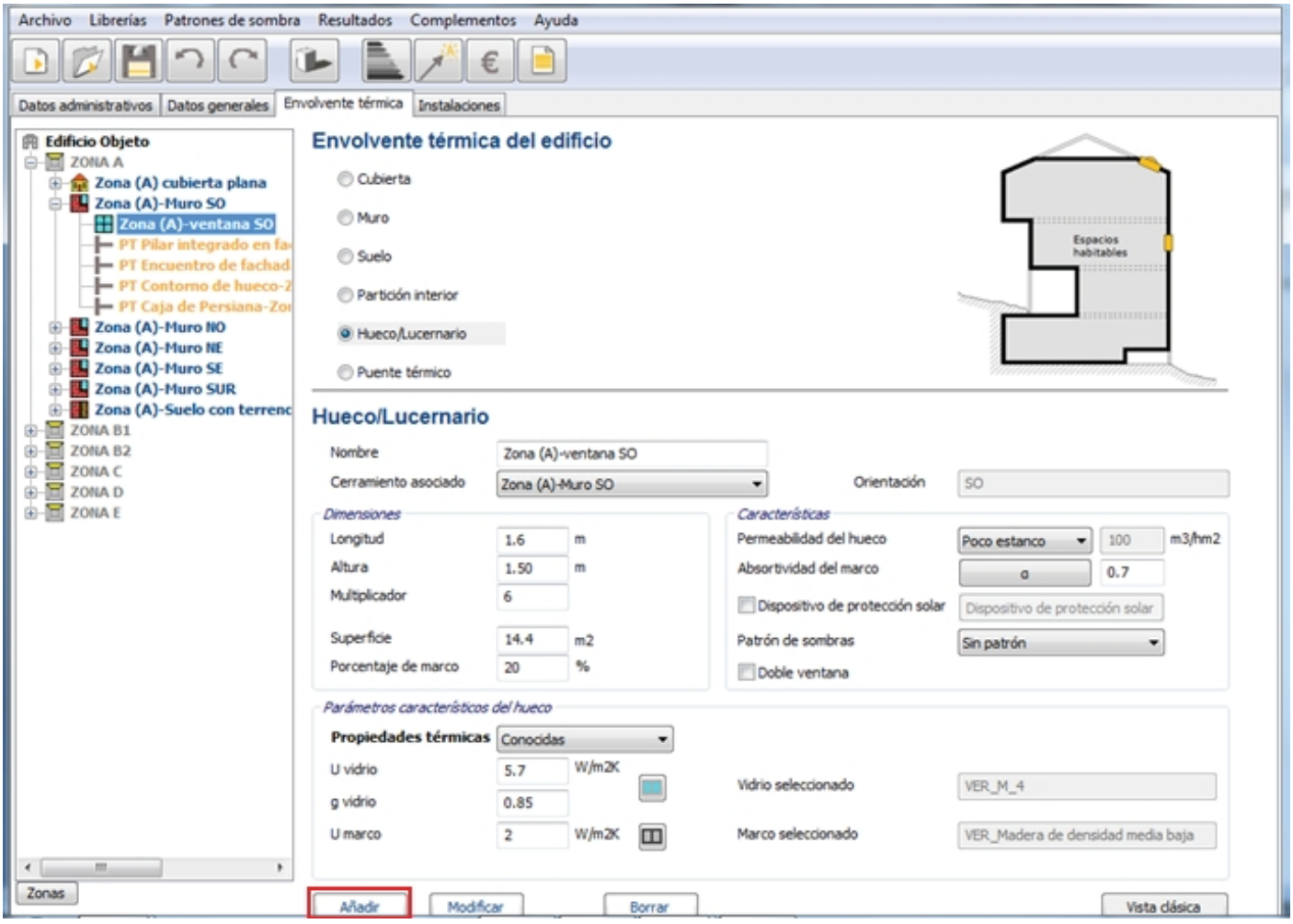
En tercer lugar, una vez definidos todos los muros de fachada por su orientación, de la Zona A, pasamos a definir los huecos de cada muro.

Por ejemplo, describiremos los huecos situados en el muro de fachada, orientado al sur-oeste de la Zona A:

- **Nombre**: Zona (A) ventana SO.
- **Zona**: Zona (A) muro SO.
- **Dimensiones**: la longitud es de 1.6 m y la altura es de 1.50 m. Una vez introducidos los datos, el valor de la superficie, aparece automáticamente 14.40m2 . Indicamos en el multiplicador, el número de veces que se repite, en este caso 6 y el porcentaje del marco, se considera del 20%.
- **Orientación:** la orientación es SO.
- **Propiedades térmicas:** Pulsamos el botón del icono del vidrio y elegimos vidrio monolítico en posición vertical de espesor 4mm y aceptamos con el botón "cargar al proyecto". Para elegir el marco, pulsamos el botón del marco y elegimos el marco de madera vertical de densidad media-baja y aceptamos con el botón "cargar al proyecto".
- **Patrón de sombras:** sin patrón ya que el edificio es exento y no interfieren sombras en él.
- **Las características de permeabilidad del hueco y la absortividad del marco:** son las preestablecidas por el programa.

Una vez definido totalmente el hueco, pulsamos el botón **Añadir**, y se añade al muro de fachada SO, dentro de la Zona A. Se puede observar que aparece en el árbol de objetos. Si quisiéramos modificar o borrar el hueco, habría que seleccionarlo del árbol de datos y proceder a modificar o borrar los datos.

El resto de huecos, se definen, siguiendo el mismo procedimiento.

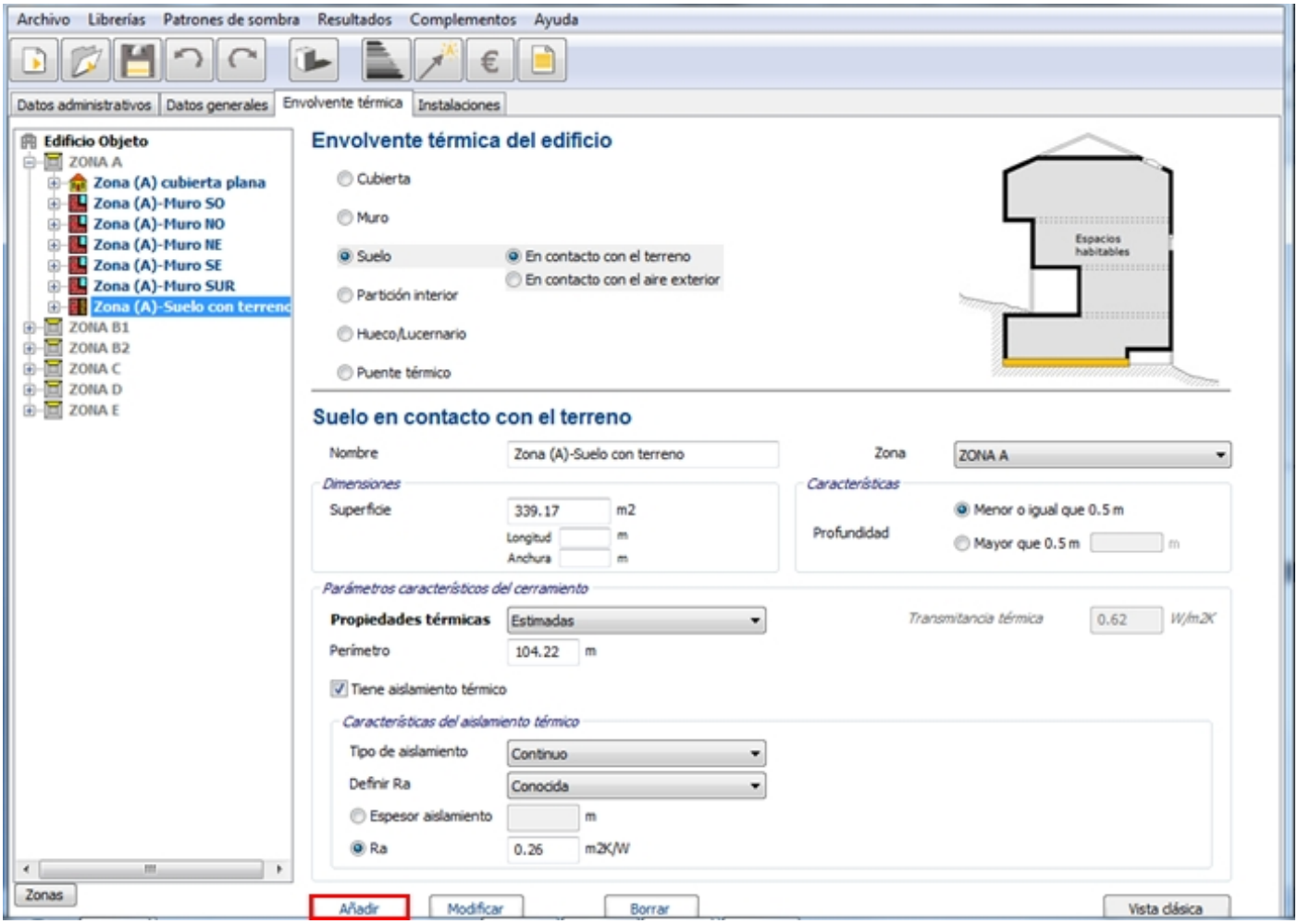


En cuarto lugar, definimos el suelo en contacto con el terreno, de la Zona A. Pasamos a definir toda la información:

- **Nombre**: Zona (A)-Suelo con terreno
- **Zona**: especificamos la zona dónde se ubica, en este caso, Zona A.
- **Superficie**: es de 339.17m2
- **Perímetro:** 104,22 m
- **Profundidad:** la profundidad que alcanza en todo el edificio será menor o igual a 0'5m.
- **Propiedades térmicas:** son estimadas y no por defecto, la solera ha sido definida en la librería de cerramientos en el apartado 4.2. y conocemos el valor de su resistencia térmica, en concreto 0'26 m2k/W y la transmitancia se calcula automáticamente.

Una vez definido totalmente el suelo en contacto con el terreno, pulsamos el botón **Añadir**, y se añade en la Zona A. Se puede observar que aparece en el árbol de objetos. Si quisiéramos modificar o borrar el suelo en contacto con el terreno, habría que seleccionarlo del árbol de datos y proceder a modificar o borrar los datos.

El resto de suelos en contacto con el terreno, se definen, siguiendo el mismo procedimiento.

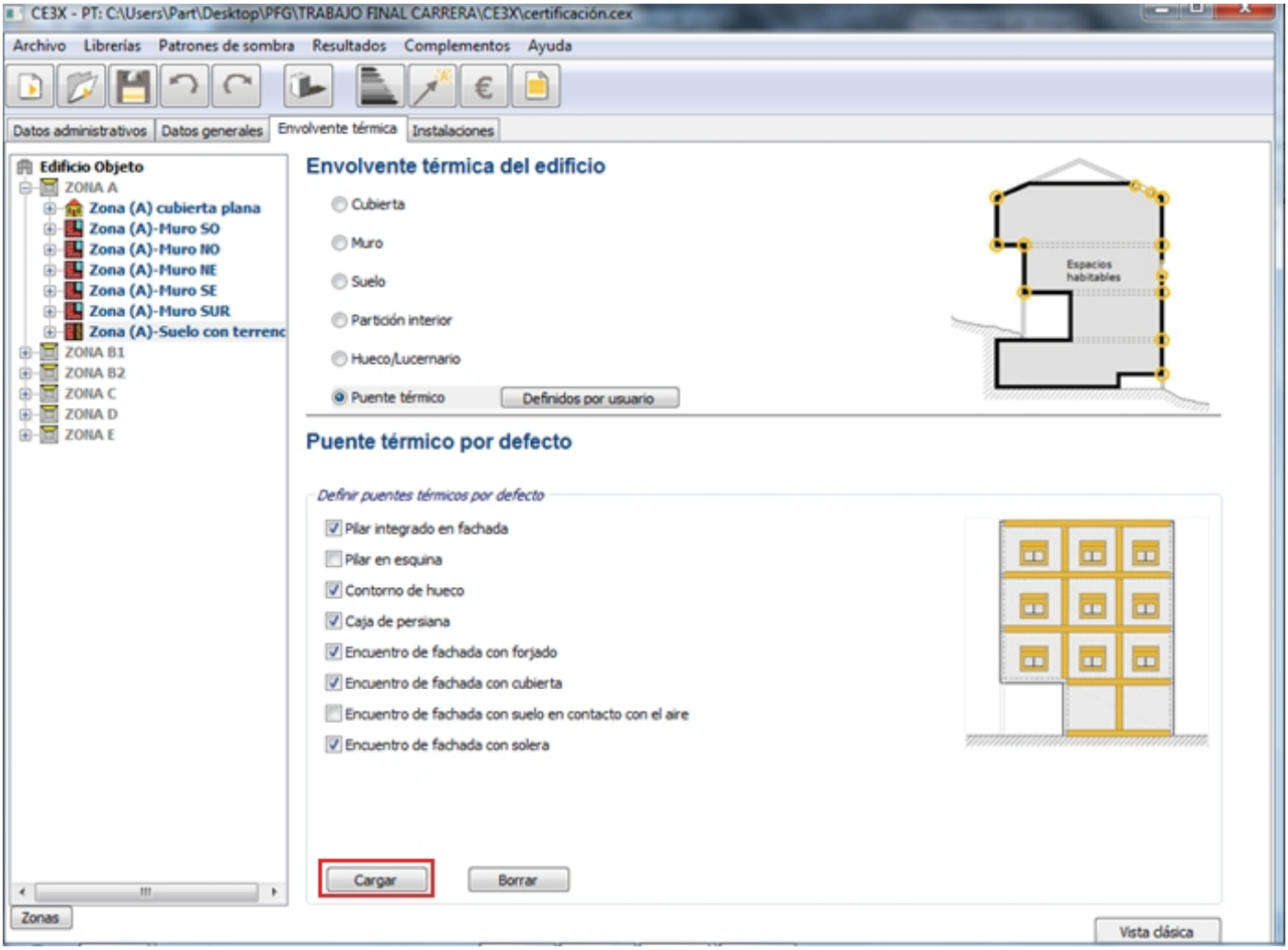


En quinto lugar, en cuanto a, las particiones interiores: no se han considerado en ninguna zona del edificio, ya que, dividir las zonas por medio de particiones no nos aporta mayor información que la obtenida, dado

que a ambos lados de la partición se mantiene la misma temperatura y no hay transmitancia térmica. Todas las zonas, se componen de aulas, menos la zona C, que es una zona que comunica todas las restantes zonas por medio de pasillos.

Por último, en cuanto a los puentes térmicos, se han considerado los existentes por defecto y se han cargado al edificio.

Los puentes térmicos, se introducen por defecto en cada cerramiento y hueco. Esto sucede en general para todo el edificio objeto.



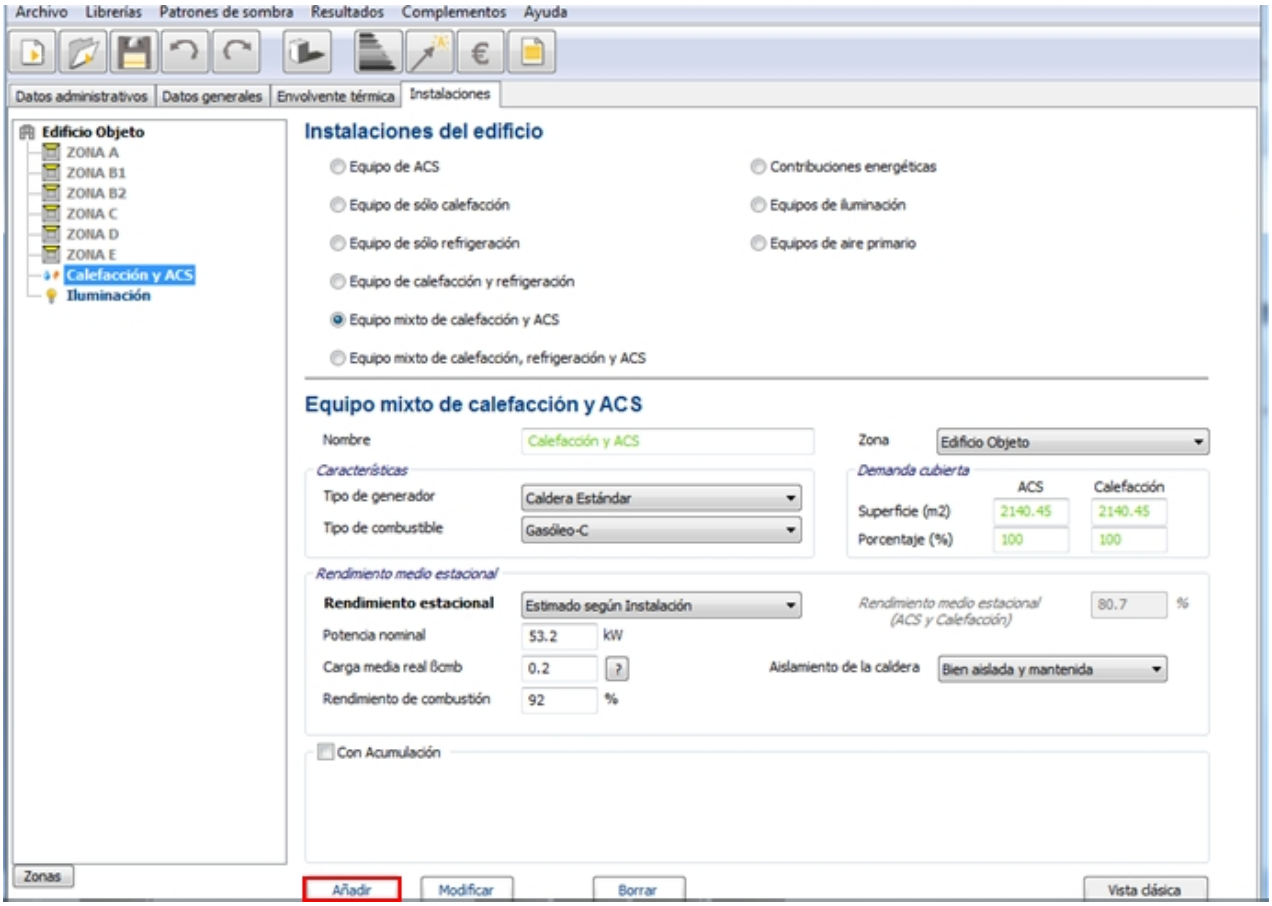
5º PASO: INSTALACIONES DEL EDIFICIO

Definida la envolvente térmica del edificio, pasamos y nos situamos en la pestaña de **instalaciones** y accedemos a ella para introducir la información.

En primer lugar, introducimos el equipo mixto de calefacción y ACS. La información ha sido obtenida de la memoria Ambiental del Centro de Educación Infantil del año 2011.

Una vez, seleccionamos el equipo, se nos abre una ventana para introducir los siguientes datos:

- **Nombre**: Calefacción y ACS.
- **Zona**: está instalado en el edificio objeto y suministra todas las zonas.
- **Demanda cubierta**: se cubre la superficie útil, tanto para ACS como para Calefacción en un porcentaje del 100%.
- **Tipo de generador**: corresponde a una caldera estándar.
- **Tipo de combustible**: el tipo de combustible es Gasóleo-C.
- **Potencia nominal**: la potencia es de 53.20 KW.
- **Carga media real**: se considera por defecto 0.2
- **Rendimiento de combustión**: se considera por defecto el 92%
- **Aislamiento de la caldera**: se considera aislada y mantenida.



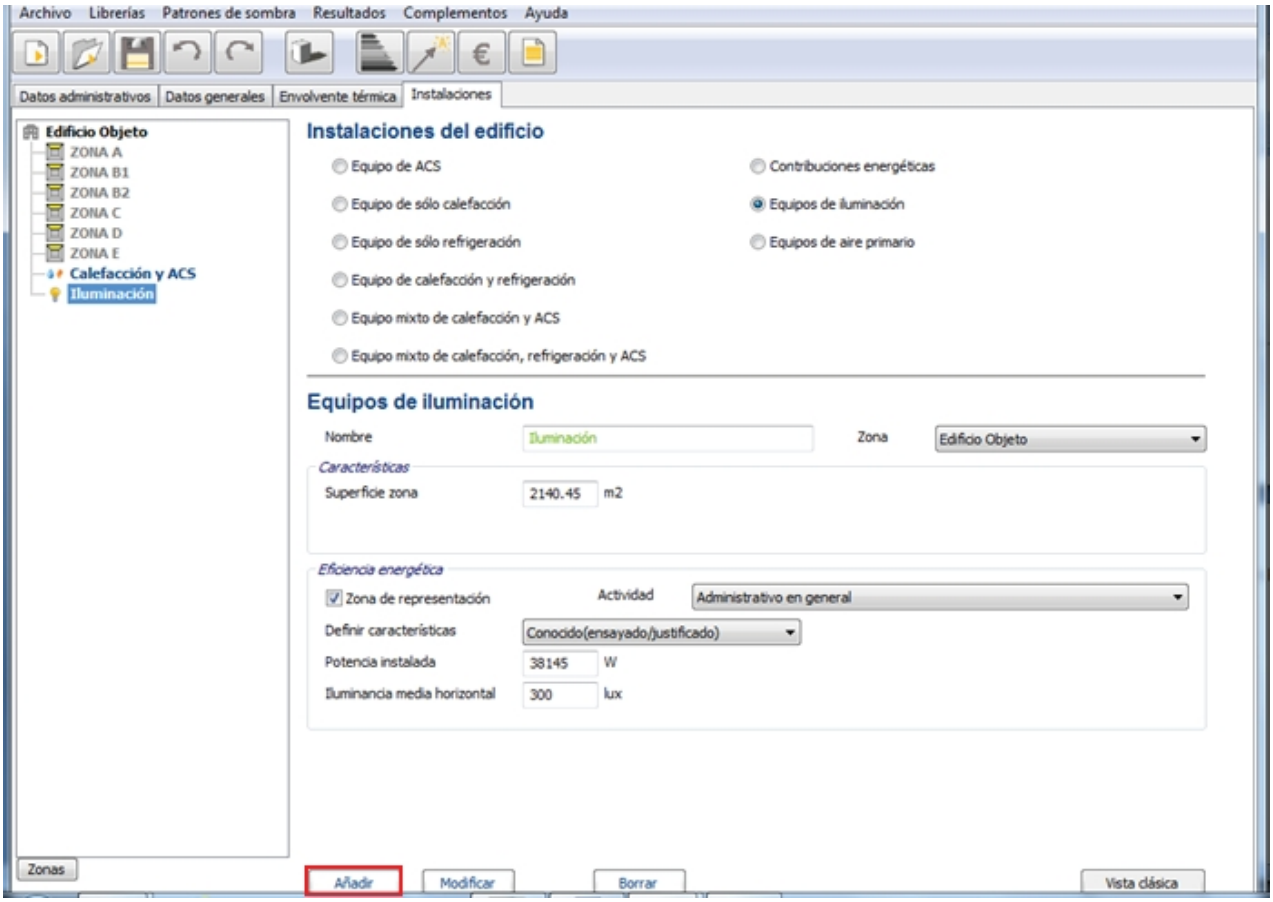
Una vez definido totalmente el equipo mixto de calefacción y ACS, pulsamos el botón **Añadir**, y se añade en el edificio objeto. Se puede observar que aparece en el árbol de objetos. Si quisiéramos modificar o borrar el equipo mixto de calefacción y ACS, habría que seleccionarlo del árbol de datos y proceder a modificar o borrar los datos.

En segundo lugar, introducimos el equipo de iluminación, preciso en edificios terciarios. La información ha sido obtenida de la memoria Ambiental del Centro de Educación Infantil del año 2011.

Una vez, seleccionamos el equipo, se nos abre una ventana para introducir los siguientes datos:

- **Nombre**: Iluminación.
- **Zona**: está instalado en el edificio objeto y suministra todas las zonas.
- **Superficie de la zona:** se ha considerado la superficie útil del edificio objeto 2140.45m.
- **Zona de representación**: corresponde a una escuela, por tanto, se considera zona de representación.
- **Tipo de combustible**: el tipo de combustible es Gasóleo-C.
- **Potencia nominal**: la potencia es de 53.20 KW.
- **Características:** se consideran conocidas, por lo que el dato de potencia instalada será de 38145W y la iluminancia media de 300 lux.

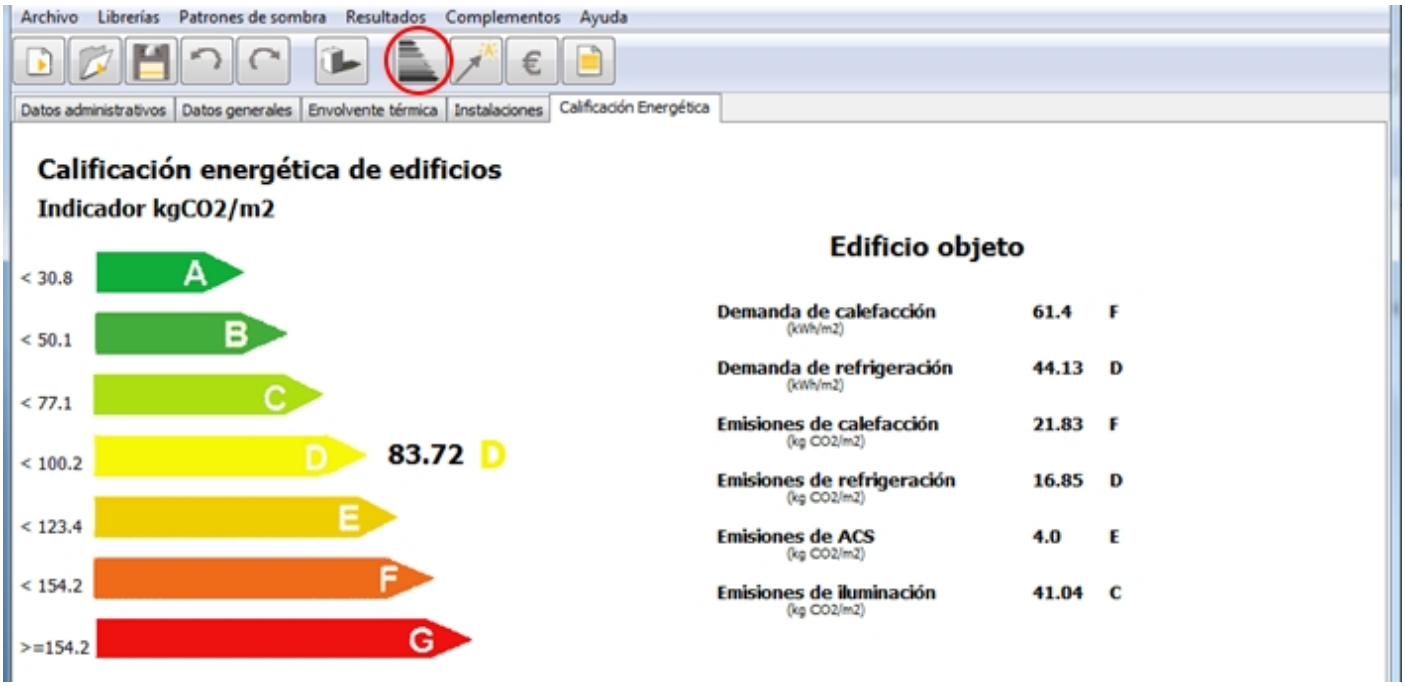
Una vez definido totalmente el equipo de iluminación, pulsamos el botón **Añadir**, y se añade en el edificio objeto. Se puede observar que aparece en el árbol de objetos. Si quisiéramos modificar o borrar el equipo iluminación, habría que seleccionarlo del árbol de datos y proceder a modificar o borrar los datos.



6º PASO: CALIFICACIÓN DEL EDIFICIO

Este paso, se realizará, una vez se haya definido el edificio completamente, por todas las pestañas descritas anteriormente.

Para obtener la calificación del edificio, pulsaremos el botón con el símbolo de la calificación situado en la barra de herramientas. Una vez pulsado este botón, se abrirá una ventana con los datos obtenidos.

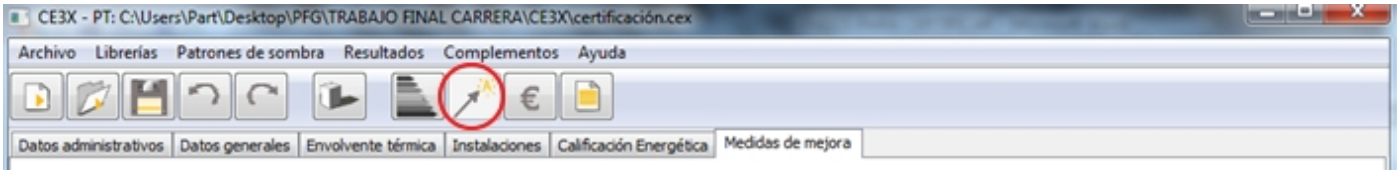


7º PASO: MEDIDAS DE MEJORA

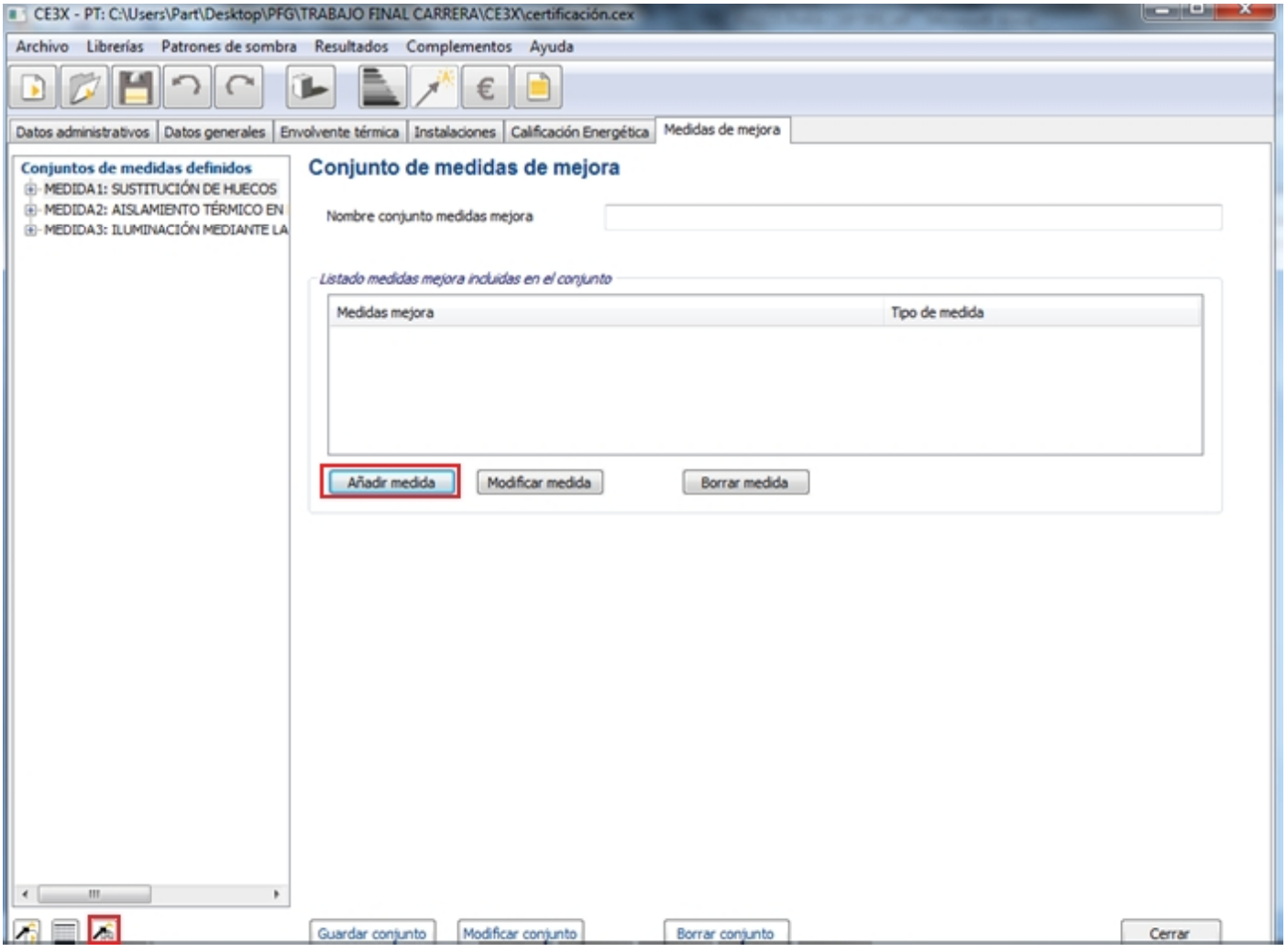
Obtenida la calificación energética del edificio objeto, en concreto, **83.72 kgCO2/m2 corresponde a la letra D**, se introducirán una serie de medidas de mejora de eficiencia energética para conseguir disminuir las emisiones de kgCO2/m2.

Las medidas de mejora, sólo podrán introducirse se han realizado previamente los seis pasos descritos anteriormente.

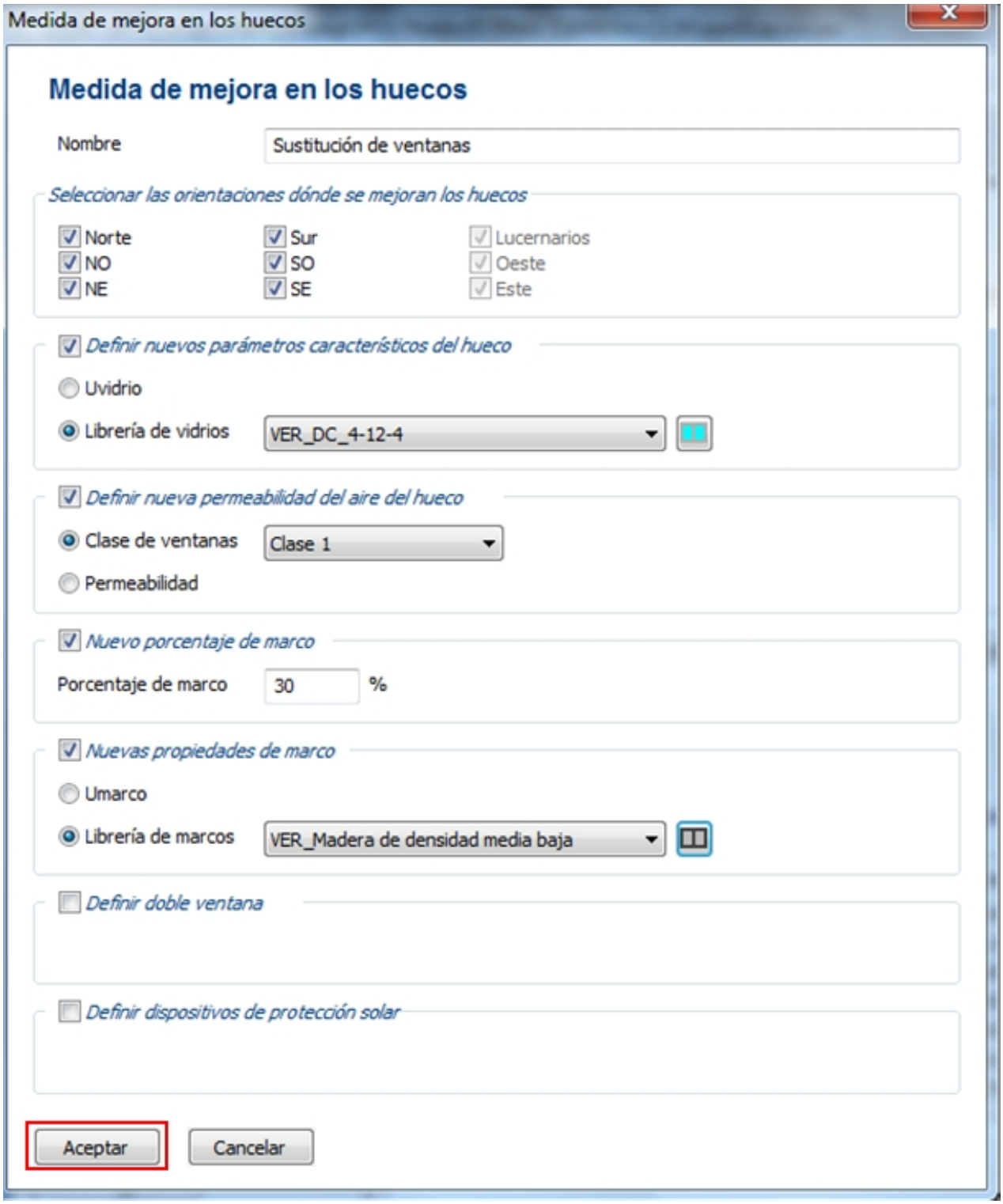
Para introducir las medidas de mejora, pulsamos el icono que contiene una flecha oblicua con la letra A.



Se abrirá una ventana, en la cual, deberemos introducir las medidas de mejora. Para introducir una medida de mejora, pulsamos sobre, el botón de nuevo conjunto de medidas de mejora e introducimos el nombre de la medida de mejora, por ejemplo, la Medida1-Sustitución de huecos. A continuación, pulsamos sobre el botón añadir medida y nos aparecerá una ventana, en la cual, indicamos el elemento mejorado, en este caso Huecos y el tipo de medida, que será definida por el usuario.

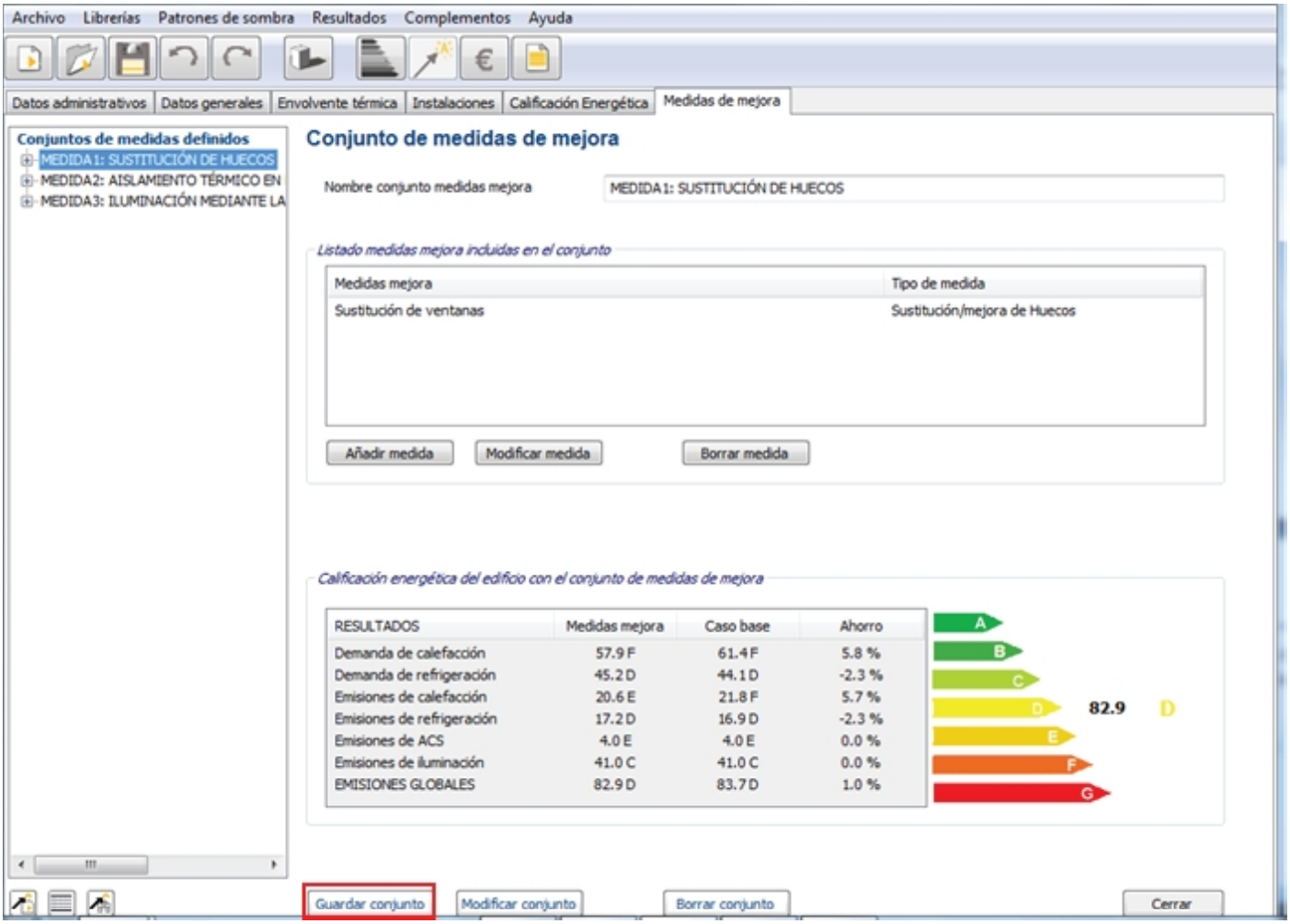


Las medidas de mejora definidas por el usuario en los huecos, será sustituir las ventanas por un vidrio doble vertical de 4-12-4 y los marcos todos de madera de densidad media-baja, ya que, en el edificio objeto había de madera y de metal sin rotura de puente térmico. Una vez, introducida la medida por el usuario, aceptamos.



Cuando aceptamos la medida de mejora, nos aparece esta ventana, en la cual, podemos valorar los resultados obtenidos respecto el caso base, correspondiente al edificio objeto y el ahorro ganamos si se efectuase la medida de mejora elegida.

Si estamos de acuerdo, sólo hay que pulsar en el botón guardar conjunto y quedará registrado en el edificio objeto.



Para añadir las siguientes medidas de mejora, se seguirá el mismo procedimiento. En caso de, querer modificar o borrar la medida de mejora, se seleccionará del árbol de objetos y se pulsará el botón correspondiente.

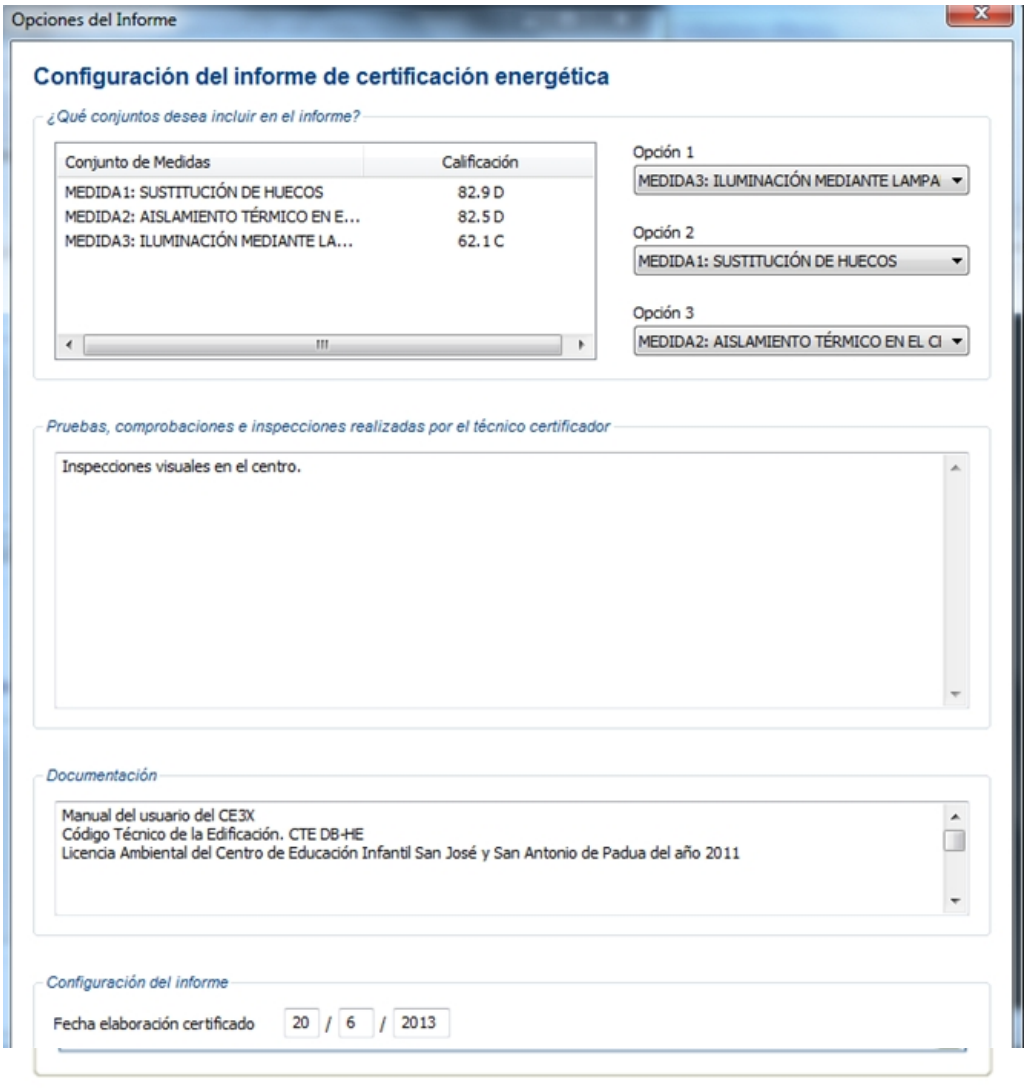
Cuando se haya definido el conjunto de medidas de mejora se guardará el archivo previamente a la obtención del certificado de eficiencia energética del edificio.

8º PASO: OBTENCIÓN DE LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

Finalmente, tras la introducción de los datos necesarios en todas las pestañas descritas en los puntos anteriores, se procederá a la obtención de la certificación energética del edificio objeto.

Pulsaremos el último botón, generar informe, y aparecerá una pantalla en la que deberemos introducir las medidas de mejora que queremos contemplar en el certificado. Solamente, se podrán introducir entre una y tres medidas en el informe.

Los demás campos a rellenar, consisten en pruebas comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador, y la documentación que nos ha servido para obtener la certificación del edificio.



Se pulsa el botón, generar informe, y se crea un pdf con toda la información.