

# TESINA

El proyecto con las energías

*Hacia una tipología eficiente*

Tutores  
Arq. Gonzalo Balarini  
Arq. Evandro Sarthou

Facultad de Arquitectura  
Universidad de la República  
Marzo de 2012

Estudiantes//  
Ornella Franchi  
Daniella Grisi

|  |    |
|--|----|
| <b>01   INTRODUCCIÓN</b>                     | 01 |
| 01.1 Sustentabilidad: principios y conceptos | 02 |
| 01.2 Eficiencia energética                   | 03 |
| <b>02   OBJETO</b>                           | 05 |
| <b>03   OBJETIVO</b>                         | 06 |
| <b>04   METODOLOGÍA</b>                      | 07 |
| 04.1 Herramienta                             | 08 |
| 04.2 Estrategias proyectuales                | 09 |
| A- Patio como núcleo energético              | 10 |
| B- Asoleamiento del patio                    | 13 |
| C- Ventilación                               | 18 |
| D- Pérdidas / Filtraciones                   | 22 |
| <b>05   CONCLUSIONES</b>                     | 23 |
| La casa patio / Tipología eficiente          |    |
| <b>06   BIBLIOGRAFÍA</b>                     | 24 |
| <b>07   ANEXO</b>                            |    |

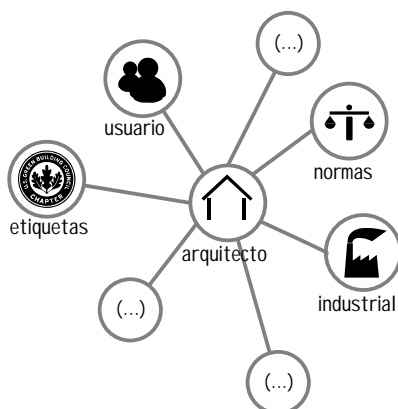
La creciente preocupación por la escasez de energía a nivel mundial, ha llevado en las últimas décadas a numerosas búsquedas de soluciones a dicha problemática. La utilización de fuentes energéticas sin control, lleva al agotamiento de las mismas, siendo necesario el planteamiento de nuevas formas de obtención de energía, y la utilización de recursos renovables. Surgen así las hoy en día denominadas, energías renovables, que son las que se obtienen de fuentes naturales, virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

Creemos que los problemas actuales vinculados a la arquitectura eficiente no se pueden resolver únicamente dentro de la disciplina arquitectónica, las respuestas tenemos que buscarlas en la interdisciplinariedad, donde el arquitecto sea un nexo conector entre técnicos especialistas, fabricantes industriales, usuarios y reglamentaciones.

La innovación no se produce desde el desconocimiento, debemos saber qué piensa y qué produce cada industria para poder volcar logros y progresos hacia la arquitectura. Cuando se habla de innovación se piensa generalmente en grandes inversiones, en organizaciones complejas y muy sofisticadas, pero la innovación consiste también en aprovechar de una manera distinta los materiales existentes. A veces cuesta unificar a todos estos actores en un lenguaje que todos entiendan, un lenguaje común; la certeza de un arquitecto es generar ese lenguaje por medio de la constante investigación y diálogo con ellos.

Desde la Arquitectura, o más específicamente desde la concepción de un proyecto arquitectónico, surge la necesidad de transformar el proceso proyectual, y contribuir directamente con la problemática antes mencionada.

Es en este aspecto, como futuros arquitectos, que estamos directamente involucrados a contribuir en la búsqueda de soluciones desde nuestra disciplina.



Para introducir la temática se tratan conceptos de sustentabilidad y eficiencia energética, que nos sitúan en un punto de partida.

## 01.1 SUSTENTABILIDAD: PRINCIPIOS Y CONCEPTOS

Cuando se va a hablar del concepto *sustentabilidad*, inevitablemente se debe visitar el concepto de *desarrollo sustentable*: la definición formulada por la Comisión Mundial de Ambiente y Desarrollo (World Comison on Enviroment and Development) lo describe como *“un desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades”*. A su vez esta definición, bastante manida en tiempos donde lo sostenible ha cobrado un fuerte protagonismo, nos linkea a expresiones tales como ahorro de energía, escasez de recursos y economía sustentable, como argumentos infalibles para dialogar en esta materia.

“Comprometida con el entorno, el clima, los recursos y energía alternativa; pareciera que hablar de sustentabilidad es un concepto nuevo generado por la evolución tecnológica de nuestros días; la verdad es que este concepto siempre ha estado implícito durante toda nuestra historia como referente de asentamientos humanos, construcciones y desarrollos sociales.”\*1

La arquitectura sustentable podemos definirla como un modo de concebir el diseño que busca optimizar los recursos naturales, y la aplicación de sistemas constructivos que minimicen el impacto ambiental de los edificios sobre el medio y sobre sus habitantes. Gran parte del diseño sustentable está relacionado con el ahorro energético, mediante la aplicación de herramientas como, por ejemplo, el análisis del ciclo de vida aplicado a productos y procesos constructivos, y la utilización de los recursos ambientales de manera sostenible, planificando acciones a largo plazo.

Proyectar de forma sustentable también significa crear espacios que sean saludables, viables económicamente y sensibles a las necesidades de la población (incluyendo las necesidades de las generaciones futuras).

El concepto de sustentabilidad en arquitectura, implica entonces, un compromiso desde varios ángulos.

\*1. Innotec n°1, Ediciones Zon-Arq, Chile, Agosto 2008

## 01.2 EFICIENCIA ENERGÉTICA

El hombre, a través de la historia siempre buscó los recursos para construir de acuerdo al entorno mediático en el cual se emplazaba la obra arquitectónica. Hoy en día es absurdo ver el esfuerzo realizado por los edificios modernos al tratar de traspasar el medio en el que están insertos, tratándose además de cajas herméticas sin diálogo con la ciudad, clima, tectónica, sociedad, entre otros factores.

Se calcula que para el año 2050 el consumo de energía mundial se habrá duplicado.

Por esas fechas los países en vías de desarrollo necesitarán cinco veces más energía que en este momento, y la mayor parte tendrá que proceder de fuentes renovables.

### ***Antecedentes teóricos***

Desde la antigüedad ya se trataba el tema del aprovechamiento de los recursos del entorno. Por ejemplo, está documentado que en opinión de Vitruvio, los factores medioambientales deberían determinar el emplazamiento de las ciudades, la distribución de las calles y la orientación de los edificios. Sugería que el proyecto arquitectónico constituía el primer agente mediador entre el confort interior y el ambiente exterior. Para él, la arquitectura desempeñaba un papel fundamental en la creación de edificios que aprovecharan los recursos de la naturaleza (sol y viento), en lugar de excluirlos.

Más recientemente, acuerdos globales han sido tomados en cuenta para desarrollar políticas más sustentables desde el punto de vista energético. Hay un cambio en el pensamiento con respecto al medio ambiente. En 1972 se realiza en Estocolmo la “Primera conferencia internacional” donde se trata el mencionado tema. Este pensamiento se ve afianzado una año más tarde, tras la crisis del petróleo, que disparó los precios de sus derivados, acentuando esta nueva línea de pensamiento. Surge así una nueva política en la cual la energía solar cobra una mayor participación.

Actualmente parece que una nueva revolución solar está a punto de estallar. Surge la necesidad de nuevas investigaciones tratadas desde los más diversos ámbitos disciplinares.

### ***Situación en Uruguay***

La escasez de energía no es ajena a nuestro país, si bien nos situamos en el denominado Tercer Mundo, donde los gastos de energía, comparados a los países del norte, se podría decir son reducidos, estamos todos comprometidos con una problemática que trasciende fronteras.

En nuestro país, el Proyecto Eficiencia Energética tiene como objetivo lograr el mejor uso de los recursos energéticos, sin tener que disminuir los niveles de producción, el confort y la atención de todas las necesidades cotidianas. No solo apunta al uso eficiente de la energía eléctrica sino también a todas las otras fuentes. Mientras el concepto de ahorro de energía implica limitar el uso de los recursos energéticos, el concepto de eficiencia energética involucra la optimización en el uso de los mismos.

En Uruguay el uso de energía por sectores corresponde en un 32% al transporte, 29% a hogares, 21% a la industria, 9% al sector comercio y servicios y 9% al sector agro y pesca.

Por lo que lo que se destaca que el uso de energía en las viviendas es elevado en relación a los demás sectores. Inmediatamente esto dispara en nosotros una serie de cuestionamientos directamente vinculados a la Arquitectura: ¿cómo proyectar viviendas que gasten menos energía?, ¿qué pautas o premisas se deben tomar al iniciar el proceso proyectual?, ¿cómo podemos actuar desde nuestra disciplina?

## ***El sol como fuente de energía***

El potencial del sol eclipsa el de todas las otras fuentes renovables de energía. Desde que surgió la posibilidad de su explotación, se le catalogó como la solución perfecta para las necesidades energéticas de todos los países debido a su universalidad.

La potencia de la radiación varía según el momento del día; las condiciones atmosféricas que la amortiguan y la latitud. Se puede asumir que en buenas condiciones de radiación el valor es de aproximadamente 1000 W/m<sup>2</sup> en la superficie terrestre.

La radiación es aprovechable en sus componentes directa y difusa, o en la suma de ambas. La radiación directa es la que llega directamente del foco solar, sin reflexiones o refracciones intermedias. La difusa es la emitida por la bóveda celeste diurna gracias a los múltiples fenómenos de reflexión y refracción solar en la atmósfera, en las nubes y el resto de elementos atmosféricos y terrestres.

## ***Nuevas búsquedas***

Desde la arquitectura aparecen diversas convocatorias para incentivar este tipo de investigaciones, como nuevas plataformas de intercambio de información, concursos, y distintos tipos de certificaciones.

Ejemplo de ello es el concurso internacional Solar Decathlon Europe, llevado a cabo en diferentes países cada dos años desde el año 2002.

La organización del evento tiene una doble finalidad formativa y científica: los decathletas aprenden a trabajar en equipos multidisciplinares, que se enfrentan a los retos que plantea el futuro de la edificación, desarrollando soluciones innovadoras. El público comprueba y toma conciencia de las posibilidades reales de aunar una disminución del impacto medioambiental, con el mantenimiento del confort y calidad del diseño en sus hogares, y los profesionales acceden a técnicas y procesos que pueden estudiar y aplicar. Además, los voluntarios, imprescindibles para la realización de SDE, tienen la oportunidad de intercambiar experiencias con los equipos y crecer profesionalmente a través de su trabajo durante la competición.

Por su parte, las Universidades, empresas y organismos públicos acceden a un nuevo modo de colaboración, ensayando, por ejemplo, proyectos científicos en condiciones reales, para llevarlos más adelante al mercado, o perfeccionando y aplicando de forma creativa productos existentes.

Este estudio se centrará en la temática eficiencia energética en arquitectura, tomando como punto de partida la ubicación del proyecto arquitectónico en un contexto espacial específico, con situaciones ambientales propias de su ubicación a las cuales atender desde el diseño.

Esta temática ha sido de gran interés para este equipo, que ha dedicado su último año a la búsqueda de una arquitectura que dé respuesta en términos energéticos, así como también comprometida con el medio en que se encuentra, brindando confort al usuario (en la definición de confort tal y como se plantea en la actualidad), utilizando y manipulando factores de producción del medio, de manera de optimizar los recursos existentes.

### **Arquitectura +Energía**

Entendemos que la clave para comenzar el proceso hacia un nuevo proyecto de arquitectura comprometido con el medio y las necesidades de la sociedad actual, es fortalecer el vínculo entre la forma arquitectónica y la utilización de sistemas pasivos que contribuyan de forma responsable al acondicionamiento espacial. Este estudio se centrará en los sistemas pasivos de captación de energía solar.

El sol proporciona un flujo de energía muy superior al consumo energético humano. El problema reside en cómo distribuir, almacenar, transformar, y utilizar esta energía de tal modo que sea útil para acondicionar la vivienda. La orientación, la impronta de la vivienda y la situación del terreno permiten el aprovechamiento eficaz y eficiente de la energía solar: es nuestra tarea analizar estos datos para procurar que la energía se convierta en el combustible para su óptimo funcionamiento. La arquitectura como dínamo: como generador, transformador de la energía del sol en espacio habitable.

Se buscará abordar el problema energético desde el inicio: desde la gestación del proyecto y el conocimiento. Verificar que nuestro pensamiento teórico se puede ver reflejado en un proyecto de diseño como nueva arquitectura, que supone una nueva forma de concebir el proyecto arquitectónico. La componente energética presenta la particularidad de atravesar la totalidad del proceso de concepción arquitectónica y de situarse a menudo en la interfase entre dispositivos técnicos y dispositivos arquitectónicos.

Para que un edificio sea sustentable en términos arquitectónicos, debe nacer con ideas iniciales que lo respalden. Es precisamente durante las primeras fases del anteproyecto cuando se tienen las mejores oportunidades de abordar y anticipar los problemas de deterioro medioambiental que pueden ir surgiendo a lo largo de su ciclo de vida. De todo el proceso de concepción arquitectónica, este abordaje se sitúa en la fase de la elección de la forma, desde el punto de vista geométrico. Se dejan los parámetros de programa, implantación y materialidad, como constantes.

“Investigaciones y experimentaciones proyectuales (...) han demostrado que la forma de un edificio es la principal herramienta para el buen comportamiento térmico de los proyectos, y que ésta debería ser la principal línea de investigación de los arquitectos a la hora de intentar realizar un “proyecto sustentable” más allá de la incorporación de productos “mágicos” que solucionen el problema.”\*2

Se analizará entonces la temática eficiencia energética desde el punto de vista solar, a la vez que comprometida con el ambiente donde se sitúa, partiendo de la premisa de que la arquitectura debe dar respuesta a un lugar específico para generar una “arquitectura del futuro”.

Un buen proyecto arquitectónico siempre garantiza mínimamente su sustentabilidad, en la medida que entabla un correcto vínculo con el entorno, con el usuario, y puede adaptarse a nuevos requerimientos sin perder estas cualidades, por eso las herramientas de proyecto y la búsqueda constante del buen diseño debe ser nuestra meta primera.

\*2. “Las soluciones están muy cerca”, Alberto Moletto, D+A Magazine nº12, Diseño+Arquitectura Latinoamericano.

El objetivo principal del trabajo es estudiar la eficiencia de la tipología patio.

Para ello se tomó como ejemplo nuestro proyecto realizado como Proyecto de Final de Carrera durante el año 2011, una vivienda patio, que toma las bases del concurso Solar Decathlon \*3 como excusa para introducir la temática a nivel estudiantil en la Facultad de Arquitectura.

Consideramos la vivienda patio como una tipología actualmente muy utilizada y a la cual se le puede sacar grandes beneficios desde el punto de vista térmico y lumínico. Una tipología introvertida que busca en el patio el confort desde el punto de vista térmico, de ventilación e iluminación.

En lo que refiere a la arquitectura, generadora de una gran parte del consumo energético global y nacional, buscamos renovar y aplicar un conocimiento existente, utilizando criterios de eficiencia energética y sistemas pasivos que utilicen la energía al momento del diseño. Generar una arquitectura eficiente, que responda a las necesidades actuales de consumo de energía y a su vez respete el medio en el que se implanta.

*\*3. El Solar Decathlon es un concurso internacional de arquitectura e ingeniería patrocinado por el Departamento de Energía de los Estados Unidos y el Laboratorio Nacional de Energías Renovables (NREL). Pueden participar universidades de todo el mundo. Las universidades participantes deben construir una casa abastecida completamente por energía solar y mantenerla operativa durante 1 semana en el National Mall de Washington DC a principios de otoño.*



Para este estudio es importante determinar la localización de la vivienda, ya que la misma determinará características ambientales y pautas climáticas específicas del lugar geográfico en el que se halla, que repercutirán en el resultado de los cálculos a realizar.

Como hemos mencionado, la relación objeto-entorno es una de las determinantes al momento de considerar el sol como instrumento proyectual.

Para este análisis se implanta a la vivienda en la ciudad de Montevideo, latitud 34° 50'S, longitud 56° 11'O con clima y orientaciones características del lugar: Montevideo cuenta con un clima Mediterráneo, con un promedio de radiación solar directa de 5 horas en invierno, y 8 horas en verano. Las temperaturas exteriores son muy variables y cuentan con un amplio rango de máximas y mínimas a lo largo del año. Los planos más exigidos desde el punto de vista solar son el plano Norte, así como también el horizontal (que en verano deberán contar con las adecuadas protecciones).

La forma de lograr una arquitectura eficiente desde el punto de vista energético es utilizar sistemas pasivos de captación solar, evitando la necesidad de acumular tecnologías muchas veces ajenas a nuestro medio. Actualmente, debido a los continuos avances tecnológicos, a menudo se opta por soluciones donde priman otras características (como la búsqueda estética por ejemplo), haciendo necesaria la implementación de tecnologías alternativas para lograr un óptimo rendimiento global, implicando como consecuencia un aumento en el gasto energético. Un dato relevante a tener en cuenta es que la calefacción, la ventilación y la iluminación de los edificios es responsable del 50% del calentamiento global.

Los factores que intervienen en la mejor captación de energía solar de forma pasiva son, entre otros, la forma y volumen, la orientación del conjunto y sus partes, la materialidad, protecciones solares, iluminación y ventilación naturales. Tener en cuenta dichos factores desde la concepción del hecho arquitectónico y utilizarlos en coordinación, llevan a lograr un sistema eficiente que decantará en un adecuado proyecto en relación con su medio.

Tanto la iluminación como el acondicionamiento térmico (calefacción y ventilación), son factores que, dependiendo de la estrategia de diseño utilizada (asoleamiento y radiación directa), pueden reducir o aumentar en un gran porcentaje el consumo de energía de la vivienda.

Se analizará desde el punto de vista de la eficiencia energética la casa patio, y se la someterá a una serie de estudios en pos de obtener datos científicos concretos resultantes de situar el proyecto en un lugar definido.

- A- Radiación solar directa / Patio como núcleo energético
- B- Asoleamiento del patio
- C- Ventilación
- D- Pérdidas y filtraciones

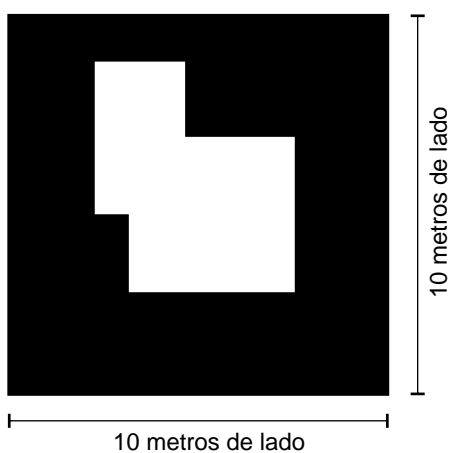
## 04.1 | HERRAMIENTA

Para lograr datos objetivos, utilizaremos la herramienta de la comparación. Compararemos la tipología 01 con la tipología 02. Las mismas se diferencian en la existencia o no de un patio interior.

De esta manera se podrá visualizar claramente los aportes que una u otra tipología le hacen a la vivienda desde el punto de vista energético. La forma arquitectónica está tan vinculada a la captación de energía, como los sistemas pasivos que se utilizan para lograr un mejor rendimiento energético.

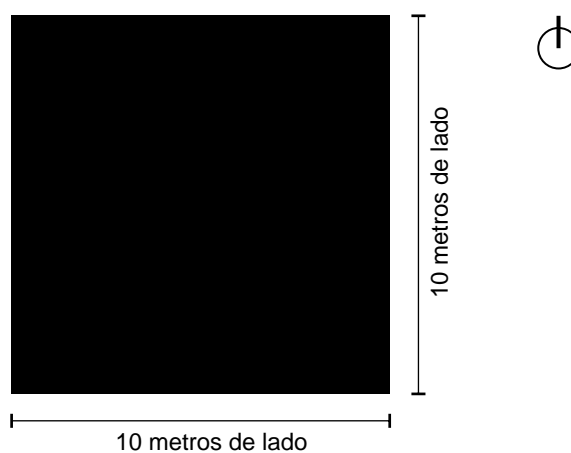
El estudio se enfoca en el análisis de sistemas pasivos, que tienen una relación íntima con la forma arquitectónica resultante. Si bien sistemas tecnológicos adicionales pueden mencionarse, no serán objeto de estudio.

### TIPOLOGÍA 01



Área interior = 78 m<sup>2</sup>  
Perímetro = 40 m  
Altura máxima = 5.0 m  
Área patio = 22 m<sup>2</sup>

### TIPOLOGÍA 02



Área interior = 100 m<sup>2</sup>  
Perímetro = 40 m  
Altura máxima = 5.0 m  
No hay patio

## 04.2 | ESTRATEGIAS PROYECTUALES

El principal consumo energético de los edificios es el destinado a su control térmico, calefacción y refrigeración, y el objetivo será reducir al mínimo este consumo mediante un diseño pasivo adecuado, de la misma manera que se busca minimizar las pérdidas, logrando un óptimo rendimiento de la vivienda.

Se privilegió la maximización de captación pasiva de radiación solar, modelando la vivienda en función del recorrido del sol, logrando obtener la mayor captación en invierno y generando protecciones contra la radiación excesiva en verano.

La orientación de las fachadas es un aspecto fundamental, dadas las grandes diferencias energéticas entre las diferentes orientaciones. La orientación Norte presenta ventajas evidentes con sencillos diseños de control, debido a que las ganancias térmicas por las fachadas son máximas en invierno y bajas en verano, por el ángulo de incidencia.

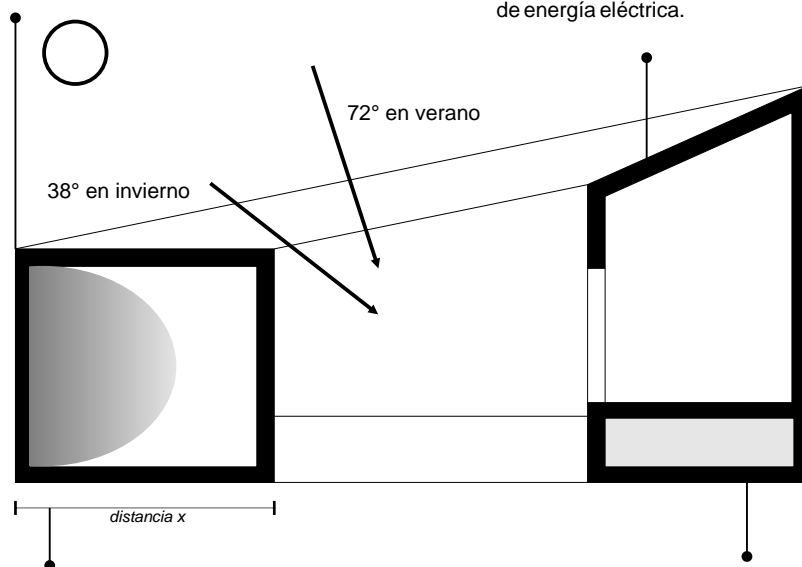
Se busca generar a través de su orientación y el tratamiento de las cuatro fachadas y de su cubierta un microclima en el interior de la vivienda: el patio, núcleo de ésta vivienda, fuente indirecta de luz y de calor, de confort para el usuario. La vivienda logra mediante estrategias proyectuales de diseño pasivo, la mayor captación de energía solar, y a su vez la menor pérdida de calor por su envolvente exterior.

- Se eleva el nivel interior para que la fachada norte al patio nunca esté en sombra.  
Se calculo la distancia del patio para que el día más comprometido la radiación incida directamente en todo el plano en cuestión.

- La inclinación de las cubiertas, y la menor altura del volumen al norte, permite que se arroje menos sombra al interior del patio.

El muro trombe orientado al norte funciona como fachada-radiador para el interior del espacio interior que define.

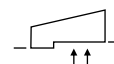
La inclinación de la cubierta permite un mejor ingreso de radiación directa, e integra al diseño la colocación de paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica.



Se calcula la mínima distancia posible interior, de manera que la radiación deseada pueda llegar a los puntos más lejanos, de acuerdo a los parámetros de confort deseados.

Se toman como datos para el cálculo, la sombra que esta fachada genera sobre el patio, y la inclinación de la radiación solar para el día más comprometido.

Se plantea una diferencia de niveles interiores, el plano espacio a la fachada norte interior se levanta a nivel +0.80m, para lograr la total captación de radiación solar en el período más comprometido.



# A- PATIO COMO NÚCLEO ENERGÉTICO

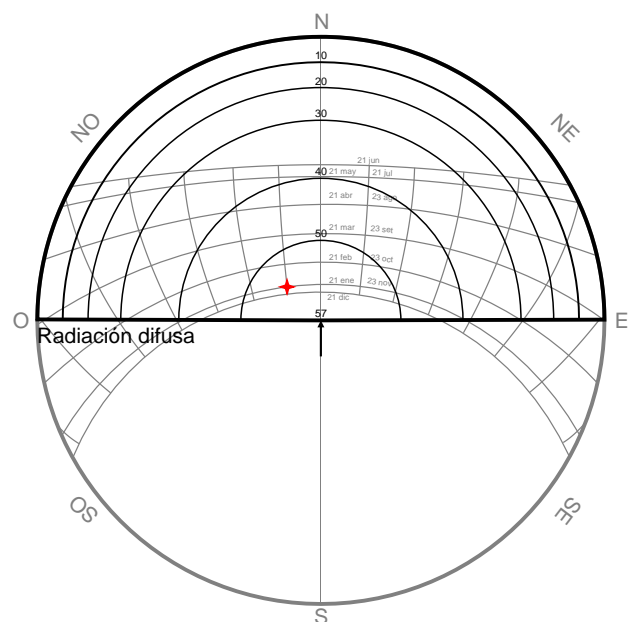
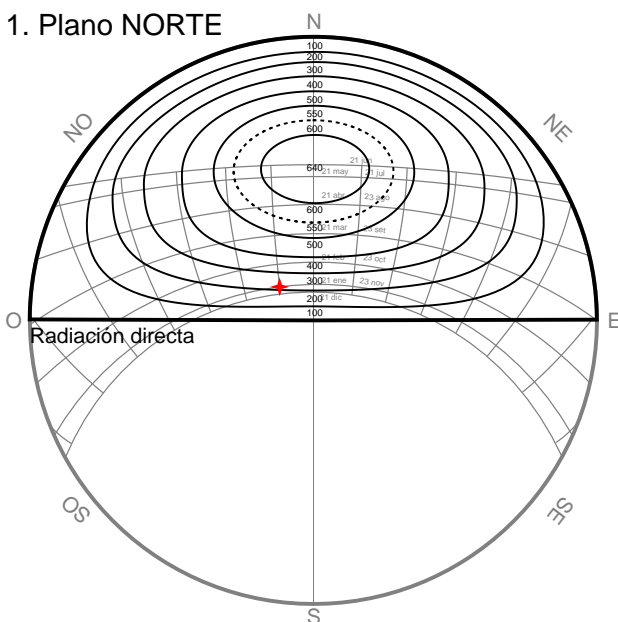
## Patio como fuente de calor

En nuestro proyecto de fin de carrera, se plantea un patio interior, que dote a la vivienda de una mayor captación solar. Se estudia la radiación directa y difusa que inciden en la vivienda, así como la que incide en el patio, con cualidades de cielo claro.

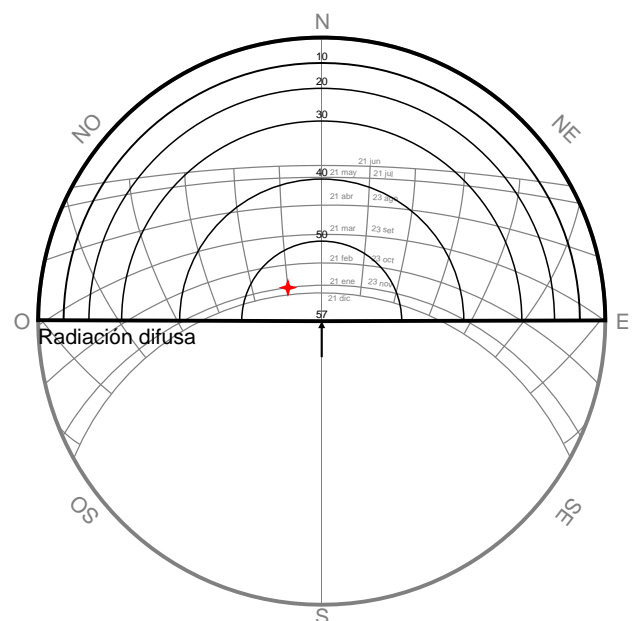
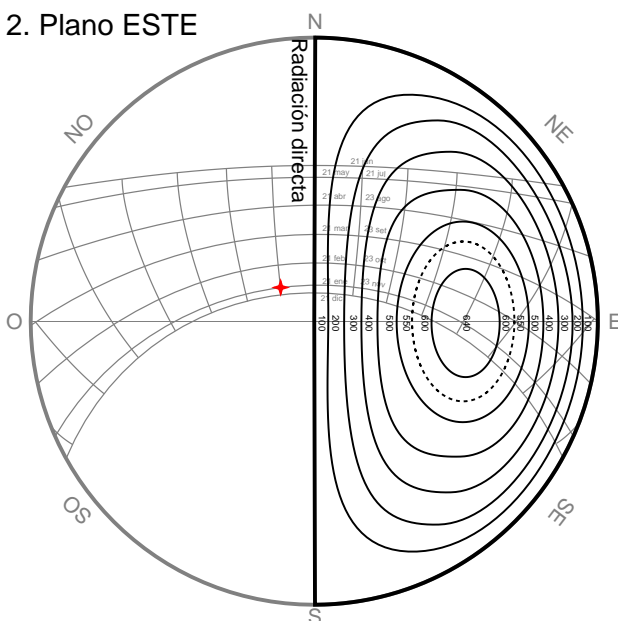
Se realizan estereográficas para el día y hora de mayor radiación solar, que permitirán visualizar la cantidad de radiación total incidente.

Radiación máxima incidente:  
Montevideo, 21 de enero, 13 horas

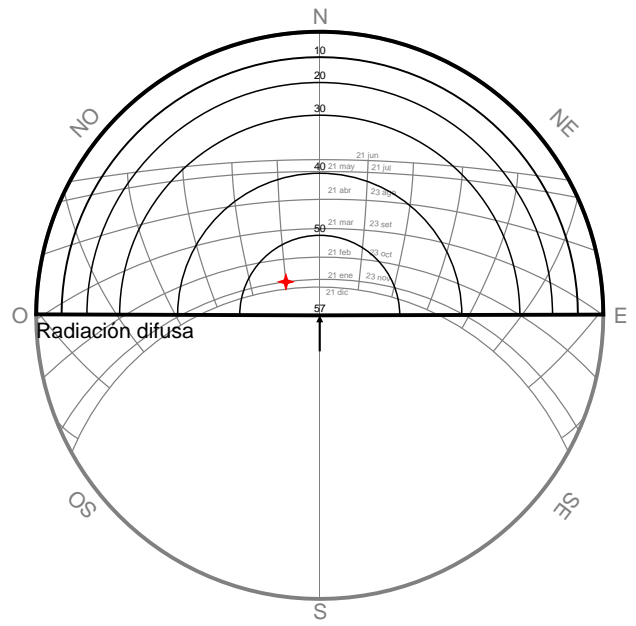
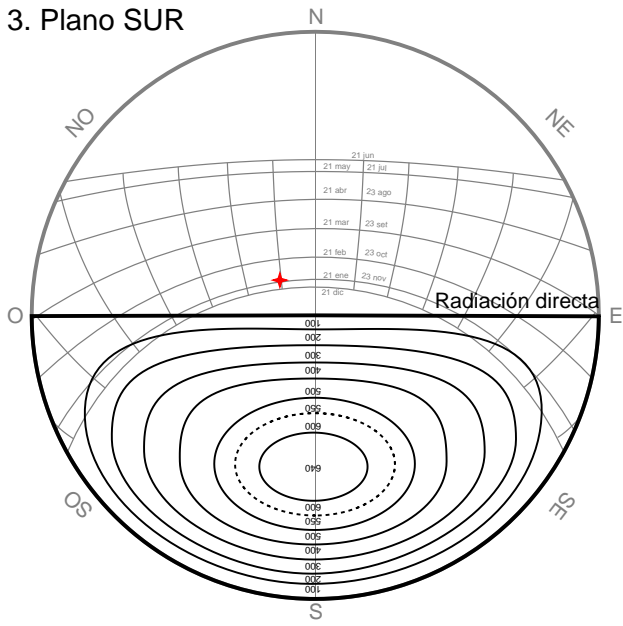
### 1. Plano NORTE



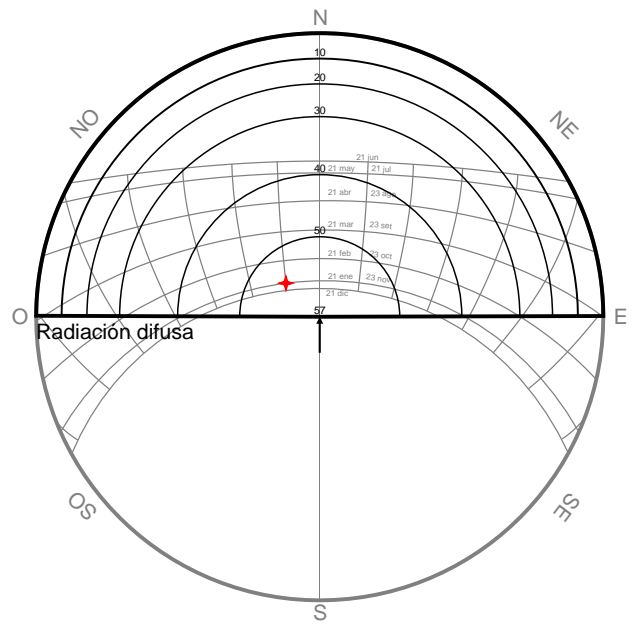
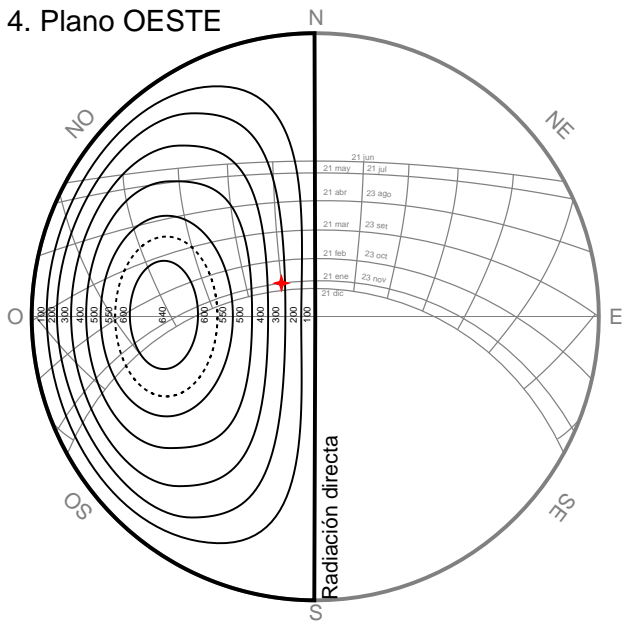
### 2. Plano ESTE



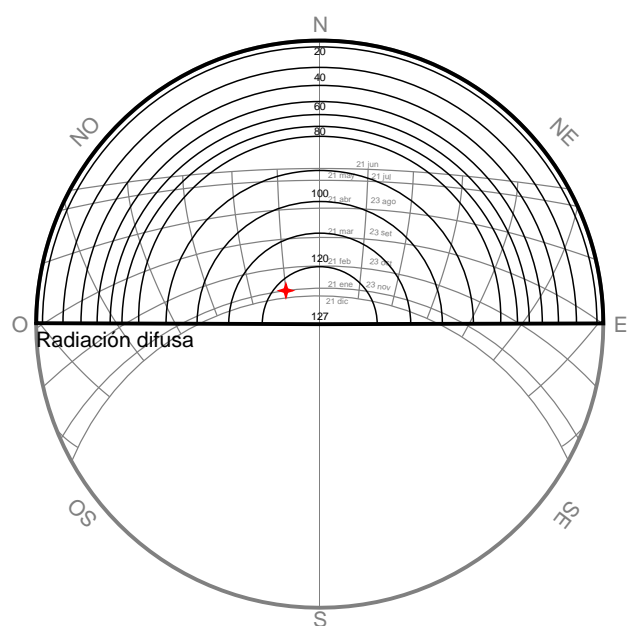
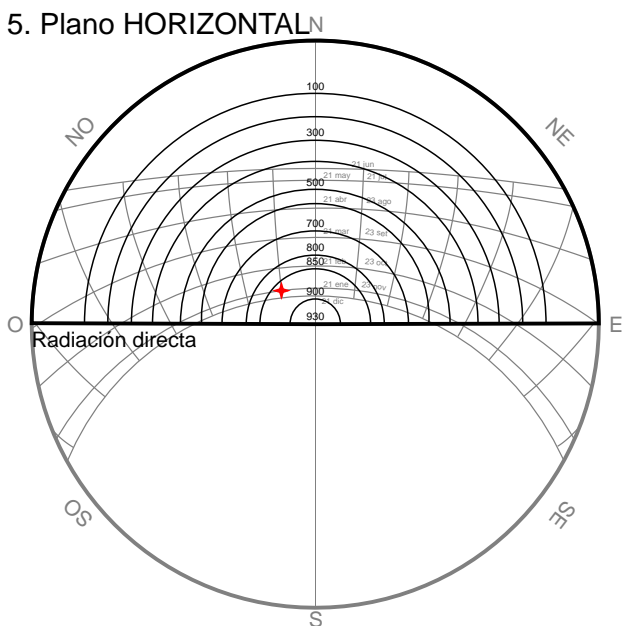
3. Plano SUR



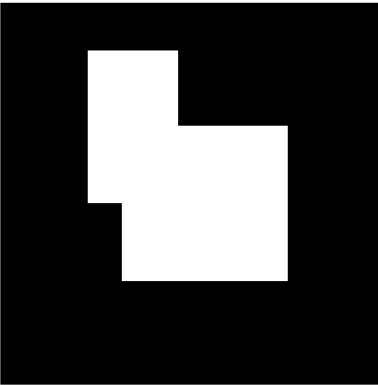
4. Plano OESTE



5. Plano HORIZONTAL



## TIPOLOGÍA 01



Idir N= 220W/m<sup>2</sup> ————— Iglobal N= 273W/m<sup>2</sup>  
Idif N= 53W/m<sup>2</sup>

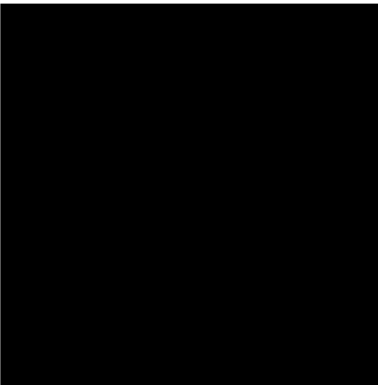
Idir E= 0W/m<sup>2</sup> ————— Iglobal E= 53W/m<sup>2</sup>  
Idif E= 53W/m<sup>2</sup>

Idir S= 0W/m<sup>2</sup> ————— Iglobal S= 53W/m<sup>2</sup>  
Idif S= 53W/m<sup>2</sup>

Idir O= 220W/m<sup>2</sup> ————— Iglobal O= 273W/m<sup>2</sup>  
Idif O= 53W/m<sup>2</sup>

Idir horizontal= 860W/m<sup>2</sup> — Iglobal horizontal= 982W/m<sup>2</sup>  
Idif horizontal=122W/m<sup>2</sup>

## TIPOLOGÍA 02



- Ambas tipologías captan la misma radiación solar en su perímetro exterior.

- La tipología 01 captará además radiación por las fachadas interiores al patio:

Ánorte = 16m<sup>2</sup>

Áeste = 18m<sup>2</sup>

Ásur = 15m<sup>2</sup>

Áoeste = 18m<sup>2</sup>

- La tipología 02 captará además radiación solar por su superficie horizontal, cubierta del patio:

Áhorizontal = 22m<sup>2</sup>

Tipología 01:

Fachadas exteriores: igual en ambas tipologías.

Fachadas interiores: 11031W.

Plano horizontal: 76596W.

Incidencia total = perímetro exterior + 87627W.

Tipología 02:

Fachadas exteriores: igual en ambas tipologías.

Fachadas interiores: no tiene.

Plano horizontal: 98200W.

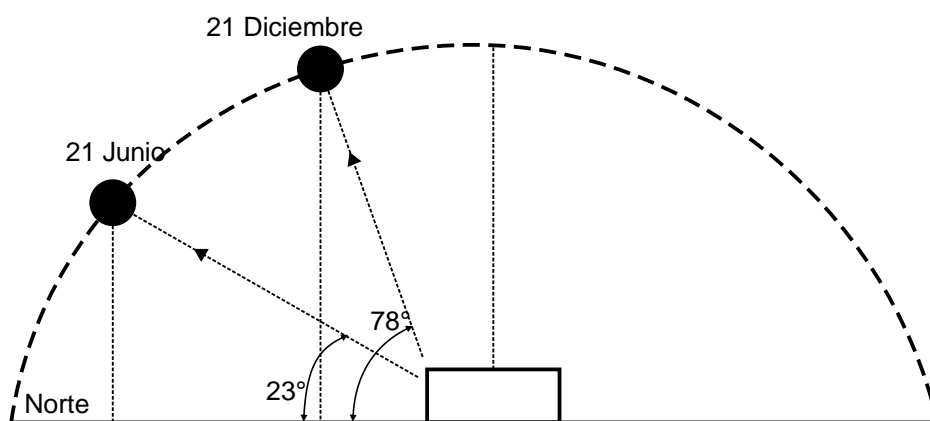
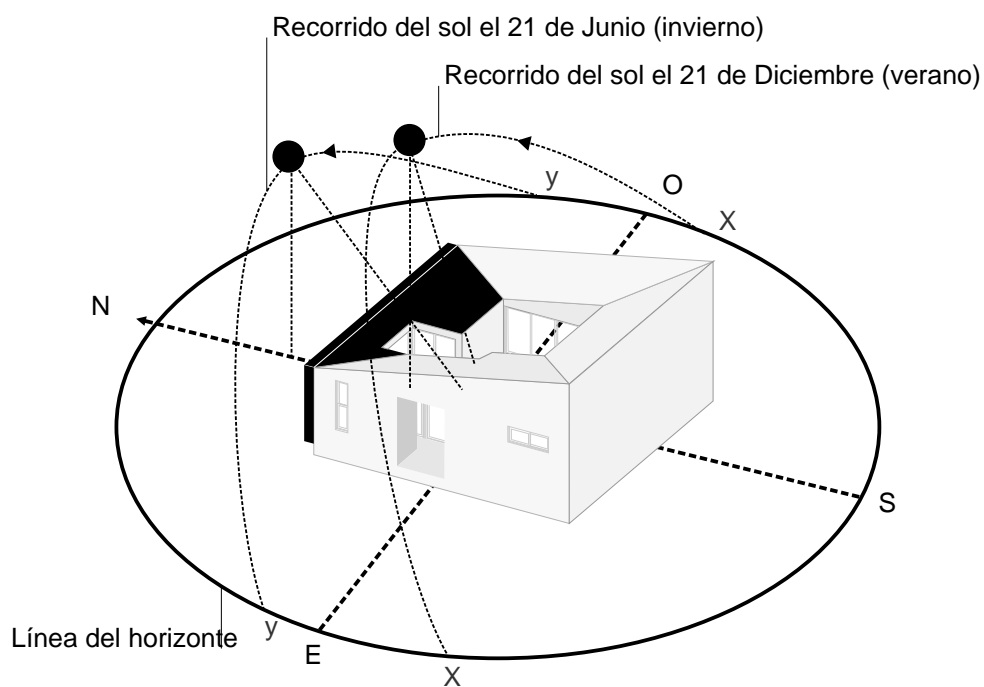
Incidencia total = perímetro exterior + 98200W.

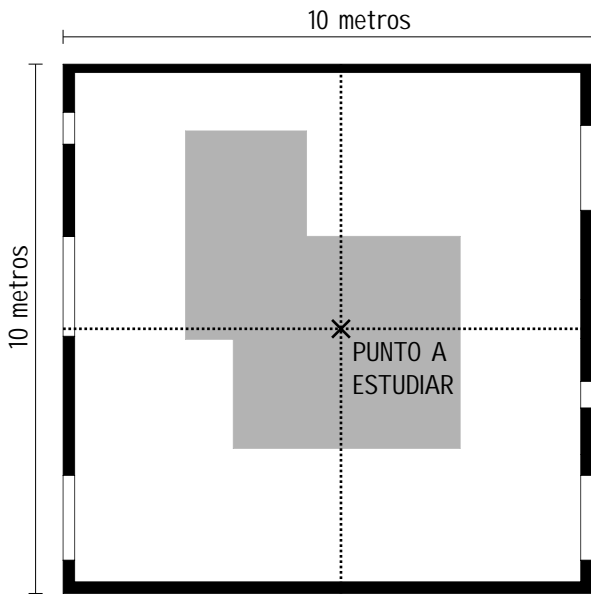
## B- ASOLEAMIENTO

El asoleamiento del patio nos permite visualizar y valorar la situación que se genera, tanto en el período frío como caluroso.

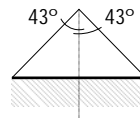
Esto nos permite determinar la necesidad de prever protecciones en las diferentes orientaciones; Norte, Sur, Este y Oeste.

El estudio del asoleamiento se realiza mediante el uso de proyecciones estereográficas.

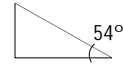




Edificio 1 //

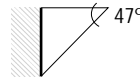


PLANTA

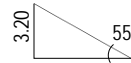


ALZADO

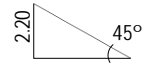
Edificio 2 //



PLANTA



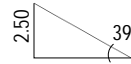
ALZADO



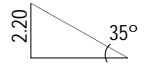
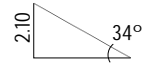
Edificio 3 //



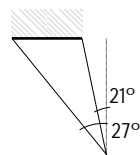
PLANTA



ALZADO



Edificio 4 //

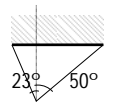


PLANTA



ALZADO

Edificio 5 //

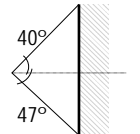


PLANTA

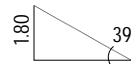


ALZADO

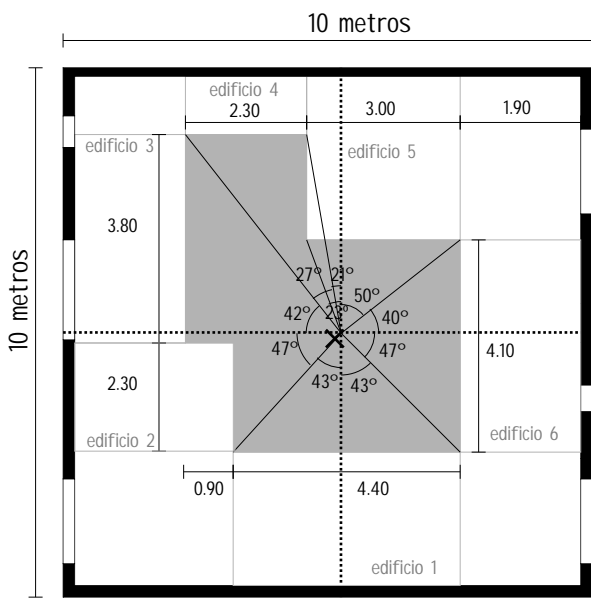
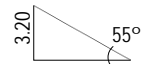
Edificio 6 //



PLANTA



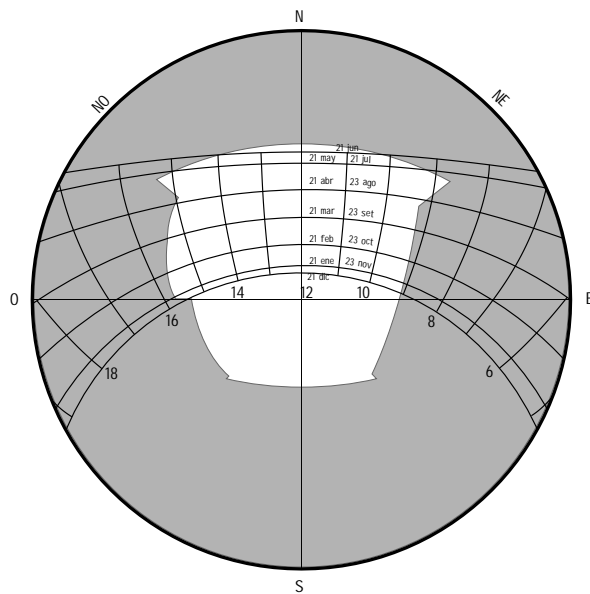
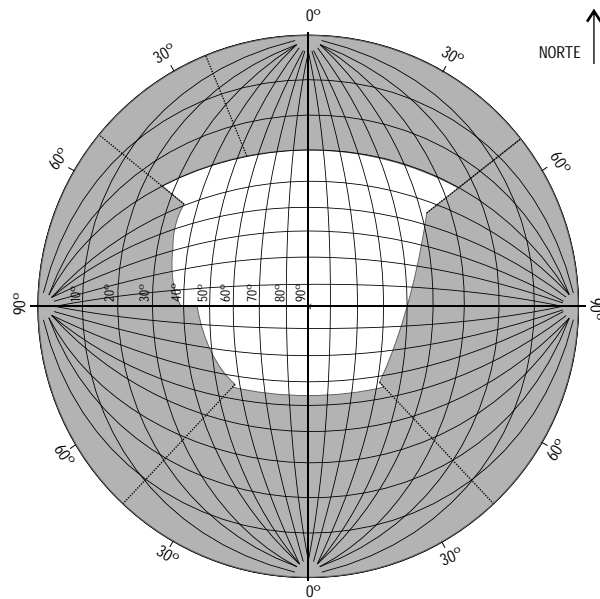
ALZADO



\*Se divide la vivienda en seis volúmenes para facilitar los cálculos de asoleamiento para el patio.



## Asoleamiento del patio

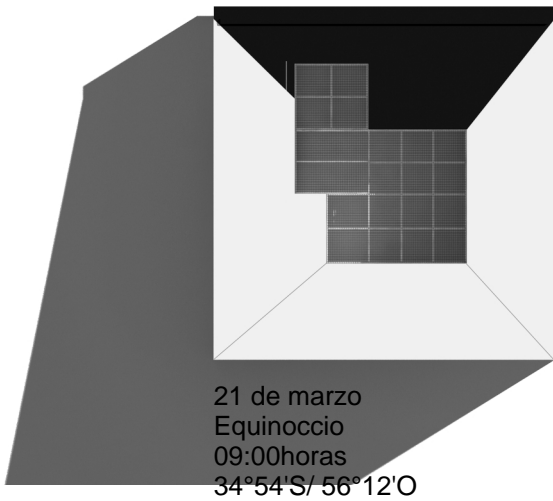


El asoleamiento en el punto estudiado nos determina que:

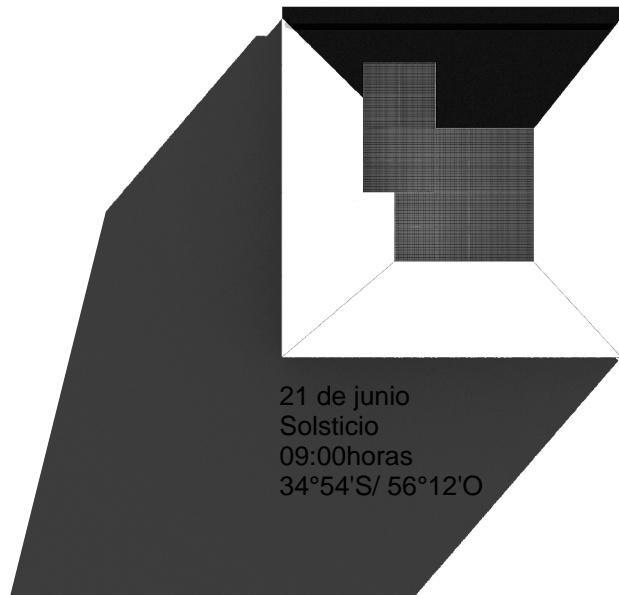
- en el período frío, la zona recibe radiación directa entre las 10 am y las 14 horas del día.
- en el período caluroso, recibe radiación directa entre las 9 am y las 15 horas del día.

Este estudio nos lleva a determinar la necesidad de protecciones en la fachada norte interior, debido a la gran incidencia de radiación directa en el período caluroso.

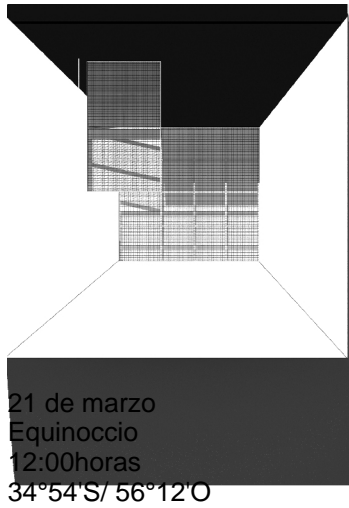
En la tipología 02, este estudio no es pertinente ya que la misma carece de patio interior.



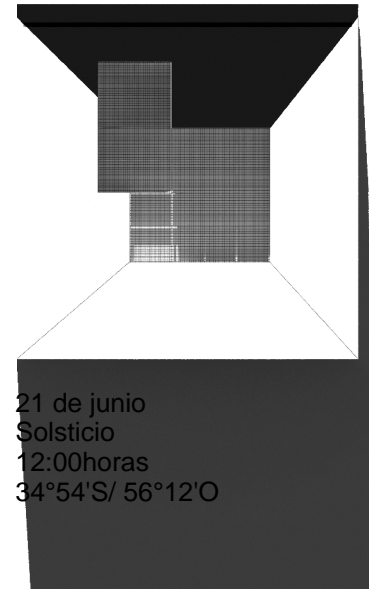
21 de marzo  
Equinoccio  
09:00horas  
34°54'S/ 56°12'O



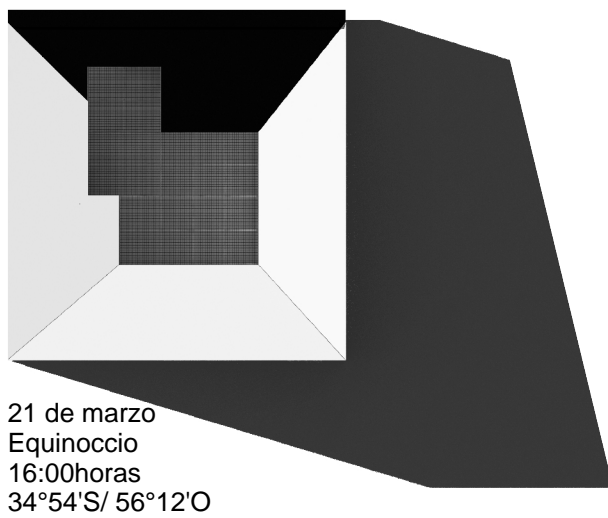
21 de junio  
Solsticio  
09:00horas  
34°54'S/ 56°12'O



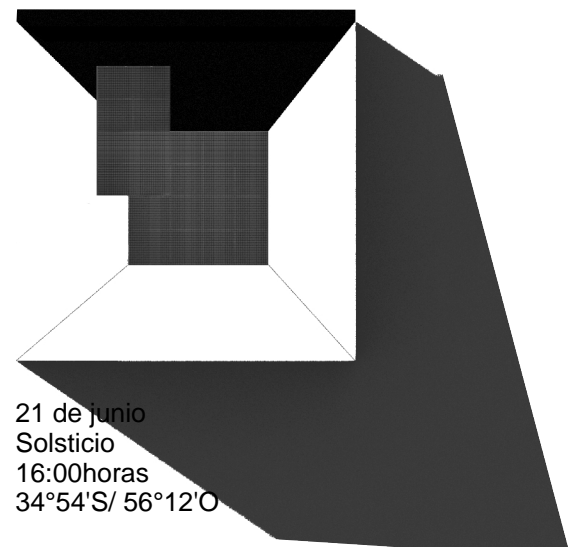
21 de marzo  
Equinoccio  
12:00horas  
34°54'S/ 56°12'O



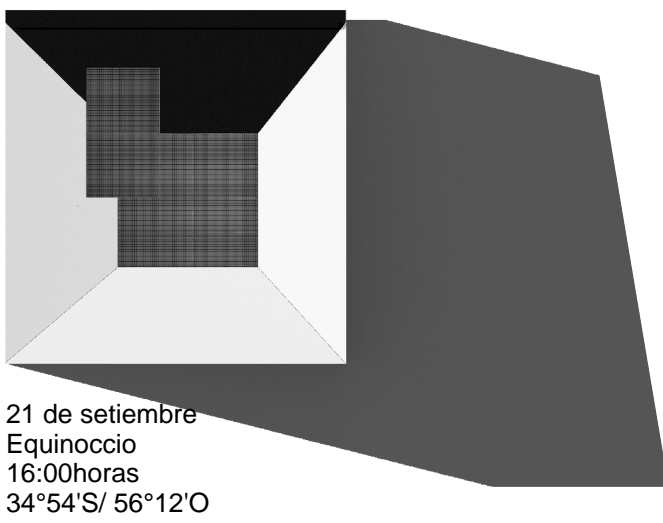
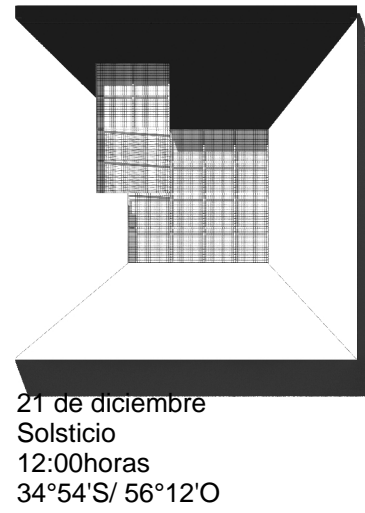
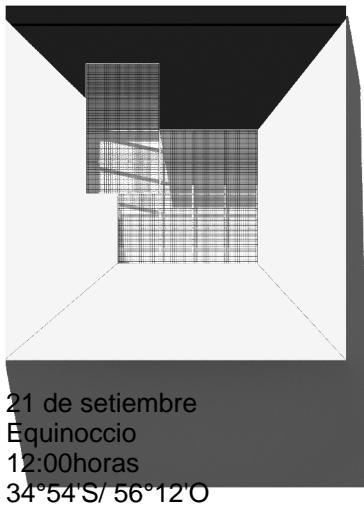
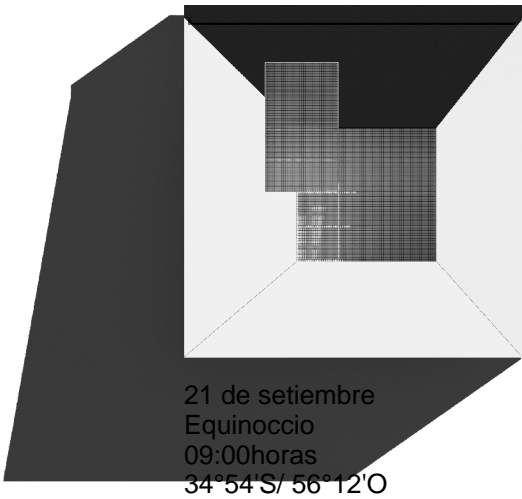
21 de junio  
Solsticio  
12:00horas  
34°54'S/ 56°12'O



21 de marzo  
Equinoccio  
16:00horas  
34°54'S/ 56°12'O



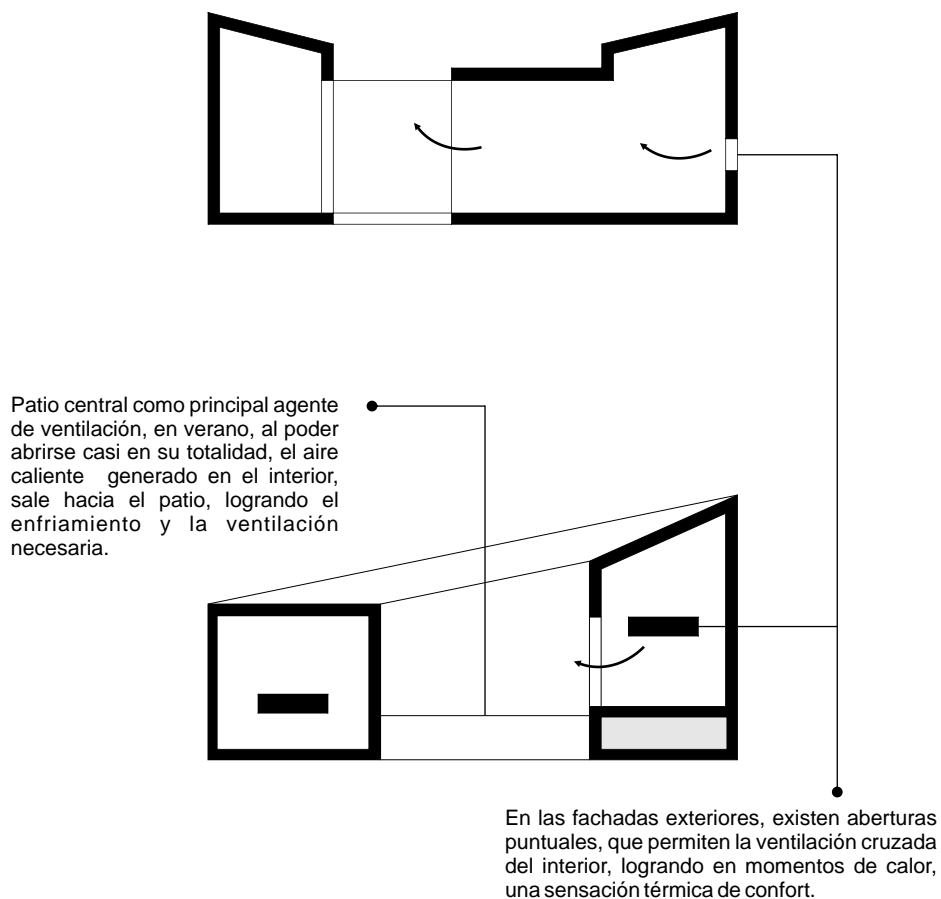
21 de junio  
Solsticio  
16:00horas  
34°54'S/ 56°12'O



## C- VENTILACIÓN

La finalidad principal de la ventilación es colaborar con el acondicionamiento térmico de la vivienda. También cumple funciones como asegurar la renovación del aire respirable, aportando a la salubridad del espacio; controlando la humedad y concentraciones de gases. Para lograr una eficiente ventilación natural se generan aberturas estratégicamente ubicadas para aprovechar depresiones del viento; facilitar el ingreso y salida del viento a través de los espacios interiores del edificio, considerando de manera cuidadosa la dirección de los vientos dominantes.

### Ventilación por las aberturas



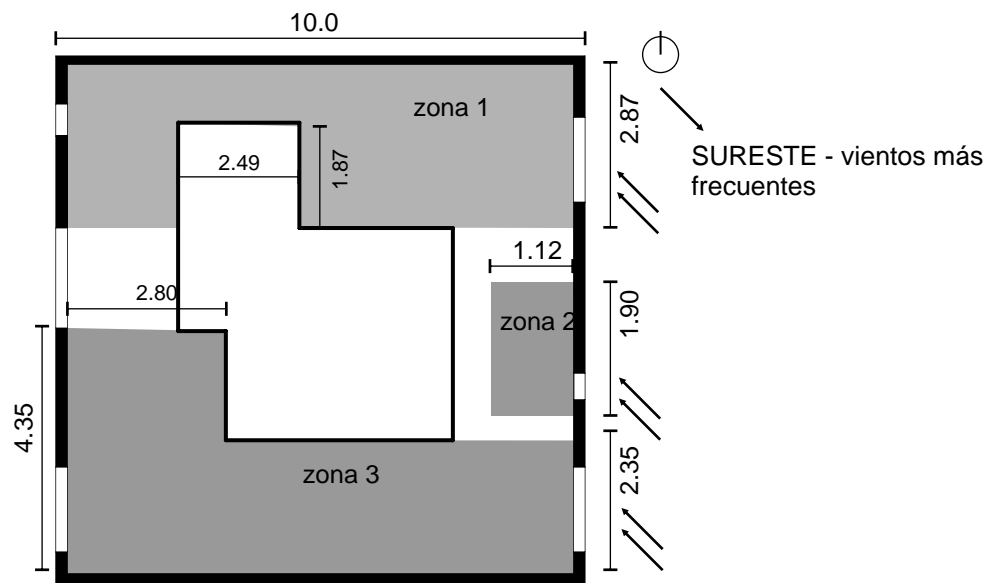
## Cálculo de ventilación

Los cálculos realizados son para ventilación natural, para la locación de Montevideo en verano. Se plantea que para lograr un confort interior adecuado las renovaciones de aire por hora deberán ser mayores a 20.

Para realizar los cálculos se divide la vivienda en tres zonas:

- ZONA1 - Dormitorio
- ZONA2 - Cocina y espacio estar
- ZONA3 - Baño

Vientos más frecuentes en Uruguay son los del sureste, se considera esta orientación como la de entrada de aire.



Calculamos primero el caudal de aire renovado, para luego hallar las renovaciones de aire por hora para cada zona determinada

$$V = E \times \text{Áe} \times \text{Vel.} \times F$$

$$\text{RPH} = \frac{V \text{ (m}^3\text{/s)} \times 3600}{\text{Volumen local}}$$

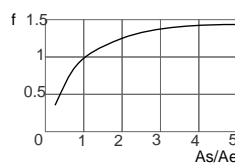
V - Caudal de aire renovado  
E - Efectividad de la abertura

Áe - Área de entrada

V - Velocidad del viento, m/s

F - Coeficiente que depende de la relación Área salida/Área entrada

RPH: Renovaciones de aire por hora



### A Zona 1

$$\text{Área entrada} = 0.83 + 4.1726 = 5.01\text{m}^2$$

$$\text{Velocidad} = 2\text{m/s}$$

$$E = 0.3 \text{ debido a la efectividad}$$

$$\text{Área salida} = 0.89 + 4.1726 = 5.07\text{m}^2$$

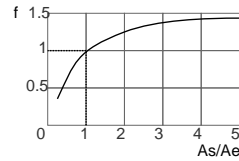
$$F = 5.07/5.01 = 1.02 \rightarrow F = 1$$

$$V = E \times \text{Á entrada} \times \text{Velocidad} \times F$$

$$V = 0.3 \times 2 \times 5.01 \times 1$$

$$V = 3.01 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{RPH} = \frac{3.01 \times 3600}{22.78 \times 2.518} = \mathbf{188 \text{ renovaciones por hora}}$$



### B Zona 2

$$\text{Área entrada} = 0.8976\text{m}^2$$

$$\text{Velocidad} = 2\text{m/s}$$

$$E = 0.3 \text{ debido a la efectividad}$$

$$\text{Área salida} = (0.60 \times 2.1) = 1.26\text{m}^2$$

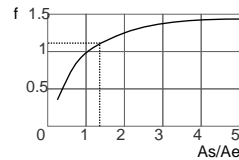
$$F = 1.26/0.8976 = 1.40 \rightarrow F = 1.2$$

$$V = E \times \text{Á entrada} \times \text{Velocidad} \times F$$

$$V = 0.3 \times 2 \times 0.8976 \times 1.2$$

$$V = 0.65 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{RPH} = \frac{0.65 \times 3600}{2.123 \times 3.03} = \mathbf{363 \text{ renovaciones por hora}}$$



### C Zona 3

$$\text{Área entrada} = 0.85\text{m}^2$$

$$\text{Velocidad} = 2\text{m/s}$$

$$E = 0.3 \text{ debido a la efectividad}$$

$$\text{Área salida} = 6.86 + 3.11 + 0.83 = 10.82\text{m}^2$$

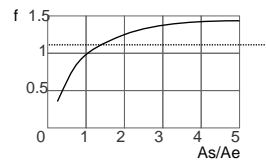
$$F = 10.82/0.85 = 12 \rightarrow F = 1.5$$

$$V = E \times \text{Á entrada} \times \text{Velocidad} \times F$$

$$V = 0.3 \times 2 \times 0.85 \times 1.5$$

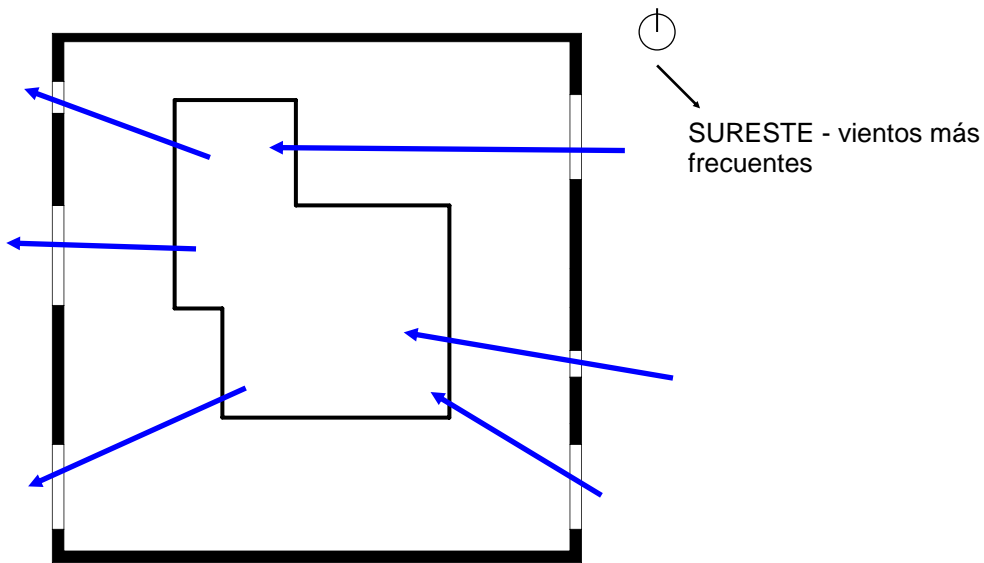
$$V = 0.765 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{RPH} = \frac{0.765 \times 3600}{28.91 \times 3.14} = \mathbf{299 \text{ renovaciones por hora}}$$

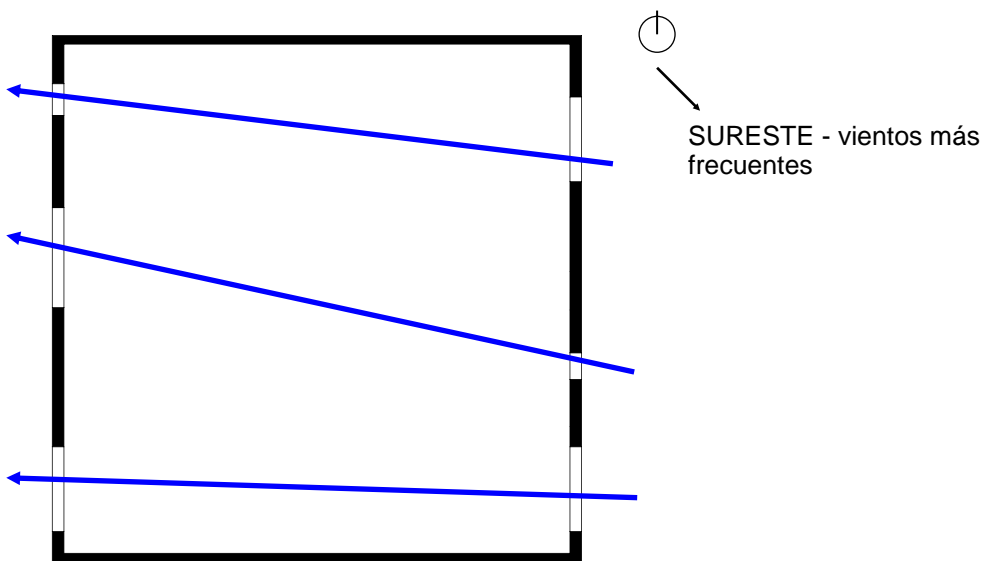


Se considera que 20 PPH aseguran el confort térmico. Los locales estudiados superan ampliamente esta consideración, por lo que la ventilación natural se comporta de manera óptima.

## TIPOLOGÍA 01



## TIPOLOGÍA 02



La trayectoria de las corrientes de aire interiores dependen de la disposición de las aberturas exteriores, y de la organización espacial.  
Se considera que los vientos más frecuentes son los provenientes del Suroeste, se plantean los esquemas de acuerdo a estos, pudiendo tener trayectorias variadas.

## D- PÉRDIDAS Y FILTRACIONES

El calor generado en el interior puede perderse por dos vías: por transmisión a través de los cerramientos y por ventilación.

Las pérdidas por transmisión dependen de:

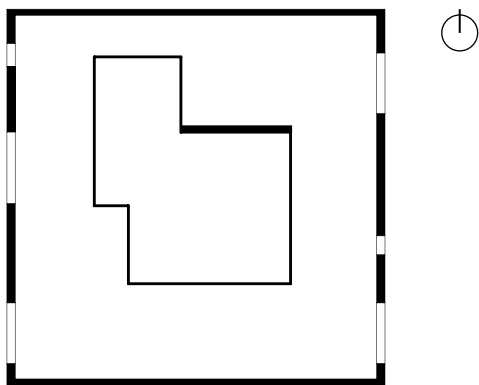
- Área expuesta del cerramiento
- Transmitancia del cerramiento
- Diferencia de temperaturas interior-exterior

Se plantean cerramientos opacos y transparentes idénticos en ambas tipologías.

La transmitancia del cerramiento opaco es de  $U=0.2\text{W/m}^2\text{°C}$ . La misma ofrece una aislación mayor que la estipulada por norma para Uruguay ( $U=0.85\text{W/m}^2\text{°C}$ ).

Los cerramientos transparentes serán diseñados con DVH y una capa interior de baja emisividad,  $U=1.8\text{W/m}^2\text{°C}$

### TIPOLOGÍA 01



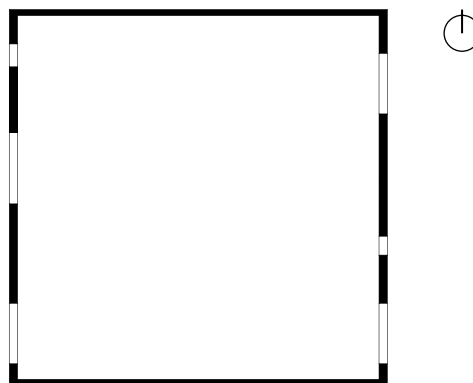
Área expuesta cerramiento opaco:

Norte 37m<sup>2</sup>  
Este 45m<sup>2</sup>  
Sur 63m<sup>2</sup>  
Oeste 46m<sup>2</sup>  
Plano horizontal 78m<sup>2</sup>  
Total = 269m<sup>2</sup>

Área expuesta cerramiento transparente:

Norte 9m<sup>2</sup>  
Este 16m<sup>2</sup>  
Sur 5m<sup>2</sup>  
Oeste 7m<sup>2</sup>  
Total = 37m<sup>2</sup>

### TIPOLOGÍA 02



Área expuesta cerramiento opaco:

Norte 29m<sup>2</sup>  
Este 40m<sup>2</sup>  
Sur 53m<sup>2</sup>  
Oeste 41m<sup>2</sup>  
Plano horizontal 100m<sup>2</sup>  
Total = 263m<sup>2</sup>

Área expuesta cerramiento transparente:

Norte 1m<sup>2</sup>  
Este 3m<sup>2</sup>  
Sur 0m<sup>2</sup>  
Oeste 2m<sup>2</sup>  
Total = 6m<sup>2</sup>

La tipología 01 tiene más área expuesta transparente, por la cual se producen la mayor cantidad de pérdidas, tanto por el cerramiento como por infiltraciones por las aberturas.



En el presente trabajo, “Hacia una tipología eficiente”, fueron abordados y estudiados como temas principales la Sustentabilidad y la Eficiencia Energética en el Proyecto Arquitectónico. Se partió del estudio de dichos temas de una manera genérica, abstracta, hasta llegar a desarrollarlos y bajarlos a tierra en un Proyecto concreto y acabado de Arquitectura.

Como punto de partida, se utilizó nuestro Proyecto de Final de Carrera realizado durante el año 2011, una vivienda, que toma las bases del concurso Solar Decathlon, buscando de alguna manera introducir la temática antes detallada en el seno estudiantil de la Facultad de Arquitectura. Para cumplir con su objetivo de generar una arquitectura eficiente, y a su vez respetar el medio en el que se implanta, la vivienda antes mencionada se constituyó dentro de la Tipología Patio, una tipología introvertida que busca en el patio el máximo confort desde el punto de vista térmico y lumínico.

A lo largo del desarrollo del trabajo se fue estudiando y analizando de diversas formas la eficiencia de esta tipología. Como herramienta para obtener resultados objetivos, y un marco de comparación de los mismos, se realizó de forma paralela el estudio de otra vivienda de idénticas características, pero con ausencia del patio.

Luego de finalizar los estudios realizados, atendiendo temas como la radiación solar, el asoleamiento, la ventilación y las pérdidas de calor entre otros, destacamos:

1. Desde el punto de vista de la radiación solar incidente, debido a la presencia del patio se obtiene una menor radiación sobre la vivienda. Esto, en comparación con la tipología 02, es debido a la diferencia existente entre las superficies horizontales expuestas

Desde el punto de vista del confort, consideramos que la eficiencia en la casa patio es mayor, debido a que la radiación incidente en el plano horizontal, es difícil de controlar en el período caluroso.

2. El patio interior, aporta a la vivienda una mejor calidad espacial, desde el punto de vista térmico, lumínico y visual. Esta cualidad mejora las condiciones espaciales interiores, respecto a la tipología 02.

El asoleamiento deberá ser controlado en el período caluroso, pudiéndose adicionar protecciones exteriores.

3. La ventilación interior de la vivienda, se ve ampliamente favorecida por la existencia del patio interior. El mismo genera mayores posibilidades de ventilación cruzada, aumentando las renovaciones de aire, dotando a la misma de calidad y confort.

4. Si bien las pérdidas de calor son mayores en la tipología patio, estas podrán ser controladas mediante dispositivos que se pueden adicionar a las aberturas.

A modo de Conclusión general podemos indicar que la Tipología Patio, desde el punto de vista térmico, lumínico y espacial, posee una gran eficiencia en comparación con otras tipologías utilizadas frecuentemente en programas de vivienda.

Publicaciones:

Ábalos, I. "Naturaleza y artificio", Editorial G. Gili, 2009

Edwards, B. "Guía básica de la sostenibilidad", Editorial G. Gili, 2005

Cátedra acondicionamiento térmico, Rivero, Aroztegui, Girardin, Musso, Acondicionamiento térmico, repartidos 1 y 2, OLCEDA, Montevideo

Richardson, P. "XS ecológico: grandes ideas para pequeños edificios", Editorial G.Gili, 2007

Artículos, revistas:

"Ética, arquitectura y sustentabilidad: desafío en la arquitectura para el nuevo siglo", Arquitecturas del Sur número 34, Villalobos Rodrigo / Schmidt Denisse, 2008

"La belleza termodinámica", Circo número 157, Ábalos Iñaki, 2008

"La eficiencia energética", World-Watch magazine número 26, Santamarta José, España 2007

"Sustentabilidad y eficiencia energética en el diseño y la arquitectura", Diseño + Arquitectura Latinoamérica número 12, mayo-junio 2009

Innotec número 1, Ediciones Zon-Arq, Chile, Agosto 2008

Innotec número 3, Ediciones Zon-Arq, Chile, Noviembre 2008

Páginas web:

Ministerio de Industria, Energía y Minería: [www.miem.gub.uy](http://www.miem.gub.uy)

