



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

Simulación y Representación de la Luz Natural en el Proyecto Arquitectónico.

Por

Arq. Rafael López Palafox

Tesina

Presentada a la Universidad Politécnica de Cataluña
de acuerdo a los requerimientos para la obtención
del grado de
Master en Arquitectura, Energía y Medio Ambiente:
Integración de Energías Renovables en la Arquitectura.

Septiembre 2007

Tutor: Prof. Benoit Beckers

RESUMEN

El objetivo al que apunta esta tesina es investigar el uso de las herramientas informáticas 3D MAX 7 con el plug-in V-ray y Heliodon 2, para el análisis de proyectos en cuanto a luz natural. Y también el uso de estas herramientas para el proceso de diseño de proyectos arquitectónicos sostenibles, ya que gracias a estos programas, podemos tomar diferentes direcciones en cuanto a cuestiones de diseño, dependiendo de hacia dónde queramos enfocar nuestros proyectos.

Primero, explicaré cómo funcionan los motores de renderización y cómo han ido evolucionando con el paso del tiempo. También veremos algunas de las diferentes técnicas de renderización que se han creado, y lo más importante; cómo se ha integrado la Radiosidad, para simular la luz difusa.

Con Heliodon, analizaremos algunos proyectos conocidos de Tadao Ando, experto en la ambientación de los espacios con luz natural. Este programa nos dará datos cuantitativos. Podremos saber los porcentajes de cielo en cada espacio y también las horas de radiación directa en todos los días del año, o bien en el periodo del año que nos interese.

Los renders nos darán una idea de la importancia de cada componente de la luz natural, y el programa Heliodon nos dará los datos específicos de cada espacio a analizar.

AGRADECIMIENTOS

Mi más profundo agradecimiento a mi familia sobre todas las cosas. A mis padres por el apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida, por los buenos valores que me han inculcado. A mi papá Carlos por ser la persona que más me ha inspirado a buscar siempre la perfección, aunque cuando era pequeño y no me daba cuenta por que casi no pasaba tiempo conmigo y mis hermanos, ahora me doy cuenta que lo hacia por nosotros, para tener una mejor vida, también por enseñarme que hay que ser humilde y no buscar la felicidad en las cosas materiales y buscar siempre el camino de la sabiduría. A mi mamá Ma. Magdalena por darme el amor que sólo una madre puede dar, por estar siempre a mi lado cuando lo necesité, y por querer brindarme siempre lo mejor, gracias a ella ahora soy una mejor persona, llena de felicidad y alegría.

A mis hermanos Ma. Magdalena y Carlos, que sin ellos no hubiera llegado hasta donde estoy, ellos me han dado el valor de hacer todo lo que pueda sin temor al fracaso, también por los tantos momentos que hemos pasado felices juntos que ahora son bonitos recuerdos que quedaran para siempre en mi memoria. A Paola por estar siempre a mi lado, por ser la persona que me ha abierto los ojos, y por demostrarme su amor incondicional día a día, sin esperar recibir nada a cambio, por sus consejos que solo demuestran madures, también por apoyarme en todos mis proyectos.

A mis compañeros de la maestría y otros amigos que se han ido uniendo al grupo, ya gracias a ellos mi estancia en Barcelona, lejos de mi hogar, ha sido mucho más fácil que al final de este curso no quería que se acabara, hemos tenido la suerte de ser un grupo unido, lleno de buenas personas. Y por ultimo pero no menos importante, a mi tutor de tesina, el profesor Benoit Beckers, por ser una persona de la cual se le puede aprender mucho, y por inculcarme esa necesidad de ser curioso y de saber.

ÍNDICE

1.0	Introducción	7
2.0	Los motores de renderización	10
2.1	¿Cómo modelizar de forma real la percepción visual del espectador?	10
2.2	La Radiosidad	11
2.3	Radiancia e Irradiancia	12
2.4	Photon Mapping	13
2.5	El Método de Monte Carlo	14
3.0	Compatibilidad entre programas	16
4.0	Estudio de proyectos arquitectónicos	18
4.1	La Casa Iwasa	18
4.1.1	Análisis de renders	21
4.1.2	Análisis con Heliodon: porcentaje de cielo	24
4.1.3	Análisis con Heliodon: radiación directa del sol	25
4.1.4	Conclusiones del análisis	28
4.2	La Casa Koshino	29
4.2.1	Análisis de renders	35
4.2.2	Análisis con Heliodon: porcentaje de cielo	38
4.2.3	Análisis con Heliodon: radiación directa del sol	39
4.2.4	Conclusiones del análisis	43
4.3	La Capilla de la Luz	44
4.3.1	Análisis de renders	47
4.3.2	Análisis con Heliodon: porcentaje de cielo	49
4.3.3	Análisis con Heliodon: radiación directa del sol	50
4.3.4	Conclusiones del análisis	52
5.0	Proceso de diseño	53
6.0	Conclusiones	58
7.0	Bibliografía	60

LISTA DE IMÀGENES

Imagen 1:	¿Cómo trabajan los renders?	7
Imagen 2:	Sin radiosidad y con radiosidad.	8
Imagen 3:	Videojuego.	8
Imagen 4:	Generado por ordenador.	9
Imagen 5:	Ray-tracing.	10
Imagen 6:	Con radiosidad.	11
Imagen 7:	V-ray.	12
Imagen 8:	Planta inferior – iwasa.	19
Imagen 9:	Planta superior – iwasa.	20
Imagen 10:	Corte – iwasa.	20
Imagen 11:	Fotografía y render casa iwasa 1.	21
Imagen 12:	Fotografía y render casa iwasa 2.	22
Imagen 13:	Comparación de detalles.	23
Imagen 14:	Renders casa iwasa.	23
Imagen 15:	Análisis de porcentaje de cielo – iwasa pb.	24
Imagen 16:	Análisis de porcentaje de cielo – iwasa ps.	24
Imagen 17:	Análisis de radiación directa – iwasa pb.	26
Imagen 18:	Análisis de radiación directa – iwasa ps.	27
Imagen 19:	Estereografía casa iwasa.	28
Imagen 20:	Planta inferior – koshino.	31
Imagen 21:	Planta superior – koshino.	31
Imagen 22:	Sección – koshino.	32
Imagen 23:	Casa koshino exterior 1.	32
Imagen 24:	Casa Koshino interior 1.	33
Imagen 25:	Casa Koshino interior 2.	33
Imagen 26:	Casa koshino interior 3.	34
Imagen 27:	Fotografía y render casa koshino 1.	35
Imagen 28:	Fotografía y render casa koshino 2.	36
Imagen 29:	Fotografía y render casa Koshino 3.	36
Imagen 30:	Detalle render.	37
Imagen 31:	Comparación de Light map y QMC.	38
Imagen 32:	Análisis de porcentaje de cielo – Koshino pb.	38
Imagen 33:	Análisis de porcentaje de cielo – koshino ps.	39
Imagen 34:	Análisis de radiación directa – koshino pb.	40
Imagen 35:	Análisis de radiación directa – koshino ps.	41
Imagen 36:	Estereografía casa koshino salón.	42
Imagen 37:	Estereografía casa koshino estudio.	43
Imagen 38:	Planta capilla de la luz.	45
Imagen 39:	Sección capilla de la luz.	45
Imagen 40:	Capilla de la luz exterior 1.	46
Imagen 41:	Capilla de la luz interior 1.	46
Imagen 42:	Fotografía y render capilla de la luz 1.	47
Imagen 43:	Fotografía y render capilla de la luz 2.	47
Imagen 44:	Progreso de los renders.	48
Imagen 45:	Análisis de porcentaje de cielo - capilla de la luz.	49

Imagen 46:	Análisis de radiación solar directa – capilla de la luz.	50
Imagen 47:	Estereografía entrada sur – capilla de la luz.	50
Imagen 48:	Estereografía entrada norte – capilla de la luz.	51
Imagen 49:	Estereografía capilla de la luz.	51
Imagen 50:	Render exterior e interior ejercicio 1.	53
Imagen 51:	Render exterior e interior ejercicio 2.	54
Imagen 52:	Análisis de porcentaje de cielo ejemplo 1.	54
Imagen 53:	Render exterior e interior ejercicio 3.	55
Imagen 54:	Análisis de porcentaje de cielo ejemplo 2.	55
Imagen 55:	Estereografía del ejemplo.	56
Imagen 56:	Render verano e invierno del ejemplo.	57

1.0 INTRODUCCIÓN

En algunos programas informáticos recientes para el diseño en 3D, el entorno en el que se trabaja puede llegar a ser tan parecido como el ambiente natural. Buena parte de esto se debe a que se puede configurar con mucha precisión la luz natural.

Los motores de render son los encargados de generar las imágenes, desde cero, desde los objetos que diseñamos enteramente en el ordenador, modelando el comportamiento de la luz bajo ciertas circunstancias, hasta definir completamente la escena 3d.

Lo que pretenden hacer los motores de render, es modelizar la percepción visual del espectador. Una primera manera de conseguirlo consiste en seguir cada rayo luminoso originado en cada fuente de luz, hasta su eventual llegada al ojo del espectador. Esto se puede hacer, ya que se conoce el comportamiento de la luz, pero el cálculo resultaría extremadamente lento, ya que la mayoría de los rayos no llegan al espectador o, simplemente, no interactúan con la escena. Luego, conviene tirar rayos visuales desde el espectador, a través de la pantalla hacia la escena y, en un segundo momento, calcular la luz que influye en cada rayo.

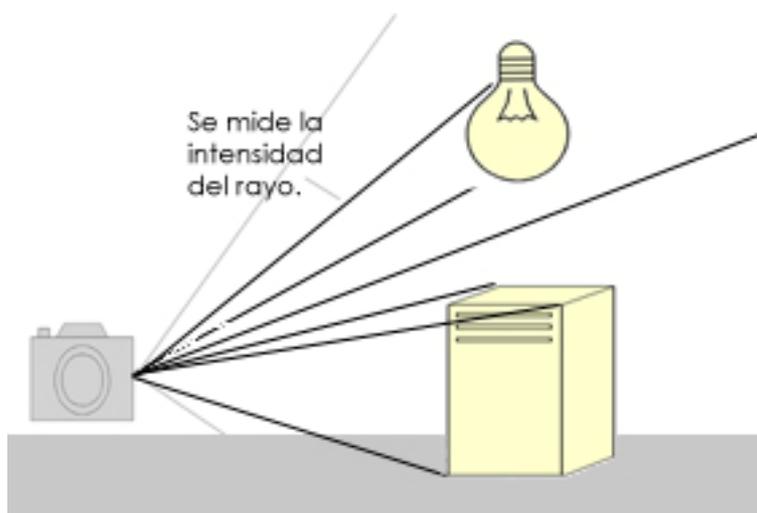


Imagen 1: ¿Cómo trabajan los motores de render?

De los diferentes motores de render que existen en el mercado, hay algunos que pueden calcular, aparte de lo anterior, la luz reflejada en todos los objetos de la escena.

La diferencia entre las dos imágenes resultantes es que la segunda modeliza la radiosidad. Esto significa que simula la interreflexión difusa, entre las diferentes fuentes de luz y los distintos objetos de la escena, como se puede apreciar en la imagen. Se aprecia mejor la profundidad, ya que no sólo se ve la sombra como en la imagen de la izquierda, sino que donde no llega la luz se va haciendo más oscuro en cuanto más se aleja de las zonas iluminadas, como se vería realmente.



Imagen 2: Sin radiosidad y con radiosidad.

Las técnicas de renderización han ido mejorando de forma espectacular en los últimos años. Gran parte de este avance se debe a los videojuegos, que cada vez son más "realistas", y cuyo mercado crece cada vez más, generando fondos considerables para la investigación.



Imagen 3: Videojuego.

Se reconoce a simple vista que la imagen de arriba no es real, pero la calidad de las imágenes de los videojuegos es más baja, ya que las consolas tienen que reproducir desde cero la imagen, de forma casi instantánea, dependiendo del movimiento del observador. A diferencia de la infografía de abajo, que se puede ir mejorando por prueba y error en cada uno de sus detalles, volviendo a producir otra mejor, hasta llegar al punto de realismo deseado.



Imagen 4: Generada por Ordenador.

Como se ha mencionado antes, este avance se debe en gran parte a la forma en que el ordenador calcula los rayos de luz y sus reflexiones, modelando la imagen casi tan bien como se vería en la realidad.

El aporte de estos programas puede ser aprovechado para el proyecto arquitectónico, y, en particular, por quienes desean controlar la luz natural. Como se puede apreciar en la imagen anterior, la realidad está impresa, se ha llevado a un buen nivel la generación de imágenes. Ahora, con estas herramientas, podemos mejorar nuestro control de la iluminación natural en la arquitectura, y con ayuda de otros programas mejorar la información sobre la imagen de un espacio arquitectónico.

2.0 LOS MOTORES DE RENDERIZACIÓN

Los motores de render son los encargados de generar las imágenes desde una escena enteramente diseñada en el ordenador, modelando el comportamiento de la luz bajo ciertas circunstancias, hasta definir completamente la escena 3d. Los tres mejores motores de render actuales (en 2007) son Brazil, Final Render y V-Ray.

Estos motores utilizan procesos multipasos de renderización, en los que se incluye la modelización de la escena con la iluminación global, y las reflexiones y refracciones en los objetos de la escena de acuerdo a su material.¹

2.1 ¿Cómo modelizar de forma real la percepción visual del espectador?

Una manera de hacerlo es tirar rayos visuales desde el espectador, a través de la cámara hacia la escena y, en un segundo momento, calcular la luz que influye en ese rayo (ray – tracing).



Imagen 5: Ray – Tracing.

¹ *Modelado y Simulación Visual. Enero 2006. Javier Monedero. VIª Parte. Apéndices.*

Otra manera de conseguirlo consiste en seguir cada rayo luminoso originado en cada fuente de luz, hasta su eventual llegada al ojo del espectador. El transporte de la luz sólo se puede modelar de forma óptima considerando que cada fuente luminosa emite un número enorme de fotones, que rebotan al chocar contra una superficie describiendo una cantidad de trayectorias imposibles de simular en un computador, es decir la Radiosidad.²



Imagen 6: Con Radiosidad.

2.2 La Radiosidad

La radiosidad es un conjunto de técnicas para el cálculo de la iluminación global que tratan de resolver dicho problema de renderización de la forma más realista posible en el campo de los gráficos 3D por computadora.

La Radiosidad es el único método que se basa en un cálculo de la energía lumínica que se redistribuye en una escena, a partir de la energía emitida por las fuentes de luz presentes. Es, por esta razón, el más interesante desde el punto de vista de las aplicaciones arquitectónicas.

² Modelado y Simulación Visual. Enero 2006. Javier Monedero. VIª Parte. Apéndices.



Imagen 7: Vray.

V-Ray está producido por *Chaos Group*³, una compañía búlgara que ha trabajado para las principales compañías cinematográficas y de animación de ese país y también de Alemania y Estados Unidos y ha ganado unos cuantos premios internacionales con sus trabajos. Ha producido software desde principios del 2000, el principal de los cuales es V-Ray.

V-Ray utiliza dos técnicas principales para el cálculo de Iluminación global: *Irradiance* y *Photon mapping*.⁴

2.3 Radiancia e Irradiancia

Hacia 1985, Greg Ward dio a conocer un nuevo método alternativo, basado en ray tracing pero con algunas modificaciones importantes. La iluminación difusa se calcula tomando muestras puntuales y distribuyendo rayos desde los puntos en torno a un hemisferio centrado sobre el punto. Debido a que la iluminación difusa cambia gradualmente, la interpolación basada en estos puntos da resultados satisfactorios y permite reducir los cálculos limitando el número de muestras.

Por añadidura, los valores son guardados (*cache*) en un mapa 3D, una nube de puntos que se denomina *irradiance map*. Junto con la posición

³ Ver la página www.chaosgroup.com

⁴ *Modelado y Simulación Visual. Enero 2006. Javier Monedero. VIª Parte. Apéndices.*

geométrica en el espacio, se guarda la información de la iluminación en esos puntos. Esto se consigue por medio de ciclos en los que se computa la iluminación de los puntos vecinos.⁵

2.4 Photon Mapping

El “*Photon Mapping*” es una de las técnicas de *Global Illumination* (Iluminación global) más rápidas con que se cuenta en la actualidad (2006). Fue desarrollado por Henrik Wann Jensen y presentado en una serie de artículos a partir de 1995. Jensen ha publicado también un libro sobre esta técnica.⁶

Se basa en algoritmos de Monte Carlo para extraer una colección amplia pero fiable de muestras de la escena. Es una técnica de dos pasos. En la primera ronda, se envían fotones desde las luces hacia la escena, que interaccionan con todas las superficies. Cada vez que se produce un encuentro, los puntos de intersección se graban en un mapa (el “mapa de fotones”), lo cual no afecta a la geometría de la escena, sino que se mantiene como información complementaria, como una malla virtual que se puede utilizar o no. El nodo de este mapa, o malla virtual, correspondiente a un punto de intersección, guarda la posición geométrica (x,y,z) , el color (r,g,b) , la dirección incidente y otras informaciones complementarias. Este mapa se guarda para ser utilizado en la segunda ronda.

Una de las ventajas del método es que este primer mapa se puede almacenar para probar diferentes alternativas en esta segunda ronda sin necesidad de repetir el primer cálculo. Tras grabar el mapa, se hace una estimación estadística de la iluminación correspondiendo a cada fotón.

⁵ *Modelado y Simulación Visual*. Enero 2006. Javier Monedero. VIª Parte. Apéndices

⁶ “Realistic Image Synthesis Using Photon Mapping” (A.K.Peters, 2001).

En la segunda ronda, se computa la iluminación directa, al igual que con el ray tracing, y la iluminación indirecta a partir de la información del mapa que permite calcular la contribución de los fotones, es decir que se calcula la contribución de todos los fotones que caen dentro de una esfera de radio r , con centro en P (la posición geométrica, x , y , z , del fotón), descartando aquellos que apuntan en direcciones irrelevantes.

Las intensidades de todos los fotones restantes se ponderan con su dirección y con el factor de difusión del nodo y así se obtiene la estimación de radiancia (radiance estimate) del nodo, como suma de la obtenida inicialmente y de la contribuida por los fotones vecinos. En esta segunda ronda pueden utilizarse diversos controles para ajustar más o menos el cálculo, lo que da mayor flexibilidad a esta.

Hay por tanto tres parámetros principales que afectan a la calidad del resultado y a la duración del cálculo: a) el número de fotones emitidos por la luz, lo que es independiente de la geometría de la escena, b) la precisión del mapa o malla virtual que guarda todas las intersecciones de los fotones con las superficies de la escena, c) la distancia a la que se interpola la información lumínica (el radio de la esfera que se considera en torno al fotón) y el método de interpolación.⁷

2.5 El Método de Monte Carlo

Los métodos de Monte Carlo son algoritmos que se utilizan extensamente para simular sistemas complejos mediante la resolución de ecuaciones por métodos de aproximación aleatoria.

Se oponen por consiguiente a los métodos deterministas que darían, en teoría, soluciones exactas, pero que no pueden utilizarse ya sea porque

⁷ *Modelado y Simulación Visual. Enero 2006. Javier Monedero. VIª Parte. Apéndices*

no pueden formularse con precisión, o porque el tiempo de cálculo sería inabordable.

Stanislaw Ulman, un matemático polaco que trabajaba con Von Neumann en la creación de la bomba de hidrogeno en los 50 en el Álamo, a quien se atribuye la invención del método o cuando menos su bautismo, ya que había sido utilizado anteriormente por varios científicos y matemáticos.⁸

De las ideas que le inspiraron es quizás la mejor descripción que se puede presentar, sin entrar en detalles técnicos. Según se cuenta, la idea surgió de los intentos de calcular las probabilidades de que un solitario para 52 cartas saliera bien. Después de dedicar mucho tiempo a varios intentos infructuosos, se planteó que un método más efectivo sería hacer el solitario 100 veces y contar el número de veces que tuviera éxito. La posibilidad de aplicar este razonamiento a simulaciones que ya comenzaban a beneficiarse de la velocidad de los nuevos ordenadores es lo que les dio la idea de aplicarlo a casos más importantes, lo que hicieron con considerable éxito a mediados de los 1940. El nombre viene, evidentemente, del famoso casino y del juego de la ruleta.⁹

⁸ se utilizó para estudiar las propiedades de los neutrones.

⁹ *Modelado y Simulación Visual. Enero 2006. Javier Monedero. VIª Parte. Apéndices*

3.0 COMPATIBILIDAD ENTRE PROGRAMAS

En el presente estudio utilizaré el programa 3d Studio Max 7 de Autodesk para realizar el volumen 3d, y el programa Heliodon del profesor Benoit Beckers y Luc Masset, para el análisis de la iluminación natural. Estos programas son compatibles gracias al tipo de archivo más viejo en cuanto a 3d, el formato "Standart Tessalation Format", que quiere decir formato de archivo estándar de prototipado rápido. Este tipo de archivo utiliza una malla de pequeños triángulos sobre las superficies para definir la forma del objeto. Los programas de modelado 3D no suelen trabajar directamente con archivos STL. Para esto, es necesario hacer una exportación de los modelos a éste formato.

Los archivos con formato .stl se concibieron como una manera sencilla de guardar información sobre objetos 3D. Casi todos los paquetes de software 3D modernos soportan la exportación directa a STL con distintos grados de control. Algunos permiten seleccionar la densidad del archivo .stl exportado (el número de polígonos que definen el sólido), mientras que otros sólo ofrecen la opción de seleccionar el nombre del archivo.

El análisis se hará con las dos herramientas complementarias ya mencionadas. Los renders de 3d Max con el motor de renderización V-ray ofrecen una simulación visual de la luz natural, a partir de la cual se puede razonar sobre los distintos componentes de la iluminación que se observan en fotografías tomadas en condiciones equivalentes (luz directa, difusa, reflejada), permitiéndonos al mismo tiempo hacernos una primera idea, cualitativa, del campo lumínico en el espacio por analizar. El segundo análisis, a partir de los gráficos y datos numéricos ofrecidos por el programa Heliodon, nos permitirá buscar una descripción más sintética, integrada en el tiempo, y cuantitativa.

Después de haber introducido el modelo realizado en 3d Max, se exportará al programa Heliodon en formato "stl" y se iniciará el cálculo de cada uno de los espacios del proyecto. Se analizarán los factores de cielo a nivel del suelo, y también las horas de radiación directa del sol que atraviesan superficies virtuales dentro del edificio en verano y en invierno, y se realizará una estereografía de los espacios de interés.

La estereografía es la representación de los cuerpos sólidos proyectados en un plano, es la proyección de la bóveda celeste con sus diferentes máscaras.

Resumiendo, los renders nos darán una idea de la importancia de cada componente de la luz natural, y el programa Heliodon nos dará los datos específicos de cada espacio a analizar.

4.0 ESTUDIO DE PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS.

A continuación, se analizarán tres proyectos realizados por el arquitecto Tadao Ando; la casa Iwasa, la casa Koshino, y la capilla de la luz.

Todos los diagramas creados en Heliodon están dispuestos con el norte hacia arriba.

4.1 LA CASA IWASA

“Se encuentra ubicada en Ashiya, Japón y se realizó durante el periodo de 1982 a 1990, La vivienda se encuentra parcialmente enterrada en una suave pendiente, y se desarrolló en dos fases. En la primera fase se proyectó un edificio rectangular en dos plantas – con una superficie de 5,4 x 27,4 metros -, en el que se proyectaron dos vacíos de diferentes características. El lado sur del paralelepípedo rectangular que conforma la vivienda, y que se extiende en dirección este-oeste, se dejó abierto al exterior. En el lado norte se creó un muro en curva que encierra un espacio interior. El vacío situado en el lado sur actúa como conexión entre el interior y el exterior, y el vacío del lado norte es el centro alrededor del cual se desarrolla el paisaje interior. El comedor y el salón – orientados al oeste – se disponen en la planta superior, así como las habitaciones – incluyendo la sala de tatami (sala de té)-, que se orientan al este. En la planta, el estudio se sitúa en el lado oeste, y los dormitorios en el este. El vacío contenido en el muro curvo – con iluminación cenital – es el núcleo que vincula todas las partes de la casa. En la segunda fase, se excavó un dormitorio de invitados en el terreno situado al sur de la primera estructura, y se construyó un segundo muro curvo frente al muro de la primera fase.

Aunque he realizado un gran número de ampliaciones, nunca pienso en esta posibilidad al comienzo de cada proyecto. Mis

edificios son siempre completos desde el punto de vista formal, y a causa de ello toda nueva adición merece una importante consideración. Con esta ampliación, mi objetivo fue unificar el conjunto, manteniendo al mismo tiempo un contraste entre la parte nueva y la parte original de la casa. El acceso se realiza a través de unas escaleras que descienden de la terraza de la segunda planta que se dispone sobre el vacío sur. Esta ampliación sirve para dar vida al espacio exterior y para proporcionar profundidad al edificio. De nuevo, uno se siente conmovido por la oposición entre lo natural y lo artificial. – Tadao Ando.”¹⁰

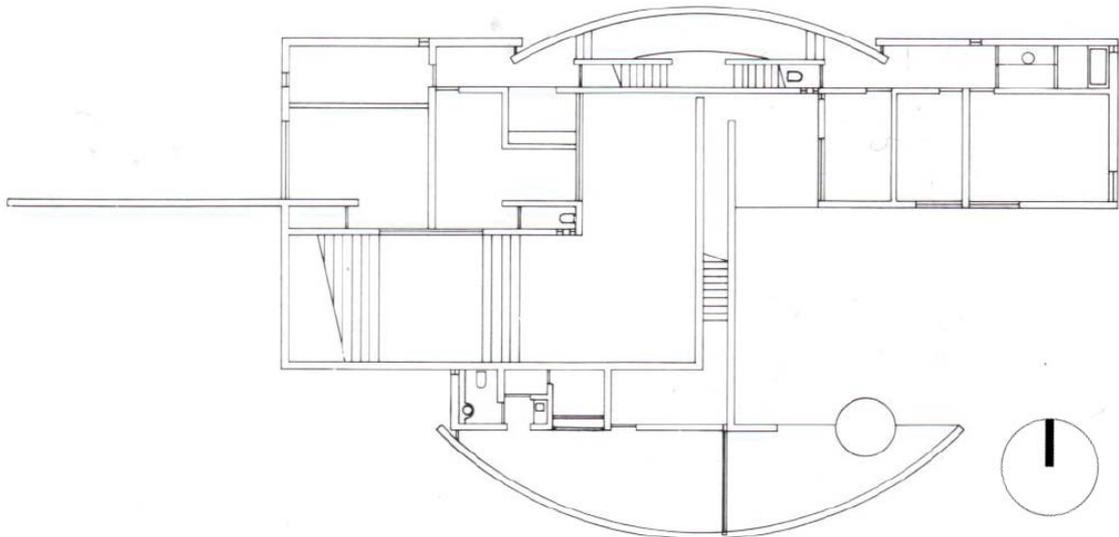


Imagen 8: Planta Inferior - Iwasa.

¹⁰ Revista "EL CROQUIS" edición conjunta volumen 44 + 58, año 1994, España.

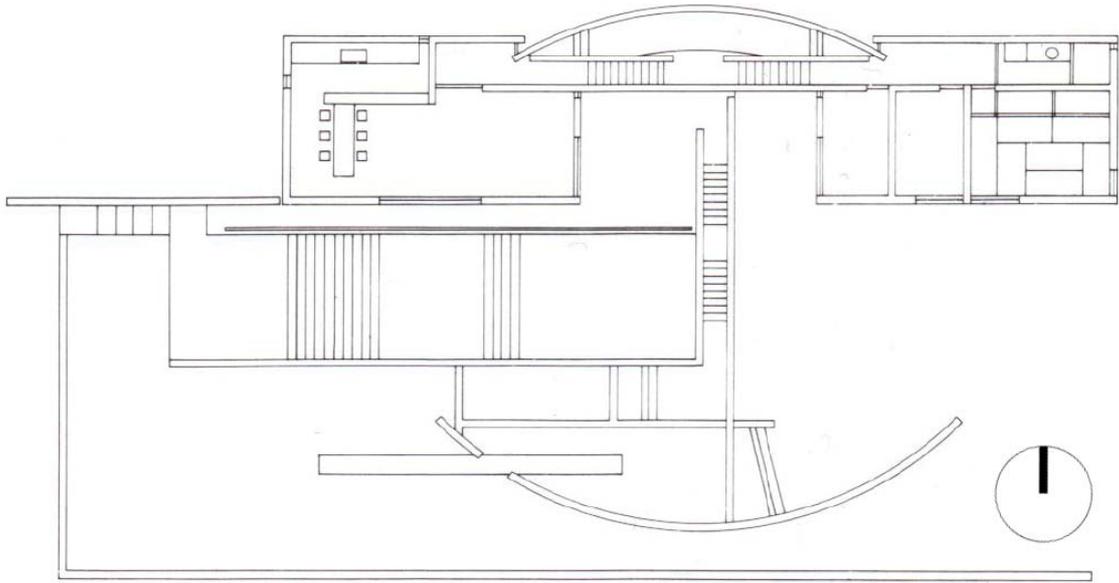


Imagen 9: Planta Superior - Iwasa.

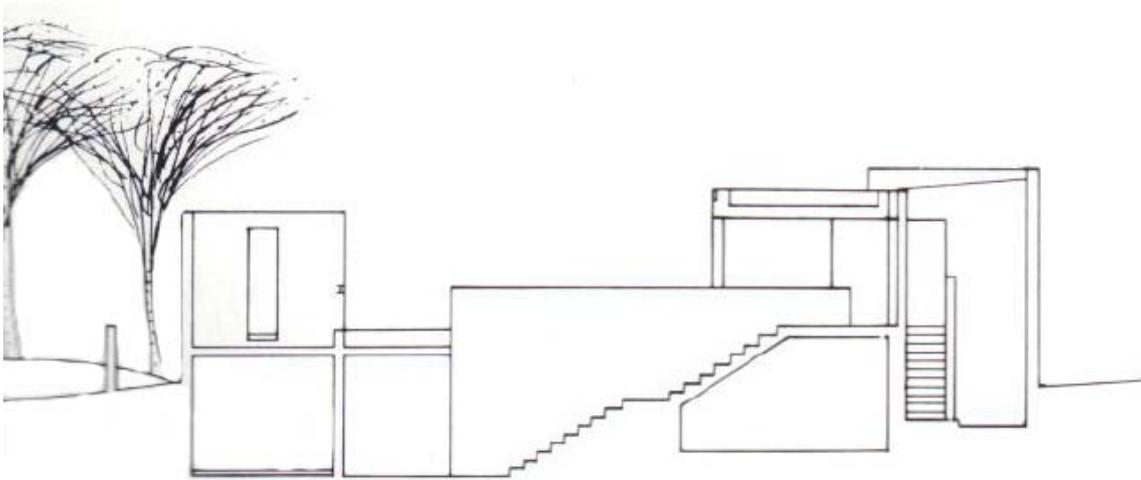


Imagen 10: Corte - Iwasa.

4.1.1 Análisis de renders

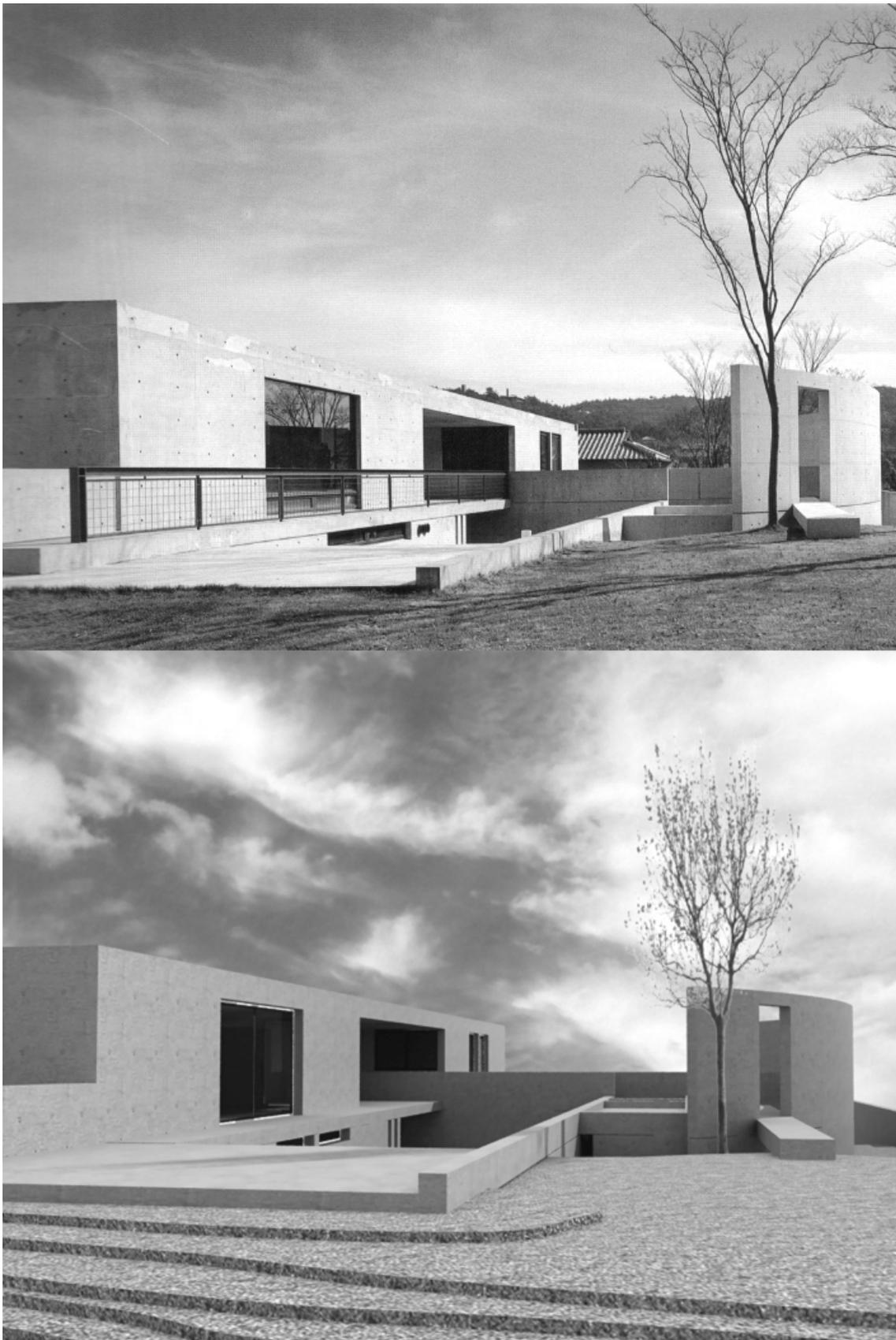


Imagen 11: Fotografía y render casa Iwasa 1.



Imagen 12: Fotografía y render casa Iwasa 2.

Como podemos ver, la imagen 11, Es una escena exterior. Cuando se va a renderizar una imagen, es muy importante ajustar el motor de render para exterior, como en este caso, o para interior. Hay que buscar el equilibrio entre la luz directa, la luz difusa de la atmósfera y la luz reflejada. En el este caso de la imagen 11, la luz directa es muy importante, ya que al ser una escena exterior, la gran parte de las superficies son iluminadas directamente, por lo que el valor de esa fuente de luz debe ser muy pequeña para que las texturas no se quemen. La luz atmosférica y la luz reflejada van de la mano en estos casos exteriores, ya que se combinan para iluminar los espacios donde no llega luz directa. Es como la realidad, pero se tiene que ajustar el motor de render para tratar de que parezca lo más real.

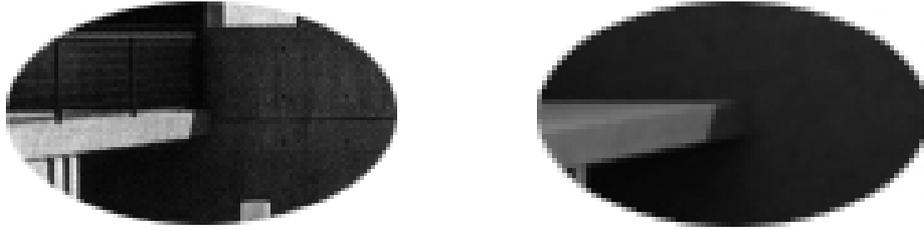


Imagen 13: Comparación de detalles.

Como podemos ver, tenemos los mismos efectos en las fotos y en los renders; esa línea nos indica que la inclinación del sol es la misma en la foto y en el render, lo que cambia, es el cielo y las reflexiones especulares, como pueden ver en la imagen 11, en la ventana se ven los reflejos, esto es porque la escena en 3d no es tan compleja como en la realidad.

En la imagen 12, al ser interior, la luz directa pasa a ser de menor importancia, ahora en lugar de iluminarnos todo el espacio sólo ilumina la parte izquierda, y sólo debemos de tener cuidado al regularla de no quemar las texturas de los materiales. En esta imagen, la luz reflejada toma un poco más importancia, ya que es la que nos indica dónde es más oscuro o dónde más iluminado. Para este render, sólo se tomó en cuenta las 3 primeras reflexiones de la luz. Y por último, la luz difusa que en estos casos interiores se vuelve la más importante, ya es la que nos da la sensación de profundidad.

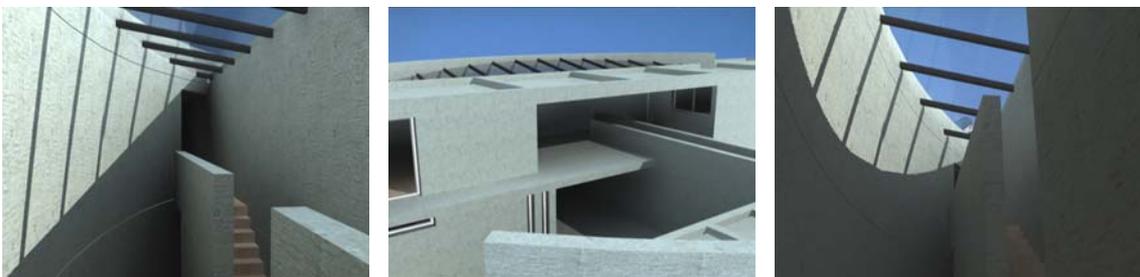


Imagen 14: Renders de la casa Iwasa.

Como pueden observar, los renders nos ayudan a comprender mejor los espacios. Si este proyecto sólo fuera un anteproyecto, no conoceríamos

las fotos tan famosas de la casa Iwasa, pero, gracias a los renders, podemos darnos una mejor idea cualitativa de cómo es el proyecto.

4.1.2 Análisis con Heliodon: porcentaje de cielo

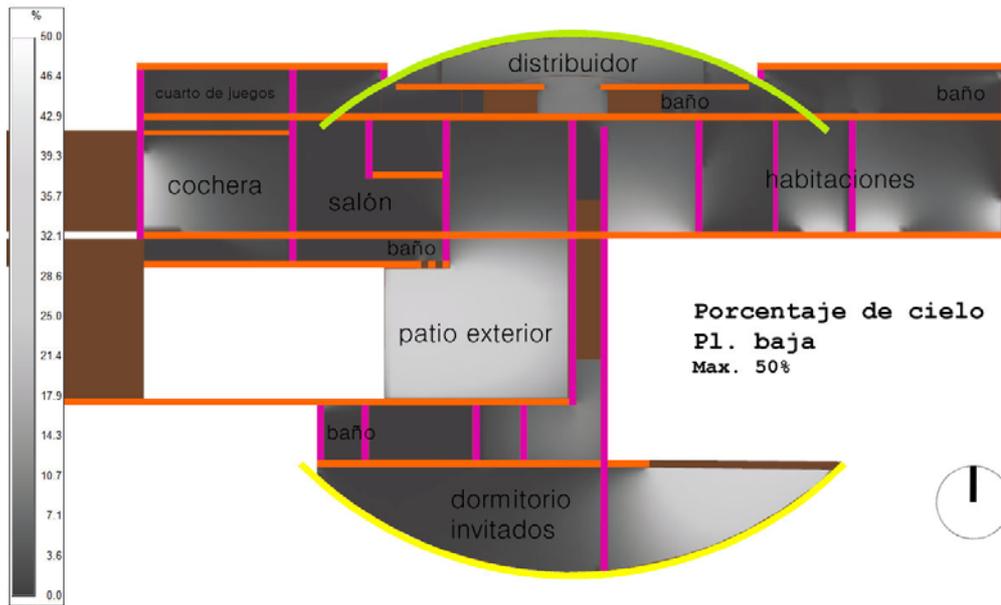


Imagen 15: Análisis de porcentaje de cielo – Iwasa pb.

Como se muestra en la imagen, el máximo que llegamos a tener de cielo dentro del edificio es 50%. Esto nos sirve para identificar los espacios que van a estar más iluminados por la luz difusa del cielo. En esta planta, las habitaciones estarán más iluminadas.

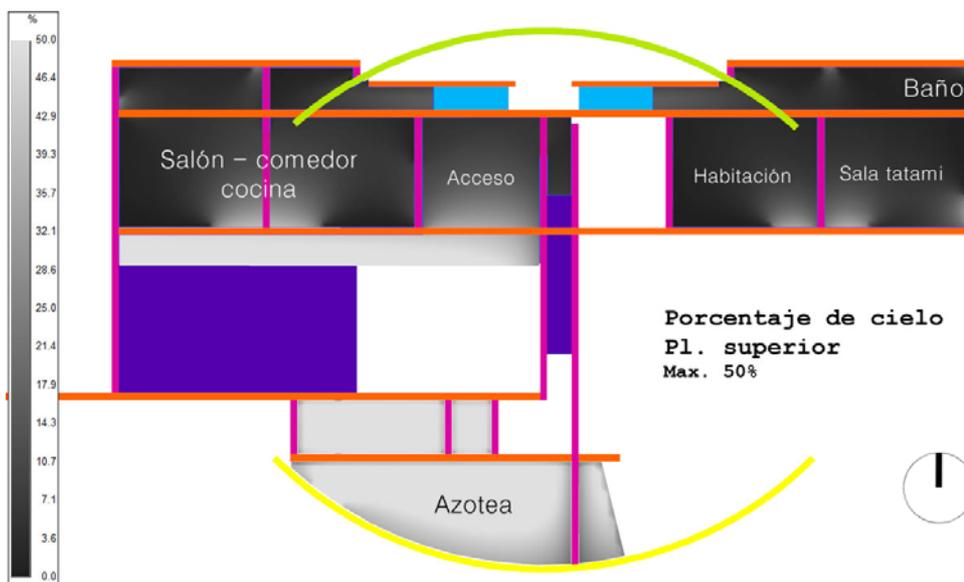


Imagen 16: Análisis de porcentaje de cielo – Iwasa ps.

En esta planta, los espacios más iluminados son el salón – comedor – cocina y también la habitación y la sala tatami. El acceso no se toma en cuenta porque es exterior.

Podemos hacer dos observaciones:

1. En un día nublado, la planta baja será más luminosa que la planta superior.
2. Al pintar una planta con la graduación de grises construida sobre la simple consideración del porcentaje de cielo visible, se obtiene una imagen muy rica. La información ofrecida es muy diferente que la de las tradicionales plantas sombreadas, y resulta mucho más eficaz en la representación de interiores. Obtenemos una fuerte sensación de relieve y una información nada despreciable sobre la distribución e importancia de las oberturas. Los interiores se distinguen inmediatamente de los exteriores y, en esos, la importancia de la gradación cerca de las paredes sugiere la altura de estas, en relación con la extensión de los patios.

4.1.3 Análisis con Heliodon: radiación directa del sol

En los siguientes análisis, se estudió el número de horas de radiación solar directa que entran en el edificio en verano e invierno, para poder comparar las imágenes de estas dos etapas del año.

El inconveniente de este parámetro, es que no se distingue el sol de la mañana del de mediodía (pero, hasta cierto punto, esta distinción se opera visualmente, ya que los rayos de la mañana, más inclinados, son los que penetran más profundamente en los interiores). La ventaja, en cambio, es que podemos asociar la misma escala a los mapas de invierno y de verano, cosa que se hará imposible cuando trabajemos con valores energéticos, ya que las diferencias se hacen entonces tan importantes que no caben sobre una misma escala.

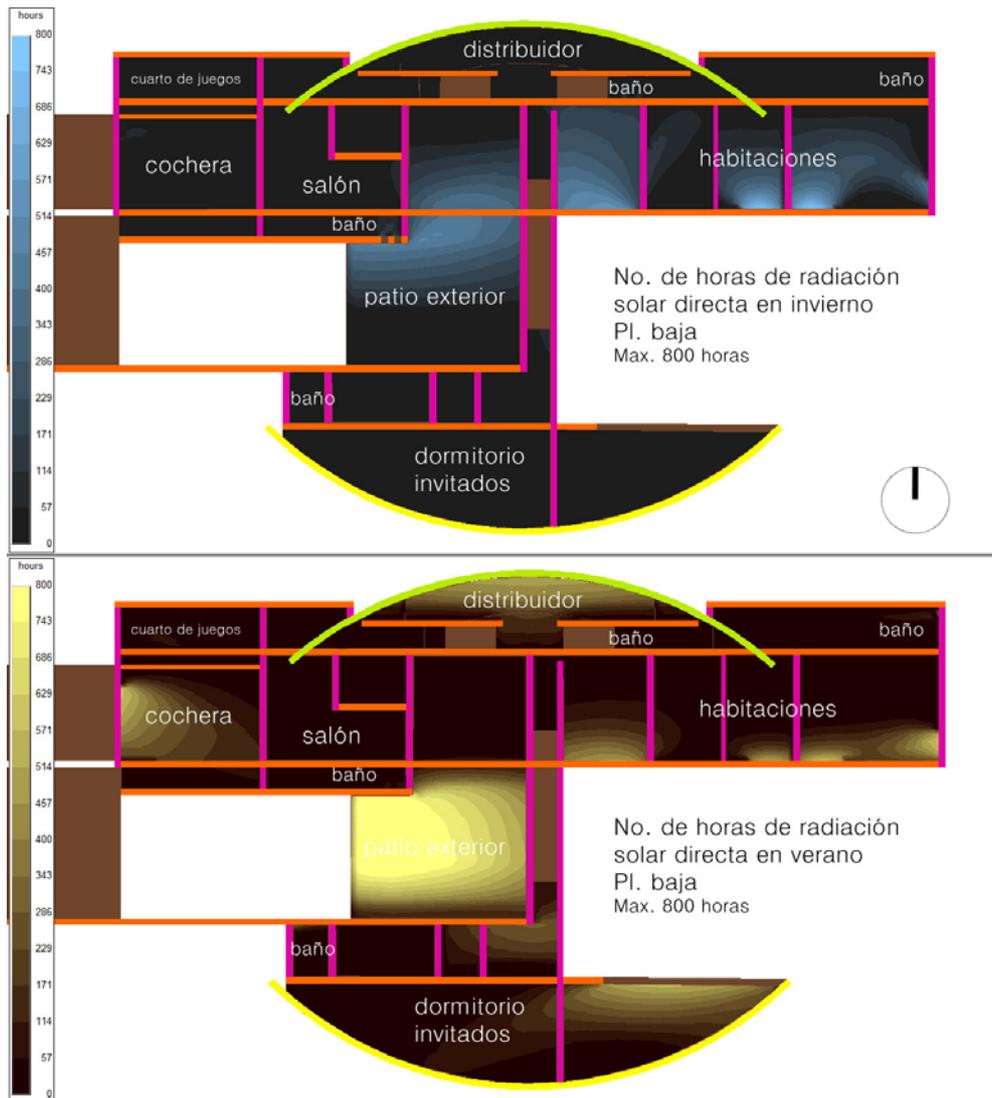


Imagen 17: Análisis de radiación directa invierno y verano – lwasa pb.

Lo que nos muestra esta imagen es que en invierno en la planta baja las habitaciones son las que más reciben la luz directa del sol. De hecho son los únicos espacios interiores que reciben luz directa. En los otros espacios prácticamente no se recibe la luz del sol, pero estos espacios son transitorios, o de menor importancia en cuanto a confort.

En verano, podemos ver que entra muy poca radiación solar directa en la planta baja, salvo en la cochera, pero es un espacio sin importancia en cuanto a confort, aparte que habrá una puerta que impedirá que entre la luz. Obviamente, el espacio más iluminado en esta época es el patio exterior, que probablemente, al calentarse su suelo, ayuda a la

ventilación cruzada del edificio, dado que el distribuidor, orientado al norte, donde están las escaleras, puede servir para la ventilación.

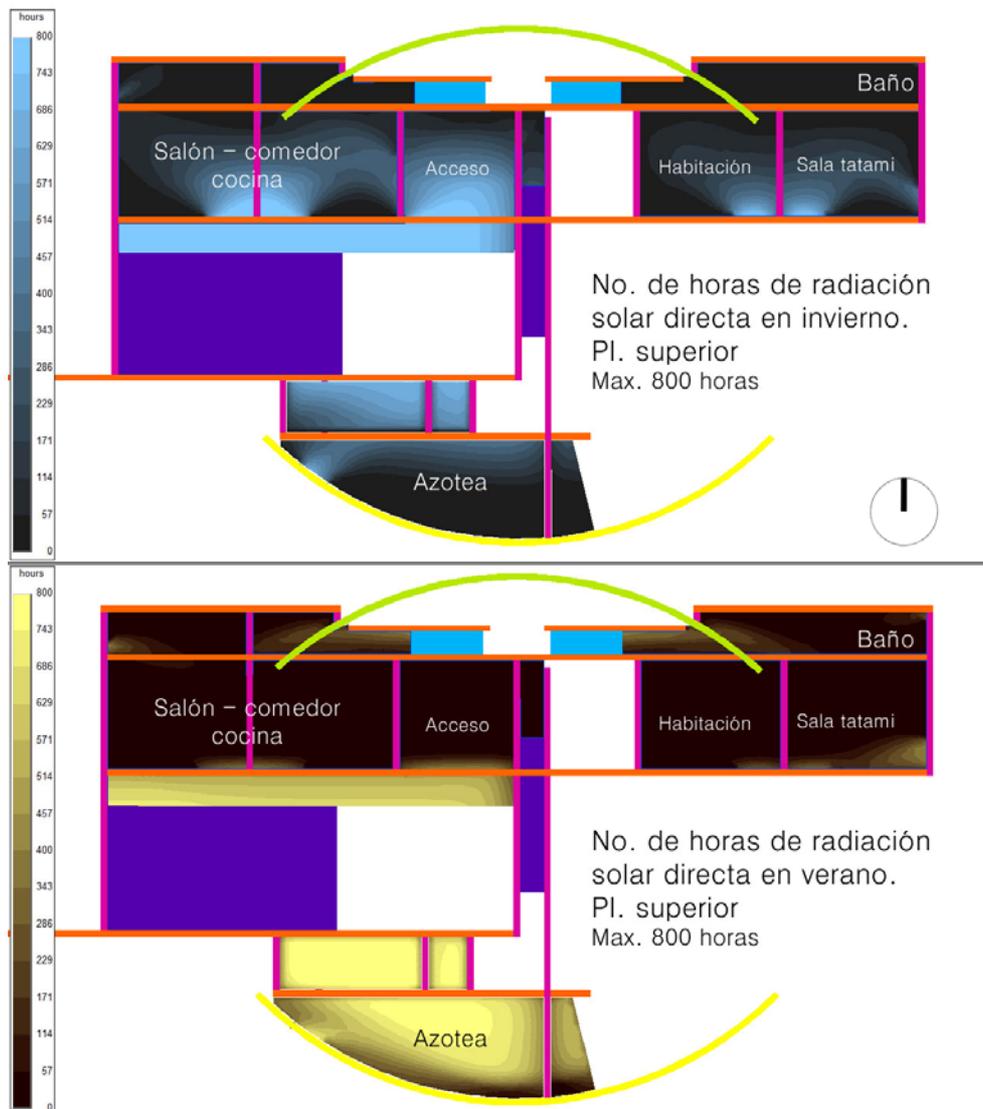


Imagen 18: Análisis de radiación directa invierno y verano – lwasa ps.

En esta planta, es aún más claro cómo entra la radiación solar directa en invierno. Los espacios más importantes del edificio estarán confortables en invierno. Todos los días de invierno entrará el sol a las habitaciones, siempre que el cielo no esté nublado, ya que los factores de cielo, como hemos visto, son mínimos en esta planta.

En verano, la radiación directa es considerablemente inferior que en invierno, salvo desde luego en la azotea.

34° 45' N

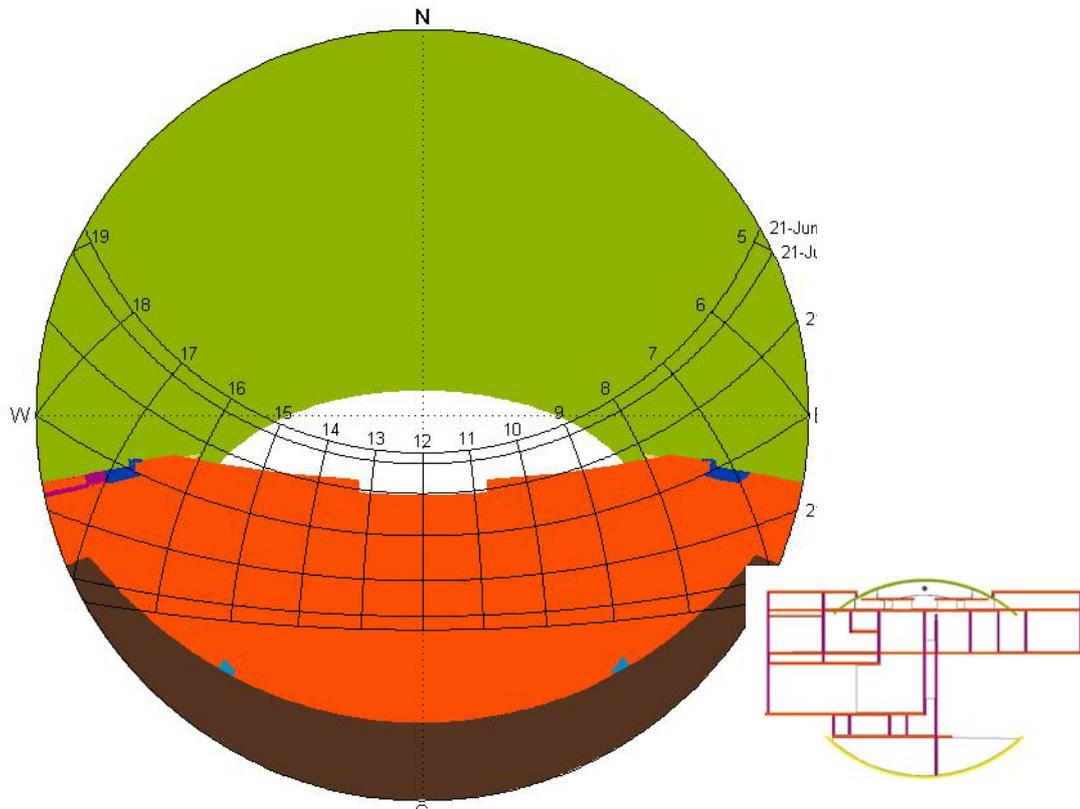


Imagen 19: Estereografía casa Iwasa.

En la estereografía, podemos ver que si nos colocamos en medio del distribuidor, que es la parte más interesante del conjunto, podemos ver que la radiación solar directa nos va a llegar desde aproximadamente el 21 de abril, hasta el 21 de agosto, y sólo entre las 8:30 de la mañana, hasta las 3:30 por la tarde. Pero si nos movemos dentro de heliodon en el distribuidor, podemos ver que llega radiación solar directa en algún punto desde las 7:30, hasta las 4:30 de abril a agosto.

4.1.4 Conclusiones del análisis.

Gracias al análisis realizado con Heliodon, podemos darnos cuenta que el edificio está muy bien pensado en cuanto a confort de los espacios interiores. Está muy bien protegido en verano, y en invierno la entrada

de la radiación solar directa aumentará la temperatura de los espacios más importantes. También podemos darnos cuenta de las diferencias entre la planta baja y la planta superior, una de estas diferencias es que en invierno esta más iluminada la planta superior, pero en día nublado la planta baja será la más iluminada.

El balance que logra el arquitecto entre el confort y la importancia de los espacios se ve excelente, ya que los espacios que tienen menos importancia son los más afectados, como la habitación para visitas, que se supone sólo ocasionalmente estará ocupada. En cambio, la sala de té (tatami), que es un espacio presente y de gran importancia en la arquitectura japonesa, es la más iluminada y la que también está bien protegida en verano.

4.2 LA CASA KOSHINO

“También se encuentra ubicada en Ashiya, Japón, y se realizó en el periodo de dos fases que van de 1981 a 1984. En un principio, el proyecto consistía en dos inorgánicas cajas de hormigón, dispuestas en paralelo y parcialmente sepultadas en la pendiente arbolada de un jardín. El edificio, aunque autónomo, obedece a la lógica de la naturaleza. Ambos volúmenes, de diferente tamaño, se traban mediante un corredor subterráneo y se dividen por un patio exterior. El principal contiene dos niveles, con la sala de estar, la cocina y el comedor en una planta baja y el dormitorio principal en la planta superior. El otro edificio alberga seis dormitorios y dos salas de tatami en disposición lineal, un vestíbulo y un baño. El escalonamiento del patio es respuesta y símbolo de la naturaleza intrínseca del lugar. El patio en sí surge como una sala de estar al aire libre, cuya amplia escalinata recibe y refleja la luz natural que pasa a través de los árboles y sirve de extensión del escenario de la vida cotidiana. Se trata de un espacio exterior autónomo, una parte de la naturaleza que ha sido aislada y apropiada por el hombre. Las ranuras verticales de los muros que

contienen el patio permiten la creación de diversas intersecciones de luz y sombra, que rompen la monotonía y la simplicidad del exterior. El estudio se añadió cuatro años después de la construcción de la casa. El objetivo fue la adición de una nueva composición mediante la introducción de una curva en el trazado rectilíneo general. Este cuerpo se encuentra situado en la parte superior de la ladera, sepultado en tierra y separado por el césped del edificio principal. Un muro con planta de cuarto de círculo sirve para contener las tierras y delimitar el terreno. La abertura situada en su parte superior proporciona una iluminación cenital, que origina un complicado juego de luces y sombras curvas en el interior, contrastando fuertemente con los perfiles rectilíneos de la iluminación natural del edificio principal."¹¹

"Elementos tales como la luz y el viento sólo tienen sentido cuando se introducen en el interior de una casa como algo ajeno al mundo exterior. Los fragmentos aislados de luz y de aire sugieren la totalidad del mundo natural. Las formas que he creado se han transformado y han adquirido un nuevo significado en su forma elemental (luz y aire) para ser indicativas del paso del tiempo y del cambio de las estaciones..." – Tadao Ando.¹²

"La vivienda, realizada por Tadao Ando, es un auténtico laberinto de luces y sombras. Al igual que Barragán, el arquitecto busca conciliar los postulados del modernismo internacional con la tradición y el paisaje, en este caso, japonés. Así, la Casa Koshino es un ejemplo de arquitectura contemporánea construida en dos pabellones paralelos que apenas interrumpen el paisaje." - Sonia Lira.¹³

¹¹ Revista "EL CROQUIS" edición conjunta volumen 44 + 58, año 1994, España.

¹² Revista "EL CROQUIS" edición conjunta volumen 44 + 58, año 1994, España.

¹³ Tomado del artículo "El arte de vivir" en la revista "EL CROQUIS".

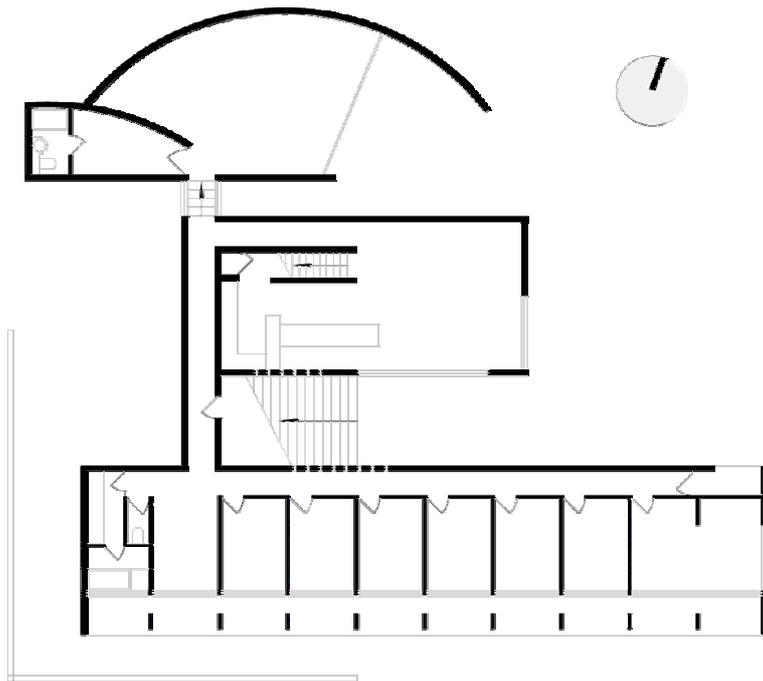


Imagen 20: Planta inferior – Koshino.

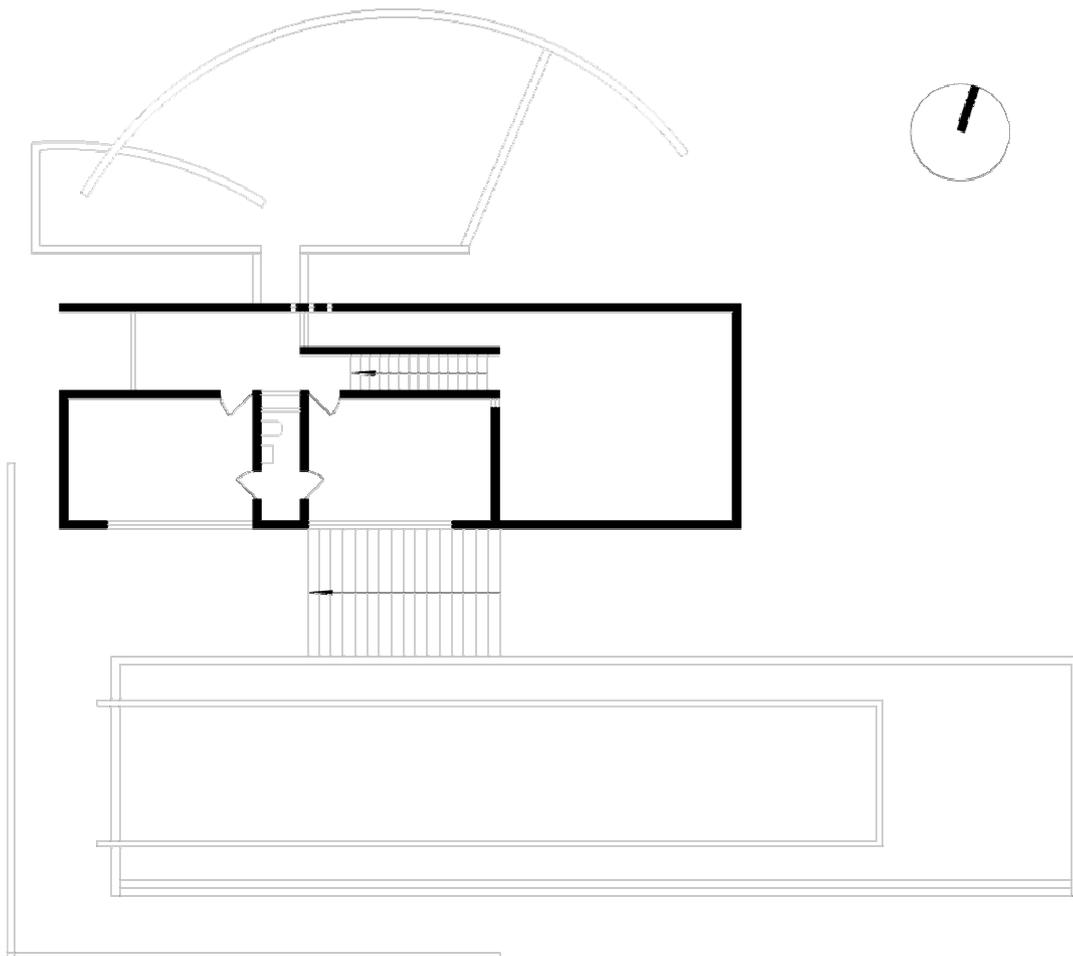


Imagen 21: Planta superior – Koshino.

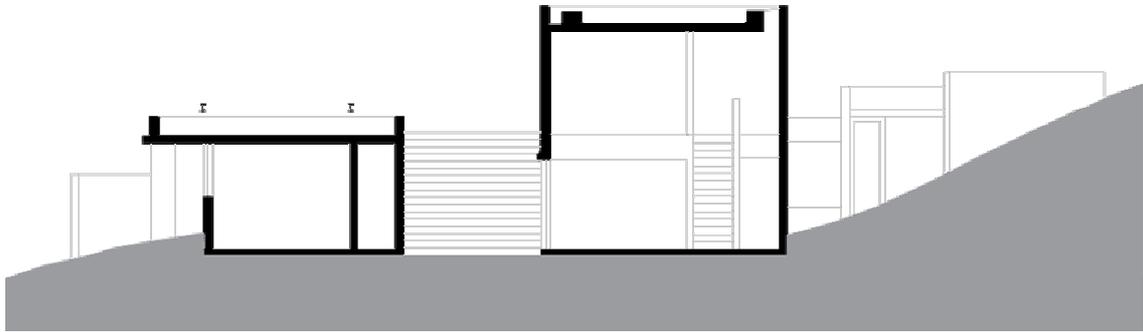


Imagen 22: Sección – Koshino.

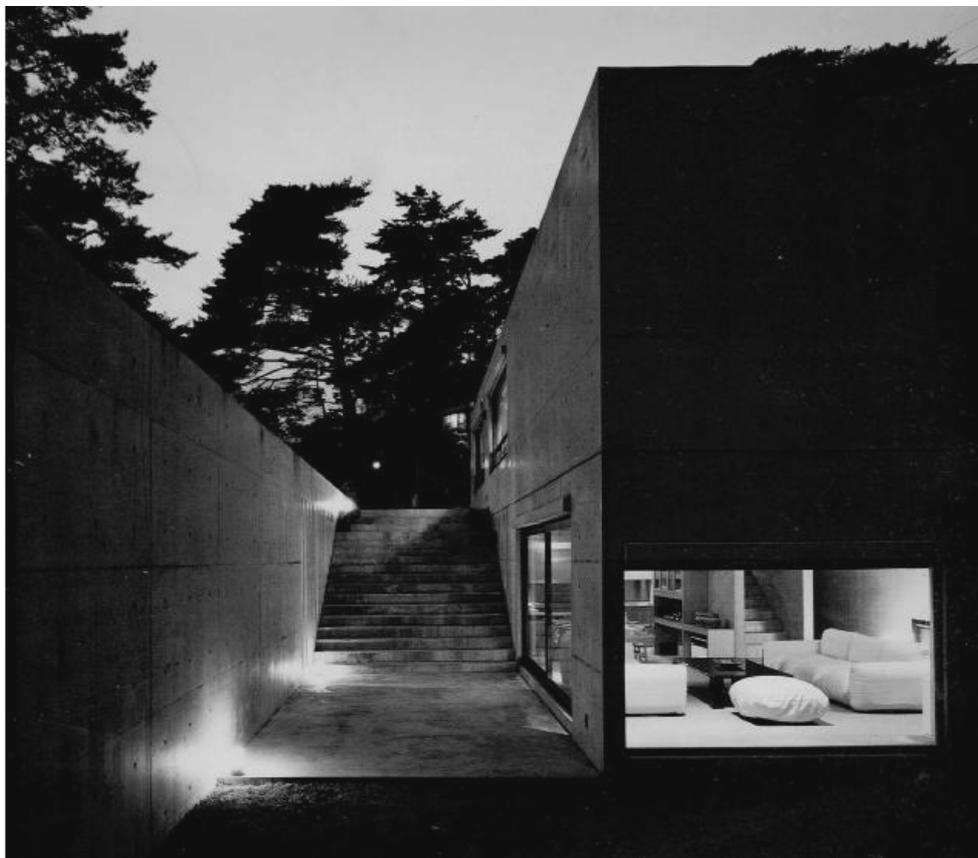


Imagen 23: Casa Koshino exterior 1.



Imagen 24: Casa Koshino interior 1.



Imagen 25: Casa Koshino interior 2.



Imagen 26: Casa Koshino interior 3.

4.2.1 Análisis de renders



Imagen 27: Fotografía y render casa Koshino 1.

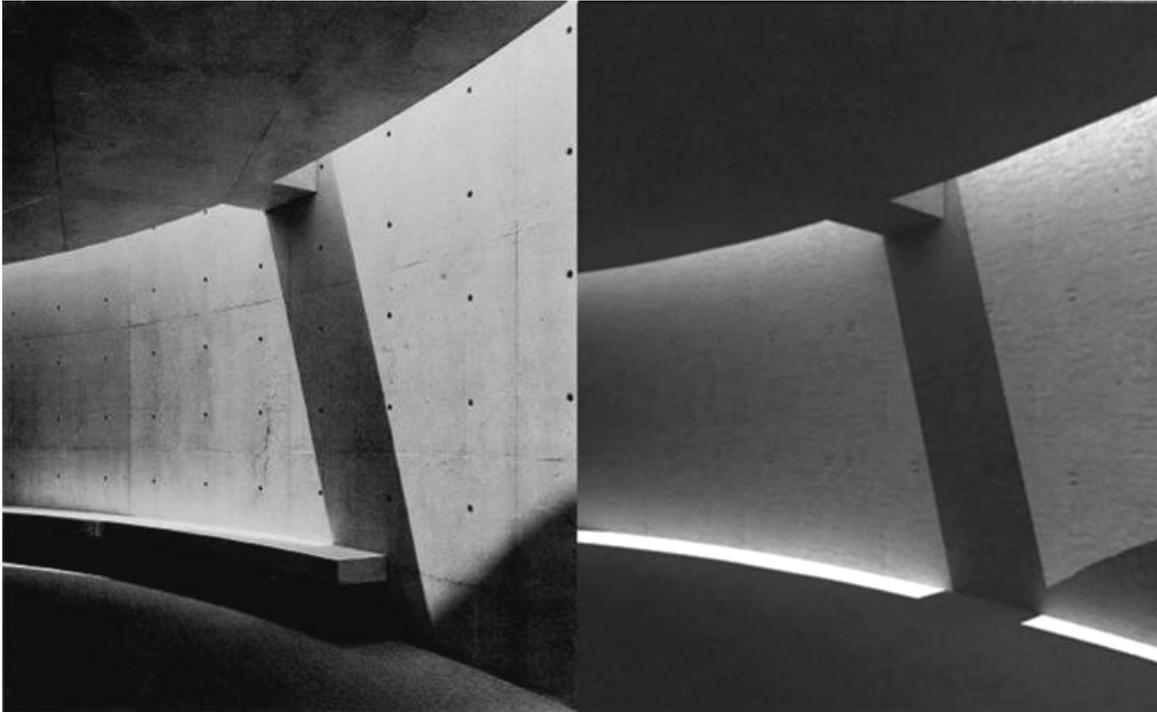


Imagen 28: Fotografía y render casa Koshino 2.



Imagen 29: Fotografía y render casa Koshino 3.

En los renders de las dos primeras imágenes 27 y 28, al ser interiores donde llega directamente a una de las paredes la luz directa del sol, se hace importante la luz reflejada, ya que es esta la que nos va a iluminar más el espacio, ya que si solo hubiera atmosférica, quedaría muy contrastante la imagen. En este tipo de imágenes se tiene que

encontrar el equilibrio entre la luz directa del sol y la atmosférica, la luz del sol debe ser intensa pero evitando quemar las texturas.

También estas dos imágenes nos muestran los defectos de los renders, con problemas que no se pueden resolver, ya que los motores de renders son como una caja negra, que tienen miles de parámetros que solo los que crean estos problemas podrían resolver. Uno de estos problemas es el render de la imagen 27, que si lo comparamos con la foto, la pared donde se proyecta la sombra del soporte del techo, está mucho más iluminada en la foto, que en el render. Y el otro problema es el de la imagen 28, que nos muestra luz directa donde no debería de haber más que sombra, como pueden ver en la imagen inferior, la sombra se proyecta desde la pared, pero al llegar al suelo hay luz directa, algo que sería imposible en la realidad.

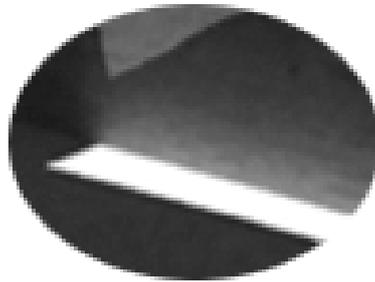


Imagen 30: Detalle de render.

En todos los renders que muestro aquí, utilicé para la primera reflexión de la luz el método Irradiance Map, y para las segundas reflexiones el método Quasi-Monte Carlo. Como ya lo había mencionado antes, el v-ray permite procesos multipasos. Sólo un render no tiene este sistema, y es el de la imagen 29. En esta imagen tuve que utilizar para las segundas reflexiones el método de Light Map, para crear los haces de luz, ya que el método de Monte Carlo no marca lo suficiente este efecto.



Con Light map



Con Quasi – Monte Carlo

Imagen 31: Comparación de Light map y QMC.

Todos los renders que muestro aquí fueron creados en menos de 10 minutos con un ordenador portátil con procesador centrino duo, si tardara más de 20 minutos cada render el análisis no tendría caso, por que en cada modificación perderíamos mucho tiempo. Algunos de los renders que muestro aquí tardaron menos de 2 minutos.

4.2.2 Análisis con Heliodon: porcentaje de cielo.

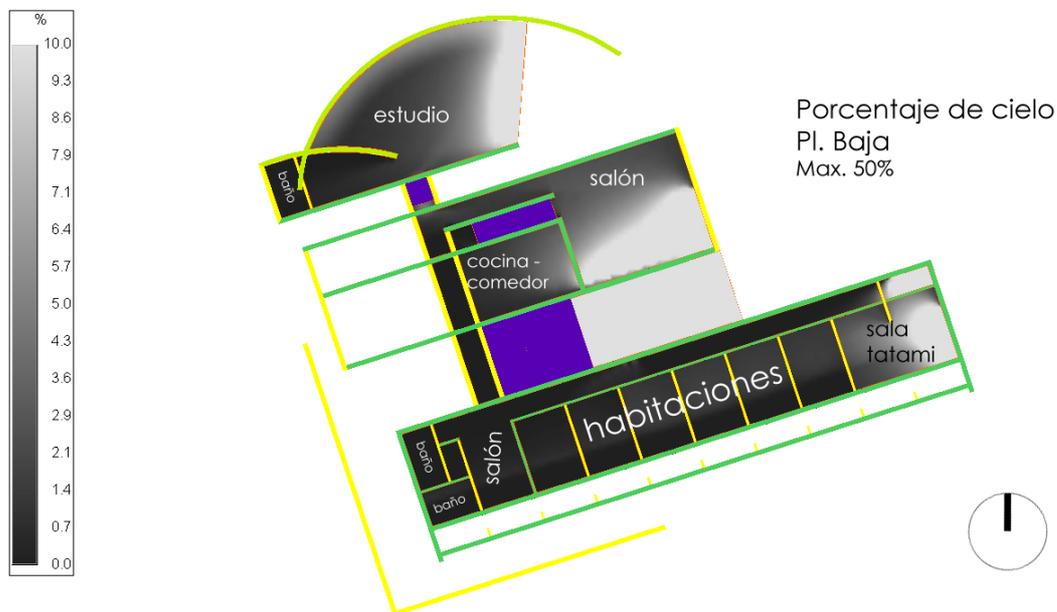


Imagen 32: Análisis de porcentaje de cielo – Koshino pb.

En esta imagen, se puede ver que es una casa con mucho contraste, la barra de color está limitada a 10%, ya que el máximo es 58 por ciento

pero si utilizáramos ese porcentaje la imagen quedaría muy oscura y no se apreciaría que en las habitaciones llega un poco de luz difusa de la bóveda celeste, ni tampoco se apreciaría el efecto de los huecos que hay en el techo del estudio y el salón.

También podemos apreciar que los espacios más iluminados son la sala tatami, el salón junto con la cocina y el estudio, que son los lugares más importantes en cuanto a actividades diurnas.

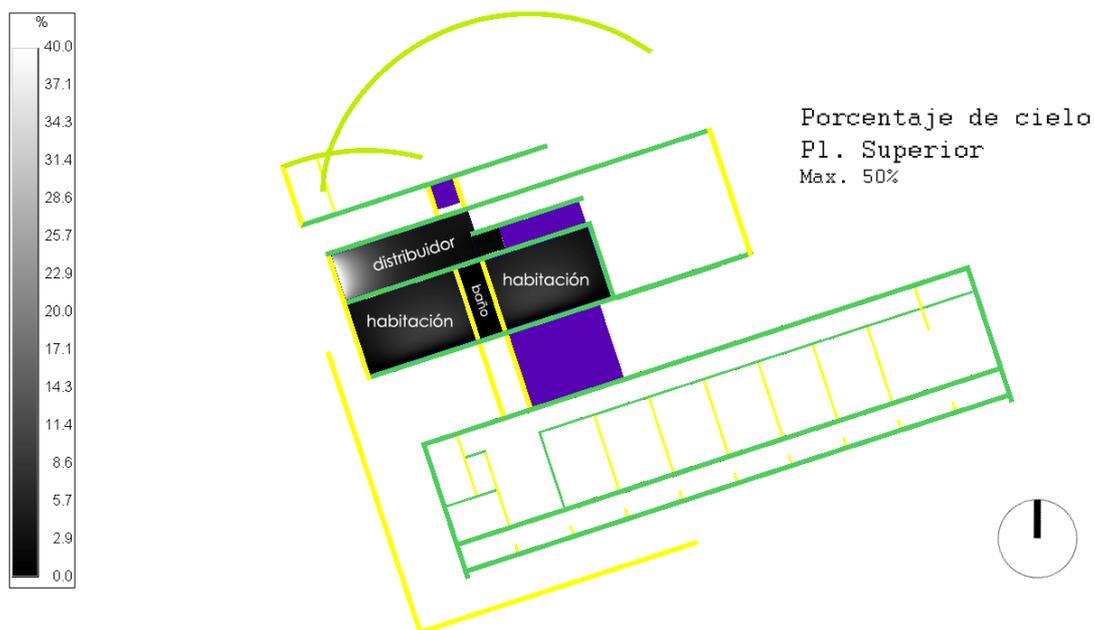


Imagen 33: Análisis de porcentaje de cielo – Koshino ps.

En la planta superior, podemos ver que la iluminación es muy básica y prácticamente todo está bien iluminado, excepto el baño que es un pequeño espacio que se utiliza muy poco durante el día.

En un día nublado, la planta baja será menos luminosa que la planta superior, al contrario de lo que sucede en la casa Iwasa.

4.2.3 Análisis con Heliodon: radiación directa del sol

En los siguientes análisis, se estudió el número de horas de radiación solar directa que entran en el edificio en verano e invierno, para poder comparar las imágenes de estas dos etapas del año.

Como ya se ha mencionado antes, el inconveniente es que no se distingue el sol de la mañana del de medio día, pero se puede dar una idea que los rayos que entran más al interior son los de la mañana porque son los más inclinados. Utilizaremos la misma escala para las diferentes plantas.

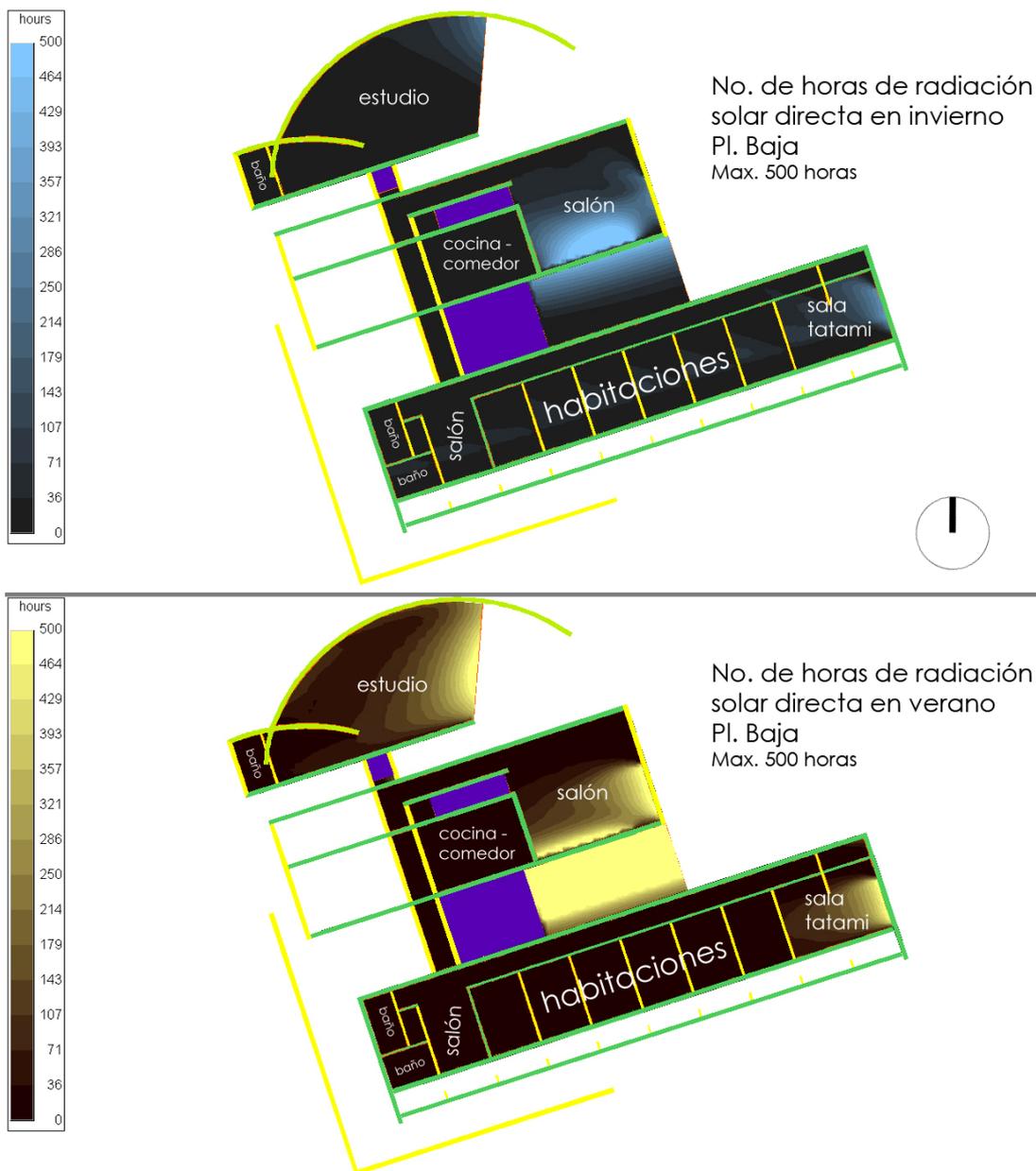


Imagen 34: Análisis de radiación solar directa en invierno y verano – Koshino planta baja.

En esta planta, podemos ver que en invierno nos llega muy poca radiación solar en las habitaciones, tal vez lo suficiente para mantener

un poco de calor, sólo el salón en la parte central del edificio tiene una consideración importante de radiación directa, que probablemente al ser el espacio más voluminoso sea el que más necesite calor.

En esta imagen, podemos ver que la principal incidencia dentro del edificio viene del oeste, también que a las habitaciones no les llega ninguna radiación directa, y que el espacio de trabajo y el salón con la cocina son los espacios más iluminados, junto con la sala tatami que según la tradición japonesa siempre debe estar ubicada al oeste. Probablemente, la incidencia directa del sol en el estudio y el salón sean para mejorar la ventilación de la casa. Como ya habíamos mencionado antes, la mitad de la casa se encuentra enterrada en el suelo.

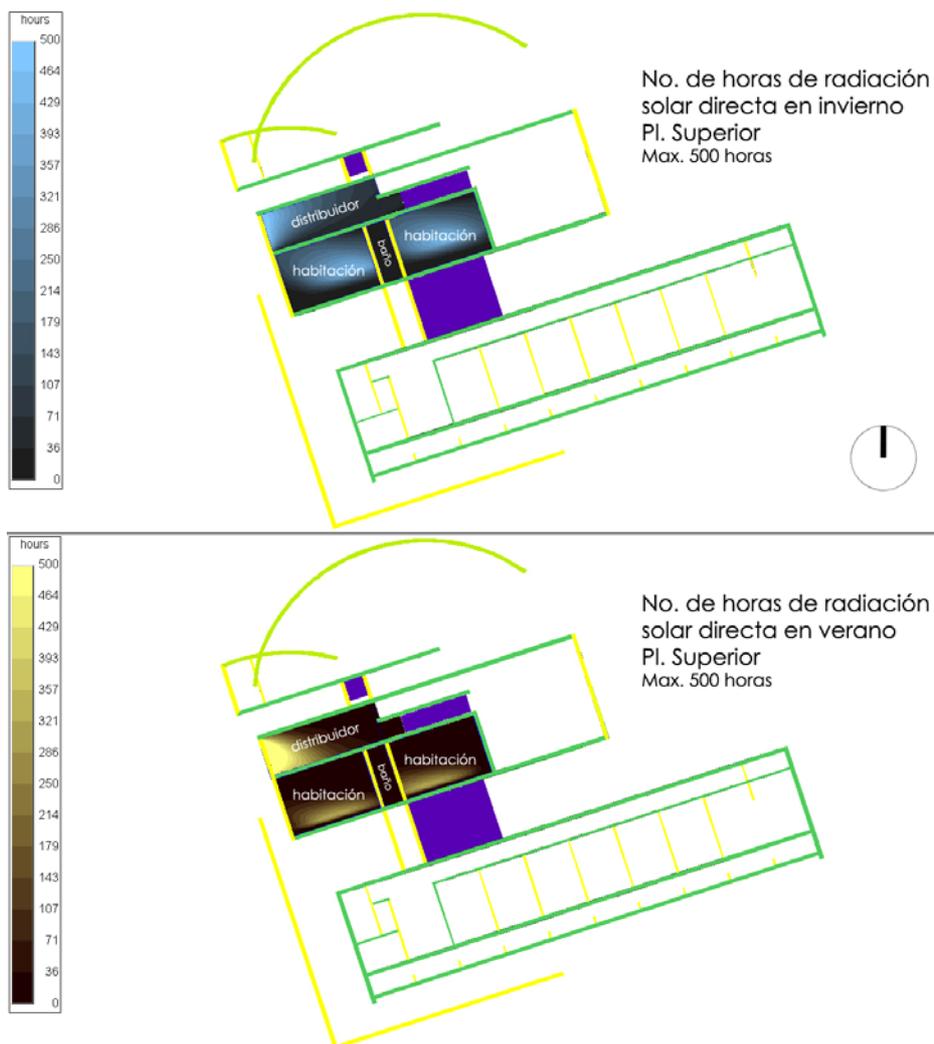


Imagen 35: Análisis de radiación solar directa en invierno y verano-
Koshino planta superior.

En la planta superior, en invierno, podemos ver que hay una incidencia de radiación solar muy confortable para las habitaciones y el pasillo, estas dos habitaciones son las principales.

En cuanto al verano en la planta superior, podemos ver que la radiación es menor que en invierno, pero sin embargo es considerable, lo que si podemos concluir es que es un espacio muy bien iluminado.

Ahora, si queremos saber exactamente cuando ocurren los fenómenos que vemos en las fotos de esta casa, sólo tenemos que hacer una estereografía desde el punto donde llega la luz directa del sol, en la foto, y el resultado es el siguiente.

35° 13' N

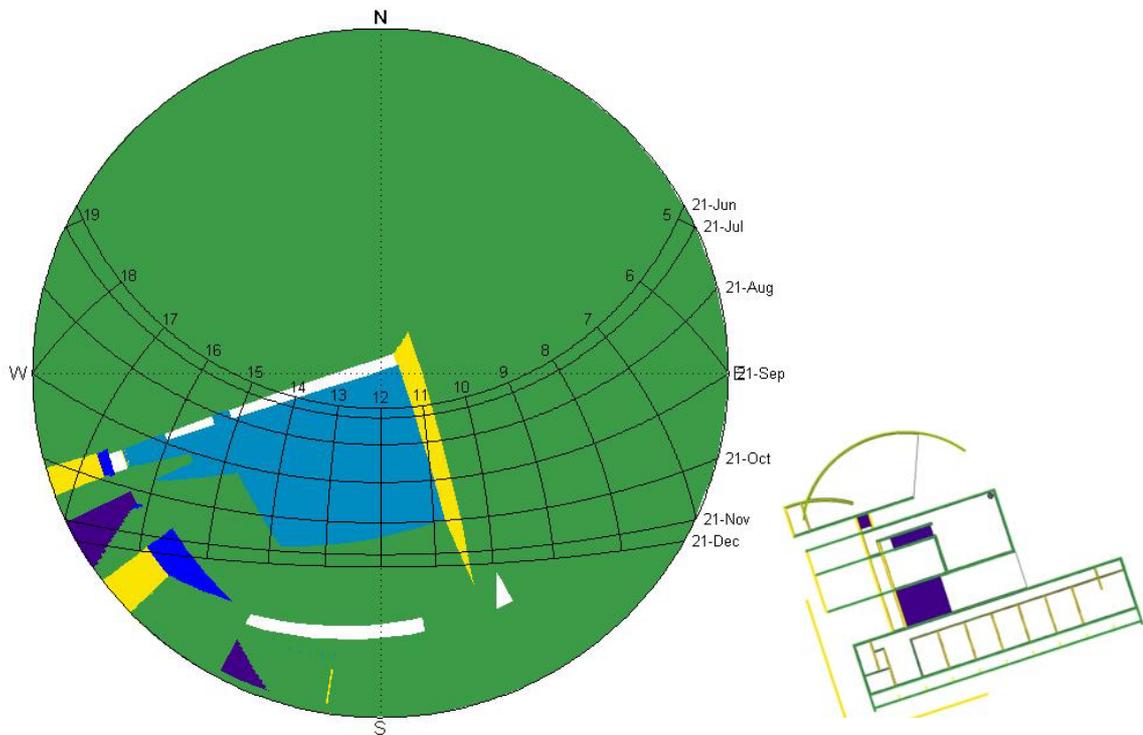


Imagen 36: Estereografía casa Koshino salón.

Como podemos observar en la imagen, el efecto que vemos en las fotos más conocidas de la casa Koshino sólo ocurre en un pequeño periodo de tiempo en sólo unos meses. Este efecto ocurre desde

mediados de marzo hasta mediados de septiembre, y sólo 20 minutos al día en promedio.

35° 13' N

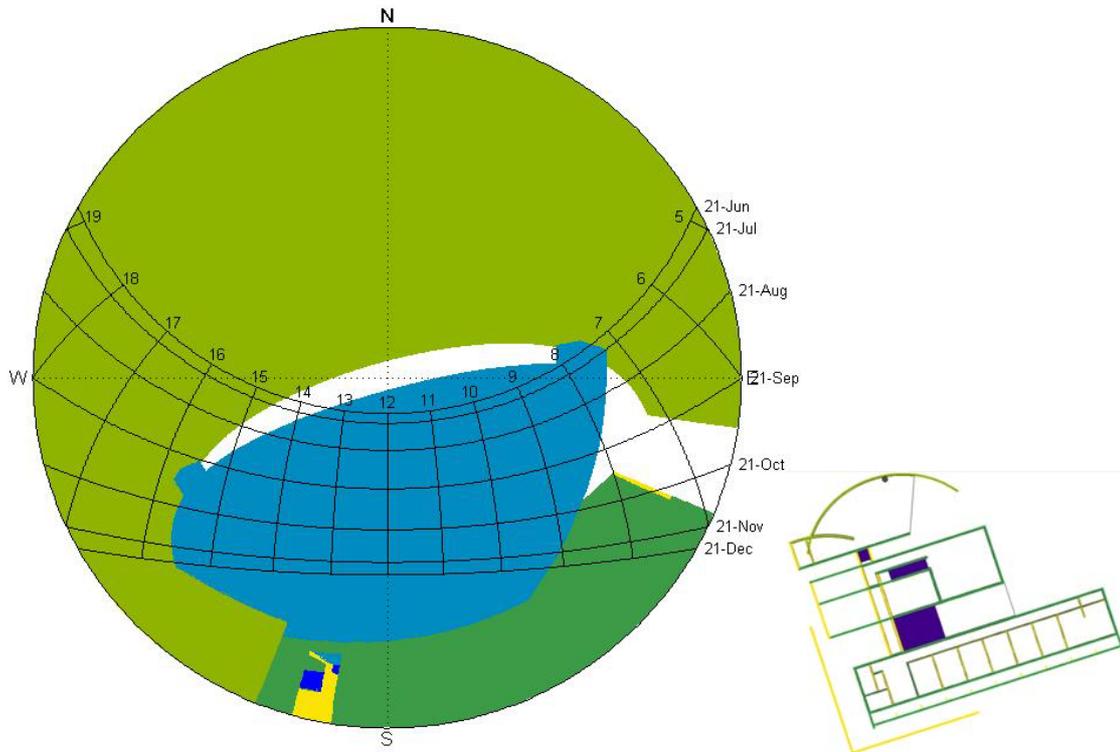


Imagen 37: Estereografía casa Koshino estudio.

También el efecto que vemos en el estudio, sólo ocurre de abril a septiembre, y sólo de 20 a 30 minutos.

4.2.4 Conclusiones del análisis.

Gracias al análisis realizado con Heliodon, podemos darnos cuenta que en este edificio hay más contraste entre las zonas menos importantes como corredores, huecos de escalera, etc. Y las más importantes como las habitaciones, la sala tatami, etc. Esto es, una característica de Tadao Ando, quizás el arquitecto se concentró más en las sensaciones que se pueden producir en esos espacios. Por ejemplo en el salón y el estudio en el hueco que hay en el techo hay una viga de carga, que proyecta una sombra en la pared que da la sensación de movimiento y

cambio propios de la naturaleza, es como meterla dentro del edificio de una manera muy sutil.

4.3 LA CAPILLA DE LA LUZ

“Construida en Osaka, Japón en el año 1989 en una zona residencial, su finalidad es servir de complemento a una vicaría y a una pequeña iglesia de madera ya existentes. El programa vino condicionado por la relación de esta nueva construcción, tanto con los edificios de su entorno como la luz del sol, y consiste en un volumen prismático perforado oblicuamente, en un ángulo de 15 grados, por un muro de altura ligeramente inferior a la del edificio principal.

Pretendí demostrar hasta qué punto se podía crear un espacio rico con un presupuesto mínimo en esta era inundada de materialismo. Con objeto de reducir el coste, empleé la madera que se utiliza normalmente para andamiajes en el suelo y en los asientos de los bancos, al tiempo que traté de reducir los huecos al mínimo. La luz sólo se convierte en algo maravilloso cuando tiene como fondo la más profunda oscuridad. Los cambios de iluminación a lo largo del día reflejan, una vez más, la relación del hombre con la naturaleza, constituyéndose en la máxima abstracción de ésta, al tiempo que desempeñan una función purificadora con respecto a la arquitectura. – Tadao Ando.”¹⁴

¹⁴ Revista “EL CROQUIS” edición conjunta volumen 44 + 58, año 1994, España.

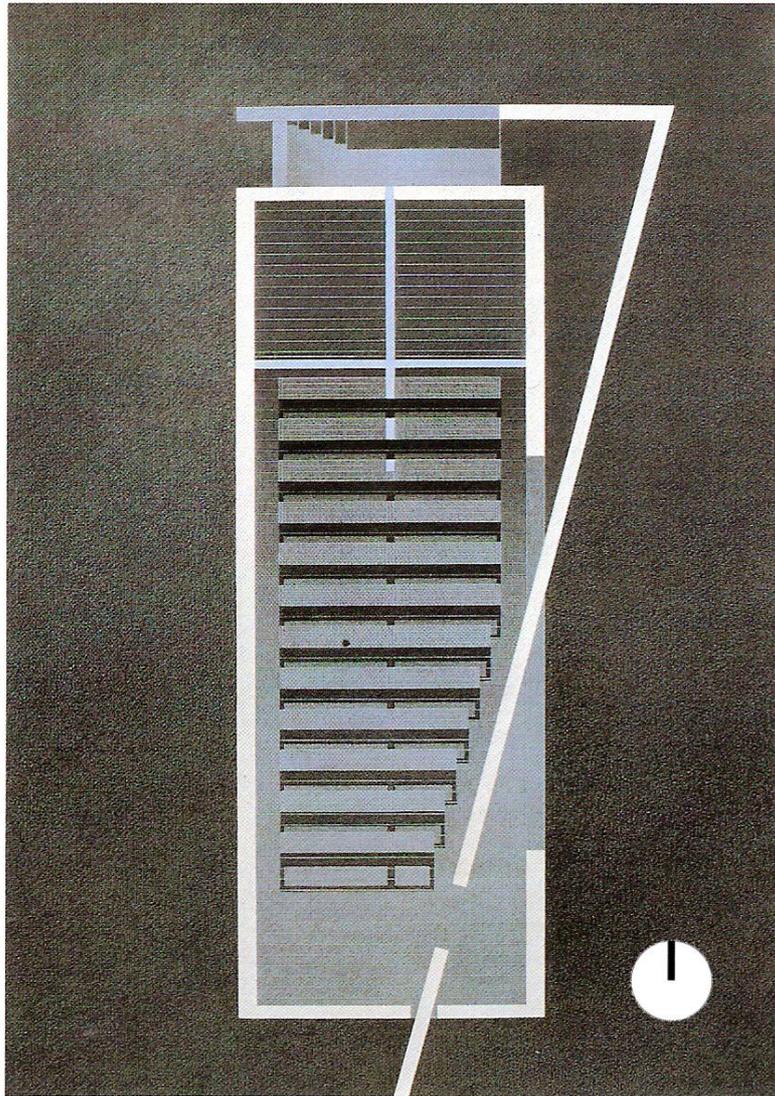


Imagen 38: Planta de la Capilla de la Luz.

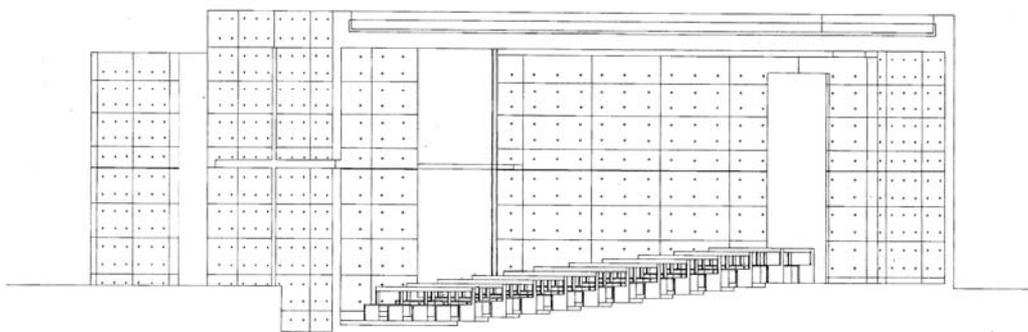


Imagen 39: Sección Capilla de la Luz.



Imagen 40: Capilla de la Luz exterior 1.

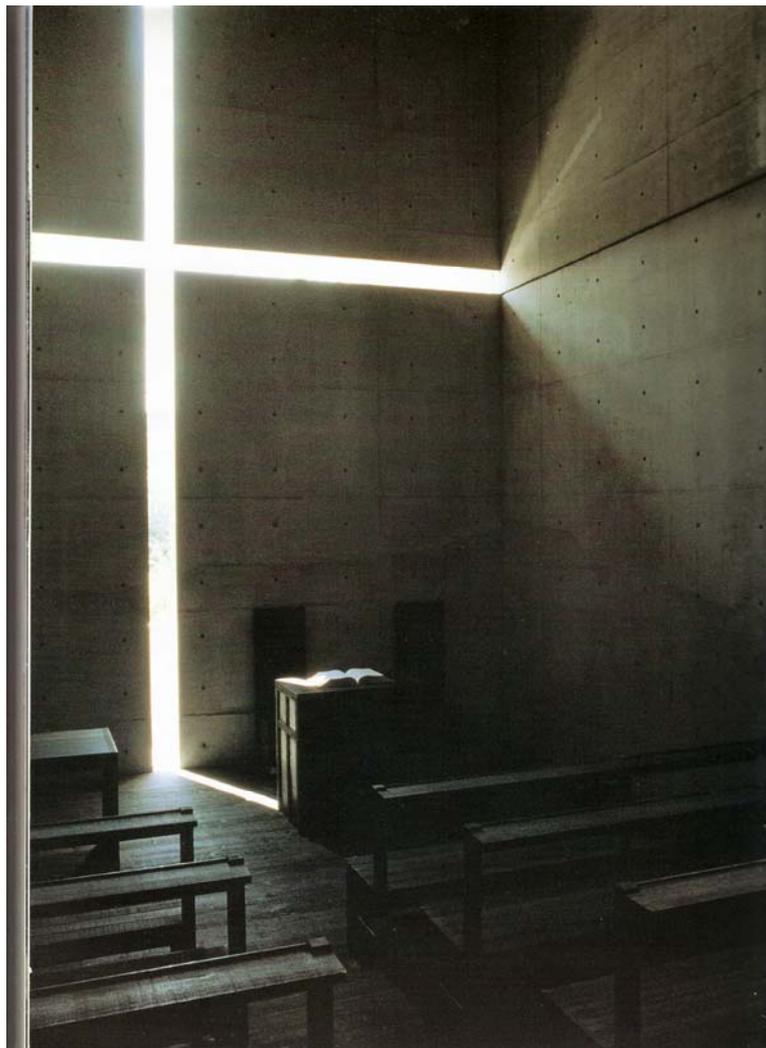


Imagen 41: Capilla de la Luz interior1.

4.3.1 Análisis de renders



Imagen 42: Fotografía y render capilla de la luz 1.

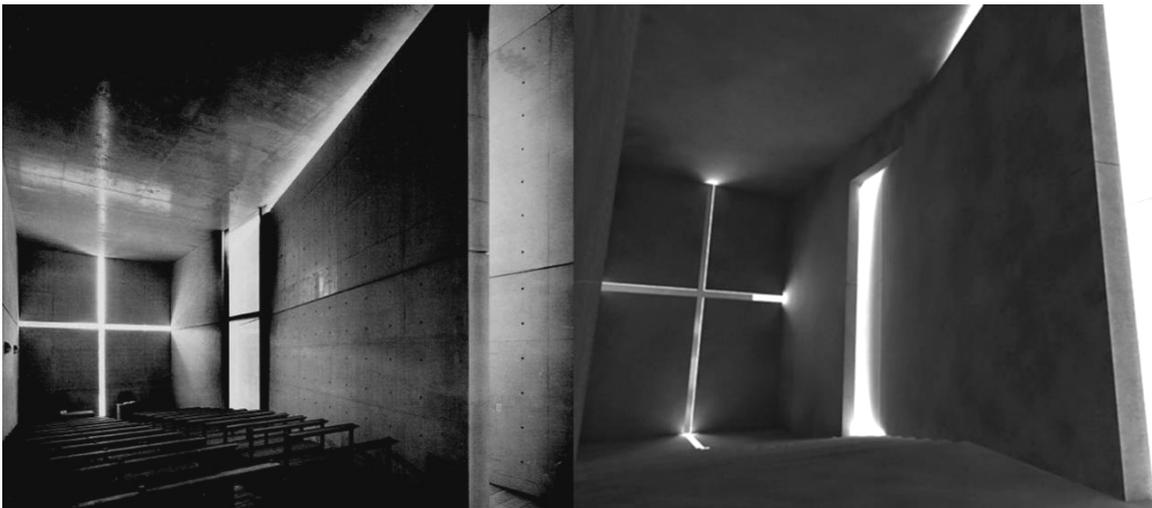


Imagen 43: Fotografía y render capilla de la luz 2.

Los renders de la capilla de la luz, es un caso extremo, las aberturas por donde entra la luz son demasiado pequeñas, aquí la luz más importante es la reflejada, pero aun así no se logra un buen render.

Lo que hice para tratar de que no fuera tan oscuro fue subir la intensidad de la luz reflejada, pero el motor de render solo permite subirle la intensidad a la primer reflexión de la luz, las segundas reflexiones son igual que en los demás renders. Gracias a eso se puede

apreciar el espacio de la capilla, pero las texturas no llegan a definirse bien, por falta de iluminación.

Otro problema de estos renders, es que las partes donde llega el sol directamente es que se vuelven blancas, es decir que la textura se quema, y esto es porque la luz tiene que ser muy intensa.

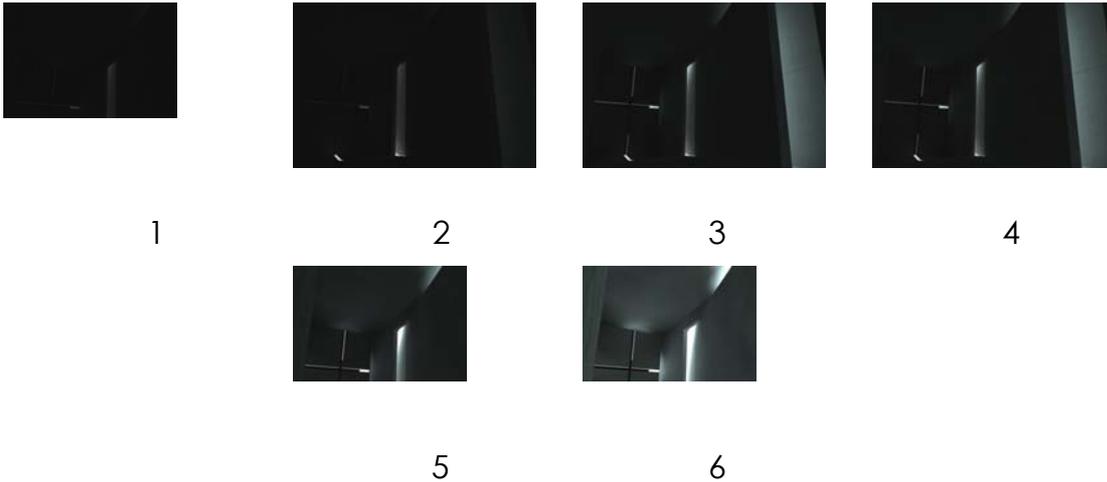


Imagen 44: Progreso de los renders.

Render no. 1: Todos los valores de las 3 luces (Luz directa del sol, luz atmosférica y luz reflejada.) iguales a 1.

Render no. 2: Intensidad de la luz del sol igual a 2.

Render no. 3: Intensidad de la luz atmosférica igual a 5.

Render no. 4: Se pasó de 3 reflexiones de la luz reflejada a 10.

Render no. 5: Intensidad de la primer reflexión 3.

Render no. 6: Intensidad de la primer reflexión 5 y luz atmosférica a 8.

4.3.2 Análisis con Heliodon: porcentaje de cielo.

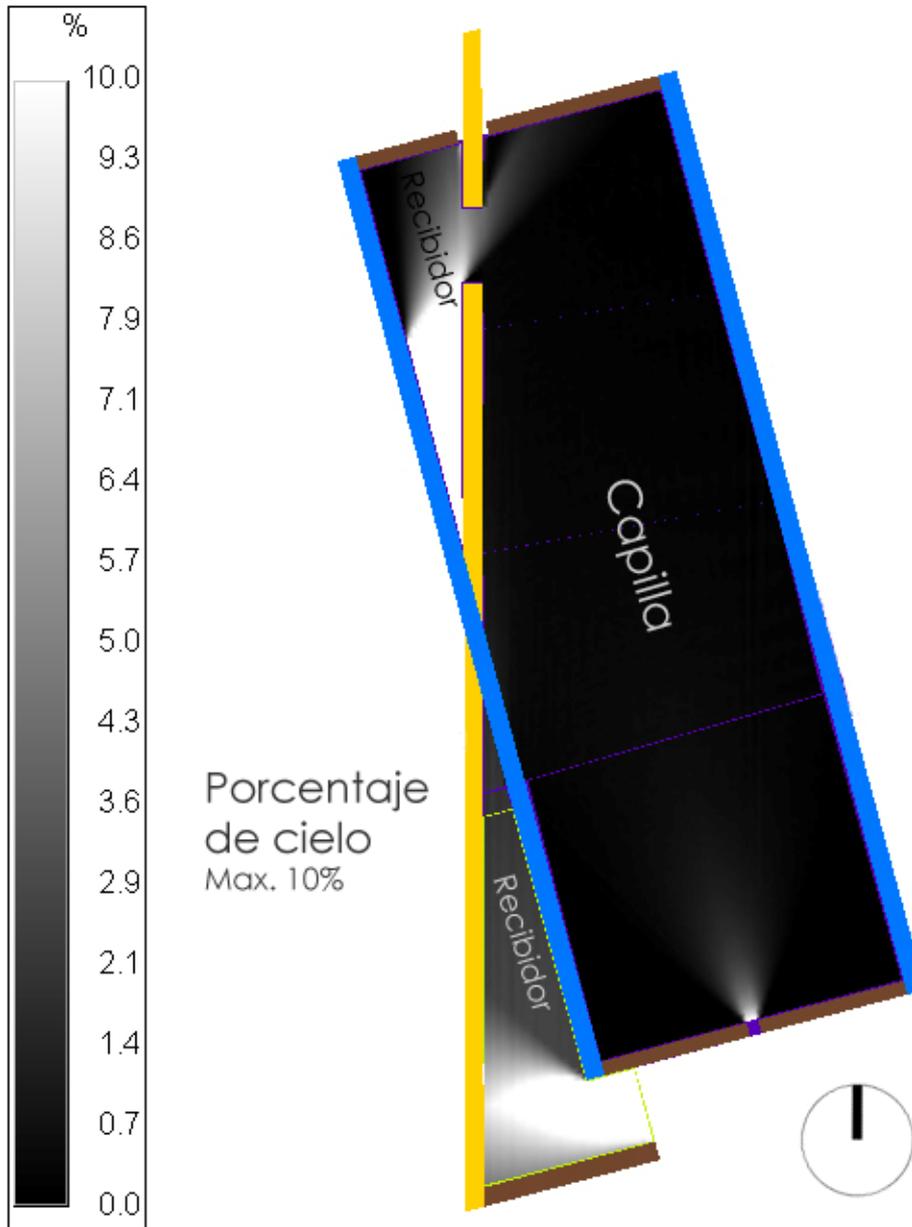


Imagen 45: Análisis de porcentaje de cielo – Capilla de la luz

En este diagrama de Heliodon, podemos apreciar exactamente la descripción de Tadao Ando cuando dice que “la luz es algo maravilloso sólo cuando tiene de fondo la más profunda oscuridad”. Es un espacio muy oscuro, que sólo lo ilumina la parte de la cruz, que es ese orificio ubicado al sur, poniendo énfasis al que va a hablar de ese punto, que será el predicador. Y también está iluminado por luz reflejada dentro del mismo recinto que es la entrada del recibidor a la capilla.

4.3.3 Análisis con Heliodon: radiación directa del sol

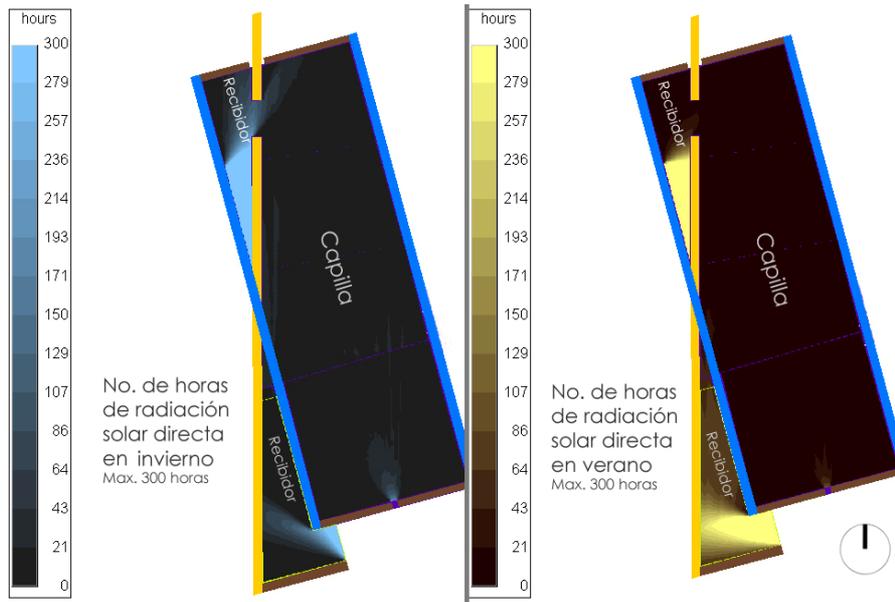


Imagen 46: Análisis de radiación solar directa – capilla de la luz.

En este análisis, podemos ver que no varían gran cosa las dos plantas, sólo que en verano al ser menos inclinado el sol entra un poco menos dentro del recinto.

Tokyo (35° 40' N)

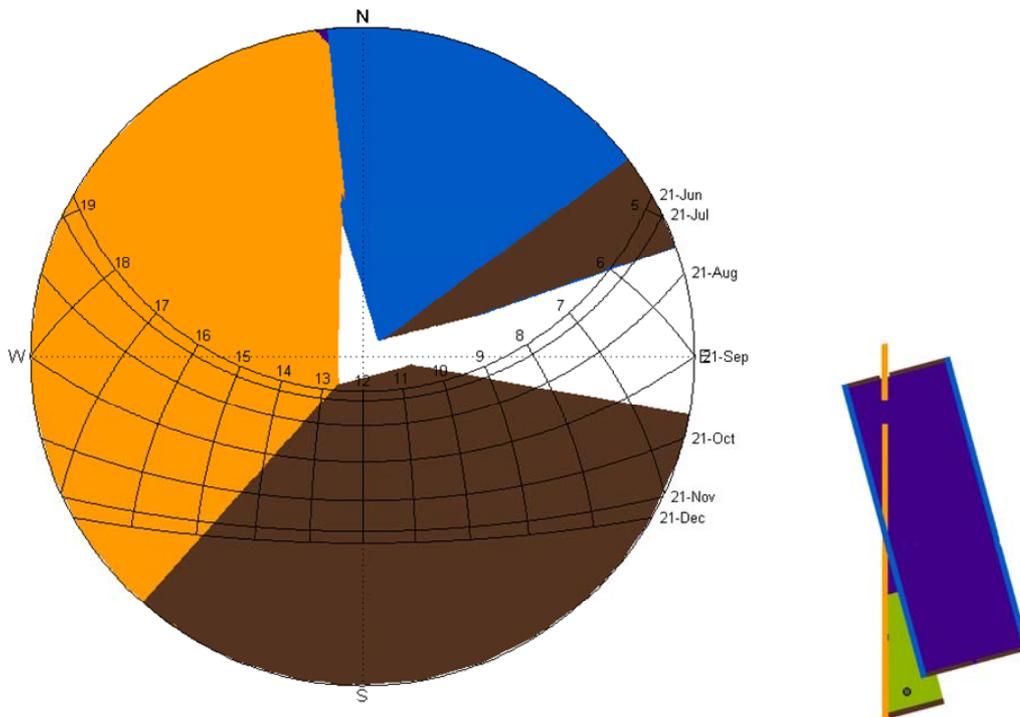


Imagen 47: Estereografía entrada sur.

Aquí podemos comprobar que solo por la mañana es cuando tenemos radiación directa en la entrada sur, y que tenemos menos hacia invierno. Esta información podíamos deducirla del análisis de radiación directa pero, no sabíamos exactamente cuando en el tiempo.

Tokyo (35° 40' N)

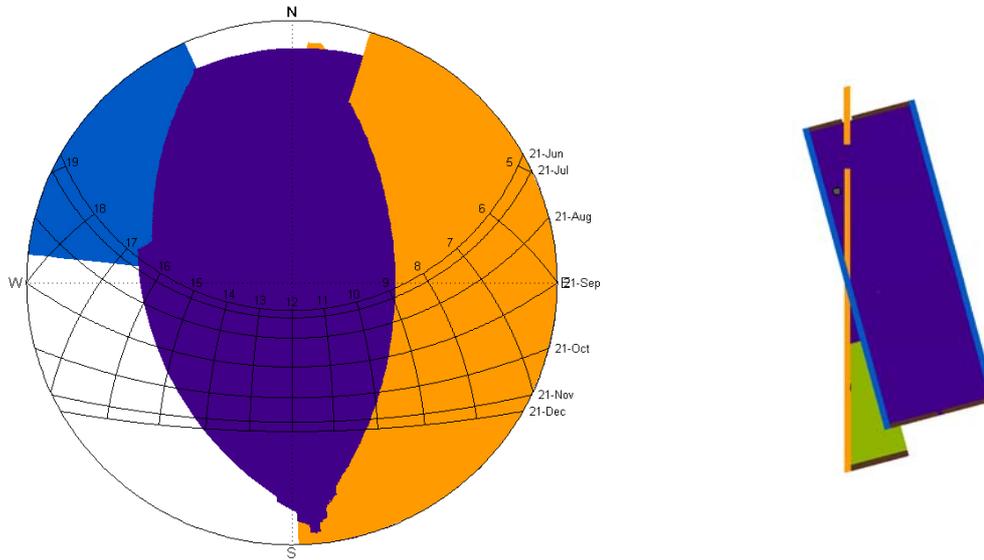


Imagen 48: Estereografía entrada norte.

Mientras que en la entrada norte, podemos ver que nos llega radiación directa sólo por las tardes, y caso todo el año. Esta obra tan sencilla, es como un reloj, que nos marca el paso del tiempo.

Tokyo (35° 40' N)

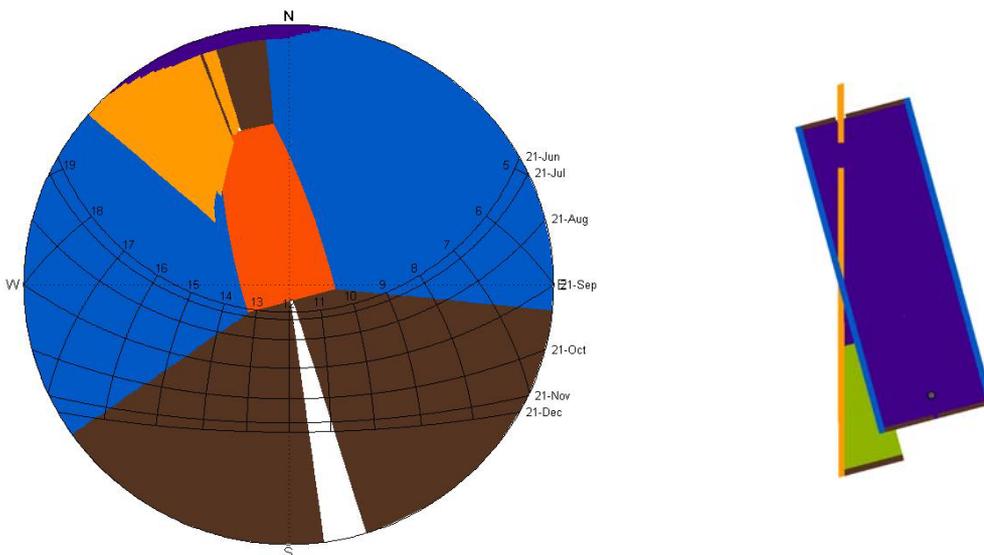


Imagen 49: Estereografía Capilla de la luz.

En este proyecto de Tadao Ando, podemos ver que todo el año ocurre el fenómeno de la cruz iluminada que intenta crear dentro del edificio, como lo muestran las fotos más famosas de este proyecto. Y en invierno al ser más inclinado el sol, dura más tiempo este fenómeno, que en verano.

4.3.4 Conclusiones del análisis.

Gracias al análisis realizado con Heliodon, podemos darnos cuenta que el edificio es muy oscuro en la parte más importante, la capilla. Este proyecto es diferente a los demás de Tadao Ando. Normalmente, como ya lo he mencionado en párrafos anteriores, las partes oscuras son las menos importantes, pero aquí es la principal, y es para crear el efecto de divinidad con el efecto de la luz en la oscuridad, como el mismo la describe.

Gracias a la ayuda de los programas computacionales, podemos saber exactamente lo que pasa dentro de este proyecto tan sencillo, pero a la vez muy bien pensado, sin haber estado en Japón. Es decir estos programas nos ayudan a entender mejor los espacios.

5.0 Proceso de diseño

Si quisiéramos diseñar un proyecto con estos dos programas, tendríamos primero que tener un anteproyecto con formas más o menos definidas, y con eso, primero levantar el 3d del proyecto para poder hacer el formato en .stl, y así pasarlo a Heliodon. Después, ya teniendo el anteproyecto en Heliodon, analizarlo y diseñar las aberturas o protecciones que queramos, según el clima del lugar y las condiciones. Y después comprobaríamos con renders, si el espacio es agradable a la vista y en cuanto al conjunto de luz natural.

El Heliodon nos dará primero unos datos cuantitativos, podremos saber cuándo entra la luz del sol directamente a nuestros espacios, y también podremos saber, cuando esté nublado, qué tan iluminados serán nuestros espacios, también podremos darnos una idea del ambiente que se creará en cada espacio, gracias a los renders.

Hagamos un rápido ejemplo de proceso de diseño. Estamos en Barcelona y tenemos 4 paredes, el suelo y el techo, hay una pared inclinada que es la que está al sur, las otras 3 son perpendiculares al suelo y hay una escalera exterior por el lado izquierda de la fachada, que va a la cubierta y supongamos que sólo la fachada sur es en la que se pueden hacer ventanas. Aquí, muestro unos renders para ver la forma interior y exterior.

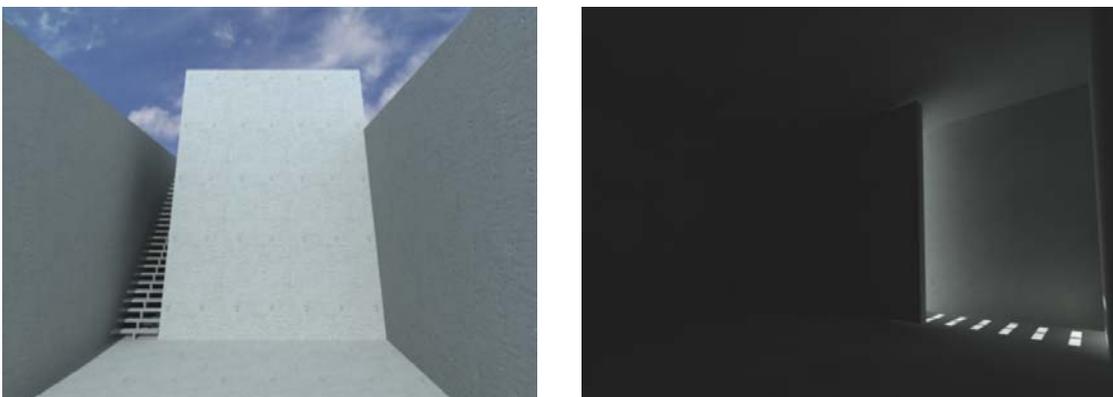


Imagen 50: exterior e interior del ejercicio 1.

Como vemos, el interior es muy oscuro, porque sólo le llega un poco de luz reflejada que pasa a través de las escaleras que van a la cubierta. Si queremos tener un poco más de iluminación tenemos que hacer un hueco en la pared.

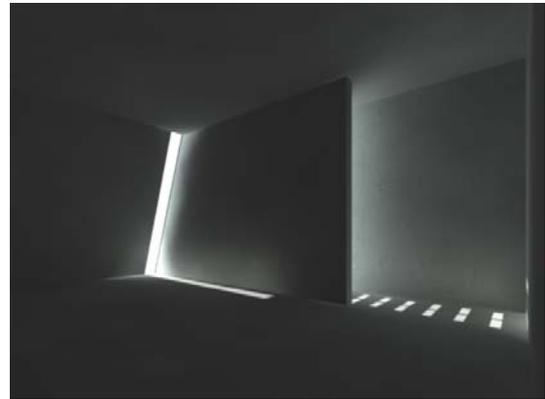


Imagen 51: exterior e interior del ejercicio 2.

Ahora ya tenemos suficiente luz para poder analizarlo con Heliodon. Aunque ya sabemos que tendremos poco porcentaje de cielo dentro del recinto, miremos qué nos muestra el análisis.

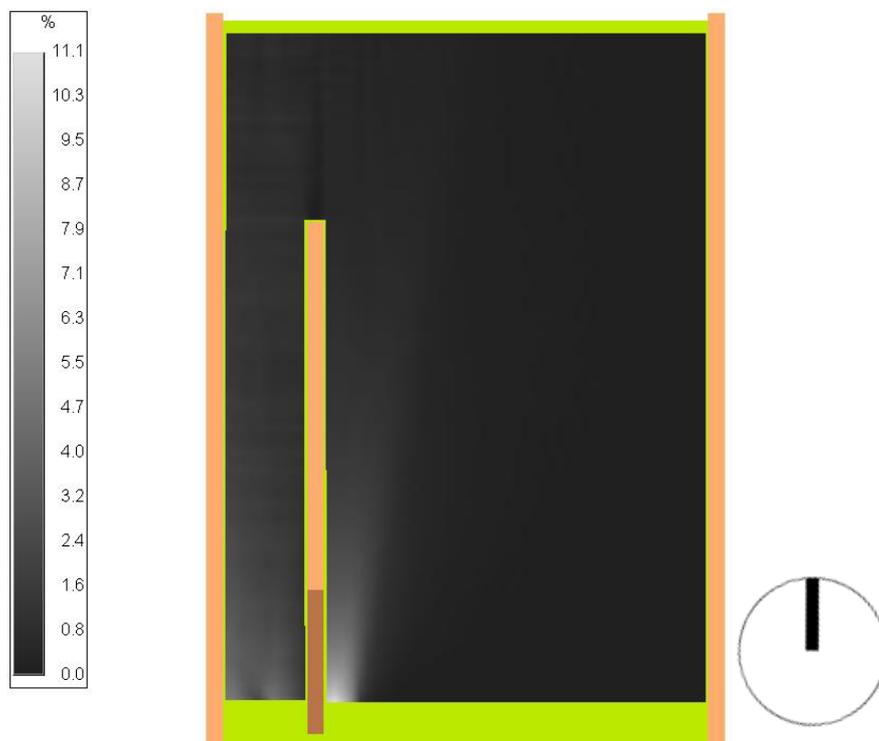


Imagen 52: Porcentaje de cielo de ejemplo 1.

Como podemos observar en la imagen, tenemos un máximo de 11% de cielo, por lo que nuestra habitación quedaría completamente oscura, lo que debemos hacer, es una ventana más grande.



Imagen 53: exterior e interior del ejercicio 3.

Como podemos ver, tenemos una mejor distribución de la luz, y eso lo comprobaremos con los porcentajes de cielo.

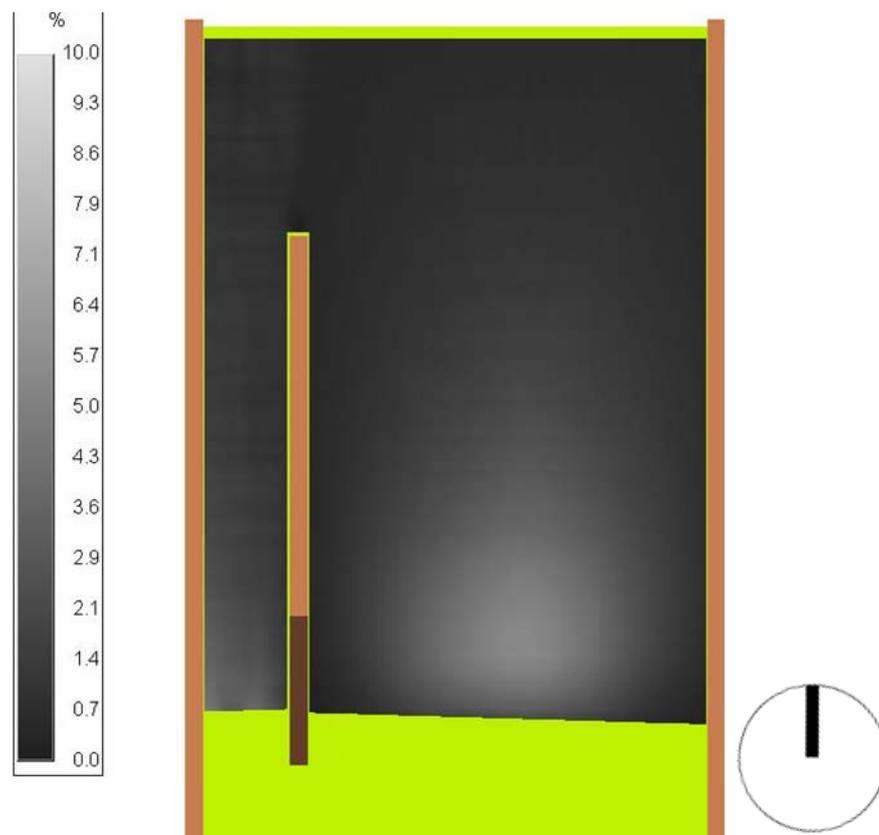


Imagen 54: porcentaje de cielo de ejemplo 2.

En esta imagen, tenemos un porcentaje máximo menor que en la imagen anterior, pero por la forma de la ventana podemos ver que está mejor distribuida la iluminación atmosférica, aunque con este tipo de ventana tenemos un máximo de cielo menor que con la ventana anterior, está mejor iluminado. Comprobado por los renders y por el estudio de Heliodon.

Ahora, como sabemos que en Barcelona hace mucho calor en verano, debemos protegernos del sol directo en verano y según las normas de habitabilidad, debemos de asegurar en invierno que por lo menos nos entre a nuestra habitación 2 horas diarias de radiación directa. Para esto, estudiaremos la estereografía de la habitación.

Barcelona (41° 23' N)

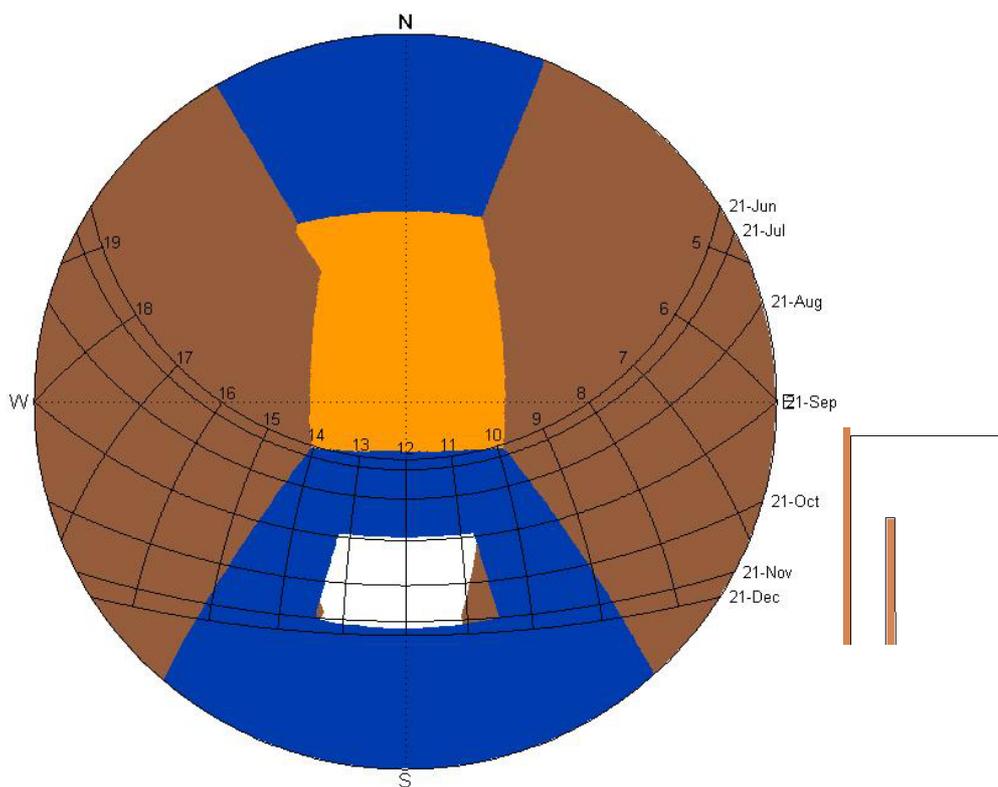


Imagen 55: Estereografía del ejemplo.

Uno de los inconvenientes de la estereografía es que depende del punto de donde se proyecte, el resultado puede variar mucho, pero

Heliodon permite movernos y cambia la estereografía en tiempo real, por lo que es muy bueno para el análisis.

Si consideramos que un poco de radiación directa en verano no hace tanto mal, aparte podemos asegurar que la mitad más fría del año tendremos una buena cantidad de radiación directa, según la estereografía. Y podemos comprobarlo con los renders.



12:00 pm 21/junio



12:00 pm 22/diciembre

Imagen 56: verano e invierno en ejemplo.

Estos renders fueron hechos a las 12 del día, en el solsticio de verano, y el solsticio de invierno. Como se puede ver con la simple forma de la ventana y la inclinación de la pared, estaremos protegidos en verano, y aseguraremos la radiación solar directa en invierno en 2 horas.

6.0 CONCLUSIONES.

A lo largo de los análisis realizados por Heliodon y 3ds Max con el plug-in V-ray en este trabajo, estoy más convencido que estos programas nos pueden ayudar en nuestras decisiones de diseño. Por ejemplo, en los tres proyectos que he analizado en esta tesina, del arquitecto Tadao Ando, se puede ver que hay un balance entre confort y el crear sensaciones. El proyecto de la **casa Iwasa**, hablando de confort es un proyecto excelente, pero en cuanto a sensaciones, sólo ocurre algo interesante en el distribuidor. En la **casa Koshino**, sólo mantiene confortables la mitad de los espacios, sólo los más importantes. Y en cuanto a la **capilla de la Luz**, sólo se preocupa por las sensaciones. La temperatura de donde se encuentran estos proyectos, en invierno las mínimas son en promedio 5° centígrados, y en verano las máximas en promedio llegan a los 25°. Por lo que debería buscarse el confort de los espacios, a menos que, el programa del proyecto lo permita, como en la capilla de la luz. Entonces, la casa Iwasa es la más equilibrada en cuanto a luz y sombra, después la casa Koshino, donde hay más sombra; y la capilla de la luz, que es sólo sombra.

También este trabajo me permitió descubrir los límites de cada programa, y sobre todo con el último proyecto a analizar, el de la capilla de la luz. Cuando hay muy poca iluminación atmosférica, le cuesta mucho trabajo al motor de render poder plasmar una imagen real. Cuando menor iluminación tengamos, menor será el realismo. Se podrían hacer trucos con otros programas como Photoshop, pero lo que yo intento es no hacer estos trucos.

En cuanto al programa Heliodon, también tiene algunos límites, lo normal, hablando de un programa nuevo, y que está aún en evolución. Uno de los límites son las curvas, y que sólo se pueden analizar cortes en plano. El programa debería luego permitir al usuario importar desde

otros programas de DAO todo lo que no es posible o fácil modelizar directamente, en particular las rejillas donde se hacen los cálculos.

Los programas de ordenador se han desarrollado muy rápidamente, y han alcanzado a un gran número de personas, facilitándonos la vida. Así que, ¿Por qué no utilizarlos para el diseño arquitectónico?, con lo que existe ahora, podemos mejorar nuestra arquitectura, y saber lo que pasa exactamente en cada espacio.

7.0 BIBLIOGRAFÍA.

Phillip, Miller. 3d Studio Max. Traducción: Domínguez Alejandro, Fuentes Félix, López Eva María. 1ra edición, Madrid, España: Pearson Education, 2000.

Navarro Casas, Jaime. Sobre la iluminación natural en arquitectura. 1ra edición. Sevilla, España: Universidad de Sevilla, 1983.

Futagawa, Yukio. Architect Tadao Ando. 1ra edición. Tokio, Japón: Edita Tokyo, 1993.

Cox, Arthur. Óptica Fotográfica. Traducción: Álvarez, Ramón. 1ra edición. Barcelona, España: Ediciones Omega S.A. 1979.

Revista "EL CROQUIS" edición conjunta volumen 44 + 58, año 1994, España.

Modelado y Simulación Visual. Enero 2006. Javier Monedero. VIª Parte. Apéndices

<http://www.noticias3d.com/articulo.asp?idarticulo=156>

<http://enciclopedia.us.es/index.php/Radiosidad>

http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9todo_de_Monte_Carlo

<http://www.lacoctelera.com/pontfx/post/2005/09/22/radiosidad-radiosity->

http://www.caddyspain.com/noticias/May06_4.htm