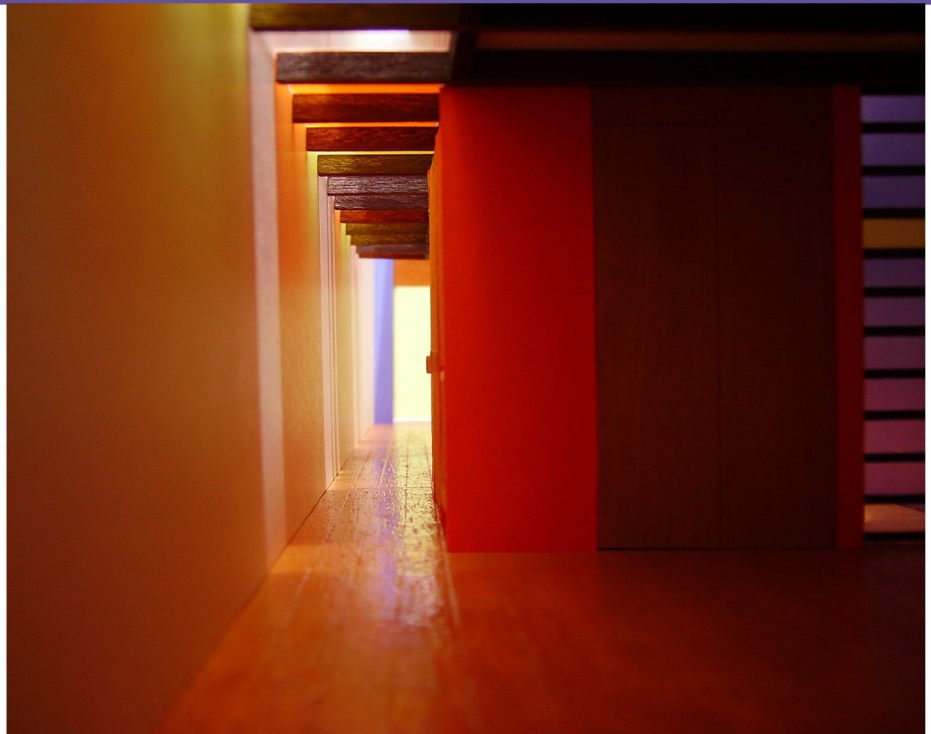


Los colores,



cuando entra el sol...

Los colores, cuando entra el sol...

Dalia Jeanette González Sosa

T e s i n a p a r a e l M a s t e r e n D i s e ñ o d e I n t e r i o r e s

F u n d a c i ó n P o l i t é c n i c a d e C a t a l u n y a

T u t o r í a : D r . B e n o i t B e c k e r s

Febrero de 2006.

En un abrir de ojos, los colores

- Prólogo -

Durante una época relativamente corta, pero muy intensa, nuestra civilización se vio a sí misma en blanco y negro. Empezó con la difusión masiva de libros de textos y grabados, siguió con la fotografía, el cinematógrafo y la televisión. Desde luego, la experiencia visual, en su mayor parte, conservaba los colores de siempre, pero lo esencial de la ciencia y de la cultura se difundía en escalas de grises, por meras razones técnicas y económicas. De allí el sentimiento, todavía anclado en nuestra intuición, de que los colores fueran un lujo, un toque de gracia, un añadido eventual y placentero a la información seria, la cual bien pudiese pasarse de ellos.

Tal intuición sigue notándose en la actitud de muchos estudiantes y profesionales de la arquitectura, para quienes el color llega al final, ultimado ya lo esencial del proyecto, como la guinda sobre el pastel, como los colorines que se añadían manualmente en las postales, a principios del siglo XX, para dotar una vista o un retrato de ciertos “efectos” adicionales, de profundidad o de reclamo. Al acabar su proyecto, el arquitecto se pregunta, entonces, ¿cómo pintarlo?, y se halla enseguida ante un abismo de perplejidad. ¿Porqué?

Aristóteles ya había advertido que el color es, meramente, el objeto de la visión (*De Anima*), o sea: cuando abrimos los ojos, todo es color, y solamente color. De allí su propuesta, tan extraña para nosotros, de emplazar a todos los demás colores entre el negro y el blanco, sus dos polos (*Parva Naturalia*). Intuición nada descalabrada, si reparamos en que los colores se esfuman en la oscuridad mucho antes de que perdamos la visión (nosotros diríamos que los conos dejan su oficio a los bastoncillos): por la noche, todos los gatos son pardos. ¡Y el blanco! Es un polo triple, nada menos: horizonte de los grises – es cierto – pero, también, diapasón de los colores (por el balance de blancos) y abolición de toda saturación. En contra de los newtonianos simplificadores, Goethe retomará esta intuición, y la pasará a Shopenhauer, a Hötzels, a Itten, el cual intentará unificar el descubrimiento de Newton y las ideas de Goethe con lo mejor de la aventura pictórica europea, desde los miniaturistas medievales hasta sus contemporáneos Klee o Mondrian.

Y es que las escalas de grises no significan, en propiedad, la ausencia del color, sino solamente la reducción de todas las posibilidades a uno solo de los contrastes cromáticos: el del claroscuro. Pasar de lo que llamamos el “blanco y negro” al “color” no constituye un añadido, una nueva dimensión, sino la transformación de una idea cromática en otra, donde algo se gana – la aparición de otros posibles contrastes – y algo se pierde – el soberbio monopolio del muy académico contraste de claroscuro.

¿Y qué hacen ahora los interioristas? A la escuela de los pintores impresionistas, se contentan a menudo con sustituir el contraste de claroscuro por el de cálido-frío. De hecho, existe cierta correspondencia entre ambos contrastes, ya que si nuestra experiencia visual asimila fácilmente el claroscuro a la gravedad (lo claro flota por encima de lo oscuro, aparentemente más denso, y luego más pesado), algo parecido nos sugiere el cálido-frío, en su expresión cercano-lejano. La profundidad se sustituye a la altura, pero sigue subyaciendo la misma idea académica de que el espacio no se basta por sí mismo, ha de ser subrayado. Idea perspectivista si las hay: perspectiva sombreada o atmosférica, siempre perspectiva. Idea de fotógrafo, para la fotografía. Las películas en blanco y negro favorecían, obviamente, el claroscuro. Las películas en color gustan inmoderadamente del cálido-frío, que corresponde al necesario balance de blancos. El otro contraste energético, el de los complementarios, mucho más difícil de manejar, es dejado al azar, o a peculiares

aplicaciones teatrales (las sombras de color). Arquitectura de revistas, para revistas, que sólo produce sus efectos engañosos a través de la fotografía...

De allí el carácter casi subversivo de que se vio afectado el contraste del color en sí, relegado por la Europa puritana a su lejano pasado medieval, o a civilizaciones primitivas y extrañas, como la de estos mayas encantados por el color, que gastaban fortunas comprando plumas de loro a sus vecinos lacandones, como antaño hicieran los príncipes europeos, con sus ruinosas importaciones de lapiz-lazuli o de añil.

Cuando la arquitectura moderna se quiso de color, Van Doesburg o Le Corbusier fueron a buscar los colores primarios, los cuales, como advertía Itten, realizan el “contraste del color en sí” en su expresión polar. Pero, ¿cuáles son los colores primarios? Esta reflexión abandonó rápidamente el mundo de la arquitectura, y son artistas como Flavin o Turrell los que ahondaron en este espacio arquitectónico y cromático, que no ofreciere solamente un lienzo a los pintores, sino que mereciere ser explorado por sí mismo. En cuanto a los contrastes espaciales – cantidad y vecindad de los colores, en las tres dimensiones –, lo menos que se puede decir, es que sobre este tema nada se ha escrito.

¿Y qué decir del contraste de calidad? Hemos podido observar que los estudiantes, cuando ahondan libremente en su propia subjetividad, lo emplazan mayoritariamente entre sus favoritos. Pero basta que se hable de “proyecto”, para que lo abandonen, volviendo a la seguridad ilusoria de las viejas recetas y del tan fácil contraste cálido-frío...

De allí el interés de un “proyecto de color”, construido esencialmente desde las sensaciones cromáticas de cada uno, objetivadas por un lenguaje común – el de los siete contrastes – que no tiene empero carácter normativo alguno: con la mayor libertad y sinceridad solamente, se puede uno apoderar de los colores propios y descubrir su propia personalidad cromática, paso previo a cualquier trabajo en común.

El autor del trabajo aquí presentado ha llevado esta idea más lejos, indagando con la necesaria mezcla de rigor y de intuición el espacio peculiar de la arquitectura, que se distingue del espacio pictórico por hallarse sumido en el tiempo cíclico del día y del año. Los trayectos solares se estudian con un programa informático, el juego de los colores se observa en una maqueta pacientemente elaborada. De tal rigor y de tal intuición, sale poco a poco una combinación de colores tan libre como controlada, tan propia como atractiva para la mirada ajena. Los colores nacen con el alba, brillan en el verano, se adentran en el invierno, se recogen en el ocaso. En este proyecto, *son la arquitectura*.

A diferencia de los ejemplos previamente analizados, que son en su mayoría lugares de culto o de ceremonia, la propuesta de este trabajo se aplica a una simple vivienda. Así, más claramente, el color ha dejado de ser un adorno, un lujo, un añadido.

Al lector interesado, sólo le queda ahora emprender su propio camino, realizar sus propios experimentos, abrir sus propios ojos a los colores del mundo común.

Febrero de 2006,

Benoit Beckers

I N D I C E

<i>INTRODUCCIÓN</i>	1
<i>I. NOCIONES TEÓRICAS</i>	3
• Los Contrastes del Color	4
• Física de la luz	7
• Fuentes de luz natural	9
• Efectos de la luz	9
• Luz dentro del espacio	12
• Conceptos perceptivos complementarios	12
• Conclusiones y observaciones finales	13
<i>II. RECORRIDO POR EL COLOR</i>	14
1. Luz, espacio y materia...	15
2. Color y textura	16
3. Color material	17
4. Color en sí	18
5. Luz de color	19
6. El color esencial de Adrian Schiess	20
7. Observaciones finales	22
<i>III. TRES PROYECTOS EJEMPLARES</i>	23
• Introducción a los trayectos solares	24
• Luz coloreada por reflexión difusa: Iglesia de la Tourette, de Le Corbusier.	25
• Luz coloreada por refracción: Capilla de San Ignacio, de Steven Holl.	33
• Capilla de Tlalpan, de Luis Barragán.	38
• Observaciones finales	45
<i>IV. PROPUESTA DE DISEÑO</i>	46
• Objetivos generales	47
• Ubicación	48
• El proyecto arquitectónico	49
• Orientación	50
• Análisis Solar	51
• Propuesta de color	55
• Propuesta final	58
• Recorrido interior en Verano	60
• Recorrido interior en Invierno	67
• Imágenes comparativas: Verano – Invierno	81
• Observaciones finales	86
<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	87
<i>ANEXO 1: Herramientas del proceso creativo.</i>	89
<i>ANEXO 2: Reseña del análisis solar en la maqueta final.</i>	92

Introducción

El color es superficie, es espacio, es materia, es todo lo que podemos observar. Y tiene la capacidad de generar emociones, estados de ánimo, evocaciones y recuerdos en nuestro interior. Así como también puede ambientar, ordenar, clarificar y enriquecer el entorno en el que nos movemos.

Sin embargo, no podemos hablar de color sin tomar en cuenta la fuente primaria que posibilita su percepción, la *luz natural*. Y en este punto es donde encontramos el tema central del estudio: La relación que vincula ambos fenómenos. Tomando en cuenta que abordamos dos polaridades: El color, como parte del proceso creativo humano, que nace de la sensibilidad, de la percepción visual, y, por tanto, de la *subjetividad*. Y por otro lado, la luz natural, como fenómeno objetivo, que escapa a nuestro control y precisa el estudio de los trayectos solares, el conocimiento de las distintas fuentes de luz, sus características, sus efectos, etc.

Esta circunstancia dificulta el encontrar información en donde se asuma y analice el vínculo entre luz natural y color. La mayoría de las publicaciones hablan de cada uno en forma aislada. El color es estudiado desde el punto de vista físico o psicológico, y, si consultamos las últimas tendencias estéticas, nos encontraremos con diferentes clasificaciones, usos y propiedades. Lo cierto es que, con pocas excepciones, no encontramos estudios que analicen el color como un problema *tridimensional*. Es decir, aquel que ha trascendido lo pictórico para transformarse en arquitectura, en espacio. Un espacio que sólo puede comprenderse en relación al tiempo, y un tiempo que está marcado por la luz solar.

El color, cuando entra la luz, deja de ser estático, se sumerge en el tiempo y cambia con él. Puede parecer más brillante o más opaco, más frío o más cálido, más oscuro o más claro.

Este documento es un acercamiento a tal relación cambiante. Considero que su estudio permitirá valorar las aportaciones de esta interacción, al espacio, en primer lugar, y por consiguiente, a nuestra percepción del mismo.

Son cuatro los capítulos que integran este trabajo, a través de ellos se desarrolla un recorrido por color en el espacio y en el tiempo.

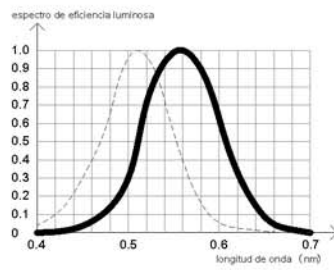
Partimos de nociones teóricas, desarrolladas por físicos y pintores, que estudian el *color en dos dimensiones*. Así como las características físicas de la luz natural, sus efectos y sus fuentes. Esta base de conocimientos generales conforma el *primer capítulo* y sirve para apoyar las argumentaciones posteriores.

En el *segundo capítulo*, nos acercamos ya al *espacio* arquitectónico, haciendo un breve recorrido por imágenes de interiores que despiertan interés por su particular manejo de la luz natural sobre colores y texturas.

El *tercer capítulo* es un análisis de tres proyectos seleccionados por su interés propio y porque permiten acercarse, mediante los planos orientados, vistas interiores, detalles, e incluso fotos de maquetas, al movimiento solar (*tiempo*), y sus efectos sobre el color del interior. Lo que servirá como guía para la propuesta final.

El *cuarto capítulo* nace del interés por *experimentar con la luz natural y el color*. Como he mencionado antes, el color nace de la subjetividad, por lo tanto, para adentrarnos en él, hace falta poner a prueba la propia subjetividad mediante una propuesta apoyada en el análisis del espacio tridimensional, la entrada de luz y los trayectos solares.

De este modo la tesina parte del color pictórico y la incidencia de la luz sobre éste como plano, para acercarse gradualmente al color arquitectónico, sobre el que la luz actuará de forma cambiante, en tres dimensiones.



NOCIONES TEÓRICAS

CAPÍTULO I

Los contrastes del color

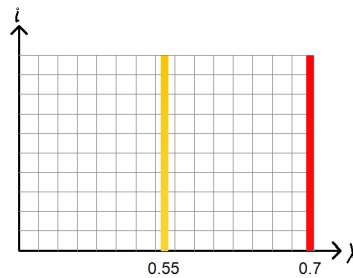
Los seres humanos tenemos la capacidad de detectar y registrar los fenómenos que ocurren a nuestro alrededor a través de los sentidos. A dicha capacidad la llamamos **percepción**.

La percepción visual humana está basada en la existencia de **contrastos en el color**.

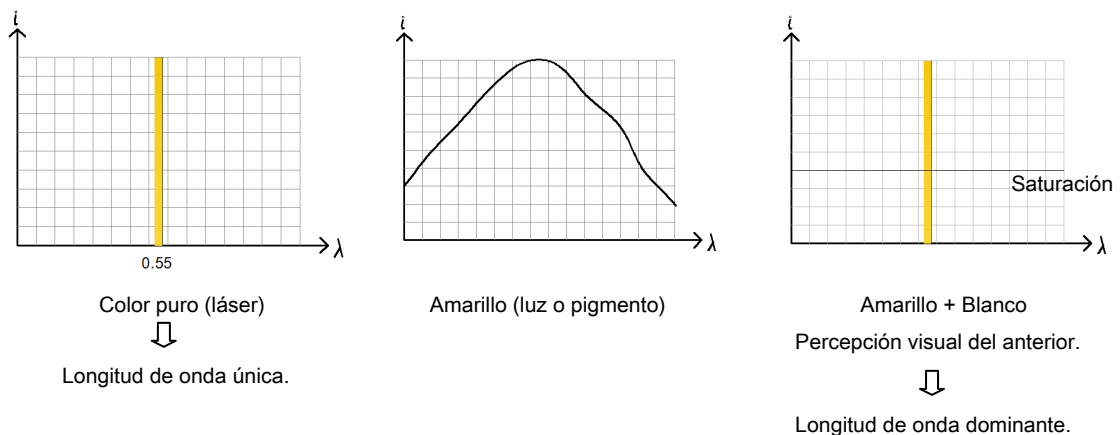
Un **contraste** es la relación de diferencia aparente entre dos o más partes del campo visual, vistas al mismo tiempo o como una secuencia de eventos¹.

Los colores pueden establecer entre sí diferentes tipos de contrastes:

Negando su similitud con el resto de los colores a su alrededor tendríamos un **contraste de color en sí**. El *color en sí* es el atributo que describe una sensación en la retina que difiere de las otras².



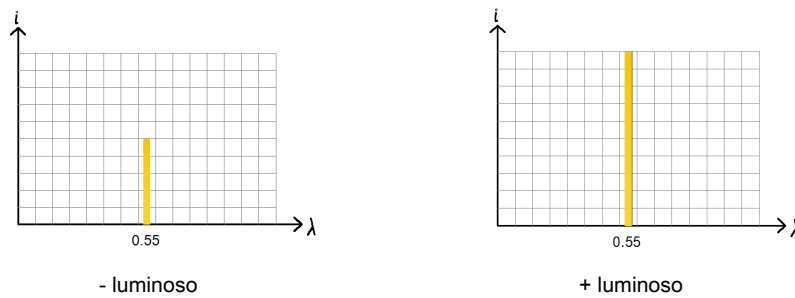
El **contraste de calidad** o de gradación es aquel en el que los colores van de muy saturados a poco saturados. Entendiendo por *saturación*, el grado de pureza de un color.



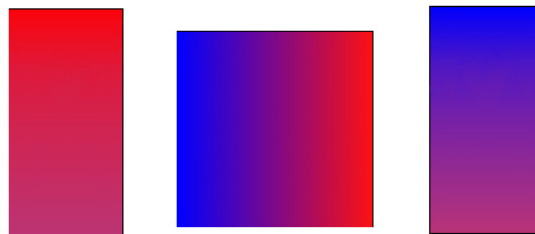
¹ Baker N. Franchiotti; A. Stemerik K.: "Daylighting Architecture, an european reference book"; Ed. James and James, Bruselas y Luxemburgo, 1993, pp. 2.3

² Michael, Lou: "Light: The shape of space, design with space and light"; Ed. John Wiley and Sons inc., U.S.A., 1996, pp. 89.

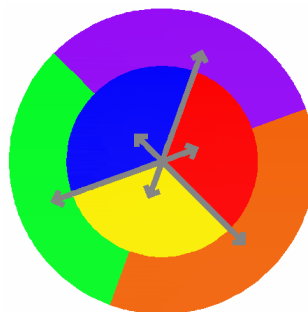
La *intensidad* es la sensación subjetiva de reflectancia o brillo¹; la apariencia luminosa u oscura de un color. Y da lugar al **contraste de claro-oscuro**.



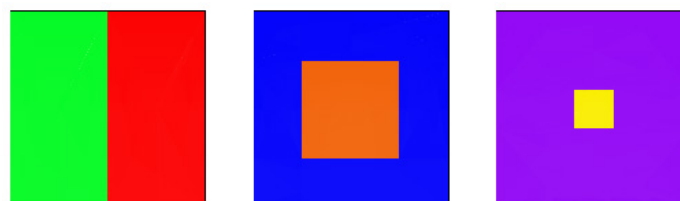
Los colores también nos producen una sensación subjetiva de calidez o frialdad, de lo que surge el **contraste cálido-frío**.



El **contraste de complementarios** es entre aquellos colores que están opuestos en el círculo del color y cuya mezcla daría como resultado un gris neutro.

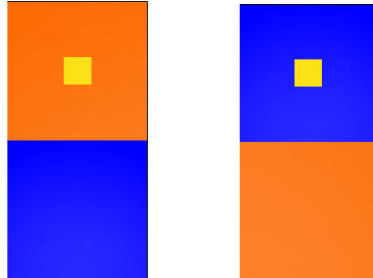


Los colores también pueden relacionarse según su cantidad, dependiendo de las características de cada uno, en lo que llamamos **contraste de cantidad**. Este puede darse también entre complementarios.



¹Baker N. Franchiotti; A. Stemerik K.: "Daylighting Architecture, an european reference book"; Ed. James and James, Bruselas y Luxemburgo, 1993, pp. 2.4.

El **contraste de vecindad** refleja la proximidad o lejanía espacial entre los diferentes colores formando una composición cromática.



Tenemos así tres contrastes de naturaleza *ondulatoria* (color en sí, claro-oscuro y calidad), que describen la luz como una onda, y que pueden aplicarse tal cual a otros tipos de onda (por ejemplo, en el caso del sonido, tenemos, respectivamente, la altura, la intensidad y el timbre).

Luego vienen dos contrastes *energéticos* (cálido-frío y complementarios), que derivan directamente del "balance de blancos" realizado continuamente por el ojo humano buscando sus referencias.

La descripción completa de una escena cromática precisa, finalmente, dos contrastes *espaciales* (cantidad y vecindad)¹.

Los siete contrastes así definidos permiten una discusión ágil y abierta de cualquier situación cromática. Cabe señalar, sin embargo, que no agotan el problema descriptivo planteado por la visión humana. Así, existe otro punto de partida, desde la geometría clásica, cuyo parámetro fundamental sería la **agudeza visual**, que mide la capacidad de distinguir detalles mínimos a una distancia determinada². Tal descripción nos llevaría directamente a los difíciles problemas de perspectiva y a la propiedad visual del **escorzo**³. En el presente estudio, no obstante, no necesitaremos apoyarnos en la geometría descriptiva, e intentaremos más bien discutir el problema del color de forma autónoma, a partir de los siete contrastes cromáticos.

¹ Ver Beckers, Benoît: "Geometría Sensible", Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, junio de 2005.

² Baker N. Franchiotti; A. Stemerk K.: "Daylighting Architecture, an european reference book"; Ed. James and James, Bruselas y Luxemburgo, 1993, pp. 2.6.

³ Ver Beckers, Benoît: "Geometría Sensible", Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, junio de 2005.

Física de la luz

La luz solar se propaga a través del espacio vacío a una gran velocidad y en forma de líneas rectas que llamamos rayos.

El ojo humano sólo puede percibir luz con longitudes de onda aproximadamente entre 380 y 770 nanómetros y manifiesta una mayor sensibilidad a los 555 nm, que traducido a términos del color percibido corresponde a la región *amarilla*. En el caso del rojo, a 700 nm, y del violeta, a 400 nm, la sensibilidad del ojo es muy limitada. (Ver gráfico 1).

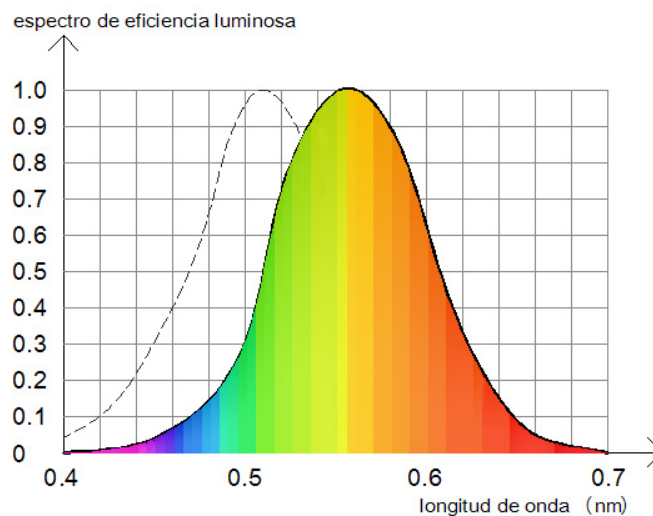


Gráfico 1.- El espectro visible y la percepción del color: visión diurna (línea continua) y visión nocturna, adaptada a baja iluminación (línea discontinua).

El **color de la luz** es la característica que nos permite distinguir entre dos flujos luminosos del mismo tamaño y forma. Y puede alterar nuestra percepción de los objetos, dependiendo de su composición espectral.

El color de las fuentes incandescentes se caracteriza con la temperatura de color, cuyo concepto puede extenderse a fuentes de diferente origen (como por ejemplo, la fluorescencia), mientras éstas no se alejen demasiado del comportamiento de un cuerpo negro ideal.

Las características de la luz emitida por un objeto en combustión dependen de la temperatura de dicho objeto radiante. Como referencia para describir el color de la luz, se utiliza este "cuerpo negro" ideal. (Ver gráfico 2)

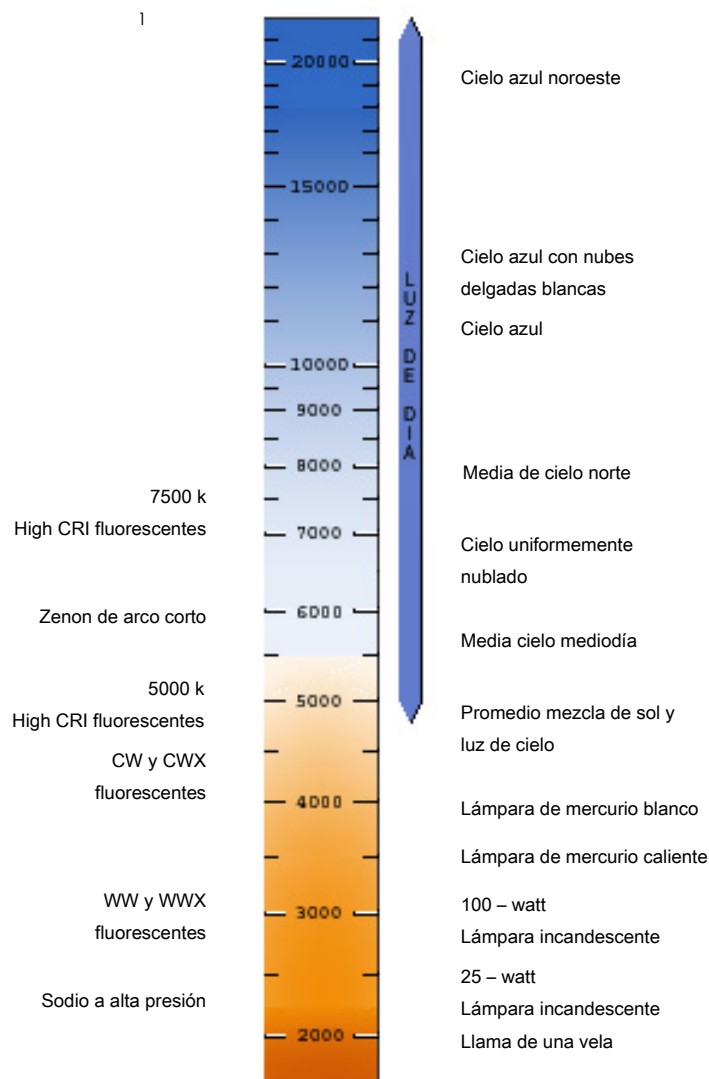


Gráfico 2.- Comparativo de la Temperatura de color (°K) de fuentes naturales y artificiales.

La temperatura de color es pues, un índice que nos permite especificar el color de una fuente de luz.

Por otro lado tenemos, el Índice de Rendimiento del Color, *CRI (Color Rendering Index)*, que es la expresión numérica de una fuente luminosa por el efecto que esta produce en los colores, comparándola con la luz de día, que es la fuente estándar, y tiene un CRI del 100 %, lo que quiere decir, que mantiene los colores exactos. Aunque en la realidad esto puede variar.

El color de la luz es también uno de los parámetros del *confort visual*. A este respecto, la *Ley de Kruithof* propone una relación entre la temperatura de color y el nivel de iluminación o iluminancia, estableciendo una zona de confort visual: *A mayor nivel de iluminación, la temperatura de color ha de aumentar, es decir, hacerse más fría; y por*

¹ Gráfico a partir de : Baker, N., Fanchiotti, A., Steemers, K.: *Daylighting in Architecture, a european reference book*; James and James, Bruselas y Luxemburgo, 1993, cap. 2.7, fig. 9

el contrario, a temperaturas de color menores o más cálidas, el nivel de iluminación ha de disminuir.

Como ejemplo de ello, podemos imaginar un interior en el que tenemos necesidad de un alto nivel de iluminación durante el día: una buena opción sería hacer entrar luz de cielo, ya que su temperatura de color es muy alta y aún en gran cantidad, no es molesta; pero si optamos por colocar una gran cantidad de lámparas incandescentes podemos causar incomfort visual (y también térmico) en los usuarios.

Fuentes de luz natural

La luz natural proviene de una fuente única, el sol, de modo que todas las superficies que la reflejan son fuentes **indirectas**.

Suele llamarse **luz del día** la parte del espectro de energía de radiación electromagnética emitida por el sol que llega a la superficie terrestre después de atravesar la atmósfera¹.

Sin embargo, no toda la luz que llega a la tierra lo hace de la misma forma. Existen muchos factores meteorológicos, estacionales y geométricos que lo determinan y que dan lugar a variantes de la luz de día:

Podemos considerar que la luz del sol es la componente **directa** de la luz del día y la luz del cielo es su componente **difusa**.

La luz **reflejada** por la superficie terrestre, así como por los objetos (edificios) que sobre ella se encuentran, forma la tercera componente.

La iluminación producida por el cielo depende de su luminancia, y varía según el grosor de la masa de aire que la luz del sol ha de atravesar.

Efectos de la luz

Los efectos de la luz sobre los objetos y superficies conforman nuestro mundo visual.

La luz viaja en forma de rayos a través del espacio hasta que choca con la superficie de un objeto. Este fenómeno suele generar una combinación de las siguientes acciones:

1. La luz puede ser *absorbida* por dicha superficie y *transformada en calor*.
2. Puede ser *reflejada* de nuevo hacia el espacio en una dirección distinta a la que traía.
3. Puede ser *transmitida* a través de la superficie hacia el otro lado.

¹ Baker N. Franchiotti; A. Stemerk K.: "Daylighting Architecture, an european reference book"; Ed. James and James, Bruselas y Luxemburgo, 1993, pp. 2.7

La reflexión, es entonces, el porcentaje de luz incidente que se refleja de nuevo hacia el espacio después de chocar con una superficie.

La luminancia es otra de las características más importantes dentro del diseño con luz. La podemos definir como el efecto visual de la luz reflejada sobre una superficie. Esto depende de la capacidad de reflexión de dicha superficie, así como de la cantidad de luz que recibe (Ver tabla 1).

El brillo es la apariencia de luminancia de una superficie viéndola en comparación con otra¹. Por ejemplo, un objeto contra la superficie del fondo. Para dicha comparación se utiliza el radio de luminancia.

La reflectancia (así como la luminancia) depende del ángulo de incidencia y de las características de la superficie. El color es una característica importante, ya que cada uno presenta una capacidad de reflexión distinta: algunos tonos de blanco reflejan alrededor del 85% de la luz que reciben; un gris muy oscuro refleja solo el 14%, e incluso el negro refleja alrededor del 4%, es decir, que entre 14 y 85 varía el porcentaje de reflexión para los tonos grises y los colores².

3

Material	Reflectancia (%)	Cielo nublado 5145	Cielo soleado		
			Altitud solar		
			25° 13620	45° 25930	80° 32480
Pasto verde	6	309	816	1557	1948
Aqua	7	360	953	1797	2274
Asfalto	7	360	953	1797	2274
Tierra húmeda	7	360	953	1797	2274
Pizarra (verde oscuro)	8	411	1091	2075	2600
Grava	13	669	1770	3372	4222
Pavimento de grandolita	17	875	2315	4407	5522
Sulfato de cobre, arenisca	18	926	2452	4665	5848
Macadán	18	926	2452	4665	5848
Vegetación (promedio)	25	1286	3403	6483	8119
Cemento	27	1389	3677	7001	8670
Tabique rojo	30	1543	4082	7779	9744
Concreto	40	2058	5447	10372	12993
Mármol blanco	45	2315	6126	11669	14615
Pintura (blanca) - vieja	55	2830	7488	14262	17836
- nueva	75	3859	10211	19448	24360
Nieve - vieja	64	3293	8712	16594	20786
- nueva	74	3807	10077	19187	24037

Tabla 1.- Luminancia (cd/m²) de materiales bajo diferentes condiciones de cielo.

¹ Michael, Lou: "Light: The shape of space, design with space and light"; Ed. John Wiley and Sons inc., U.S.A., 1996, pp. 12.

² Michael, Lou: "Light: The shape of space, design with space and light"; Ed. John Wiley and Sons inc., U.S.A., 1996, pp. 35.

³ Datos a partir de : Baker, N., Fanchiotti, A., Steemers, K.: Daylighting in Architecture, a european reference book; James and James, Bruselas y Luxemburgo, 1993, cap. 2.11.

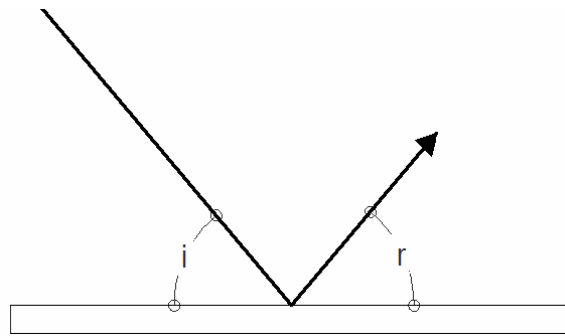
Otro factor que cambia la naturaleza de la luz reflejada es la *textura* de la superficie con la que choca. Podemos hablar, en general, de tres tipos de reflexión que dependen de esta característica:

La **reflexión especular** es la generada por una superficie altamente pulida, en la que un porcentaje mínimo de la luz es absorbido y un *gran porcentaje es reflejado de nuevo hacia el espacio en una misma dirección y del mismo lado de la superficie.*

$$i = r$$

i = ángulo de incidencia

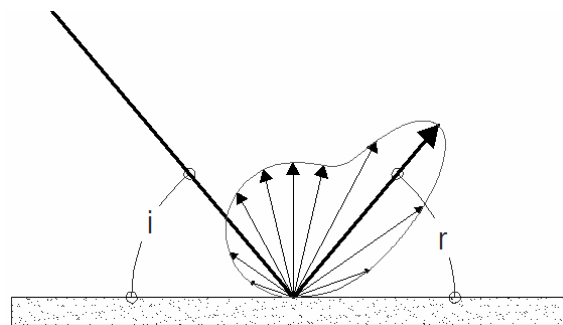
r = ángulo de reflexión



Reflexión Especular

Superficie pulida

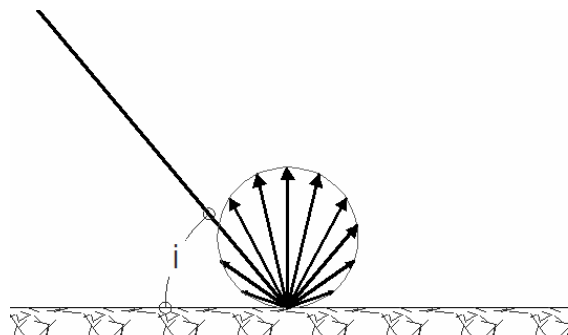
La reflexión **semi-difusa** es aquella que genera una superficie brillante (que puede parcialmente reflejar imágenes) en la que *los rayos de luz incidente son disturbados de forma moderada.*



Reflexión Semi-difusa

Superficie brillante

La reflexión **difusa** tiene lugar sobre una superficie mate en la que *la luz es reflejada en todas direcciones.*



Reflexión Difusa

Superficie mate.

La textura y el brillo de una superficie están muy relacionados.

Cuando la luz se encuentra con una superficie altamente texturizada se produce un contraste de luces y sombras, que depende del tamaño del grano y de la densidad del material.

El aumento o disminución de brillo es proporcional a los efectos de sombra generados por la granulometría de la superficie¹.

Sin embargo, cuando una superficie es vista desde diferentes ángulos de inclinación, se percibe como un gradiente de textura.

El brillo dependerá de la inclinación de la superficie con respecto a la fuente de luz.

Luz dentro del espacio

La luz de día que penetra por las aberturas de los edificios proviene entonces de la combinación de tres fuentes: iluminación difusa de la bóveda celeste, iluminación directa del sol, e iluminación reflejada, tanto por la superficie terrestre como por otras superficies iluminadas naturalmente².

Para controlar la cantidad de luz ambiental en un interior deben manipularse varios aspectos, tales como las superficies horizontales y verticales (fachadas) alrededor del edificio, su tamaño, color, textura, etc.; así como también diseñar cuidadosamente la geometría, ubicación y orientación de las aberturas.

Conceptos perceptivos complementarios

Según la teoría de percepción de James J. Gibson³, existe un *mundo visual* y un *campo visual*.

El *mundo visual* "son todos los objetos sólidos y las superficies vistas por el observador; se extiende en distancia y se modela en profundidad, es recto, estable, sin bordes; tiene color, está iluminado, tiene sombras, texturas; está compuesto por superficies, límites, formas, interespacios, todo ello dispuesto con un orden y una intención".

Un simple punto de observación de este mundo visual es lo que Gibson llama *campo visual*. El cual "tiene bordes, aunque no se distinguen, y la escena está limitada a contener únicamente lo que se ve cuando se fijan los ojos en un punto. Desde este punto estático, el campo se cierra y detalla en el centro, y progresivamente pierde detalle cerca de la visión periférica hasta que los bordes hipotéticos establecen sus límites"⁴.

¹ Michael, Lou: "Light: The shape of space, design with space and light"; Ed. John Wiley and Sons inc., U.S.A., 1996, pp. 40.

² Baker N. Franchiotti; A. Stemerck K.: "Daylighting Architecture, an european reference book"; Ed. James and James, Bruselas y Luxemburgo, 1993, pp. 2.3

³ Baker N. Franchiotti; A. Stemerck K.: "Daylighting Architecture, an european reference book"; Ed. James and James, Bruselas y Luxemburgo, 1993, pp. 2.3

⁴ Baker N. Franchiotti; A. Stemerck K.: "Daylighting Architecture, an european reference book"; Ed. James and James, Bruselas y Luxemburgo, 1993, pp. 2.3

Conclusiones

Nuestra percepción del mundo visual es el resultado de la emisión de luz sobre pigmentos y texturas, que al reflejar, absorber o transmitir dicha luz, cambian en apariencia.

De esto podemos deducir que el proceso de la visión está integrado por tres elementos principales:

- La luz emitida
- El mundo de los objetos
- El ojo que contempla

Sin embargo, este último punto está condicionado por tres factores determinantes, que son:

- La fisiología del ojo humano
- La psicología de la percepción
- La cultura

Cada uno de ellos con fuerte influencia en este proceso, ya que abarcan los tres aspectos que pueden alterar o influenciar nuestra visión del mundo: el físico, el psicológico y el del entorno.

Observaciones finales

Hasta ahora solo hemos abordado el color en dos dimensiones, el color pictórico. Nos queda entonces apoderarnos del espacio y del tiempo, campos de la arquitectura y del interiorismo.

El siguiente capítulo nos ubicará en el primero de éstos dos campos, al recorrer interiores en los que la luz natural entra en contacto con el color y la textura de los materiales.

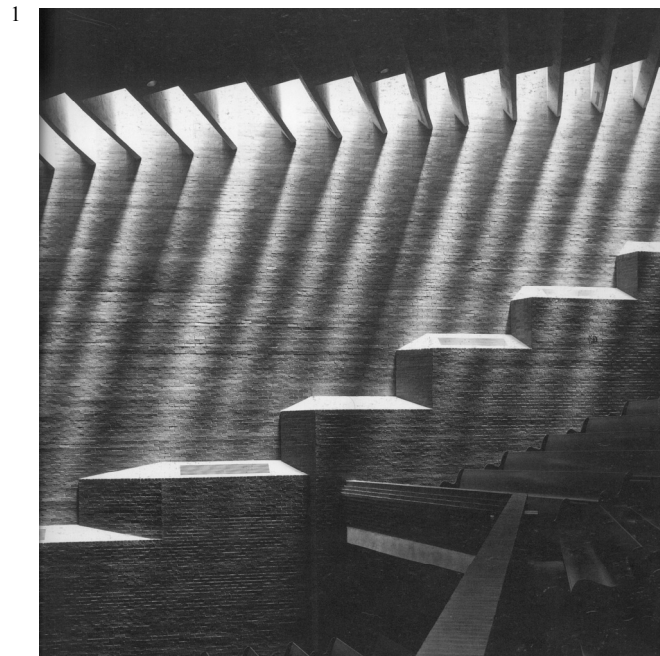
En esa visión rápida, nos será especialmente útil retomar el tema de *los siete contrastes de color*, así como el de *los efectos de la luz*, expuestos en este primer capítulo, para poder describir con claridad los fenómenos observados en cada espacio.



RECORRIDO POR EL COLOR

CAPÍTULO 2

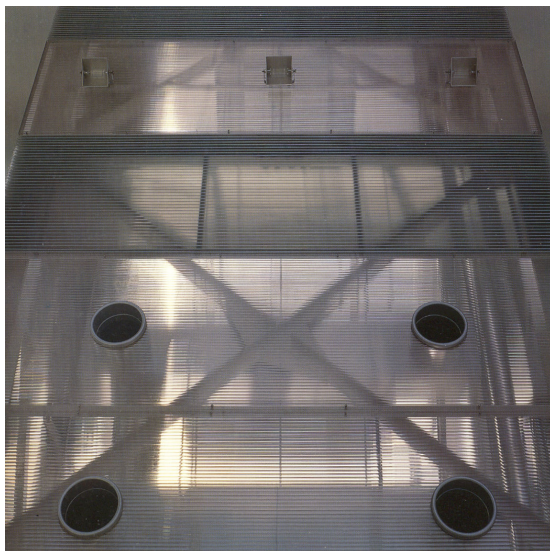
1. *Luz, espacio y materia...*



INTERDENOMINATIONAL CHAPEL, PAUL RUDOLPH. ▲

El paso de luz a través de las pérgolas genera juegos de sombras que resaltan y enriquecen la textura de la superficie.

2



▲ SAISYUNKAN SEIYAKU WOMEN'S DORMITORY,
KAZUYO SEJIMA. JAPON, 1991.



▲ ITM BUILDING, TOYO ITO, MATSUYAMA, 1993.

La transparencia u opacidad de los materiales condicionan la entrada de luz, y la textura, los efectos, que en este caso son refracción y reflexión.

¹ IMÁGENES: MILLET, MARIETTA: LIGHT REVEALING ARCHITECTURE; ED. VAN NOSTRAND REINHOLD, U.S.A., 1996.

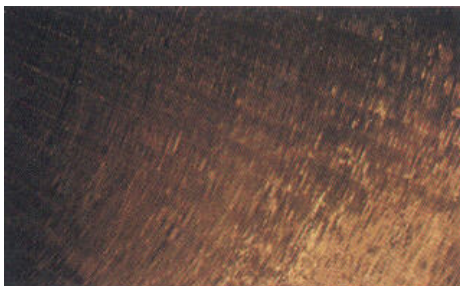
² IMÁGENES: PLUMMER, HENRI: LIGHT IN JAPANESE ARCHITECTURE; ED. REVISTA A+U, JAPON, 1995, pp. 36, 37.

2. *Color y textura*

3



TEMPELIAUKIO CHURCH, TIMO Y TUOMO SUOMALAINEN, HELSINKI, 1968-69. ▲



La luz enfatiza el contraste entre los materiales (roca y cobre). En la roca se produce también un contraste de calidad generado por las diferencias cromáticas del material. En el caso del cobre existe a su vez un contraste de claro oscuro entre las zonas que reflejan luz y las que quedan en la oscuridad.

³ IMÁGENES: MILLET, MARIETTA: LIGHT REVEALING ARCHITECTURE; ED. VAN NOSTRAND REINHOLD, U.S.A., 1996, pp. 68.

3. *Color material*

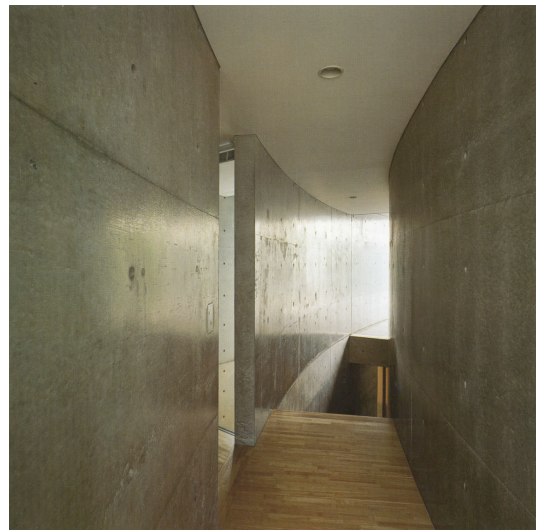
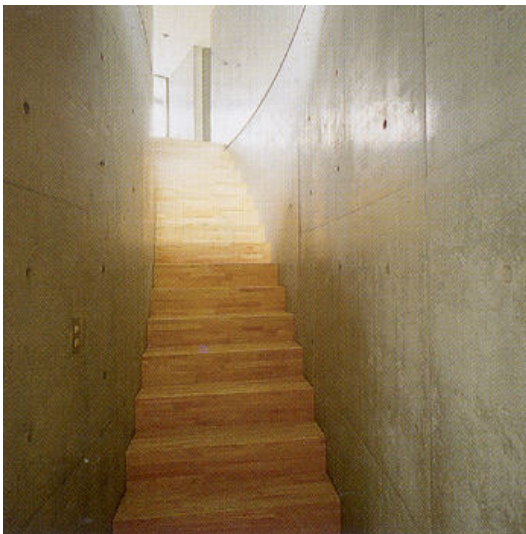
4



MIYASHITA HOUSE, KOBE, TADAO ANDO, 1992. ▲

La entrada de luz está controlada por medio de una membrana que la difumina y matiza su color.

Un contraste cálido-frío puede percibirse entre los elementos centrales (suelo, filtro y plafón) que manejan tonos cremas, madera y naranjas; y los muros laterales cuyo color es el de los bloques de hormigón.



ITO HOUSE, TADAO ANDO, TOKYO, 1990. ▲ ▶

Los efectos de luz resaltan y moldean las formas arquitectónicas, así como los materiales. El color es el propio de cada material.

⁴ IMÁGENES: PLUMMER HENRI: LIGHT IN JAPANESE ARCHITECTURE; ED. REVISTA A+U, JAPON, 1995, pp. 30, 31, 43.

4. *Color en sí*

5



Contrastes de *claro oscuro* y de *color en sí* pueden observarse en este interior.

La luz entra y choca contra el muro revelando su forma y su color. El resto permanece en un ambiente de penumbra que resalta tal efecto.

SHINOHARA HOUSE, KAZUO SHINOHARA, YOKOHAMA, 1984.



SHINO HOUSE, KAZUO SHINOHARA, YOKOHAMA, 1984. ▲

La luz puede desdibujar el contorno de algunas superficies y hacer resaltar el de otras, esto dependiendo de sus características físicas y la distancia a la fuente. Una textura pulida puede provocar efectos visuales que aparentan la continuidad del espacio.

⁵ IMÁGENES: PLUMMER HENRI: LIGHT IN JAPANESE ARCHITECTURE; ED. REVISTA A+U, JAPON, 1995, pp. 90-97, 226.

5. *Luz de color*

6



WATER TEMPLE, TADAO ANDO, AWAJI ISLAND, 1991. ▲ ▶

La luz se colorea al pasar a través de las celosías y reflejarse en las superficies (reflexión difusa). Lo que nos hace percibir el ambiente con un color predominantemente rojo.

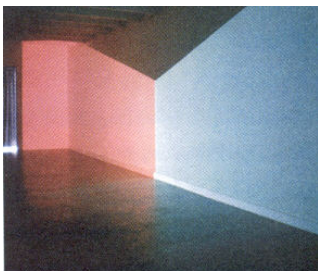
⁶ IMÁGENES: PLUMMER HENRI: LIGHT IN JAPANESE ARCHITECTURE; ED. REVISTA A+U, JAPON, 1995, pp. 159.

6. *El Color Esencial, Adrian Schiess.*

7



RICOLA MARKETING BUILDING LAUFEN, HERZOG AND DE MEURON CON LA COLABORACIÓN DE ADRIAN SCHIESS, 1998. ▲
La luz natural llega al interior coloreada a través de filtros de cristal tintado.



▲
VIDEOS, ADRIAN SCHIESS, 1996-98,
VILLA ARSON, NIZZA, 2000.



▲
MALEREI/PAINTING, ADRIAN
SCHIESS, BIGNAN, 1992.

"Adrian Schiess es un pintor cuya contribución a la arquitectura es el color en cualquier manifestación concebible..."

"...la intención básica de su arte es la explotación del color en su capacidad de ser superficie, volumen, espacio y tiempo".

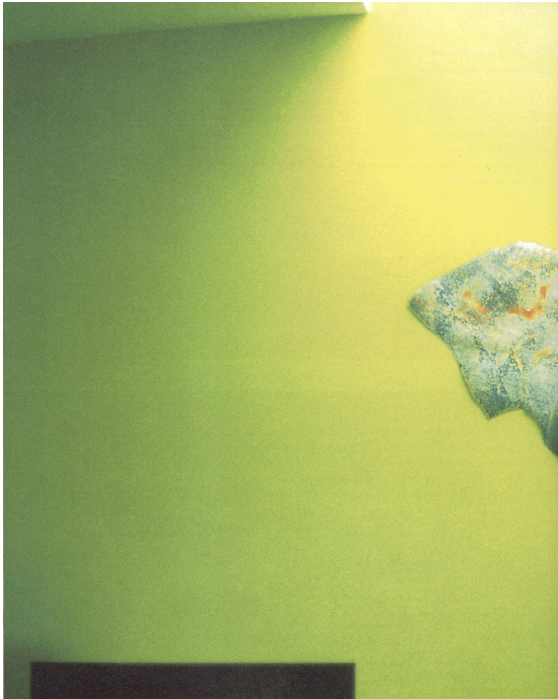
Max Wechsler



RICOLA MARKETING BUILDING LAUFEN, HERZOG AND DE MEURON CON LA COLABORACION DE ADRIAN SCHIESS EN EL MANEJO DE COLOR, 1998. ▲

⁷ IMÁGENES: WESLER, MAX: ADRIAN SCHIESS – COLOUR SPACES, CO-OPERATION WITH THE ARCHITECTS HERZOG AND DE MEURON AND GIGON/GUYER 1993-2003; ED. QUART VERLAG LUZERN, HEINZ WIRZ, SUIZA, 2004, pp. 11, 13, 15, 18 Y 19.

8



CASA EN ZURICH, GIGON/GUYER CON ADRIAN SCHIESS, 2003. ▲

Tanto la luz como la sombra pueden cambiar la apariencia de un color, generando un contraste de calidad y de clarooscuro.

CENTRO DEPORTIVO DAVOS, GIGON/GUYER CON ADRIAN SCHIESS, 1996. ▼

El color como experiencia dominante en los interiores, es capaz de jerarquizar, definir, acentuar y dinamizar el espacio, por sí mismo.



⁸ IMÁGENES: WESLER, MAX: ADRIAN SCHIESS – COLOUR SPACES, CO-OPERATION WITH THE ARCHITECTS HERZOG AND DE MEURON AND GIGON/GUYER 1993-2003; ED. QUART VERLAG LUZERN, HEINZ WIRZ, SUIZA, 2004, pp. 26-30, 62.

Observaciones finales

Este capítulo es ya un acercamiento al espacio interior, sobre el que la luz actúa. Y un recorrido que nos lleva a través de distintas formas de asumir el color en la arquitectura. Iniciando con la del *claro-oscuro*, donde se usa principalmente la luz y la sombra, buscando efectos sobre los materiales. El color en estos casos es marginal, secundario, ante el dominio de las texturas. La selección cromática está dada por los materiales, haciendo presentes el contraste de calidad y el cálido frío. En éste último ubicamos varios proyectos de Tadao Ando en los que contraponen la calidez de la madera a la frialdad del concreto.

Siguiendo con el recorrido de imágenes, aparece abruptamente el contraste de color en sí. Kazuo Shinohara y Tadao Ando proponen en sus interiores poca variedad y gran intensidad de color; ya sea usándolo como remate visual, o inundando con él todo el espacio.

En los proyectos de Le Corbusier, uno de los cuales analizaremos próximamente, también existe esta relación autónoma de los colores en los que, con excepción de los efectos generados por la luz, no existen gradaciones.

Finalmente tenemos los proyectos que el pintor Adrian Schiess hace en colaboración con arquitectos, y en los que trabaja únicamente con color.

Al observar su obra, es obvio el hecho de que no pretende transformar la arquitectura en un lienzo, sino exaltar y explotar su espacialidad.

Schiess utiliza el color tridimensional, se adapta al espacio, pero no se limita a él, sino que busca enriquecerlo proponiendo un segundo juego volumétrico que aporte una nueva experiencia perceptiva. Esto lo hace valiéndose del color como *elemento esencial*, completo en sí mismo, con la versatilidad de transformarse infinitamente, y la capacidad de ser ordenador, ambientador y motivador de este juego espacial.

Este recorrido por el color en los interiores sólo nos ha mostrado el espacio a través de fotografías, por tanto, ha sido limitado y carente de más información que nos permita comprenderlo en su totalidad, así como los fenómenos que en él observamos. Podemos decir que se ha mostrado *un espacio instantáneo, desde la subjetividad del punto de vista*.

En el siguiente capítulo, analizaremos tres proyectos ya en el tiempo, a partir de las trayectorias solares, lo que nos permitirá tener una visión más clara y objetiva de los efectos presentes en el interior y las causas que los originan.



TRES PROYECTOS EJEMPLARES

CAPÍTULO 3

Introducción a los trayectos solares

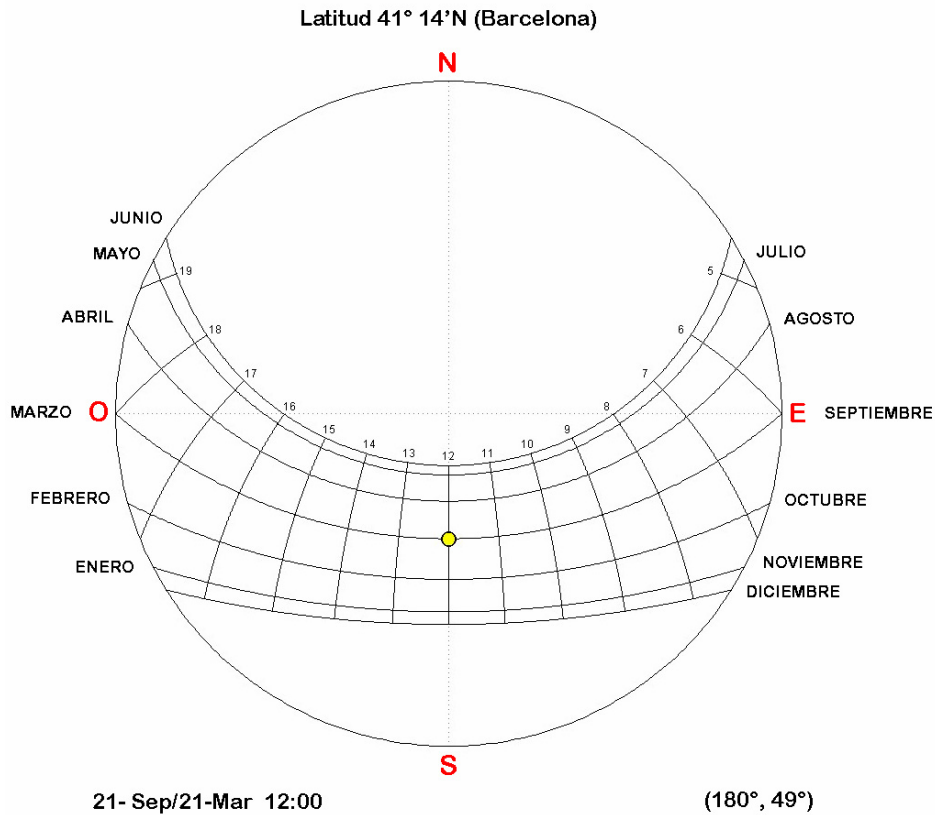


Gráfico 1. Proyección estereográfica de Barcelona

La *proyección estereográfica* es la herramienta que nos permite visualizar de forma clara y rápida el recorrido del sol durante todo el año, a una latitud determinada.

Podemos dividir el círculo que representa el horizonte en dos ejes imaginarios, uno vertical y otro horizontal. Las curvas centradas sobre el eje vertical, corresponden a los meses del año y aquellas que las atraviesan ortogonalmente, marcan las horas solares (desde el alba hasta el crepúsculo). La curva del mes de Junio, corresponde también a la del *solsticio de verano*; la de Marzo y Septiembre, a los *equinoccios*; y finalmente, la del mes de Diciembre, al *solsticio de invierno*.

El estudio de las proyecciones estereográficas aquí presentado se ha realizado con el software Heliodon, desarrollado por Benoit Beckers y Luc Masset¹, que agrega la opción interactiva y posibilita el estudio del comportamiento solar de cualquier lugar del mundo.

¹ "Heliodon" (Versión 1, año 2004), disponible en la siguiente página: <http://www.upc.edu/aie>.

Luz coloreada por reflexión difusa.

“El gran arte está hecho con medios sencillos, repitámoslo incansablemente.” *Le Corbusier.*



Interior de la Capilla del Santo Sacramento y el altar principal.



Interior de los altares personales iluminados por tres cañones de luz.

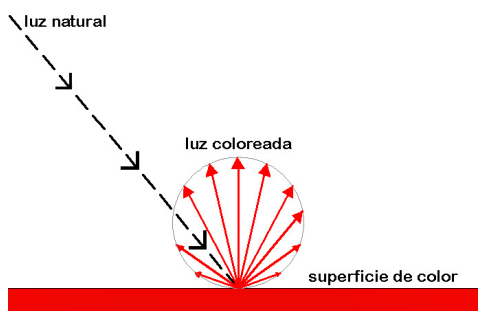


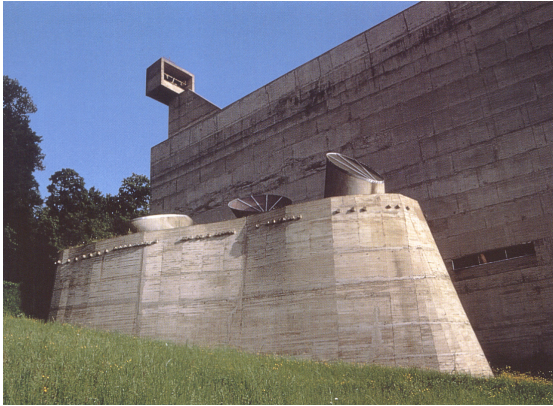
Gráfico 1.- Luz coloreada por reflexión difusa.

La Iglesia del Monasterio de Santa María de la Tourette (Le Corbusier) es un claro ejemplo del diseño con luz que busca una interacción directa con el color, mediante el fenómeno de reflexión difusa (Ver gráfico 1). Sin embargo, este efecto solo puede ser percibido en condiciones de luz muy controladas, ya que una luz excesiva ocasionaría una pérdida de saturación en los colores.

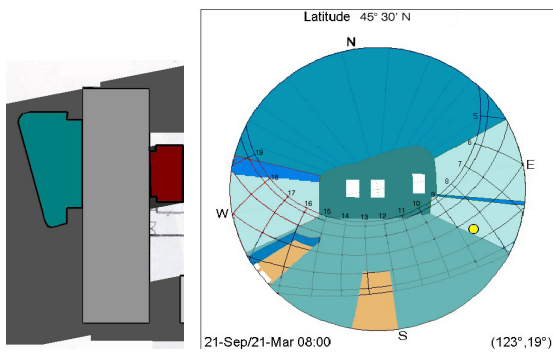
En la capilla del Santo Sacramento, tres contrastes saltan a la vista: el *contraste de color en sí* entre rojo, amarillo y azul, que también diferencia los planos y las formas; al mismo tiempo se produce un *contraste de claro-oscuro* entre la penumbra del ambiente y las manchas de luz. El tercero es un *contraste de calidad* que diluye los colores en la luz blanca del cielo norte.

Esta luz, cuya temperatura de color es de aproximadamente 8 000° K, hace que percibamos los colores y el espacio, más azulados y fríos.

En las fotografías, podemos observar cambios de intensidad en los colores, que varían según el ángulo de observación y la ubicación de la entrada de luz, teniendo incluso zonas en las que el color llega a perder todos sus atributos. Y que coinciden con un mayor acercamiento a la fuente.



Vista exterior de la capilla y el muro norte de la iglesia.



Izquierda. Código de color: Capilla del Santo Sacramento (Azul); Nave principal (gris claro); Sacristía (rojo).

Derecha. Estereografía del interior de la Capilla del Santo Sacramento, donde se comprueba que la luz del sol nunca entra directamente por los lucernarios.

La orientación independiente de los lucernarios en la Capilla del Santo Sacramento, así como su diseño formal, manifiestan la intención de introducir luz de cielo y obstaculizar la entrada de luz solar directa; probablemente por cuestiones de confort térmico y ambiental en el área de oración. Además de que el exceso de luz alteraría la percepción de los colores; como en el caso del muro de la sacristía, iluminado por siete lucernarios orientados hacia el sur, cuyo color parece cambiar a lo largo del día. De modo que, en algunos momentos puede verse naranja, al diluirse el rojo de la superficie en la luz amarillenta del sol.

El color rojo del muro pasa mediante reflexión difusa hacia el plafón y hacia el interior de la iglesia, generando contrastes de claro-oscuro y cálido-frío entre la luz coloreada y la penumbra que la circunda.

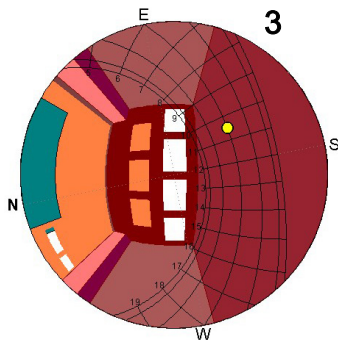
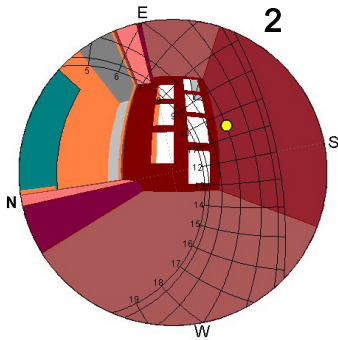
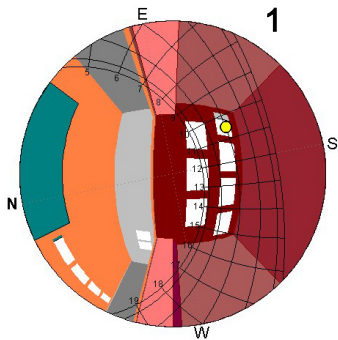
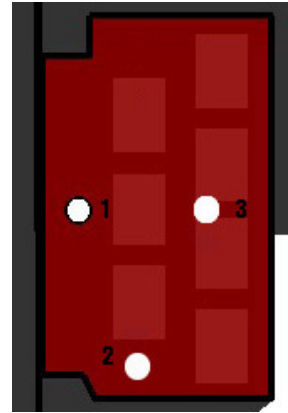
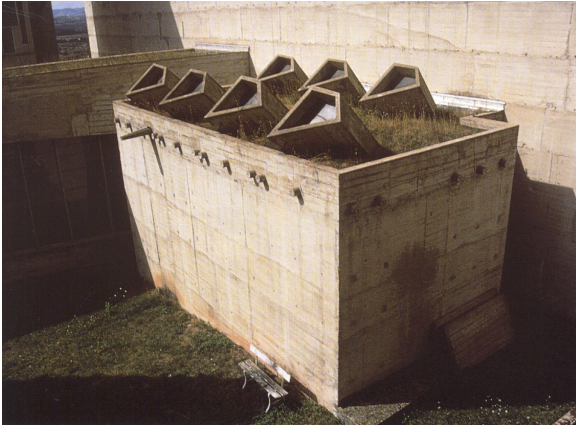


Vista del altar en primer plano y al fondo el acceso a la sacristía.



Vistas del muro de acceso a la sacristía y sus lucernarios.

Análisis Solar de la Sacristía



El manejo de la luz en la Sacristía es muy distinto de las otras zonas de la iglesia, principalmente, porque permite la entrada de luz solar directa.

Las estereografías nos indican el tiempo y el lugar de la entrada de luz. En correspondencia con la planta, que marca los puntos de observación dentro del espacio.

La proyección no. 1 muestra que el sol estará en ese punto en torno a medio día, durante los meses de verano y los equinoccios.

La no. 2 nos indica que en esa zona el sol entra por la mañana y permanece hacia el medio día, principalmente en verano. En el lado opuesto de la planta cambiarían únicamente las horas de sol, siendo siempre de medio día hacia la tarde, durante los meses de verano.

El último gráfico nos dice que en ese punto del interior prácticamente no habrá sol, excepto en los meses de verano, en torno a las nueve de la mañana.



Ventanas de muros laterales y su análisis solar.

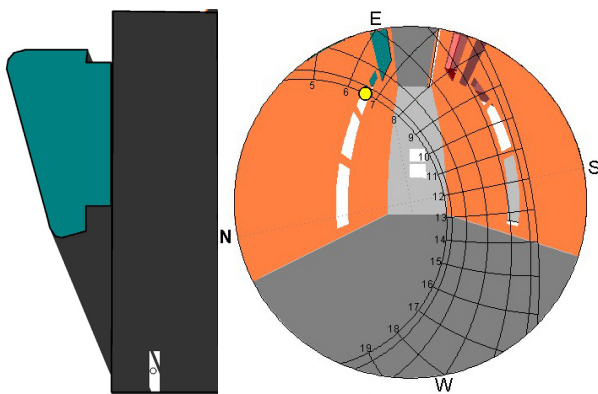


GRAFICO 1. Planta y estereografía que marcan la entrada de luz solar por las aberturas del muro norte, durante los meses de verano.

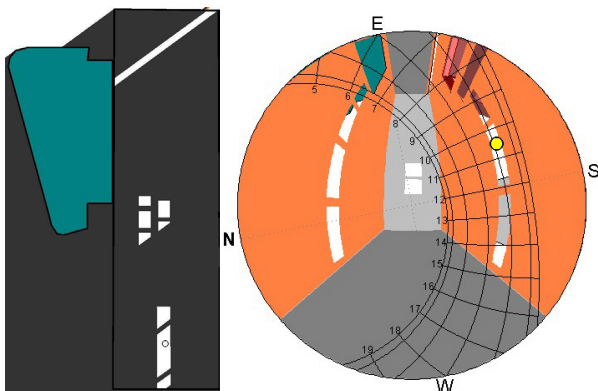


GRÁFICO 2. Planta y estereografía del área central del coro.

En las ventanas horizontales de los muros norte y sur, la luz actuará de forma distinta según la fuente de donde proviene; en el caso del muro norte, la luz proviene únicamente del cielo, con excepción del verano, en el que llega a entrar luz solar muy temprano en la mañana (ver gráfico 1); el resto del año tenemos luz con una temperatura de color más elevada, que hace que los colores parezcan más fríos, aunque, al ser también luz difusa, conservan mayor saturación que en el muro sur, donde la luz directa del sol difumina los colores, haciéndolos parecer más cálidos y, al mismo tiempo, más claros.

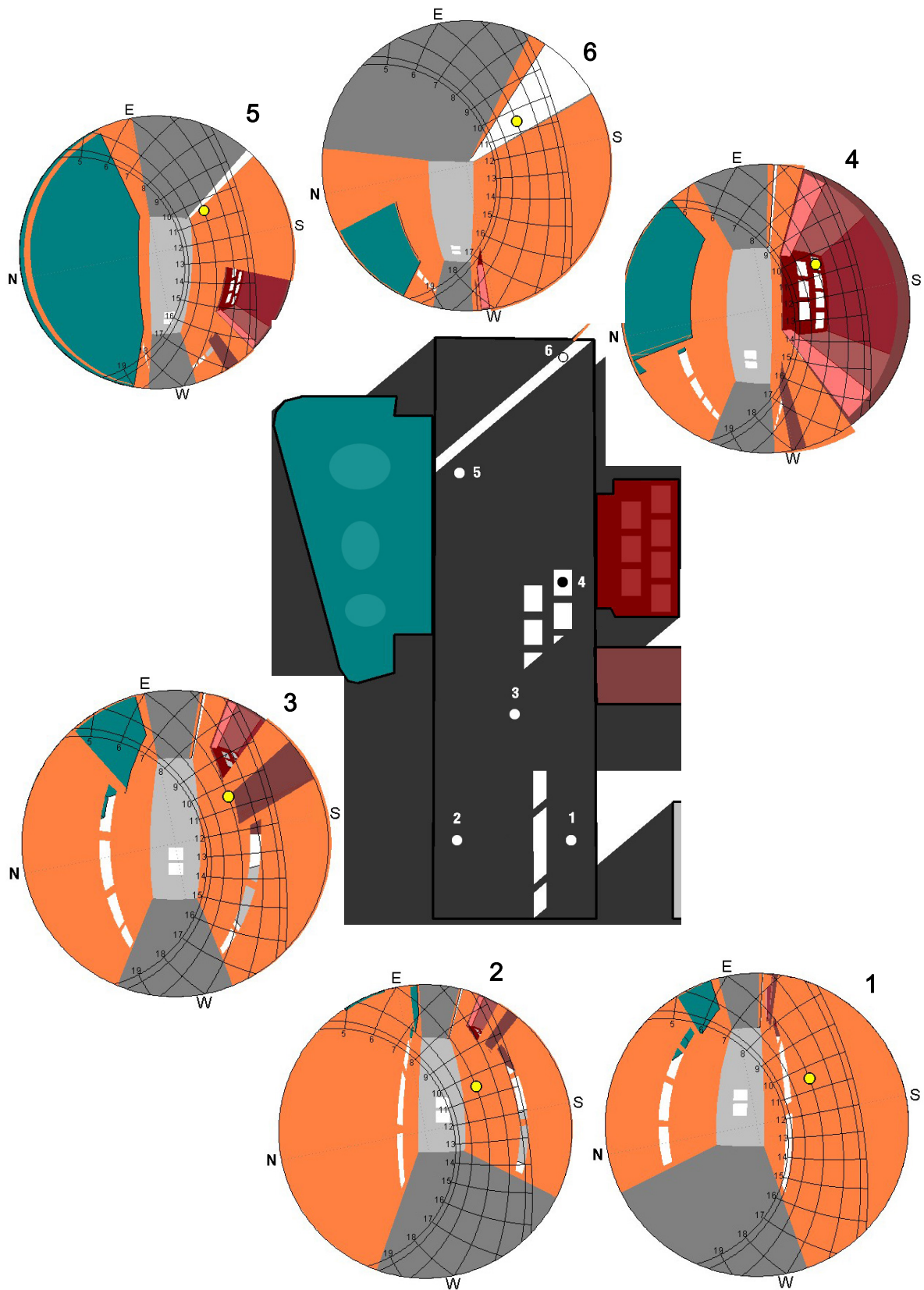
El diseño del vano facilita la entrada de luz durante el verano, cuando el ángulo solar es mayor.

La planta sombreada nos muestra las manchas de luz que el sol genera en el interior. Y la estereografía, el tiempo en que éstas se presentan:

El gráfico 2, hace referencia al área central del coro, en donde tendríamos luz entre los equinoccios y el invierno durante la mañana y parte de la tarde. Con excepción de algunas horas en las que hace sombra el edificio contiguo.

En la página siguiente, hacemos un recorrido por el interior de la nave principal, ubicando en el tiempo los efectos más trascendentes.

Recorrido estereográfico por la nave principal



Análisis solar de la nave principal

El gráfico de la página anterior nos muestra los efectos de la luz solar dentro del cuerpo principal de la iglesia, a través de distintos puntos de observación, ubicados en planta, que hacen referencia a una proyección estereográfica. Esta muestra el tiempo en que la luz solar penetrará en el interior, llegando hasta dicho punto.

El recorrido se inicia en el extremo suroeste (punto 1), a donde la luz llega en los meses de verano, que es cuando el sol sube más cerca del cenit, permaneciendo allí durante la mañana y parte de la tarde.

Después nos movemos hacia el lado norte (punto 2), donde sólo llega luz en el invierno (cuando el ángulo solar es menor y la luz entra a mayor profundidad). Durante la mañana y parte de la tarde.

En esta proyección también es posible comprobar como el sol entra por las aberturas del muro norte en las mañanas de verano.

El tercer punto nos acerca al centro geométrico del espacio, en el que tenemos dos entradas de luz, principalmente: una en las ventanas del muro sur, y otra en los lucernarios de la Sacristía. Desde ambas partes, la luz llega entre los equinoccios y los meses de invierno; en el primer caso, sólo por la mañana, y en el segundo, durante la tarde.

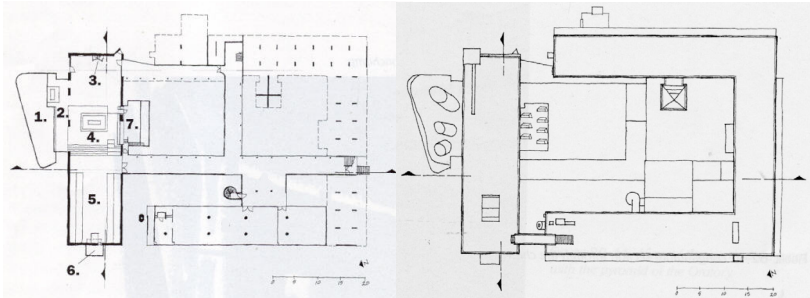
Si nos movemos hacia el acceso de la Sacristía (punto 4), vemos que la principal entrada de luz es a través de sus lucernarios, abarcando desde el verano hasta los equinoccios, siempre en torno a medio día.

En el quinto punto nos encontramos cerca del acceso a la Capilla del Santo Sacramento, donde llegará luz proveniente de los lucernarios de la Sacristía, entre los equinoccios y el invierno, sólo por las tardes. También lo hará por la abertura del muro este durante todas las mañanas del año, con excepción del verano.

El último punto de observación está ubicado en el extremo sureste, donde hay sol todas las mañanas del año.

Referencia:

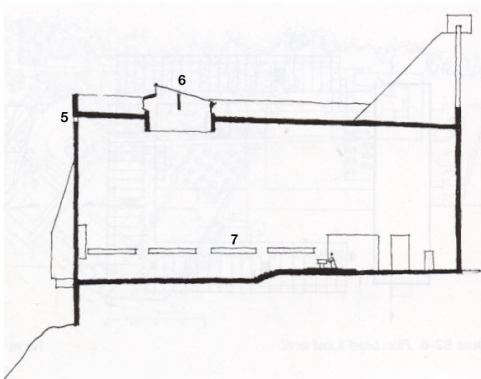
MONASTERIO DE SANTA MARIA DE LA TOURETTE, LE CORBUSIER, EVEUX-SUR-L'ARBRESLE, FRANCIA, 1952-59.



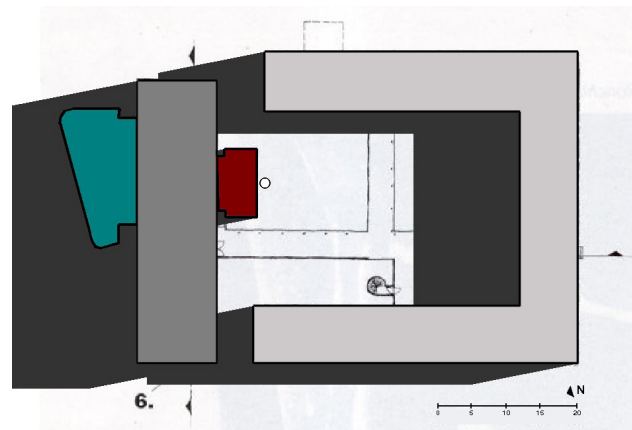
INDICE DE ESPACIOS

1. Altares privados
2. Capilla del Santo Sacramento
3. Confesionario
4. Altar principal
5. Coro
6. Órgano
7. Sacristía

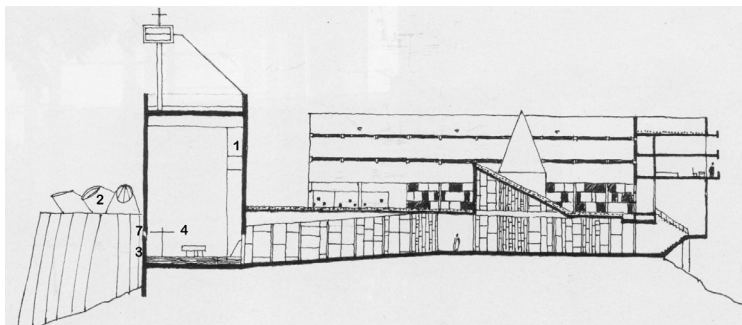
PLANTA ARQUITECTÓNICA Y DE TECHOS



SECCION LONGITUDINAL



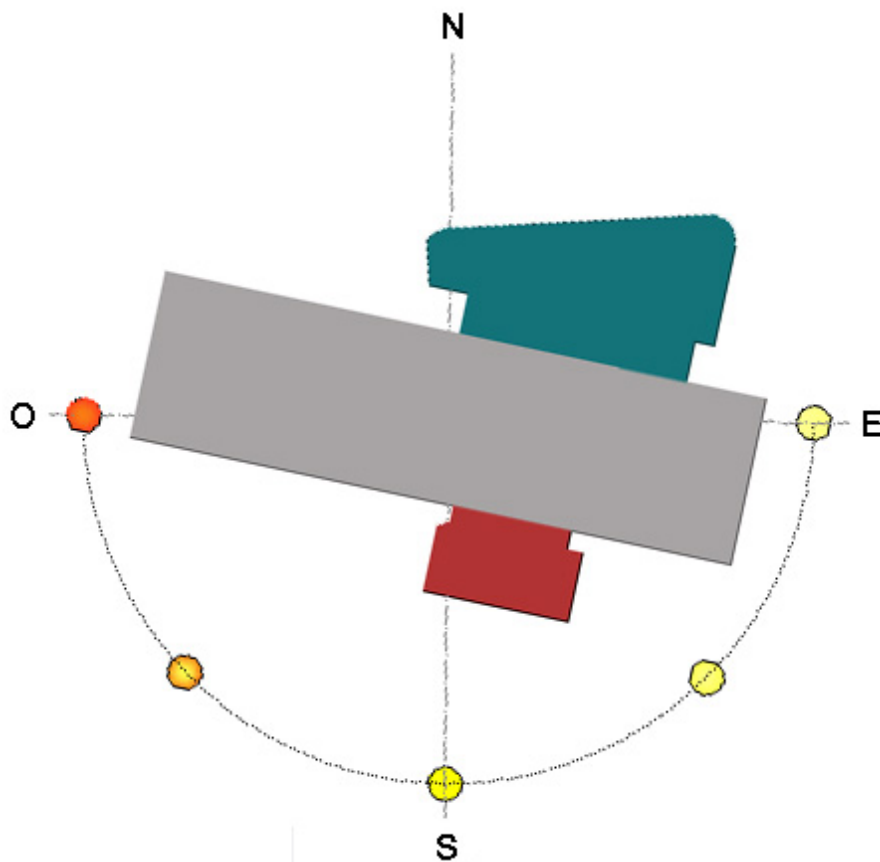
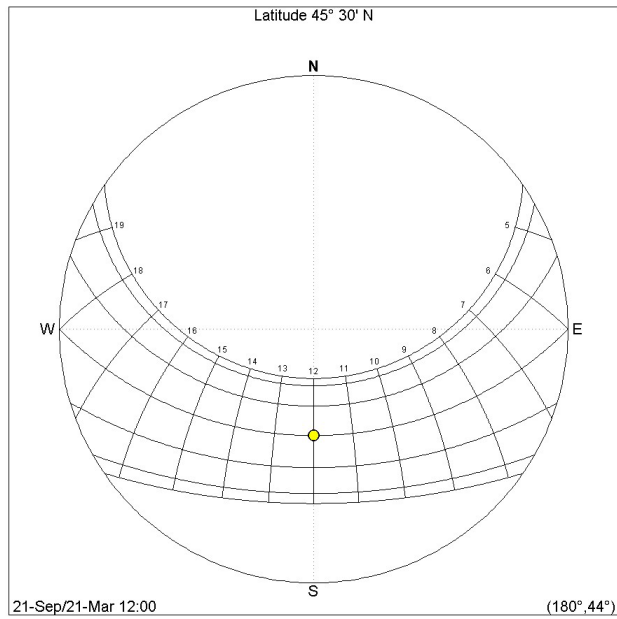
PLANTA SOMBREADA (HELIODON)



SECCION TRANSVERSAL

INDICE DE ABERTURAS

1. Deflector de piso a techo en el muro este.
2. Cañones de luz sobre la Capilla del Santo Sacramento.
3. Aberturas que separan la capilla norte del cuerpo principal.
4. Perforaciones alrededor del confesionario.
5. Abertura en el límite superior del muro oeste
6. Lucernario que ilumina el muro oeste.
7. Aberturas horizontales en los muros norte y sur.
8. Lucernarios de la sacristía orientados al sur.



Luz coloreada por **refracción**. “Colores que se desplazan el en tiempo”.



Vista interior en el área del coro de la capilla.



Volumen del coro.

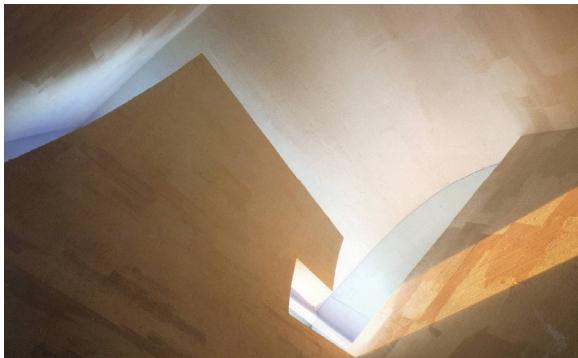


Vista de la Capilla del Santísimo Sacramento

El fenómeno de reflexión difusa, cuyos ejemplos analizamos en la iglesia de la Tourette, está limitado a determinadas condiciones de luz, y es apenas perceptible. Por lo que, en la mayoría de los casos, tiene que combinarse con fuentes alternas de luz artificial. Sin embargo, existen otros métodos más eficaces para lograr que la luz natural se coloree y sea visible claramente. Este es el caso del fenómeno de *refracción*, que se define como, *el cambio de dirección de la luz y su modificación espectral al pasar de un medio a otro de diferente densidad*. Entre la entrada y la salida de la luz por un cristal plano, los cambios de dirección se anulan; razón por la cual una escena observada tras una ventana no se deforma. Sin embargo, un cristal siempre filtra el espectro de la luz, incluyendo el vidrio transparente que no deja pasar los infrarrojos. Un cristal coloreado nos permite seleccionar la banda de frecuencia pasante.

En la Capilla de San Ignacio, de Steven Holl, se combinan ambos fenómenos: el color de la luz se filtra por reflexión y refracción.

La reflexión difusa se impone mediante los muros pantalla o “campos”, ubicados justo frente a las aberturas, que impiden la entrada de luz directa.



Efectos de reflexión y refracción de luz. Capilla de la reconciliación.
(Foto espacio real)



Proyección de luz coloreada por efecto de la refracción.
(Foto maqueta)

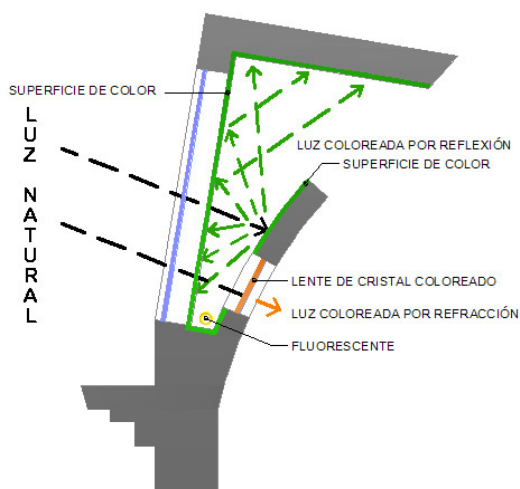


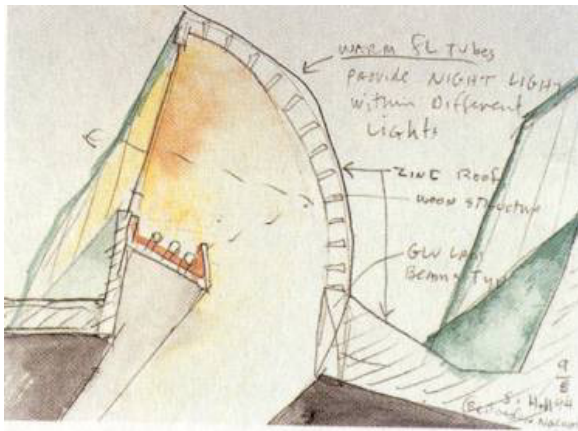
Gráfico 2. Luz coloreada por refracción y reflexión.

La refracción se realiza mediante lentes de cristal coloreado que proyectan luz en el interior.

El color se introduce a través de ellas como un elemento móvil, que nunca permanece estático, sino que va cambiando con el sol, en apariencia y posición.

La reflexión de la luz natural sobre el muro pantalla, cuyo dorso está pintado, hace que ésta se coloree, sin que se vean los pigmentos desde el interior, y esta luz de color es la que se refleja luego sobre las superficies interiores de color gris neutro. Sin embargo, el color parece más intenso y uniforme de lo que este efecto podría generar, debido a que la mayoría de las fotografías son de una maqueta, donde dicha coloración puede ampliarse más fácilmente. En resumen, el primer plano sirve como reflector y aumenta la luminancia del segundo, contrarestando el efecto a contra luz, que tendería a oscurecerlo (Ver gráfico 2).

Al tratar de comprender el origen y la frecuencia de los efectos que vemos en las imágenes, observamos que, los lucernarios de la Capilla están orientados siguiendo la trayectoria solar, es decir, que el sol entra por cada uno de ellos en un momento determinado del día. Por lo que la luz



Criterio general de iluminación natural y artificial.

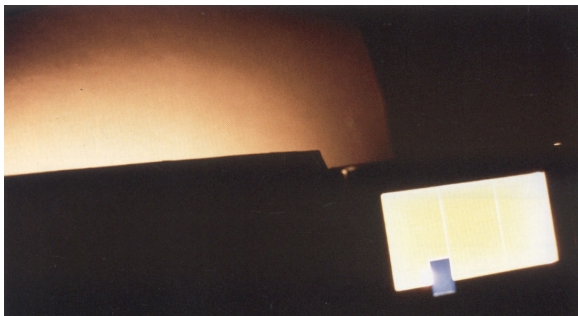


Foto nocturna de maqueta (interior)

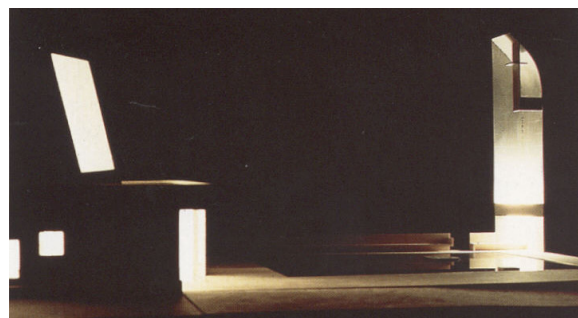


Foto nocturna de maqueta (exterior)

en el interior *no es constante*, sino que depende de la fuente, que puede ser también el cielo o el reflejo de las superficies circundantes.

Los fenómenos de refracción, en los que la luz se proyecta en el interior, se incrementan muchísimo cuando el sol se encuentra justo detrás de la abertura, por lo que, el resto del día el efecto será mucho más tenue; como en el caso de un cielo nublado, que solo proporciona luz difusa.

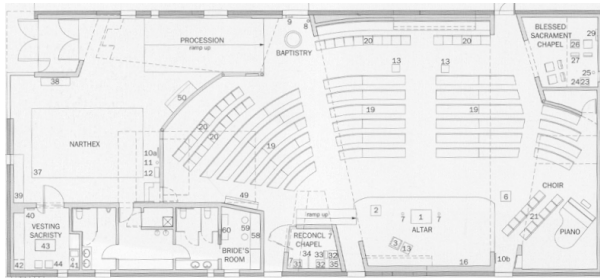
Esta inconstancia de la luz natural hace que, en algunos casos, se opte por combinarla con luz artificial, buscando mayor uniformidad y control.

Otra limitante al trabajar con luz natural, es su duración. Por tanto, es conveniente diseñar una fuente alterna que permita dar continuidad a los efectos planteados, o proponer otros según las necesidades. Pero tomar siempre en cuenta esta transición entre el día y la noche.

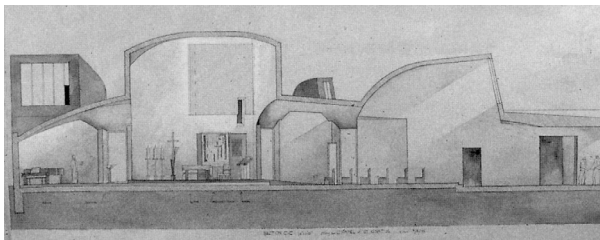
Steven Holl diseña también la luz nocturna, utilizando los mismos principios. El estanque sirve como gran reflector sobre el volumen del campanario y los fluorescentes resaltan el color de lentes y campos.

Referencia:

CAPILLA DE SAN IGNACIO, STEVEN HOLL, SEATTLE, 1994-97.



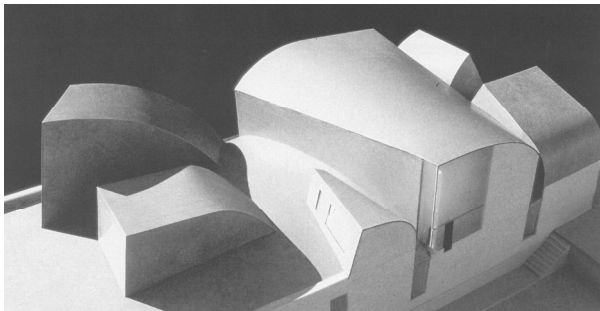
Planta arquitectónica



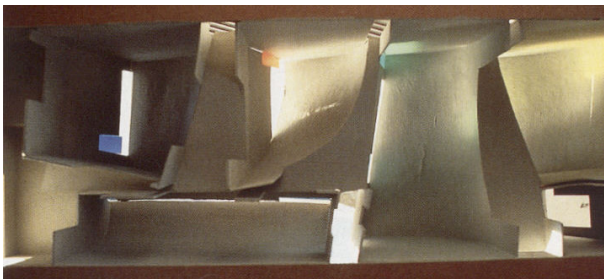
Sección Transversal



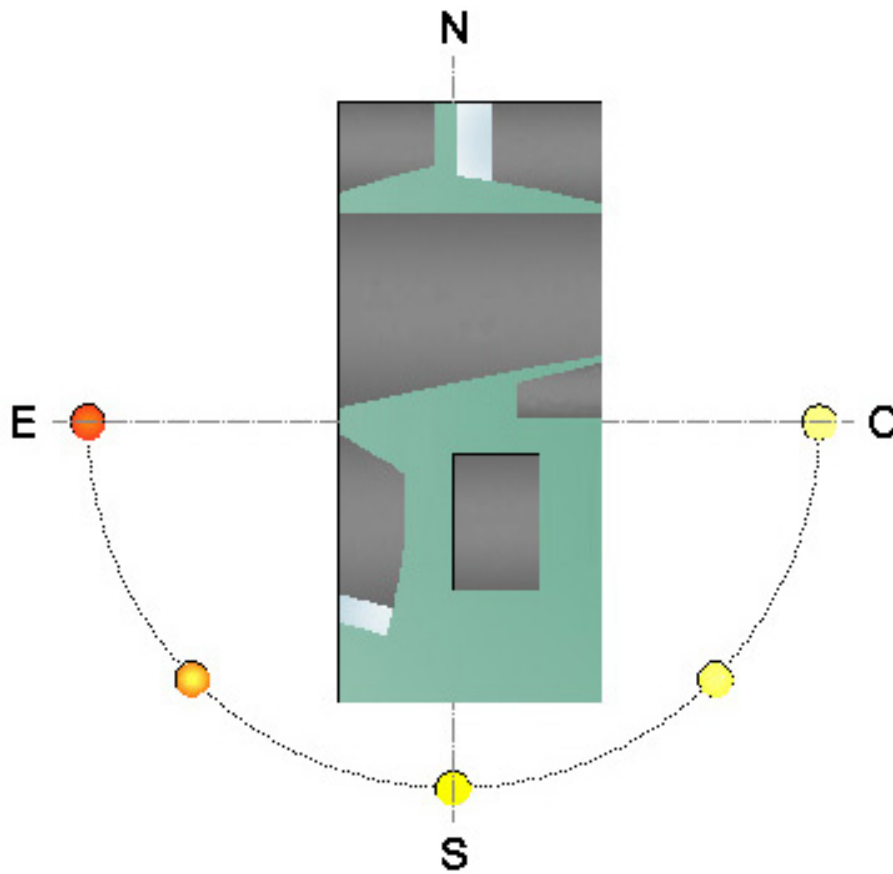
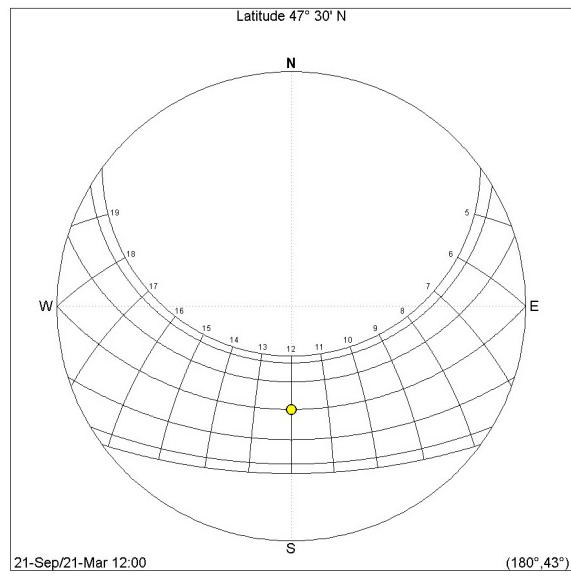
En este proyecto las diferentes luces tienen un origen conceptual: *procesión*, luz solar natural; *nártex*: luz solar difusa; *nave*: campo amarillo con lente azul (este) y campo azul con lente amarilla (oeste); *capilla del Santísimo Sacramento*: campo naranja con lente morada; *coro*: campo verde con lente roja; *capilla de la reconciliación*: campo morado con lente naranja; *campanario y estanque*: proyección y reflexión de la luz nocturna.



Estudio volumétrico de cubiertas (maqueta).

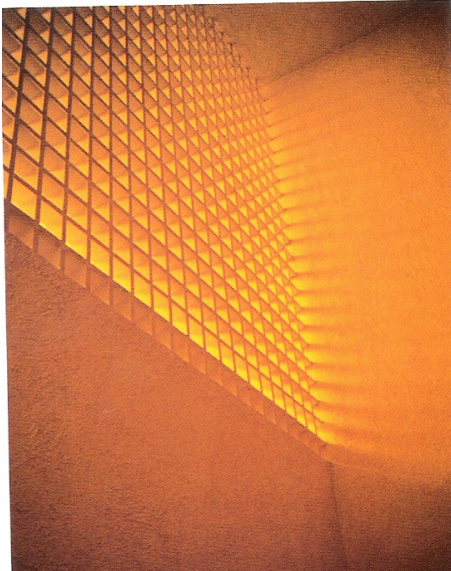


Estudio de la entrada de luz (maqueta).



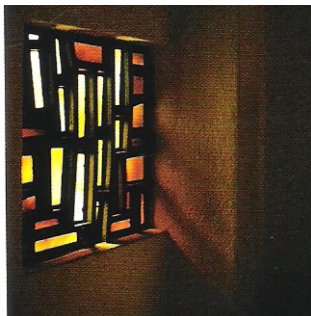
CAPILLA DE TLALPAN. *Una experiencia de luz.*

“Creo en la arquitectura emocional, es muy importante para la humanidad que la arquitectura emocione por su belleza. Si hay muchas soluciones técnicas igualmente válidas, la que trae un mensaje de belleza y de emoción buena para quien vive o admira los espacios... ésa es arte”. *Luis Barragán.*



Esta obra del arquitecto Luis Barragán, es un espacio que tuvo la oportunidad de recorrer y vivir; por lo que mis comentarios al respecto están principalmente basados en dicha visita.

Sin duda se trata de un lugar muy por encima de las experiencias comunes; en el que la luz y el color son los dueños del espacio: lo ambientan, lo transforman, lo impregnan de emociones. Es realmente un gran ejemplo de cómo estos dos elementos pueden hacer un proyecto y generar los fenómenos perceptivos más sublimes:



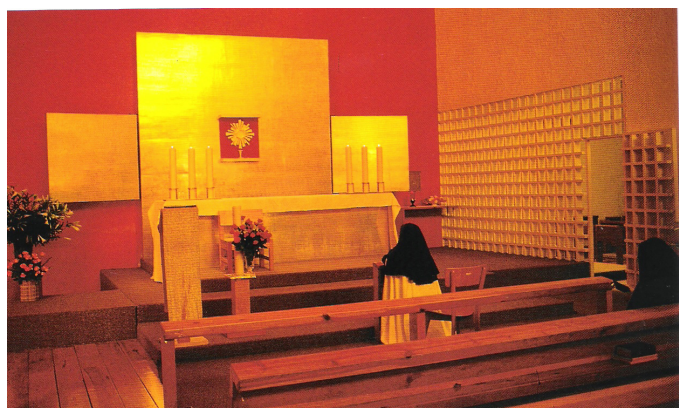
Muy temprano, la luz natural se abre paso por el ventanal del coro, para después reflejarse una y otra vez en la celosía amarilla ubicada frente a él. Esta intensa luz coloreada baña a su paso los muros de la nave principal hasta atravesar el espacio y reflejarse finalmente en el retablo de pan de oro del altar, inundando el ambiente con sus reflejos dorados.

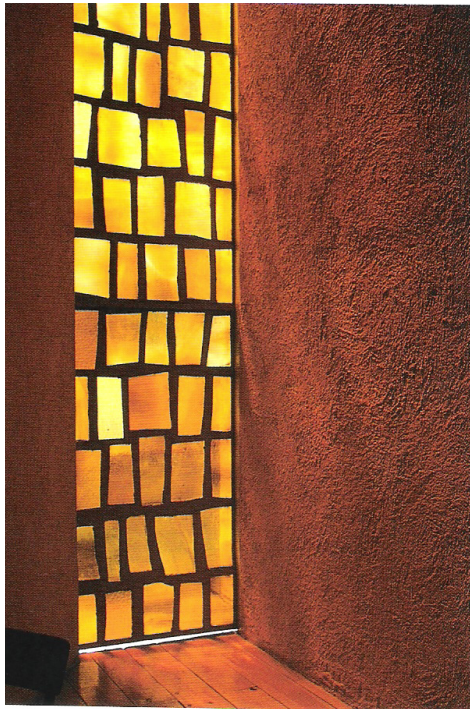


IZQUIERDA ARRIBA: Vista de la celosía que separa el coro de la nave principal.

IZQUIERDA CENTRO Y ABAJO: Vitrales de Matías Goeritz.

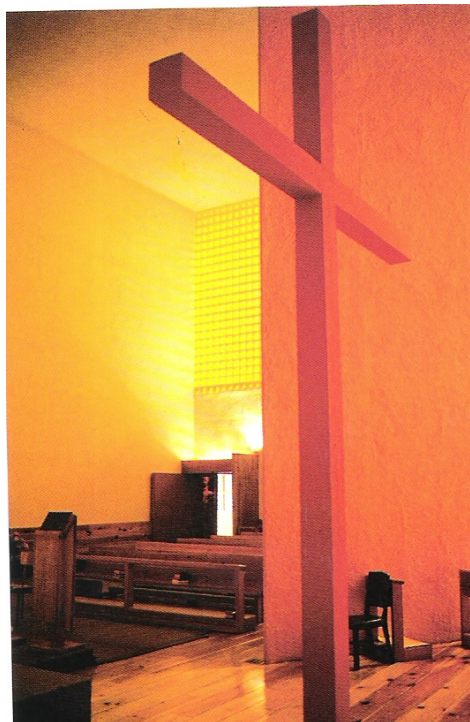
DERECHA ABAJO: Vista del altar con el retablo de pan de oro, y de la celosía que separa el trancpto.





Por su parte, la luz amarilla que entra por el gran vitral lateral, revela y degrada el color de las superficies, incluyendo el de la gran cruz, cuya sombra se ve proyectada en el muro del fondo.

El trancpto, donde las novicias se reúnen para orar, está separado del cuerpo principal de la capilla mediante una celosía y un lucernario (invisible desde el crucero). Este introduce una franja de luz, que se colorea al chocar con la superficie amarilla del muro contiguo. En este caso la luz actúa como separador de espacios.



“La relación de todas las zonas de la capilla está dada por la luz.

La luz y el color, que rompen la caja espacial de la capilla, introduciéndose desde una esquina, iluminando una monumental cruz exenta y dirigiéndose al altar, parecen tener la intención de romper con lo finito del espacio, sublimando el interior”.¹



IZQUIERDA ARRIBA: Detalle del vitral de Matiaz Goeritz que selecciona amarillos, ocre y naranjas para esta entrada de luz.

IZQUIERDA ABAJO: Vista de la cruz coloreada en primer plano y el cuerpo principal de la capilla al fondo.

DERECHA ABAJO: Detalle del fenómeno de reflexión en las celosías de color.

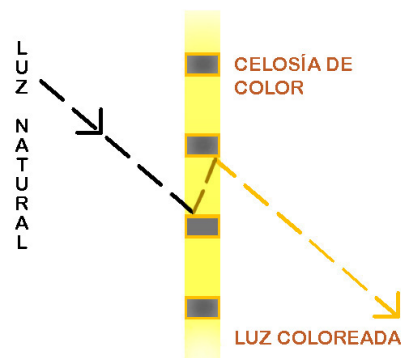
¹ GONZÁLEZ RIQUELME, ALICIA PAZ: ORDENANDO EL INTERIOR; UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA, MÉXICO, D.F., 1997, pp. 81.



Refracción y reflexión son los fenómenos con mayor presencia en esta capilla.

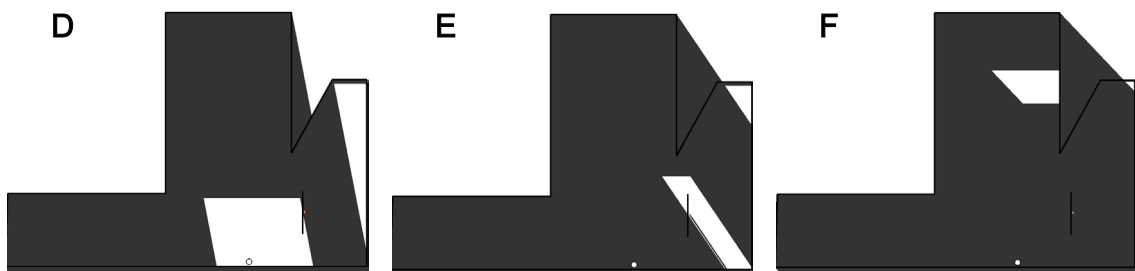
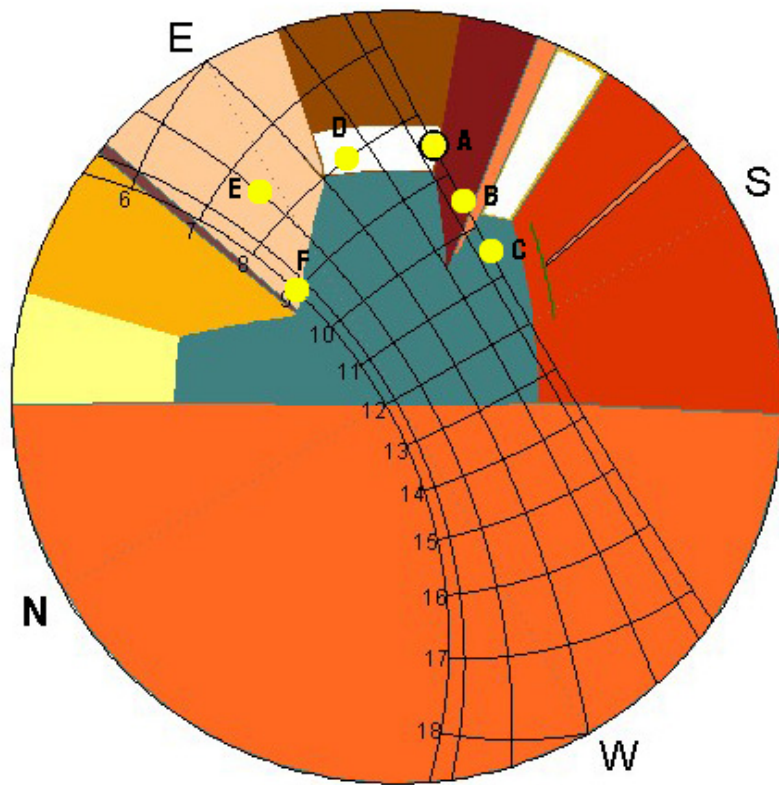
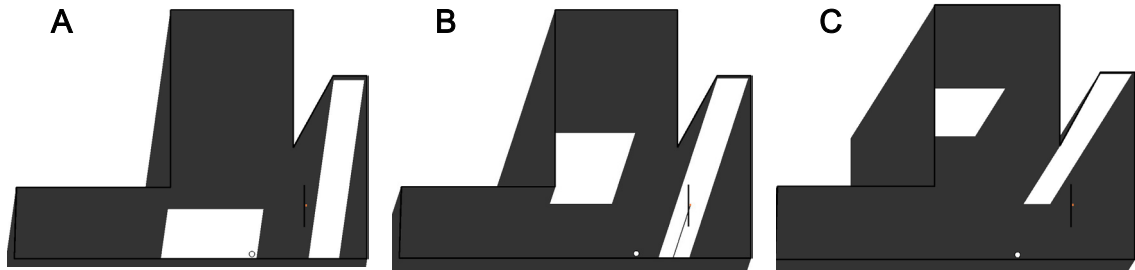
El primero tiene lugar cuando la luz atraviesa cristales de color: como en el caso del gran vitral o del ventanal al fondo del coro. En ambos casos se torna amarillenta debido a la filtración de su espectro visible.

Por su parte, la reflexión también permite colorear la luz, aunque, como vimos en el ejemplo de la Tourette, en algunos casos, los efectos son más sutiles. En la Capilla de Tlalpan, este fenómeno se da sobre diferentes elementos: uno de ellos son las *celosías*, que resultan una eficaz herramienta para filtrar y colorear la luz, en particular cuando son más densas. Otros son los muros de color, y también están los pavimentos, muebles y puertas de madera, que aportan color y reflejan la luz por su acabado brillante.



Detalle del fenómeno de reflexión en las celosías de color.

Análisis solar desde el altar



Observaciones

El gráfico anterior ubica un punto de observación estático, que corresponde al altar de la capilla, y marca el recorrido del sol en un espacio y tiempo determinados.

La selección de este punto de observación, permite saber en qué momentos específicos sucederá uno de los efectos más fotografiados de este interior, que es la reflexión de la luz sobre el altar.

La proyección estereográfica marca la posición del sol en relación con cada una de las plantas sombreadas. Las tres primeras corresponden al mes de diciembre, que es cuando la luz llegará a su máxima profundidad, debido al ángulo solar.

En la planta A, la luz llega hasta el altar a las 8:30 de la mañana, a las 9:30 ya está sobre la cruz lateral, y a partir de allí va retrocediendo nuevamente. Es importante hacer notar que en esta última planta la luz tiene prácticamente la misma inclinación que el muro, lo que nos hace suponer que este ángulo debe estar estudiado.

La cuarta planta corresponde a los meses de octubre y marzo, a las 8:00 a.m., cuando nuevamente la luz toca el altar y la cruz exenta, proyectando una sombra sobre el muro posterior.

En el siguiente gráfico, la luz sólo toca la cruz y proyecta una sombra hacia el final del muro. Esto es durante los meses de agosto y abril, a las 7:30 de la mañana.

En el último caso, que corresponde a Junio, y representa en general el comportamiento solar durante el verano, la luz nunca toca el altar. Únicamente llega a proyectarse sobre uno de los muros laterales del cuerpo principal.

Las observaciones anteriores nos hablan del estudio solar previo al diseño de la capilla. Sobre el que Barragán decide que del 21 de septiembre al 21 de marzo, ya sea por unos minutos o algunas horas por la mañana, llegue la luz hasta el altar. Tocando en ciertos casos la gran cruz exenta ubicada en un punto estratégico del espacio que permite iluminarla y proyectar sombras en el muro posterior.

El autor se vale de la luz solar para generar efectos intensos y dramáticos en el interior, la encauza y controla a través de los vanos, la exalta y sublima, a través del color.

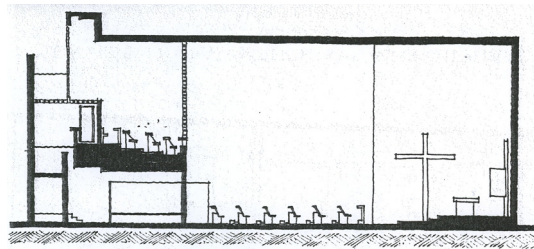
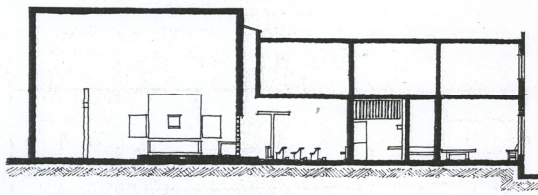
Referencia:

CONVENTO DE LAS CLARISAS CAPUCHINAS SACRAMENTARIAS,
LUIS BARRAGÁN, DISTRITO FEDERAL, MÉXICO, 1952-55.



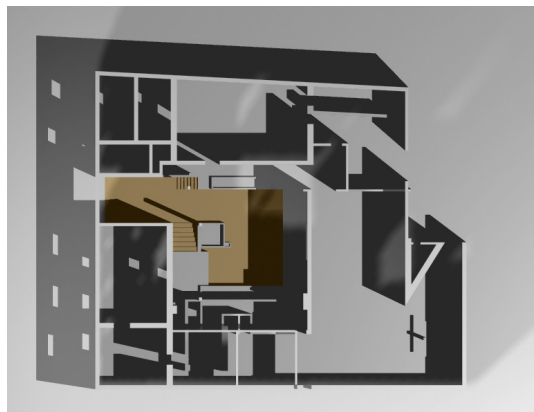
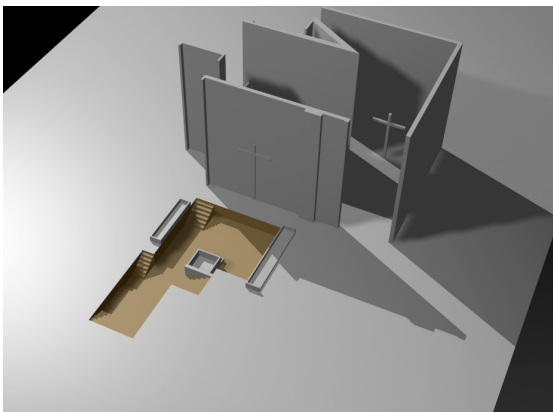
1. Acceso general
2. Muro ciego en planta baja y celosía amarilla en planta alta que delimita el área del coro.
3. Nave principal
4. Altar
5. Retablo cubierto con pan de oro.
6. Cruz
7. Vitral de Matiaz Goeritz
8. Celosía que separa el área de oración de las novicias.
9. Trancepto
10. Sacristía

PLANTA ARQUITECTÓNICA



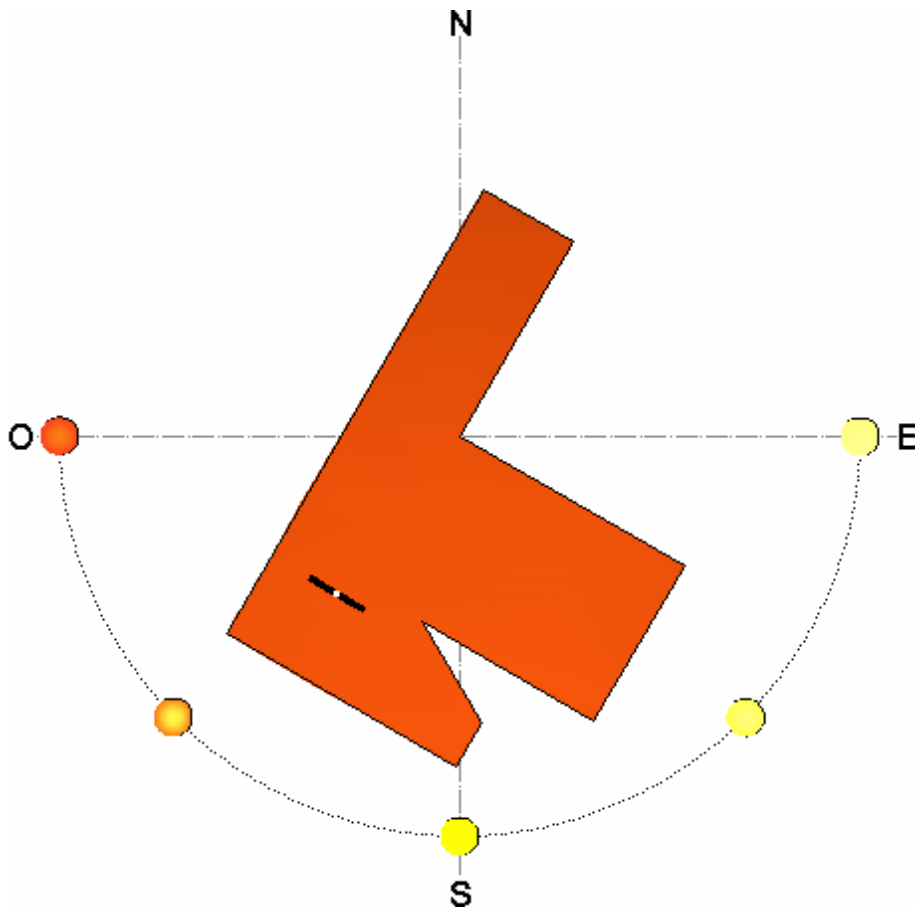
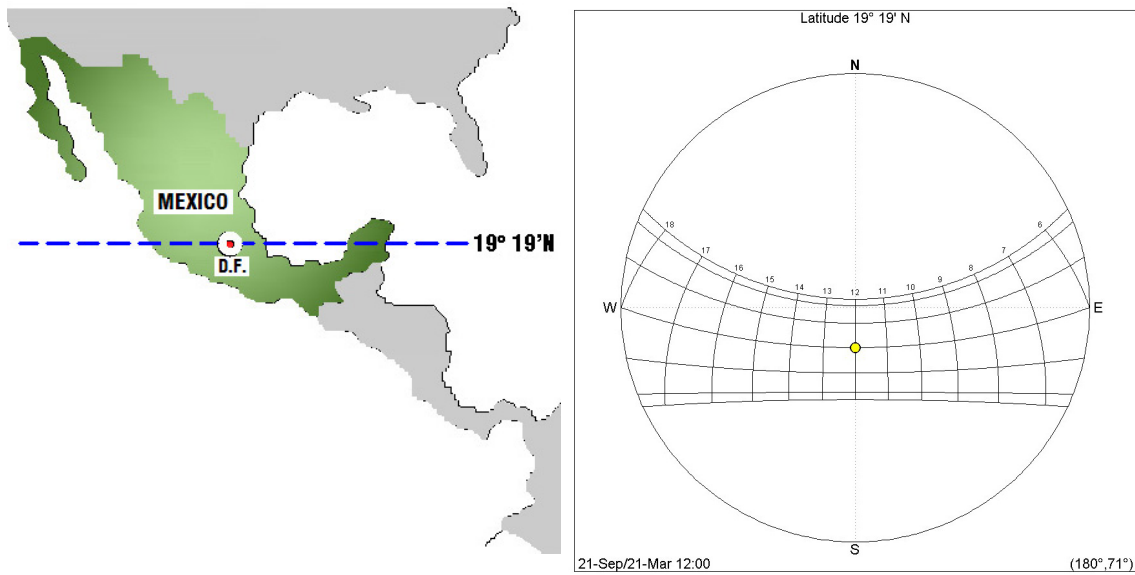
CORTES GENERALES

1



Modelos en 3D. Sombras proyectadas.

¹Modelos en 3D: Lackey, Pete y Ku, Pamela: página web: http://cat2.mit.edu/arc/gallery/4203_final/gal_wglackey/body.html, Institute of Technology, Massachusetts, E.U.A., 1995.



Observaciones finales

Cada uno de los tres proyectos considerados establece una relación esencial entre la luz natural y el color interior. Sólo a partir del estudio de los trayectos solares, es posible comprender los fenómenos que en ellos tienen lugar.

El juego de luz y penumbra es una constante en cada caso, y refleja la búsqueda de un equilibrio entre estas dos condiciones, sabiendo de antemano que el color sólo puede existir donde hay luz, pero una luz controlada. Y es desde la arquitectura que tenemos la posibilidad de "controlar" o encauzar su entrada. Este es nuestro límite de acción frente a un fenómeno de la naturaleza.

El color por su parte es una herramienta de la que disponemos para generar, en sintonía con la luz, ambientes y espacios dotados de vida propia, de emoción.

Tal parece que este es un punto en común en los tres proyectos: la exploración del lado emocional de la arquitectura, valiéndose de la luz y el color. Sin embargo, aunque el fin es subjetivo, el proceso para llegar a éste requiere de un estudio previo: del movimiento del sol con respecto al edificio, de las distintas fuentes de luz natural, de las aberturas, de los acabados interiores; así como también, una sensibilidad particular hacia el color.

No es raro que esta arquitectura emocional, la encontremos sobre todo en edificios religiosos. El reto ahora es lograrlo a un espacio más cotidiano, un espacio habitacional.

El próximo capítulo aborda un solo proyecto, que sirve de soporte a una propuesta personal. En ella se vincula la interacción entre luz natural y color, partiendo de un análisis objetivo del lugar y el movimiento del sol, para después abrir paso a la experimentación y a la sensibilidad.



PROPUESTA DE DISEÑO

CAPÍTULO 4

IV. Propuesta de Diseño.

Objetivos Generales

En este último capítulo, el objetivo principal es *experimentar con la luz natural y el color*. Pues creo que no hay mejor forma de entender una relación tan cambiante y compleja.

No pretendo hacer un proyecto, sino una *propuesta*, que asuma mi interpretación de ese vínculo. Partiendo de un proyecto como base para establecer límites. Con espacios definidos y características adecuadas para trabajar el tema; con un posible uso, una ubicación, una latitud, y unas condicionantes, que aporten realidad al contexto.

Sólo partiendo de este punto, puedo ir libremente hacia lo que me interesa tratar, a la exploración del color y el estudio de la luz en un interior que, con toda intención, no es una capilla, ni una iglesia, no es un espacio de culto, como en ejemplos anteriores, sino una vivienda. Ese es el reto añadido, traer espiritualidad, inspiración y emoción, al espacio más cotidiano, después de todo, una casa también es un templo personal.

“Yo voy al ideal de lo que debe ser toda edificación humana. Además de satisfacer su funcionalismo material, aún cuando en el programa no exista la búsqueda de una emoción espiritual, si el arquitecto puede darla, debe darla.”

Luis Barragán.

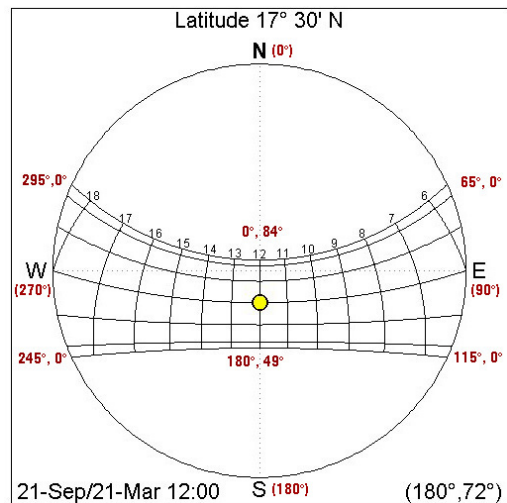
A continuación, analizaremos el proyecto y su contexto, así como el comportamiento del sol. Después se expondrá el proceso de diseño y la propuesta final, en la que haremos un recorrido visual explicando las intenciones de diseño y los fenómenos que tienen lugar.

Ubicación

El proyecto se ubica en la ciudad de Chilpancingo, estado de Guerrero, en México, a 17°30' de latitud norte. A esta latitud, el sol alcanza el cenit dos veces durante el año: en torno al primero de agosto, y al diez de mayo. Del equinoccio al verano existe una variación de aproximadamente una hora. Lo mismo que del equinoccio al invierno. De modo que el día más largo del año dura dos horas más que el día más corto. La altura del sol a mediodía en el solsticio de verano sobrepasa el cenit seis grados hacia el norte. El resto del año, permanece hacia el sur, y en el solsticio de invierno sólo alcanza los 49° en esta dirección. En cuanto al ángulo de azimut, tenemos una desviación máxima de 25° al amanecer y al ocaso, en los solsticios.

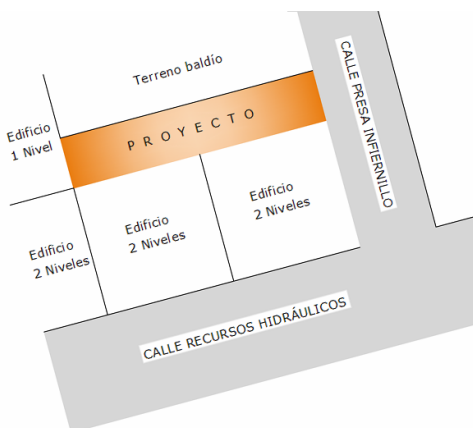


Mapa de ubicación.

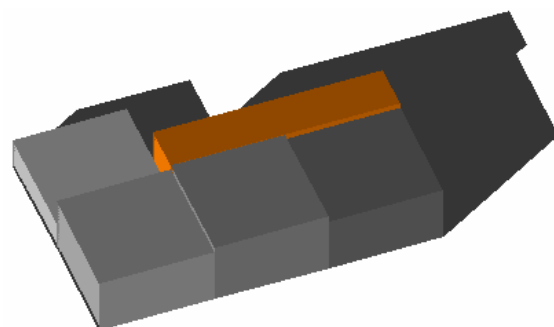


Estereografía correspondiente a la latitud del lugar.

El predio está ubicado en una zona de uso residencial. Colinda al sur y al oeste con edificios de uno y dos niveles; al norte con un terreno baldío, y al este con una calle secundaria. Por lo que no existen máscaras a considerar dentro del proyecto.



Croquis de localización.

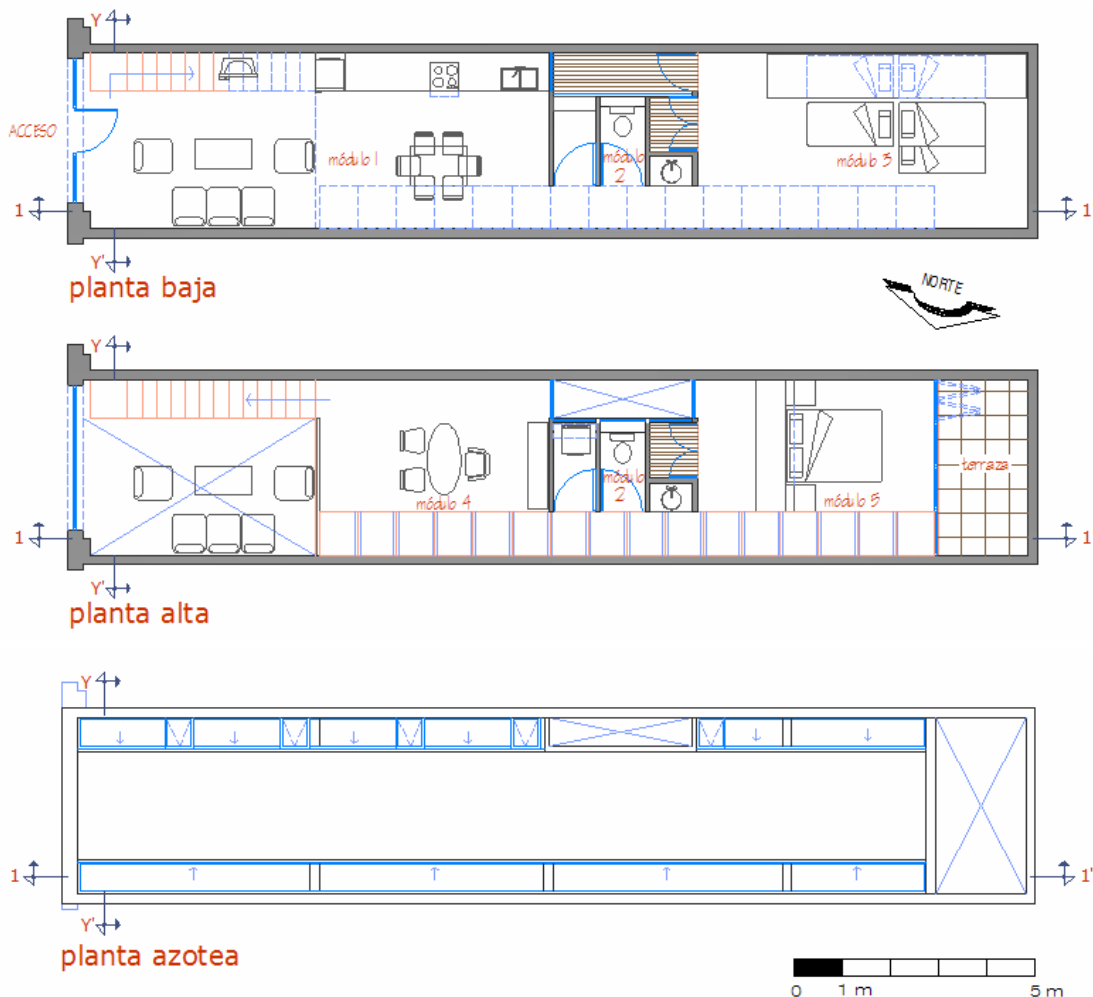


Isométrico con sombras proyectadas.

El proyecto arquitectónico

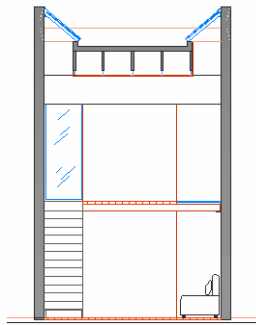
Se trata de una casa habitación unifamiliar proyectada en dos plantas cuyas únicas entradas de luz natural son a través de la losa y la pared de acceso principal. Siendo la cenital, el tipo de luz predominante.

El edificio de planta rectangular cuya proporción entre ancho y largo va de 1 a 5, posee dos planos alargados que marcan una circulación principal en este sentido, haciendo que éstos se vean en perspectiva. Por el contrario, los planos más angostos, servirán como remate visual a quien circula.



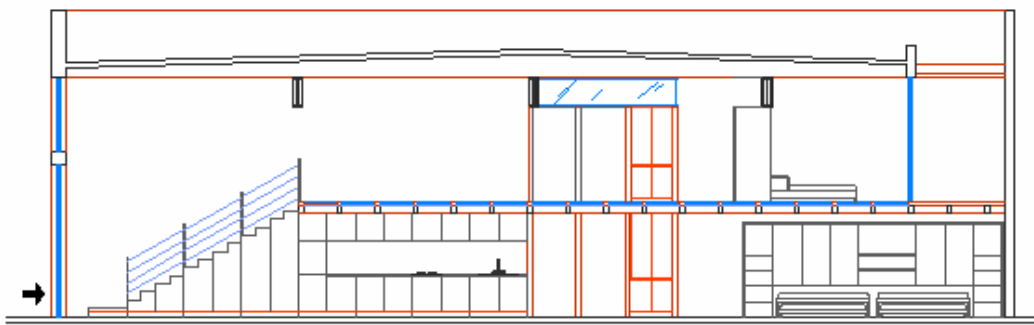
PROYECTO DE DISTRIBUCIÓN INTERIOR

La entrada de luz cenital es a través de vanos corridos a lo largo de la losa, así como un cubo de luz que va hasta la planta baja, y coincide con el volumen central de servicios, además de un vano ubicado en el lado oeste de la losa que da lugar a una terraza en el primer nivel.



corte Y - Y'

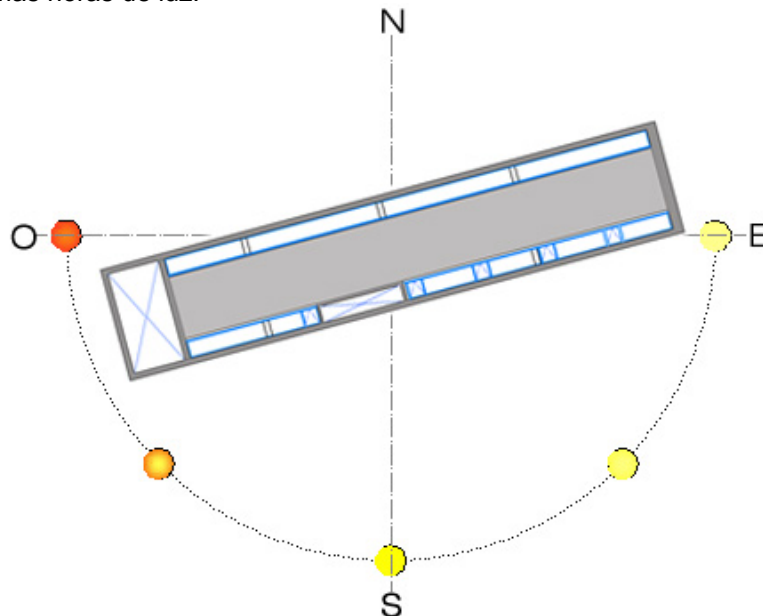
Por otro lado, el paso de luz natural hacia la planta baja es por medio de un pasillo de cristal apoyado sobre el muro norte y una doble altura en el área del acceso principal.



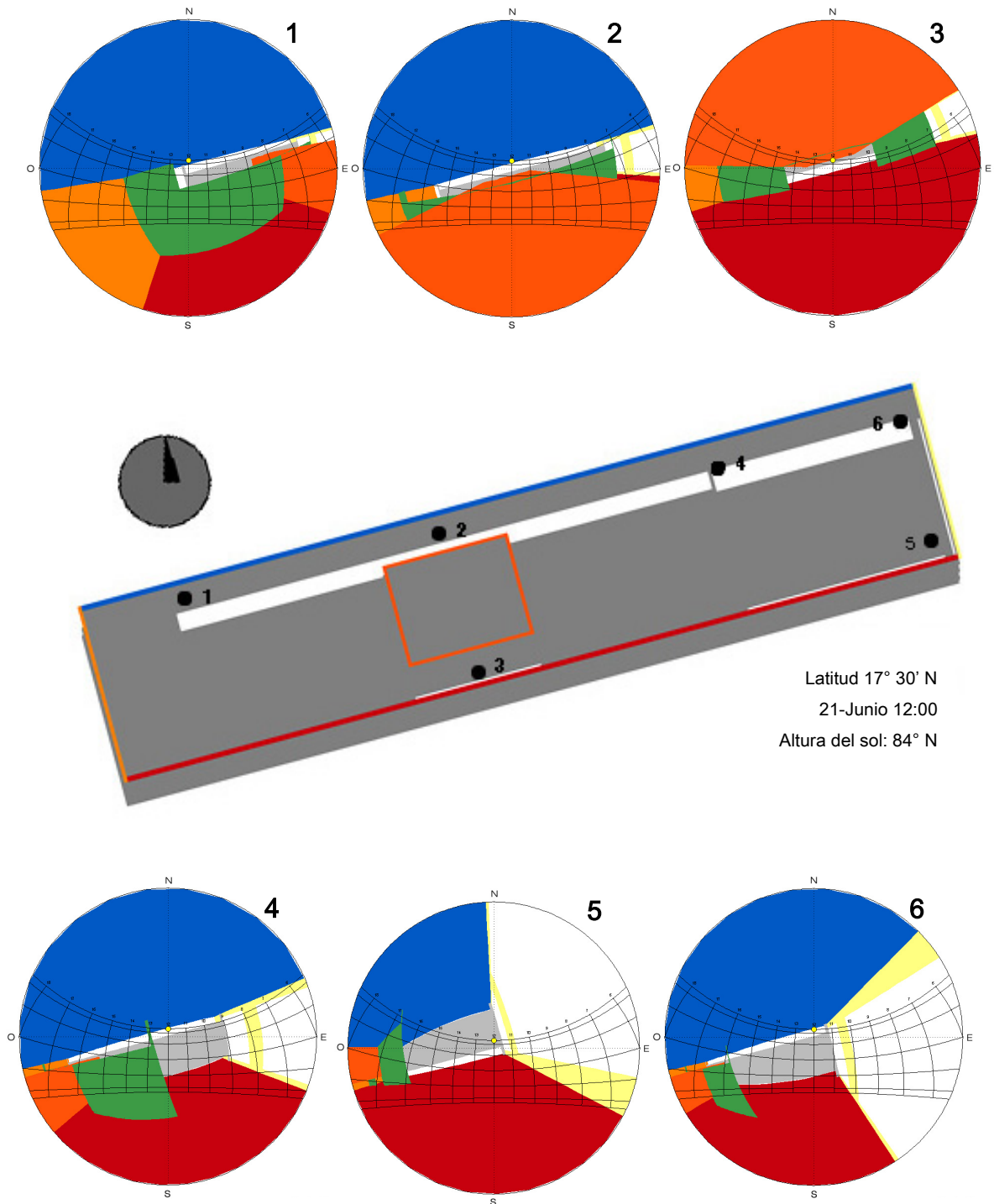
corte 1 - 1'

Orientación

El eje longitudinal del edificio no es perpendicular al Norte, sino que está desfasado 15° hacia el suroeste, de modo que el movimiento solar no es simétrico con respecto a éste. Sin embargo, podemos decir que se mueve gran parte del día en su sentido largo, lo que permite disponer de más horas de luz.



Análisis solar¹ a nivel 0.00 m.



¹ En este capítulo, he utilizado la última versión de "Heliodon" (Heliodon 2.1, febrero de 2006, B. Backers & L. Massot), puesta a mi disposición por los autores.

Para analizar el comportamiento de la luz en este espacio, se armó un recorrido ubicando en planta seis puntos de observación. Cada uno corresponde a una estereografía en la que podemos comprobar o descartar la presencia de luz solar a esa zona, así como el momento en el que se presenta y la abertura de donde proviene.

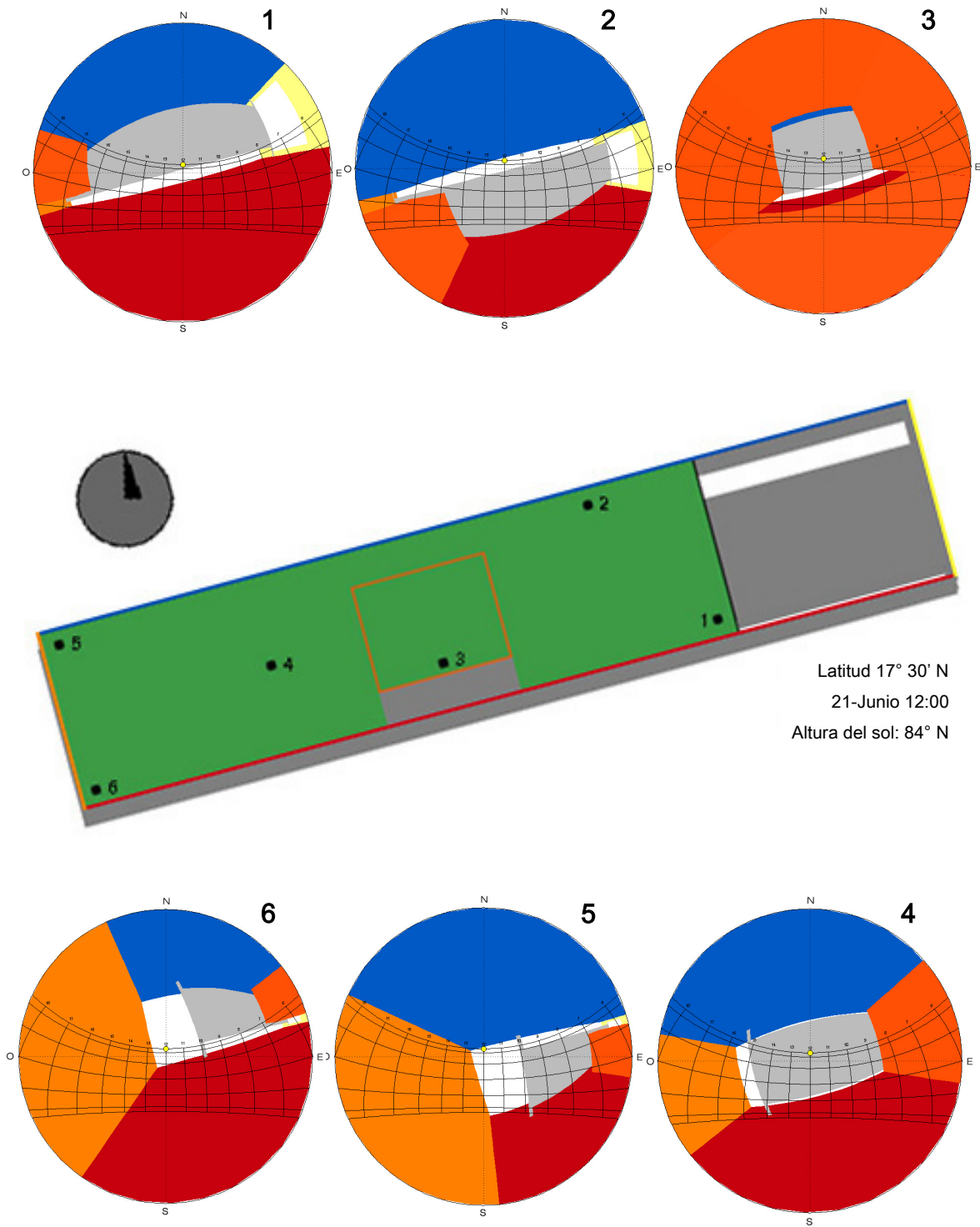
Si vamos de este a oeste en la planta, vemos que, en el punto seis hay luz todo el año, desde el alba hasta cerca del mediodía. Condición que disminuye notablemente al llegar al punto cinco, donde sólo hay luz durante el verano y los equinoccios, pues a partir de entonces el sol está detrás de los muros este y sur.

Algo evidente en la mayor parte de las proyecciones es la entrada de luz solar por el vano norte de la losa de azotea. Y su permanencia durante casi todo el año, con excepción del invierno. Lo que varía únicamente son las horas de sol, que, mientras en el solsticio de verano se extienden de la mañana hacia el mediodía, en los meses cercanos al equinoccio, es sólo cuestión de un momento por las tardes.

En los puntos dos y tres, sólo entra luz cuando el sol tiene un ángulo mayor, condición que se da principalmente en verano, de mañana a mediodía; y hacia los equinoccios, en los que varía la hora de exposición, aunque siempre es por la tarde.

Al fondo del espacio, sólo llega luz solar del lado norte (punto 1), en verano, por las mañanas, y hasta antes de los equinoccios, a mediodía.

Análisis Solar a 2.20 m de nivel.



En los puntos cercanos al muro norte los alcances de la luz se mantienen constantes, de verano hasta después de los equinoccios, ampliándose un poco el tiempo de exposición en éstos últimos.

Por su parte a lo largo del muro sur, ocurren fenómenos distintos. Al punto 1, entra luz todo el año, con excepción del invierno, ya sea por varias horas en la mañana, como es en verano, o por un momento en las tardes, como en los equinoccios. Si nos vamos al extremo suroeste del espacio (punto 6), vemos que la luz se limita a las mañanas de verano y hasta el mediodía. (Cuando el sol se encuentra a 90° o inclinado ligeramente al norte). Mientras que en el extremo noroeste (punto 5) hay luz todo el año siempre en torno a mediodía, y también por las mañanas en verano.

En la zona contigua al punto 4, la principal fuente de luz proviene del vano de la terraza, de modo que tendremos un momento de luz a media tarde, durante la mayor parte del año.

Al interior del módulo 2 entra luz proveniente del vano sur, a mediodía durante los equinoccios; extendiéndose por las mañanas hacia el verano y por las tardes hacia el invierno, aunque sin llegar nunca a éstos.

Conclusiones

Después de observar los gráficos anteriores, es posible afirmar que la mayor presencia de luz solar en el interior, se dará durante el verano. Mientras que en el invierno, el tiempo de exposición disminuirá notablemente. Esto es debido a la influencia combinada de varios factores, entre los que se encuentran, las dimensiones y proporción de los vanos, la diferencia entre los ángulos solares de los solsticios, la posición del norte, y en especial, la elección de privilegiar la entrada de luz cenital. Como consecuencia tendremos ambientes marcadamente distintos en los extremos del año.

Esta disparidad de condiciones nos obliga a asumir dos posturas de diseño frente a la luz solar, y a su relación con los colores del interior. Por lo que, en la propuesta se contemplan ambos casos.

Propuesta de Color

Estudio en tres dimensiones

Este proyecto ha sido casi en su totalidad un estudio en tres dimensiones. Como vimos en el ejemplo de San Ignacio, de Steven Holl, una maqueta es, posiblemente, la herramienta más segura y útil para analizar un interior en el que la luz natural interactúa con el color.

Consciente de ello, se optó por elaborar dos maquetas (cuyas características están descritas más ampliamente en el Anexo 1): la primera, fue útil para conocer los efectos de la luz dentro del espacio; además de aplicar las primeras ideas de color y contraste; la segunda, de mayor tamaño, hizo necesario el definir la propuesta con mucho más detalle, es decir, integrando ya en ella materiales, texturas, mecanismos de protección, y haciendo partícipes todos los elementos que construyen el interior.

El análisis de ambas maquetas hizo posible, entre muchas otras cosas, medir los alcances y efectos de la luz sobre las superficies, a lo largo del día. Lo que fue importante a la hora de seleccionar colores, tonos, texturas, materiales, así como su ubicación.



Primeros estudios de efectos de luz en el interior (maqueta 1).

Intenciones de Diseño

Una de las intenciones es integrar los contrastes de color en la percepción general del espacio. De modo que todos los elementos que integran la escena arquitectónica sean también partícipes del juego de color. Además de aquellos sobre los que no se tiene control, como es el caso del cielo, cuyo color participa activamente en el interior al ser una de las principales fuentes de luz.

Trabajar la percepción espacial como secuencia de eventos, es decir, de colores y efectos de luz.

Manejar el espacio como un todo en el que cada elemento interior cumple una función general y particular a la vez.

Generar texturas o tramas que enriquezcan el interior. Tal es el caso de las celosías y entramados de madera que además de filtrar la luz, acentúan la profundidad del espacio, contrastando y perfilando los fondos.

Utilizar los fenómenos de refracción y reflexión para generar efectos que aporten calidez y dinamismo al ambiente.

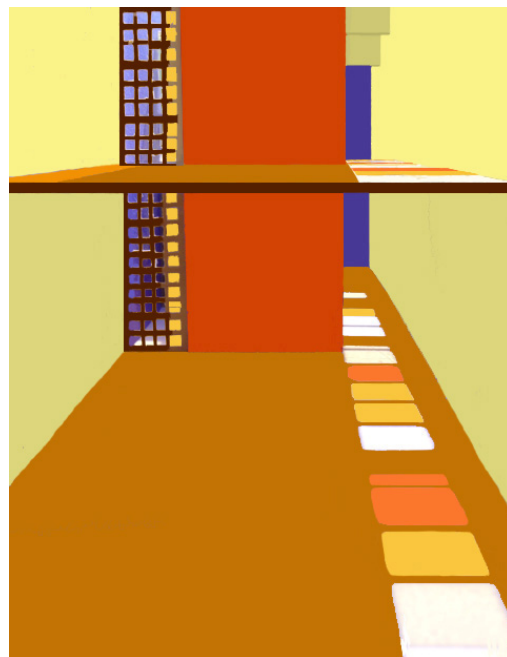
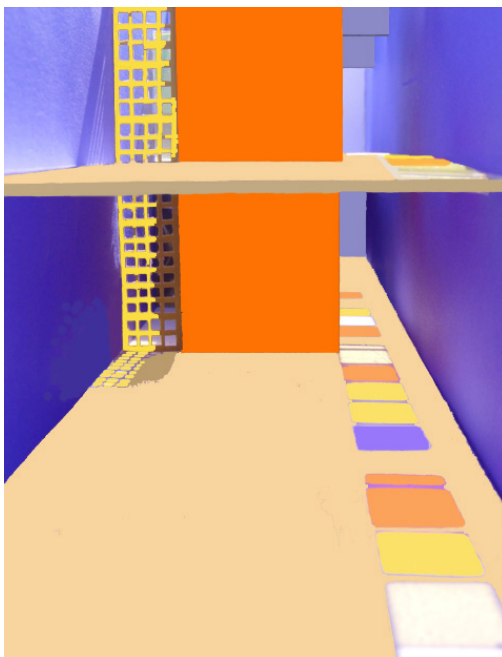
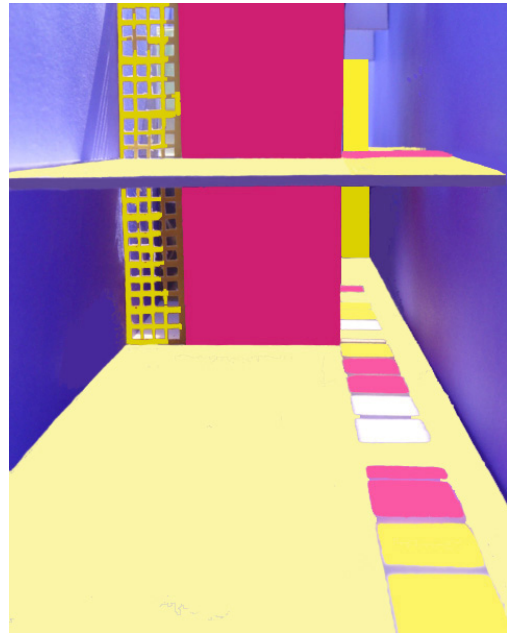
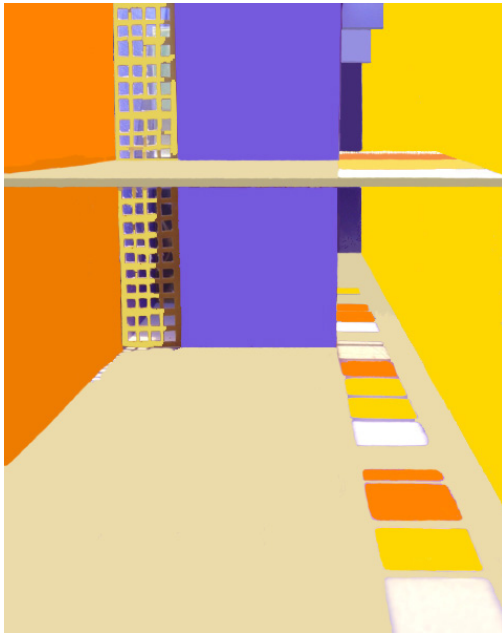
Propuestas y efectos

La propuesta de color ha sido, en buena parte, una decisión subjetiva basada en el gusto personal por ciertos colores y tonalidades. Sin embargo, cabe mencionar que en esta decisión han influido varios factores y experiencias, como son:

- El contexto geográfico y cultural en el que se desarrolla el proyecto:
Al estar ubicado en un país como México, la presencia del color adquiere un sentido y una importancia muy particulares. Las gamas son más abiertas, los colores más intensos, y por tanto, las relaciones entre ellos suelen ser más dramáticas.
- La Capilla de Tlalpan, de Luis Barragán, es un gran ejemplo de lo anteriormente dicho. Sus naranjas, ocres y amarillos, han sido una fuente de inspiración.
- La búsqueda de un ambiente alegre, dinámico, cambiante, en el que la luz, el color y los materiales puedan generar emociones distintas cada vez.

Búsqueda inicial de color

A lo largo de este estudio, se han realizado varias propuestas de color en las que se busca integrar diferentes contrastes. Uno de los más fuertes es el que se da entre el color del volumen central y el de las paredes perimetrales (así como entre éstas mismas). Lo que aporta profundidad al espacio y permite que, cada plano, cada volumen, pueda ser percibido de forma independiente.



Algunas de las propuestas de color que forman parte del estudio previo a la propuesta final.

Propuesta final

El volumen central del proyecto se toma como eje y punto de partida, asignándole un color *naranja* de gran intensidad. El muro oeste se propone en dos tonos de *azul violeta*: uno más claro para la planta baja, y otro más saturado para la planta alta (esto debido a las distintas condiciones de luz en ambos espacios). Por su parte, los muros laterales, que representan las superficies más extensas, manejan un *blanco amarillento* que servirá como telón de fondo a los efectos de luz planteados. Esto con excepción de los tramos del muro sur que coinciden con los módulos 1 y 2, a los que se les asignó *azul violeta*. Las superficies verticales del módulo de almacenamiento son color *crema*. Los cancelos este y oeste manejan filtros *amarillos*, así como algunos tramos de las celosías ubicadas en el cubo de ventilación.

La estructura que soporta la losa de azotea se propone también en un blanco amarillento, al igual que el cerramiento del módulo 5. El muro de acceso (lado este) es azul violeta.

Por otro lado, en los pavimentos interiores resalta el color de la madera, así como en las viguetas que soportan el entresuelo y en las celosías, aunque con un color mucho más oscuro.

En el módulo de almacenamiento, las superficies horizontales son del mismo color que el de los suelos.

El suelo de la terraza en el módulo 5 es color barro. Y el falso plafón de la losa de azotea posee un color crema.

Los cristales del pasillo son en color amarillo y naranja en distintas cantidades.

Relaciones y efectos

Un *contraste de complementarios*, entre el naranja rojizo del volumen central y el azul violeta del fondo, se hace evidente al caminar bajo el pasillo de cristal en dirección oeste. Este azul nunca es el mismo, sino que cambia a lo largo del día según la cantidad de luz que llega hasta la planta baja. Por lo que su relación con el resto de los colores también puede cambiar.

Pero no es solo luz blanca, sino también coloreada de naranja y amarillo, la que atraviesa el pasillo y resbala por el muro norte. De modo que existe también un *contraste de calidad* en el que la luz va perdiendo saturación conforme se aleja del cristal de color.

El *contraste de claro oscuro* surge a causa de los diferentes niveles de iluminación: El área cercana al muro oeste (módulo 3) se percibe mucho más oscura que el área de acceso (módulo 1). Incluso aunque se trate de los mismos colores utilizados en ambas zonas, nunca se verán iguales.

En la planta alta existen otras relaciones. El azul del muro oeste pierde saturación con la luz, por lo que no se da la misma relación con el naranja del volumen central. Que ahora contrasta con el azul violeta del cubo de ventilación y este a su vez en cantidad con el amarillo de las celosías.

El color del cielo también participa en el interior, enmarcando el crema del falso plafón.

El azul del muro oeste, visible a través del cristal transparente al final del pasillo, contrasta con los filtros amarillos del cancel de la terraza, que pueden verse más intensos cuando están iluminados.

Lo mismo sucede entre el cancel de acceso principal y su cerramiento.

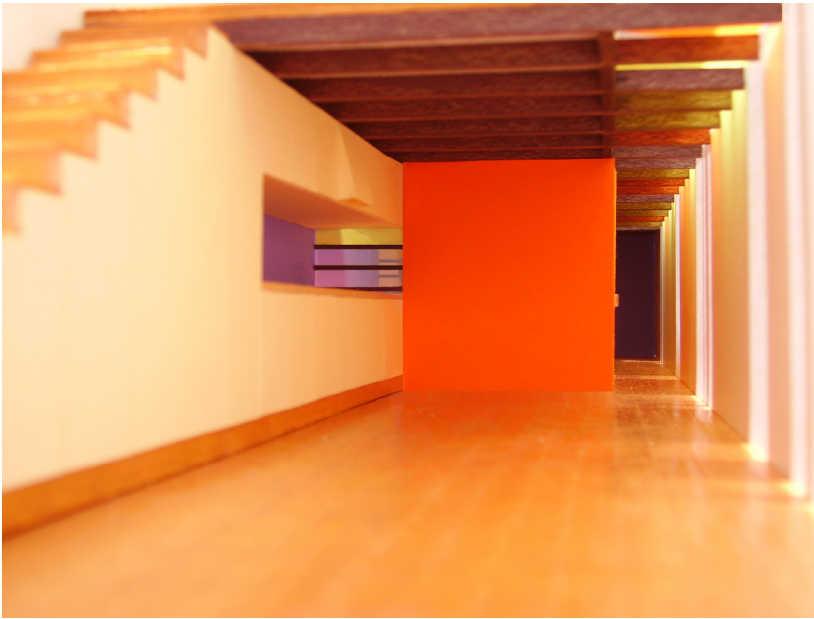
Recorrido interior en Verano

Este espacio durante el verano ofrece una experiencia distinta a otras épocas del año. Lo primero que puede llamar la atención es la intensidad de los colores, como si al aumentar la presencia de luz solar, también aumentara la luminosidad de éstos. Tal es el caso del intenso naranja en el volumen central y el pasillo multicolor.

Al otro lado, el azul violeta del patio de servicio penetra, formando una franja hacia el interior, tornándose rojizo al mezclarse con los reflejos del ambiente.

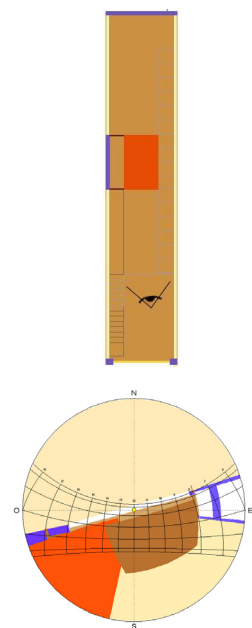
Estos efectos se deben a los fenómenos de reflexión y refracción. El primero de ellos genera reflejos de color que inciden de una superficie a otra. Y el segundo es generado por los cristales de color que filtran la luz, seleccionando la frecuencia pasante.

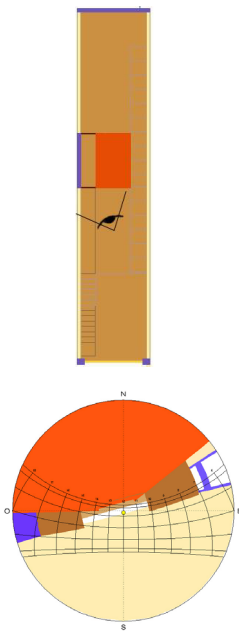
A lo largo de este recorrido, analizaremos los efectos más característicos en esta época del año.



El fenómeno de refracción que observamos en la fotografía, se da cuando el ángulo del sol se encuentra cerca de los 90° , es decir, justo sobre el vano norte de la losa, de modo que la luz resbala sobre el muro y pasa a través de los cristales del pasillo, proyectando color sobre éste.

En la estereografía vemos como este efecto se presenta, sobre todo, en el verano, que es cuando puede durar más tiempo. Después, hacia los equinoccios sólo se da un momento al día.



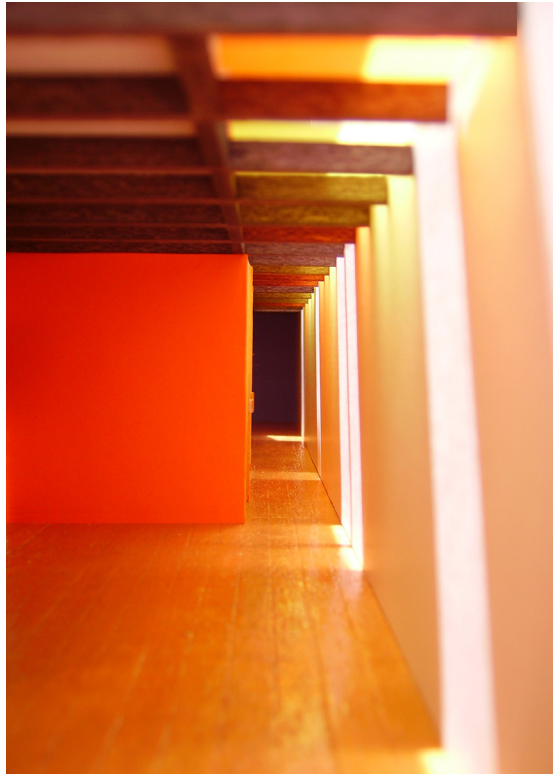


La presencia de un color intenso, puede modificar la apariencia de las superficies circundantes, debido al fenómeno de reflexión, en el que la luz choca contra una superficie y genera múltiples reflejos de color que inciden en el ambiente.

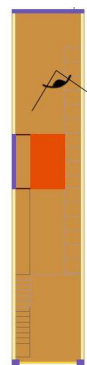
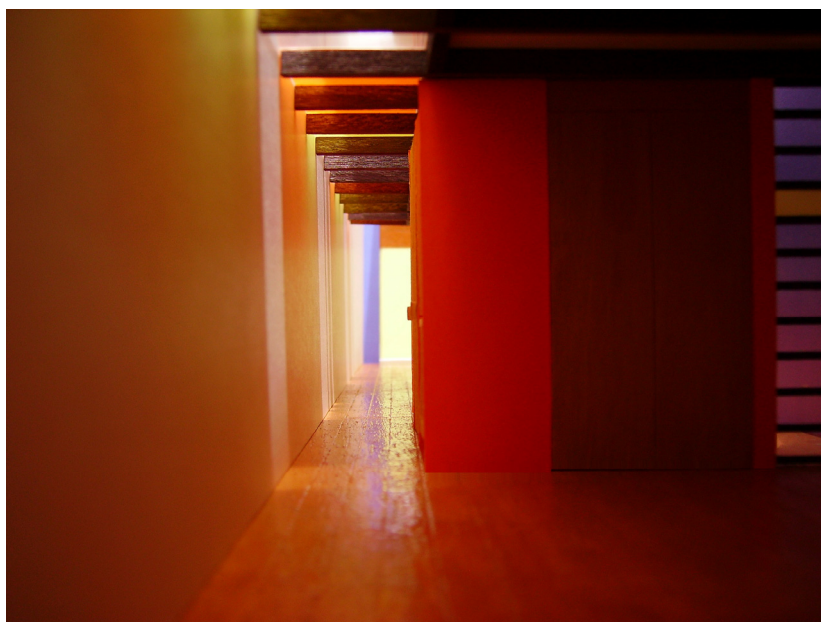
Esto podemos verlo en el color naranja del volumen central, que influye en las superficies circundantes. Volviéndose evidente cuando el azul violeta de la pared sur, se torna rojizo.

Lo mismo sucede con las vigas, el plafón y el piso de madera, cuyos colores se intensifican y adquieren la tonalidad anaranjada del módulo central.





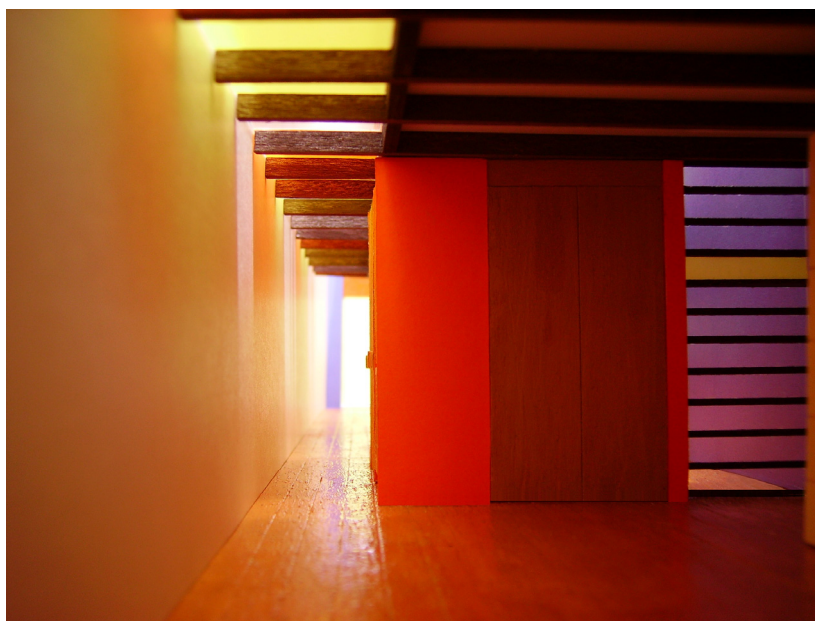
El juego de luz blanca y coloreada del muro norte, acentúa la profundidad del espacio, creando la ilusión de un túnel cuyo fondo es indefinido y contrasta con el resto.

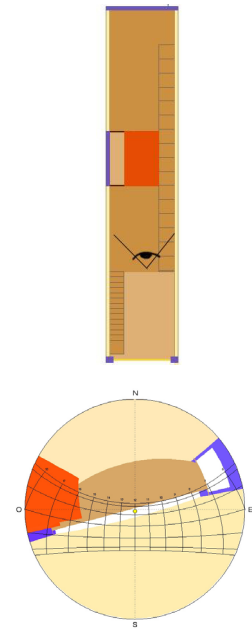




Al ir en dirección este, bajo el pasillo de cristal, la perspectiva es distinta. Principalmente porque el fondo es más luminoso que el trayecto, y alcanza a percibirse el azul del muro y el cristal de color. Así como su reflejo sobre el suelo de madera.

Por su parte, el color del patio de servicio, conforme va descendiendo, se torna rojizo, debido a la cercanía del módulo central y el reflejo de la luz sobre ambas superficies.

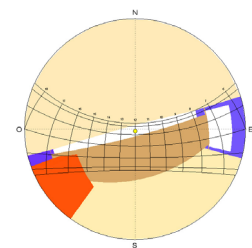




En planta alta, el color del volumen central mantiene su luminosidad y genera un reflejo anaranjado sobre el entrepiso de madera.

El muro norte, al contrario del sur, se encuentra totalmente iluminado, lo que indica que el ángulo solar es cercano al cenit. La luz entra justo por el borde de la abertura del lucernario, dado que llega a verse la franja de luz solar reflejada en el cristal del pasillo, y la sombra generada por la losa.

En el suelo del entrepiso se refleja la luz que entra a través del vano sur y la celosía, durante las mañanas de verano y en las tardes de los equinoccios.





A lo largo del muro norte, llegan a verse reflejos de color provocados por el choque de la luz contra los cristales del pasillo.



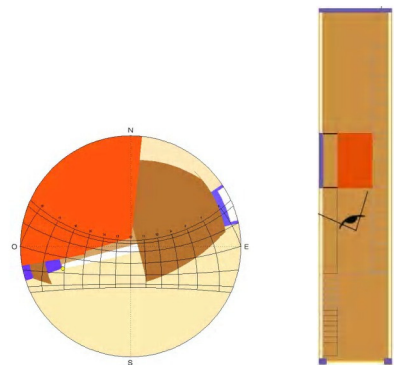
Recorrido Interior en Invierno

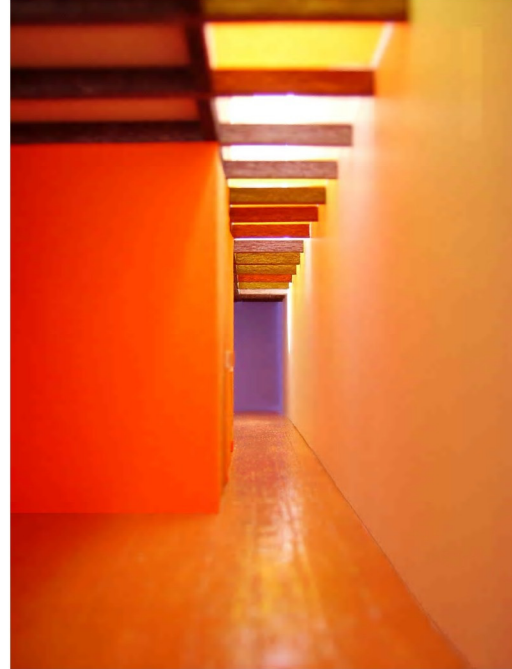
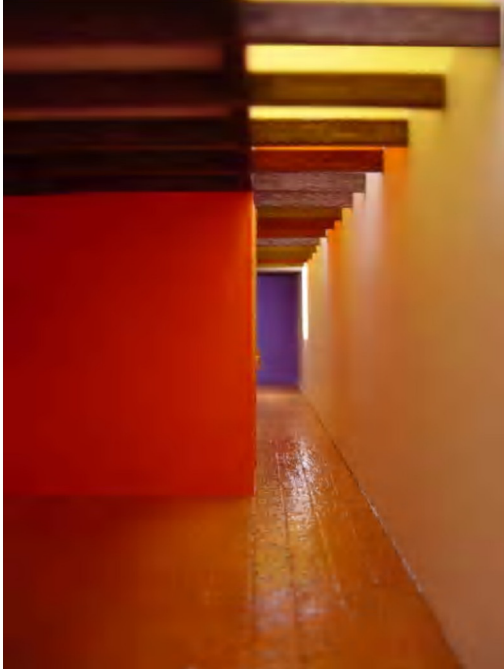
Durante los meses de invierno, los fenómenos y efectos coinciden de forma aproximada en horarios e intensidades. Las mínimas variaciones que se presentan no ameritan manejar cada mes por separado, por lo que se optó por agrupar dichos meses y analizarlos de forma conjunta, tal y como se hace con el verano.



Por las tardes (aproximadamente a las 14:00 horas), la luz entra a través de la celosía del módulo 1 formando varias franjas. Una de ellas amarillenta, como producto de la refracción y reflexión de la luz al pasar a través del cristal coloreado.

Otro fenómeno interesante es cómo el azul del cubo de ventilación y el del módulo 1 no parecen iguales, aunque en realidad lo son, esto debido a la cantidad de luz natural que reciben, pero sobre todo, al reflejo de los colores circundantes.

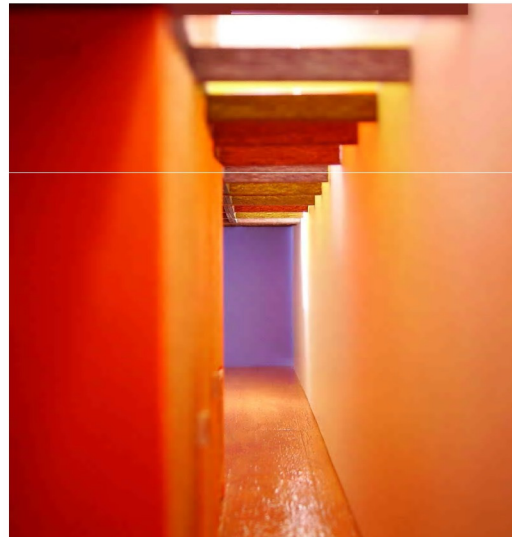




El color azul, al fondo del pasillo, va cambiando de tono a lo largo del día y del año. Dependiendo del nivel lumínico que prevalezca en esa zona.

De igual forma las condiciones de cielo, que inciden directamente en las características de la luz, generarán variaciones en nuestra percepción del color.

El contraste entre el naranja del módulo 2 y el azul del fondo varía en intensidad según la tonalidad de cada uno.

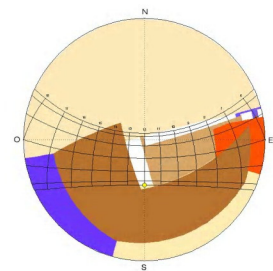




Entre las 12:00 y 13:00 horas aproximadamente, durante los meses de octubre a febrero, la luz penetra a través de la última sección de cristal del pasillo. Dicho cristal transparente permite el máximo paso de luz natural al módulo 3, sobre todo cuando el sol se encuentra en esta posición. Y es a esta hora y debido a dicho fenómeno que el color azul del fondo puede percibirse en su tonalidad más saturada.

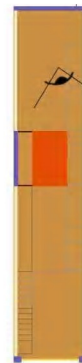
Entre las 12:00 y las 13:00 horas, la luz natural que entra por el vano de la terraza alcanza el primer cristal del pasillo, y baja por el muro norte. Esta franja de luz blanca, aumenta el nivel lumínico del módulo 3, permitiendo que colores y texturas puedan verse con mayor claridad.

En este caso, ha sido imprescindible estudiar el movimiento y alcance de la luz, para tomar decisiones como la de dejar esta sección del pasillo (lado oeste) en cristal *transparente*; al igual que de uno de los cristales del cancel que abre paso a la terraza.





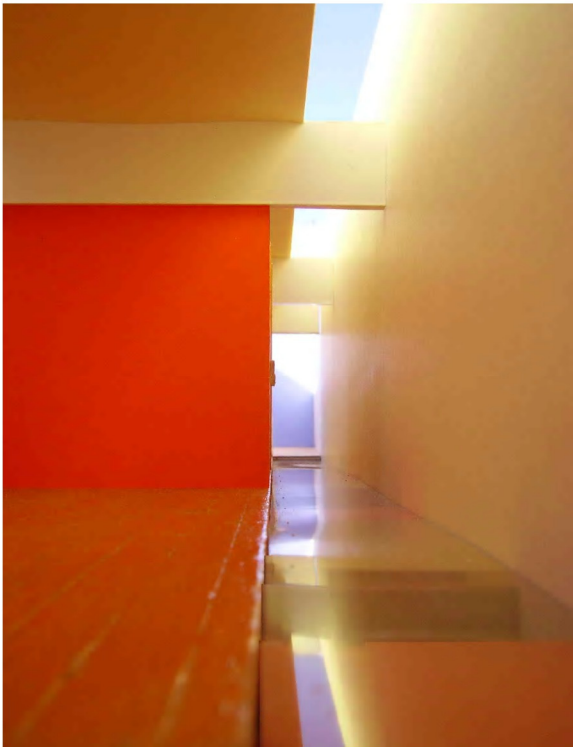
Temprano en la mañana, la diferencia de condiciones lumínicas entre el módulo 1 y el 3 se hace evidente desde este último. De modo que, al caminar bajo el pasillo de cristal, en dirección oriente, el acceso se ve como una gran mancha de luz en la que apenas se distinguen colores. Esto tiene su explicación en el hecho de que el sol está muy bajo a esta hora, por lo que da directo al cancel y aún no llega a los vanos de la losa (con lo que podría atenuarse dicho contraste).



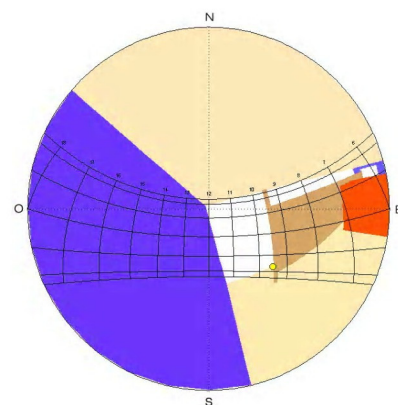
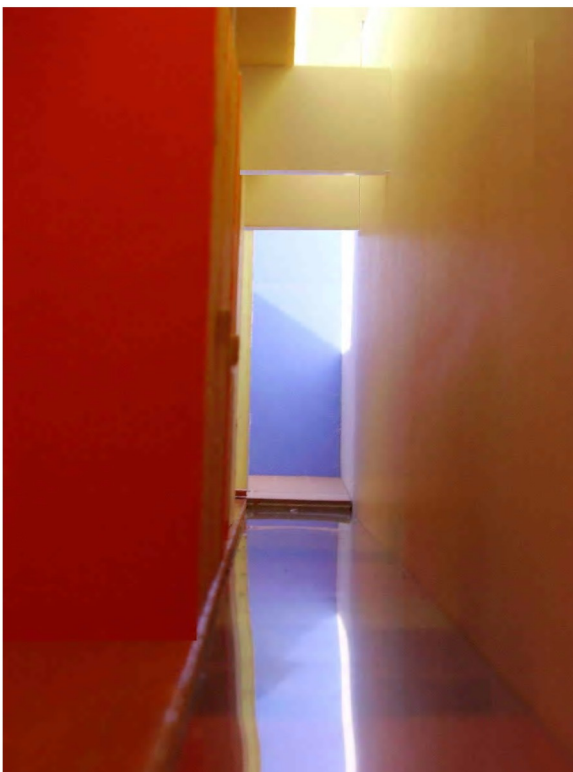


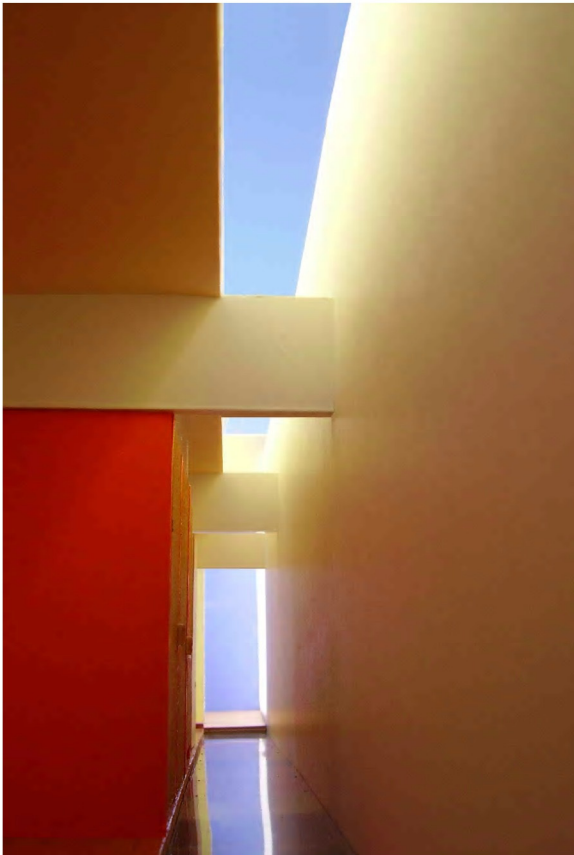
Aproximadamente a las 9:00 a.m. la luz del sol empieza a descender por el muro oeste, difuminando su color hasta hacerlo casi imperceptible. También ocurre lo mismo con el muro norte cuyo color parece más luminoso conforme se acerca a la fuente de luz.



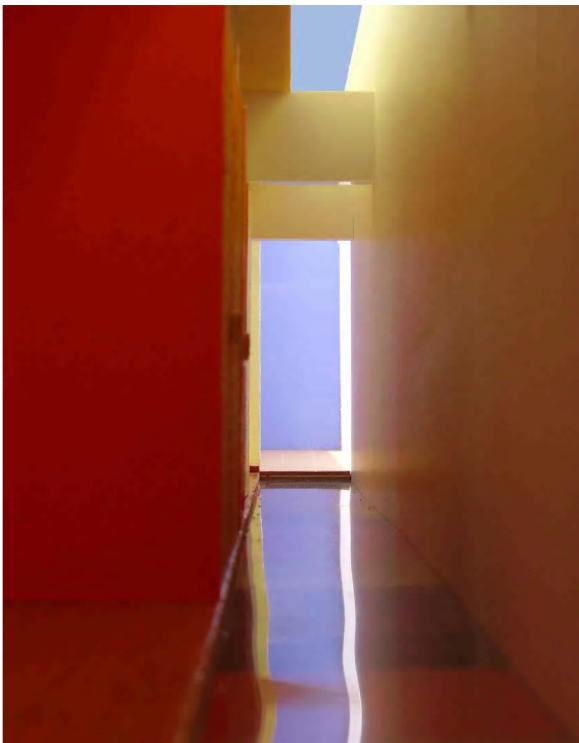


Durante buena parte del día, la luz natural incide directamente sobre los muros norte y oeste, determinando su color, y ejerciendo ciertamente influencia en el ambiente interior y en nuestra percepción de los colores.

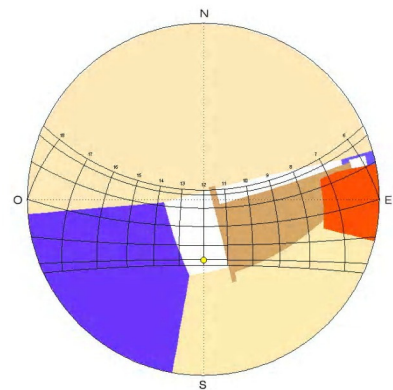


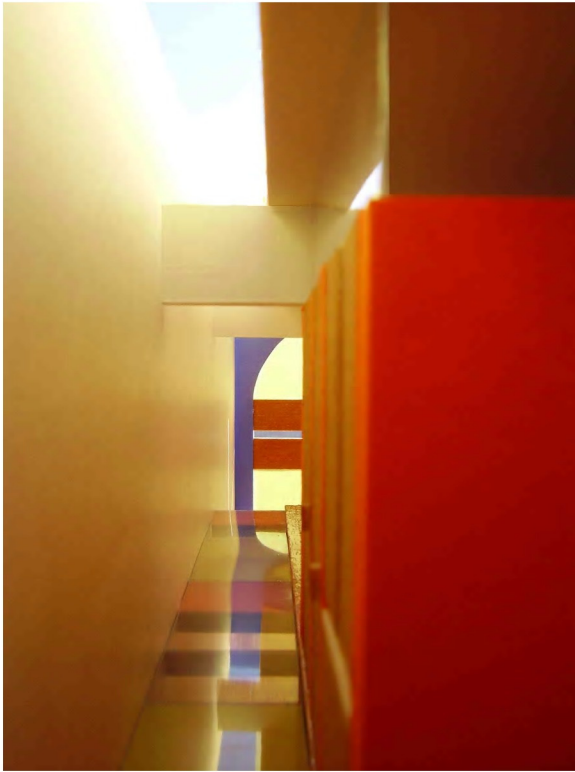


Aproximadamente a las 12:00 p.m., la luz ha bajado completamente por el muro oeste y avanzado por el piso de la terraza, de modo que está a punto de alcanzar el pasillo de cristal e irrumpir en el espacio inferior.

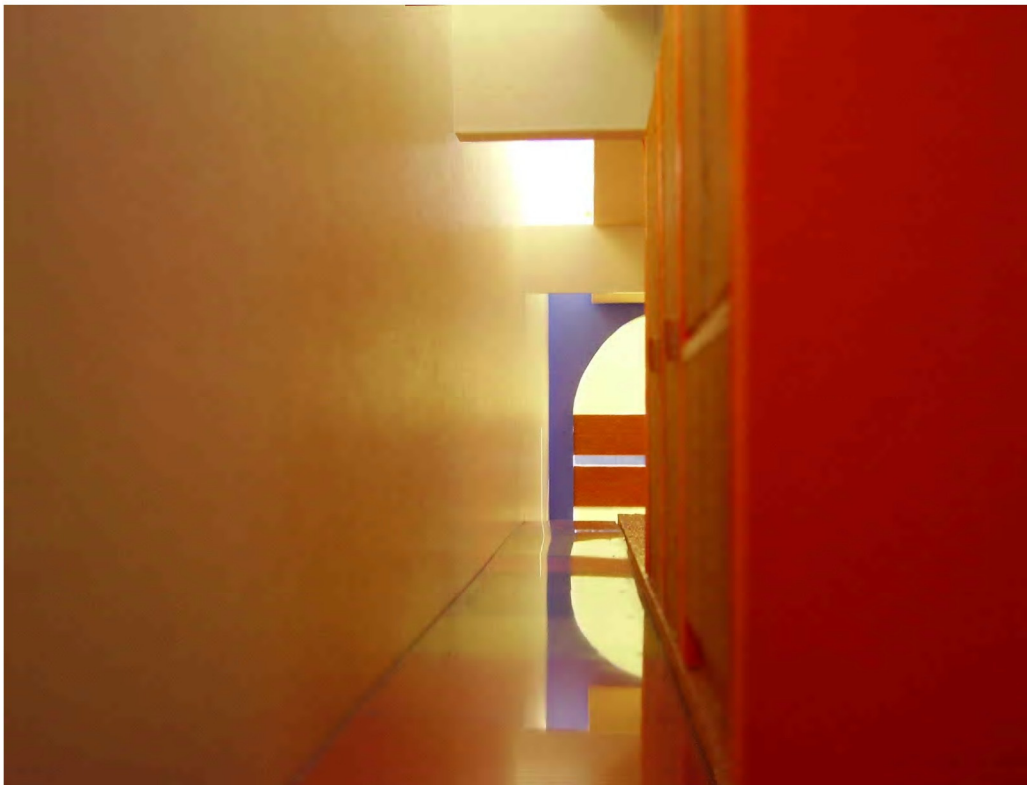


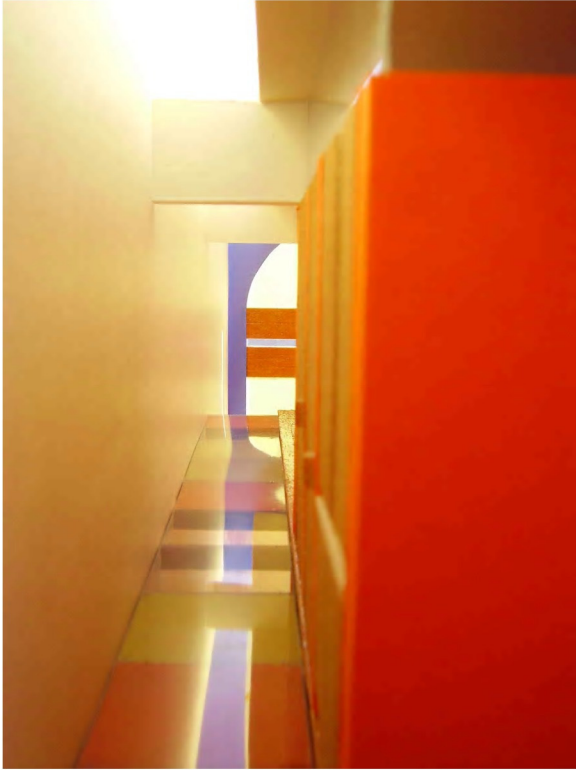
En algunos momentos del día, según diversas condicionantes, el color del cielo y el del muro oeste pueden verse muy parecidos, creando la ilusión de que se trata de una misma superficie.





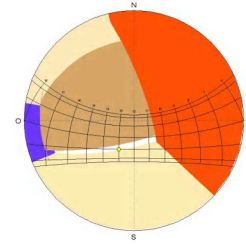
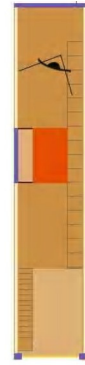
La luz amarillenta que entra por el cristal del cancel al lado este posee la misma temperatura de color que la que se refleja sobre el muro norte. Esto debido a una pantalla de cristal coloreado y esmerilado, invisible desde el interior, ubicada sobre el pretil de la losa, que filtra la luz y la difumina, de modo que al entrar no genera manchas de luz o sombras.





El reflejo azul del muro este, así como el del cielo, se extiende a lo largo del pasillo de cristal, aumentando el contraste entre este color y los anaranjados que lo circundan.



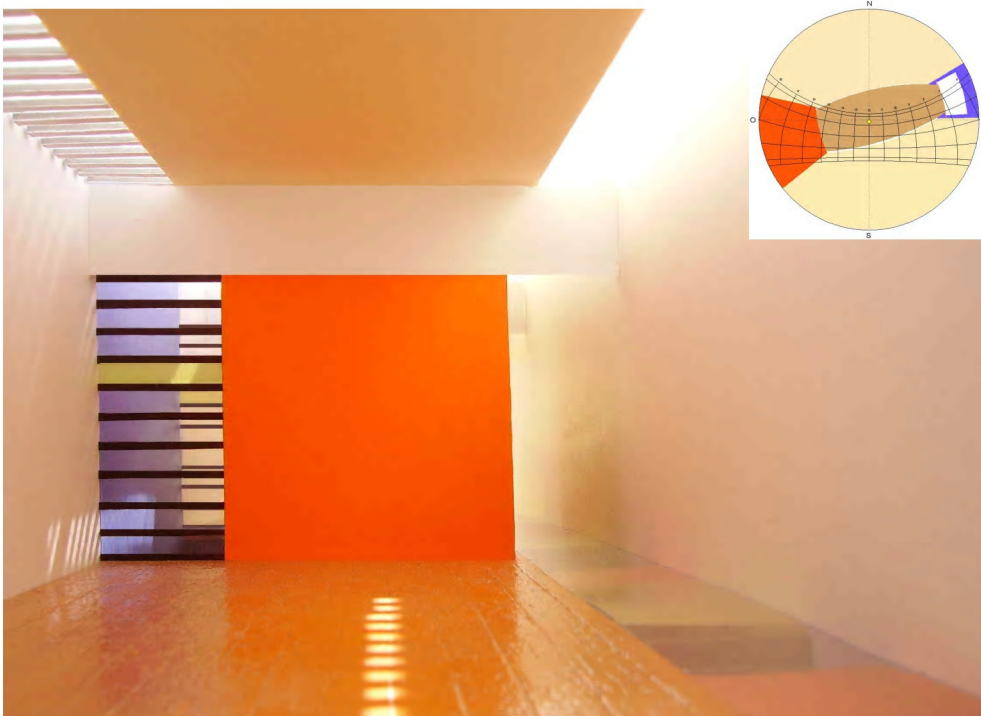


Aproximadamente a las 13:00 p.m. el sol tiene la inclinación necesaria para entrar en el espacio que hay entre el muro sur y la losa. De modo que una franja de luz atraviesa el módulo 2, reflejándose después en el suelo.





Lo mismo ocurre en el módulo 4, el sol pasa a través de las pérgolas del lado sur, y se refleja en el entresuelo. Esta línea fragmentada de luz se va moviendo hacia el sur conforme avanza la tarde.



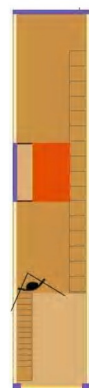
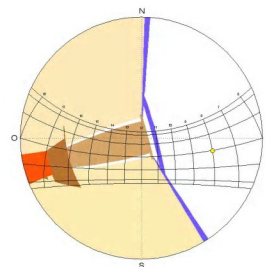


Por las tardes de invierno, una franja de luz entra por el cristal traslúcido del cancel oeste y baja diagonalmente sobre el muro norte, hasta chocar contra el cristal del pasillo, y reflejarse nuevamente sobre el muro.

Este efecto, únicamente he podido comprobarlo mediante la observación del espacio a través del tiempo, pues se trata sólo de un instante en la trayectoria solar, un encuentro efímero entre la luz y el espacio.



El cancel del muro este impide el paso directo de la luz solar por la mañana, que es una constante durante todo el año. Sus cristales esmerilados y de color difuminan la luz y hacen que ésta se proyecte con un tono amarillento sobre la pared norte.



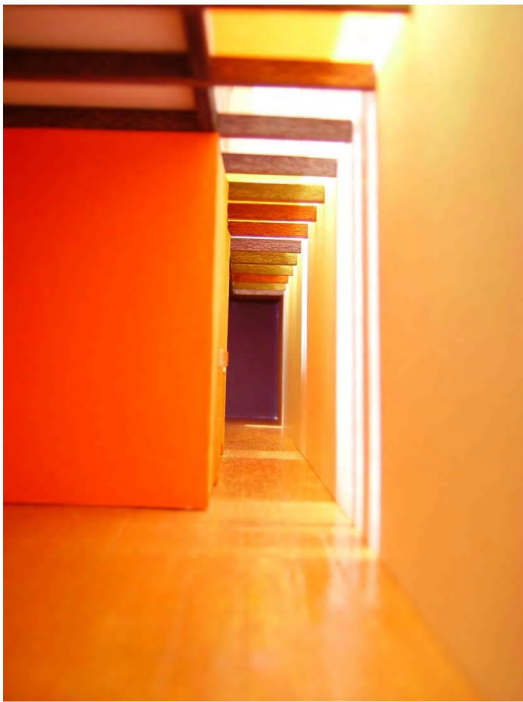
Imágenes comparativas Verano – Invierno



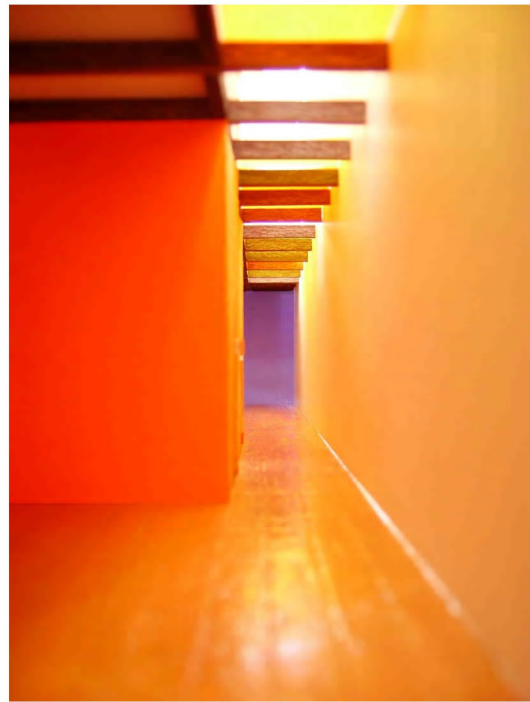
Verano



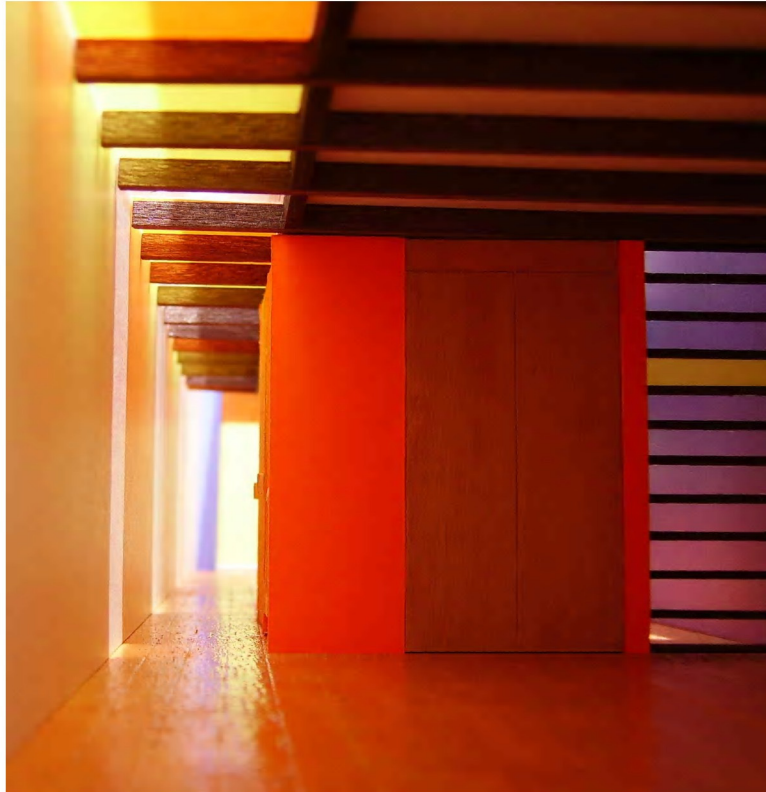
Invierno



Verano

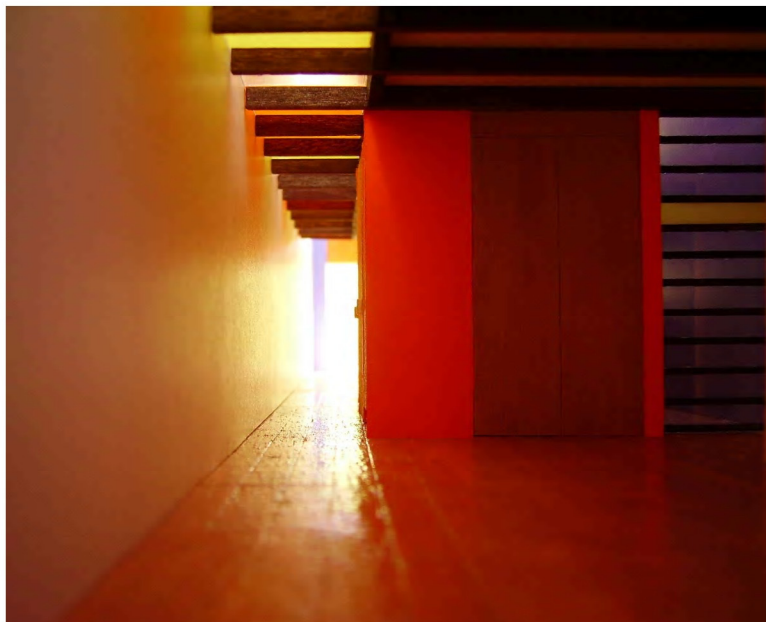


Invierno



Verano

(Mediodía)



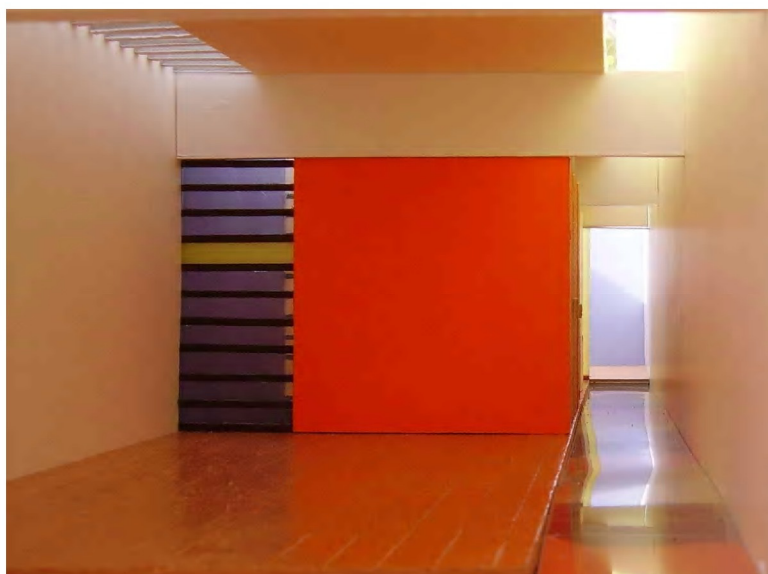
Invierno

(Mañana)



Verano

(Mediodía)



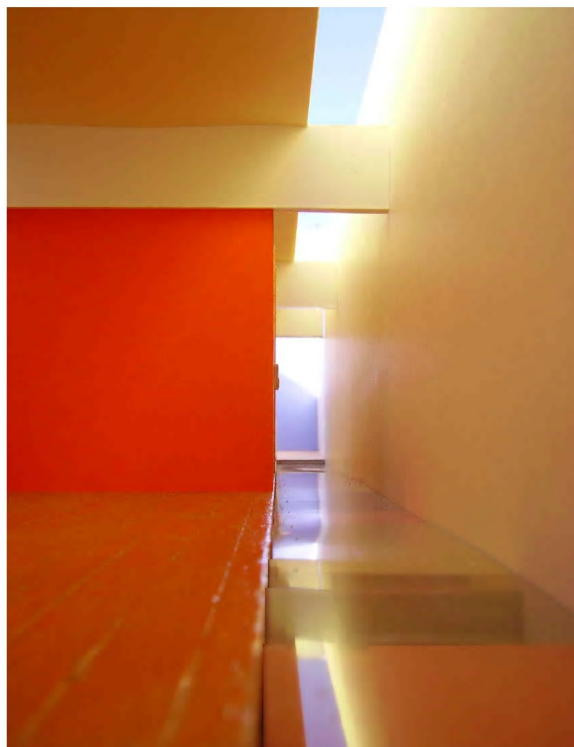
Invierno

(Mañana)



Verano

(Mediodía)



Invierno

(Mañana)

Observaciones finales

El desarrollo del proyecto me ha hecho saber, que al diseñar con luz natural y color, si bien es indispensable un estudio y un análisis previo de los factores: tiempo y espacio, esto no resuelve la propuesta, sólo le sirve de sustento, de límite. Después ha de venir la parte subjetiva del proceso, en la que el diseñador aporta su gusto, su interpretación del espacio, su intuición. La propuesta nace del razonamiento y de la sensibilidad personal. Es por esto último que no puede haber una respuesta única o absoluta. Sino tantas como formas de pensar hay en el mundo.

Al tratar con luz natural, se pueden prever los efectos más constantes y trascendentes, pero ocurrirán muchos más de los que un diseño puede contemplar. Lo mismo en su relación con el color, el cambio es la única constante.

La propuesta parte de un proyecto convencional, con una distribución espacial que dejaba inconclusa o ausente la experiencia perceptiva en el interior, habiéndose pensado en el color al final, con resultados poco satisfactorios. Aquí, en cambio, el color ha sido el fundamento de la nueva propuesta. Pienso que este resultado jamás se hubiera conseguido de otro modo. El color le ha dado su sentido al espacio: la métrica no ha cambiado, pero el espacio *sensible* es diferente, radicalmente. Hasta el cielo es diferente. Ahora, es parte de una composición que lo inventa desde su interior.



Propuesta 2005.



Propuesta 2006.

B I B L I O G R A F I A

- MILLET, MARIETTA: LIGHT REVEALING ARCHITECTURE; ED. VAN NOSTRAND REINHOLD, U.S.A., 1996, pp. 66-121, 144-146.
- BAKER, N., FANCHIOTTI, A., STEEMERS, K.: DAYLIGHTING IN ARCHITECTURE, A EUROPEAN REFERENCE BOOK; JAMES AND JAMES, BRUSELAS Y LUXEMBURGO, 1993, cap. 2.3, 2.4, 2.6 - 2.18, 4.3, 5.50.
- FONTOYNONT, MARC: DAYLIGHT PERFORMANCE OF BUILDINGS; JAMES AND JAMES, LYON, FRANCE, 1999, pp. 55-58, 63-66, 73-80, 81-92.
- MICHEL, LOU: LIGHT: THE SHAPE OF SPACE, DESIGNING WITH SPACE AND LIGHT; ED. JOHN WILEY AND SONS, INC., U.S.A., 1996, pp. 12-27, 31-46, 64-65, 88-100, 172-181.
- PLUMMER, HENRY: LIGHT IN JAPANESE ARCHITECTURE; ED. REVISTA A+U (ARQUITECTURA Y URBANISMO), JAPON, 1995, pp. 41-43, 72-73, 90-97, 226.
- PLUMMER, HENRY: MASTERS OF LIGHT; ED. REVISTA A+U (ARQUITECTURA Y URBANISMO), JAPON, 2003, pp. 236-253, 254-257, 290-297.
- WECHSLER, MAX: ADRIAN SCHIESS - COLOURSPACES, CO-OPERATION WITH THE ARCHITECTS HERZOG AND DE MEURON AND GIGON/GUYER 1993-2003; ED. QUART VERLAG LUZERN, HEINZ WIRZ; SUIZA, 2004, pp. 9-63.
- HOLL, STEVEN: THE CHAPEL OF ST. IGNATIUS; ED. PRINCETON ARCHITECTURAL PRESS, NEW YORK, 1999.
- HOLL, STEVEN: ENTRELAZAMIENTOS, STEVEN HOLL 1989-1995; ED. GUSTAVO GILI, NEW YORK, 1998.
- MULLER, LARS: STEVEN HOLL, IDEA AND PHENOMENA; ED. ARCHITEKTURZENTRUM WIEN, SUIZA, 2002, pp. 14-23.
- FUTAGAWA, YUKIO: LIGHT AND SPACE VOL. 2; ED. A.D.A EDITA TOKYO CO., JAPON, 1994.
- STOLLER, EZRA: THE CHAPEL AT RONCHAMP; NEW YORK PRINCETON ARCHITECTURAL PRESS, 1999, pp. 73-77.
- PAULY, DANIELE: LE CORBUSIER LA CHAPELLE DE RONCHAMP; FUNDACION LE CORBUSIER, BIRKHÄUSER, COP. 1997.
- GRESLERI, GIULIANO; GLESERI, GLAUCO: LE CORBUSIER, IL PROGRAMMA LITURGICO; EDITRICE COMPOSITORI, BOLOGNA, 2001, pp. 96-147.

- PHILLIP, DREW: CHURCH ON THE WATER, CHURCH OF THE LIGHT, TADAO ANDO; LONDON PHAIDON, COP. 1996.
- TORRES TUR, ELÍAS: LUZ CENITAL; ED. BARCELONA COAC DL., 2005.
- GUZOWSKY, MARY: DAYLIGHTING FOR SUSTAINABLE DESIGN; NEW YORK ARCHITECTURAL RECORD BOOKS, COP. 1981.
- ROBBINS, CLAUDE L.: DAYLIGHTING DESIGN AND ANALYSIS; VAN NOSTRAND REINHOLD, NEW YORK, COP. 1986.
- BUENDÍA JÚLBEZ, JOSÉ MA.; PALOMAR, JUAN; EGUIARTE, GUILLERMO Y SALDÍVAR, SEBASTIAN: LUIS BARRAGAN; EDITORIAL RM, MEXICO, 2001, pp. 140-149.
- GONZÁLEZ RIQUELME, ALICIA PAZ: ORDENANDO EL INTERIOR; UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA, MÉXICO, D.F., 1997, pp. 77-90.
- RIGGEN MARTÍNEZ, ANTONIO: LUIS BARRAGÁN, ESCRITOS Y CONVERSACIONES; ED. EL CROQUIS, MADRID, ESPAÑA, pp. 91.

Anexo 1. Herramientas del proceso creativo

Durante el proceso creativo, se utilizaron primordialmente dos herramientas: la representación en tres dimensiones del espacio interior; y la captura de imágenes o fotografías de dicha representación.

Para ello se utilizaron dos maquetas, una preliminar, de análisis previo, y otra final para la captura de imágenes.

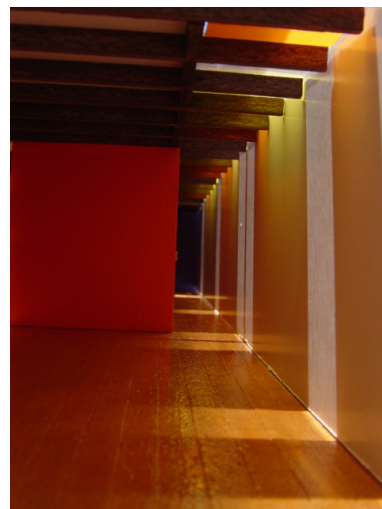
MAQUETA PRELIMINAR

- *Escala:*
1: 75
- *Materiales:*
Cartón de 2.5 mm, cartulina de color, papel de 90 gramos en distintos colores al azar, mica transparente, papel celofán de colores, papel de 90 gramos con textura, pegamento.
- *Manufactura:*
Se cortan y pegan las secciones correspondientes a los distintos elementos que conforman el espacio. Y en su caso, antes de pegar, se forran las secciones con el papel de color, así como la mica con el papel celofán.
- *Uso y objetivos:*
Esta maqueta fue de gran utilidad en el arranque del proyecto, ya que permitió un primer acercamiento al espacio interior, así como la búsqueda y el análisis de los fenómenos que la luz natural genera en ella. En la etapa inicial no representa una propuesta de color, aunque empiezan a intuirse algunas posibilidades. Es en la segunda etapa, que se llega a una propuesta más definida tanto en el manejo de la luz natural como en la propuesta de color.



MAQUETA FINAL

- Escala:
1:25
- Materiales:
Láminas de Fombord blanco de 6 mm, cartón de 2.5 mm, papel de 120 gramos en color blanco, azul, naranja y crema; mica transparente, papel albanene en color naranja y amarillo; láminas de madera balsa; esmalte para madera; pintura vinílica en color naranja, rojo, mostaza, crema y café oscuro; pinceles, pegamento.
- Manufactura:
Se cortan las láminas de Fombord en las secciones correspondientes a los distintos elementos que conforman el espacio. Posteriormente se pegan, y en su caso, antes de pegar, se forran con el papel de color, al igual que la mica con el papel albanene para semejar el pasillo de cristal, los cancelos y las celosías. Las láminas de madera balsa se pintan en dos tonos distintos, y después se cortan en las secciones requeridas.
- Uso y objetivos:
En esta segunda maqueta se terminó de definir y concretar la propuesta inicial, tanto en el tema de la luz como en el del color. La nueva escala de trabajo exigía más cuidado en los detalles, así como en la apariencia de los materiales que representados. Para así poder lograr mayor realismo en las imágenes.



CÁMARA DIGITAL

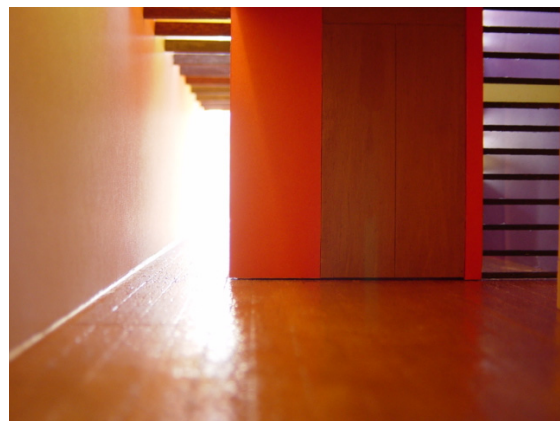
Esta segunda herramienta del proceso creativo tuvo un papel fundamental en la presentación final del proyecto. Por lo que, tanto las características de la cámara como la forma en que se tomaron las fotografías pueden ser importantes.

- Descripción general:
Cámara digital Pentax Optio 60 de 6.0 megapíxeles y 3x Zoom.
- Uso:
En cuanto al balance de blancos, las fotografías fueron tomadas en la opción *luz de día*, con un nivel de brillo de 0 a -5.
El tamaño en que fueron tomadas las imágenes es de 1704 X 2272 (4M).

Anexo 2. Reseña del análisis solar en la maqueta final

Para poder comprobar los fenómenos presentados por el software de trayectos solares, y conocer mejor el comportamiento de la luz en el interior, se hizo imprescindible observar la entrada de luz natural en la maqueta a lo largo de un día (desde las ocho de la mañana hasta las cuatro de la tarde). Esto fue de gran utilidad para plantear la propuesta final.

Las fotos que a continuación se presentan ilustran dicho estudio, así como la búsqueda de mecanismos de control solar.



El sol entra por el muro-cancel del acceso, proyectándose en la pared norte. Dicha proyección alcanza una mayor profundidad a esta hora del día (y aún más temprano en los meses de mayo, junio y julio), por lo que es necesario controlar la entrada de luz, ya que al chocar con la superficie blanca del muro norte puede generar deslumbramientos al caminar en dirección oeste – este (ver fotos derecha).

8:00 A.M.

8:00 A.M.



Parte del muro oeste se ve iluminada por la luz del sol; lo que deriva en dos tonos distintos de azul, y contrastes de calidad e intensidad generados por dichos colores. La luz solar degrada el color original, obteniendo un nuevo tono mucho más claro y brillante (fenómeno de reflexión), mientras que la superficie en sombra aparece con un azul más intenso y definido.

9:00 A.M.

9:00 A.M.

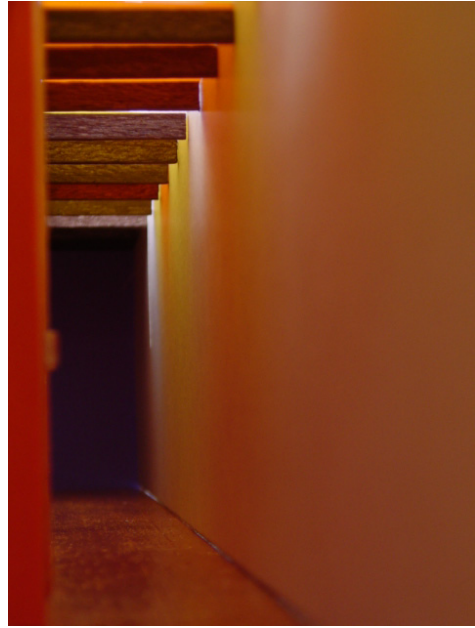


La proyección de luz avanza hacia el acceso, al mismo tiempo que baja sobre la pared norte.

La luz sobre el muro oeste toca ahora el entresuelo y avanza a través de la terraza. Desde el pasillo de cristal, se ve reflejado el color azul del fondo, así como una franja de luz blanca producto del choque con la superficie norte. Estos reflejos podrían ser molestos en el módulo 4, por lo que es necesario plantear una propuesta de control de luz.

10:00 A.M.

10:00 A.M.



La luz proyectada sobre el muro norte en su tramo cercano al acceso está a punto de desaparecer, mientras que en la terraza va ganando terreno y avanza hacia el interior, hasta llegar al pasillo de cristal, a través del cual baja al nivel inferior.

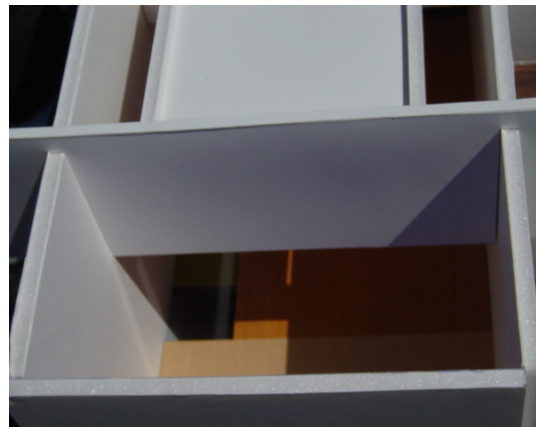
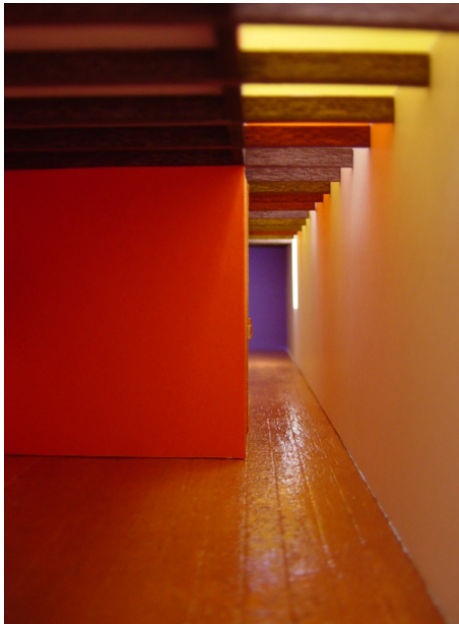
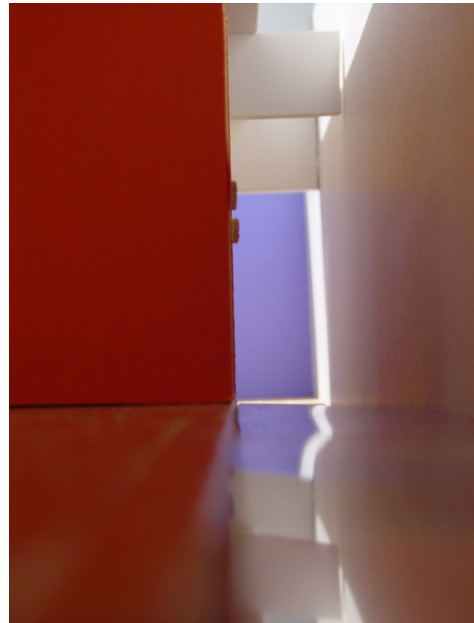
11:00 A.M.

11:00 A.M.



En torno a mediodía, el sol entra por el espacio entre la losa y el muro sur, proyectándose en el entresuelo y en el volumen central como una franja luminosa.

12:00 P.M.
12:00 P.M.



La luz de la terraza toca el cristal traslúcido del pasillo y baja por el muro norte, aumentando la luminosidad de los colores circundantes. Y haciendo contraste con las manchas coloreadas de luz difusa que proyectan los cristales.

12:00 P.M.

12:00 P.M.



La luz solar avanza por el muro norte hacia la planta baja, y al mismo tiempo, hacia el este por el pasillo de cristal, proyectando manchas de color más definidas e intensas

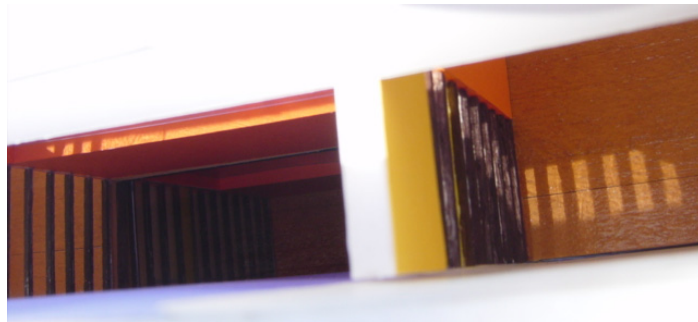
13:00 P.M.
13:00 P.M.



Las franjas de luz proyectadas en los pisos superior e inferior avanzan en dirección sur y aumentan su grosor, por lo que será necesario controlar su entrada, para evitar deslumbramientos en áreas de trabajo o descanso.

13:00 P.M.

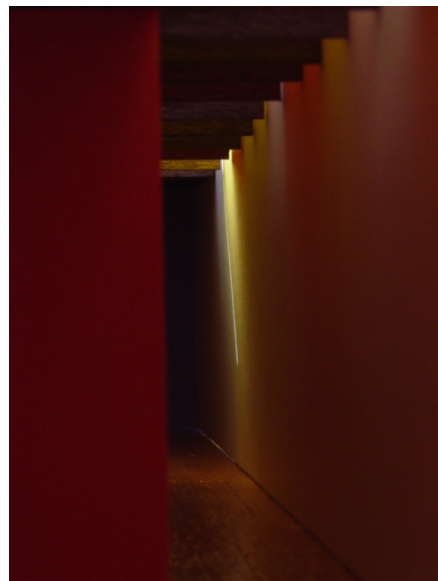
13:00 P.M.



El cristal del módulo de servicios actúa a manera de espejo, desviando la luz solar hacia el nivel inferior. Este fenómeno puede observarse en la celosía del módulo 5, que recibe parte de esta reflexión, al igual que en el entresuelo de madera. En este punto, será importante analizar la altura conveniente para el cristal amarillo, de modo que pueda colorear la luz por refracción.

14:00 P.M.

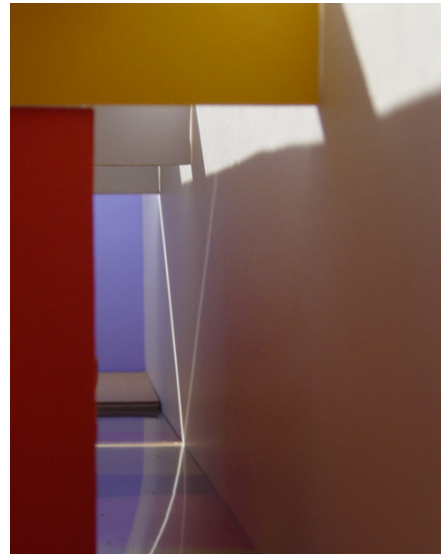
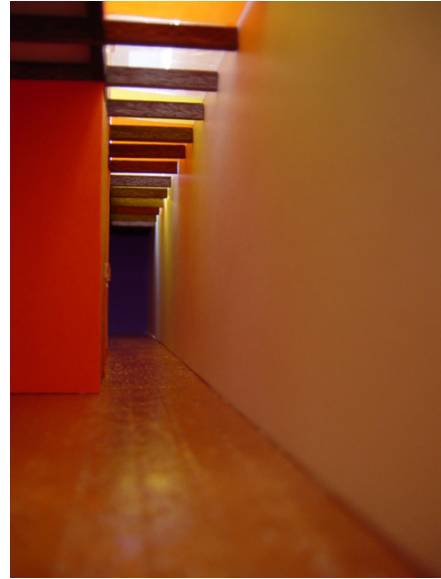
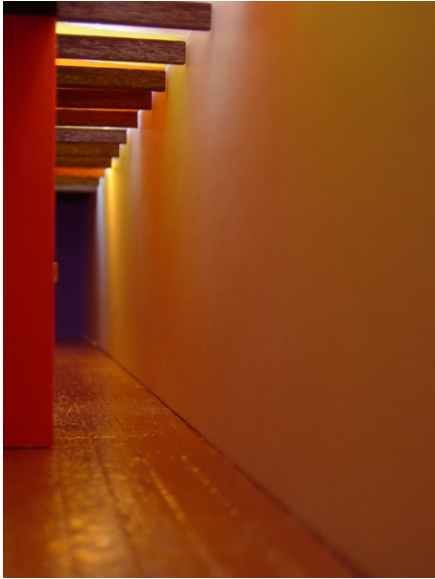
14:00 P.M.



En la planta baja, la luz reflejada atraviesa la celosía de madera y el cristal para entrar al espacio del módulo 1, llegando incluso a iluminar la encimera de mármol. Mientras tanto, la porción de luz que pasa por el cristal amarillo toma su color y se difumina diagonalmente en la pared perpendicular, logrando controlar el brillo y suavizar el efecto.

14:00 P.M.

14:00 P.M.



Las celosías para el control de luz cenital pueden controlar la entrada excesiva de luz directa y su inconfortable reflejo en pisos o muebles. Por otro lado, el azul al fondo del módulo 3, vuelve a oscurecerse.

15:00 P.M.
15:00 P.M.



El contraste entre zonas de luz y sombra se acentúa y, conforme baja el sol, las manchas de luz llegan también a mayor profundidad en el interior, lo que puede generar deslumbramientos.

16:00 P.M.

16:00 P.M.