

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza

Trabajo de Especialización en Desarrollo Sustentable del Hábitat Humano

**OPTIMIZACIÓN DE LUZ NATURAL EN ESPACIOS DE  
OFICINA DE UN ESTUDIO DE ARQUITECTURA Y  
LOGÍSTICA. CIUDAD DE MENDOZA.**

Alumno: Arq. Carlos Adrián Mallea Giménez

Tutor: Dra.Arq.Córica, Lorena

1 – INTRODUCCIÓN.....	3
2 – ESTADO DEL ARTE. ANTECEDENTES .....	7
2.1 LUZ NATURAL .....	7
ESTRATEGIAS DE ILUMINACIÓN NATURAL.....	9
ESTRATEGIA DE CAPTACIÓN.....	9
ESTRATEGIA DE TRANSMISIÓN .....	11
ESTRATEGIA DE CONTROL SOLAR .....	11
NORMATIVA .....	12
3. CASO DE ESTUDIO: Descripción del Proyecto Edificio .....	14
3.2 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y FUNCIONALES DE LA OFICINA.....	15
TIPOLOGÍA.....	15
DISTRIBUCIÓN FUNCIONAL .....	15
clima en MENDOZA. ....	18
4 – PLANTEO METODOLÓGICO .....	21
4.1 DIAGRAMA morfológico de Baker.....	21
4.2. EVALUACIÓN LUMÍNICA DE LOS ESPACIOS.....	22
A - Modelado de la volumetría.....	23
B - Determinación de la ubicación geográfica y orientación.....	24
C - Determinación de los materiales y reflectancias.....	25
D- Determinación de las escenas de luz.....	25
E -Cálculo.....	25
5 – DIAGNOSTICO .....	26
Aplicación Diagrama Morfológico - estado de situación de las oficinas .....	26
6– SIMULACIÓN:.....	28
6.1 Simulación de oficina Principal.....	28
6.2 Simulación de oficina secundaria 1 .....	32
6.3 Simulación de OFICINA SECUNDARIA 2.....	35
7– PROPUESTAS DE MEJORAS:.....	38
Recomendaciones GENERALES PARA LAS PROPUESTAS.....	38
Mejoras en la oficina principal .....	39
Mejoras en la oficina secundaria 1.....	42
Mejoras en la oficina secundaria 2.....	44
8- Conclusiones .....	47



### **Planteamiento del problema de origen.**

Una de las actividades más importantes que realiza el hombre a lo largo de su vida es el trabajo, y esto significa que transcurra gran parte de su tiempo en los espacios destinados al mismo. Para que esta actividad pueda desarrollarse en forma eficaz y en confort, se requiere que la luz y la visión se complementen ya que son las principales características del ambiente y de las personas (Pattini, 2012). Desde el punto de vista ergonómico, la iluminación es uno de los principales factores ambientales que influyen en los espacios de trabajo. Cerca del 80% de la información del mismo se recolecta o recibe por el sistema visual de los individuos, por lo que el diseño de la iluminación debe proporcionar un ambiente en el cual las personas, a través del sentido de la visión puedan trabajar y desarrollarse con seguridad, eficiencia y de manera confortable (Wolska, 2011).

Por otro lado, el avance de la tecnología ha propiciado el uso de dispositivos tecnológicos como computadoras en las oficinas como herramienta fundamental de trabajo. De acuerdo con varios autores, el síndrome de la visión de computadora es una de las afecciones más comunes de la gente que trabaja con monitores y el mismo se manifiesta a través de problemas visuales relacionados con las tareas que se realizan en esta actividad (Prado León, Ávila Chaurand, Aceves González, González Muñoz, 2009). Es un problema muy grave, ya que existen datos que afirman que alrededor de tres cuartas partes de los usuarios de computadora lo padecen (Singh y Wadhwa, 2006). Entre los principales síntomas que afectan a los trabajadores se encuentran la fatiga visual, irritación de ojos, visión borrosa, dolor de cabeza, disminución en el rendimiento intelectual, entre otros. Y todos estos efectos se agravan como consecuencia de una iluminación deficiente (Nussbaumer, 2014). Por lo que, en caso de edificios como oficinas es prioritario que las actividades que en ellos se desarrollan requieran de una adecuada iluminación, lo que significa niveles aceptables de luz sobre los planos de trabajo (Perla Zambrano y Prado León, 2016).

Diversos estudios determinan que es fundamental la presencia de las ventanas y el ingreso de la luz solar en el lugar de trabajo, ya que son los que responsables de una mayor satisfacción de los trabajadores (Kaplan y Dana, 2001). “No hay duda de que las personas prefieren la iluminación natural por encima de la iluminación artificial como recurso primario de iluminación” (Boyce, Hunter y Howlett, 2003: 26).

Trabajar en un espacio donde predomine la luz natural siempre va a ser mejor que con luz artificial. El estilo de vida actual nos ha llevado a estar una gran parte del día con luz artificial, dado que nos encontramos un parte importante del tiempo en la oficina. La falta de luz natural

muchas veces causa cansancio, fatiga, influye en nuestros estados anímicos y otras afecciones más.

Trabajos realizados por Loisos, permitieron demostrar la importancia que le cabe al rol de la iluminación natural en el rendimiento de los usuarios en los locales de trabajo. (Loisos, 1999). Teniendo en consideración que “el ambiente luminoso natural es un recurso vital para el bienestar dentro de los espacios de trabajo, debiéndose diseñar de modo que, los usuarios puedan realizar sus tareas visuales de la manera más efectiva, en un contexto psicológico y físico adecuado” (Pattini, Kirshbaum, 1998).

El confort visual está influenciado principalmente por el nivel de iluminancia del espacio, el grado de deslumbramiento y la distribución espacial de la luz natural (Anon 2000). La capacidad de los usuarios de los edificios de adaptarse a las condiciones dinámicas del ambiente es muy importante. Las condiciones luminosas en un local iluminado con luz natural pueden cambiar drásticamente entre el exterior y el interior y en el interior cuando en éste hay luz solar (Yamín, 2016). Por lo que El diseño que no contemple estas estrategias básicas conducirá al usuario al empleo de la iluminación artificial, con el consiguiente costo energético y, peor aún, en los casos que no se disponga de la misma, se forzará la tarea visual, con las consiguientes consecuencias físicas en el individuo: fatiga, disminución en el rendimiento intelectual y en el aprendizaje, entre otras (Gonzalo, et. al; 2001).

### **Justificación del tema**

Según Yamín, el grado de valoración positiva a luz natural depende de muchos factores locales, entre ellos el clima, la cultura y los hábitos. Las consideraciones respecto a los aspectos térmicos de la luz solar y su control han empezado a incorporarse a la práctica del diseño de edificios (Yamín, 2016).

Ya se ha mencionado el hecho de que el uso de la luz natural para desplazar la necesidad de alumbrado artificial puede dar como resultado importantes ahorros de energía y la reducción de emisiones a la atmósfera de dióxido de carbono, particularmente en edificios no domésticos tales como oficinas, librerías o escuelas, etc.

Si bien los beneficios que se obtienen al iluminar un espacio con luz natural son muy diversos, es necesario cuantificar y entender los aspectos del entorno arquitectónico y no arquitectónico como la estación del año y la hora entre otros factores que influyen en el ambiente lumínico. De esta manera, es posible implementar las estrategias necesarias en el diseño del espacio a fin de cumplir con los niveles indicados por las normas, lo que determina el desarrollo

de actividades en una forma cómoda y segura. Es importante señalar que cada región dispone de distintos niveles de iluminación, por lo que es de relevancia contar con información del sitio en donde se desarrolle el proyecto. En este sentido, las estrategias a utilizar para crear un ambiente lumínico adecuado serán diferentes según la localización del proyecto. Por tanto, para lograr la calidad espacial en relación al ambiente lumínico es necesario conocer aspectos importantes como las principales limitaciones de la luz natural: la duración del día o la cantidad de horas de luz solar; este factor dependerá de la latitud en donde se encuentre el proyecto, así como la estación del año, la iluminancia horizontal exterior, la orientación del vano por donde ingresa la luz y por último las obstrucciones externas (Yáñez, 2008).

Los climas áridos en general, y la ciudad oasis de Mendoza, en particular presentan cielos claros a lo largo del año (Pattini, 2008). El tipo de cielo predominante en esta región, es el cielo claro con sol, debido a que el 83 % del año, el cielo se encuentra despejado o parcialmente despejado. (Servicio Meteorológico Nacional Argentino para el período 1981-90). Ante esta fuente de luz solar disponible en el exterior, es posible aprovechar este recurso renovable como una fuente potencial de iluminación natural limpia y gratuita. (Córica, 2008).

Ante lo expuesto, el presente trabajo apunta a realizar el estudio y la optimización de luz natural en los espacios de oficinas de un estudio de Arquitectura y Logística. El mismo tiene la particularidad que se trata de una vivienda ubicada en el departamento de Guaymallén, Mendoza y se trata de una vivienda refuncionalizada para desarrollar la actividad laboral del estudio.

Se pretende mejorar las condiciones del medioambiente visual de los espacios, destinados a tareas de lecto-escritura, para generar calidad visual de los usuarios en el período diurno, minimizando el consumo de energía eléctrica auxiliar, contaminante y de alto costo. Para ello, se propone realizar un diagnóstico en los principales lugares de trabajo y realizar propuestas de mejoras a partir del uso de estrategias de captación y control solar.

## **Objetivos**

### **Objetivo General:**

El objetivo principal del presente trabajo, plantea optimizar las condiciones de luz natural en espacios de trabajo de un estudio de Arquitectura y Logística, bajo la incorporación de estrategias de diseño pasivo y sistemas de control.

### **Objetivos específicos:**

Se plantean varios objetivos específicos para su ejecución:

- Realizar un diagnóstico de las condiciones de IN en los espacios de las principales oficinas, mediante el uso de distintas herramientas.
- Identificar los sectores y horarios críticos en los cuales el ingreso de luz natural resulta insuficiente y proponer estrategias de diseño pasivo y de incorporación de tecnologías.
- Realizar simulaciones con herramientas computacionales para analizar los resultados de los Sistemas de Iluminación Natural (SIN) propuestos,
- Realizar propuestas de mejora y optimización, con la aplicación de estrategias de iluminación natural y sistemas acordes, que permitan mejorar la cantidad y calidad de iluminación de los espacios.

### 2.1 LUZ NATURAL

La cualidad de la luz natural en la arquitectura determina la percepción de los espacios arquitectónicos, así como las condiciones de confort visual; además, afecta a muchas otras cuestiones como la percepción temporal, el estado anímico, la creación de ambientes o la regulación de los ritmos circadianos. Pero la luz natural en arquitectura no es una cuestión exclusivamente cualitativa; para aprovechar el potencial de la iluminación natural es necesario poder cuantificarla; de esta forma se podrán obtener valores de iluminancia que nos permitan gestionar y controlar los requisitos de visibilidad para el desarrollo de tareas visuales. Además, la iluminación natural también tiene un aspecto térmico, en cuanto a que la luz solar directa representa térmicamente a las ganancias solares a través de los huecos en el balance térmico de un espacio.

Realizar un adecuado aprovechamiento de la Iluminación natural, especialmente en ciudades donde predomina el cielo claro con sol, permite lograr un ahorro equivalente al 50-80% del consumo energético requerido por la iluminación artificial (BODART, DE HERDE, 2002). Pero, no sólo deben contemplarse los niveles de iluminación requeridos por cada tarea visual, sino también controlar la luz solar directa y los altos brillos y contrastes.

Según Pattini, la luz natural es una alternativa válida para la iluminación de interiores y su aporte es valioso no solo a la cantidad de luz que ingresa al espacio sino también a la calidad de iluminación. Es provista por una fuente de energía renovable como es el sol. Implica un buen ahorro de energía. Proporcionar niveles de iluminancia más elevados en las horas diurnas, para una considerable parte del día. Tiene la particularidad de ser dinámica por el recorrido del sol. Genera satisfacción de las necesidades biológicas y psicológicas. Y en términos económicos la adecuada provisión de luz natural a una vivienda o local puede incrementar el valor comercial de ellos (Pattini, 2010).

La disponibilidad y características de la luz natural dependen de la latitud, meteorología, época del año y del momento del día. Es sabido que la cantidad de luz natural recibida en la tierra varía con la situación, la proximidad a las costas o tierra adentro. El clima y la calidad del aire también afectan a la intensidad y duración de la luz natural. De ahí que, según los climas, la luz

natural pueda ser predecible o muy impredecible.

Las fuentes de luz natural son el sol y el cielo. La luz natural llega de manera directa o indirecta, dispersada por la atmosfera y reflejada por las superficies del ambiente natural o artificial (Pattini, 2010).

**Tenemos la componente directa**, que es la porción de luz natural que incide en un lugar específico que proviene directamente desde el sol. Sus características son el permanente cambio de dirección, su probabilidad de ocurrencia y los altos niveles de iluminancias que produce en las superficies y la temperatura de color.

**La componente difusa.** Que es aquella proveniente de la bóveda celeste sin considerar el sol. Y que tiene aproximadamente la misma intensidad en diferentes direcciones

**La componente reflejada.** Es la que llega a un espacio determinado por reflexión. En los climas soleados, la luz natural indirecta constituye un verdadero aporte a los sistemas de iluminación natural, mediante uso de superficies reflectoras que dirigen la luz solar directa. - Acabados. - Reflectancias. – Orientación. (Pattini, 2010)

Estas componentes se ven influenciadas por una gran cantidad de factores. De ahí que los estudios desarrollados sobre la luz natural sugieran que se requerirían al menos treinta “zonas de diseño de alumbrado con luz natural” para cubrir la variación de las aportaciones de luz natural en toda la Unión Europea

Por ello es tan importante el conocimiento de una serie de características propias de la luz natural y que son útiles para la iluminación en interiores. De entre ellas podrían destacarse:

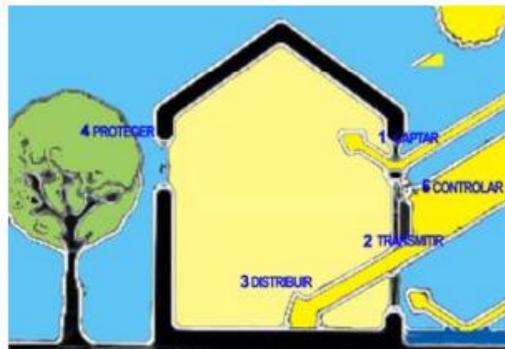
- Los diferentes tipos de distribución de luminancias en el cielo, lo que establece una condición de cielo predominante para cada región. Es el caso del cielo uniforme o nublado, con una distribución de luminancias uniformes; un cielo parcialmente nublado, con alternancia de nubes; y por último, cielo claro con presencia de poca nubosidad (no más del 30%).

- El factor medio de luz natural, que permite evaluar la apariencia total de una sala iluminada con luz natural en condiciones de cielo cubierto con nubes.

- La distribución de dicha luz natural en el interior de una sala mediante cálculo, para saber si la sala tiene una superficie demasiado grande y pueden aparecer en su interior zonas no iluminadas suficientemente.

## ESTRATEGIAS DE ILUMINACIÓN NATURAL

La luz natural, no sólo permite iluminar un espacio interior, sino que, a través de las aberturas permite la conexión con el exterior a través de las vistas y a su vez la ventilación pasiva. Entonces, la cuestión es cómo manejarla y utilizarla para aumentar el confort de los ocupantes, el bienestar, y en última instancia, la productividad dentro de un espacio. Para un buen proyecto de iluminación se recomiendan cuatro estrategias básicas (Fig. 1):



1. CAPTAR
2. TRANSMITIR
3. DISTRIBUIR
4. PROTEGER (CONTROL SOLAR)

Figura 1. Estrategias de Iluminación Natural. Fuente: Libro de Manual de uso Pasivo.

---

### ESTRATEGIA DE CAPTACIÓN

Captar la luz natural consiste en hacer llegar la luz al interior del edificio en forma natural haciendo un uso correcto de la arquitectura, de su geometría y de criterios de diseño. Dentro de los parámetros de diseño que permiten optimizar las condiciones de iluminación natural en los espacios interiores se encuentran: (Ministerio de educación, 2014)

**LATITUD Y ÉPOCA DEL AÑO:** En primer lugar, es necesario, identificar la localización geográfica donde se ubica el espacio, ya que tienen relación directa con la dinámica diurna y anual de las trayectorias solares. Esto va a influir en los momentos del año donde se cuentan con los ángulos de incidencia solar que van a condicionar la incidencia de luz directa en los interiores (solsticios y equinoccios). A modo de ejemplo, en latitudes intermedias los espacios deben asegurar horas mínimas de asoleamiento al día durante los meses de invierno. Lo ideal es que esa accesibilidad solar se dé en las horas centrales del día, puesto que a primera y última hora la capacidad de aporte de energía del sol en invierno es muy limitada. En las cuatro horas centrales del día, de las 10:00 a las 14:00 (horas solares), se dispone del 75% de la radiación solar de todo el día.

**ENTORNO FÍSICO DEL EDIFICIO:** La luz disponible depende del entorno donde se encuentra localizado el edificio, ya que la luz del sol y del cielo se modifica en relación a la producción del

paisaje urbano. Por lo que es importante contemplar los espacios conexos exteriores al ambiente, si presentan edificaciones, sus dimensiones, arbolado o vegetación, sus colores, etc.

El riesgo de ignorar la permeabilidad de los recintos urbanos, puede no sólo tornar inconfortable las condiciones de habitabilidad, sino también, hacer fracasar cualquier estrategia de aprovechamiento de luz natural.

**FORMA DEL EDIFICIO y ORIENTACIONES:** El diseño debe procurar optimizar la forma y orientación de las plantas de los edificios para permitir, dentro de las posibilidades de los terrenos, el acceso de la luz natural a la mayoría de los locales.

El edificio se debe proteger del sol en exceso, en su fachada, para eso usa los siguientes elementos: Al este, protege con aleros anchos horizontales y verticales o parasoles difusores. Al norte, protege con aleros moderados o parasoles horizontales y difusores. Al oeste, protege con aleros anchos horizontales y verticales o parasoles difusores. Al sur, casi no necesita protección.

**ABERTURAS:** En cuanto al diseño de las aberturas se debe maximizar la transmisión de luz por unidad de área vidriada, controlar la penetración de luz solar directa sobre el plano de trabajo. Controlar el contraste de claridad dentro del campo visual de los ocupantes y a la vez, minimizar el efecto de reducción de ingreso de radiación debido al ángulo de incidencia de la luz. Para cielos claros, la captación lateral en verano tiene limitada penetración solar y en invierno una gran penetración solar como se observa en la figura 2.



Penetración de la luz lateral y cenital en invierno y verano.

**Figura 2. Disposición de los elementos de captación. Fuente: libro de VCL**

---

## ESTRATEGIA DE TRANSMISIÓN

Transmitir consiste en favorecer la penetración de la luz al interior del local, a través de los elementos arquitectónicos, la geometría y las estrategias de iluminación. El principal elemento arquitectónico transmisor de la luz es la ventana y por ello hay que tener en cuenta su posición, Dimensión, Forma, Material de transmisión.

**PROPORCIÓN DE LA VENTANA:** Las aberturas en las fachadas son la componente más utilizada para transmitir la luz natural en edificios. El tamaño, forma y material que la conforman son elementos esenciales para la cuantificación y calificación de penetración de la luz en el edificio. En las oficinas se eligió por unas ventanas que evitaran el deslumbramiento en las zonas de trabajo como se muestra posteriormente en el trabajo

**REFLECTANCIAS SUPERFICIES INTERIORES:** La capacidad de reflejar la luz se mide por el coeficiente de reflexión basado en una escala de 0 al 100, donde 0 corresponde a la luz totalmente absorbida (color negro) y es 100 cuando la totalidad de la luz es reflejada (color blanco). La textura influye directamente en el grado de dispersión de la luz.

---

## ESTRATEGIA DE CONTROL SOLAR

Su principal objetivo consiste en bloquear parcial o totalmente la radiación solar cuando ésta presenta características negativas para la utilización del espacio, evitando así el deslumbramiento y el sobrecalentamiento de los espacios interiores. Para ello se pueden utilizar distintos dispositivos en base a diseño pasivo (cortinas o parasoles).

## NORMATIVA

Al desarrollar un proyecto que ponga énfasis en las adecuadas condiciones de iluminación natural en espacios interiores, deben considerarse los niveles recomendados para la actividad que se desarrollará dentro del local proyectado; permitiendo así, que las tareas se realicen en situaciones de eficacia y confort. El marco normativo que define dichos niveles de iluminación varía de acuerdo con cada país. En Argentina, las normas oficiales son:

- IRAM AADL J 20-03 “Iluminación Natural de Edificios”
- IRAM AADL J 20-05 “Iluminación de Interiores. Niveles de iluminación”. De acuerdo con las normas antes mencionadas las tareas que se desarrollan en un determinado espacio se clasifican según su dificultad, y de acuerdo a ello varía el coeficiente de luz diurna mínimo requerido. Se entiende por coeficiente de luz diurna a la relación existente entre la iluminación en un punto determinado y a la iluminación sobre un plano horizontal procedente de la bóveda celeste sin obstrucciones.

- Reducida: Circulaciones, depósitos, requieren un coeficiente de luz diurna del 1%.
- Mediana: Trabajo común de oficina, requieren un coeficiente de luz diurna del 2%.
- Alta: Dibujo, lecto escritura; requieren un coeficiente de luz diurna del 5%.
- Muy Alta: Montaje e inspección de mecanismos delicados; requieren un coeficiente de luz diurna del 10%.

Cuando se evalúa las condiciones de iluminación interior alcanzada por diferentes alternativas de diseño de un local, estas deben ser contrastadas con los niveles recomendados para la actividad visual a desarrollarse en el local, de modo que se asegure la realización de las tareas con eficacia y confort.

TIPO DE LOCAL	ILUMINANCIA (Lux)
Aulas comunes (lectura y escritura)	300 a 500
Sobre pizarrón (con iluminación suplementaria)	1000
Sala de lectura	400
Oficinas	500
Bibliotecas	400
Aulas especiales	750
Baños y vestuarios	100
Circulaciones	200

**Tabla 1: Lux requeridos según destino del local. Fuente: NORMA IRAM AADL J 20-05**

Los valores indicados en las tablas 1 Y 2, se usarán para estimar los requeridos para las tareas que se desarrollan en el espacio de estudio.

Clase de tarea visual	Iluminación sobre el plano de trabajo (lux)	Ejemplos de tareas visuales
Visión ocasional solamente	100	Para permitir movimientos seguros por ej. en lugares de poco tránsito: Sala de calderas, depósito de materiales voluminosos y otros.
Tareas intermitentes ordinarias y fáciles, con contrastes fuertes.	100 a 300	Trabajos simples, intermitentes y mecánicos, inspección general y contado de partes de stock, colocación de maquinaria pesada.
Tarea moderadamente crítica y prolongadas, con detalles medianos	300 a 750	Trabajos medianos, mecánicos y manuales, inspección y montaje: trabajos comunes de oficina, tales como: lectura, escritura y archivo.
Tareas severas y prolongadas y de poco contraste	750 a 1500	Trabajos finos, mecánicos y manuales, montajes e inspección: pintura extrafina, sopleteado, costura de ropa oscura.
Tareas muy severas y prolongadas, con detalles minuciosos o muy poco contraste	1500 a 3000	Montaje e inspección de mecanismos delicados, fabricación de herramientas y matrices; inspección con calibrador, trabajo de molienda fina.
	3000	Trabajo fino de relojería y reparación
Tareas excepcionales, difíciles o importantes	5000 a 10000	Casos especiales, como por ejemplo: iluminación del campo operatorio en una sala de cirugía.

**Tabla 2. Lux requeridos según la clase de tarea visual. Fuente: NORMA IRAM AADL J 20-05**

La normativa también hace referencia a la terminación de los elementos interiores de los distintos locales, los cuales recomienda que tendrán acabado mate y con colores claros y hace referencia a los valores de reflexión recomendados en la Tabla 2.2. para todas las superficies interiores.

SUPERFICIES INTERIORES	FACTORES DE REFLEXIÓN
Cielorraso	70 – 90
Muros	40 – 60
Solados	10- 30
Puertas	20 – 60
Pizarrón	10 – 20
Bancos y mesas de trabajo	35 - 50

**Tabla 3. Factores de reflexión recomendados para superficies interiores. Fuente: NORMA IRAM AADL J 20-05**

### 3. CASO DE ESTUDIO: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO EDILICIO

El proyecto a analizar corresponde a una construcción que se encuentra en el partido Belgrano en la localidad de Guaymallén. Es destinado al desarrollo de proyectos de Logística e infraestructura Gas industrial y envasado. Posee tres edificios: la parte de oficinas, la parte de taller y galpón (figuras 3 y 4).



**Figura 3. Imagen real de las oficinas objeto de estudio. Fuente: Elaboración propia**



**Figura 4. Imagen satelital de las oficinas a analizar. Fuente: Elaboración propia**

---

## 3.2 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y FUNCIONALES DE LA OFICINA

### TIPOLOGÍA

El lote tiene 10,00m de frente por 45.00m de largo. El edificio se organiza de forma compacta, con un esquema volumétrico que consta de tres partes en su desplazamiento en su eje longitudinal. Posee un patio de 2.65 m de ancho que también corresponde al sector destinado al estacionamiento de vehículos. Las oficinas se emplazan sobre la línea de edificación, sin retiro frontal. Su desarrollo es longitudinal cuya fachada principal y de acceso se encuentra al sur. En la orientación este, tiene una medianera de 3 metros de altura aproximadamente.

El sector de oficinas está constituido por 3 ambientes (una principal, y las otras secundarias) una cocina, un baño y un depósito.

La Oficina Principal (OP) se utiliza para el llenado de legajos, verificación de planos y usos de herramientas informáticas. Posee 2 ventanas, una al sur, de gran dimensión y la otra conecta a un patio interno de dimensiones menores.

La Oficina Secundaria 1 (OS1) tiene una puerta ventana que está ubicada al sur de dicha oficina. Se utiliza para reuniones, llenado de legajos y uso de herramientas informáticas.

Por último, hay una Oficina Secundaria 2 (OS2) ubicada en la parte norte de la vivienda y tiene una ventana con esta orientación. La actividad que se desarrolla en esa oficina es la de contaduría y llenado de legajos

---

### DISTRIBUCIÓN FUNCIONAL

Desde el punto de la distribución de los espacios, la edificación está constituida por diferentes unidades funcionales como la Cocina-Comedor, el sector de Lavadero en el exterior, un Baño, tres oficinas y un depósito se desarrolla en una sola planta. Tiene dos ingresos; uno principal-frontal por oficina Principal y otro secundario-lateral por la Cocina. La cocina y el comedor se unifican en un solo ambiente central. El lavadero es exterior y está vinculado con el acceso hacia la cocina. A través de un pasillo se conectan el baño y las dos oficinas. Todos los locales cuentan con iluminación y ventilación natural.

La distribución y ubicación de los espacios está representada en la planta y corte arquitectónico de las figuras 5 y 6.



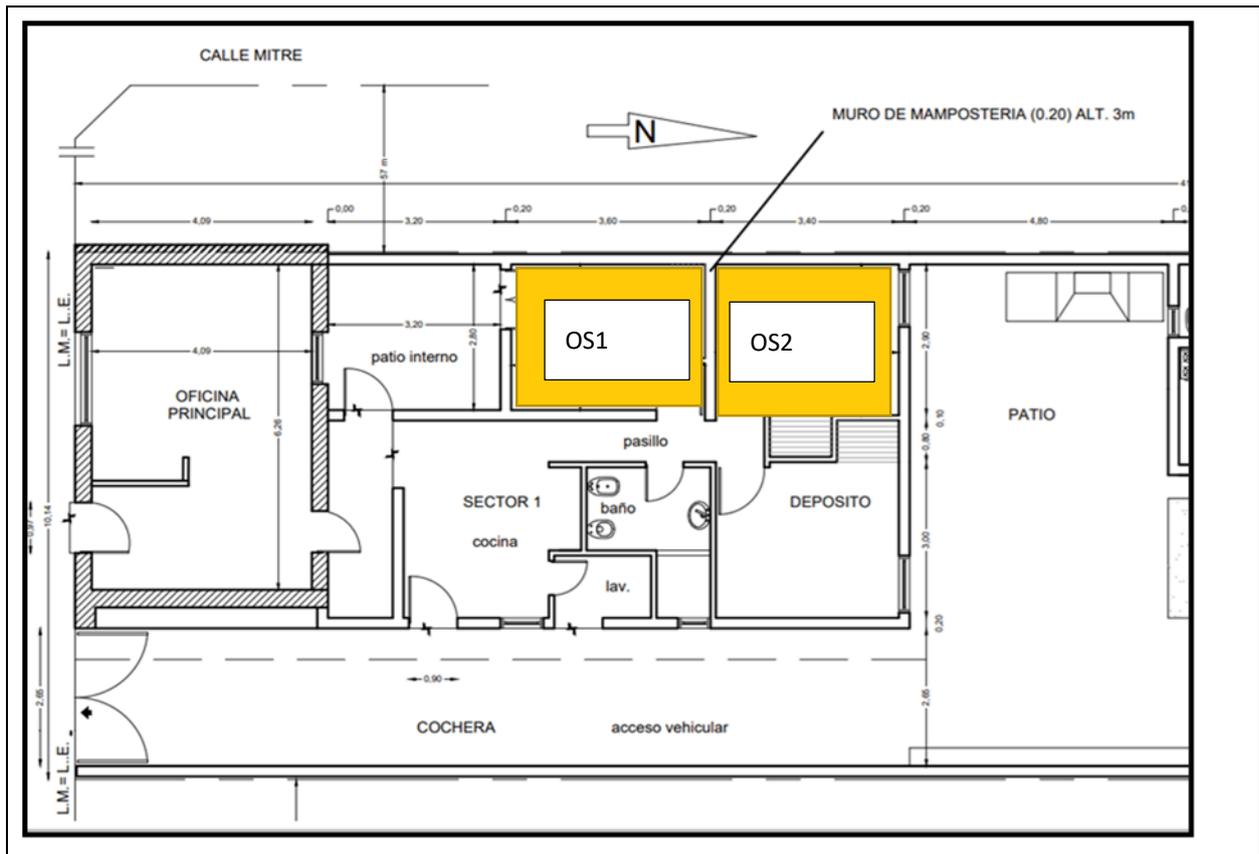
### 3.3. SUPERFICIES Y MATERIALES DE LOCALES

La vivienda tiene una superficie cubierta de 115 m<sup>2</sup> y semicubierta de 2.5 m<sup>2</sup>. En cuanto a las dimensiones de cada local; OP cuenta con 25.48 m<sup>2</sup>, OS1 es de 10,00 m<sup>2</sup> y OS2 es de 10,78 m<sup>2</sup>. Dentro de sus principales materiales de construcción y revestimiento, se destacan muros de ladrillón con revoque grueso exterior y revoque interior con terminación fratasada. El revestimiento es enlucido de yeso en toda la vivienda, menos en la cocina que se ejecuta con revestimiento cerámico en pared de color blanco con un porcentaje de reflectancia del 78%. Los pisos interiores son de cerámicos esmaltados satinados y los exteriores de hormigón armado con baldosones de hormigón simple. El techo de la oficina principal es de madera con rollizos. El techo las oficinas secundarias es de losa alivianada cerámica con cielorraso de yeso aplicado de color blanco (Fig. 7).



**Figura 7. imagen interior de la oficina. Fuente: Elaboración propia**

A partir de haber identificado los principales sectores destinados a uso permanente de trabajos de oficina, es que se propone el análisis exhaustivo de las condiciones de iluminación natural de los mismos. Por lo que se definen como casos de aplicación y de estudio, la oficina Principal y las Secundarias 1 y 2. ya que requieren ambientes visuales adecuados para la realización de tareas de lecto-escritura y uso de computadores (Figura 8).



**Figura 8. Oficinas definidas como casos de estudio. Fuente: Elaboración propia**

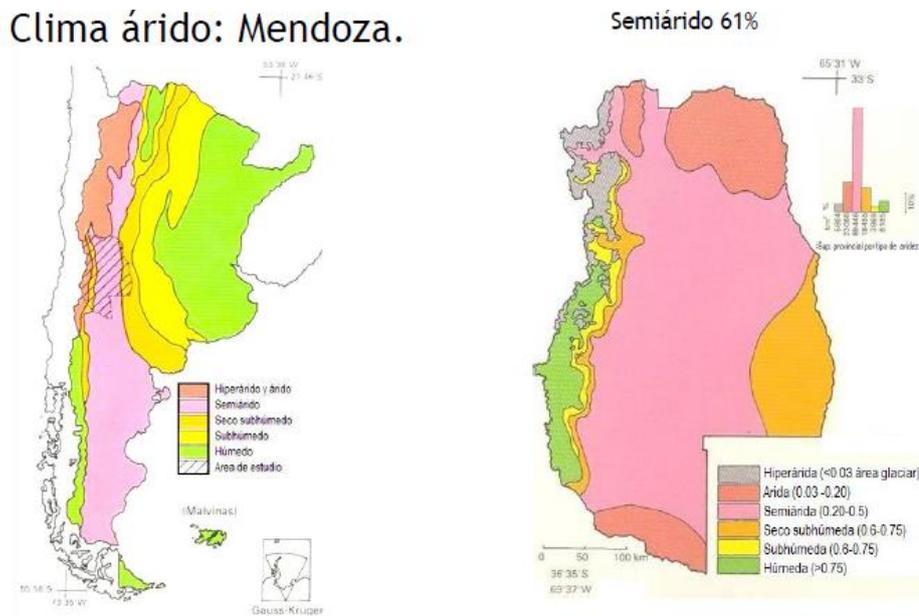
#### CLIMA EN MENDOZA.

El sitio geográfico donde se encuentra el espacio a analizar corresponde a la provincia de Mendoza, puntualmente en el departamento Guaymallén, inserto en el Área Metropolitana. Mendoza está ubicada en una región semi-árida dentro de las clasificaciones de la UNESCO, en el centro-oeste de la República Argentina, en la denominada zona templada central. Limita con cuatro provincias argentinas - San Juan, San Luis, La Pampa y Neuquén y, al oeste, con la República de Chile. Forma parte de una mancha urbana denominada como Área Metropolitana de Mendoza (AMM), situada en el piedemonte andino, a 750 m.s.n.m. de altura promedio, dentro del denominado Oasis Norte.

La aridez del clima resulta de la gran distancia que separa a esta zona del océano Atlántico y la próxima presencia de la cordillera de los Andes que impide a las masas de aire húmedo del Pacífico descender hacia nuestro territorio.

Al ser así, se caracteriza por la escasez de precipitaciones y elevadas temperaturas, por lo tanto, este tipo de regiones se ven expuestas a la incidencia de elevados niveles de radiación solar

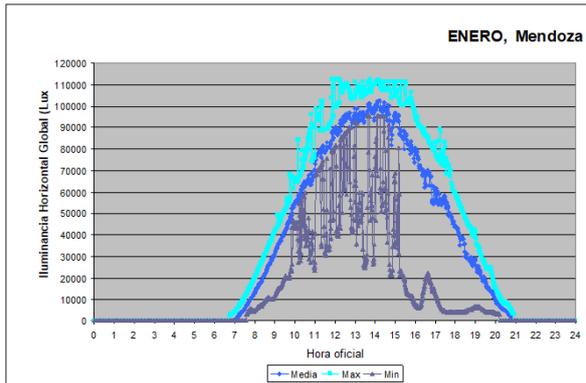
y a la presencia de un número importante de días con cielos claros a lo largo del año. Según estudios realizados por Córlica y Pattini (2010). el tipo de cielo es predominantemente claro con sol, debido a que el **83 % del año el cielo se encuentra despejado**. El promedio anual de duración de sol es de **2850 horas**.



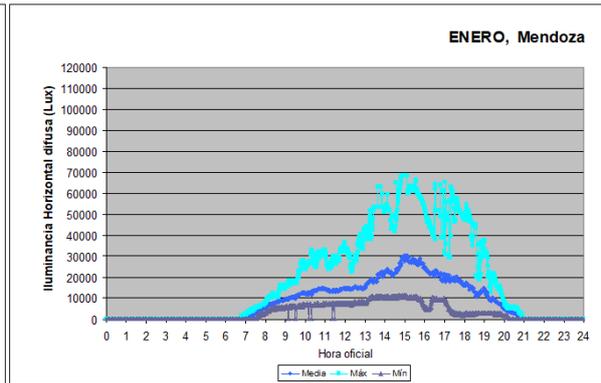
**Figura 9. Mapa zonas áridas Argentina y Mendoza. Fuente: IADIZA (instituto de Investigaciones de Zonas Áridas).**

Presenta una distribución de luminancia no uniforme. Corresponde a un cielo azul sin nubes, los valores máximos de luminancia se encuentran en el sol y las porciones más próximas (circunsolar), mientras que los mínimos (la parte más oscura del cielo) se encuentran a 90° de la posición del sol.

En cuanto a la heliofanía, los valores son elevados, dado que la región, recibe la mayor parte de los días de verano, unas 14 horas aproximadamente, mientras que en invierno la luz natural se reduce a unas 10 horas diarias a pesar de la disminución debida a la variación de la duración de horas de sol, sumada al aumento en la nubosidad, hace que la heliofanía efectiva mantenga todavía valores altos. Las curvas de Figura 2.2. y 2.3. muestran los valores referenciales para la época críticas del año alcanzando en verano 120.000 lux de iluminancia global directa y en invierno 60.000 lux

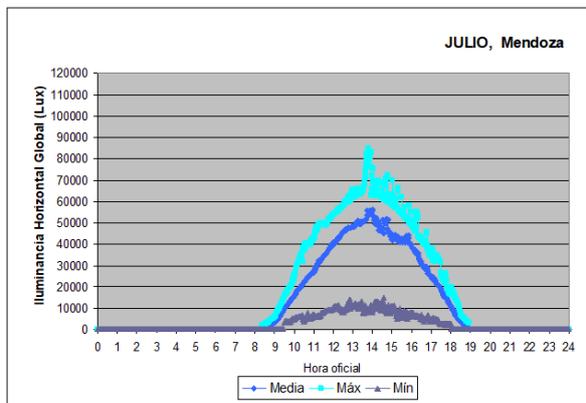


Iluminancia Horizontal Global: 110.000 lx

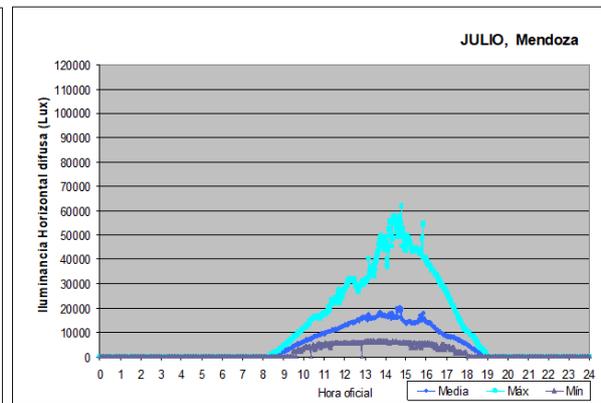


Iluminancia Horizontal Difusa: 30.000 lx

**Figura 10 .Valores medidos por la Estación CCT- Mendoza, de Iluminancia Horizontal Global difusa (derecha) para Enero (verano). Fuente: Córca, 2010**



Iluminancia Horizontal Global: 60.000 lx



Iluminancia Horizontal Difusa: 20.000 lx

**Fig. 11. Valores medidos por la Estación CCT- Mendoza, de Iluminancia Horizontal Global difusa (derecha) para Julio (invierno). Fuente: Córca, 2010**

## 4 – PLANTEO METODOLÓGICO

### 4.1 DIAGRAMA MORFOLÓGICO DE BAKER

La primera metodología que se propone se trata de realizar un diagnóstico de las condiciones de los espacios a evaluar, Para ello, se trabaja en la relación entre la incidencia de la luz natural y los elementos arquitectónicos relevantes en los espacios construidos. El modelo ha sido trazado según el proceso de diseño de “diagrama morfológico” (Baker, 1993), pretendiendo crear el uso de una herramienta de fácil aplicación. Se trata de un método que se aplica para medir los espacios interiores y sus posibles respuestas a la luz. En este caso se hace la adaptación de este proceso de diseño en función de variables pertinentes para el estudio.

El diagrama realizado se organiza en dos niveles característicos dentro del hábitat construido, en el caso de estudio: una primer micro escala, dada por la lectura edilicia en relación a las características edilicias y una segunda escala macro definida por el recinto urbano en sí y el contexto urbano. Cada escala a su vez desglosa variables que afectan a la performance de la luz y que asumen valores de ponderación según el impacto que tienen sobre la iluminación natural. Estos elementos conforman un diagrama morfológico adaptado que posibilita tener una primera lectura del ambiente iluminado.

Dentro del diagrama, se va trazando un perfil sobre las variables que presenta el mismo en su morfología, las cuales al estar ponderadas permiten tener noción grafica-visual de si el espacio tiene una buena o mala respuesta a la luz natural. Para una mejor interpretación del mismo, a continuación, se profundizará sobre la determinación de los niveles y de sus correspondientes variables.

Para la aplicación de este diagrama, se selecciona cada uno de los espacios interiores del edificio de interés del cual se pretende conocer como es el comportamiento de la luz natural.

NIVEL	PARÁMETROS	VARIABLES	
I LOCALES	DISPOSICION DE ABERTURAS-PLANTA	1 2 3 4	1-Unilateral 2-Bilateral 3-Habitacion profunda 4-Otros
	ORIENTACION DE ABERTURAS	1 2 3 4 5	1-Norte 2-Oeste o este 3-Sur 4-Sin ventanas 5-Otros
	UBICACION DE ABERTURAS	1 2 3 4	1-Combinado 2-Lateral 3-Cenital 4- Sin ventanas
	ÁREA DE RECOLECCION	1 2 3 4 5 6	1-Combinado + de 30% 2-Combinado 15% a 30% 3- Lateral + de 30% 4-Lateral 15% y 30% 5- Cenital + de 30% 6-Cenital 15% y 30% 7-Otros
	FORMA DE LA ABERTURA	1 2 3 4 5 6 7	1-Ventana standard 2-Abertura horizontal 3-Abertura vertical 4-Abertura total en pared 5-Abertura en techo 6-Abertura total en techo 7-Otros
	CONTROL DE SOL DE ABERTURAS	1 2 3 4 5	1-Persiana 2- Film en vidrio 3-Cortina translucida 4-Cortina blackout 5- No posee
	SISTEMAS DE CONTROL SOLAR	1 2 3 4 5	1- Alero 2-Parasol 3- Pérgola 4- Espacio de transicion 5-No posee
III ENTORNO	TIPOLOGÍA DEL ENTORNO	1 2 3 4	1-Patio abierto m x m 2-Patio Lateral m x m 3-Patio mínimo m x m 4- Sin entorno
	OBSTRUCCIONES URBANAS	1 2 3 4	1- Sin obstrucciones 2-Arboles 3-construcciones 4-Sin visuales
	REFLECTANCIAS DE SUPERFICIES CONEXAS	1 2 3 4	1-Alta 2- Media 3-Baja 4- Sin visuales
	COLORES	1 2 3 4	1- Claros 2-Medios 3-Oscuros 4- Sin visuales

Figura 12. Diagrama de Baker. Fuente: Piñeiro, 2020.

Las unidades de análisis surgen de la definición de los principales parámetros del espacio urbano y sus variables correspondientes en relación a la luz. Se establecen dos niveles característicos. A cada variable se le asigna una escala de ponderación, teniendo en cuenta que 1 es un valor ideal

En primer lugar, lo que se definió en este diagrama particular fueron los parámetros de cada local, evaluando:

**Disposición de aberturas:** en planta: unilateral (1), bilateral, habitación profunda (2), otros (3).

**Orientación de las aberturas:** Norte (1), Oeste-Este (2), Sur (3), sin ventanas (4), otros (5)

**Ubicación de las aberturas:** Combinado (1), lateral (2), cenital (3), sin ventanas (4).

**Área de colección:** combinado más de 30% (1), combinado de 15% a 30% (2), lateral más de 30% (3), lateral de 15% a 30% (4), cenital más de 30% (5), cenital de 15% a 30% (6), otros (7).

**Forma de la abertura:** ventana standard (1), abertura horizontal (2), abertura vertical (3), abertura total en pared (4), abertura en techo (5), abertura total en techo (6), otros (7).

**Control del sol de aberturas:** persiana (1), film en vidrio (2), cortina translúcida (3), cortina blackout (4), no posee (5).

**Sistemas de control solar:** alero (1), parasol (2), pérgola (3), espacio de transición (4), no posee (5). En segundo lugar, se evaluaron los parámetros del entorno focalizándose en:

**Tipología del entorno:** patio abierto m x m (1), patio lateral m x m (2), patio mínimo m x m (3), sin entorno (4). - Obstrucciones urbanas: sin obstrucciones (1), arboles (2), construcciones (3), sin visuales (4).

**Reflectancias de superficies conexas:** alta (1), media (2), baja (3), sin visuales (4). -

**Colores:** claros (1), medios (2), oscuros (3), sin visuales (4).

#### 4.2. EVALUACIÓN LUMÍNICA DE LOS ESPACIOS

La metodología para evaluar las condiciones de iluminación natural en el interior de los espacios se basa en la aplicación de un software de simulación denominado DIALux en su versión 4.13 totalmente gratuita y de fácil descarga desde la página [www.dialux.com](http://www.dialux.com).

El programa DIALux es un software completo, desarrollado por la empresa DIAL GmbH, Alemania, actualizado de DIAL para crear proyectos de iluminación, tanto interior como exterior, abierta a luminarias de diversas casas comerciales.

Con este programa se puede realizar de forma simple una simulación de iluminación, documentando los resultados de sus diseños con visualización en 3D.

Sus principales características pueden ser:

Creación de proyectos de iluminación eficaces y profesionales

Datos actualizados de luminarias

Software disponible gratuitamente

Evaluación energética

Esta herramienta permite modelizar situaciones reales y de esta manera apreciar la respuesta del edificio al potencial de luz natural disponible en la región, en función del dinamismo del recurso.

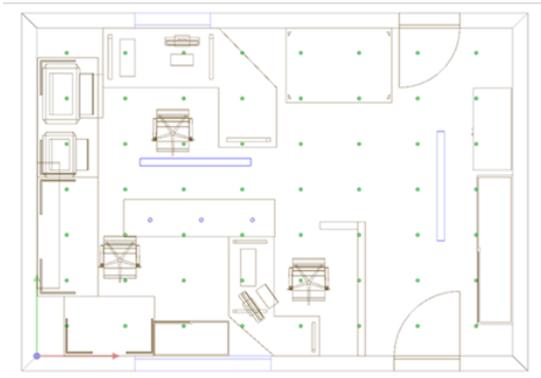
A continuación, se explica el procedimiento de ejecución en los diferentes espacios de la oficina de estudio.

- A. Modelado de la volumetría.
- B. Determinación de la ubicación geográfica y orientación.
- C. Determinación de los materiales.
- D. Determinación de las escenas de luz.
- E. Cálculo.
- F. Análisis de resultados.

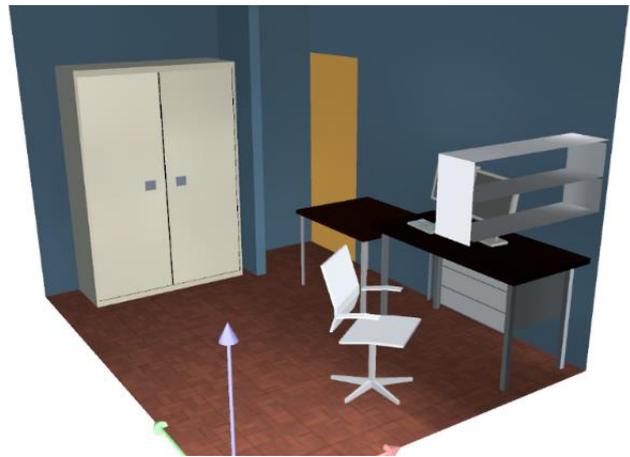
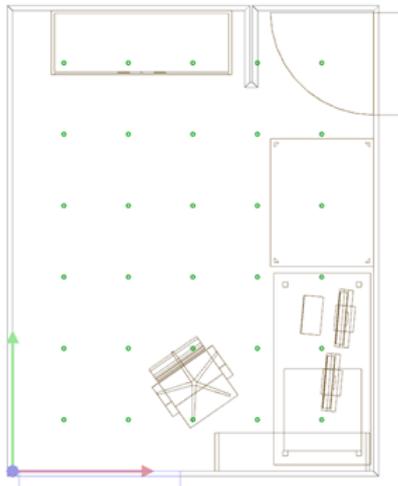
---

#### A - MODELADO DE LA VOLUMETRÍA

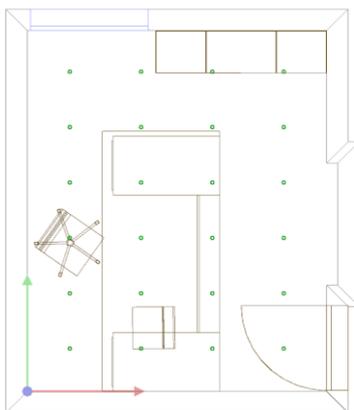
Sobre la base de documentación gráfica 2d de la vivienda completa, se verificaron y ajustaron las medidas de cada uno de los espacios, introduciendo las puertas y ventanas conforme a los planos. Esto permitió la confección de las maquetas en 3d de las oficinas a analizar, teniendo en cuenta las volumetrías, los acabados y texturas definidas según los proyectistas. También se contemplaron los elementos de los espacios exteriores y del entorno conexo (Figura 3.7;3.8 y 3.9).



**Figura 13. Planta e imagen 3d de la oficina principal. Fuente: Elaboración propia**



**Figura 14. Planta e imagen 3d de la oficina secundaria 1. Fuente: Elaboración propia**



**Figura 15. Planta e imagen 3d de oficina secundaria 2. Fuente: Elaboración propia**

---

#### B - DETERMINACIÓN DE LA UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y ORIENTACIÓN.

Sobre este modelo virtual, se ejecutan simulaciones bajo condiciones de cielo claro, ingresando los datos de geográficos de la Ciudad de Mendoza, (latitud oeste 32° 86 y longitud sur 68° 86) con Uso horario -3.

---

#### C - DETERMINACIÓN DE LOS MATERIALES Y REFLECTANCIAS

Las características de los elementos de techo, paredes y suelo han sido seleccionadas en el DIALux como los valores predeterminados por defecto del programa, en correspondencia con los colores que actualmente exponen las superficies.

---

#### D- DETERMINACIÓN DE LAS ESCENAS DE LUZ

En cuanto a las simulaciones y datos a analizar, se consideran las situaciones más representativas, del año. Es decir, solsticios de invierno y de verano y equinoccio de Setiembre y se ejecutan simulaciones para jornadas completas, tomando como referencia sesiones de simulación a las 10hs para el período de mañana, 12hs mediodía y 16hs en lo que respecta a la tarde. De esta manera, se contempla la dinámica diurna y anual de la iluminación natural según la incidencia de rayos solares y las variaciones de intensidades luminosas, a partir del corrimiento que ejerce la trayectoria solar tanto en el día como en las distintas estaciones del año. Otro factor importante es la elección de la altura del plano útil, que en este estudio se ha considerado una altura del plano útil de 0,80m, debido a que es la altura promedio de una mesa.

---

#### E -CÁLCULO

Una vez determinadas todas las condiciones de cada espacio de la oficina, se realiza el cálculo de la simulación. Los output obtenidos son: Resultados Luminotécnicos del Local, Puntos de Cálculo, Rendering (procesado) en 3D - Colores Falsos, Gráfico de valores E, Tabla de valores E.

A modo de cotejar los valores resultantes con las normativas aplicables en puestos de trabajo se obtuvieron rangos de iluminación, a lo largo del día y del año, sobre una grilla con puntos ubicados cada 0,50 m en corte longitudinal de la oficina. La grilla se dispuso a una altura de 0,80 m de altura, teniendo en cuenta la ubicación de los puestos de trabajo. Estos valores son expuestos en gráficos que comparan la dinámica de la luz natural en tres estaciones: Invierno, verano y primavera.

## 5 – DIAGNOSTICO

### APLICACIÓN DIAGRAMA MORFOLÓGICO - ESTADO DE SITUACIÓN DE LAS OFICINAS

El primer local a diagnosticar es la Oficina Principal. Como expone la Figura 16, la mayoría de las variables son constantes sin alcanzar la condición óptima de 1. Disminuye en la orientación de las aberturas, ya que la principal ventana se encuentra orientada al sur y una ventana más pequeña al norte generando baja cantidad lumínica en el interior de la oficina. Luego el perfil se mantiene estable, con una meseta positiva en lo que es ubicación de la abertura, área de recolección y forma de la abertura. Otro pico se produce en los sistemas de control exterior ya que no posee y en las Reflectancias de superficies, las cuales son muy bajas. Por lo que se puede determinar, que es necesario trabajar la mayoría de las variables para mejorar las condiciones de iluminación general del espacio.

NIVEL	PARÁMETROS	VARIABLES	
I. LOCAL	A- Forma del Espacio/local	1 2 3	1-Rectangular 2-Cuadrada 3- Irregular
	B- Disposición de Aberturas	1 2 3 4	1-Unilateral 2-Bilateral 3-Multilateral 4-Otros
	C- Orientación de abertura	1 2 3 4 5	1-Norte 2-Oeste o este 3-Sur 4-Sin ventanas 5-Otros
	D- Ubicación de Aberturas	1 2 3 4	1-Combinado 2-Lateral 3-Cenital 4- Sin ventanas
	E- Área de recolección (%)	1 2 3 4 5 6 7	1-Combinado + de 30% 2-Combinado 15% a 30% 3- Lateral + de 30% 4-Lateral 15% y 30% 5- Cenital + de 30% 6-Cenital 15% y 30% 7-Otros
	F- Forma de la Abertura	1 2 3 4 5 6 7	1-Ventana standard 2-Abertura horizontal 3-Abertura vertical 4-Abertura total en pared 5-Abertura en techo 6-Abertura total en techo 7-Otros
	G- Sistema de Control Exterior	1 2 3 4 5	1- Alero 2-Parasol 3- Pérgola 4- Espacio de transición 5-No posee
	H- Control solar Interior	1 2 3 4 5 6	1-Persiana 2- Film en vidrio 3-Cortina translúcida 4-Cortina blackout 5- No posee 6- Otro
	I- Reflectancias de superficies interiores (Muros, techo, piso)	1 2 3 4 5	1-Alta 2- Media 3-Baja 4- Mixta 5- Otro
II. ENTORNO	J- Tipología del Entorno	1 2 3 4	1-Paño abierto m x m 2-Paño Lateral (Pasillo) m x m 3-Paño mínimo m x m 4- Sin entorno
	K- Obstrucciones del entorno	1 2 3 4	1-Sin obstrucciones 2-Arboles 3-construcciones 4-Sin visuales
	L- Reflectancias de superficies exteriores conexas	1 2 3 4 5	1-Alta 2- Media 3-Baja 4- Mixta 5- Sin visuales
	M- Colores	1 2 3 4	1- Claros 2-Medios 3-Oscuros 4- Sin visuales

Figura 16. Diagrama morfológico de la Oficina Principal. Fuente: Elaboración propia

El segundo local a diagnosticar es la Oficina Secundaria 1. Como nos muestra la Figura 17, se ve un pequeño pico en la orientación de las aberturas. Ya que tiene una puerta ventana orientada al sur generando baja calidad lumínica en el interior de la oficina. No posee control solar. Y las Reflectancias tanto interiores como exteriores son bajas. Es la oficina que posee el perfil más negativo ya que la mayoría de las variables, se alejan de la condición ideal de 1.

NIVEL	PARÁMETROS	VARIABLES	
I. LOCAL	A- Forma del Espacio/local	1 2 3	1-Rectangular [2.Cuadrada]3. irregular
	B- Disposición de Aberturas	1 2 3 4	1-Unilateral 2-Bilateral 3-Multilateral-4-Otros
	C- Orientación de abertura	1 2 3 4 5	1-Norte 2-Oeste o este 3-Sur 4-Sin ventanas 5-Otros
	D- Ubicación de Aberturas	1 2 3 4	1-Combinado 2-Lateral 3-Cenital 4- Sin ventanas
	E- Área de recolección (%)	1 2 3 4 5 6 7	1-Combinado + de 30% 2-Combinado 15% a 30% 3- Lateral + de 30% 4-Lateral 15% y 30% 5- Cenital + de 30% 6-Cenital 15% y 30% 7-Otros
	F- Forma de la Abertura	1 2 3 4 5 6 7	1-Ventana standard 2-Abertura horizontal 3-Abertura vertical 4-Abertura total en pared 5-Abertura en techo 6-Abertura total en techo 7-Otros
	G- Sistema de Control Exterior	1 2 3 4	1- Alero 2-Parasol 3- Pérgola 4- Espacio de transición 5-No posee
	H- Control solar Interior	1 2 3 4 5 6	1-Persiana 2- Film en vidrio 3-Cortina translucida 4-Cortina blackout 5- No posee 6- Otro
	I- Reflectancias de superficies interiores (Muros, techo, piso)	1 2 3 4 5	1-Alta 2- Media 3-Baja 4- Mixta- 5- Otro
II. ENTORNO	J- Tipología del Entorno	1 2 3 4	1-Paño abierto m x m 2-Paño Lateral (Pasillo) m x m 3-Paño mínimo m x m 4- Sin entorno
	K- Obstrucciones del entorno	1 2 3 4	1-Sin obstrucciones 2-Arboles 3-construcciones 4-Sin visuales
	L- Reflectancias de superficies exteriores conexas	1 2 3 4 5	1-Alta 2- Media 3-Baja 4- Mixta 5- Sin visuales
	M- Colores	1 2 3 4	1- Claros 2-Medios 3-Oscuros 4- Sin visuales

Figura 17. Diagrama morfológico de la Oficina Secundaria 1. Fuente: Elaboración propia

El tercer local a analizar es la Oficina Secundaria 2. Como nos muestra el diagrama Morfológico de la Figura 18, las condiciones tienen un buen comportamiento en cuanto a forma, disposición y orientación y forma de las de las ventanas. Luego empieza a decaer, con picos que se alejan de la situación más positiva, en relación a la falta de sistemas de control. Esto es fundamental a mejorar, dado que el espacio tiene orientación al norte, por lo que la luz incidirá de manera directa todo el año.

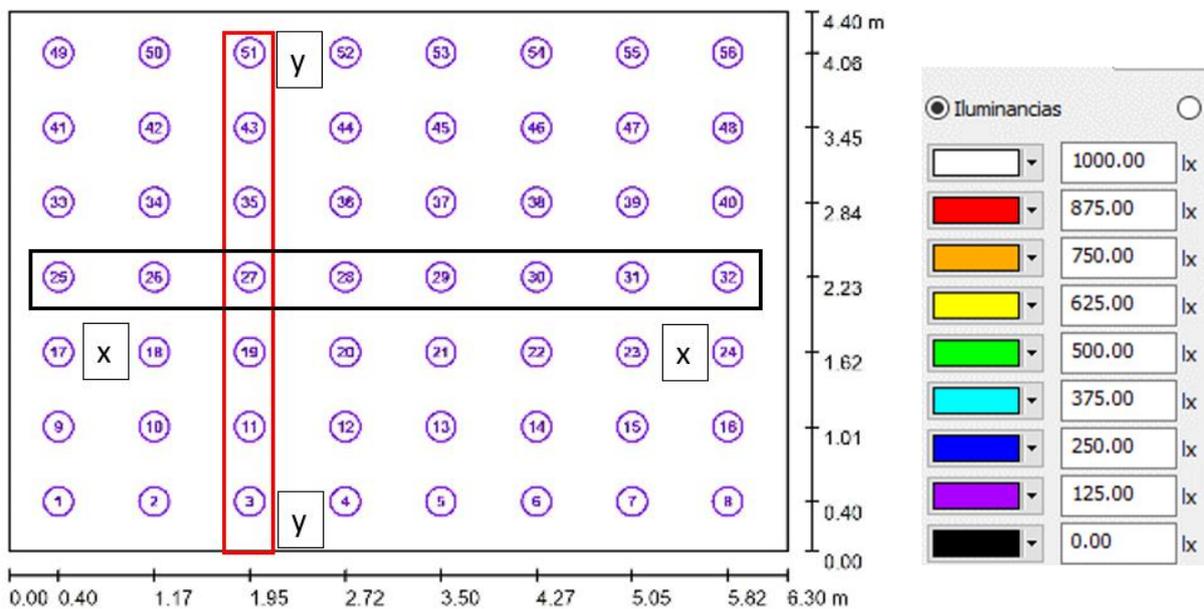
NIVEL	PARÁMETROS	VARIABLES	
I. LOCAL	A- Forma del Espacio/local	1 2 3	1-Rectangular [2.Cuadrada]3. irregular
	B- Disposición de Aberturas	1 2 3 4	1-Unilateral 2-Bilateral 3-Multilateral-4-Otros
	C- Orientación de abertura	1 2 3 4 5	1-Norte 2-Oeste o este 3-Sur 4-Sin ventanas 5-Otros
	D- Ubicación de Aberturas	1 2 3 4	1-Combinado 2-Lateral 3-Cenital 4- Sin ventanas
	E- Área de recolección (%)	1 2 3 4 5 6 7	1-Combinado + de 30% 2-Combinado 15% a 30% 3- Lateral + de 30% 4-Lateral 15% y 30% 5- Cenital + de 30% 6-Cenital 15% y 30% 7-Otros
	F- Forma de la Abertura	1 2 3 4 5 6 7	1-Ventana standard 2-Abertura horizontal 3-Abertura vertical 4-Abertura total en pared 5-Abertura en techo 6-Abertura total en techo 7-Otros
	G- Sistema de Control Exterior	1 2 3 4 5	1- Alero 2-Parasol 3- Pérgola 4- Espacio de transición 5-No posee
	H- Control solar Interior	1 2 3 4 5 6	1-Persiana 2- Film en vidrio 3-Cortina translucida 4-Cortina blackout 5- No posee 6- Otro
	I- Reflectancias de superficies interiores (Muros, techo, piso)	1 2 3 4 5	1-Alta 2- Media 3-Baja 4- Mixta- 5- Otro
II. ENTORNO	J- Tipología del Entorno	1 2 3 4	1-Paño abierto m x m 2-Paño Lateral (Pasillo) m x m 3-Paño mínimo m x m 4- Sin entorno
	K- Obstrucciones del entorno	1 2 3 4	1-Sin obstrucciones 2-Arboles 3-construcciones 4-Sin visuales
	L- Reflectancias de superficies exteriores conexas	1 2 3 4 5	1-Alta 2- Media 3-Baja 4- Mixta 5- Sin visuales
	M- Colores	1 2 3 4	1- Claros 2-Medios 3-Oscuros 4- Sin visuales

Figura 18. Diagrama morfológico de la Oficina Secundaria 2. Fuente: Elaboración propia

## 6- SIMULACIÓN:

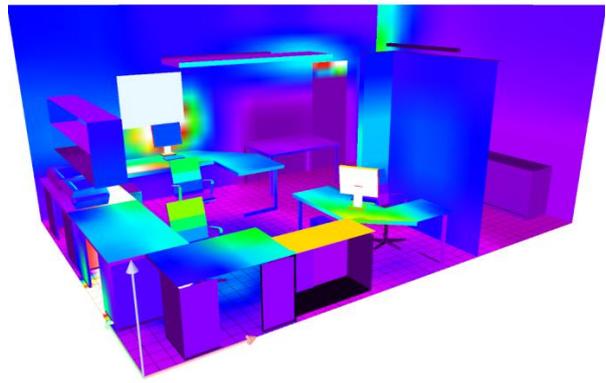
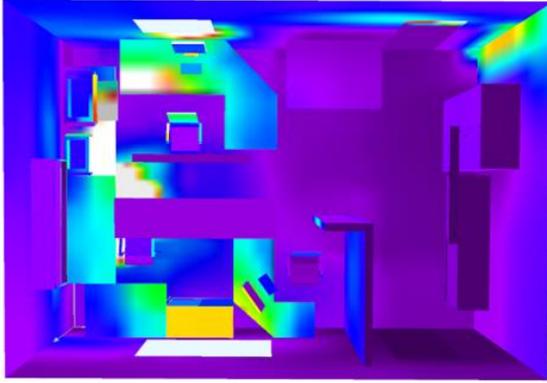
### 6.1 SIMULACIÓN DE OFICINA PRINCIPAL

Para el análisis de la Oficina Principal se toma de la grilla de puntos de cálculo (figura 19, izquierda) en la cual se obtiene los ejes que servirán de referencia para analizar el grado de iluminancia del local, además de la uniformidad y niveles sobre los puestos de trabajo. Como referencia se tomaron los puntos del eje Y-Y, para observar la distribución de niveles según la profundidad del local (desde el punto más cercano al más alejado de la ventana); y otro X-X, para evaluar la uniformidad en los puntos intermedios del local. Por otro lado, se estableció un rango de iluminancias para la simulación de 100000lx, correspondiente a los niveles máximos de la componente de luz directa obtenidos en las simulaciones (figura 19, derecha).

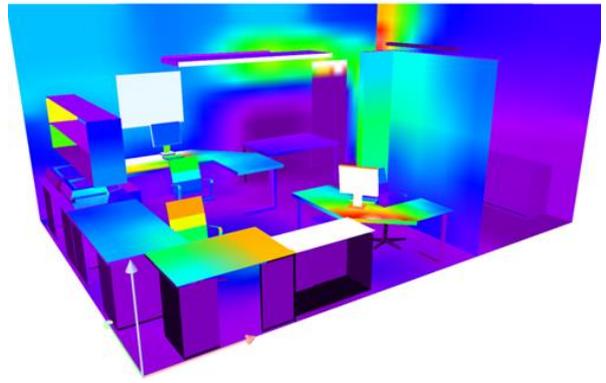
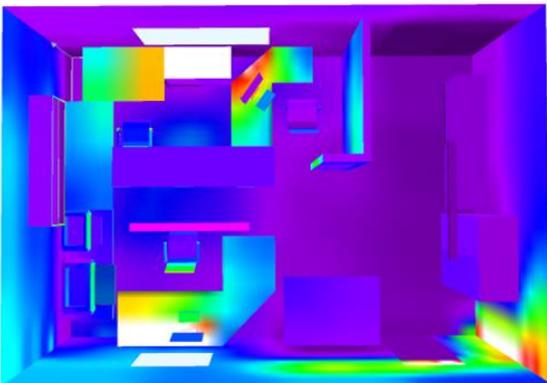


**Figura 19. Grilla de puntos de cálculos para OF (izq) y clasificación de colores falsos (der)**  
**Fuente: Elaboración propia**

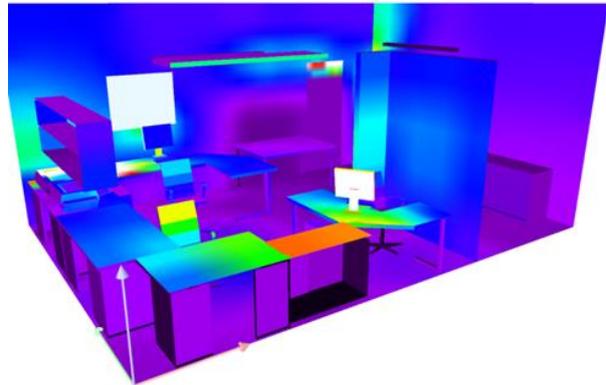
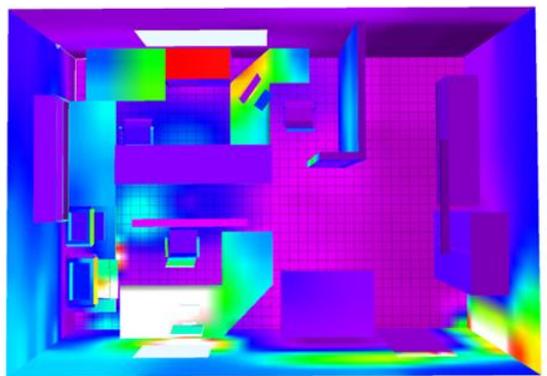
En las imágenes de la figura 20, se pueden observar en detalle, los ambientes iluminados por luz natural en las distintas estaciones del año. Se analizan mapeos de colores falsos en planta y en una vista general del local, para los solsticios (verano e invierno) y equinoccios de primavera y de otoño y en el mediodía solar. De esta manera, se tienen las primeras nociones de las performances lumínicas del espacio, en cuanto a zonas con manchas de luz.



INVIERNO. 12:00hs.



VERANO. 12:00hs.



PRIMAVERA. 12:00hs.

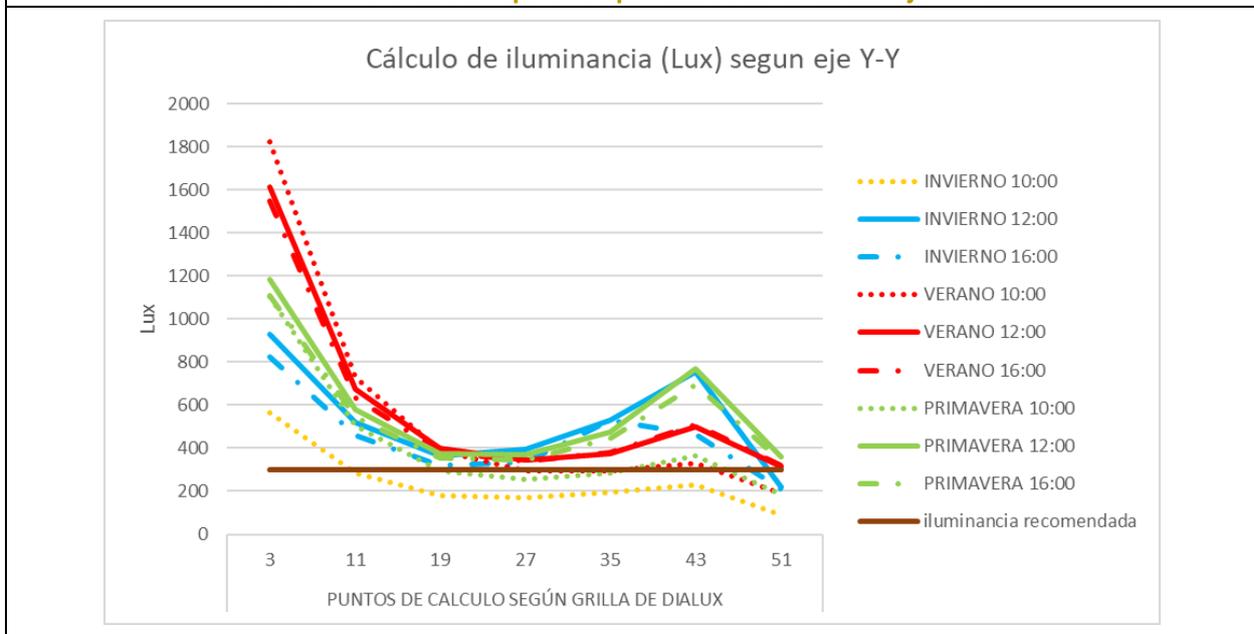
**Figura 20. Simulaciones estacionales de colores falsos en Planta y vista general del local OP.  
Fuente: Elaboración propia**

El análisis de iluminancias simulados en la Tabla 4, determinó que los rangos del eje Y-Y, demuestran muy buenos niveles en cuanto a las recomendaciones de 300-500lx para oficinas. Pero, se registran variaciones a lo largo del local, por lo que los niveles empiezan a decaer en las zonas más alejadas de la ventana de mayor dimensión, Dada la gran profundidad del local, los valores no muestran uniformidad en la disponibilidad lumínica general.

Por otro lado, las curvas comparativas exponen, que la mayoría de los puntos, salvo dos momentos del año, estarían dando la condición de que se cumple con la normativa de 300 lux. Esos dos puntos corresponden a las 10:00 hs de invierno y de primavera. Como vemos en la curva el local recibe la luz suficiente para realizar las actividades ya mencionadas (Figura 21).

OFICINA PRINCIPAL EJE Y-Y		PUNTOS DE CALCULO SEGÚN GRILLA DE DIALUX						
Horas		3	11	19	27	35	43	51
INVIERNO	10:00	567	284	180	168	195	231	92
INVIERNO	12:00	930	518	366	394	528	756	220
INVIERNO	16:00	824	458	319	336	528	467	208
VERANO	10:00	1825	732	388	295	293	332	188
VERANO	12:00	1614	675	398	343	373	500	317
VERANO	16:00	1549	634	384	339	380	509	320
PRIMAVERA	10:00	1102	503	296	253	283	367	183
PRIMAVERA	12:00	1184	580	377	371	473	770	362
PRIMAVERA	16:00	1111	543	354	343	443	695	339
iluminancia recomendada		300	300	300	300	300	300	300

**Tabla 4. Valores de lx para los puntos de cálculos del eje Y-Y OP**



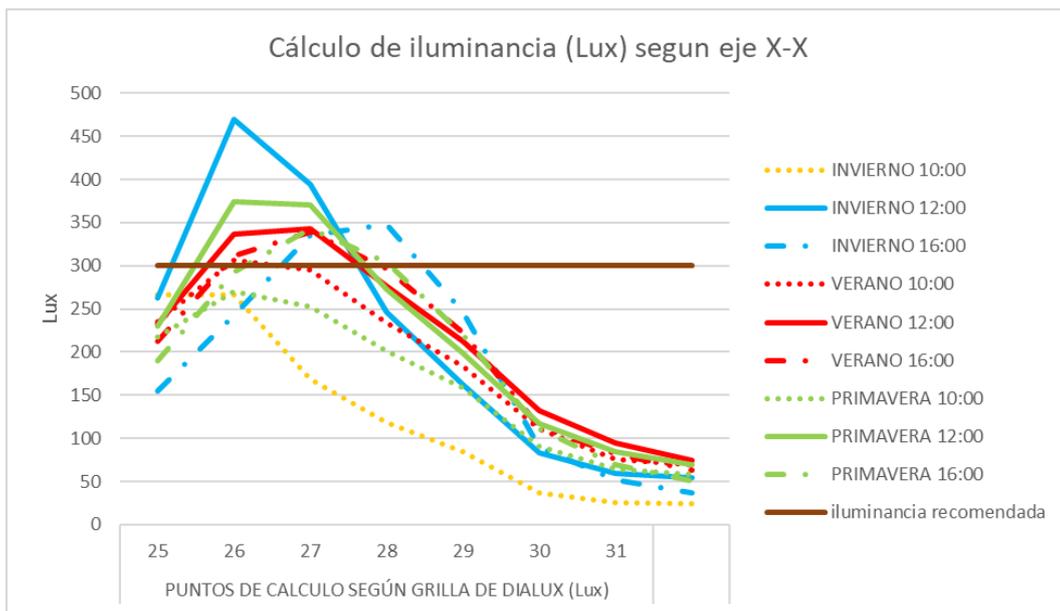
**Figura 21. Curvas de iluminancias en las diferentes estaciones y horas del día para el eje Y-Y OP. Fuente: Elaboración propia**

En el eje X-X, también se detecta la falta de uniformidad y de cantidad de iluminación necesaria, la cual queda evidenciada por la localización de las ventanas, apoyadas sobre el sector oeste de la oficina. Esto demuestra contrastes importantes presentando niveles adecuados sólo en horas cercanas a los mediodías solares (momento del día con mayor intensidad lumínica). Pero en general, los rangos son muy bajos (Tabla 5).

A partir de

OFICINA PRINCIPAL EJE X-X		PUNTOS DE CALCULO SEGÚN GRILLA DE DIALUX (Lux)							
Horas		25	26	27	28	29	30	31	32
INVIERNO	10:00	267	267	168	118	85	37	26	24
INVIERNO	12:00	263	470	394	246	162	83	59	54
INVIERNO	16:00	155	243	336	348	246	89	52	37
VERANO	10:00	235	307	295	234	184	111	76	70
VERANO	12:00	233	337	343	277	212	132	95	75
VERANO	16:00	213	312	339	297	222	113	82	63
PRIMAVERA	10:00	217	270	253	201	159	91	64	58
PRIMAVERA	12:00	230	374	371	273	199	117	85	70
PRIMAVERA	16:00	190	293	343	304	220	111	69	51
iluminancia recomendada		300	300	300	300	300	300	300	300

**Tabla 5. Valores de iluminancias para los puntos de cálculos del eje X-X en OP**

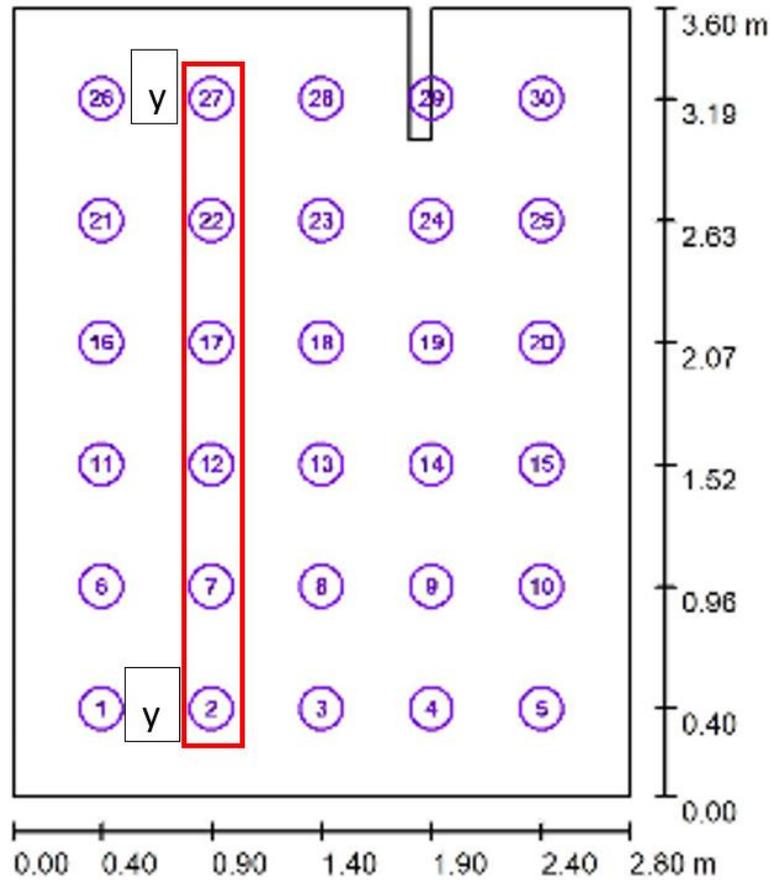


**Figura 22. Curvas de iluminancias en las diferentes estaciones y horas del día para el eje X-X OP. Fuente: Elaboración propia**

Como cierre del diagnóstico de la OP, la figura 22 demuestra una curva con un comportamiento descendente de izquierda a derecha. Nos muestra que el 50% de la superficie de la oficina no posee la suficiente luz para cumplir con las actividades de lectura y realización de planos. En la época de primavera ocurre lo mismo que en verano, pero en menor medida. A partir de lo analizado, los rangos están por debajo de los requeridos por las normativas, por lo que es necesario implementar estrategias de IN que mejoren estas condiciones.

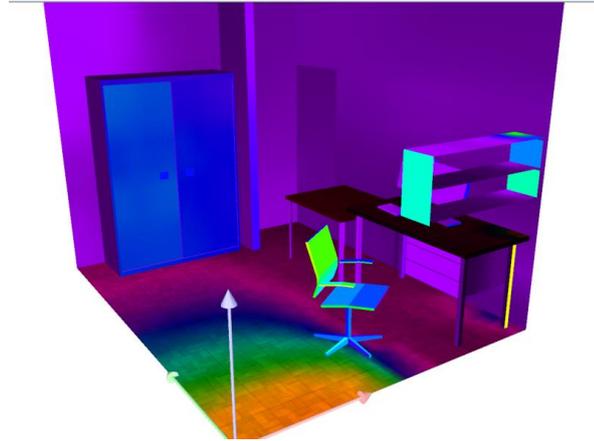
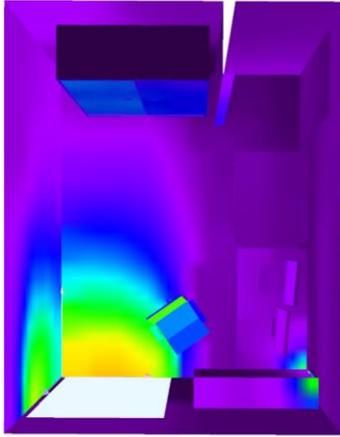
## 6.2 SIMULACIÓN DE OFICINA SECUNDARIA 1

En la Oficina Secundaria 1 se propone una grilla de simulación de puntos de cálculo (Figura 23) en la cual se selecciona el eje Y-Y OS1 que nos servirá de referencia para analizar el grado de iluminancia del local.

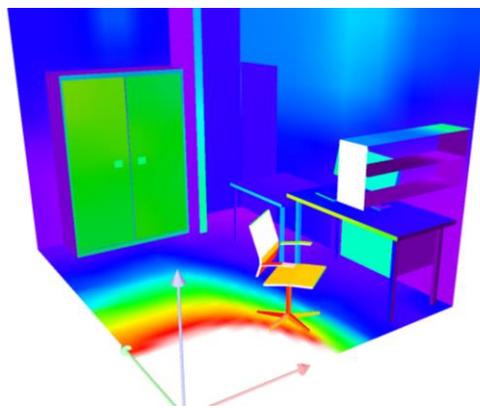
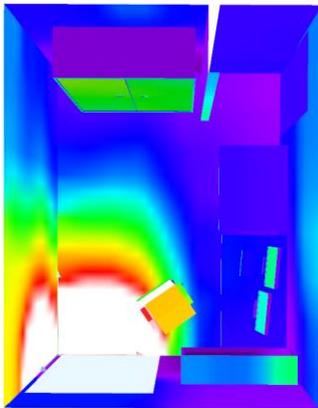


**Figura 23. Grilla de puntos de cálculos obtenida para eje Y-Y OS1. Fuente: Elaboración propia**

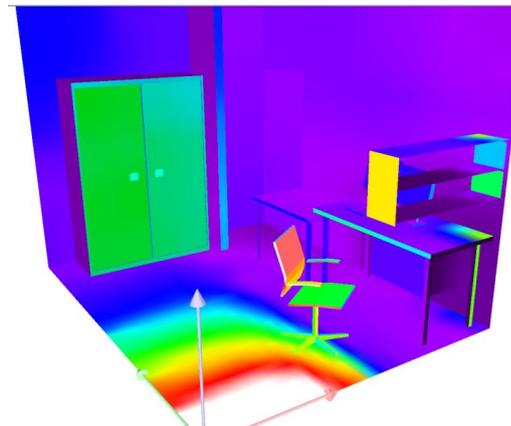
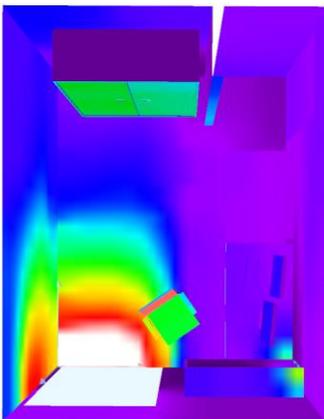
Dado que este local, posee una ventana con orientación y sur sin sistemas de control solar, las imágenes de colores falsos de la Figura 24, muestran que sólo en los meses más calurosos de mayor altura de los ángulos solares (verano y septiembre), hay mayor ingreso de niveles significativos de iluminancias en zonas conexas a las mismas, con gran déficit de iluminación en el resto de la superficie, fundamentalmente en los planos de trabajo. Y en la estación fría, los porcentajes son muy críticos.



INVIERNO. 12:00 hs.



VERANO. 12:00 hs.



PRIMAVERA. 12:00 hs.

Figura 24. Simulaciones estacionales de colores falsos obtenidos para Planta y vista general del local OS1. Fuente: Elaboración propia.

Al simular los puntos del eje, los valores demuestran los estudios observacionales expuestos anteriormente, con rangos muy bajos e inferiores a los 300lx en invierno, Mientras que, en las zonas cercanas a las aberturas, las condiciones son de mucho contraste. Esto determina una gran heterogeneidad en el ambiente visual que va a afectar el campo visual de los usuarios que trabajan en el lugar.

OFICINA SECUNDARIA 2 EJE Y-Y		PUNTOS DE CALCULO SEGÚN GRILLA DE DIALUX					
	Horas	2	7	12	17	22	27
INVIERNO	10:00	396	204	122	88	71	16
INVIERNO	12:00	733	388	243	181	150	50
INVIERNO	16:00	626	319	187	136	110	36
VERANO	10:00	1628	753	448	320	259	81
VERANO	12:00	1534	731	463	346	290	117
VERANO	16:00	1304	567	325	224	173	88
PRIMAVERA	10:00	859	422	254	186	153	54
PRIMAVERA	12:00	1037	531	334	259	225	94
PRIMAVERA	16:00	922	443	260	188	152	67
iluminancia recomendada		300	300	300	300	300	300

Tabla 6. Valores de iluminancias para los puntos de cálculos del eje Y-Y en OS1

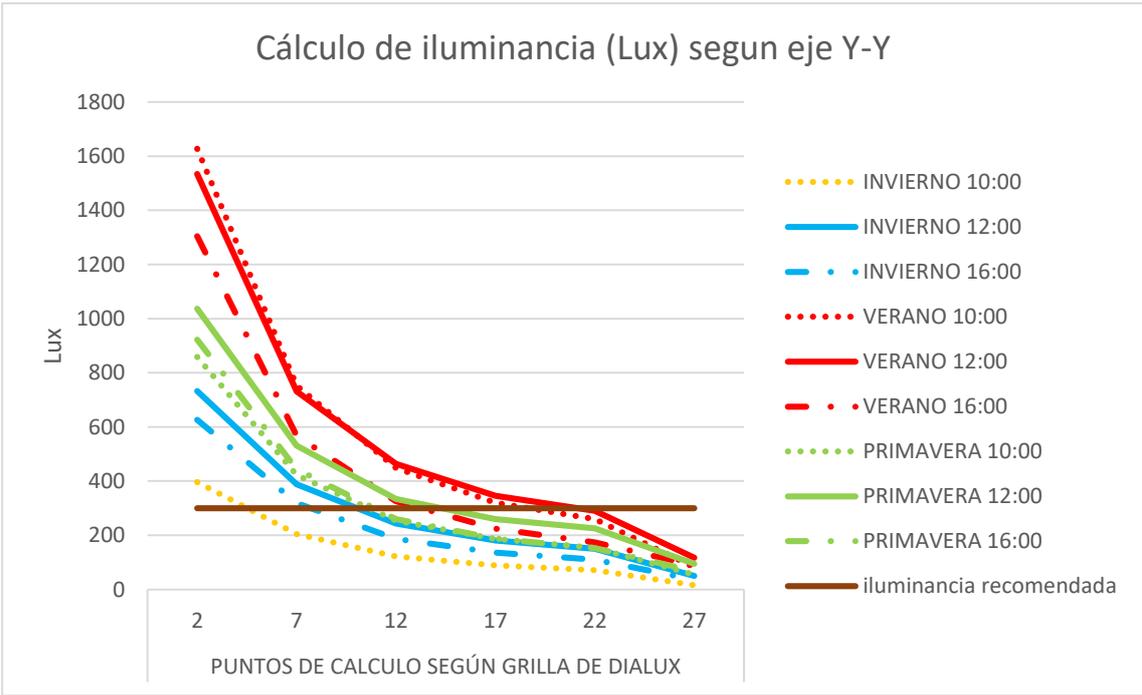


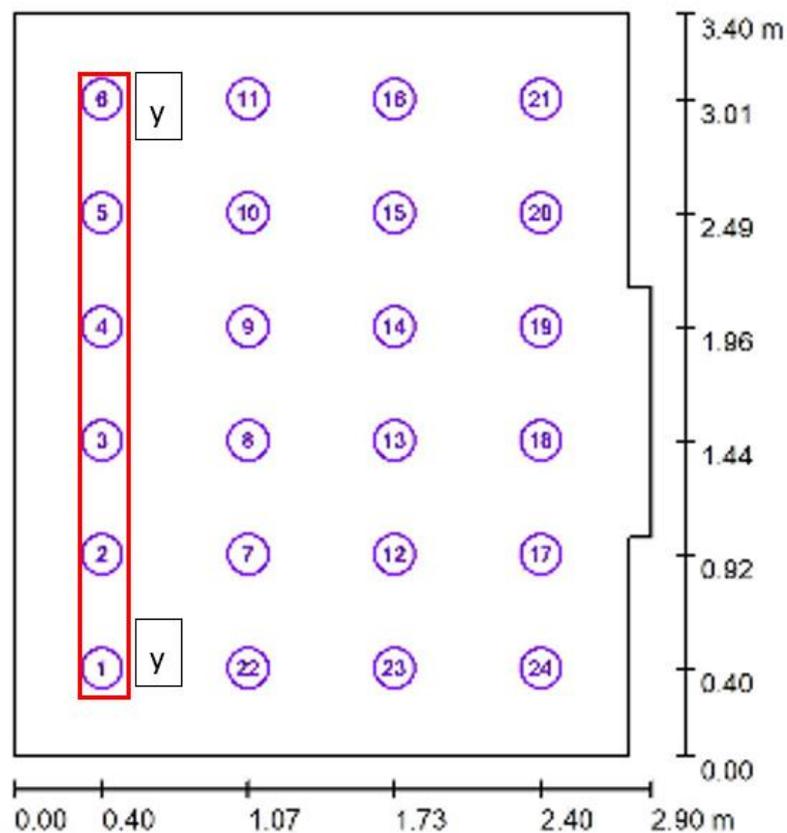
Figura 25. Curvas de los puntos de cálculos en las diferentes estaciones del año y hora del día para OS1. Fuente: Elaboración propia

Las curvas comparativas, establecen que existen espacios donde es casi nulo el ingreso de luz y no es uniformemente distribuido. En invierno a la mañana se nota escasa luz como a las 12:00 y 16:00. El objetivo a mitigar se basará en que la luz sea uniformemente distribuida sobre el

espacio, haciendo hincapié en que la zona de trabajo posea una correcta iluminación. Y controlando la zona donde ingresa gran cantidad de luz.

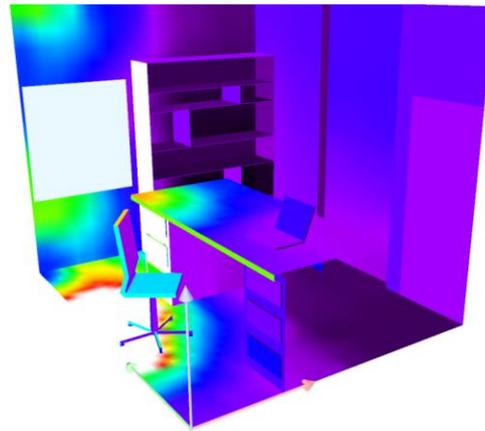
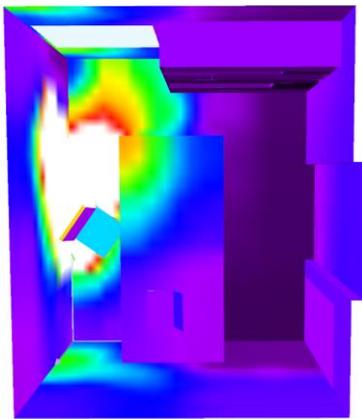
### 6.3 SIMULACIÓN DE OFICINA SECUNDARIA 2

Finalmente, en la Oficina Secundaria 2 se estableció como eje de estudio, el sector más crítico de la sala y más alejado de la abertura, para estudiar el comportamiento de la iluminación general (figura 26).

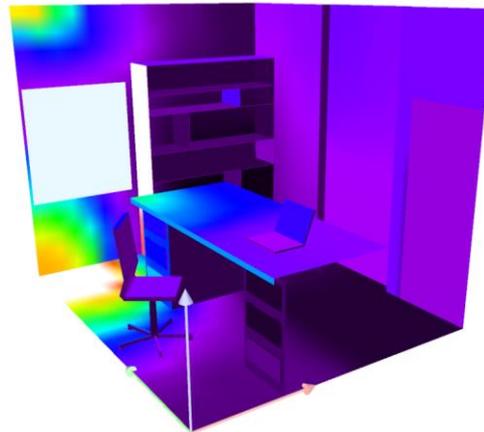
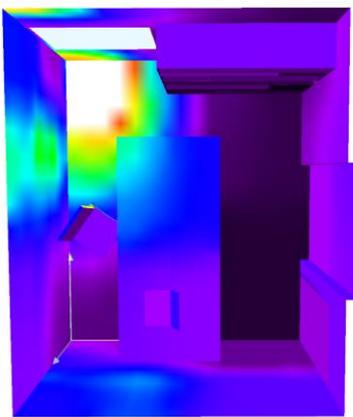


**Figura 26. grilla de puntos de cálculos obtenida para OS2 . Fuente: Elaboración propia**

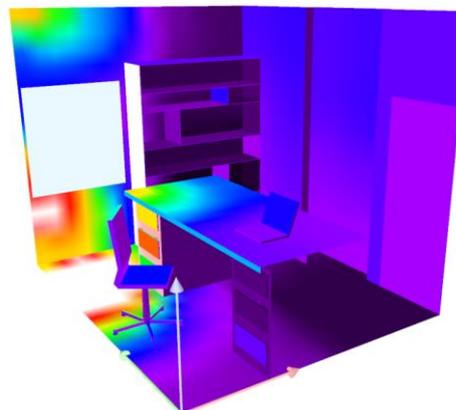
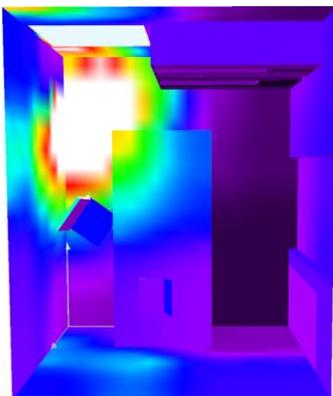
Al simular las condiciones espaciales de la luz, los colores falsos de las escenas, indican la incidencia de rayos provenientes de la orientación norte de la abertura. Esto va a determinar una gran penetración solar a lo largo del día y del año que, sin un sistema de protección, es muy difícil de controlar. Esta situación va a generar deslumbramientos discapacitantes en la visión, reflexiones de velo en los escritorios y monitores de los puestos de trabajo y una cantidad significativa de efectos que no hacen al confort visual de los trabajadores.



**INVIERNO. 12:00 hs.**



**VERANO. 12:00 hs.**



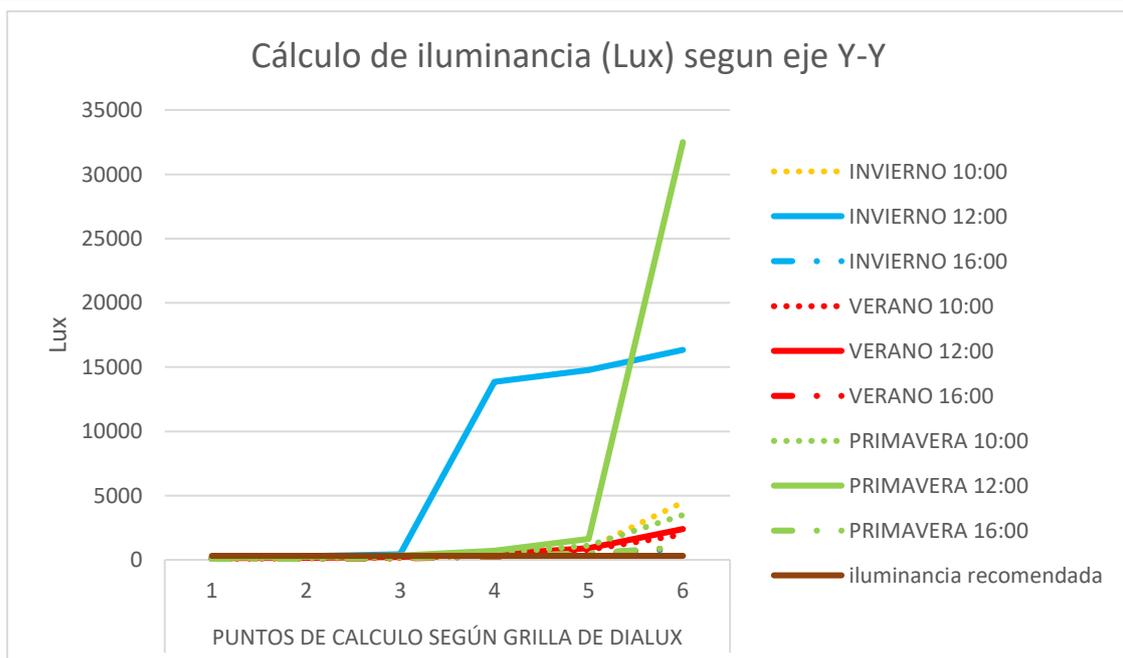
**PRIMAVERA. 12:00 hs.**

**Figura 27. Simulaciones estacionales de colores falsos obtenidos para Planta y vista general del local OS2**

Tanto los rangos de la tabla 7, como las curvas de la imagen 28, corroboran estas condiciones. Los valores que determinan dos escenarios con gran disparidad lumínica, Por un lado, a nivel general se exhiben iluminancias muy bajas y muy alejadas de las recomendadas por las normativas, fundamentalmente en la zona central y en la más profunda de la oficina. Mientras que el sector contiguo a la abertura las mismas son opuestas. Y se destaca que a partir del ingreso de radiación de la componte de luz directa en el solsticio de verano y en los equinoccios.

OFICINA SECUNDARIA 3 EJE Y-Y		PUNTOS DE CALCULO SEGÚN GRILLA DE DIALUX					
	Horas	1	2	3	4	5	6
INVIERNO	10:00	78	104	145	372	889	4477
INVIERNO	12:00	210	292	437	13863	14772	16347
INVIERNO	16:00	74	104	151	275	478	838
VERANO	10:00	113	141	185	389	777	1965
VERANO	12:00	136	168	223	441	903	2394
VERANO	16:00	69	88	118	249	467	971
PRIMAVERA	10:00	123	155	215	496	1107	3500
PRIMAVERA	12:00	169	228	329	712	1627	32515
PRIMAVERA	16:00	73	97	139	276	511	992
iluminancia recomendada		300	300	300	300	300	300

**Tabla 7. Valores de iluminancias para los puntos de cálculos del eje Y-Y en OS2**



**Figura 28. Curvas de los puntos de cálculos en las diferentes estaciones del año y hora del día para OS2. Fuente: Elaboración propia**

## 7– PROPUESTAS DE MEJORAS:

### RECOMENDACIONES GENERALES PARA LAS PROPUESTAS

Dadas las características del clima local, las estrategias bioclimáticas a aplicar en la provincia de Mendoza son las siguientes:

- En Verano, maximizar los sectores de sombra, aumentar la masa térmica y promover los vientos con aire.
- En invierno, maximizar la ganancia solar, disminuir las superficies expuestas al sur y minimizar las infiltraciones.

Esto significa que los niveles de radiación y de luz solar al ser tan elevados e intensos, deben ser controlados en la época calurosa del año con sistemas de protección, y esto evitar discomfort en los espacios desde el punto de vista térmico (sobrecalentamiento interior) y lumínico (efectos de deslumbramientos en los usuarios). Mientras que en la época invernal, donde la trayectoria solar determina un ángulo de altura baja, además de menores intensidades de luz, es necesario, contemplar sistemas de control que posibiliten maximizar las ganancias térmicas diurnas para permitir la calefacción natural los espacios, y lograr una equilibrada distribución de luz que no genere efectos negativos en la visión de las personas. Todas estas estrategias, teniendo en cuenta las dimensiones de locales y las orientaciones de disposición de las aberturas.

Por lo que la iluminación debe integrarse en el diseño arquitectónico y del interior. Las diversas opciones de forma, color y materiales de la iluminación deben reforzar los objetivos del diseño arquitectónico. La iluminación debe crear una sensación y atmósfera adaptadas a las necesidades y expectativas de las personas.

A partir de esto, se pueden plantear como recomendaciones generales:

1. Para la organización espacial, localizar las estaciones de trabajo de planta abierta junto a las ventanas. Utilizar paneles divisorios de materiales translúcidos entre cada puesto de trabajo para que la luz natural penetre profundamente en el edificio.
2. Igualmente, en relación a la organización espacial, localizar los pasillos entre las estaciones de trabajo de planta abierta y oficinas privadas para utilizar la luz, y así minimizar en luz artificial para los pasillos

3. Para la elección de colores utilizar colores claros de acabado mate. Estos ayudan a promover interreflexiones y permiten un mejor aprovechamiento de la luz natural, al mismo tiempo de la luz artificial.

4. En relación al diseño de las aberturas, se sugiere que las ventanas se dispongan alineadamente con cualquiera de los muros divisorios del espacio en cuestión. Con la finalidad de asegurar que la luz natural sea maximizada y los niveles de luz se distribuyen uniformemente en él.

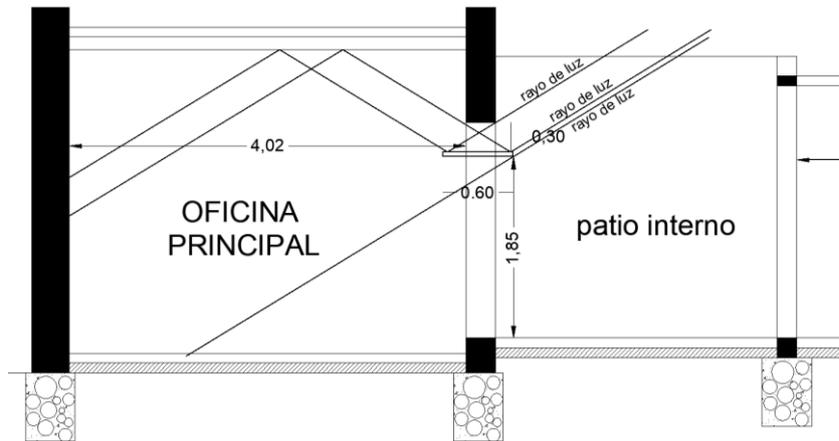
5. Y además, contemplar los sistemas de la iluminación artificial que complementen las necesidades de iluminación en las horas que no se disponga de luz natural. Por lo que se recomienda incluir sistemas con dimer en las oficinas 120 abiertas, interruptores de tiempo (relojes) en los pasillos y sistemas de detección de personas en oficinas privadas y salas de conferencias.

Para alcanzar estos desafíos en las oficinas, a continuación, se describen las propuestas de optimización para cada uno de los locales evaluados, teniendo en cuenta estrategias adecuadas a las características morfológicas, funcionales y espaciales de cada caso de estudio. Los mismos, serán cotejados con simulación que validen la eficiencia en los diseños propuestos para su optimización.

#### MEJORAS EN LA OFICINA PRINCIPAL

Dadas las condiciones analizadas en el diagnóstico del local, se realizaron propuestas de modificaciones en las dimensiones de las aberturas existentes. En primer lugar, se revisó el diseño y el redimensionamiento de la ventana de orientación al norte, con vista a un patio interior. Para ello, se propuso generar una puerta ventana, que permitiera vistas y conexión al espacio exterior. Y para lograr el control de la luz directa, se propuso la disposición de un estante de luz intermedio, incorporado a la carpintería. Las dimensiones responden a un estudio de rayos de altitud y azimut (geometría solar), desarrollado en corte y planta contemplando la estación intermedia como obstrucción. De esta manera, se logra ganancia solar, y control de la luz directa (figura 29).

Además, dado que en el perfil del diagrama morfológico, se detectó que los acabados de la oficina eran muy oscuros, se planteó cambiar los colores de paredes y techo, con colores claros para aumentar las reflectancias de las superficies interiores. La propuesta integral se observa en el render procesado en la figura 30.

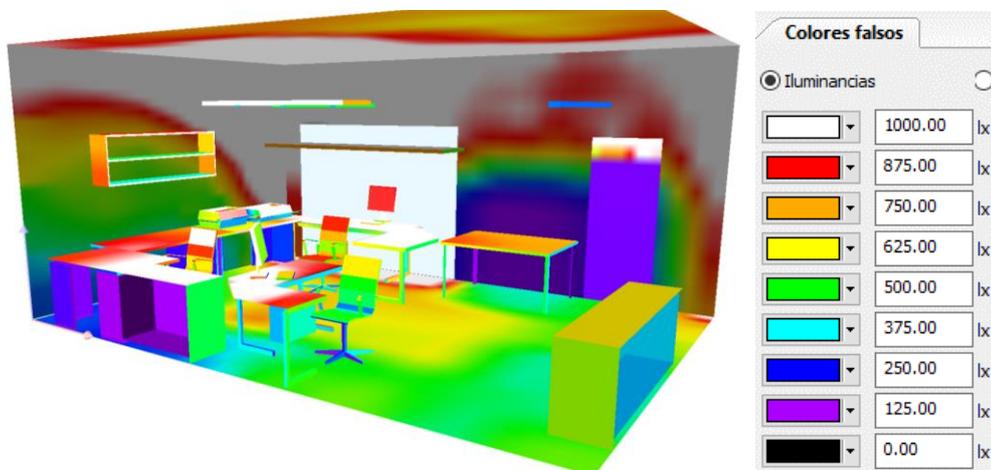


**Figura 29. Diseño de del ingreso del rayo de luz en base a la geometría solar. Fuente: Elaboración propia**



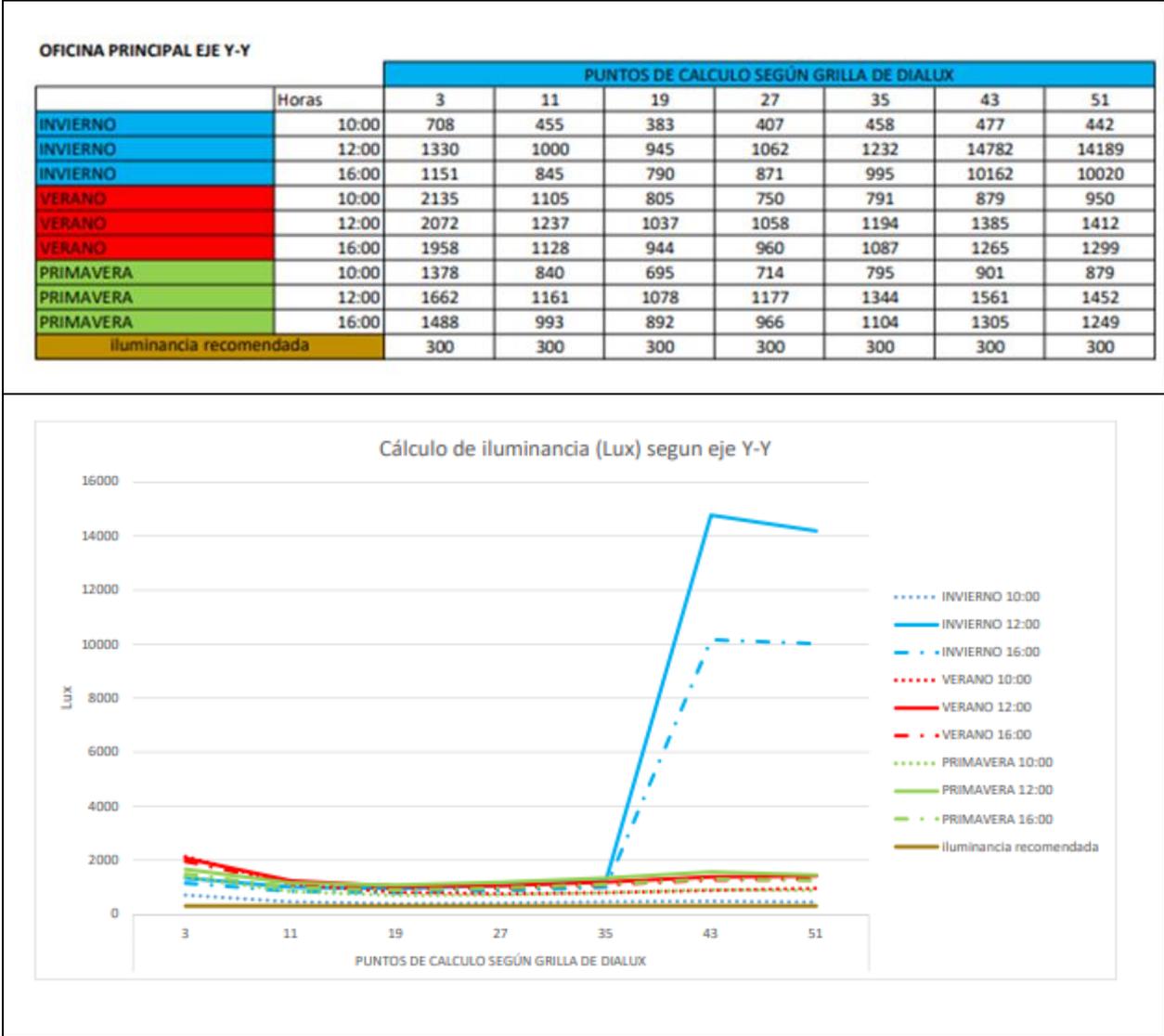
**Figura 30. Render ray-trace de la Oficina Principal. Fuente: Elaboración propia**

Las simulaciones obtenidas para el escenario modificado de la OP, corroboran, como se observa en la Figura 31, una mejor distribución y rendimiento lumínico en el local.



**Figura 31. Colores falsos de la Oficina Principal. Fuente: Elaboración propia**

Para verificar esta condición, las iluminancias obtenidas en la simulación, arrojaron valores altos en el sector contiguo a la ventana (que coincide con la radiación propuesta para ganancia solar) pero que a la vez, no genera deslumbramientos ya que la misma incide en la superficie de piso. Por otro lado, con este diseño proyectual además de obtener valores en concordancia con la normativa, las condiciones de uniformidad son notables en la mayor parte de la superficie del local, incluso en los sectores más alejados de las ventanas.



**Figura 32. Niveles Y Curvas de iluminancias en las diferentes estaciones y horas del día para el eje Y-Y OP. Propuesta optimizada. Fuente: Elaboración propia**

En la Figura 33, se vuelven a obtener los resultados esperados, para la uniformidad y cantidad de lx, los cuales superan ampliamente los 300 lx en condiciones estables. Por lo que puede afirmarse que la nueva propuesta de diseño, no sólo es eficiente lumínicamente, sino que además aporta en aspectos térmicos.



**Figura 33. Niveles Y Curvas de iluminancias en las diferentes estaciones y horas del día para el eje X-X OP. Propuesta optimizada. Fuente: Elaboración propia**

#### MEJORAS EN LA OFICINA SECUNDARIA 1

En esta oficina, a partir del diagnóstico obtenido en el diagrama de Baker y en las simulaciones realizadas que demostraron limitaciones de iluminación por contar con una abertura al sur, se planteó la posibilidad de iluminar de manera cenital, a través de la colocación de lumiductos, como sistemas de transporte de luz. Se realizaron varias pruebas de dimensiones y ubicación de los dispositivos, hasta llegar a un diseño óptimo con la localización de dos sistemas distribuidos en el local (figuras 34 y 35). Por otro lado, también se revieron los colores de los acabados como paredes y techo para aumentar las propiedades reflectantes de los mismos. reflectancia.



Figura 34. Render ray-trace de la Oficina Secundaria 2 con lumiductos. Fuente: Elaboración propia

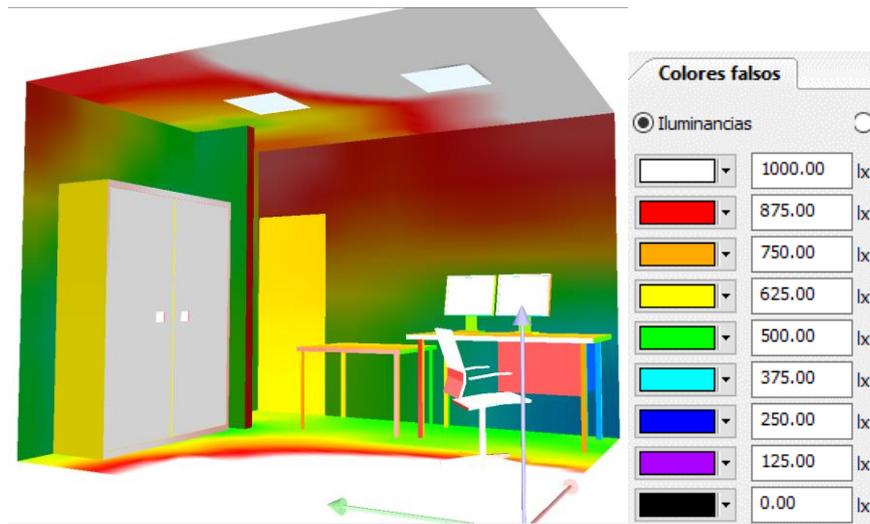
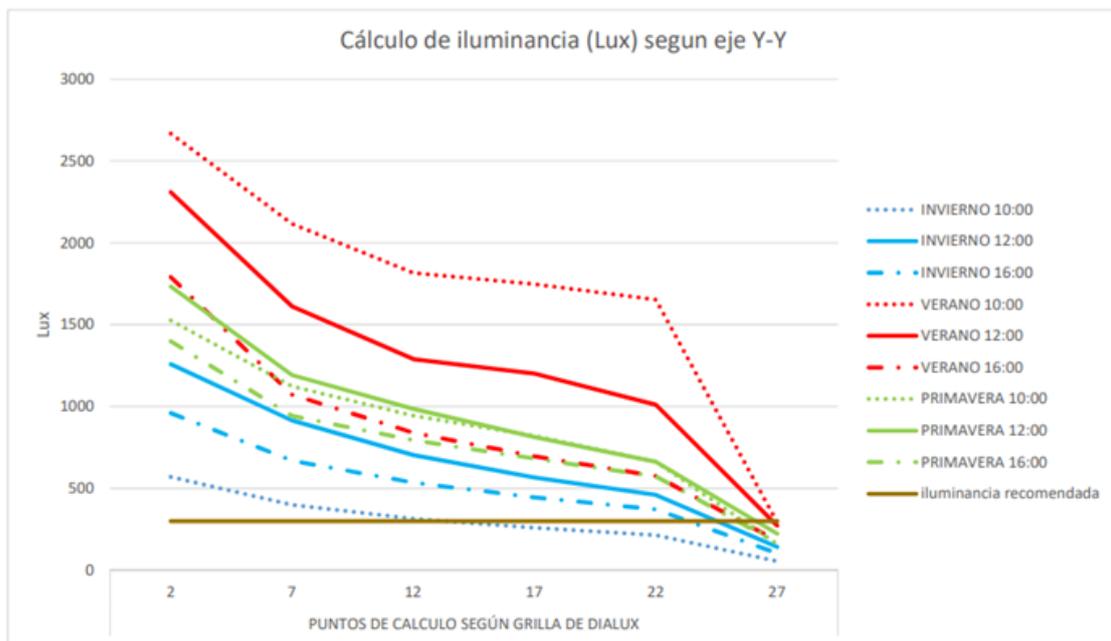


Figura 35. 3d de colores falso de la Oficina Secundaria 2. Fuente: Elaboración propia

A la hora de verificar los niveles de iluminancias, la grilla ratifica la mejora efectiva que se da en el espacio, no sólo en rangos a nivel general, sino también en aspectos de iluminancias. Sólo decaen los valores de la parte más profunda del local. Pero en relación a las condiciones lumínicas actuales, se da una mejor performance no sólo en la cantidad, sino en la calidad visual de la oficina (figura 36).

**OFICINA SECUNDARIA 2 EJE Y-Y**

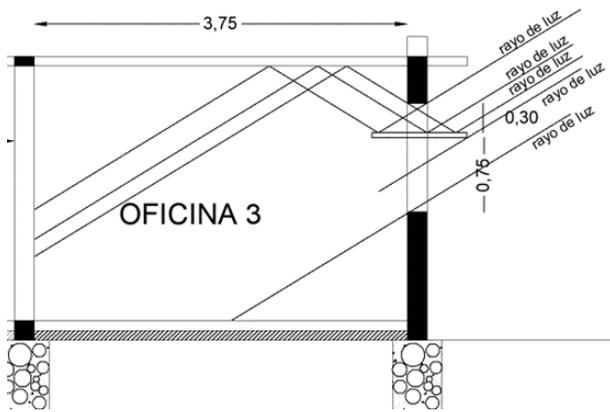
		PUNTOS DE CALCULO SEGÚN GRILLA DE DIALUX					
	Horas	2	7	12	17	22	27
INVIERNO	10:00	570	399	314	259	214	55
INVIERNO	12:00	1258	915	704	566	460	142
INVIERNO	16:00	960	669	535	444	372	103
VERANO	10:00	2667	2116	1816	1747	1653	292
VERANO	12:00	2310	1611	1289	1202	1011	273
VERANO	16:00	1791	1072	840	695	575	180
PRIMAVERA	10:00	1526	1124	944	820	662	160
PRIMAVERA	12:00	1733	1192	985	813	663	224
PRIMAVERA	16:00	1398	942	794	682	574	166
iluminancia recomendada		300	300	300	300	300	300



**Figura 36. Niveles Y Curvas de iluminancias en las diferentes estaciones y horas del día para el eje Y-Y OS1. Propuesta optimizada. Fuente: Elaboración propia**

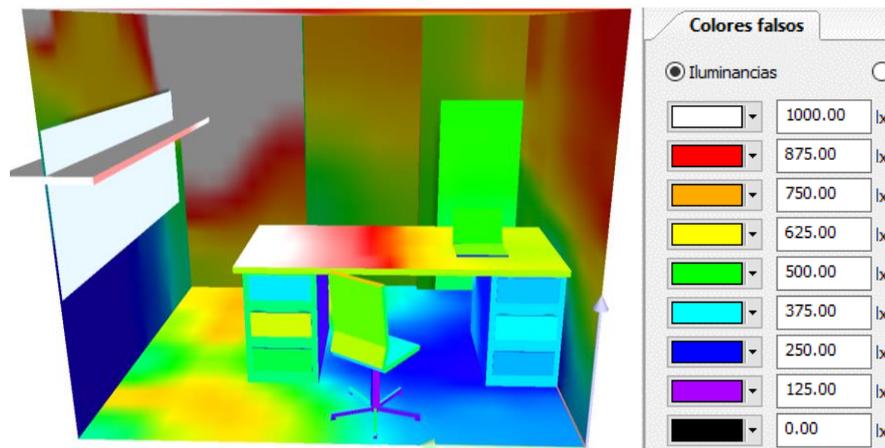
**MEJORAS EN LA OFICINA SECUNDARIA 2**

Finalmente, en el caso de estudio de la Oficina Secundaria 2, Se redimensionó la ventana norte del muro, con mayor extensión para la captación de radiación, con la integración de un estante de luz, según diseño de geometría solar. Y al igual que en los demás casos, se mejoraron las reflectancias de los acabados interiores (figura 37).



**Figura 37. Corte de sistema de luz integrado (ventana y estante) y render ray-trace del espacio**  
Fuente: Elaboración propia

Como se esperaba, esta propuesta de diseño, generó un escenario lumínico de mayor calidad y aprovechamiento del recurso solar, generando uniformidad en la mayor parte del año.



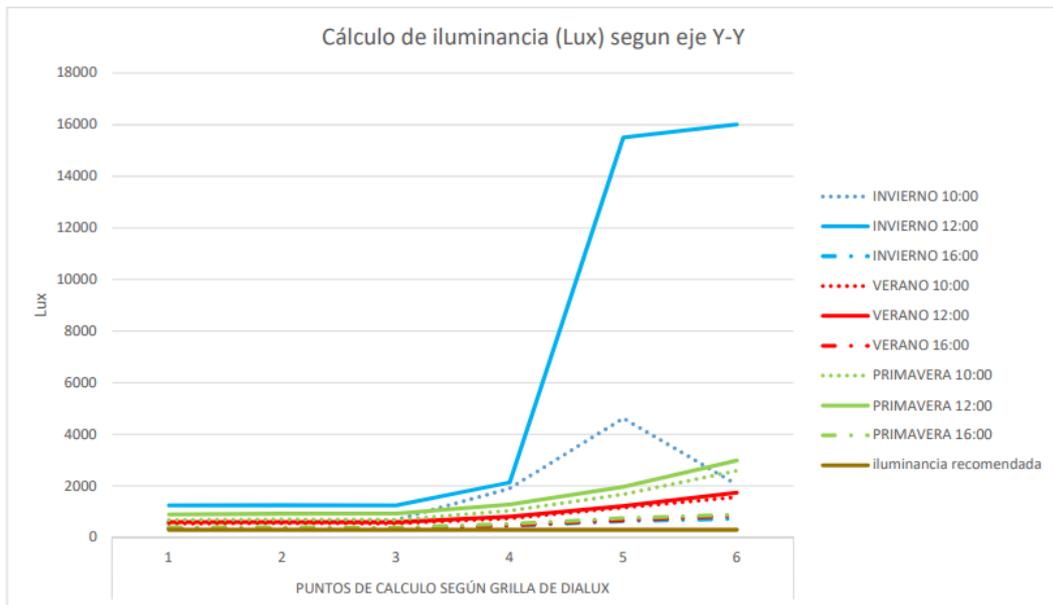
**Figura 38. 3d de colores falso de la Oficina Secundaria 3.** Fuente: Elaboración propia

Esta afirmación se evidencia en los valores y curvas obtenidas para este estudio, los cuales mejoran radicalmente el ambiente visual del espacio. Del estante de luz, permite mantener controlados los efectos de deslumbramientos, así como también las manchas de luz directa que se encontraban en la actualidad (figura 39).

Por lo que es factible concluir, que a partir del estudio de estrategias adecuadas a las características de los espacios, es posible revitalizar y mejorar los puestos de trabajos, garantizar la permanencia de las personas en ambientes agradables generando confort visual con una mayor productividad y con mínimos costos de inversión.

**OFICINA SECUNDARIA 3 EJE Y-Y**

		PUNTOS DE CALCULO SEGÚN GRILLA DE DIALUX					
	Horas	1	2	3	4	5	6
INVIERNO	10:00	597	671	689	1903	4623	2052
INVIERNO	12:00	1245	1255	1242	2130	15507	16009
INVIERNO	16:00	351	342	327	443	633	724
VERANO	10:00	541	551	547	743	1161	1567
VERANO	12:00	596	601	598	805	1230	1735
VERANO	16:00	347	347	331	472	679	836
PRIMAVERA	10:00	682	702	684	1035	1675	2590
PRIMAVERA	12:00	893	921	935	1288	1969	2984
PRIMAVERA	16:00	404	400	390	532	753	888
iluminancia recomendada		300	300	300	300	300	300



**Figura 39. Niveles Y Curvas de iluminancias en las diferentes estaciones y horas del día para el eje X-X OP. Propuesta optimizada. Fuente: Elaboración propia**

## 8- CONCLUSIONES

La importancia de la luz natural en los espacios de hábitat es fundamental, ya que a partir de una buena práctica de diseño, es posible generar no sólo cantidad sino calidad en la iluminación de los espacios, sobre en aquellos donde se les destina una gran ocupación y permanencia.

Los resultados del presente estudio, permitieron realizar diagnósticos a partir del uso de herramientas adecuadas para el estudio, como la aplicación del diagrama morfológico de Baker, así como también el uso del software DIALUX. Esto permitió tener un conocimiento de los aspectos negativos en cuanto a condiciones de iluminación que se dan en espacios de trabajo y que obviamente, están condenados a recurrir al uso de luz artificial y su consecuente consumo energético, un gasto extra en la utilización de energías fósiles.

El haber podido estudiar las estrategias de iluminación natural, resultó el camino indicado, para poder salvar de manera sustentable esta realidad. El uso de sistemas integrados, teniendo en cuenta los usos, dimensiones, orientación, materialidad, etc. Permitieron tener las destrezas para realizar propuestas eficientes para la optimización de los espacios, además de generar condiciones de confort visual en todos los ocupantes.

Las condiciones de iluminación, en los casos de mejoras de las oficinas es aprovechada en la mayor parte del día donde se dispone del potencial de luz en la región, gracias a un estudio correcto de las trayectorias solares diarias y anuales.

Por lo que resulta que las estrategias de mejoras con la incorporación de sistemas de control, resultan eficientes para lograr los objetivos. Es el caso, de la OP y OS2, donde era negativa la iluminación, en cantidad y uniformidad, y con la incorporación de un estante de luz integrado y el rediseño de las dimensiones de la abertura, se revirtieron positivamente y de manera radical las condiciones de los ambientes visuales. O el caso, de la disposición de sistemas de transporte de luz, como lumiductos, que a partir de la captación, y distribución de luz al interior, mejoró no sólo en aspectos cuantitativos sino también cualitativos el uso de la oficina.

Concluyendo, un buen diseño de la arquitectura, de las aberturas, los colores y los materiales de los espacios, teniendo en cuenta la disponibilidad de los recursos ambientales de una región, son imprescindibles para obtener buenas condiciones lumínicas, haciendo uso de una fuente Energía renovable como el Sol. De esta forma, es factible promover condiciones de confort visual y mejorar la productividad y disfrute de los espacios interiores por parte de los usuarios.

## 9- BIBLIOGRAFÍA

Anon (2000). *Lighting of Indoor Work Places*. N S 0081/E. CIE Publication Vienna, Austria, CIE.

Córica, Lorena. *Magister en Arquitectura de Zonas Áridas y Sísmicas*. Facultad de Arquitectura y Diseño. Universidad Nacional de San Juan. Título de tesis: “Influencia de la iluminación natural del paisaje urbano en regiones áridas. Caso de estudio: la Ciudad oasis de Mendoza”. Fecha de defensa de Tesis: 27 de Marzo de 2008

Córica, Lorena. *Doctorado en Medio Ambiente Visual e Iluminación Eficiente*. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Universidad Nacional de Tucumán. Título de Tesis. “Comportamiento de la luz natural en entornos urbanos representativos del modelo oasis en regiones áridas. Caso de estudio: Ciudad de Mendoza”. Fecha de defensa de Tesis: 18 de Marzo de 2010.

Boyce, P., Hunter, C. & Howlett, O. *The benefits of daylight through windows*. Troy, New York: Rensselaer Polytechnic Institute, 2003.

Gonzalo, G., Ledesma, S., Nota, V., Márquez, G. *EVALUACION COMPARATIVA DEL COMPORTAMIENTO LUMINICO Y TERMICO DE DIFERENTES SOLUCIONES DE AVENTANAMIENTOS PARA ESCUELAS Y OFICINAS DE LA PROVINCIA DE TUCUMAN*. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* Vol. 5, 2001. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184<sup>a</sup>

- IRAM AADL J 20-03 “Iluminación Natural de Edificios”

- IRAM AADL J 20-05 “Iluminación de Interiores. Niveles de iluminación”. De acuerdo

Kaplan, R., & Dana, S. T. “The nature of the view from home: Psychological benefits”. *Environmental and Behavior* 33.4 (2001): 507-245.

Loisos G. (1999). *Daylighting School, Daylighting Initiative*. Design Tools and Information from The Pacific Gas and Electric Company.

Nussbaumer, L. *Human Factors in the Built Environment*. Nueva York, Estados Unidos: Fairchild Books, 2014.

Pattini A. y Kirschbaum C. (1998). Evaluación subjetiva de aulas iluminadas con luz natural. Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, pag. 03.63.

Pattini, Andrea. Doctorado Orientación en Luz y Visión. Título obtenido en la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología Universidad Nacional de Tucumán. Tesis de Doctorado: Eficiencia lumínico-térmica de dispositivos de control y difusión de la luz solar aplicable a ventanas en aulas en la provincia de Mendoza. Fecha de egreso: 20/12/2007.

Pattini, A. R Rodríguez, J. M. Monteoliva , J. Yamín Garretón. ILUMINACIÓN EN ESPACIOS DE TRABAJO. PROPUESTAS AL PROTOCOLO DE MEDICIÓN DEL FACTOR ILUMINACIÓN DE LA SUPERINTENDENCIA DE RIESGOS DE TRABAJO. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 16, 2012. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184

Perla Zambrano; Lilia Prado. Simulación de iluminación natural en oficinas; implicaciones para la eficiencia visual. Estoa No. 8 / Vol. 5 / Enero – ISSN: 1390-7263. Junio 2016

Prado León Lilia R., Ávila Chaurand R. Aceves González C. y González Muñoz E. Trabajo Con Computadoras. Recomendaciones Para la Salud, Comodidad y Productividad. Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara, 2009.

Sarsak, H.I. (2020). Working from home: Self-assessment computer workstation set-up. World Federation of Occupational Therapists Bulletin, 78, 59 - 66.

Wolska A. “Human aspects of lighting in working interiors”. International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors. Karwowski W. edit. New York: Taylor & Francis, 2011

Yamin, Julieta A.; Colombo, Elisa M.; Rodríguez, Roberto G.; Pattini, Andrea E. Evaluación de confort visual en escenas con iluminación natural directa. Acta del I Encuentro Nacional sobre Ciudad, Arquitectura y Construcción Sustentable. XV ENCAC-Encuentro nacional de Conforto no Ambiente Construído

Yáñez, G. Arquitectura solar e iluminación natural. Madrid, España: Munilla-Lería, 2008.