

**PROPUESTA MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES LUMÍNICAS  
Y ACÚSTICAS DE LA UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
SEDE BUCARAMANGA.**

**DEYMON ALEJANDRO PINZÓN NARANJO**

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
FACULTAD DE ARTES  
PROGRAMA DE ARQUITECTURA  
BUCARAMANGA**

**2020**

**PROPUESTA MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES LUMÍNICAS  
Y ACÚSTICAS DE LA UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
SEDE BUCARAMANGA**

**DEYMON ALEJANDRO PINZÓN NARANJO**  
**Cód. 20611014819**

**Monografía de proyecto de grado**  
**Para optar el título de arquitecto**

**Director de proyecto:**  
**Arq. MSc. Rene García**

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO**  
**FACULTAD DE ARTES**  
**PROGRAMA DE ARQUITECTURA**  
**BUCARAMANGA**

**2020**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

El trabajo de grado titulado propuesta mejoramiento de las condiciones lumínicas  
Y acústicas de la universidad Antonio Nariño  
Sede Bucaramanga  
Cumple con los requisitos para optar  
al título de arquitecto.

---

**Firma del Tutor**

---

**Firma del Jurado**

---

**Firma del Jurado****BUCARAMANGA, MES Y AÑO**

## **DEDICATORIA**

Dedico con todo mi amor este proyecto a la mujer que además de darme la vida, me enseñó a convertirme en un ser humano lleno de valores, esos que ella con su ejemplo me mostro al pasar de los años, sus infinitas virtudes son la inspiración para mejorar cada día, mi madre la mujer que más admiro en el mundo, porque gracias a sus incansables esfuerzos hoy puedo graduarme como profesional.

A mis hermanas que me han apoyado siempre incondicionalmente, a mis sobrinas por ser la razón que me levanta cada mañana a seguir luchando por un mundo mejor, a mi padre con el que conocí mi amor por la construcción y por ese motivo elegí esta carrera.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi agradecimiento sincero al Arquitecto Rene que confió en mí en momentos en los que ni yo mismo lo hacía, por compartir su tiempo y su conocimiento para alcanzar este escalón en mi vida, gracias por su paciencia y comprensión.

A esas personas que me apoyaron cuando los necesite y que aunque ya no están también hicieron que este camino a veces se hiciera más fácil.

A mi prima que siempre tenía las palabras indicadas para recordarme que yo era más fuerte que cualquier adversidad.

Enteramente agradecido con mi madre porque vi todos los esfuerzos que hizo para cumplir nuestro sueño de convertirme en profesional.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b>	_____
<b>INTRODUCCIÓN</b>	4
<b>1. PRELIMINARES</b>	<b>10</b>
1.1 Objeto de estudio	10
1.2 Población objetivo	10
1.3 Problema	10
1.4 Justificación	10
<b>1.5.2 Objetivos específicos</b>	<b>11</b>
<b>1.6 Metodología</b>	<b>12</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	<b>13</b>
2.1 Antecedentes	13
2.2 Referentes	21
<b>2.2.1 Referentes teóricos</b>	<b>21</b>
<b>3. MARCO CONTEXTUAL</b>	<b>22</b>
<b>3.1 Localización</b>	<b>22</b>
<b>3.2 Normativa</b>	<b>22</b>
<b>3.3 Determinantes</b>	<b>28</b>
<b>Físicas</b>	<b>28</b>
_____	28
<b>Climáticas</b>	<b>28</b>
_____	28
3.4 Mapa mental de todo el proceso	33
_____	33
<b>4. MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>34</b>
4.1 Criterios de intervención	34
<b>4.1.1</b>	<b>83</b>
<b>4.2 Ideación</b>	<b>83</b>
4.3 Mapa mental espacial	83
<b>4.3.1 Diagnóstico ambiental</b>	<b>83</b>
<b>4.3.4 Brillo solar</b>	<b>84</b>
_____	<b>85</b>

4.3.5	Irradiación solar horizontal.	86
4.3.6	Trayectorias solares.	88
		88
5.	MARCO PROYECTUAL	91
6.	CONCLUSIONES	98
7.	BIBLIOGRAFÍA	99
8-	Lista de Graficas	100
8.1	Lista de Tablas	101

## RESUMEN

El presente proyecto de grado propone estrategias de mejoramiento lumínico y acústico en la Universidad Antonio Nariño sede Bucaramanga bloque A en busca del confort adecuado para la población que allí realiza sus actividades diarias de aprendizaje. El primer paso fue un levantamiento del estado actual, que tendría en cuenta la morfología del edificio, los materiales en los acabados y el mobiliario, para ser digitalizados en el software Dialux Evo (iluminación), RADIT 2D (acústica) de esta manera obtener un diagnóstico con el cual basarnos para proponer las estrategias de mejoramiento que también serán representadas por medio de los software nombrados anteriormente, con los cambios necesarios en los materiales de esta manera llegar al confort lumínico y acústico necesario para el desarrollo de las distintas actividades que se realizan en las aulas.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado tiene como principal objetivo diagnosticar el estado lumínico y acústico de la Universidad Antonio Nariño, sede Bucaramanga edificio A. Partiendo de la observación ínsito desde la primera clase en la jornada diurna y la última clase en la jornada nocturna, aplicando mediciones de iluminación por medio de luxómetro y en acústica con sonómetro, ver el impacto que cada una tiene en las aulas 100 a 107, 200 a 203, Aula informática I-II y simulaciones con los software Dialux (iluminación) y Radit 2d (acústica). Asimismo, identificar la metodología para proponer un diseño cumpliendo con las normas colombianas en iluminación y acústico para espacios educativos y de aprendizaje.

Para analizar el estado espacial actual del Edificio A, se utilizó un modelado en Dialux Evo, Software que permitirá virtualmente calcular y visualizar de forma profesional los luxes necesarios para cada actividad, la iluminación natural y detalles técnicos de cada luminaria que será instalada. En el caso de lo acústico el Software que se utilizó será el Radit 2D que permitió estudiar las posibles patologías acústicas para ser evaluadas y proponer un diseño que emplee diferentes soluciones constructivas de forma y materiales, para mejorar la función en las aulas del edificio A.

## **1. PRELIMINARES**

### **1.1 Objeto de estudio**

Estudiar la estructura espacial, la iluminación y acústica de las aulas de la Universidad Antonio Nariño sede Bucaramanga edificio “A”

### **1.2 Población objetivo**

La comunidad académica comprendida por: docentes, administrativos, y estudiantes de la Universidad Antonio Nariño sede Bucaramanga edificio A.

### **1.3 Problema**

Pregunta de investigación: ¿Cuenta la Universidad Antonio Nariño sede Bucaramanga edificio “A” con confort lumínico y acústico en sus instalaciones?

### **1.4 Justificación**

La inexistencia de un estudio de campo al momento de diseñar los salones de la primera planta (100 a 110) y segunda planta (201 a 203) en la Universidad Antonio Nariño sede Bucaramanga, edificio A, que responda a las necesidades lumínicas y acústicas requeridas por los programas de pregrado en Arquitectura, Odontología, Electromecánica y Psicología, sumando a esto el desinterés por los horarios y el tipo de actividades para cada uno de ellos, en consecuencia se encuentra con una escasez de confort lumínico y acústico, por esto es imprescindible realizar un diagnóstico veraz del estado actual del edificio aplicando el modelo a los programas de DialuxEvo y Radit 2D, para luego proponer un diseño acorde que supla las necesidades básicas de cada programa, horarios y actividades para brindar un ambiente

adecuado de estudio buscando incrementar la concentración, eficacia y eficiencia en las personas que lo utilicen.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo general**

Elaborar un diagnóstico y una propuesta de mejoramiento para las aulas de la Universidad Antonio Nariño sede Bucaramanga 100 a la 110 en la primera planta y 201, 202, 203, sala de informática I, sala de informática II, laboratorio de química, laboratorio de biología, laboratorio de neumática a partir del análisis de las condiciones lumínicas y acústicas actuales, utilizando simulaciones con los programas Dialux Evo y Radit 2d.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Analizar las condiciones de iluminación y acústicas actuales de las aulas 100 a la 110 en la primera planta y 201, 202, 203, sala de informática I, sala de informática II, laboratorio de química, laboratorio de biología, laboratorio de neumática, de la Universidad Antonio Nariño sede Bucaramanga.
- Elaborar un diagnóstico de las diversas condiciones lumínicas y acústicas de las aulas (x) teniendo en cuenta diversas situaciones ambientales temporales y de ocupación.
- Proponer un modelo de mejoramiento de las condiciones de iluminación y acústicas actuales de las aulas 100 a la 110 en la primera planta y 201, 202, 203, sala de informática I, sala de informática II, laboratorio de química, laboratorio de biología, laboratorio de neumática de la Universidad Antonio Nariño sede Bucaramanga.

- Sintetizar los resultados y elaborar una asimilación comparativa de las dos condiciones ambientales lumínicas y acústicas simuladas, generando unas recomendaciones técnicas y de uso de los espacios analizados

## **1.6 Metodología**

- Levantamiento de las aulas del bloque A Universidad Antonio Nariño sede Bucaramanga
- Replanteo grafico del bloque A Universidad Antonio Nariño sede Bucaramanga.
- Toma de muestras de iluminación natural en las cuales se eligen cuatro horarios principales de mayor uso.
- Recopilación de materiales (luminarias, mobiliario, muros, ventanas, puertas, tablero, sillas, mesas)
- Levantamiento del plano en Dialux Evo del estado actual de la iluminación del bloque A Universidad Antonio Nariño sede Bucaramanga.
- Diagnóstico del estado actual basados en el informe final que nos arroja el Dialux Evo
- Propuesta de mejoramiento basados en la normativa vigente, nacional o internacional
- Informe detallado de los cambios exigidos para el mejoramiento de la iluminación de las aulas

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

#### ILUMINACION

Desde los inicios de la prehistoria, la humanidad se ha preocupado por el sol y por sus rayos de luz. Se ha desarrollado y se ha adaptado a ese sol específico, ajustando y sincronizando su fisiología interna y sus actividades al espectro único de la radiación ultravioleta y de la luz solar visible de espectro continuo.

Muchas veces se olvida que el organismo humano se esfuerza por crecer, desarrollarse y funcionar como un todo integrado. En cada una de sus respuestas a las fuerzas o limitaciones que lo estimulan de su entorno, responde orgánicamente mediante la búsqueda de equilibrios físicos con esas fuerzas y limitaciones que cumplen con ciertas funciones en sistemas concretos inherentemente coordinados. Estas respuestas tienen un peso importante en la determinación del desarrollo, la eficiencia y el bienestar posterior del organismo.

La mayoría de las personas, pasa alguna parte del día bajo la influencia de la luz del sol. Sin embargo, conforme la sociedad se vuelve más urbana, la cantidad de tiempo que pasa cada día bajo la influencia de la luz natural está disminuyendo. Más y más personas pasan más y más horas bajo la influencia de la luz artificial. De hecho, la luz artificial forma parte de la vida cotidiana diaria. Incluso en los lugares más soleados, la exposición diaria a la luz natural es más pequeña que a la luz eléctrica. Entre las fuentes de luz eléctrica, las lámparas fluorescentes cuentan con el 67% de los lúmenes mundiales. (Hughes, 1981, pág. 10).

El uso de la luz natural en los ambientes docentes puede promover un entorno visual saludable y aumentar el rendimiento del aprendizaje. El principal factor que influye y afecta al

entorno visual puede ser el área de la ventana y la orientación del aula. El área de la ventana admite la luz natural y ofrece vistas hacia el exterior a los profesores y estudiantes. Sin embargo, si la ventana no está diseñada correctamente, puede dar lugar a unas malas condiciones visuales y a un espacio poco atractivo. La orientación del aula es también un factor importante que influye en la distribución y en la cantidad de luz natural.

Por lo tanto, es fundamental investigar el ambiente luminoso del aula para diseñar espacios docentes en los que la luz solar que penetre sea útil. De manera que se consigan espacios donde se controle tanto la cantidad como la calidad de la luz. Sin embargo, no se trata simplemente de realizar las aberturas necesarias y colocar el número de lámparas preciso. Generalmente la luz artificial no se sabe integrar en etapas previas del proyecto, por lo que el sistema de iluminación artificial se convierte en un elemento añadido y no en una parte substancial del ambiente lumínico que trabaja en conjunto con el entorno arquitectónico.

La luz natural y la artificial no sólo son diferentes en su origen o en sus características, sino que también conviven de manera distinta a lo largo del día o de las estaciones. La importancia de la luz en el interior de los espacios va más allá y tiene un aspecto más significativo: su influencia en el ser humano. Aspecto muchas veces olvidado por los arquitectos y que, en cierta manera, esta investigación pretende compensar. Las relaciones entre arquitectura y educación son múltiples y complejas. Lo que normalmente se estudia es la arquitectura de los edificios educativos. Sin embargo, como vemos, esta relación tiene muchos más componentes en las que figuran las relaciones entre desarrollo mental, desarrollo social y desarrollo territorial, que son esenciales tanto para la arquitectura como para la cultura humana.

Desde el principio de los tiempos el hombre se ha esforzado por mejorar su calidad de vida. Y cada vez más, desea que esta calidad esté presente en todos los ámbitos posibles,

incluyendo también el entorno lumínico. Al hablar de calidad en el entorno lumínico, quizá la parte de la calidad estética de la luz es la más utilizada, (Kim, & Kim, 2011, pág. 11-12).

De hecho, la calidad estética de la luz es un concepto innegable, utilizado desde siempre en la arquitectura. Se puede ver en las palabras de Zumthor cuando dice: [...] “Una de mis ideas preferidas es primero pensar el conjunto del edificio como una masa de sombras, para a continuación – como en un proceso de vaciado –, hacer reservas para la instalación que permita las luces que queremos. Mi segunda idea favorita – por cierto, muy lógica, no es ningún secreto, lo hace cualquiera – consiste en poner los materiales y las superficies bajo el efecto de la luz, para ver cómo la reflejan. Es decir, elegir los materiales con la plena conciencia de cómo refleja la luz y hacer que todo concuerde.” (pág. 13)

De este modo, la luz es un aspecto fundamental de la práctica arquitectónica donde el arquitecto la utiliza como forma de composición que da lugar a edificios maravillosos. Como, por ejemplo, los edificios de Le Corbusier, donde la luz, el sonido, el color, el ritmo y el espacio son los elementos clave para introducir en los ocupantes una sensación de armonía interior que resulta de un estado de transformación espiritual, como en el monasterio de La Tourette. (Castilla, 2015, pág. 13)

"La arquitectura es el juego sabio, correcto, magnífico de los volúmenes bajo la luz"(Le Courbusier, 1977, pág. 13)

Sin embargo, muchos otros casos, medir solamente la emoción o el carácter individual que al arquitecto le sugiere la luz y presumir que dicha emoción será la misma en todo aquel que visite o habite su edificio, puede no tener el mismo resultado. Más si se incluye el factor tiempo, que dará lugar a una visión del edificio cambiante con las modas y los usos. (Zumthor, 2006)

Otro aspecto interesante es la distinta respuesta del individuo ante los estímulos luminosos según la etapa de la vida en que se encuentre. Se observa pues, que son numerosos los factores relacionados con las cualidades intrínsecas de las personas, los que condicionan la percepción. De hecho, tanto factores fisiológicos como psicológicos inciden en la percepción de la luz y el espacio. Éste es un concepto multisensorial, es decir, la percepción de un determinado estímulo viene condicionada por un conjunto de sentidos.

Estas son las dificultades en las que no se ha de olvidar que el juez último de la calidad luminosa, es en definitiva el ojo humano. De este modo, cualquier avance en la calidad lumínica estará en gran medida relacionado con el avance en el estudio de la percepción y del comportamiento del sistema visual humano. (Castilla, 2015, pág. 13)

### **Tipos de fuentes de luz artificiales**

Si el objetivo es investigar la iluminación artificial y conocer sus efectos, es necesario antes conocer los tipos de fuentes que se pueden encontrar en el mercado. Dichas fuentes, a grandes rasgos, se pueden clasificar en:

- Incandescentes
- Descarga en gas
- Led

La diferencia entre ellas radica en la forma que tienen de generar luz:

#### **Incandescentes**

La lámpara incandescente es en realidad un radiador de calor. Tiene un filamento de wolframio alojado en el interior de una ampolla de vidrio sin aire que está rellena con gas

mezcla o gases nobles. Debido al paso de la corriente eléctrica, el filamento de wolframio se pone incandescente y emite luz.

La temperatura del filamento puede llegar hasta 3000oC. Al paso de la corriente por el filamento, los electrones chocan con los átomos de wolframio. La energía se transmite a estos átomos, los cuales desprenden la misma en forma de luz y calor.

### **Descarga en gas**

Las lámparas de descarga en gas contienen en su interior gases nobles y gases de mercurio, o de sodio, según el tipo. Al paso de la corriente los electrones emitidos chocan con los átomos de gas. Este choque provoca un desplazamiento de los electrones a una órbita superior con mayor potencial energía.

Al retornar a su órbita normal, emiten la energía en forma de radiación ultravioleta. La radiación ultravioleta excita la capa fluorescente que recubre el interior del tubo convirtiéndola en luz visible.

### **Led**

Los diodos emisores de luz, que también son conocidos por LED (Light Emiting Diode), funcionan con tensiones que oscilan desde los 3 a los 12 volts. (Blanca Giménez, V., Aguilar Rico, M., 1995, Iluminación y color pág. 32)

## **ANTECEDENTES ACUSTICO**

### **Acondicionamiento Acústico**

El éxito de un diseño acústico de cualquier recinto, después de fijados su volumen y definida su forma, son la elección de materiales que se usaran como revestimientos para obtener unos tiempos de reverberación óptimo.

Con los materiales es importante definir qué efecto deseamos producir, la absorción del sonido, la reflexión del sonido, la difusión del sonido.

### **Absorción del sonido**

La reducción de energía, es debido a una adsorción producida por:

El publico

Las sillas

Materiales adsorbentes (resonadores) colocados como revestimientos en superficies del recinto

Superficies limite que causen vibración (ventanas, puertas, paredes ligeras)

El aire

Materiales rígidos no porosos empleados en la construcción de paredes y cubierta.

FRECUENCIA (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Hormigon macizo	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04
Bloques de hormigon pintados	0,1	0,05	0,06	0,07	0,09	0,08
Ladrillo revestido con yeso	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04

Coefficientes de absorción  $\alpha_{SAB}$  de materiales habitualmente utilizados en la construcción de recintos

Tabla 1 Coeficiente Absorción del Sonido en los Materiales

#### ABSORCION DEL AIRE:

Este tipo de absorción es significativa solo en recintos grandes y frecuencias relativamente altas y con porcentajes bajos de humedad relativa.

#### ABSORCION DE SUPERFICIES VIBRANTES:

La presencia en una sala de superficies limite susceptibles de entrar en vibración también da lugar a una cierta absorción, por una parte da energía vibracional radiada hacia el exterior.

#### MATERIALES ABSORBENTES

Se utilizan para conseguir dos objetivos.

Obtención de tiempo de reverberación más adecuada según la actividad destinada del espacio.

Prevención de ecos

Reducción del campo reverberante en espacios ruidosos.

## Reflexión del Sonido

Este tipo de reflexiones son útiles en salas dedicadas a la palabra y salas de conciertos.

Las reflexiones útiles son aquellas que llegan al receptor dentro de los primeros 50 ms desde la llegada del sonido directo, a ello se le conoce como primeras reflexiones. Carrión Isbert, A. (2001). Materiales y Elementos Utilizados en el Acondicionamiento Acústico de Recintos en. (Ed) Diseño Acústico de Espacios Arquitectónicos (pág. 113) ALFAOMEGA GRUPO EDITOR, S.A. de C.V

FRECUENCIA (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
LONGITUD DE ONDA (m)	2,76	1,38	0,69	0,34	0,17	0,09

Tabla 2 Niveles de Reflexiones

### REFLECTORES CURVOS:

Abarcan una mayor zona de cobertura y dispersan el sonido en mayor proporción. Su radio de curvatura debe ser mayor de 5m. Carrión Isbert, A. (2001). Materiales y Elementos Utilizados en el Acondicionamiento Acústico de Recintos en. (Ed) Diseño Acústico de Espacios Arquitectónicos (pág. 120) ALFAOMEGA GRUPO EDITOR, S.A. de C.V

## Difusión del Sonido

La difusión del sonido se consigue al colocar elementos que fueron diseñados para dispersar de forma uniforme y en múltiples direcciones.

### DIFUSOR POLICILINDRICO

Similares a los reflectores convexos, con única diferencia que su radio de curvatura es menor a 5m

DIFUSORES RPG Rejilla Base de Reflexión. Cuando las ondas sonoras entran dentro de estos difusores obligadas a viajar ocasionando un cambio en la dirección de propagación

DIFUSORES MLS    DIFUSORES QRD    DIFUSORES PRD

Carrión Isbert, A. (2001). Materiales y Elementos Utilizados en el Acondicionamiento Acústico de Recintos en. (Ed) Diseño Acústico de Espacios Arquitectónicos (pág. 123)

ALFAOMEGA GRUPO EDITOR, S.A. de C.V

## 2.2 Referentes

### 2.2.1 Referentes teóricos

**Tabla 1.** RETILAP para colegios

COLEGIOS Y CENTROS EDUCATIVOS	UGR	NIVELES DE ILUMINACIA (lx)		
		Minima	Media	Maximo
Salones de clase				
Iluminación general	19	300	500	750
Tableros	19	300	500	750
Elaboration de planos	16	500	750	1000
Salas de conferencias				
Iluminación general	22	300	500	750
Tableros	19	500	750	1000
Bancos de demostración	19	500	750	1000
Laboratorios	19	300	500	750
Salas de arte	19	300	500	750
Talleres	19	300	500	750
Salas de asamblea	22	150	200	300

Tabla 3 Niveles de Iluminación Recomendados RETILAP

Modificado por el autor

### 3. MARCO CONTEXTUAL

#### 3.1 Localización

Comuna 13 sector Oriental

Universidad Antonio Nariño

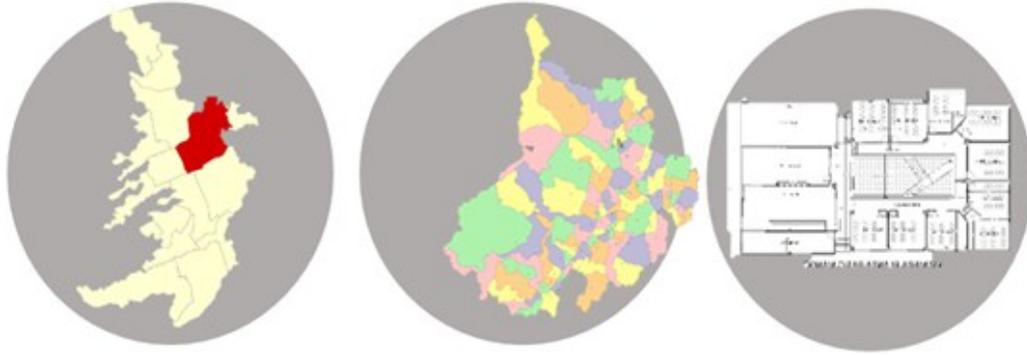


Figura 1. Localización

Elaborado por el autor

#### 3.2 Normativa

##### **NORMATIVA ILUMINACION**

- RETILAP Ministerio de Minas y Energía

#### **Capítulo 4: DISEÑOS Y CALCULOS DE ILUMINACION INTERIOR**

##### **Sección 410: Requisitos Generales del Diseño de Alumbrado Interior**

El diseño de la iluminación debe estar íntimamente ligado con el área que va a ser iluminada. Adicional a lo establecido en el Capítulo 2º, se deben en cuenta la forma y tamaño de los espacios, los colores y las reflectancias de las superficies del salón, la actividad a ser desarrollada, la disponibilidad de la iluminación natural y también los requerimientos estéticos requeridos por el cliente. (Ministerio de Minas y Energía, [Mienergía] 2010, pág. 77)

##### **Sección 410-1 Niveles de iluminación o iluminancias y distribución de luminancias.**

a) **Niveles de Iluminancia.** En lugares de trabajo se debe asegurar el cumplimiento de los niveles de iluminancia de la Tabla 440.1

En ningún momento durante la vida útil del proyecto la iluminancia promedio podrá ser superior al valor máximo o inferior al valor mínimo establecido en la Tabla 410.1. En la misma tabla se encuentran los valores máximos permitidos para el deslumbramiento (UGR).

**Tabla 2.** Tipo de recinto y actividad

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR <sub>L</sub>	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo.	Medio	Máximo
<b>Áreas generales en las edificaciones</b>				
Áreas de circulación, corredores	28	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas	25	100	150	200
Vestidores, baños.	25	100	150	200
Almacenes, bodegas.	25	100	150	200
<b>Talleres de ensamble</b>				
Trabajo pesado, montaje de maquinaria pesada	25	200	300	500
Trabajo intermedio, ensamble de motores, ensamble de carrocerías de	22	300	500	750
Trabajo fino, ensamble de maquinaria electrónica y de oficina	19	500	750	1000
Trabajo muy fino, ensamble de instrumentos	16	1000	1500	2000
<b>Colegios y centros educativos.</b>				
<i>Salones de clase</i>				
Iluminación general	19	300	500	750
Tableros	19	300	500	750
Elaboración de planos	16	500	750	1000
<i>Salas de conferencias</i>				
Iluminación general	22	300	500	750
Tableros	19	500	750	1000
Bancos de demostración	19	500	750	1000
Laboratorios	19	300	500	750
Salas de arte	19	300	500	750
Talleres	19	300	500	750
Salas de asamblea	22	150	200	300

Tabla 4 Niveles de Iluminación según Actividad de Recinto

### b) Distribución de Luminancias.

Para lograr una buena distribución de luminancias es necesario tener en cuenta los valores de reflectancia de las superficies de techos, paredes, pisos y plano de trabajo, sin salirse de los límites considerados en las tablas. 430.2.2 a y 430.2.2b. (Mienergía, 2010, pág. 77)

### Sección 410-3. Control del deslumbramiento

El deslumbramiento se puede producir cuando existen fuentes de luz cuya luminancia es excesiva en relación con la luminancia general existente en el interior del local (deslumbramiento

directo), o bien, cuando las fuentes de luz se reflejan sobre superficies pulidas (deslumbramiento por reflejos)

Para controlar el deslumbramiento se deben tomar las siguientes medidas:

**a) Apantallamiento contra el deslumbramiento:**

**Tabla 3.** Apantallamiento contra el deslumbramiento

Luminancia de lampara kcd/m2	Angulo de apantallamiento minimo
20 a menos de 50	15°
50 a menos de 500	20°
Igual o superior a 500	30°

Tabla 5 Niveles aceptables de Apantallamiento

**b) Control de los reflejos.**

Uso de acabados de aspecto mate en las superficies de trabajo y del entorno.

Situar las luminarias respecto al puesto de trabajo de manera que la luz llegue al trabajador lateralmente.

Aumentar el área luminosa de las luminarias.

Emplear luminarias con difusores, así como techos y paredes de tonos claros, especialmente cuando la tarea requiera la visualización de objetos pulidos. (Mienergía, 2010, pág. 84)

**Sección 410-4.** Uniformidad.

Con el fin de evitar las molestias debidas a los cambios bruscos de luminancia la tarea debe ser iluminada de la forma más uniforme posible. La relación entre el valor del nivel de iluminación existente en el área del puesto donde se realiza la tarea y el alumbrado general no debe ser inferior al establecidos en la Tabla 410.4. (Mienergía, 2010, pág. 85)

Iluminación de tarea (lx)	Iluminancia de áreas circundantes inmediatas (lx)
	Mayor o igual a 750
500	300
300	200
Menor o igual a 200	E tarea
Uniformidad (E <sub>min</sub> /E <sub>prom</sub> )	
Mayor o igual a 0,5	Mayor o igual 0,4

Tabla 6 Niveles de iluminación

**Sección 420.1.2** Alumbrado en instituciones educativas, salas de lectura y auditorios.

**a) Iluminación de aulas de clase:** El alumbrado de un aula de enseñanza debe ser apropiado para actividades tales como escritura, lectura de libros y del tablero. Como estas actividades son parecidas a las de las oficinas, los requisitos generales de alumbrado de éstas pueden aplicarse al de escuelas, Figura 420.1.2 a. Es requisito que el diseño verifique la necesidad de proveer iluminación adicional en el tablero, Figura 420.12.2 b

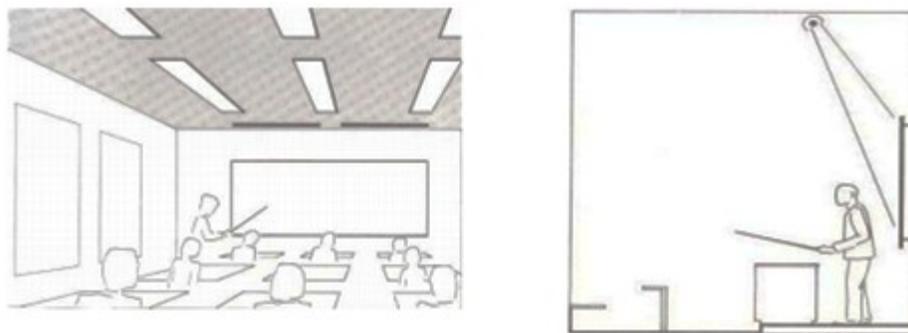


Figura 2. Iluminación de aulas de clase e Iluminación de salas de lectura y auditorios.

Elaborado por Retilapr

### c) Iluminación de salas de lectura y auditorios

Niveles de iluminación requeridos para lectura y escritura.

Se debe tener especial cuidado en prevenir el deslumbramiento. Ver Figura 420.1.2 c.

Se debe disponer de un equipo especial de regulación de flujo luminoso para la proyección de películas y dispositivas.

Se debe instalar un alumbrado localizado sobre la pizarra de la pared con una iluminancia vertical de 750 luxes.

Se debe contar con un panel de control que permita encender y apagar los distintos grupos de luminarias, manejar el equipo de regulación de alumbrado y eventualmente controlar el sistema automático de proyección.

En estos recintos se debe contar con instalación de un alumbrado de emergencia y de señalización de las salidas.

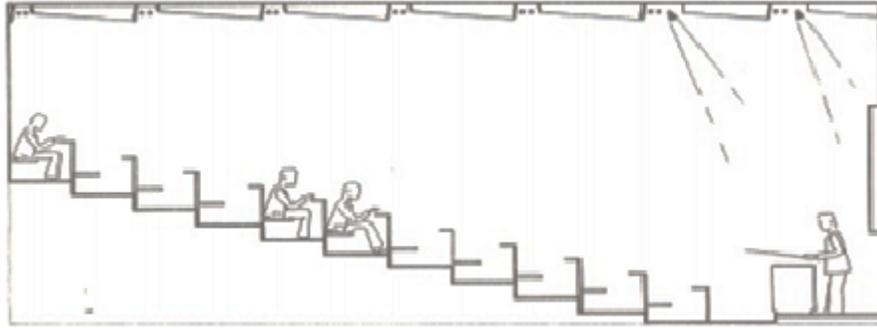


Figura 3. Iluminación de salas de lectura y auditorios

Elaborado por Retilap

Acústica y medicación del aislamiento acústico de los edificios y de los elementos de construcción. (Mienergía, 2010, pág. 88)

## **NORMATIVA ACUSTICA**

NTC 4945

Estándares de medición del aislamiento acústico en edificios y de elementos de construcción.

PARTE 5. In situ del aislamiento acústico a ruido aéreo de elementos de fachadas.

RESOLUCION 6918 DE 2010 (OCTUBRE 19)

Establece la metodología de medición y fija los niveles de ruido al interior de las edificaciones (inmisión) generadas por la incidencia de fuentes fijas de ruido.

### 3.3 Determinantes

#### Físicas

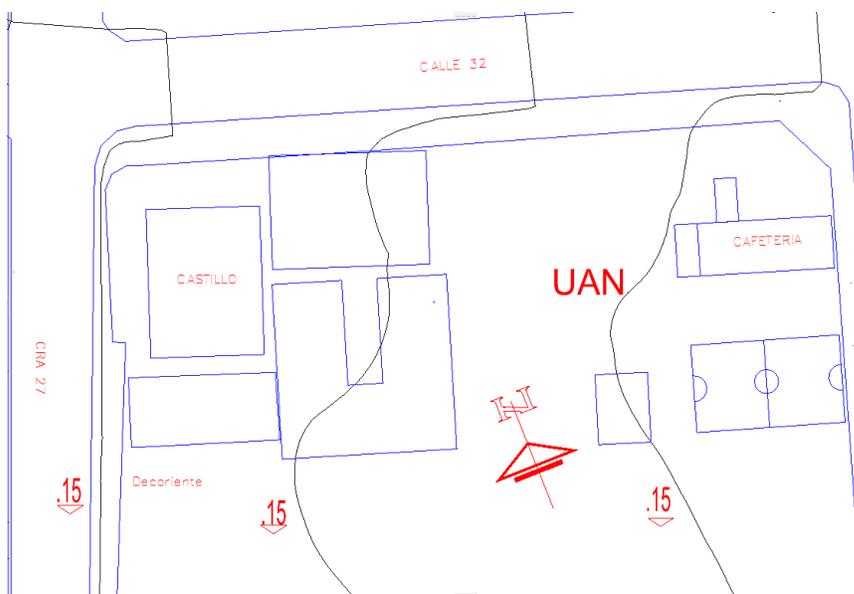


Figura 4. Curvas de nivel lote

Elaborado por el autor

#### Climáticas

#### Trayectoria solar

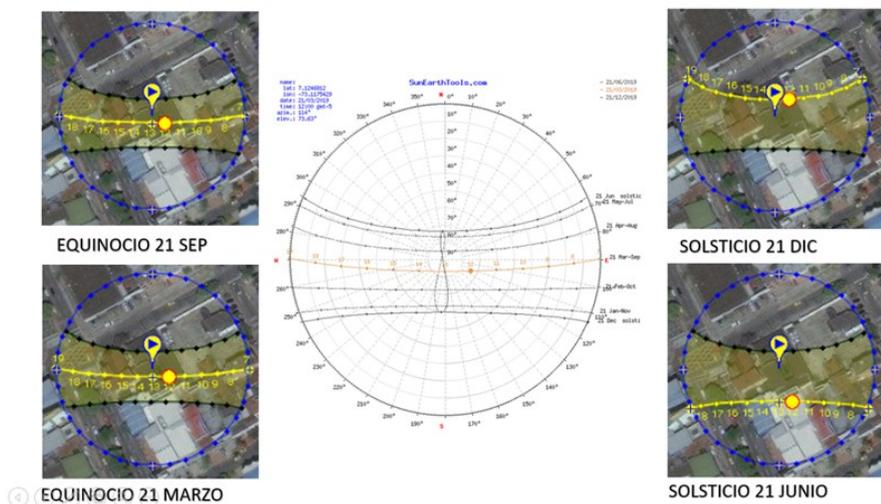


Figura 5. Trayectoria solar

Elaboracion IDEAM

## IDEAM

Ciclo anual de las principales variables meteorológicas para el Aeropuerto Palonegro de Bucaramanga

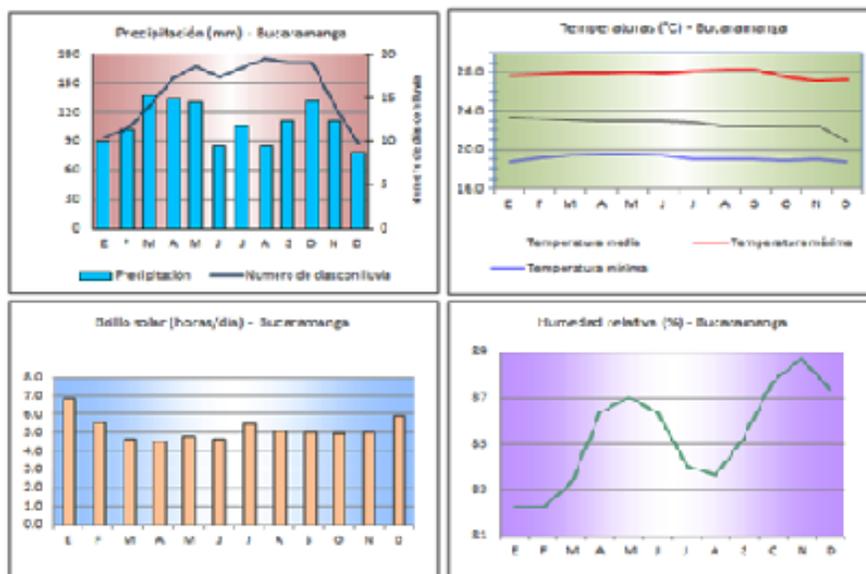


Figura 6. Variables meteorológicas

Elaboracion IDEAM

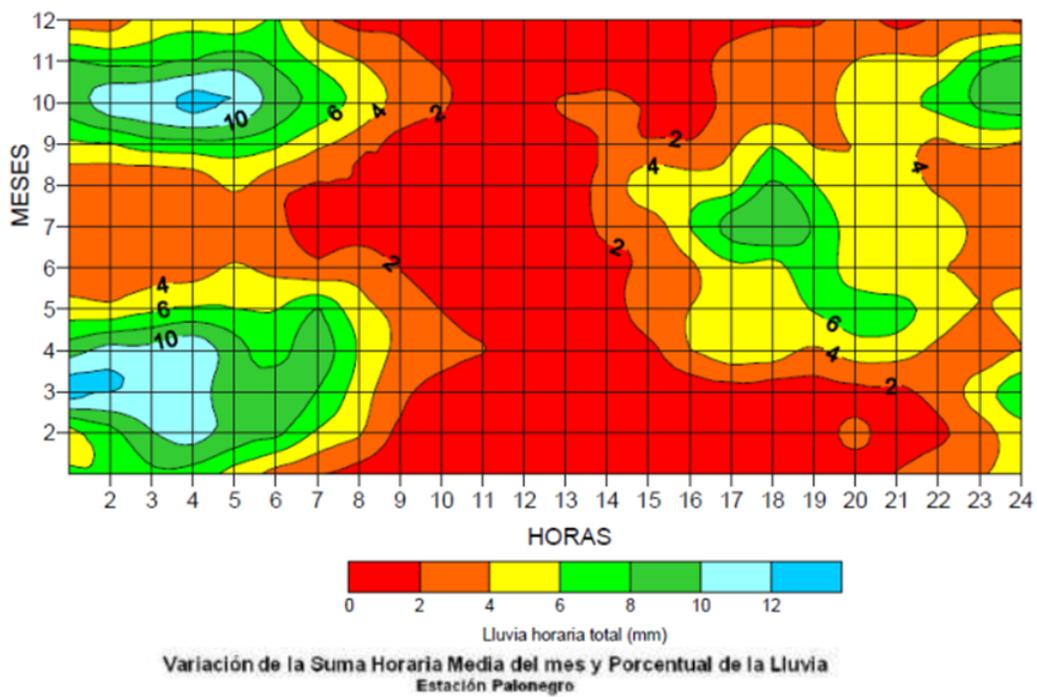


Figura 7. Variaciones

Elaboracion IDEAM

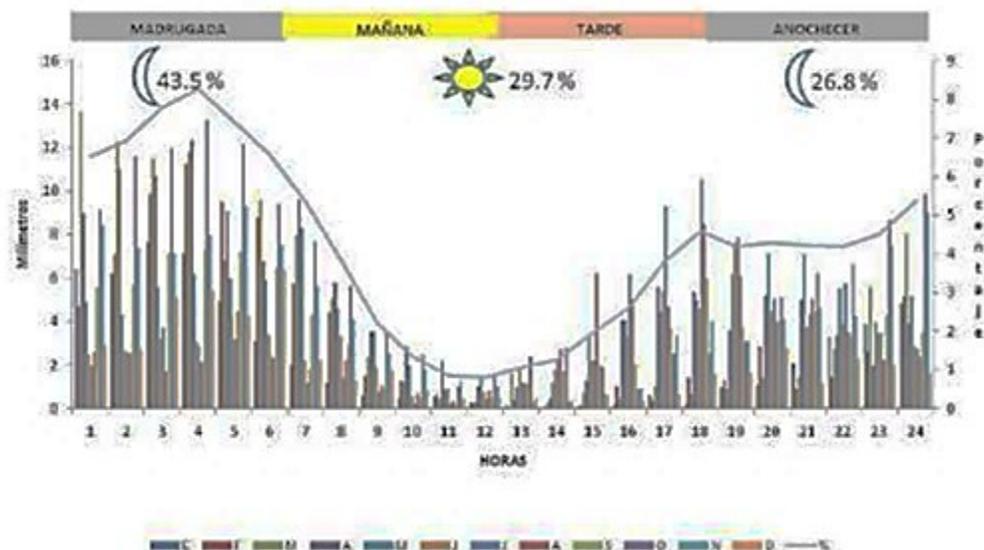


Figura 8. Climatología

Elaboracion IDEAM

Tabla 4. Climatología general

**AEROPUERTO PALONEGRO / BUCARAMANGA**  
**CLIMATOLOGIA GENERAL**

Datos del AIP de Colombia - UAEAC

**LATITUD:** 07° 07' 34.24" N  
**LONGITUD:** 073° 11' 04.70" W  
**ELEVACION:** 1.189.25 m / 3.902 ft

**TEMPERATURA DE REFERENCIA** 21.3 °C

Resumen climatológico  
Datos del Atlas Climatológico de Colombia - IDEAM  
Periodo de registro: 1971 -2000

VARIABLE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
PRECIPITACION (mm)	57.6	79.7	120.9	136.0	118.5	81.9	88.0	84.7	100.5	141.9	118.7	56.0	1184.3
NUMERO DE DIAS CON LLUVIA	7.7	9.6	13.6	17.4	18.4	16.6	18.2	19.1	18.3	18.5	14.2	9.1	180.6
PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)	28.7	35.6	45.3	43.0	33.0	24.6	31.4	29.3	34.7	37.4	39.5	23.1	45.3
TEMPERATURA MEDIA (°C)	21.2	21.5	21.6	21.5	21.4	21.4	21.3	21.4	21.2	20.8	20.8	20.9	21.3
TEMPERATURA MEDIA MAXIMA (°C)	25.1	25.2	25.2	25.2	25.4	25.4	25.6	25.8	25.7	25.1	24.7	24.8	25.3
TEMPERATURA MEDIA MINIMA (°C)	18.4	18.7	18.9	18.9	18.8	18.7	18.4	18.4	18.2	18.2	18.3	18.3	18.5
TEMPERATURA MAXIMA ABSOLUTA (°C)	27.4	27.8	27.7	27.5	27.7	27.7	27.7	28.2	28.2	27.7	27.1	27.0	28.2
TEMPERATURA MINIMA ABSOLUTA (°C)	16.9	17.1	17.2	17.3	17.4	17.3	16.9	16.8	16.7	16.7	16.9	17.0	16.7
BRILLO SOLAR (horas/mes)	214.0	159.8	145.1	134.7	148.8	140.7	170.4	155.7	150.1	151.9	149.0	182.3	1902.5
HUMEDAD RELATIVA (%)	82.3	82.3	83.3	86.4	87.0	86.3	84.0	83.7	85.3	87.7	88.7	87.4	85.4

Elaboracion IDEAM

## Social

	ARQUITECTURA	ODONTOLOGIA	PSICOLOGIA DIST	ELECTROMECHANICA
M	80	57	10	45
F	35	103	19	2

Tabla 7 Estudiantes Activos 2019

Elaboración del autor

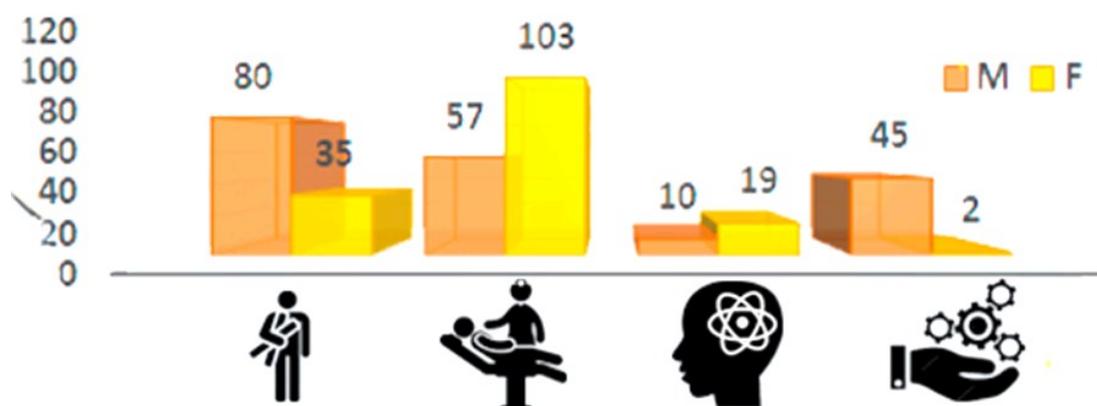


Figura 9. Datos estudiantes activos segundo periodo 2019

Elaboración del autor

## 3.4 Mapa mental de todo el proceso

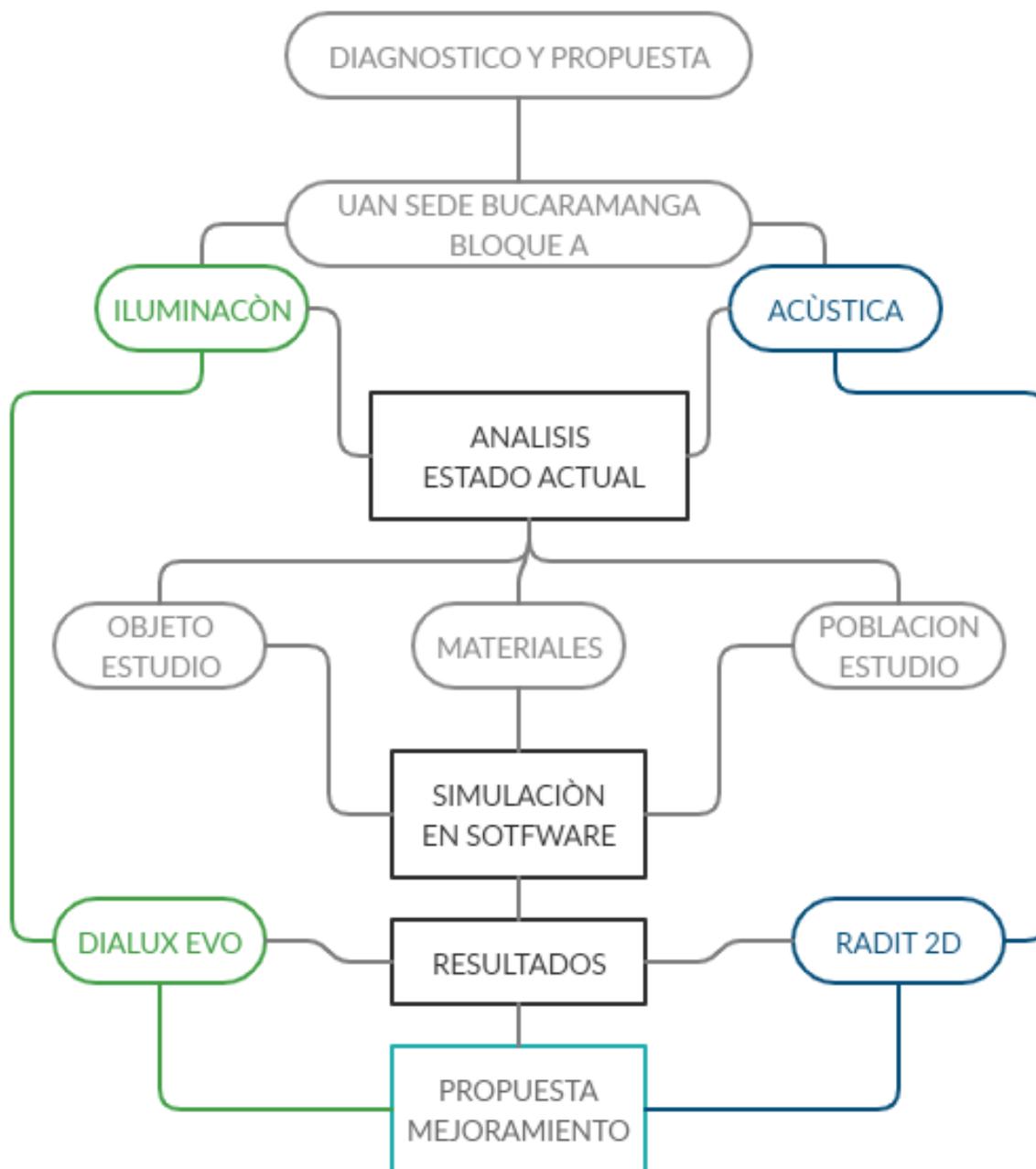


Figura 10. Diagrama de Flujo

Elaborado por el autor

## 4. MARCO CONCEPTUAL

### 4.1 Criterios de intervención

#### Metodología Lumínico DIALUX

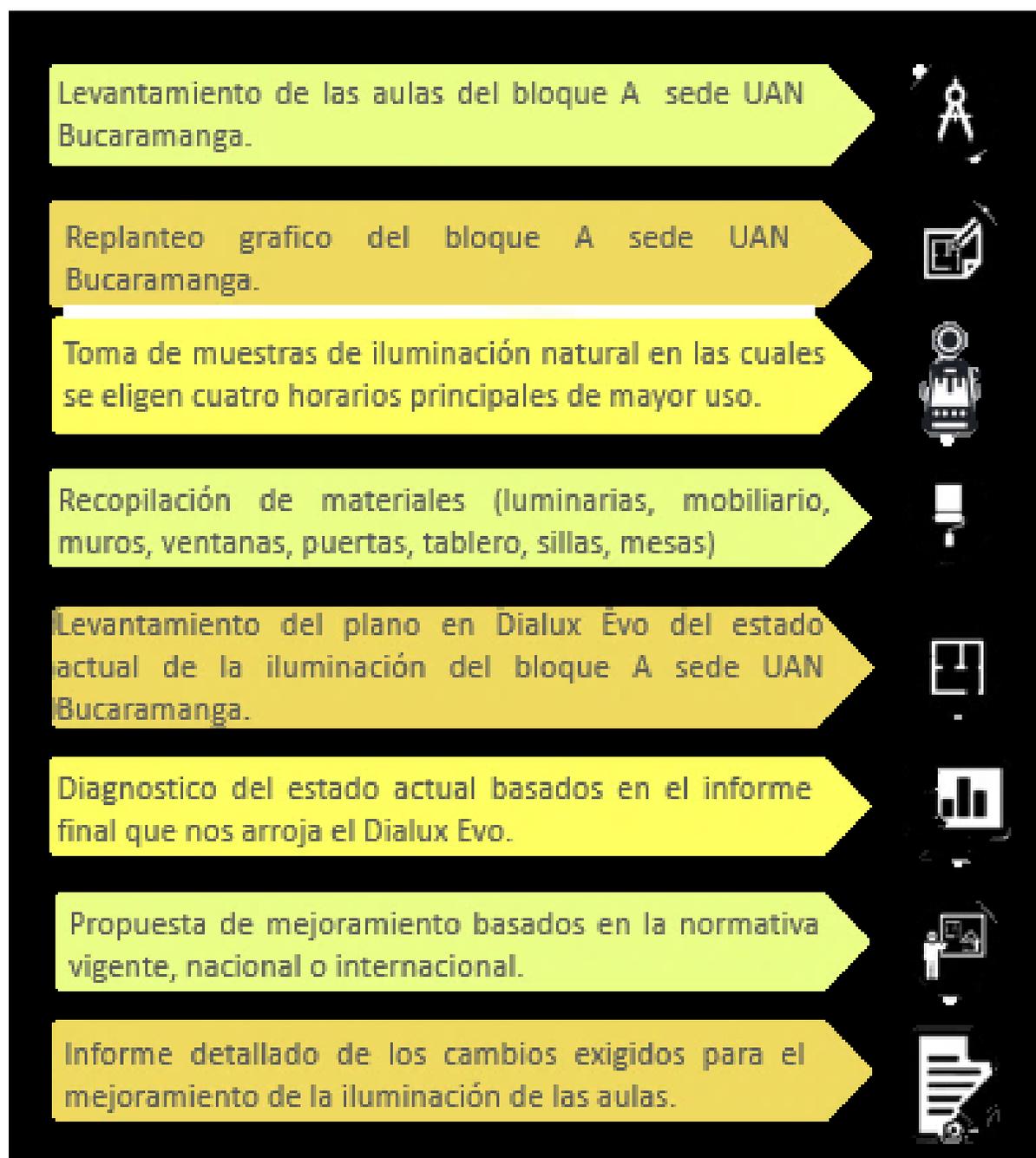


Figura 11. Diagnostico lumínico

## Metodología Acústico Radit 2D

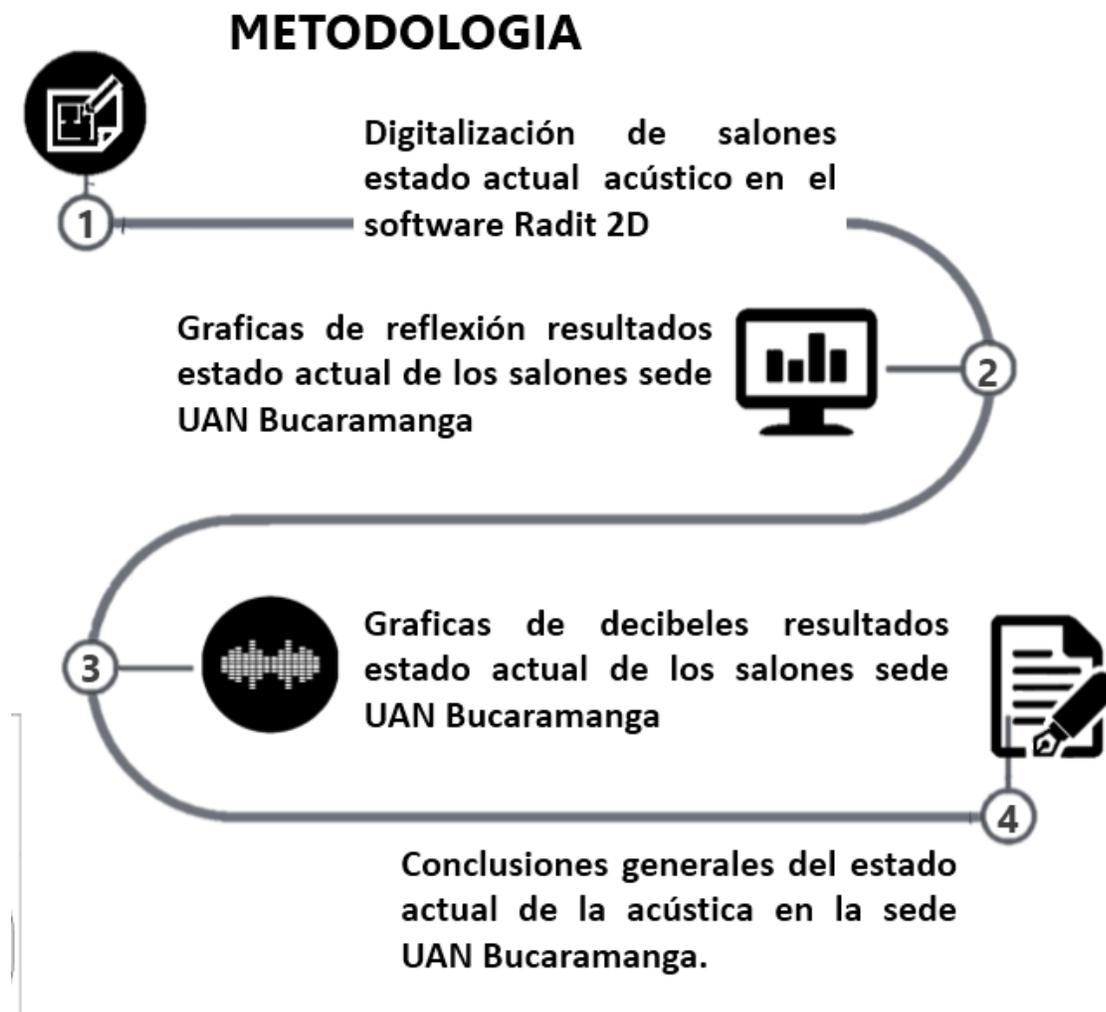


Figura 12. Diagnostico Acústico

Elaborado por el autor

**Objetivo general DIALUX EVO**

Diagnosticar el estado actual en la iluminación de las aulas 101, 107, 201, 203, salón 100 y auditorio del bloque A de la Universidad Antonio Nariño sede Bucaramanga, basados en los resultados finales del diagnóstico, diseñar una propuesta de mejoramiento para dichos espacios.

**Objetivo específico DIALUX EVO**

Recopilar toda la información necesaria para llegar a un diseño acertado de iluminación en las aulas del bloque A Universidad Antonio Nariño sede Bucaramanga.

Proponer un diseño lumínico acorde a las actividades que se realizan las aulas del bloque A, mejorando así la calidad visual de la población Universidad Antonio Nariño sede Bucaramanga.

**Objetivo general RADIT 2D**

Copilar las estrategias que mejoren la calidad acústica en los salones de la Universidad Antonio Nariño sede Bucaramanga bloque A, estableciendo el diseño de mejora acústica para las aulas 107, 201 salón 100 y auditorio basados en las simulaciones realizadas con el software RADIT 2D para justificarlo.

**Objetivo específico RADIT 2D**

- Determinar las estrategias de mejoramiento acústico en las aulas 107, 201, salón 100 y auditorio.
- Realizar la simulación en Radit 2D reemplazando datos de absorción en el software basado en los materiales que se aplicaran en el nuevo diseño de mejoramiento.
- Comparar el estado actual versus el diseño de mejoramiento acústico de las aulas 107, 201, salón 100 y auditorio, así mostrar como las estrategias aplicadas son funcionales.

### **Tablas de resultados muestras con luxómetro**

Para la realización del diagnóstico se tuvo en cuenta la ubicación del mobiliario en los espacios guiándonos por las medidas estándar del Neufert, utilizando además el mobiliario actual como punto de referencia en alturas, se ha ubicado el luxómetro en puntos estratégicos de referencia. Se establecieron cuatro horarios para realizar el diagnóstico. En las muestras recopiladas en los horarios de las 10 A.M. se puede apreciar mayor aumento en los luxes de las aulas 101, 201 y 203, ya que en estas aulas hay mayor incidencia de la luz natural, por sus grandes ventanales en las fachadas este y oeste. A diferencia del aula 107, salón 100 y auditorio que no cuentan con las mismas aperturas, en estos horarios la existencia de luxes es baja. Un efecto similar sucede (Aumento de luxes) en el horario de las 9 P.M., pero en este caso se da por el efecto de la luz artificial que se encuentra ubicada en los pasillos de acceso a las aulas. El promedio en los horarios de 6 A.M y 9 P.M. son los que menos luxes se percibe y los momentos de mayor actividad en el aula.

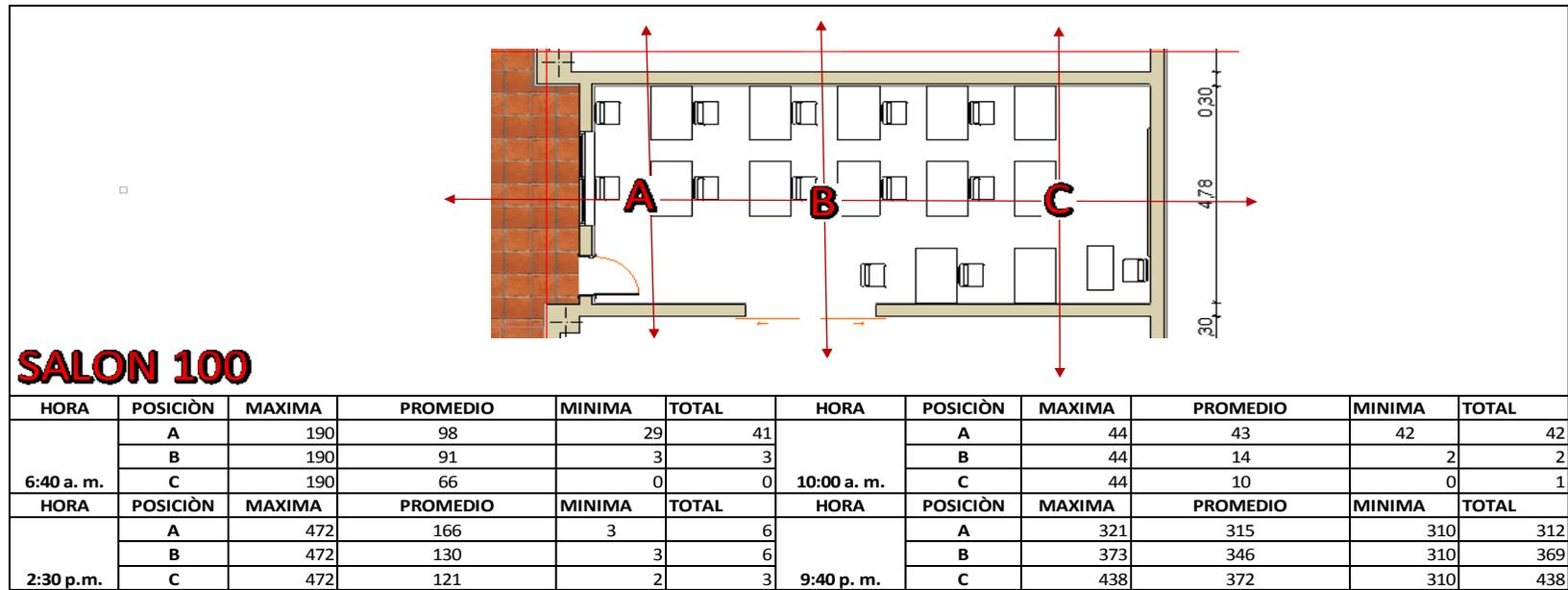


Figura 13. Planta salón 100

Elaborado por el autor

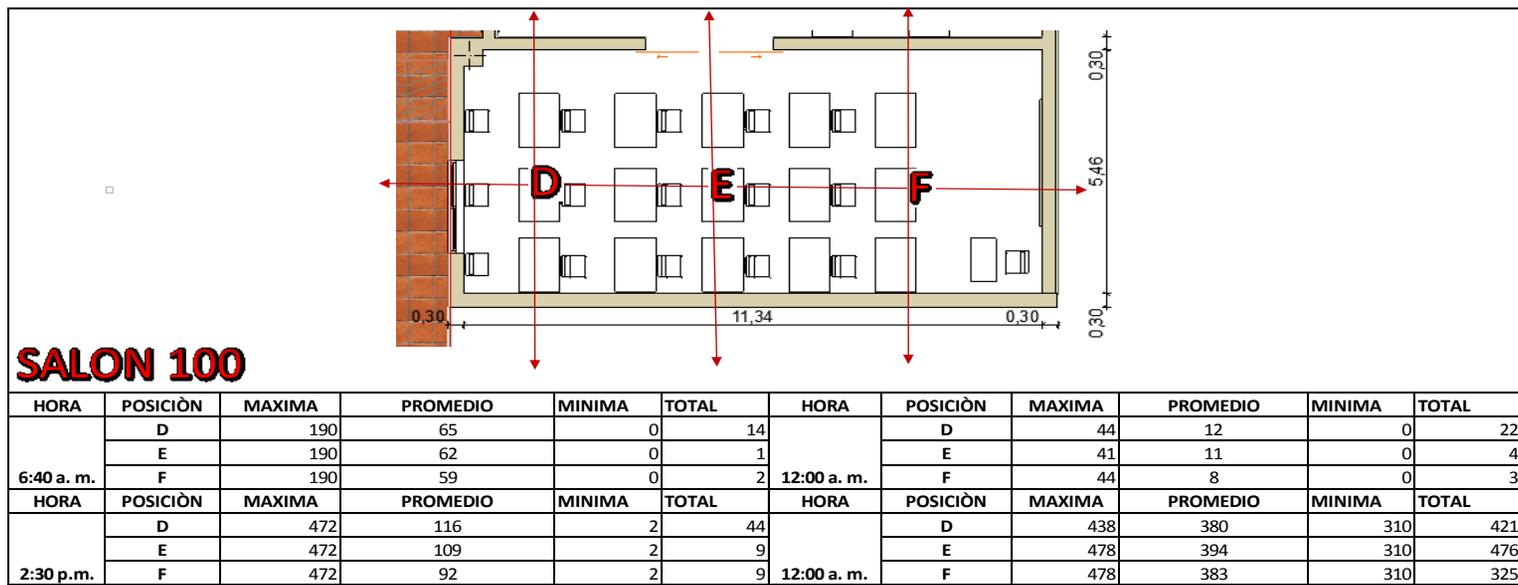


Figura 14. Planta salón 100

Elaborado por el autor

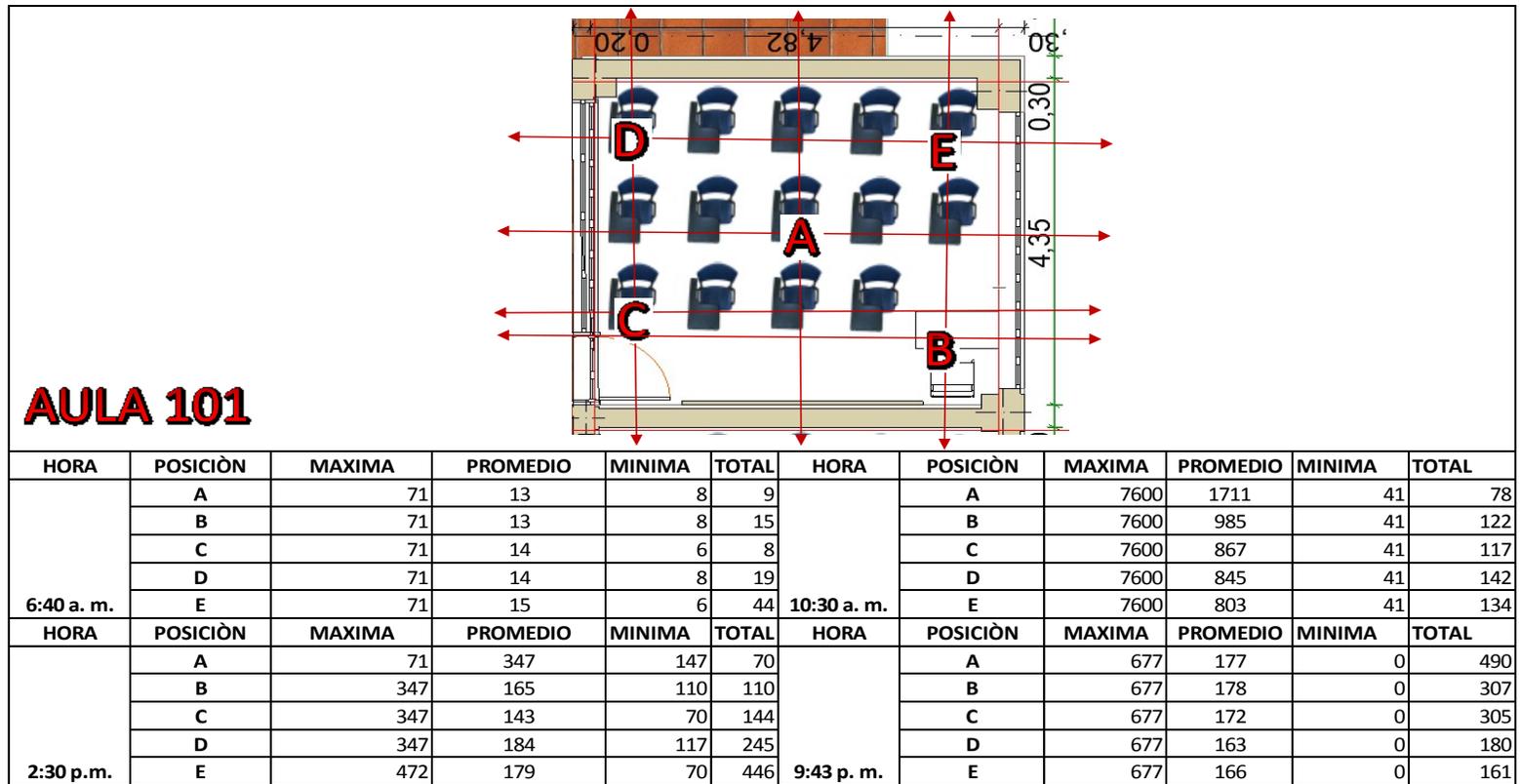


Figura 15. Aula salón 101

Elaborado por el autor

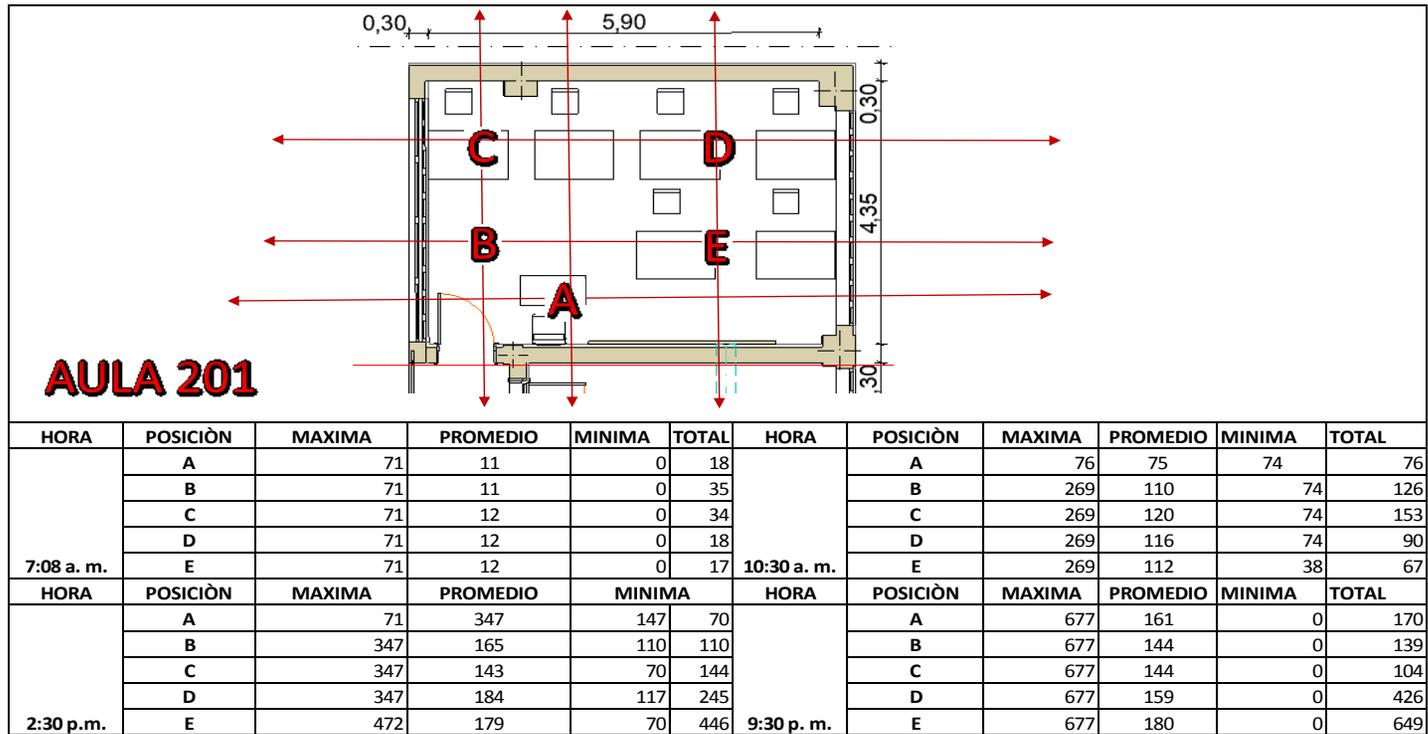


Figura 16. Aula 201

Elaborado por el autor

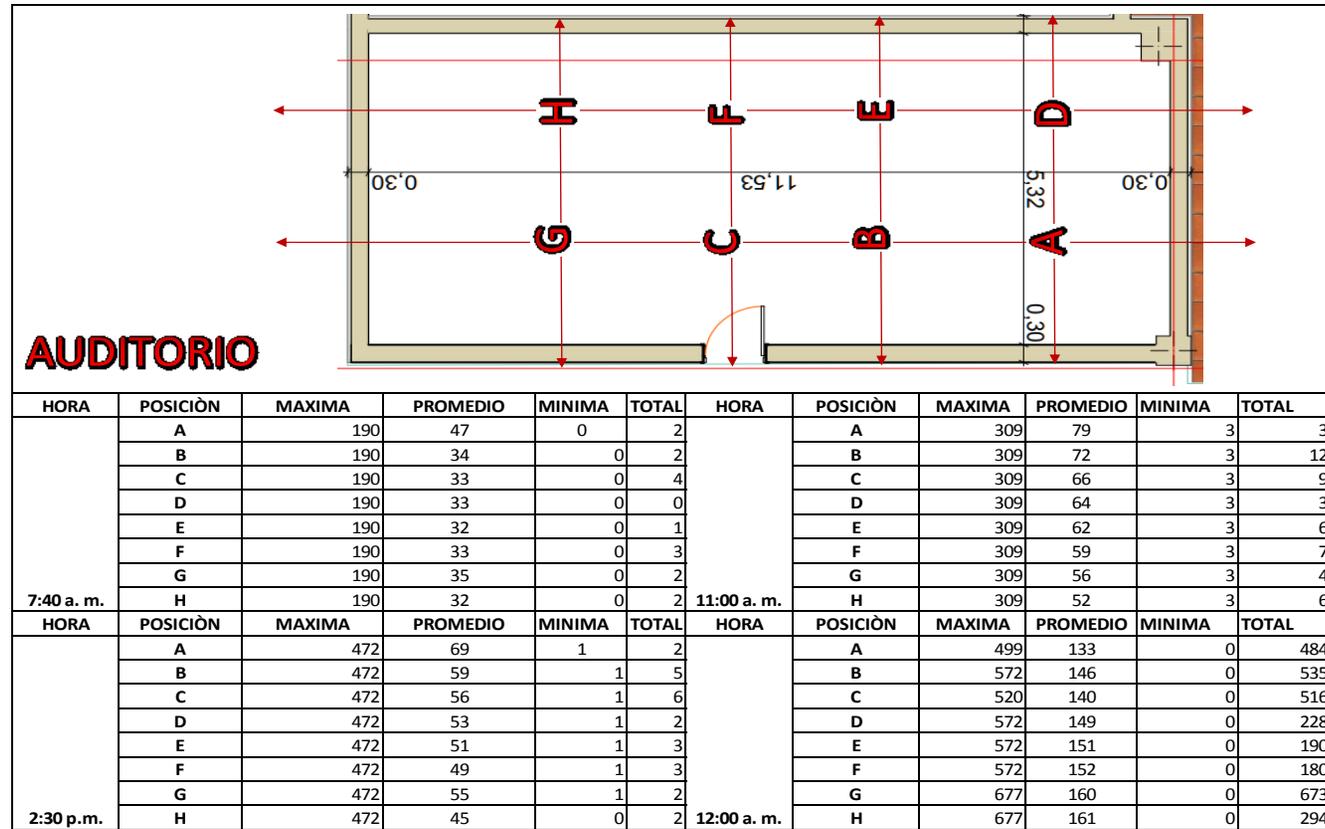


Figura 47. Auditorio

Elaborado por el autor

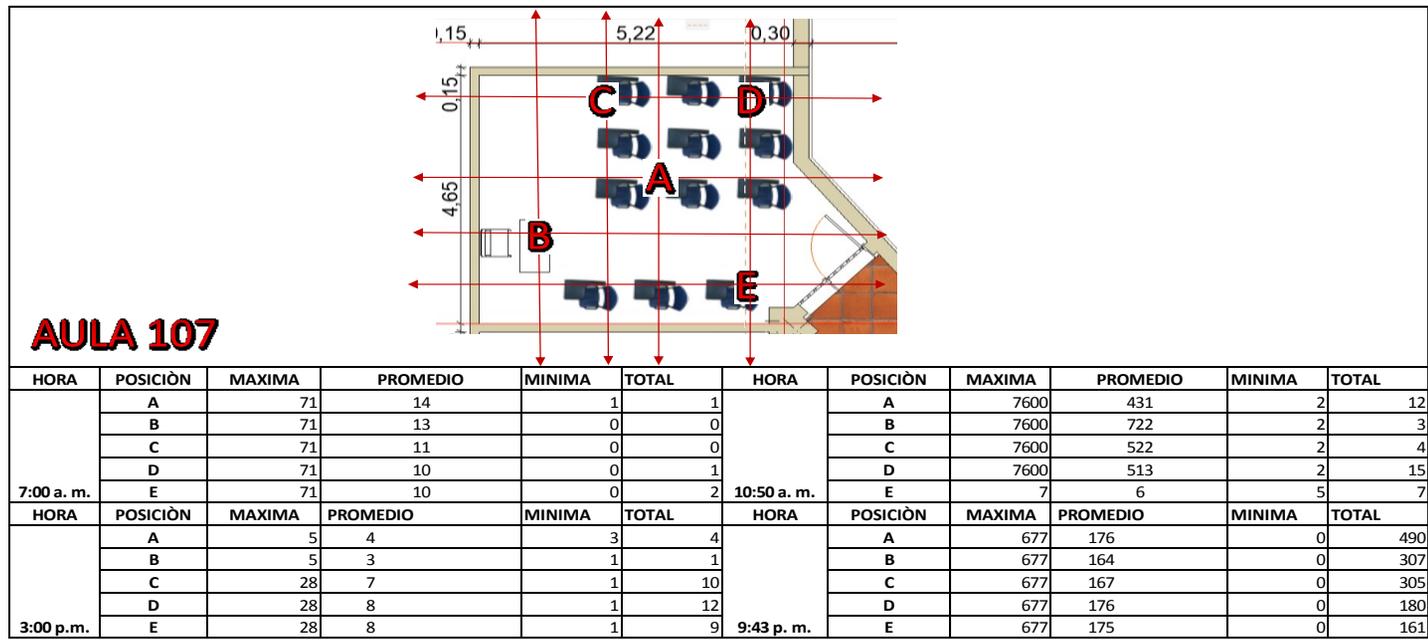


Figura 18. Aula 107

Elaborado por el autor

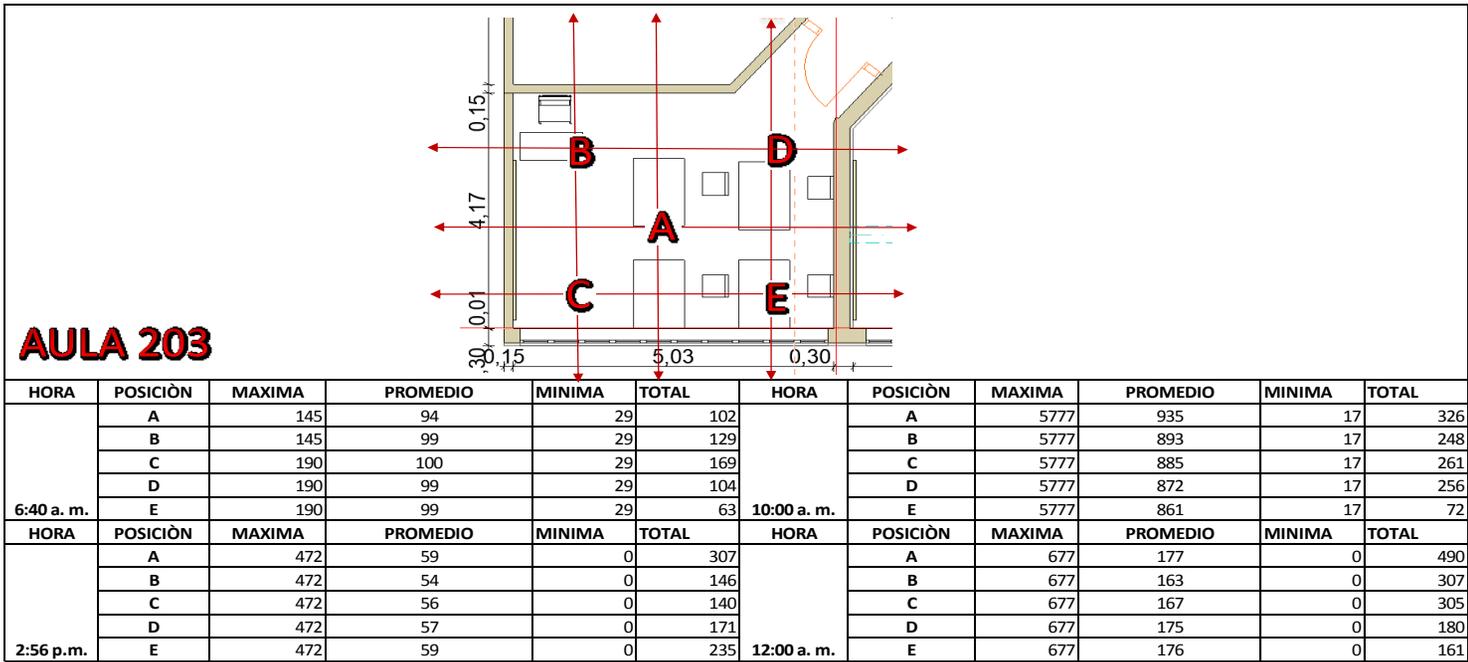


Figura 19. Aula 203

Elaborado por el autor

## Mobiliario actual

### Análisis

Estado actual análisis Dialux

Tipo de luminarias (emisión de luz)

Martinelli luce – 4074.1 SISTEMA HUSH

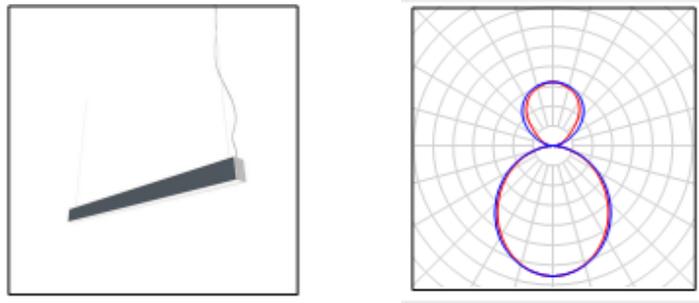


Figura 5. Análisis Dialux

Elaborado por el autor

### Emisión de luz 1

Lámpara: 1xLED 72W 3000

Grado de eficacia de funcionamiento: 99.86%

Flujo luminoso lámparas: 4985 lm

Flujo luminoso de las luminarias: 4978 lm

Potencia: 72.0 W

Rendimiento lumínico: 69.1 lm/W

### Indicaciones colorimétricas

1xLED 72W 3000k: CCT 3000K, CRI 80

### Tipo de luminarias

(Emisión de luz)

LEDVANCE – 405807512246 LINEAR ULTRA

OUTPUT 1500 46 W 4000K

Emisión de luz 1

Lámpara: 1xLN UO 46 W 4000 K

Fotometría absoluta

Flujo luminoso de las luminarias: 5500 lm

Potencia: 46.0 W

Rendimiento lumínico: 119.6 lm/W

Indicaciones colorimétricas

1xLN UO 1500 46 W 4000 K: CCT 4000K, CRI 80

Mampostería actual

Techo: blanco medio

Nivel de reflexión: 0.3

Paredes: blanco claro

Nivel de reflexión: 0.5

Suelo: rojo oscuro

Nivel de reflexión: 0.1

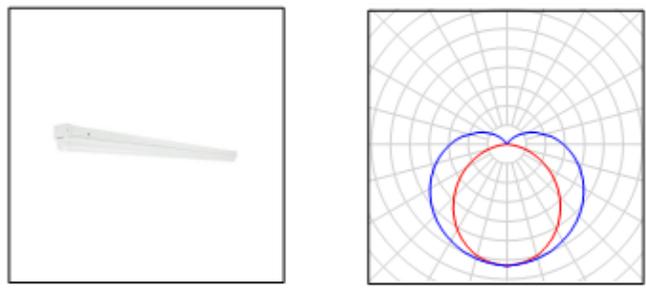


Figura 21. Tipo de luminarias

Elaborado por el autor

## Mobiliario actual



Figura 22. Fotografía mobiliario

Elaborado por el autor

PUPITRE

Cuatro patas en tubo calibre 18 y calibre 16.

Asiento y respaldo inyectado en polipropileno color Negro..

Sostiene hasta 130 kg.

Una silla que se destaca por su estructura y material.

En cuanto a material, su asiento y respaldo es inyectado en polipropileno.

Su estructura es ensamblada con técnica de armado a presión.

### SILLA XAUEN ASIENTO Y RESPALDO DE PLASTICO



Figura 23. Fotografía mobiliario

Elaborado por el autor

Polipropileno P4

Estructura metálica en tubo oval de 1'4 mm 30x15x1,5 cms pintado en plata.

Asiento y respaldo de plástico en color azul, verde o naranja.

Apilable.

Talla 6 altura del asiento al suelo 46 cm

Dimensiones Generales:

Ancho: 51 cm

Altura: 82 cm

Ancho del asiento: 46 cm

Profundidad del asiento: 40 cm

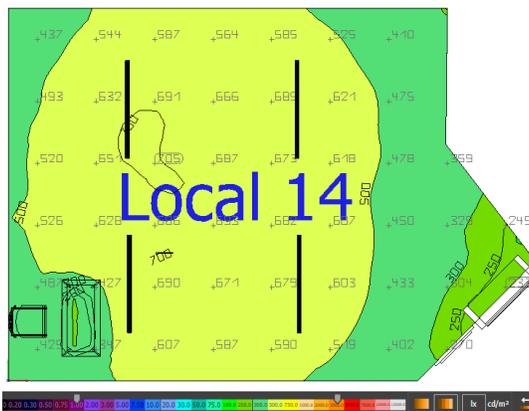
Ancho del respaldo 46 cm

Altura del respaldo: 33 cm

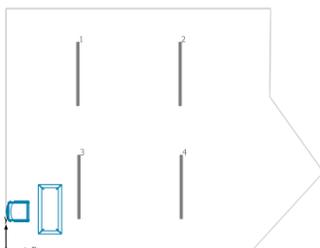
Altura del asiento al respaldo: 42 cm

# RESULTADOS ESTADO ACTUAL

## Análisis aula 107



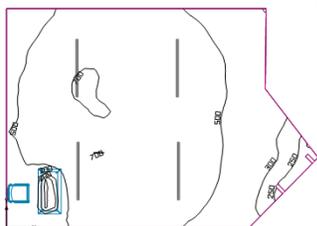
Local 14



martinelli luce 4074.1 SISTEMA HUSH				
Nº	X (m)	Y (m)	Altura de montaje (m)	Factor de degradación
1	1.534	3.486	2.400	0.80
2	3.719	3.486	2.400	0.80
3	1.559	1.242	2.400	0.80
4	3.744	1.242	2.400	0.80

Tabla 8 Actual Luminaria aula 107

Local 14



Altura interior del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 82.2%, Suelo 50.0%, Factor de degradación: 0.80

**Plano útil**

Superficie	Resultado	Medio (Nominal)	Min	Max	Min./medio	Min./máx.
1 AULA 107	Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) [lx] 542 (≥ 500)	192	717	0.35	0.27	

Altura: 0.670 m, Zona marginal: 0.000 m

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
4 martinelli luce - 4074.1 SISTEMA HUSH	4978	72.0	69.1
Suma total de luminarias	19912	288.0	69.1

Potencia específica de conexión: 10.13 W/m² = 1.87 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 28.44 m²)

Consumo: 570 - 790 kWh/a de un máximo de 1000 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

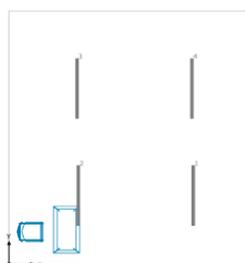
Figura 24. Aula 107

Elaboración del autor

Aula 101



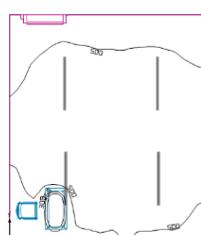
Local 22



martinelli luce 4074.1 SISTEMA HUSH				
Nº	X (m)	Y (m)	Altura de montaje (m)	Factor de degradación
1	3.505	1.441	2.400	0.80
2	1.320	1.441	2.400	0.80
3	1.295	3.685	2.400	0.80
4	3.480	3.685	2.400	0.80

Tabla 9 Actual a Luminaria aula 101

Local 22



Altura interior del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 82.2%, Suelo 50.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Min./medio	Min./máx.
1 AULA 101	Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) [lx]	560 (≥ 500)	3.83	715	0.007	0.005

Altura: 0.670 m, Zona marginal: 0.000 m

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
4 martinelli luce - 4074.1 SISTEMA HUSH	4978	72.0	69.1
Suma total de luminarias	19912	288.0	69.1

Potencia específica de conexión: 11.91 W/m² = 2.13 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 24.19 m²)

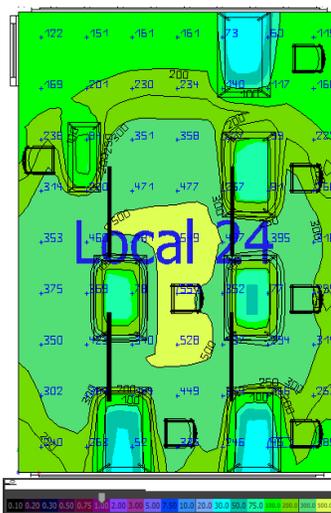
Consumo: 500 - 790 kWh/a de un máximo de 850 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

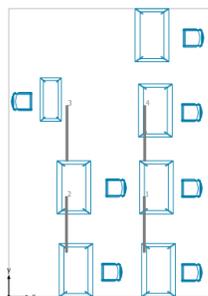
Figura 25. Aula 101

Elaboración del autor

Aula 201



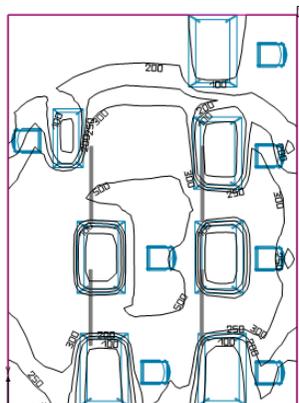
Local 24



martinelli luce 4074.1 SISTEMA HUSH				
Nº	X (m)	Y (m)	Altura de montaje (m)	Factor de degradación
1	3.217	1.632	2.600	0.80
2	1.370	1.632	2.600	0.80
3	1.382	3.688	2.600	0.80
4	3.229	3.688	2.600	0.80

Tabla 10 Actual a Luminaria aula 201

Local 24



Altura interior del local: 4.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Min./medio	Min./máx.
1 AULA 203	Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) [lx]	506 (≥ 500)	122	1263	0.24	0.097

Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
1 Philips - TPS762 2xTL5-54W HFP AC-MLO	4704	118.0	39.9
4 martinelli luce - 4074.1 SISTEMA HUSH	4978	72.0	69.1
Suma total de luminarias	24616	406.0	60.6

Potencia específica de conexión: 16.14 W/m² = 3.19 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 25.15 m²)

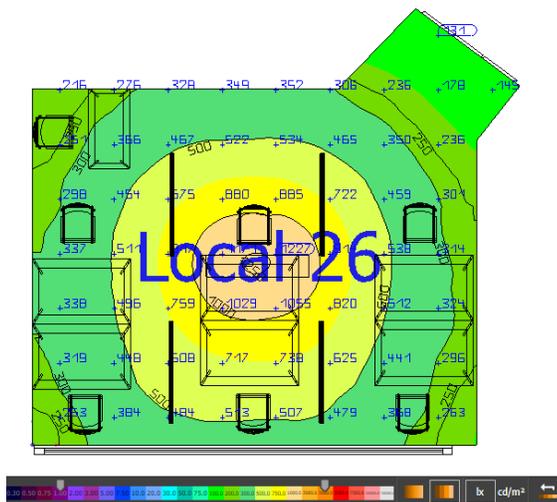
Consumo: 700 - 1100 kWh/a de un máximo de 900 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

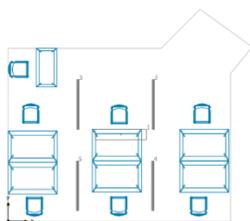
Figura 66. Aula 201

Elaboración del autor

Aula 203



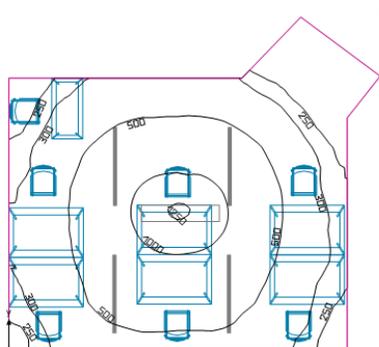
Local 26



Philips TPS762 2xT5-54W HFP AC-MLO				
Nº	X (m)	Y (m)	Altura de montaje (m)	Factor de degradación
1	2.764	2.197	2.200	0.80
martinelli luce 4074.1 SISTEMA HUSH				
Nº	X (m)	Y (m)	Altura de montaje (m)	Factor de degradación
2	3.558	2.952	2.600	0.80
3	1.712	2.952	2.600	0.80
4	3.547	0.896	2.600	0.80
5	1.700	0.896	2.600	0.80

Tabla 11 Actual Luminaria aula 203

Local 26



Altura interior del local: 4.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 50.0%, Factor de degradación: 0.80

Piano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Min./medio	Min./máx.
1 AULA 201	Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) [lx]	273 (z 500)	33.7	554	0.12	0.061

Altura: 0.670 m, Zona marginal: 0.000 m

# Luminaria	Φ(Luminaria) [m]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
4 martinelli luce - 4074.1 SISTEMA HUSH	4978	72.0	69.1
Suma total de luminarias	19912	288.0	69.1

Potencia específica de conexión: 9.23 W/m² = 3.38 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 31.19 m²)

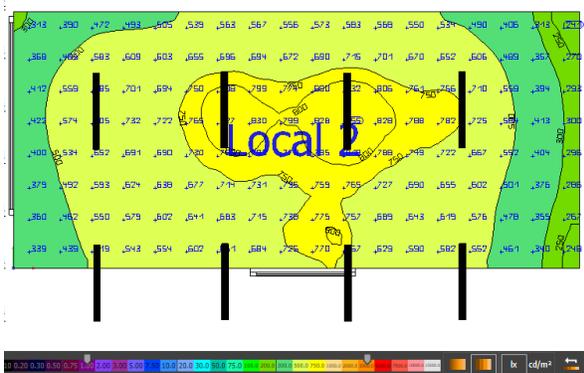
Consumo: 500 - 790 kWh/a de un máximo de 1100 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

Figura 77. Aula 203

Elaborado por el autor

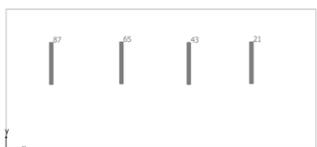
Salón 100 lado b



AUDITORIO 17/10/2019  
 Tercero 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Local 2 / Plano de situación de luminarias



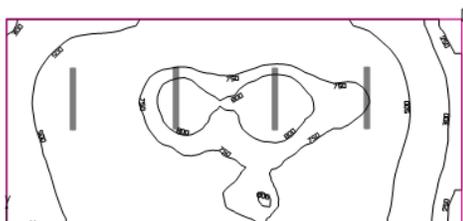
Local 2



LEDVANCE 4058075122246 LINEAR ULTRA OUTPUT 1500 46 W 4000 K				
Nº	X (m)	Y (m)	Altura de montaje (m)	Factor de degradación
1	8.520	3.022	2.800	0.80
2	8.582	3.022	2.800	0.80
3	6.337	2.996	2.800	0.80
4	6.399	2.996	2.800	0.80
5	3.989	3.018	2.800	0.80
6	4.051	3.018	2.800	0.80
7	1.545	2.996	2.800	0.80
8	1.607	2.996	2.800	0.80

Tabla 12 Actual Luminaria salón 100 b

Local 2



Altura interior del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil				
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max / Min/medio / Min.máx.
1 SALON 100	Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) [lx]	595 (≥ 500)	179	969 0.30 0.18
Altura: 0.940 m, Zona marginal: 0.000 m				
# Luminaria	Φ(Luminaria) [m]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]	
16 LEDVANCE - 4058075122246 LINEAR ULTRA OUTPUT 1500 46 W 4000 K	5500	46.0	119.6	
Suma total de luminarias	88000	736.0	119.6	

Potencia específica de conexión: 11.51 W/m² = 1.93 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 63.96 m²)

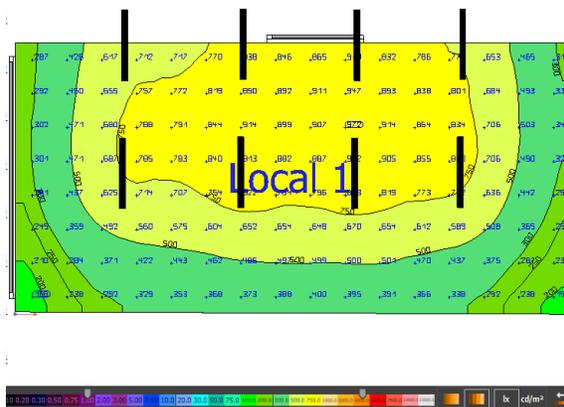
Consumo: 1300 - 2000 kWh/a de un máximo de 2250 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

Figura 88. Salón 100 lado b

Elaboración del autor

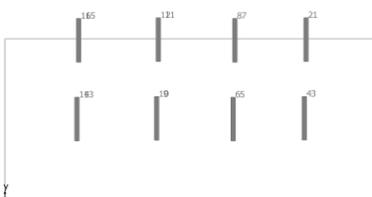
Salón 100 lado a



AUDITORIO 17/10/2019  
 Temero 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Local 1 / Plano de situación de luminarias



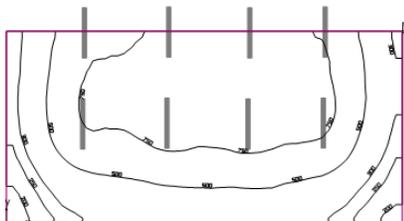
Local 1



LEDVANCE 4058075122246 LINEAR ULTRA OUTPUT 1500 46 W 4000 K				
Nº	X (m)	Y (m)	Altura de montaje (m)	Factor de degradación
1	9.205	5.579	2.800	0.80
2	9.267	5.579	2.800	0.80
3	9.154	2.935	2.800	0.80
4	9.216	2.935	2.800	0.80
5	6.972	2.909	2.800	0.80
6	7.034	2.909	2.800	0.80
7	7.022	5.552	2.800	0.80
8	7.084	5.552	2.800	0.80
9	4.624	2.932	2.800	0.80
10	4.686	2.932	2.800	0.80
11	6.337	5.575	2.800	0.80
12	4.674	5.575	2.800	0.80
13	4.736	2.909	2.800	0.80
14	2.180	2.909	2.800	0.80
15	2.230	5.552	2.800	0.80
16	2.292	5.552	2.800	0.80

Tabla 13 Actual Luminaria salón 100 a

Local 1



Altura interior del local: 2.800 m. Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%. Factor de degradación: 0.80

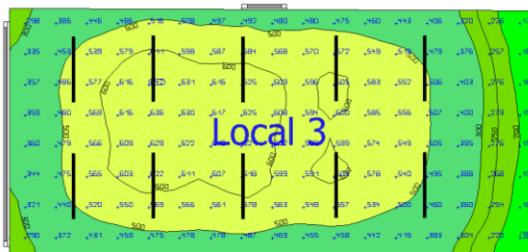
Plano útil					
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Min./máx.
1 SALON 100	Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) [lx]	604 (± 500)	231	858	0.38
Altura: 0.640 m. Zona marginal: 0.000 m					
# Luminaria	Φ(Luminaria) [m]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]		
8 LEDVANCE - 4058075122246 LINEAR ULTRA OUTPUT 1500 46 W 4000 K	5500	46.0	119.6		
Suma total de luminarias	44000	368.0	119.6		

Potencia específica de conexión: 6.97 W/m² = 1.15 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 52.80 m²)  
 Consumo: 640 - 1000 kWh/a de un máximo de 1850 kWh/a  
 Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

Figura 99. Salón 100 lado a

Elaboración del autor

Auditorio

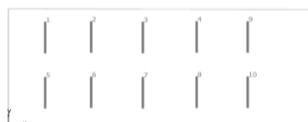


AUDITORIO 17/10/2019

Tercero 1 / Edificación 1 / Planta (nivel) 1 / Local 3 / Plano de ubicación de luminarias



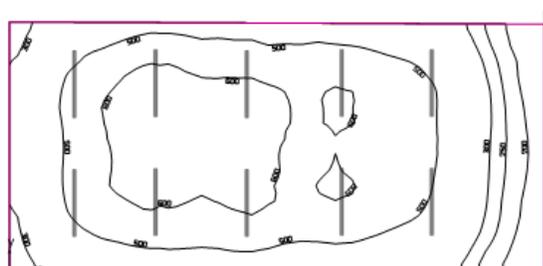
Local 3



LEDVANCE 4058075122246 LINEAR ULTRA OUTPUT 1500 46 W 4000 K				
Nº	X (m)	Y (m)	Altura de montaje (m)	Factor de degradación
1	1.420	4.097	2.800	0.80
2	3.196	4.119	2.800	0.80
3	5.192	4.097	2.800	0.80
4	7.269	4.123	2.800	0.80
5	1.420	1.495	2.800	0.80
6	3.196	1.518	2.800	0.80
7	5.192	1.495	2.800	0.80
8	7.269	1.522	2.800	0.80
9	9.238	4.123	2.800	0.80
10	9.238	1.522	2.800	0.80

Tabla 14 Actual Luminaria Auditorio

Local 3



Altura interior del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil						
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Min./medio Min./máx.	
1	AUDITORIO	Luminancia perpendicular (Adaptativamente) [lx]	481 (≥ 500)	160	641	0.33 0.25
Altura: 0.640 m, Zona marginal: 0.000 m						

#	Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
10	LEDVANCE - 4058075122246 LINEAR ULTRA OUTPUT 1500 46 W 4000 K	5500	46.0	119.6
Suma total de luminarias		55000	460.0	119.6

Potencia específica de conexión:  $7.23 \text{ W/m}^2 = 1.50 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Superficie de planta de la estancia 63.59 m<sup>2</sup>)

Consumo: 800 - 1250 kWh/a de un máximo de 2250 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

Figura 30. Auditorio

Elaboración del autor

## Simulación Aulas Estado actual

### Colores Falsos

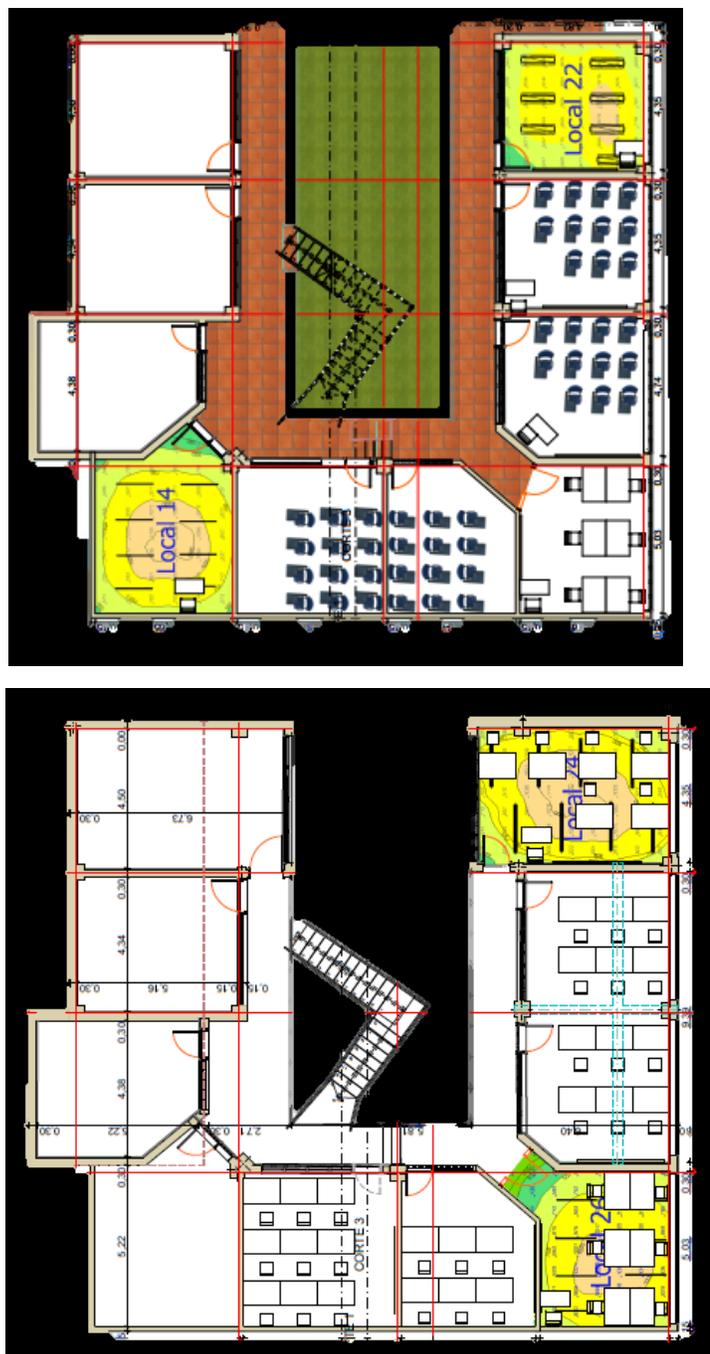
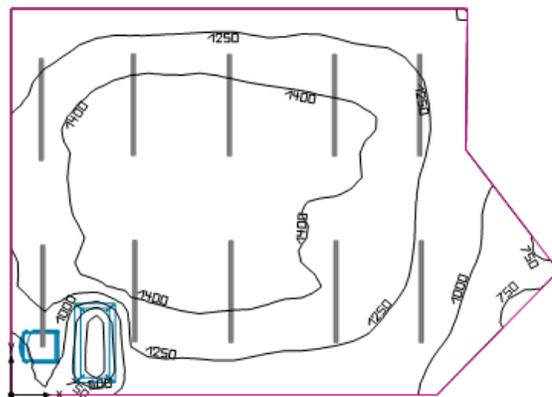
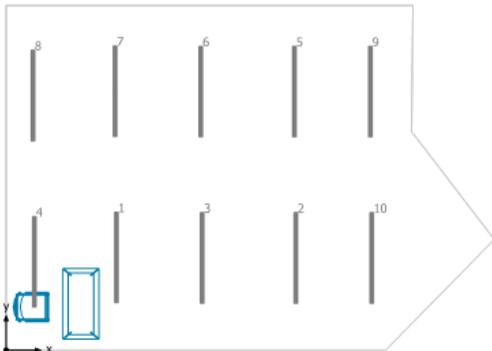


Figura 31. Colores falsos aulas

Elaboración del autor

## Resultados Propuesta de Mejoramiento

### Aula 107



Altura interior del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 82.2%, Suelo 50.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil		Media (Nominal) Min Max Min./medio Min./máx.					
Superficie	Resultado						
1	AULA 107	Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) [lx]	1270 (≥ 500)	452	1483	0.36	0.30
		Altura: 0.670 m, Zona marginal: 0.000 m					

#	Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
10	martinelli luce - 4074.1 SISTEMA HUSH	4978	72.0	69.1
Suma total de luminarias		49780	720.0	69.1

Potencia específica de conexión: 25.32 W/m² = 1.99 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 28.44 m²)

Consumo: 1600 - 2000 kWh/a de un máximo de 1000 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

martinelli luce 4074.1 SISTEMA HUSH				
Nº	X (m)	Y (m)	Altura de montaje (m)	Factor de degradación
1	1.532	1.286	2.400	0.80
2	4.026	1.280	2.400	0.80
3	2.724	1.280	2.400	0.80
4	0.391	1.226	2.400	0.80
5	4.007	3.588	2.400	0.80
6	2.705	3.588	2.400	0.80
7	1.513	3.594	2.400	0.80
8	0.372	3.534	2.400	0.80
9	5.063	3.588	2.400	0.80
10	5.082	1.280	2.400	0.80

Tabla 15 Propuesta Luminaria 107

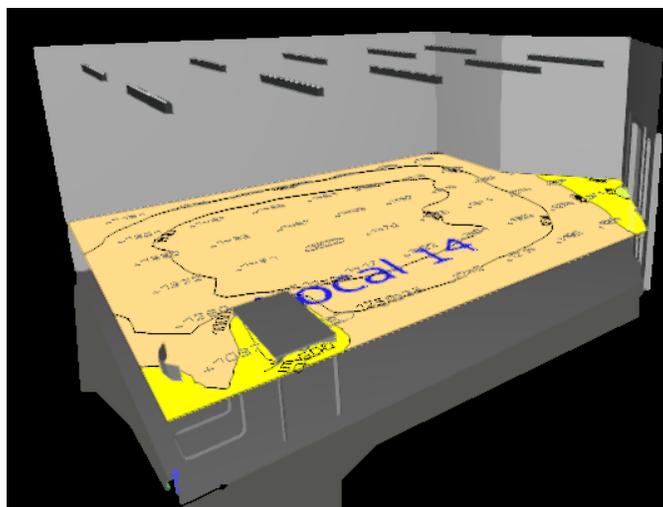
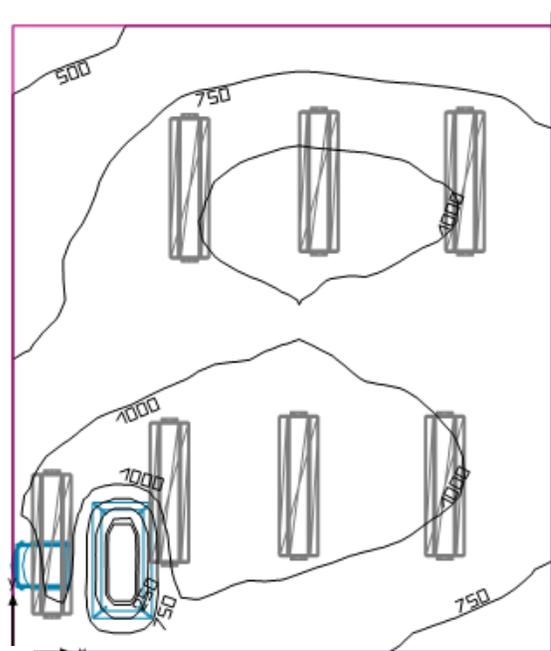
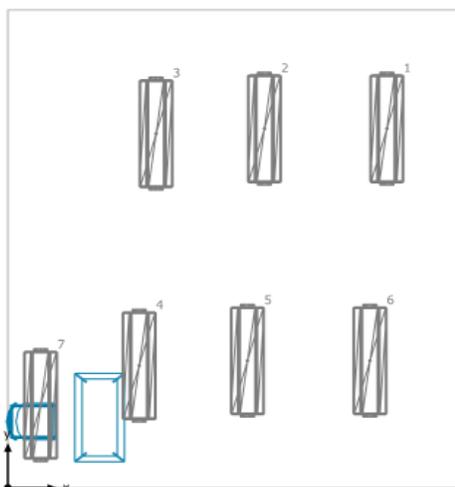


Figura 32. Aula 107

Elaboración del autor

# Aula 101



Altura interior del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 62.2%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

**Plano útil**

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Min./medio	Min./máx.
1 AULA 101	Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) [lx]	885 (≥ 500)	141	1185	0.16	0.12
Altura: 0.670 m, Zona marginal: 0.000 m						

# Luminaria	Φ(Luminaria) [m]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
7 martinelli luce - 40828/L1/BI CIRCULAR POL XXL	6356	64.0	99.3
Suma total de luminarias	44492	448.0	99.3

Potencia específica de conexión: 18.52 W/m² = 2.09 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 24.19 m²)

Consumo: 780 - 1250 kWh/a de un máximo de 850 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

martinelli luce 40828/L1/BI CIRCULAR POL XXL				
Nº	X (m)	Y (m)	Altura de montaje (m)	Factor de degradación
1	3.820	3.993	2.000	0.80
2	2.586	3.993	2.000	0.80
3	1.494	3.938	2.000	0.80
4	1.324	1.359	2.000	0.80
5	2.416	1.414	2.000	0.80
6	2.586	1.414	2.000	0.80
7	0.331	0.920	2.000	0.80

Tabla 16. Disposición Luminaria Aula 101

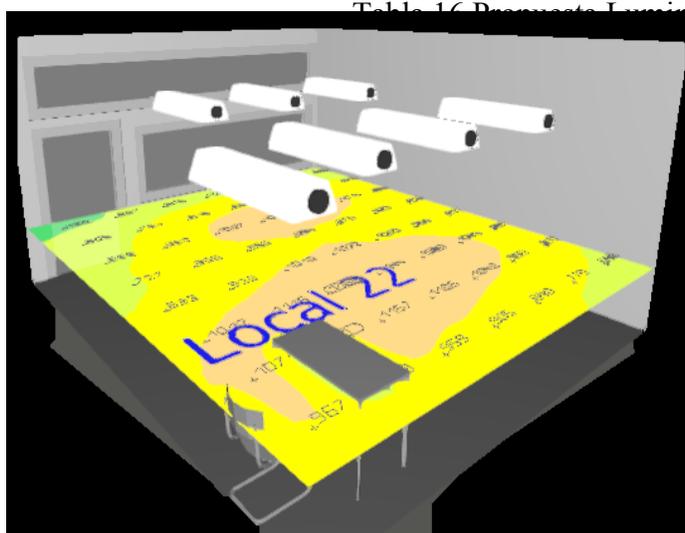
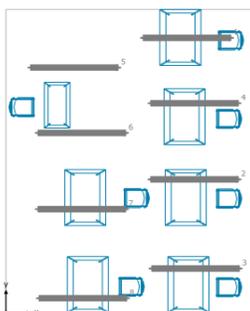


Figura 33. Aula 101

Elaboración del autor

## Aula 201



Altura interior del local: 4.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 50.0%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Min./medio	Min./máx.
1	AULA 201 Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) [lx]	590 (≥ 500)	79.5	909	0.13	0.087

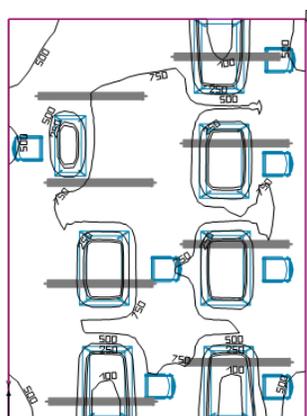
Altura: 0.670 m, Zona marginal: 0.000 m

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
8 martinelli luce - 2063/DIM PISTILLO	8054	98.0	82.2
Suma total de luminarias	64432	784.0	82.2

Potencia específica de conexión: 25,14 W/m<sup>2</sup> = 4,26 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Superficie de planta de la estancia 31,19 m<sup>2</sup>)

Consumo: 1350 - 2150 kWh/a de un máximo de 1100 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.



martinelli luce 2063/DIM PISTILLO				
Nº	X (m)	Y (m)	Altura de montaje (m)	Factor de degradación
1	3.531	5.892	2.400	0.80
2	3.677	2.857	2.400	0.80
3	3.698	0.947	2.400	0.80
4	3.677	4.491	2.400	0.80
5	1.333	5.255	2.400	0.80
6	1.480	3.853	2.400	0.80
7	1.480	2.220	2.400	0.80
8	1.500	0.310	2.400	0.80

Tabla 17 Propuesta Luminaria Aula 201

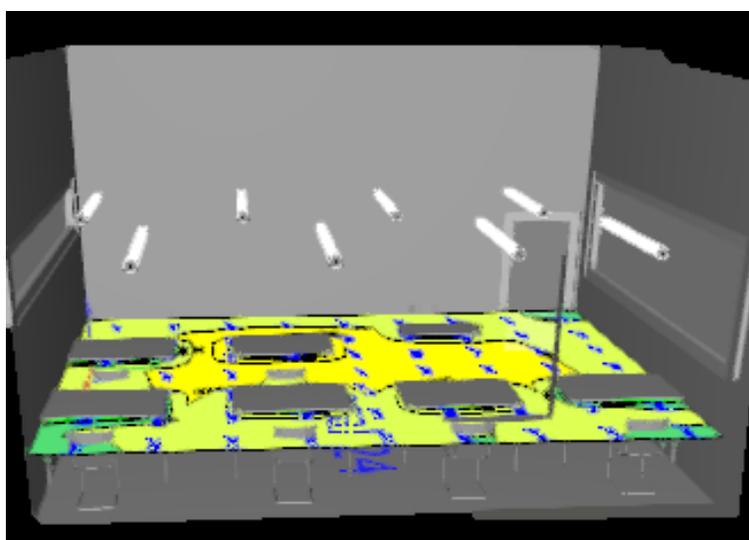
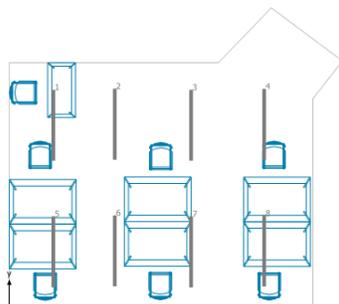


Figura 104. Aula 201

Elaboración del autor

## Aula 203



Altura interior del local: 4.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

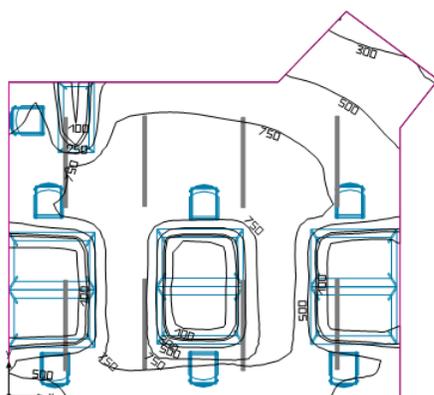
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Min./medio	Min./máx.
1 AULA 203	Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) [lx]	541 (≥ 500)	25.5	920	0.047	0.028

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
8 martinelli luce - 4074.1 SISTEMA HUSH	4978	72.0	69.1
Suma total de luminarias	39824	576.0	69.1

Potencia específica de conexión: 22.90 W/m<sup>2</sup> = 4.24 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Superficie de planta de la estancia 25.15 m<sup>2</sup>)

Consumo: 1000 - 1600 kWh/a de un máximo de 900 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.



martinelli luce 4074.1 SISTEMA HUSH				
Nº	X (m)	Y (m)	Altura de montaje (m)	Factor de degradación
1	0.791	3.259	2.400	0.80
2	1.894	3.27	2.400	0.80
3	3.266	3.259	2.400	0.80
4	4.579	3.273	2.400	0.80
5	0.791	0.991	2.400	0.80
6	1.894	1.009	2.400	0.80
7	3.266	0.990	2.400	0.80
8	4.579	1.004	2.400	0.80

Tabla 18 Propuesta Luminaria Aula 203

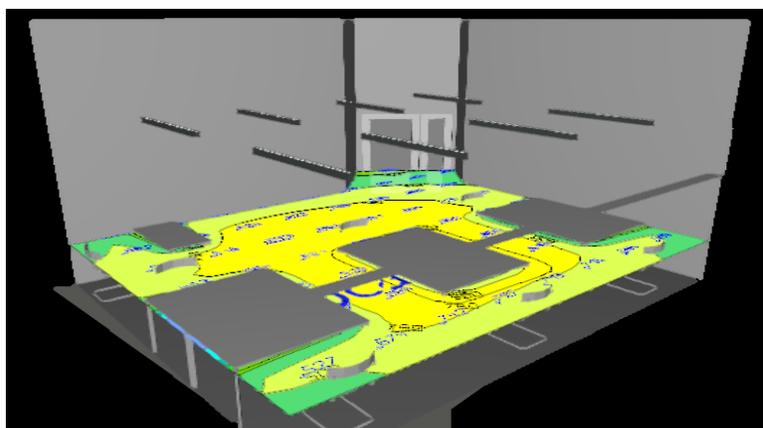


Figura 35. Aula 203

Elaboración del autor

## Simulación Auditorio y Salón 100

### Colores falsos

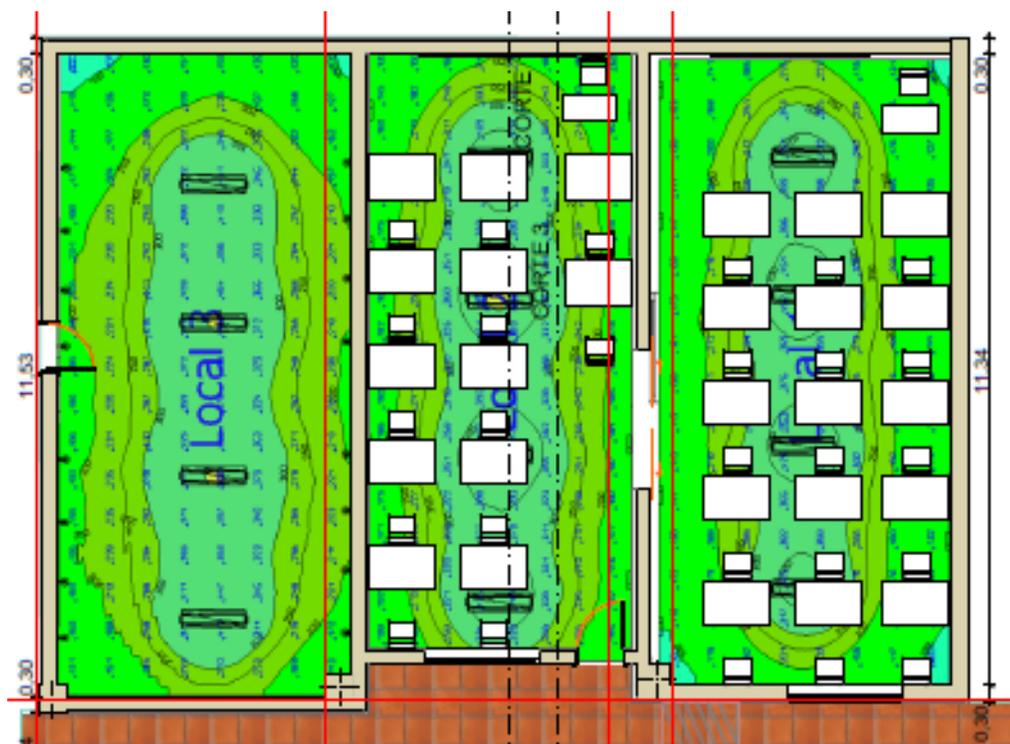


Figura 36. Simulación colores falsos

Elaboración del autor

# Auditorio

Altura interior del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80



**Piano útil**

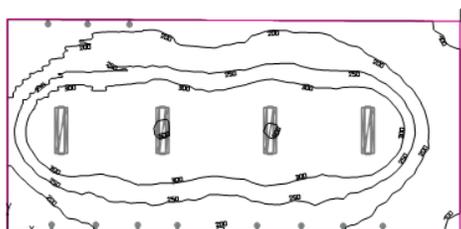
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Min. (medio)	Min. (máx.)
1 AUDITORIO	Iluminancia perpendicular (Adaptación) [lx] 270 (≥ 500) Altura: 0.640 m, Zona marginal: 0.000 m				85.5	513
			0.32			0.17

# Luminaria	Φ(Luminaria) [m]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
11 martinelli luce - 1261BI TUBE	338	12.0	28.2
4 martinelli luce - 40828L1/BI CIRCULAR POL XXL	6356	64.0	99.3
Suma total de luminarias	29142	388.0	75.1

Potencia específica de conexión: 6.10 Wh/m² = 2.26 Wh/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 63.59 m²)

Consumo: 670 - 1050 kWh/a de un máximo de 2250 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.



martinelli luce 1261/BI TUBE				
Nº	X (m)	Y (m)	Altura de montaje (m)	Factor de degradación
1	1.090	5.455	1.800	0.80
2	2.073	5.451	1.800	0.80
3	3.155	5.446	1.800	0.80
4	8.678	0.004	1.800	0.80
5	7.595	0.009	1.800	0.80
6	6.451	0.014	1.800	0.80
7	4.391	0.023	1.800	0.80
8	3.368	0.027	1.800	0.80
9	2.286	0.032	1.800	0.80
10	9.701	0.000	1.800	0.80
11	1.142	0.036	1.800	0.80

martinelli luce 40828L1/BI CIRCULAR POL XXL				
Nº	X (m)	Y (m)	Altura de montaje (m)	Factor de degradación
12	1.392	2.589	2.000	0.80
13	4.008	2.589	2.000	0.80
14	6.789	2.589	2.000	0.80
15	9.315	2.589	2.000	0.80

Tabla 19 Propuesta Luminaria Auditorio

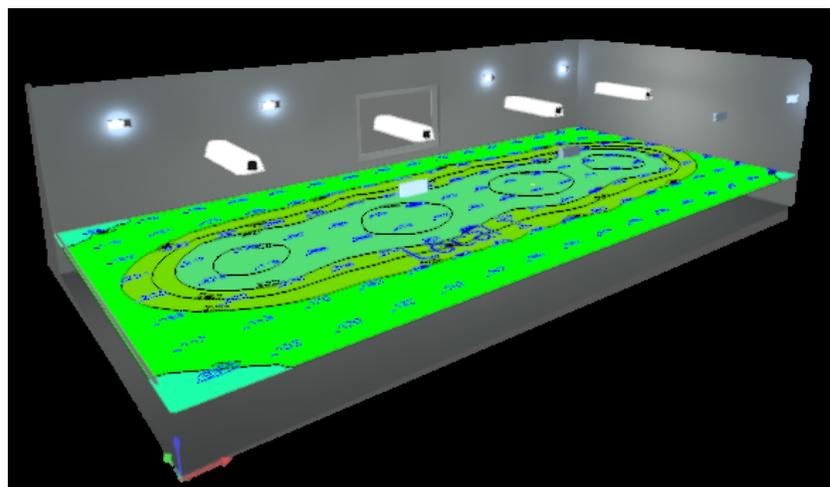
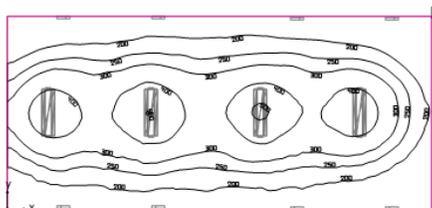


Figura 117. Auditorio

Elaboración del autor

## Salón 100 lado b



martinelli luce 408287L/1/BI CIRCULAR POLXXL				
Nº	X (m)	Y (m)	Altura de montaje (m)	Factor de degradación
1	9.685	2.837	2.000	0.80
2	7.159	2.837	2.000	0.80
3	4.378	2.837	2.000	0.80
4	1.762	2.837	2.000	0.80

Lighting Technologies ANTARES 4211-11(i) AT				
Nº	X (m)	Y (m)	Altura de montaje (m)	Factor de degradación
5	1.074	5.538	2.161	0.80
6	2.633	0.105	2.161	0.80
7	5.049	0.085	2.161	0.80
8	3.490	5.538	2.161	0.80
9	8.501	5.538	2.161	0.80
10	8.580	0.074	2.161	0.80
11	10.996	0.066	2.161	0.80
12	10.914	5.538	2.161	0.80

Tabla 20 Propuesta Luminaria Salón 100 lado b



Altura interior del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Min./medio	Min./máx.
1 SALON 100	Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) [lx]	276 (>500)	116	510	0.42	0.23

Altura: 0.640 m, Zona marginal: 0.000 m

# Luminaria	Φ(Luminaria) [m]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
8 Lighting Technologies - ANTARES 4211-11(i) AT	482	11.0	42.0
4 martinelli luce - 408287L/1/BI CIRCULAR POLXXL	6356	64.0	99.3
Suma total de luminarias	29120	344.0	84.7

Potencia específica de conexión:  $6.51 \text{ W/m}^2 = 2.36 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Superficie de planta de la estancia 52.80 m<sup>2</sup>)

Consumo: 640 - 950 kWh/a de un máximo de 1850 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

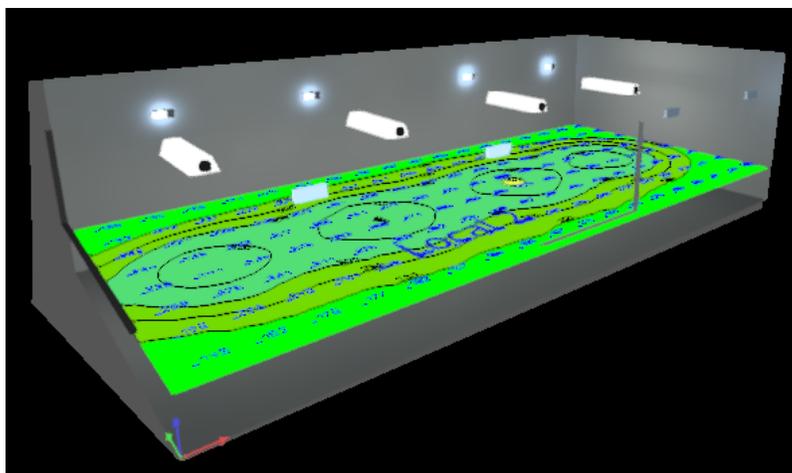
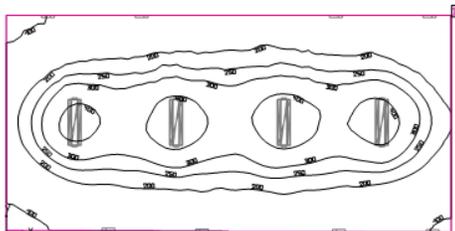


Figura 128. Salón 100 lado b

Elaboración del autor

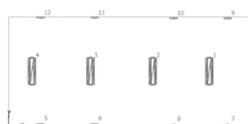
Salón 100 lado a



martinelli luce 408287L/1/BI CIRCULAR POL XXL				
Nº	X (m)	Y (m)	Altura de montaje (m)	Factor de degradación
1	8.964	2.450	2.000	0.80
2	6.438	2.450	2.000	0.80
3	3.657	2.450	2.000	0.80
4	1.041	2.450	2.000	0.80

Lighting Technologies ANTARES 4211-11(i) AT				
Nº	X (m)	Y (m)	Altura de montaje (m)	Factor de degradación
5	1.427	0.086	2.161	0.80
6	3.843	0.086	2.161	0.80
7	9.790	0.055	2.161	0.80
8	7.375	0.055	2.161	0.80
9	9.790	4.798	2.161	0.80
10	7.375	4.798	2.161	0.80
11	3.843	4.828	2.161	0.80
12	1.427	4.828	2.161	0.80

Tabla 21 Propuesta Luminaria Salón 100 lado a



Altura interior del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 60.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil						
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Min./Medio	Min./Máx.
1	SALON 100	Luminancia perpendicular (Adaptivamente) [lx] 240 (> 500) Altura: 0.640 m, Zona marginal: 0.000 m	57.8	498	0.37	0.18

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
8 Lighting Technologies - ANTARES 4211-11(i) AT	462	11.0	42.0
4 martinelli luce - 408287L/1/BI CIRCULAR POL XXL	6356	64.0	99.3
Suma total de luminarias	29120	344.0	84.7

Potencia específica de conexión:  $5.38 \text{ W/m}^2 = 2.24 \text{ W/m}^2 \times 100 \text{ lx}$  (Superficie de planta de la estancia 63.96 m<sup>2</sup>)

Consumo: 600 - 950 kWh/a de un máximo de 2250 kWh/a

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

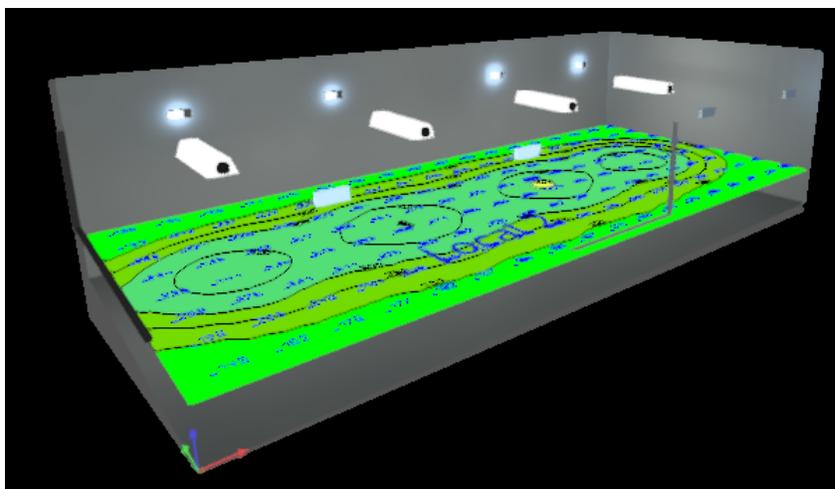


Figura 139. Salón 100 lado a

Elaboración del autor

## RADIT 2D

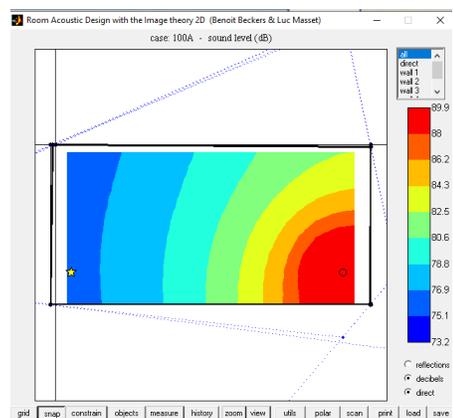
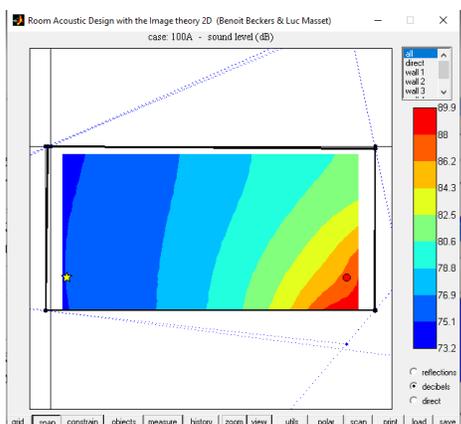
## Simulación Estado actual

## Campos Sonoros

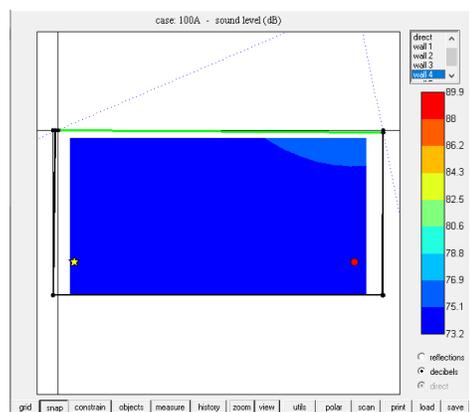
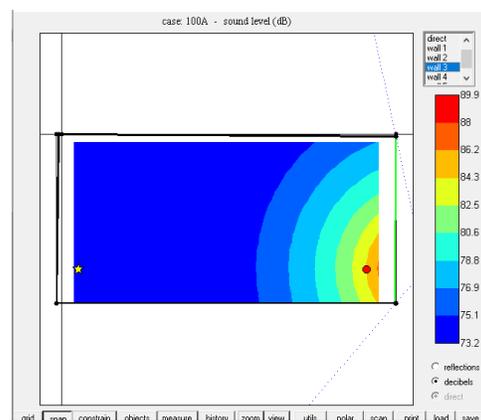
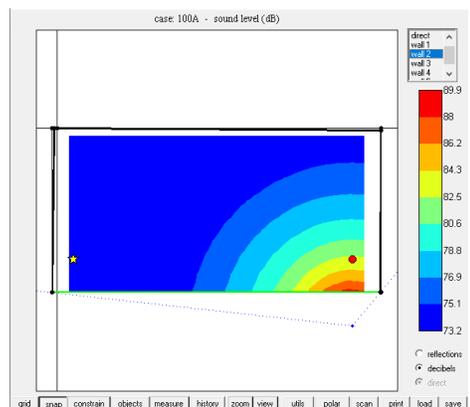
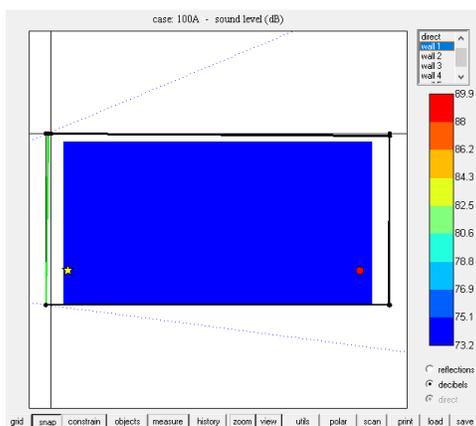
Salón 100 A

Suma de las cuatro primeras reflexiones

Evaluación del sonido directo

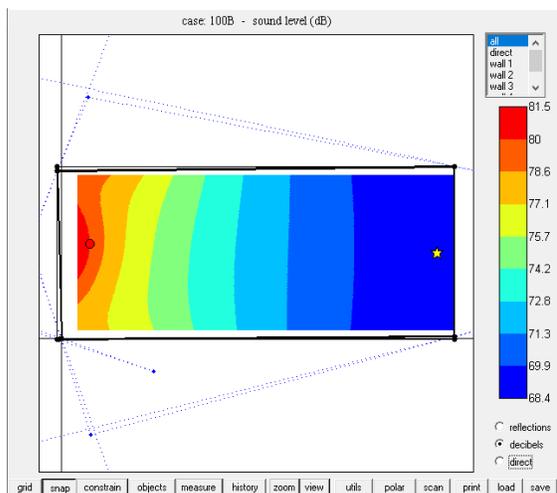


Correspondientes a las cuatro primeras reflexiones

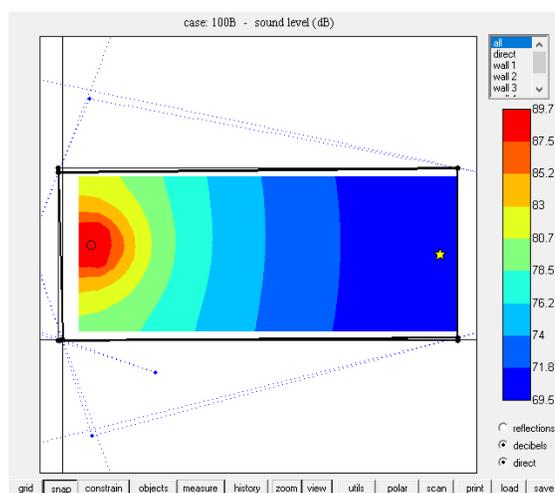


## Salón 100b

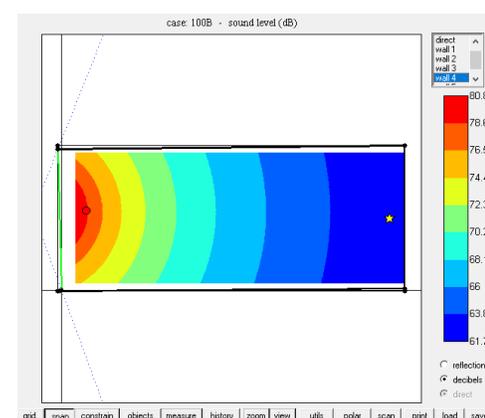
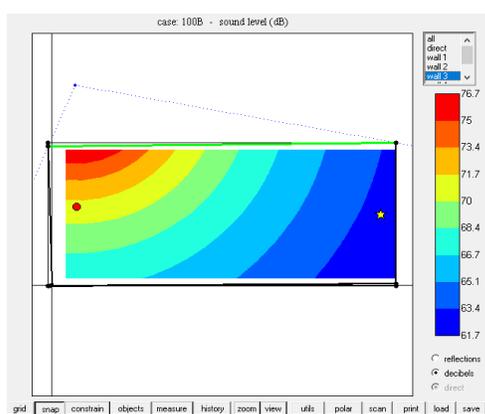
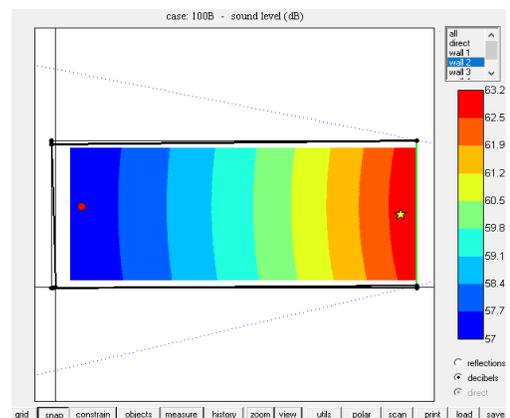
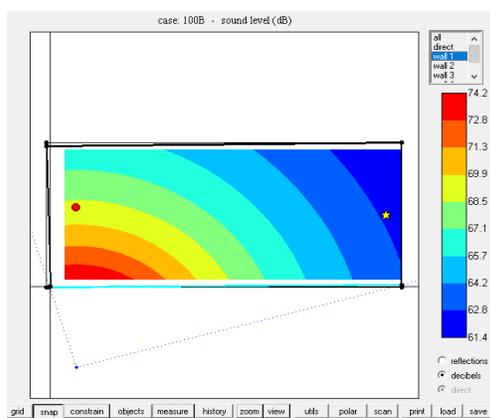
## Suma de las cuatro primeras reflexiones



## Evaluación del sonido directo

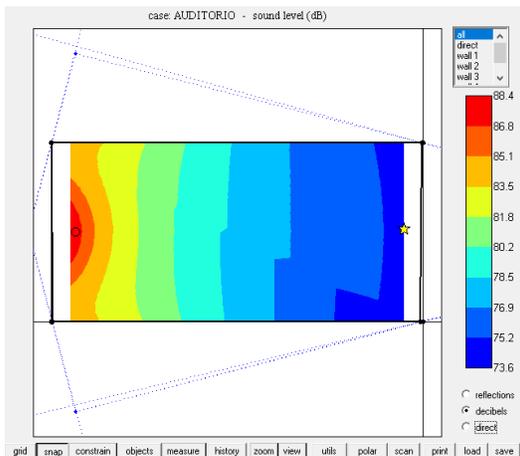


## Correspondientes a las cuatro primeras reflexiones

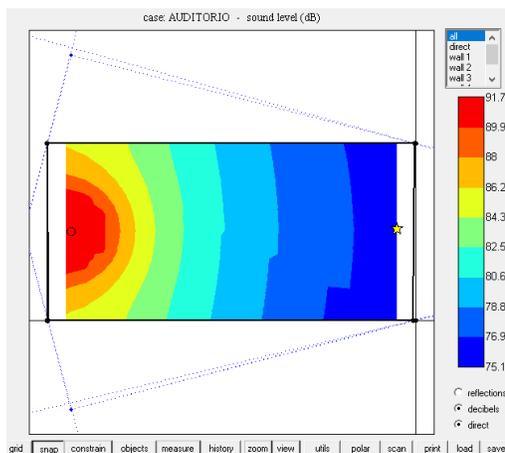


## Auditorio

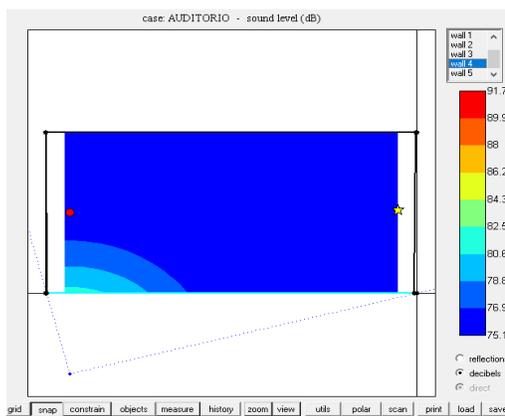
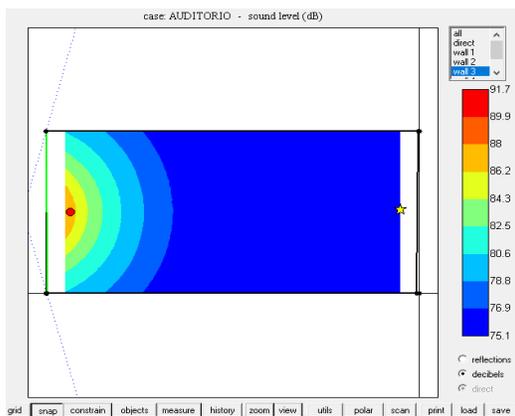
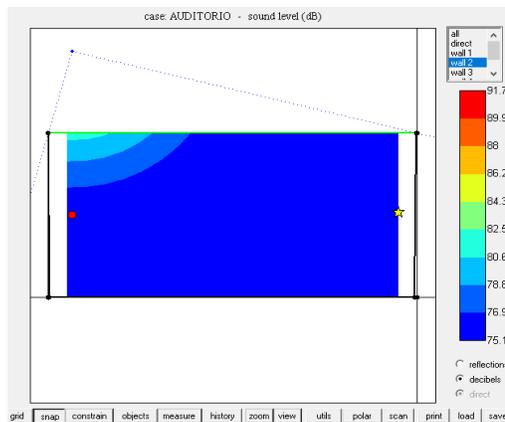
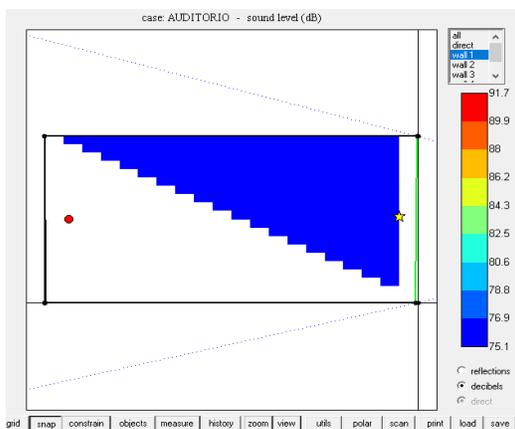
### Suma de las cuatro primeras reflexiones



### Evaluación del sonido directo

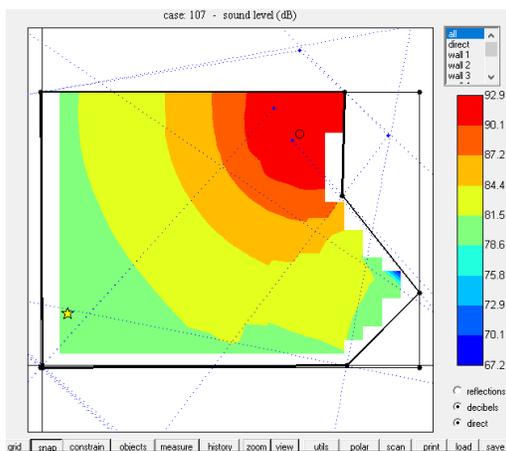


### Correspondientes a las cuatro primeras reflexiones

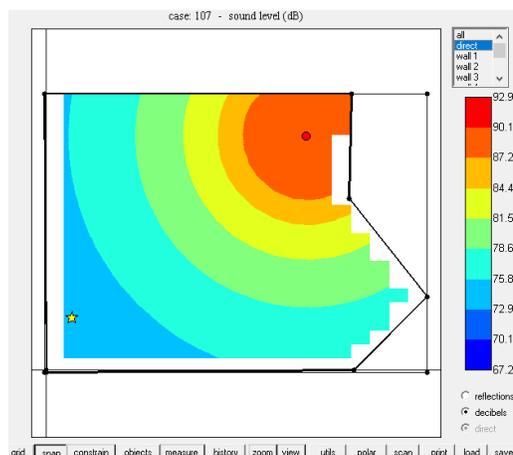


## Aula 107

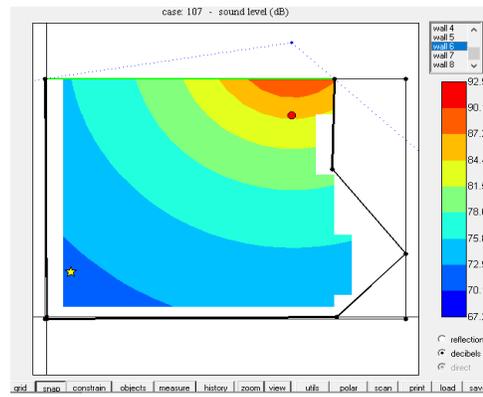
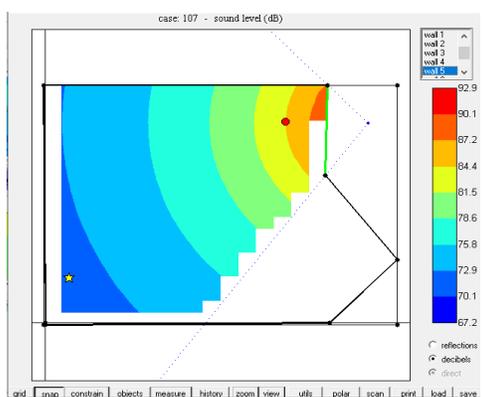
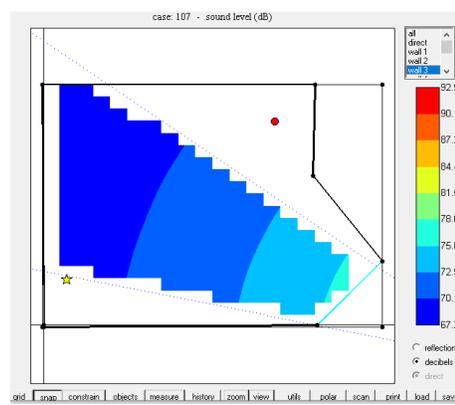
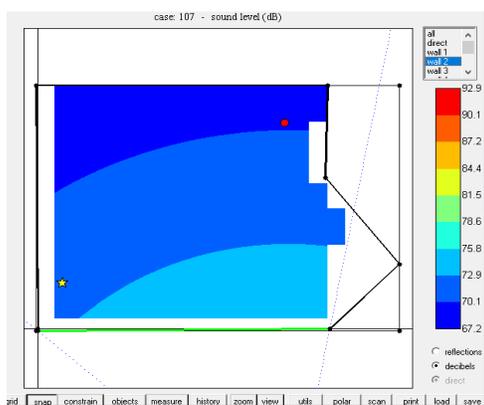
## Suma de las cuatro primeras reflexiones



## Evaluación del sonido directo

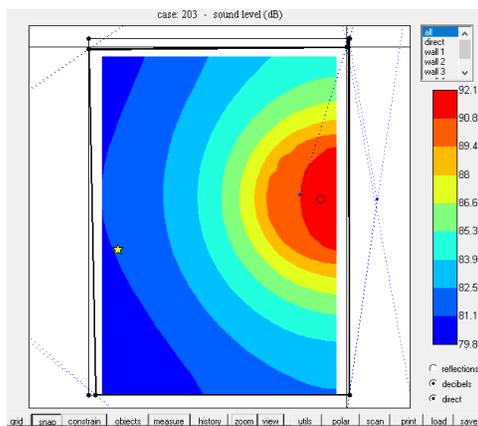


## Correspondientes a las cuatro primeras reflexiones

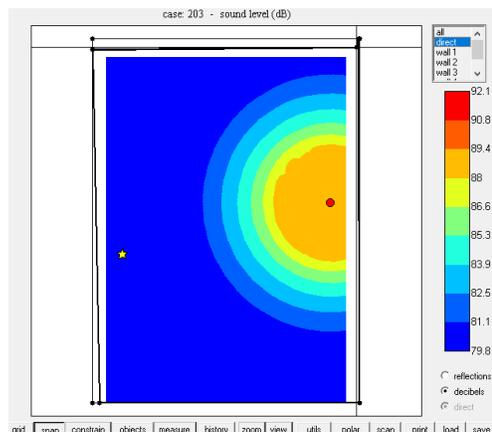


## Aula 201

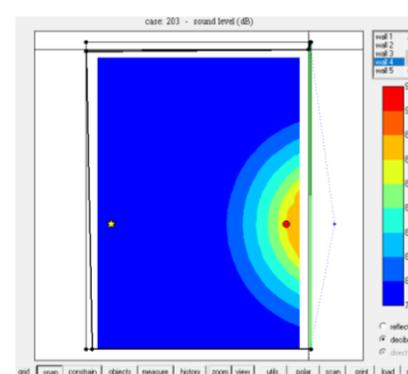
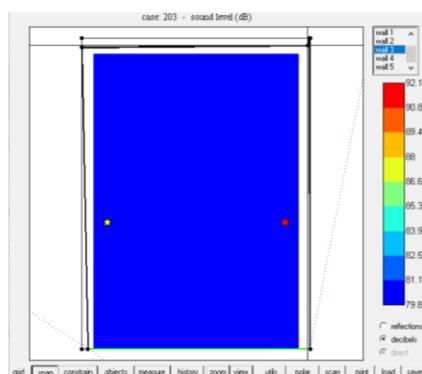
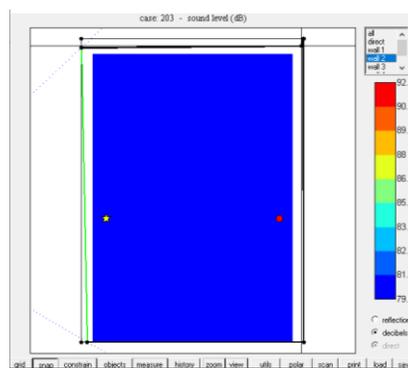
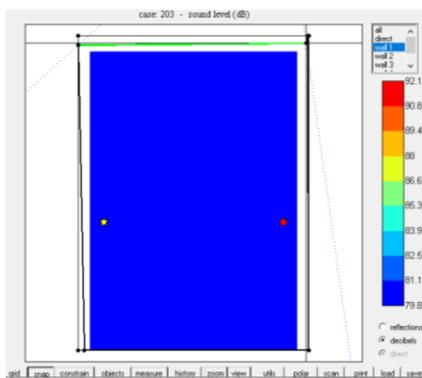
## Suma de las cuatro primeras reflexiones



## Evaluación del sonido directo

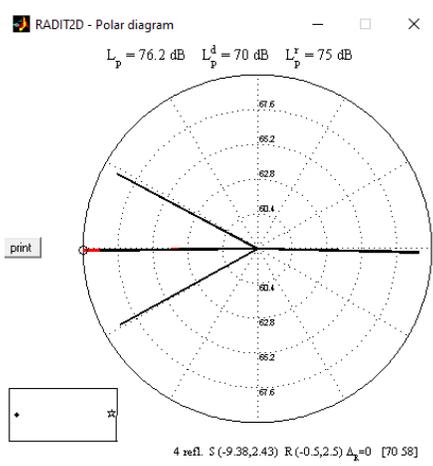


## Correspondientes a las cuatro primeras reflexiones

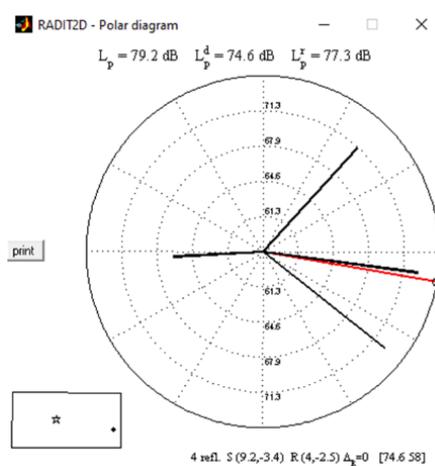


## Diagramas Polares

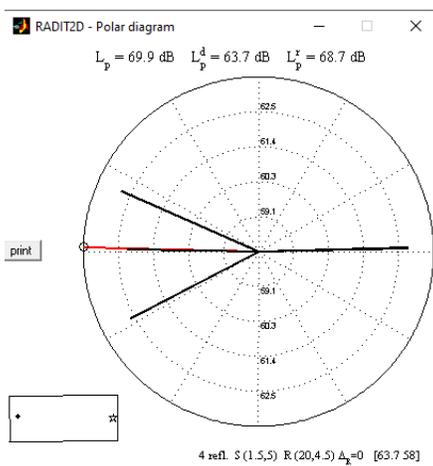
## Salón 100 A



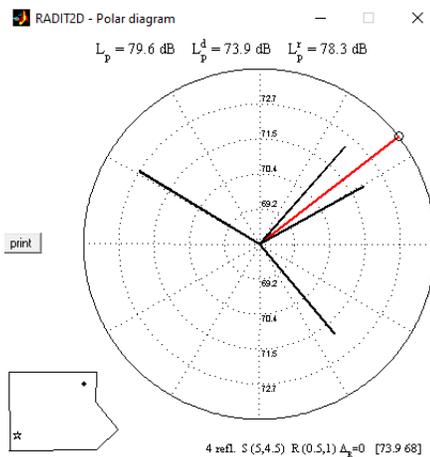
## Salón 100B



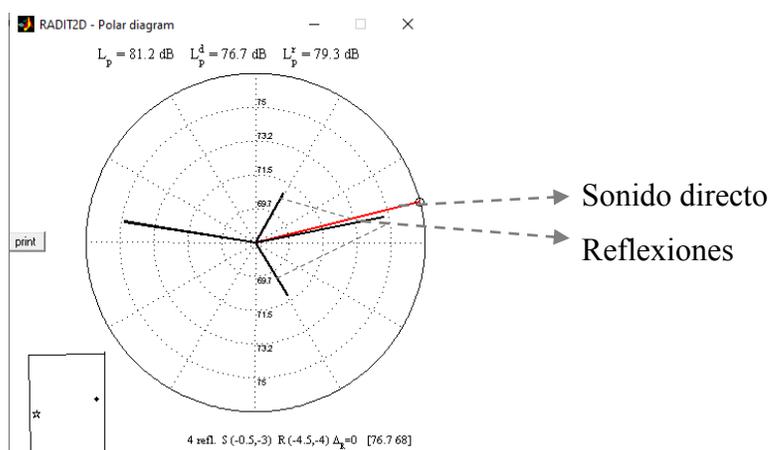
## Auditorio



## Aula 107



## Aula 201

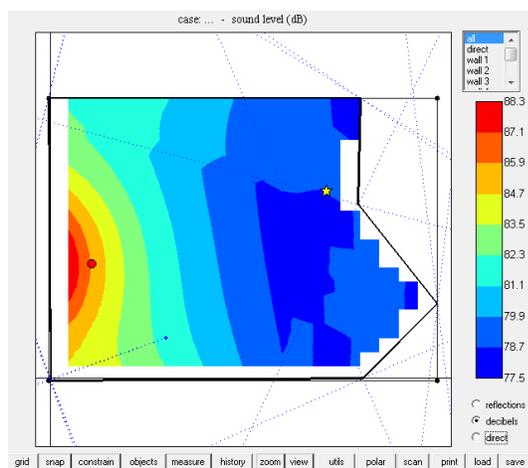


## Simulación de la Propuesta

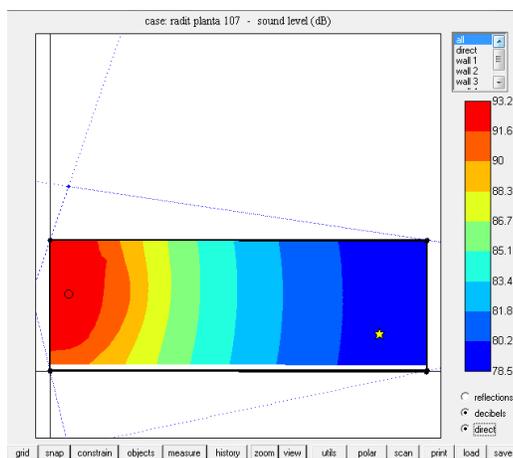
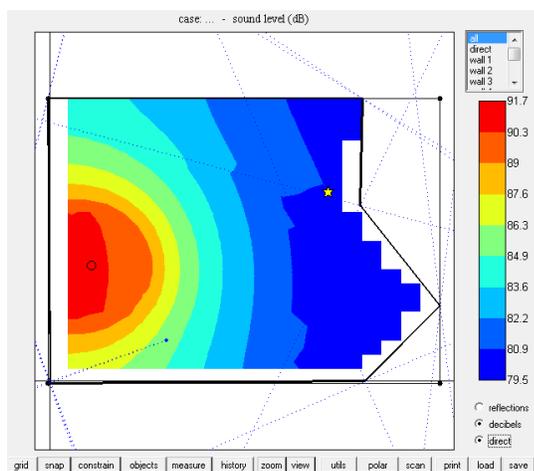
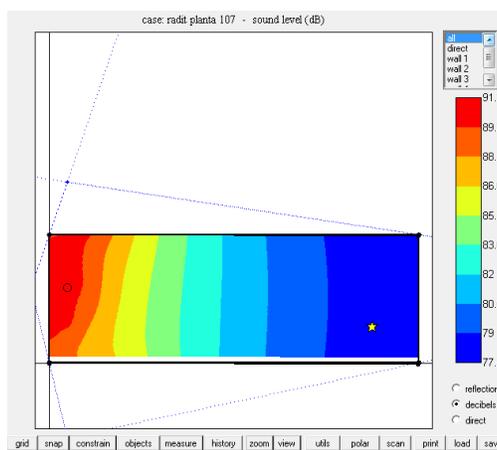
### GRAFICOS DE NIVELES SONOROS (DIRECTO Y TOTALES)

Resultado de las cuatro primeras reflexiones debidas a las cuatro paredes del recinto.

Aula 107



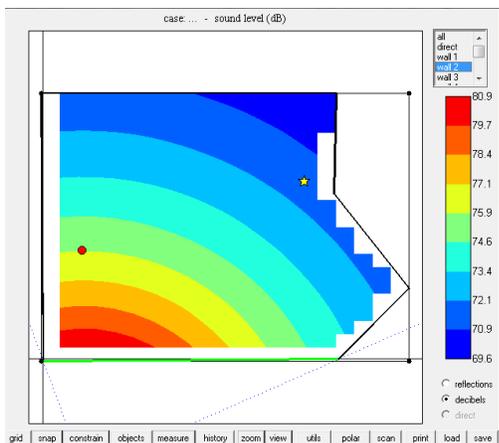
Aula 107 (3D)



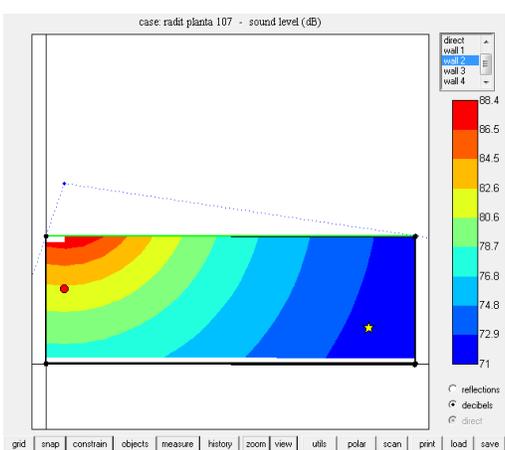
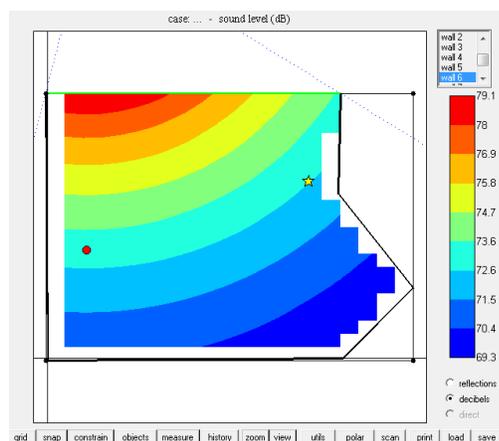
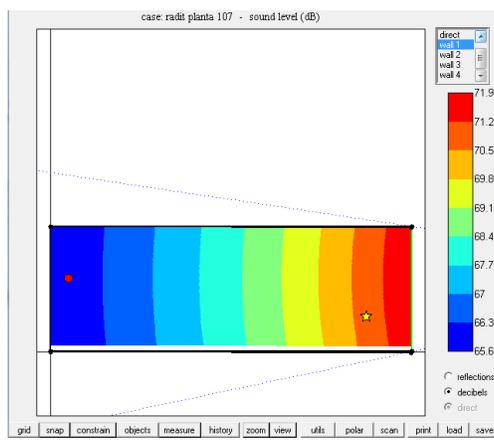
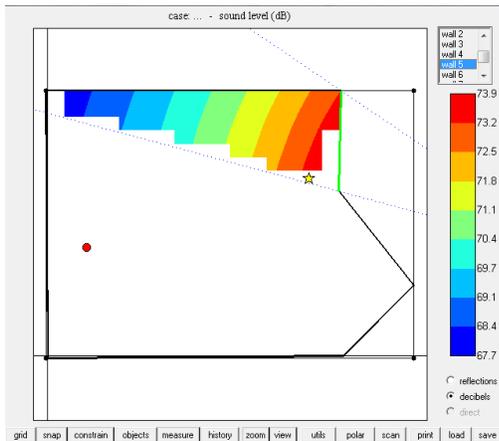
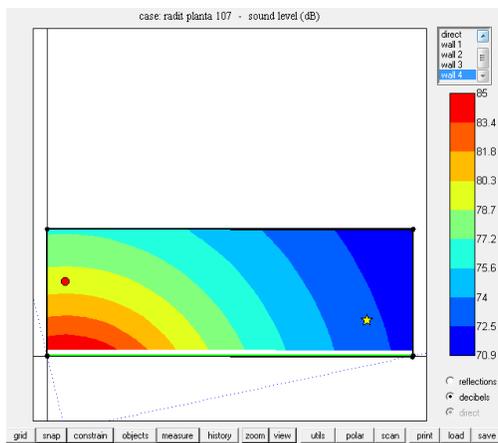
## CAMPOS SONOROS

Campo sonoro resultando de las reflexiones sobre cada una de las paredes del recinto

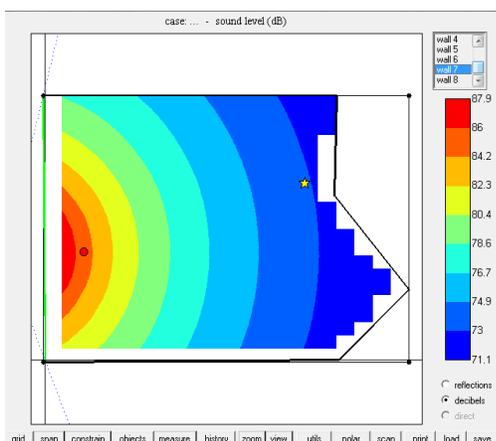
Aula 107



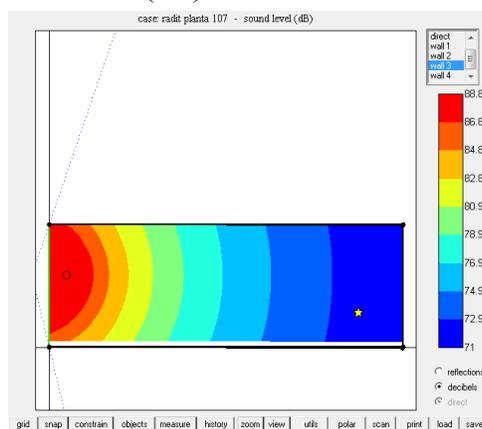
Aula 107 (3D)



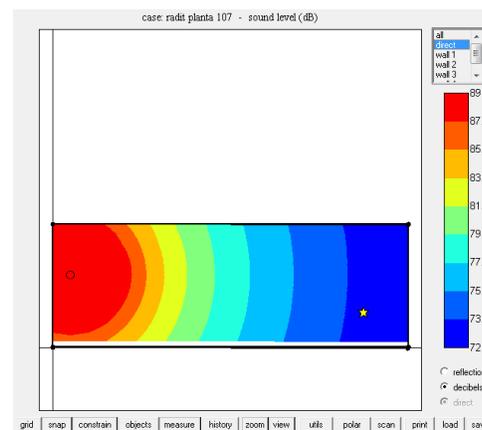
### Aula 107



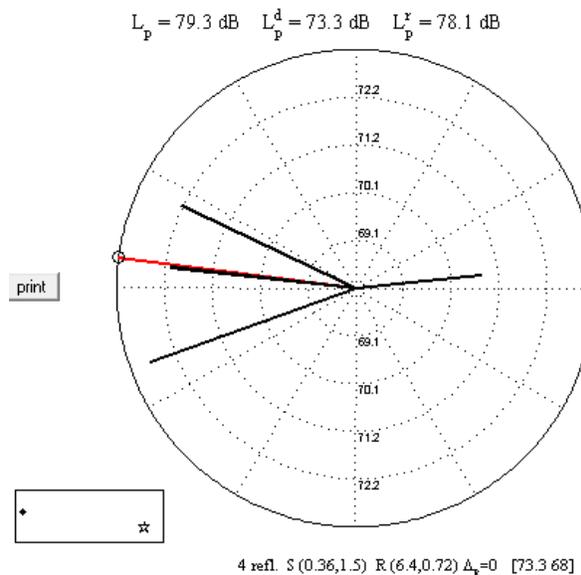
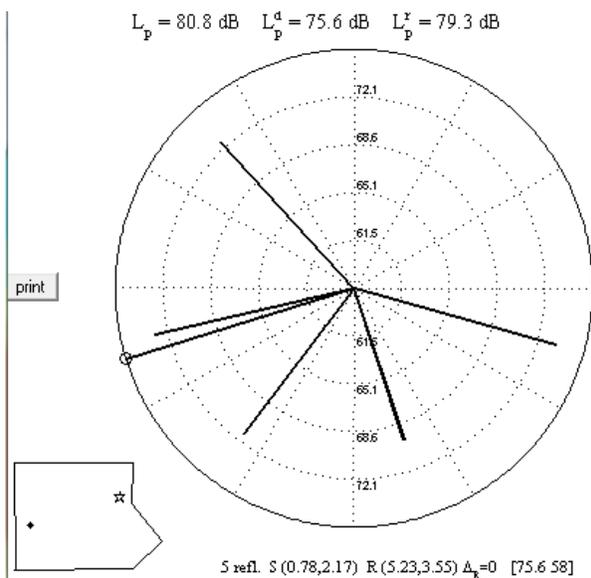
### Aula 107 (3D)



### Campo sonoro resultando del sonido directo solamente



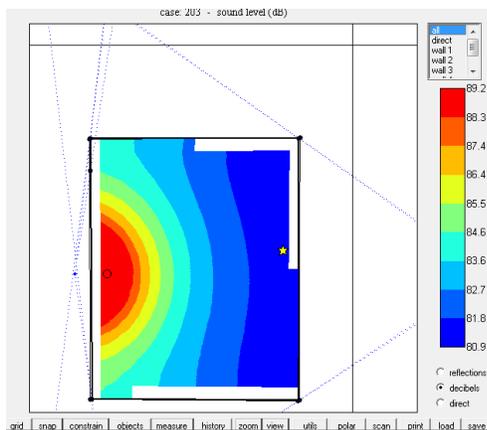
### DIAGRAMAS POLARES DE LOS RECINTOS



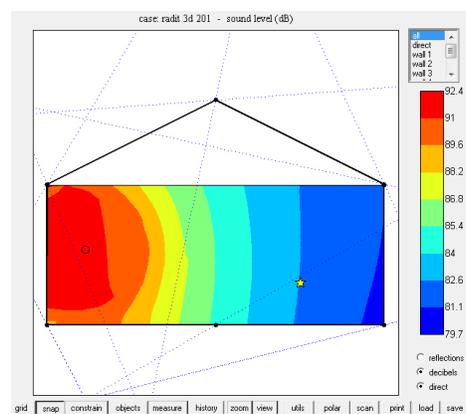
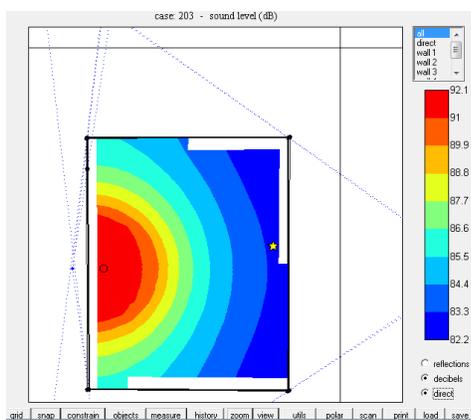
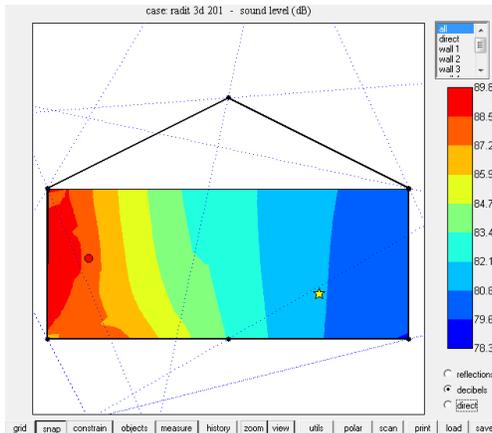
## GRAFICOS DE NIVELES SONOROS (DIRECTO Y TOTALES)

Resultado de las cuatro primeras reflexiones debidas a las cuatro paredes del recinto.

Aula 201

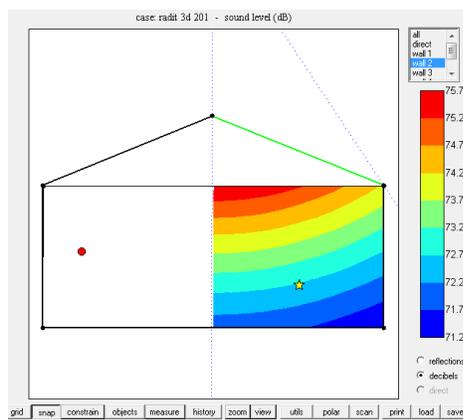
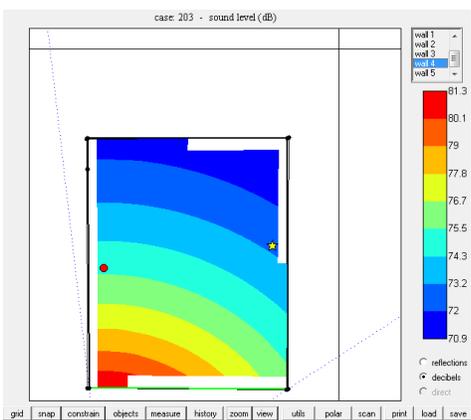


Aula 201 (3D)

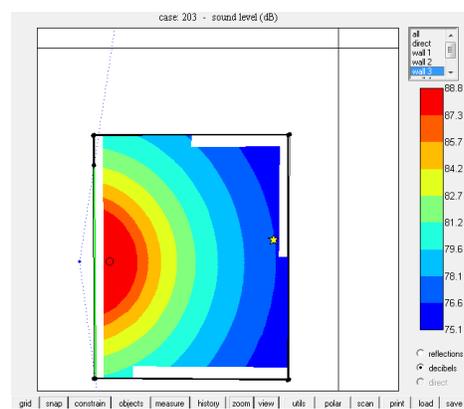
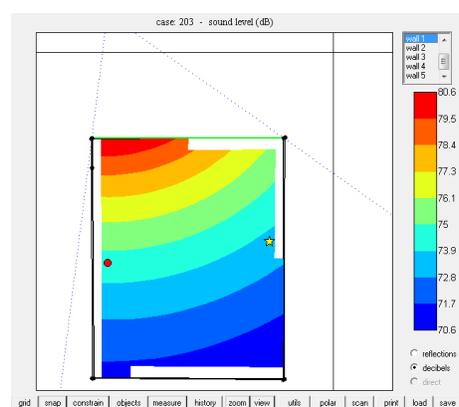
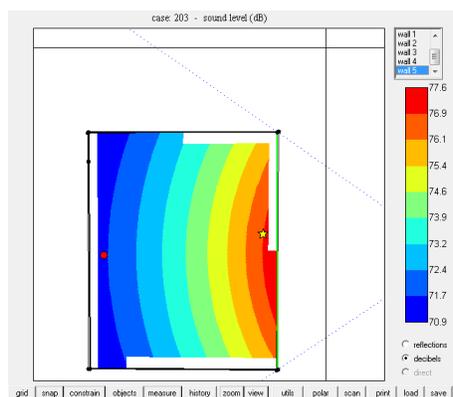


## CAMPOS SONOROS

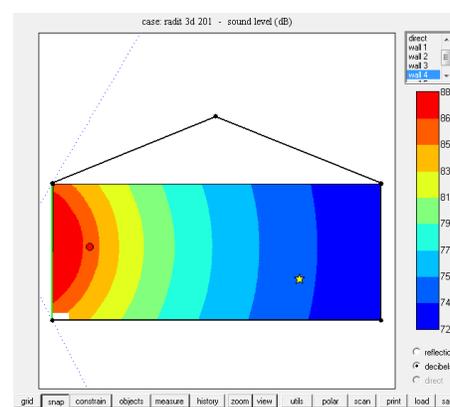
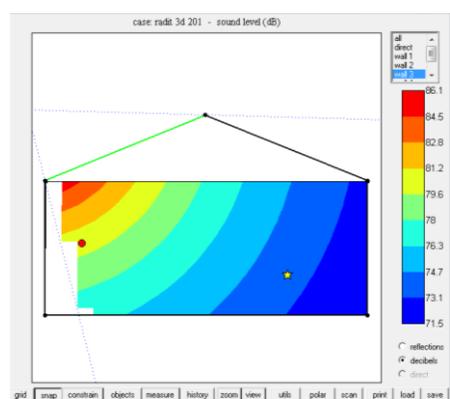
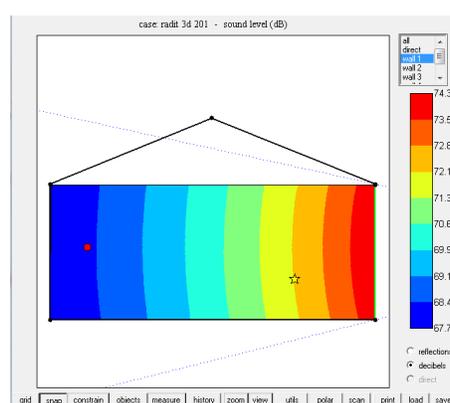
Campo sonoro resultando de las reflexiones sobre cada una de las paredes del recinto



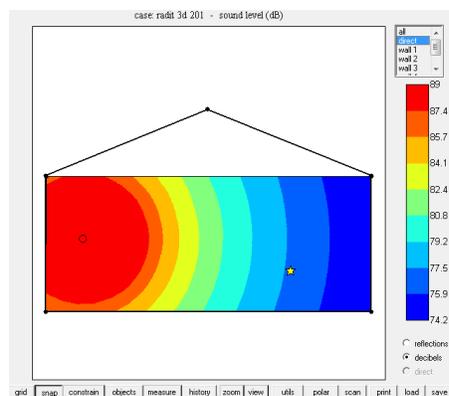
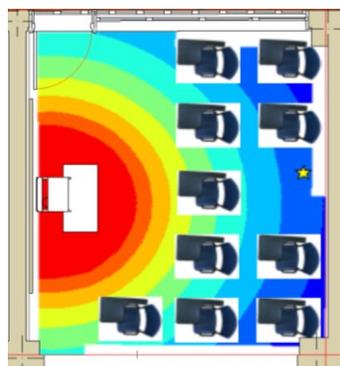
## Aula 201



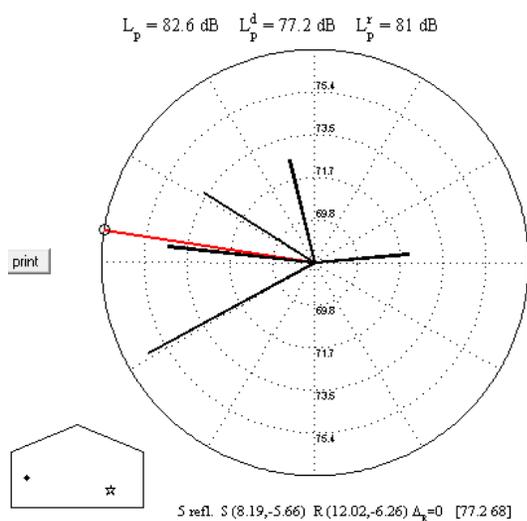
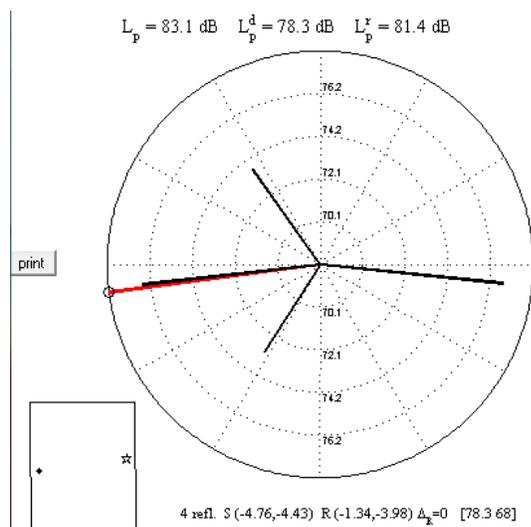
## Aula 201 (3D)



Campo sonoro resultando del sonido directo solamente.



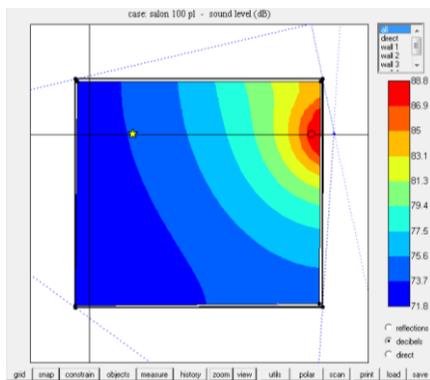
## DIAGRAMAS POLARES DE LOS RECINTOS



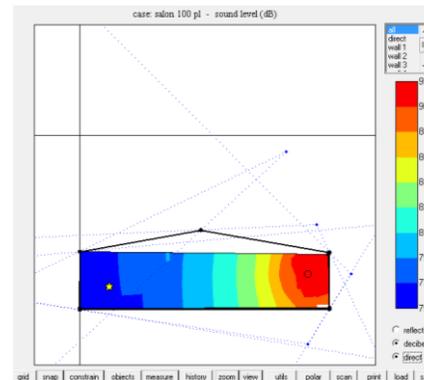
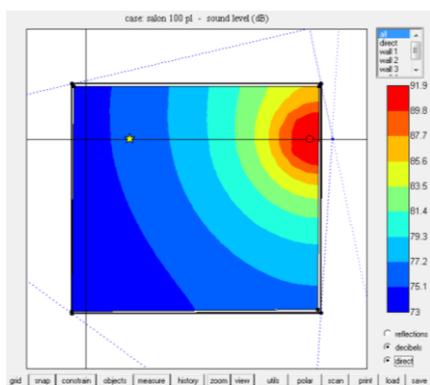
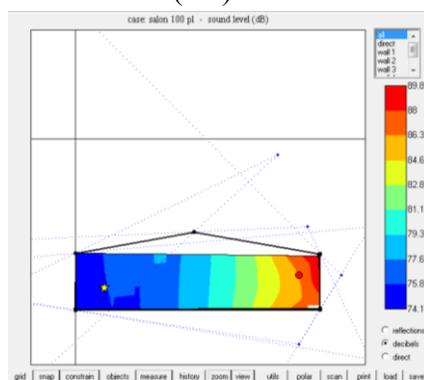
## GRAFICOS DE NIVELES SONOROS (DIRECTO Y TOTALES)

Resultado de las cuatro primeras reflexiones debidas a las cuatro paredes del recinto.

Salón 100



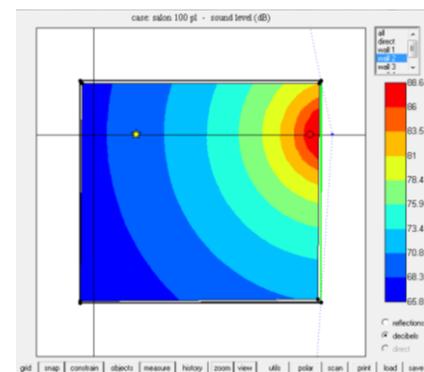
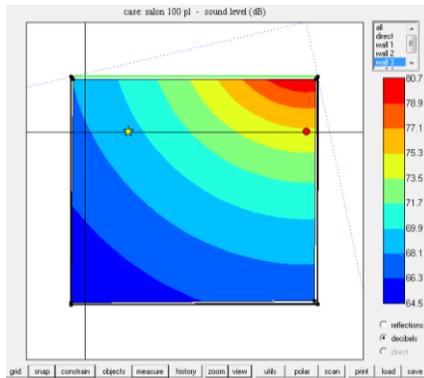
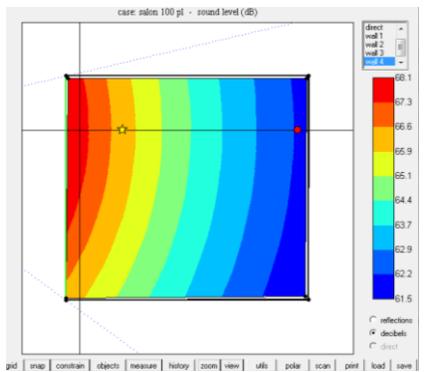
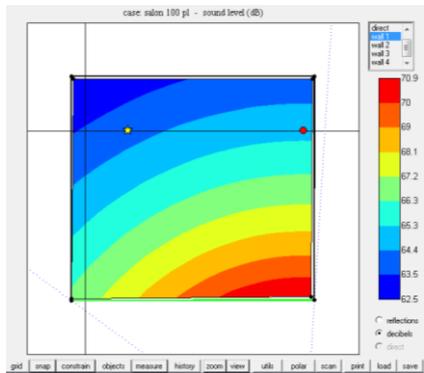
Salón 100 (3D)



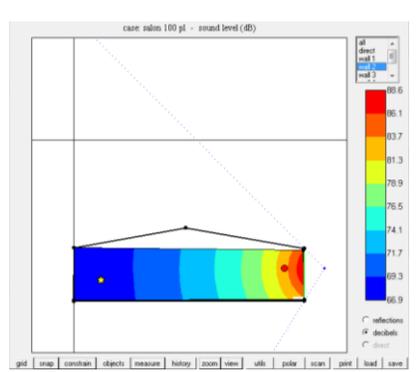
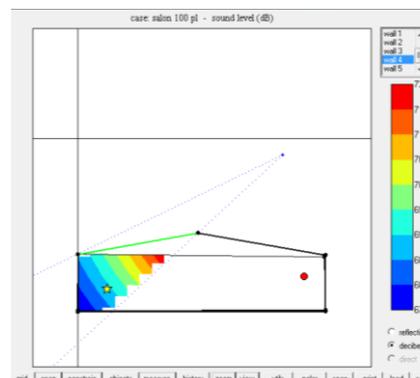
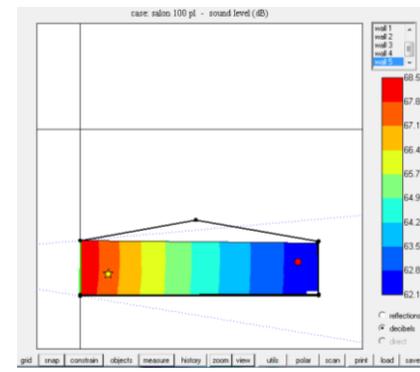
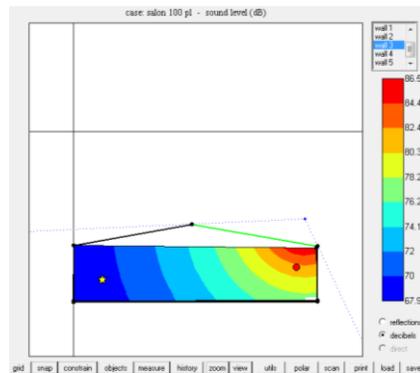
## CAMPOS SONOROS

Campo sonoro resultando de las reflexiones sobre cada una de las paredes del recinto

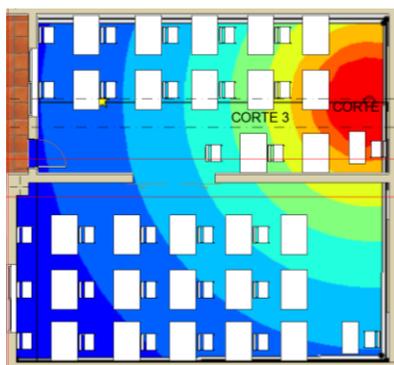
Salón 100



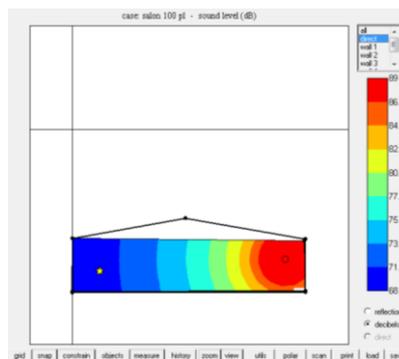
Salón 100 (3D)



Salón 100

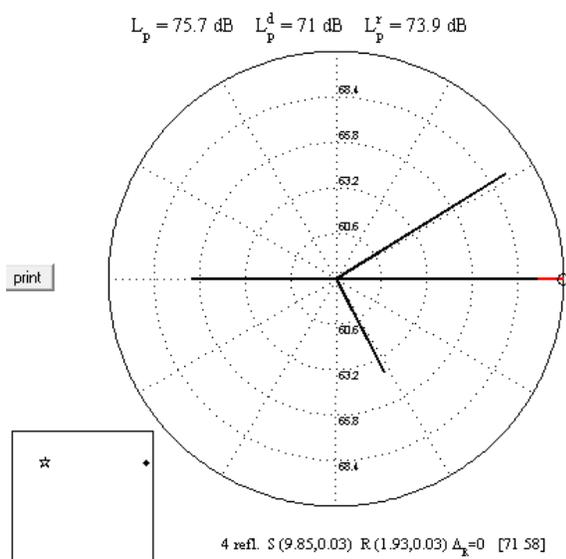


Salón 100 (3D)

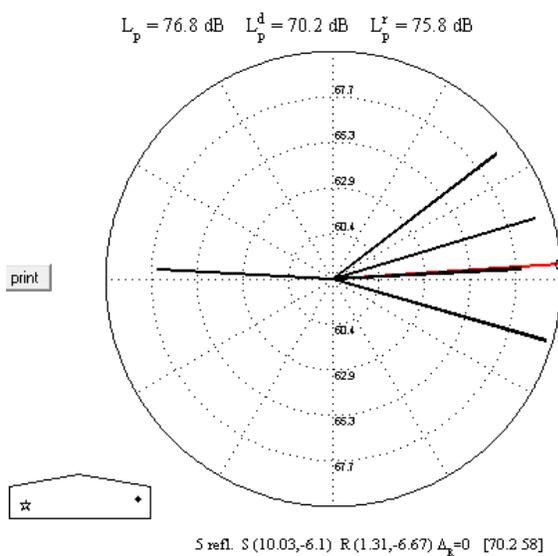


**DIAGRAMAS POLARES DE LOS RECINTOS**

Salón 100



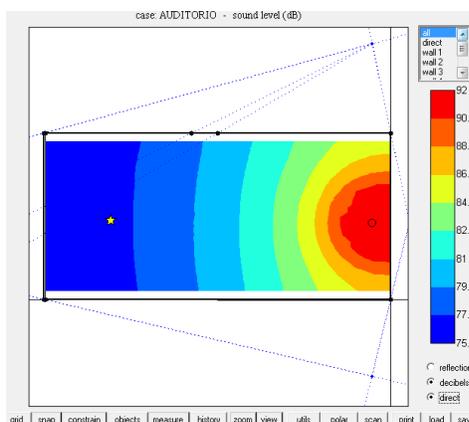
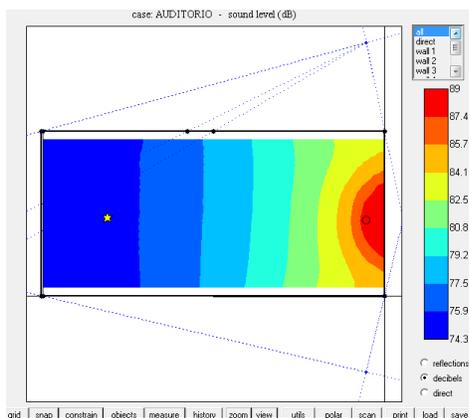
Salón 100 (3D)



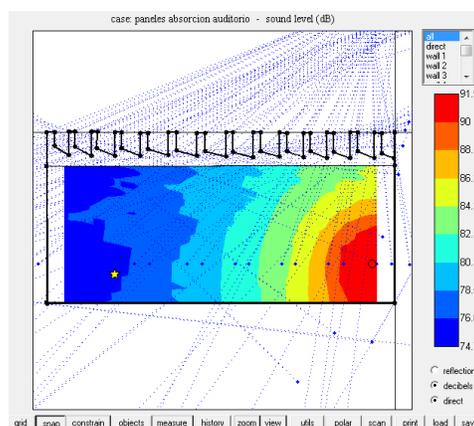
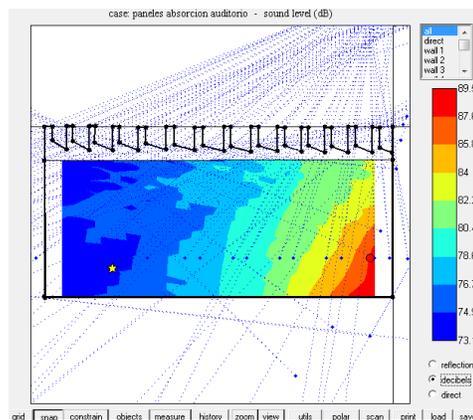
## GRAFICOS DE NIVELES SONOROS (DIRECTO Y TOTALES)

Resultado de las cuatro primeras reflexiones debidas a las cuatro paredes del recinto.

### Auditorio

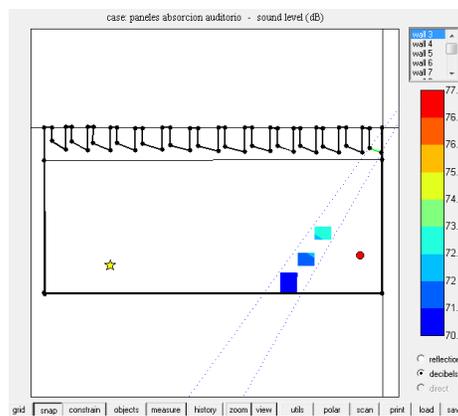
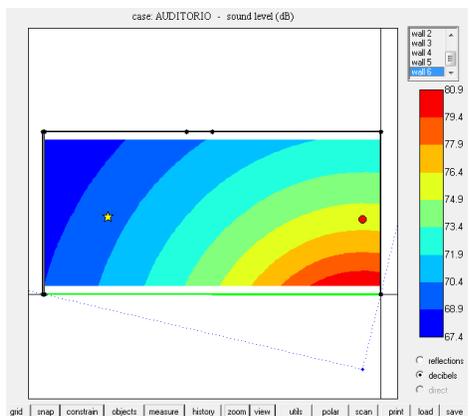


### Auditorio (3D)

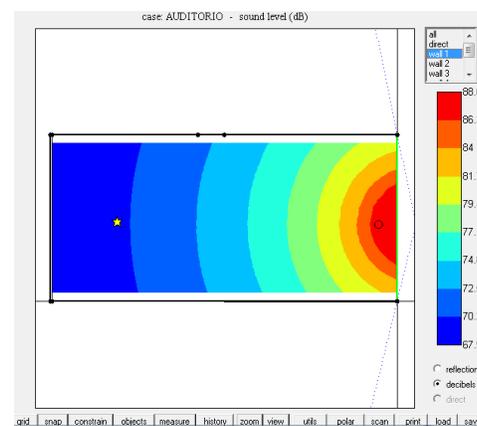
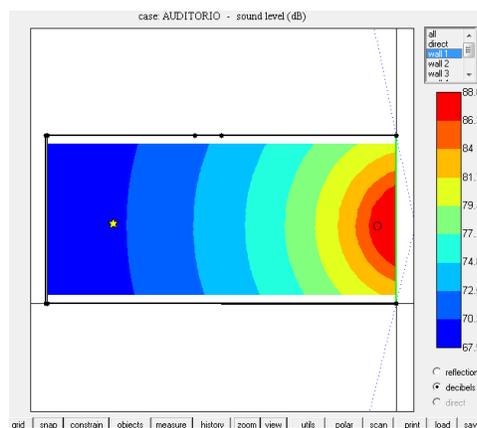
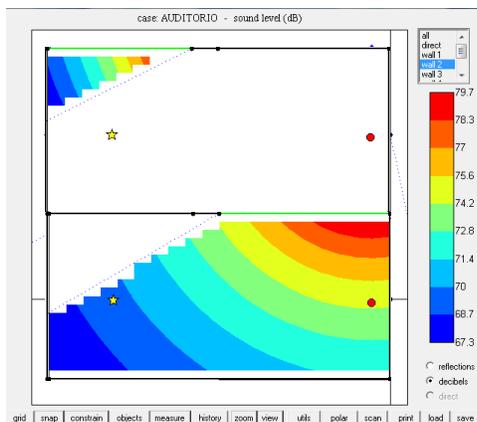
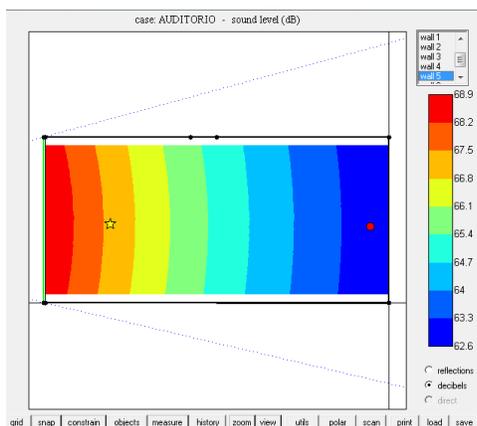


## CAMPOS SONOROS

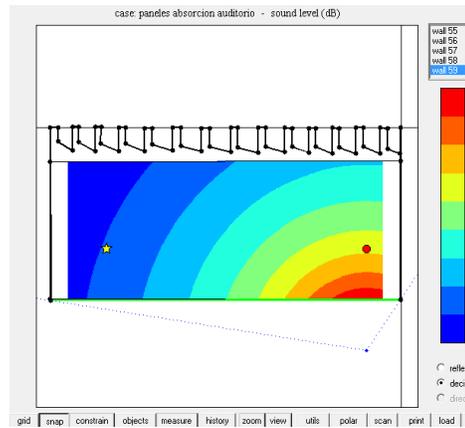
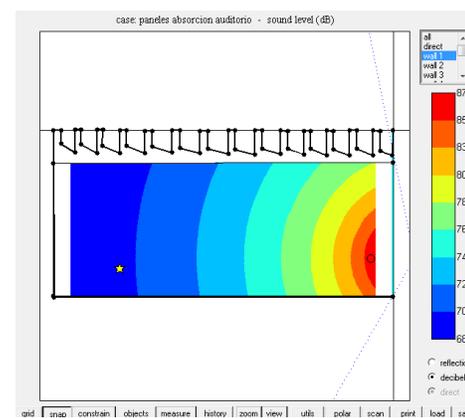
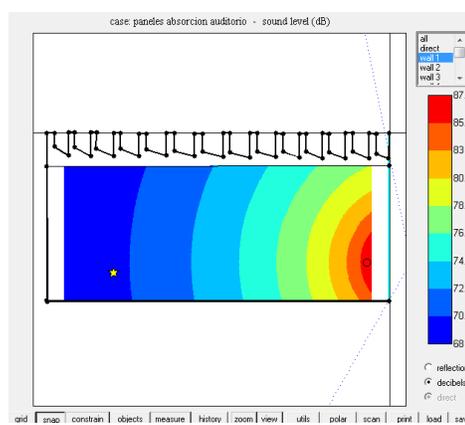
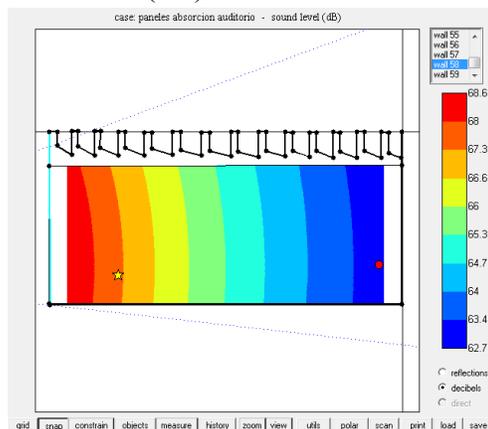
Campo sonoro resultando de las reflexiones sobre cada una de las paredes del recinto



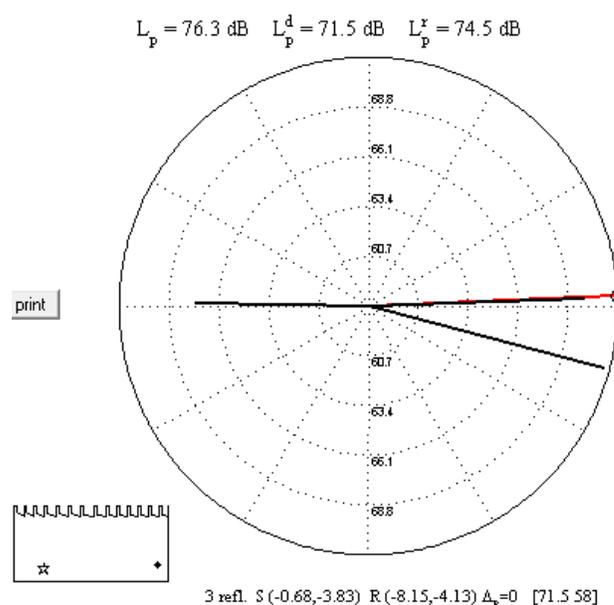
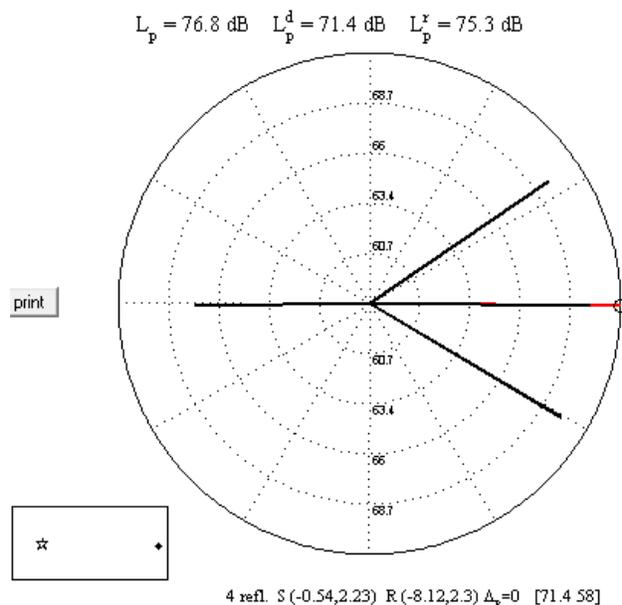
### Auditorio



### Auditorio (3D)



## DIAGRAMAS POLARES DE LOS RECINTOS



## CUADRO COMPARATIV

<b>ESTADO ACTUAL</b>	<b>PROPUESTA MEJORAMIENTO</b>
En el aula 203 al analizar las reflexiones de cada una de las paredes y teniendo en cuenta que el material actual no posee características absorbentes óptimas el color azul predomina en las cuatro simulaciones con ello se pudo notar el desaprovechamiento del sonido indirecto que pueda llegar al receptor por medio de reflexiones.	El aula 203 la absorción solo se modificará en dos muros, el de la fachada oeste y la fachada sur creando así un aislamiento acústico estructural.
El salón 107 vemos menor pérdida de sonido directo, ya que este cuenta con un doble muro de las edificaciones colindantes por la fachada oeste (oeste) y sur (decoriente) creando un campo de absorbente acústico y mejores reflexiones de sonido indirecto.	En el aula 107 aunque no es necesario más absorción, es importante controlarla para evitar niveles de reverberancia que creen un sonido defectuoso.
El auditorio y salón 100 resultan más complejos entre emisor y el receptor existe una distancia de 9m y los decibeles disminuyen notablemente a la mitad del recinto (5m) se puede notar que el color azul empieza a dominar y nos lleva a concluir la necesidad no solo de mecanismos absorbentes sino también de reflectores.	El caso del auditorio se mejora la absorción en la fachada sur y un falso techo que actúe como difusor y reflejando el sonido de manera uniforme en todas las direcciones.

Tabla 22 Comparativo

### 4.1.1

## 4.2 Ideación

### Concepto

## 4.3 Mapa mental espacial

### 4.3.1 Diagnóstico ambiental

#### 4.3.2 Objeto del diagnóstico (objeto de estudio)

Se propone desarrollar un estudio lumínico y acústico comparativo del estado actual y posibles mejoras del bloque A de la universidad Antonio Nariño sede Bucaramanga, a partir de la metodología de análisis in situ y simulación de las condiciones ambientales, de los salones que representa la mayor variabilidad de situaciones lumínicas y acústicas, según sus horarios y condiciones de ocupación.

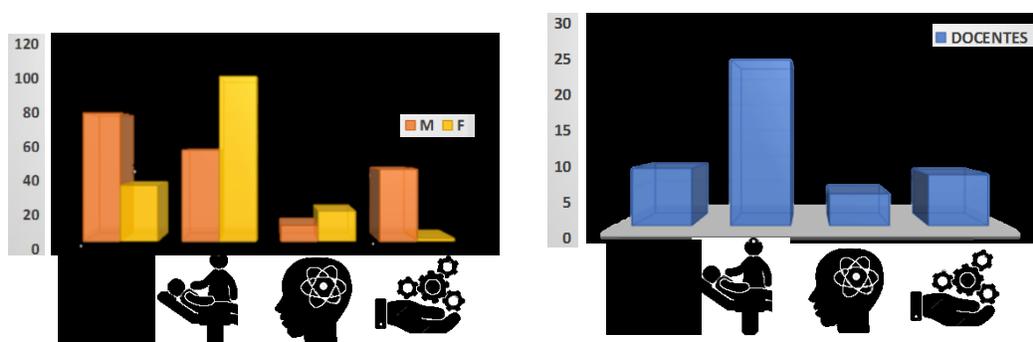
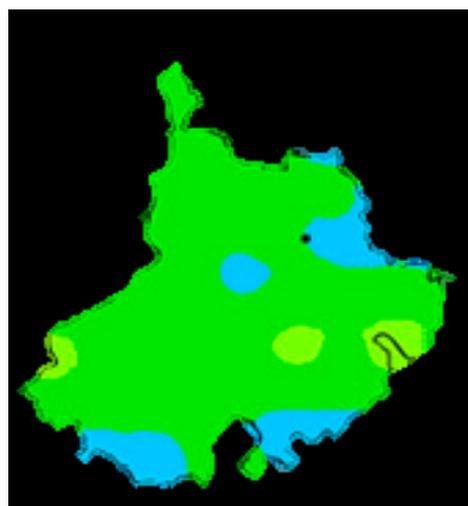
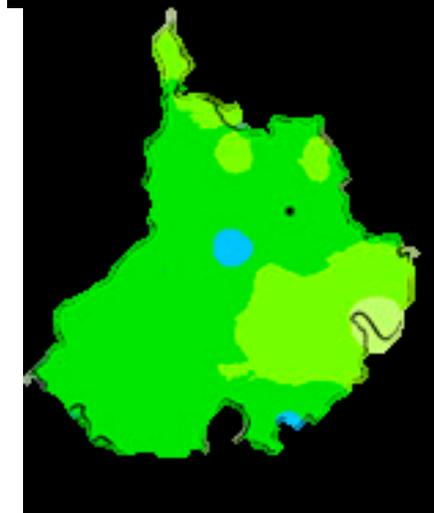
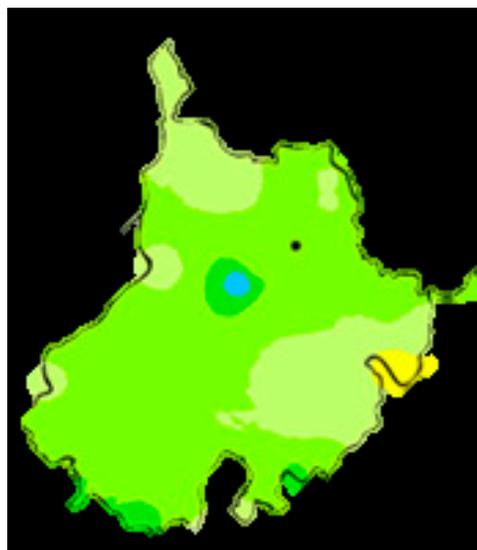
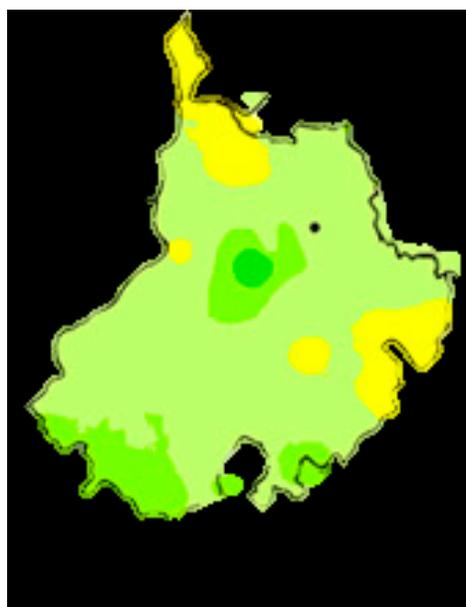


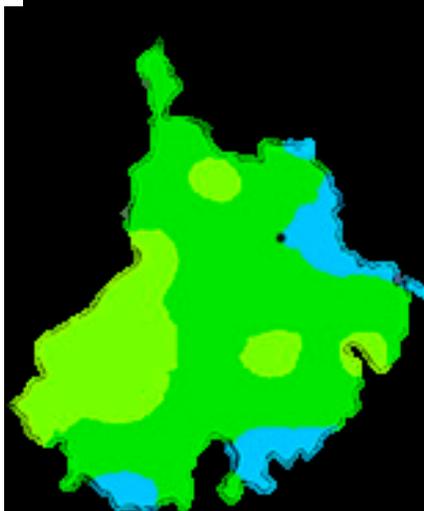
Figura 40.Docentes Activos

Elaboración del autor

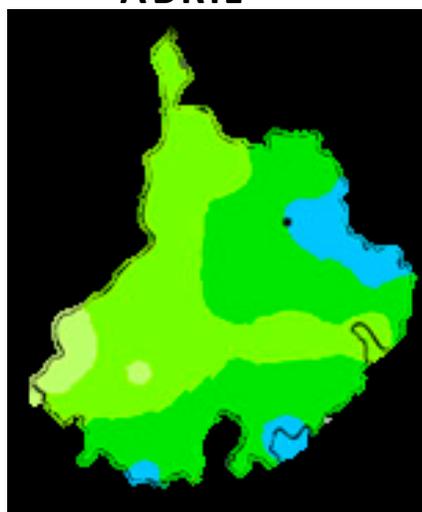
4.3.4 Brillo solar



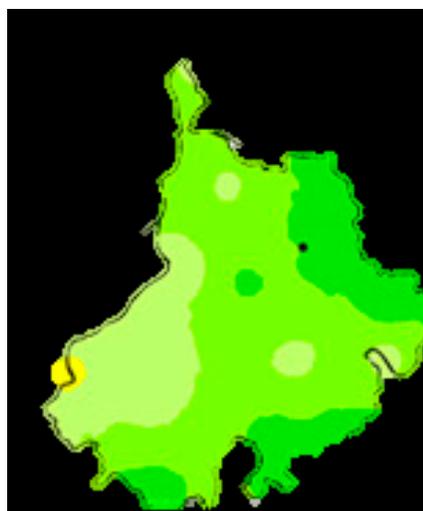
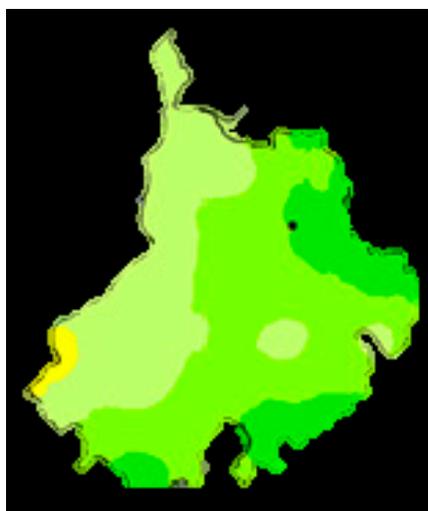
**ABRIL**



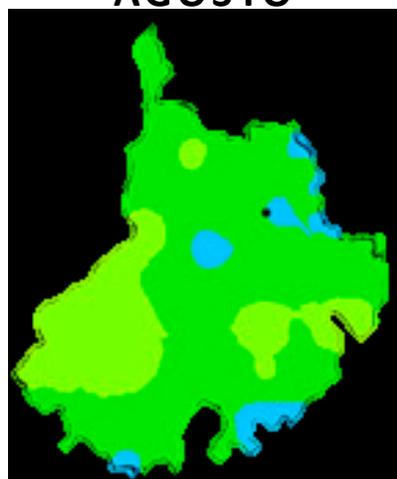
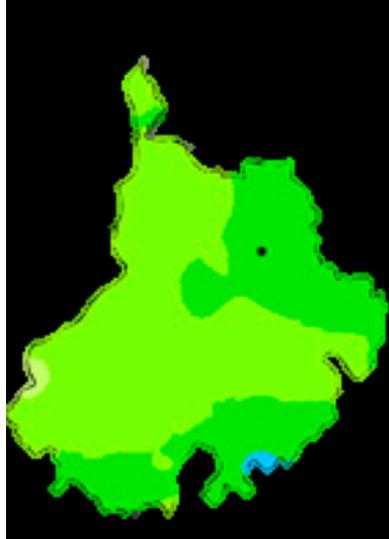
**MAYO**



**JUNIO**

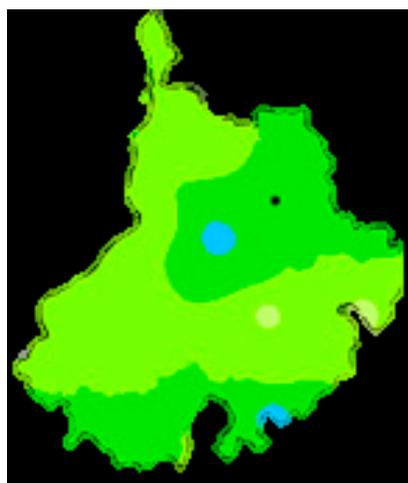


**AGOSTO**

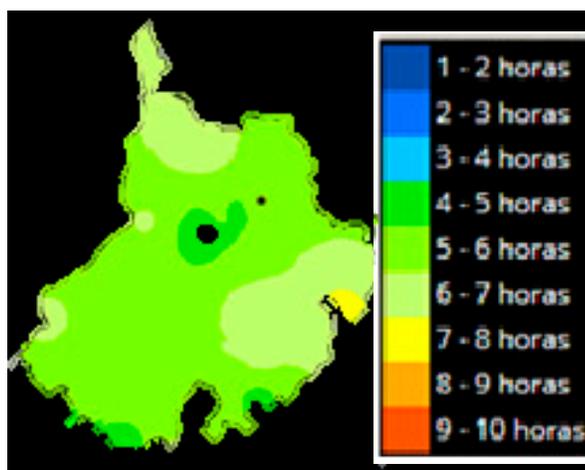


**SEPTIEMBRE**

**OCTUBRE**



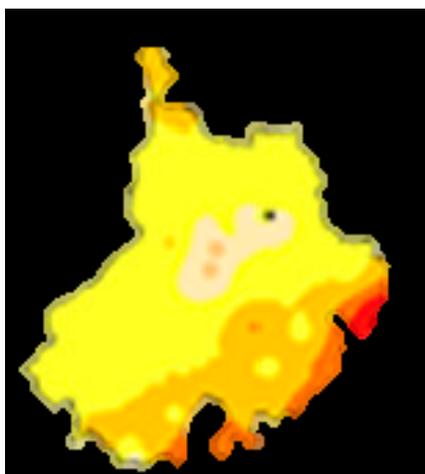
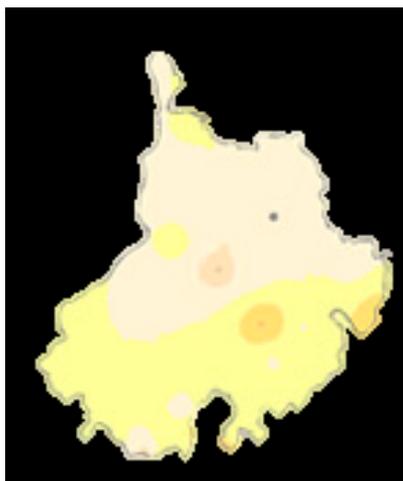
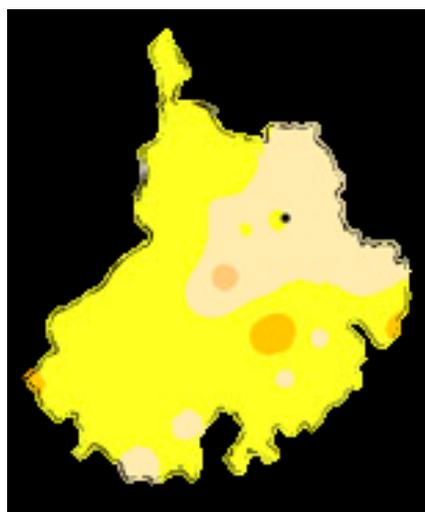
**NOVIEMBRE**

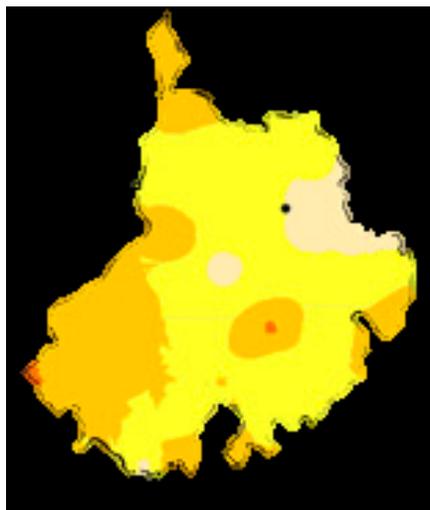


**DICIEMBRE**

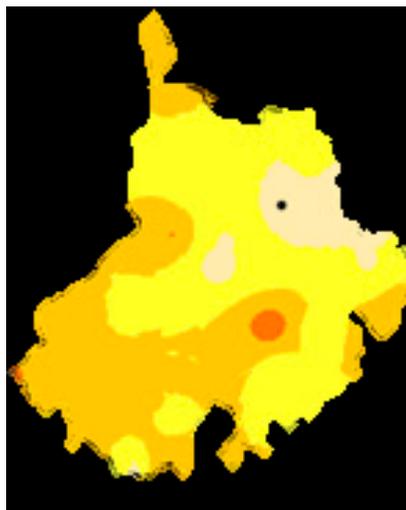


## 4.3.5 Irradiación solar horizontal.

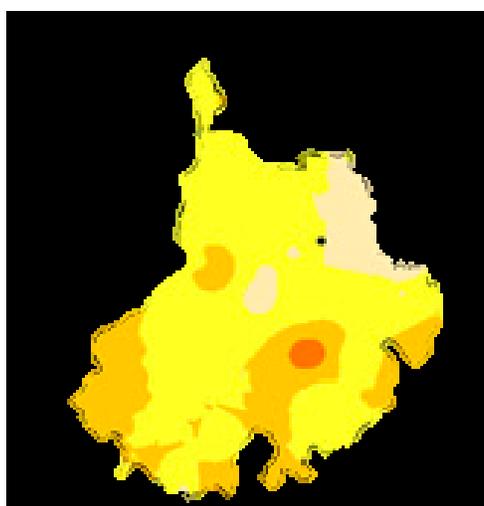
**ENERO****FEBRERO****MARZO****ABRIL****MAYO****JUNIO**



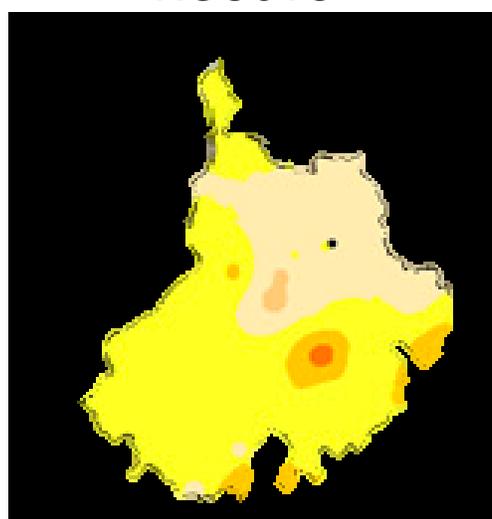
**JULIO**



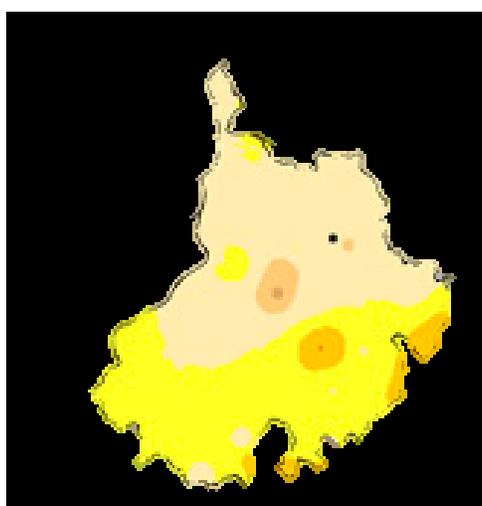
**AGOSTO**



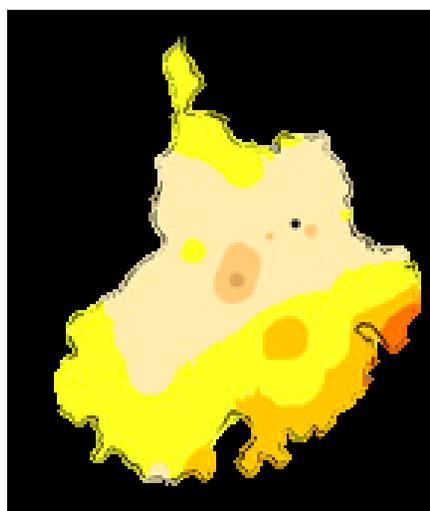
**SEPTIEMBRE**



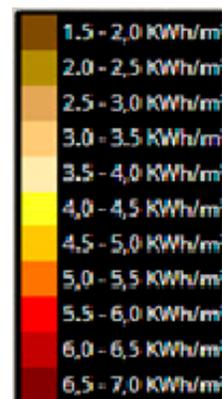
**OCTUBRE**



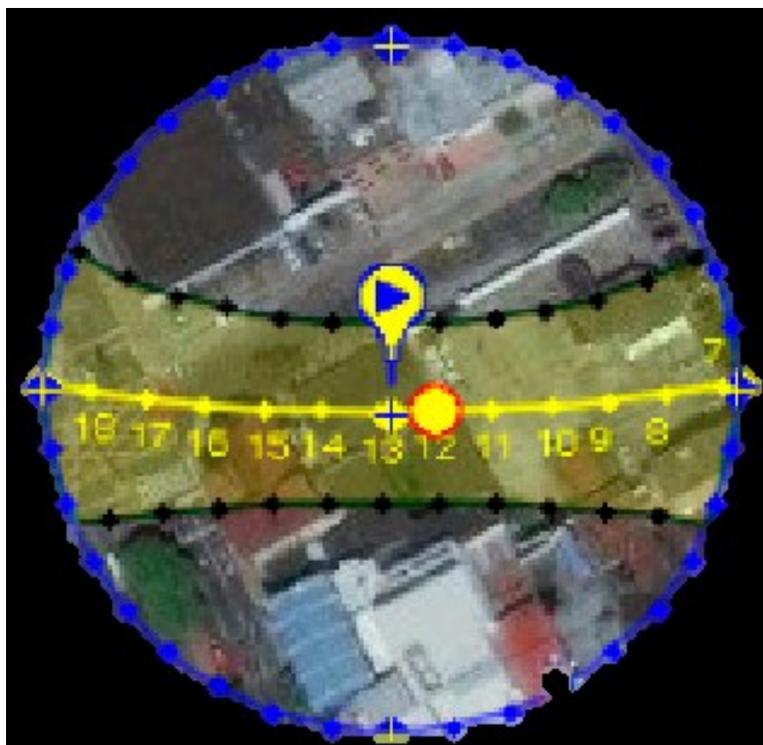
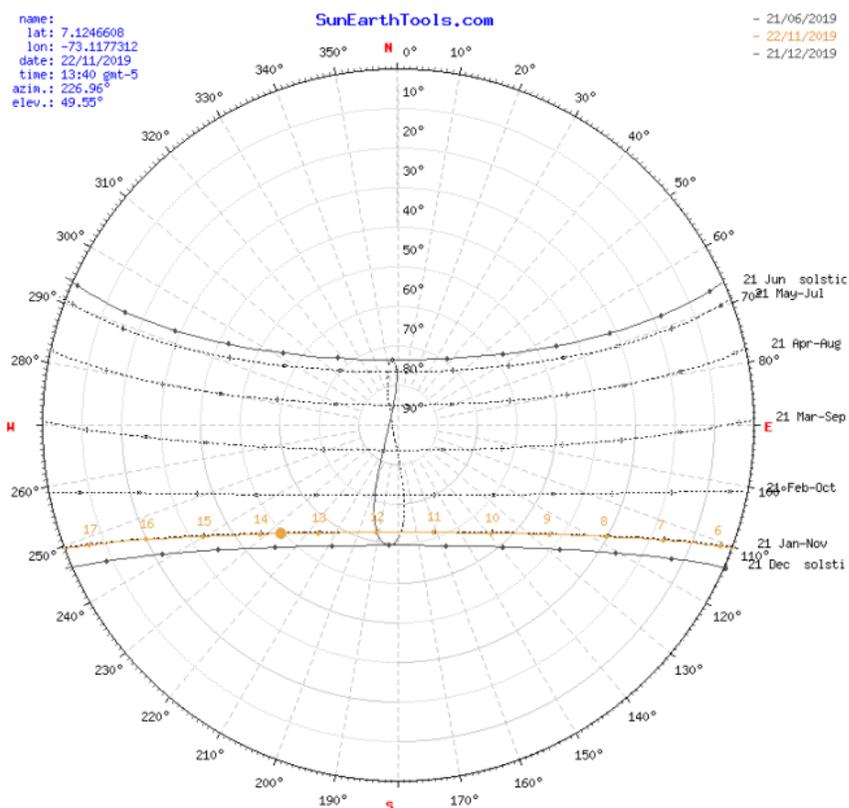
**NOVIEMBRE**



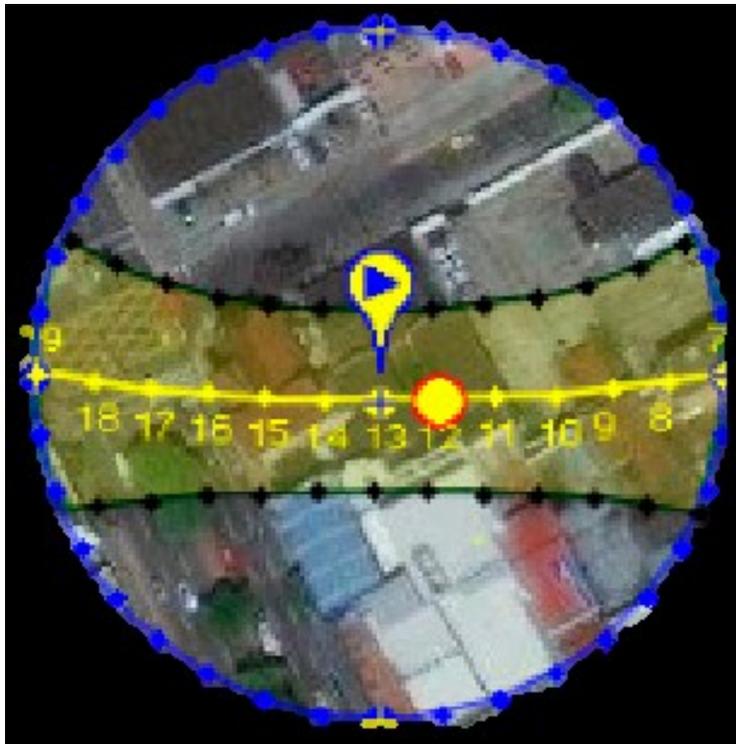
**DICIEMBRE**



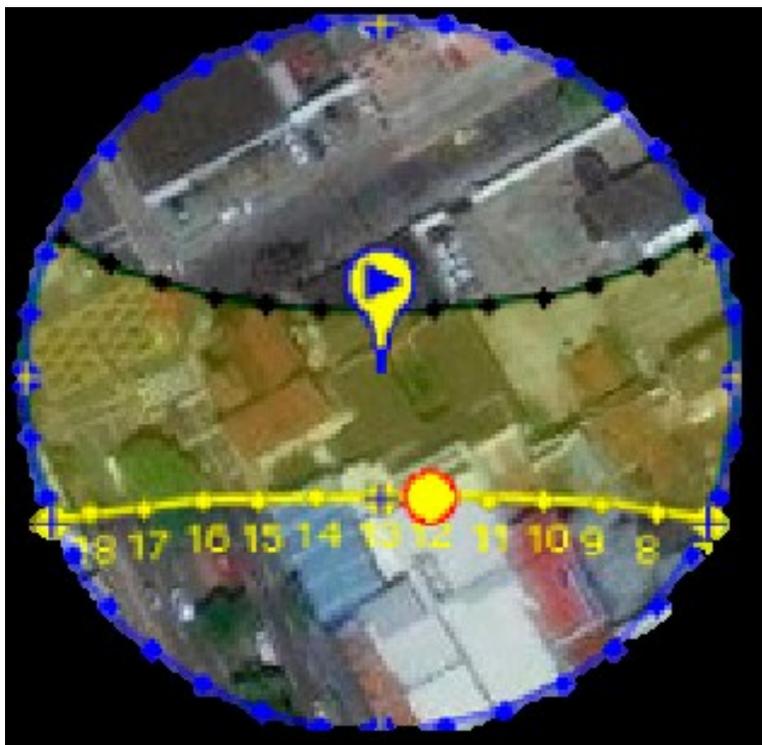
## 4.3.6 Trayectorias solares.



**EQUINOXIO 21 DE SEPTIEMBRE**



**EQUINOXIO 21 DE MARZO**



**SOLTICIO 21 DE DICIEMBRE**



**SOLITCIO 21 DE JUNIO**

## 5. MARCO PROYECTUAL

### 5.1 Lo arquitectónico

#### 5.5.1 Lo tecnológico

Luminarias propuestas de mejoramiento.

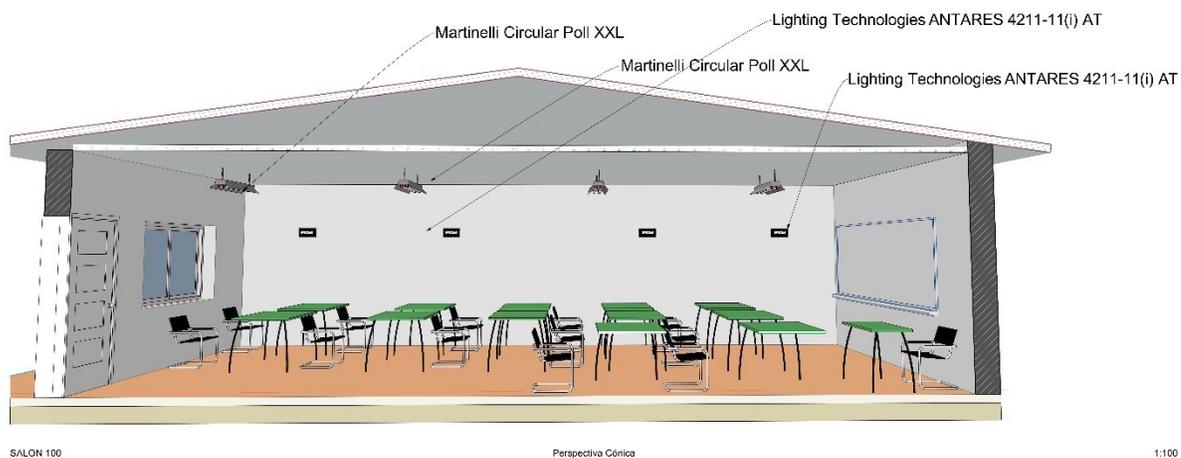


Figura 41 Render Iluminación a

Elaboración del autor

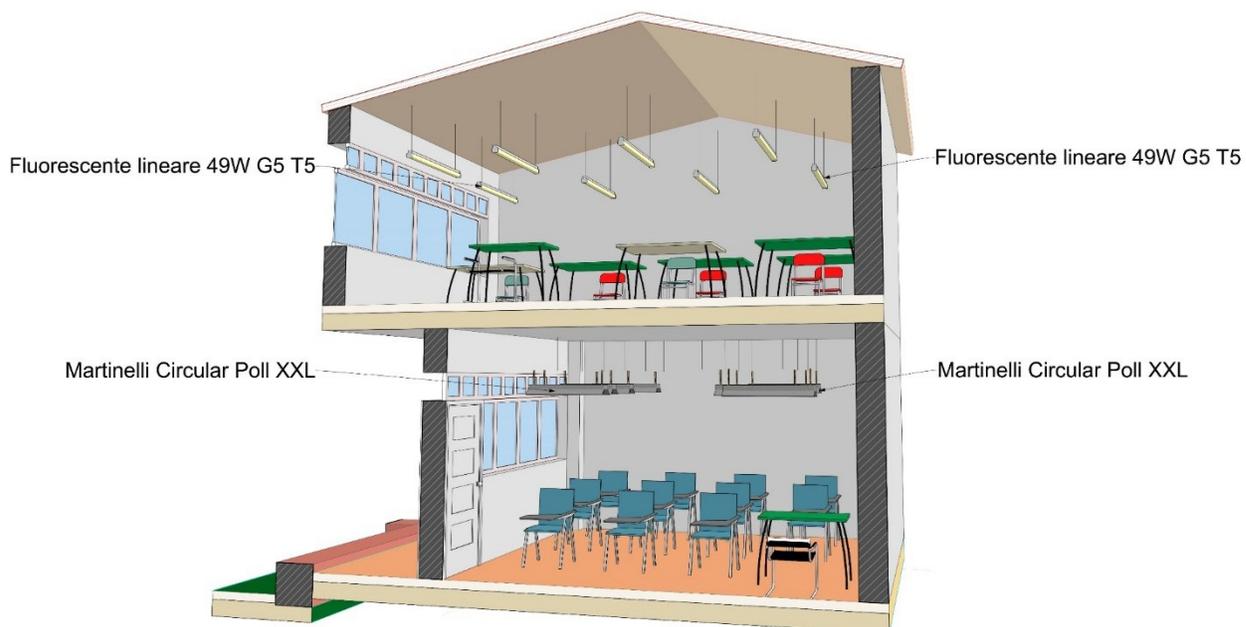


Figura 42 Render Iluminación a

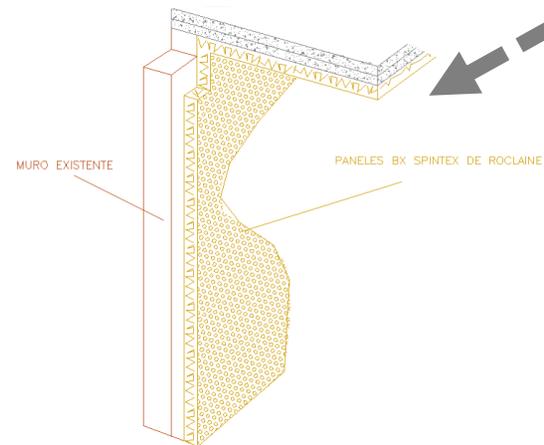
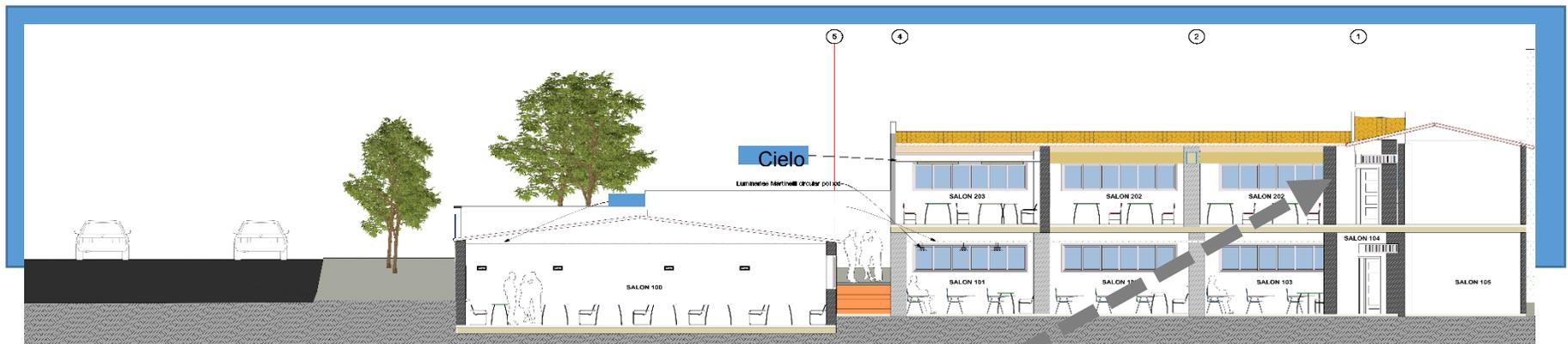
Elaboración del autor

## 5.5.2 Procesos constructivos y materiales

### Absorción

Para atenuar la transmisión del ruido y las vibraciones entre aulas, se instalaron paneles de fibra mineral en el aula 201.

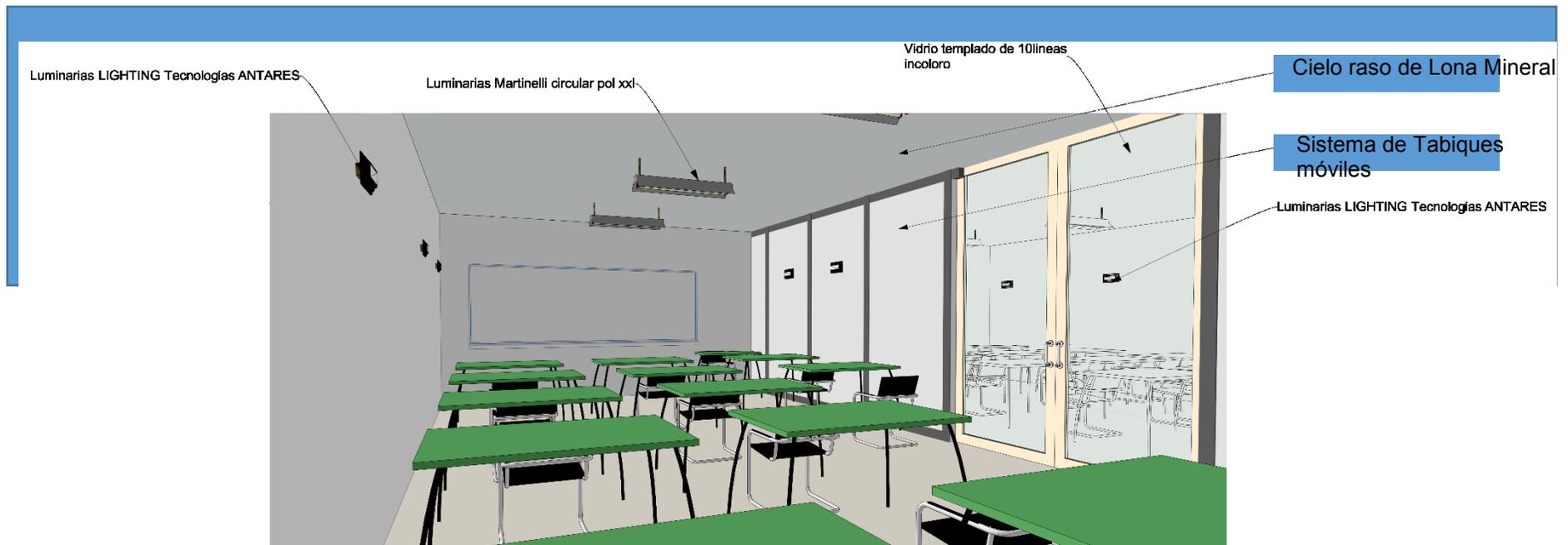
Los mismos paneles pero con un objetivo distinto en el aula 107 para mejorar los tiempos de reverberación.



TRATAMIENTO ACÚSTICO EN PAREDES Y TECHO LANA MINERAL

Para el aislamiento acústico en el salón 100 se incorpora el Sistema de paneles con revestimiento de madera modelo “silent” busca conseguir los niveles de aislamiento acústico entre el salón 100A y salón 100B de hasta 50 db.

El material de la puerta un vidrio laminado con resina aislante “acustiglass” se consiguió un aislamiento acústico aéreo.



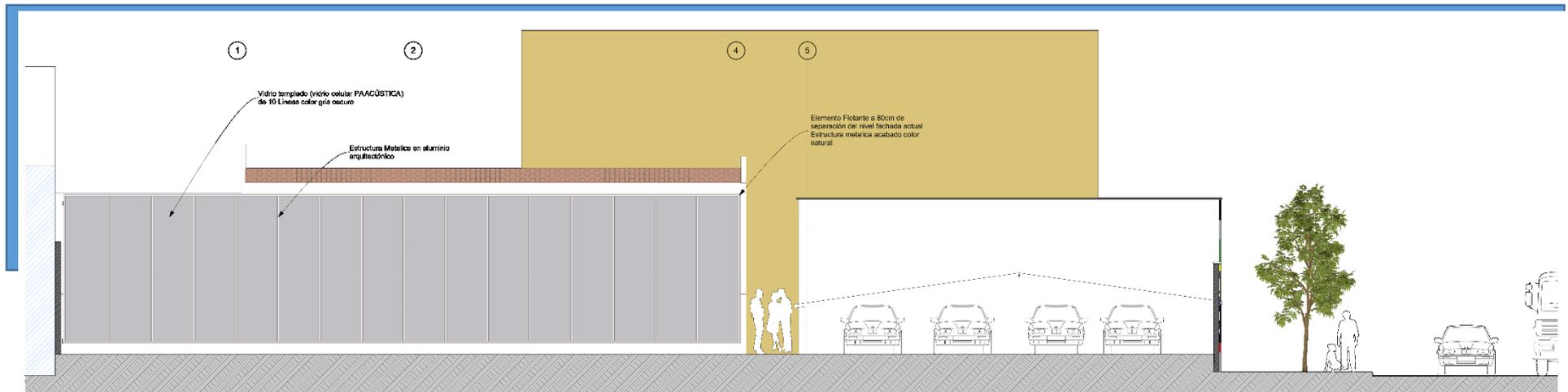
## Pantalla Acústica



La fachada de la calle 32 construida con bloques “SPLIT” que permite crear una atenuación acústica, evitando el ruido por tráfico vehicular hasta en 51 Db

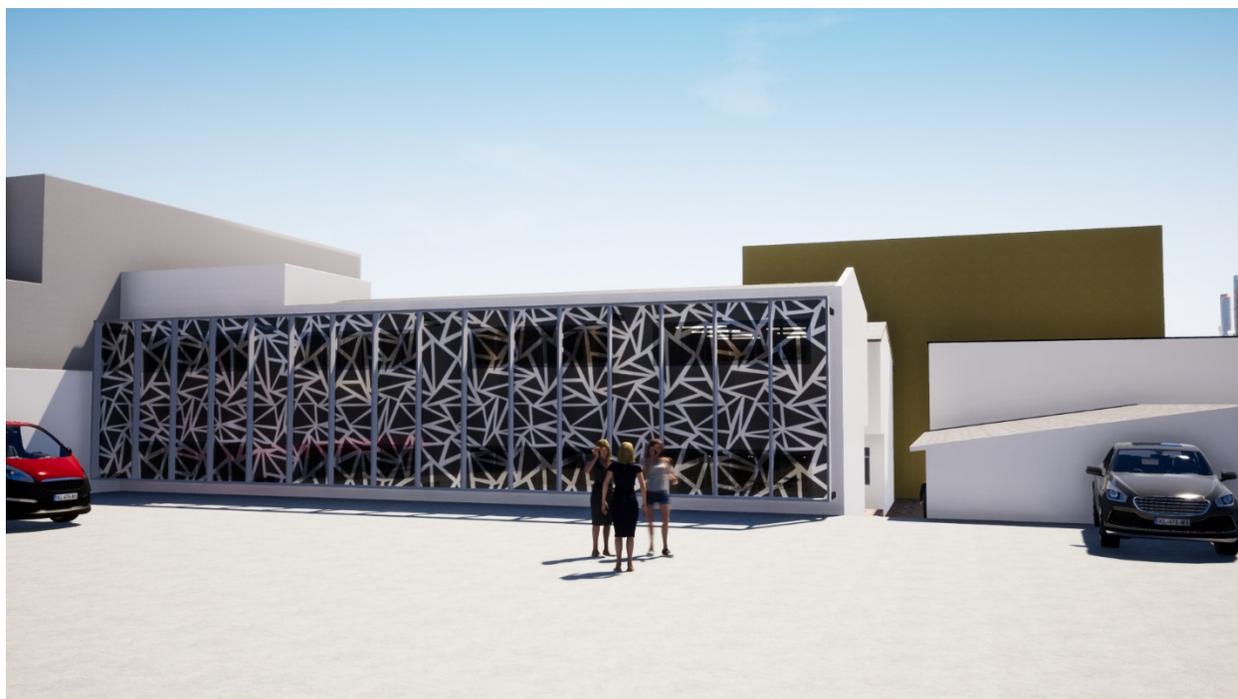
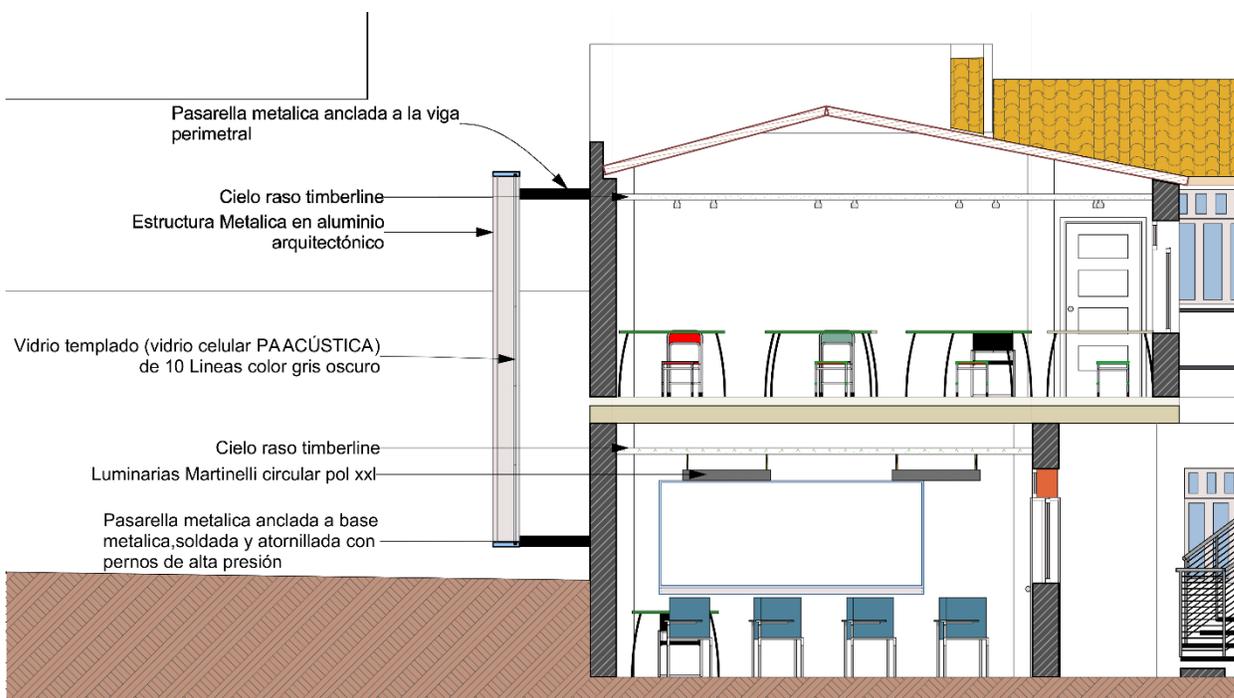
Fachada Multicapa

Esta fachada con el Factor multicapa consigue con su disposición constructiva mejorar el aislamiento acústico hasta niveles superiores a los que la suma del aislamiento individual de cada capa, pudiera alcanzar



### 5.5.3 Detalles constructivos

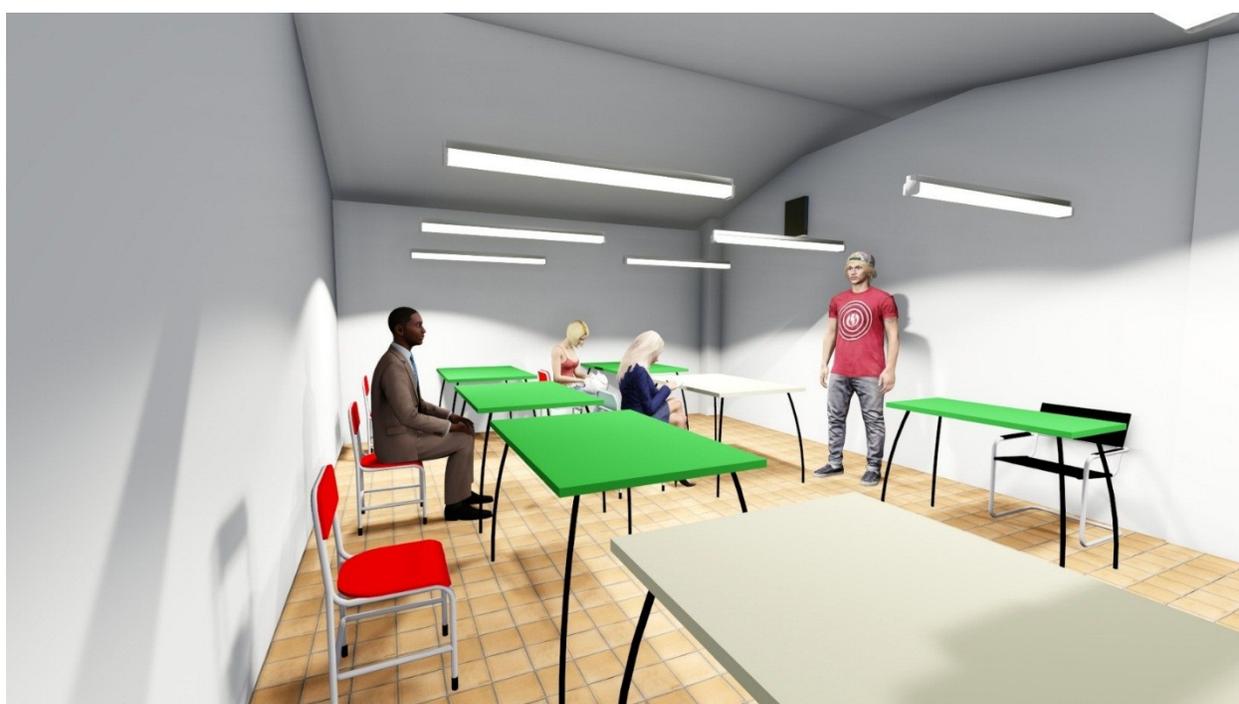
#### Fachada Este del bloque A Parquaderos UAN



## 5.6 Lo ambiental

### 5.6.1 Energías renovables y tecnologías limpias

La instalación de las nuevas luminarias contribuye al ahorro energético en las aulas.



## 6. CONCLUSIONES

### ILUMINACION

Para la realización del diagnóstico se tuvo en cuenta la ubicación del mobiliario en los espacios por las medidas estándar del Neufert, utilizando además el mobiliario actual como punto de referencia en alturas, se ha ubicado el luxómetro en puntos estratégicos de referencia.

Se establecieron cuatro horarios para realizar el diagnóstico, las medidas recopiladas en los horarios de 6 A.M. o 10 A.M. se puede apreciar mayor aumento en los luxes en las aulas 101, 201 y 203 ya que en estas aulas hay mayor incidencia de la luz natural, por sus grandes ventanales en las fachadas este y oeste. A diferencia del aula 107, salón 100 y auditorio que no cuentan con las mismas aperturas, en estos horarios la existencia de luxes es casi nula.

### ACUSTICA

Se realizó una simulación en el software Radit 2D de esta manera conocer el estado actual en la acústica de los salones de la sede UAN Bucaramanga bloque A, teniendo en cuenta los resultados se proponen mejoras acústicas para las aulas 107, 203, salón 100 y auditorio, realizando nuevamente simulaciones en el software con el estado actual de las estrategias propuestas.

Cumpliendo así los objetivos principales de este trabajo, mejorando los niveles de reverberación en el aula 107, aumentando la adsorción en los muros del aula 203, se logró un aislamiento acústico con un sistema de tabiques en el salón 100 ya que este se divide en 100A y 100B, proponiendo paneles absorbentes para aprovechar el sonido directo y así mejorar el sonido indirecto aumentando los dBs para el receptor de la ubicación más lejana al emisor.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Nuri Castilla, (2015) La Iluminación Artificial en Los Espacios Docentes [Tesis Doctora Universitat politècnica de València] <https://es.scribd.com/document/399407983/Castilla-n-La-Iluminacion-Artificial-en-Los-Espacios-Docentes>

Ministerios de Minas y Energías, (2015) Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público, RETILAP <https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/23517/20729-7853.pdf>

Carrión Isbert, A. (2001).Diseño Acústico de Espacios Arquitectónicos (Ed) ALFAOMEGA GRUPO EDITOR, S.A. de C.V <http://www.alfaomega.com.mx>

Rosselló, G., Marzo, J., (2002). Acústica. Tectónica, Volumen (14), 2(4), 123-  
[www.tectonica.es/arquitectura/acustica/tectonica\\_14.html](http://www.tectonica.es/arquitectura/acustica/tectonica_14.html)

## 8- LISTA DE GRAFICAS

FIGURA 2.ILUMINACIÓN DE AULAS DE CLASE E ILUMINACIÓN DE SALAS DE LECTURA Y AUDITORIOS.....	26
FIGURA 3. ILUMINACIÓN DE SALAS DE LECTURA Y AUDITORIOS.....	27
ELABORADO POR RETILAP .....	27
FIGURA 4. CURVAS DE NIVEL LOTE.....	28
ELABORADO POR EL AUTOR .....	28
FIGURA 5. TRAYECTORIA SOLAR.....	28
<b>IDEAM</b> .....	29
CICLO ANUAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES METEOROLÓGICAS DE BUCARAMANGA.....	29
FIGURA 6. VARIABLES METEOROLÓGICAS.....	29
FIGURA 7. VARIACIONES .....	30
FIGURA 8. CLIMATOLOGÍA.....	31
TABLA 5. CLIMATOLOGÍA GENERAL.....	31
TABLA 6. ESTUDIANTES ACTIVOS SEGUNDO PERIODO 2019...;ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
FIGURA 10. DIAGRAMA DE FLUJO.....	33
FIGURA 11. DIAGNOSTICO LUMÍNICO .....	34
FIGURA 12. DIAGNOSTICO ACÚSTICO .....	35
FIGURA 14. PLANTA SALÓN 100 .....	39
FIGURA 15. AULA SALÓN 101 .....	40
FIGURA 16. AULA 201 .....	41
FIGURA 17. AUDITORIO .....	42
FIGURA 18. AULA 107 .....	43
FIGURA 19. AULA 203 .....	44
FIGURA 20. ANÁLISIS DIALUX.....	45
FIGURA 21. TIPO DE LUMINARIAS .....	46
FIGURA 22. FOTOGRAFÍA MOBILIARIO .....	47
FIGURA 23. FOTOGRAFÍA MOBILIARIO .....	48
FIGURA 24. AULA 107 .....	50
FIGURA 25. AULA 101 .....	51
FIGURA 26. AULA 201 .....	52
FIGURA 27. AULA 203 .....	53
FIGURA 28. SALÓN 100 LADO B .....	54
FIGURA 29. SALÓN 100 LADO A .....	55
FIGURA 30. AUDITORIO .....	56
FIGURA 31. COLORES FALSOS AULAS .....	57
FIGURA 32. AULA 107 .....	58
FIGURA 33. AULA 101 .....	59
FIGURA 34. AULA 201 .....	60
FIGURA 35. AULA 203 .....	61
FIGURA 36. SIMULACIÓN COLORES FALSOS .....	62
FIGURA 37. AUDITORIO .....	63
FIGURA 38. SALÓN 100 LADO B .....	64
FIGURA 39. SALÓN 100 LADO A .....	65
FIGURA 40.DOCENTES ACTIVOS .....	83
FIGURA 41 RENDER ILUMINACIÓN A.....	91
FIGURA 42 RENDER ILUMINACIÓN A.....	91

## 8.1 LISTA DE TABLAS

TABLA 1 COEFICIENTE ABSORCIÓN DEL SONIDO EN LOS MATERIALES .....	18
TABLA 2 NIVELES DE REFLEXIONES .....	20
TABLA 3 NIVELES DE ILUMINACIÓN RECOMENDADOS RETILAP .....	21
TABLA 4 NIVELES DE ILUMINACIÓN SEGÚN ACTIVIDAD DE RECINTO .....	23
TABLA 5 NIVELES ACEPTABLES DE APANTALLAMIENTO.....	24
TABLA 6 NIVELES DE ILUMINACION .....	25
TABLA 7 ESTUDIANTES ACTIVOS 2019.....	32
TABLA 8 ACTUAL LUMINARIA AULA 107 .....	50
TABLA 9 ACTUAL A LUMINARIA AULA 101 .....	51
TABLA 10 ACTUAL A LUMINARIA AULA 201 .....	52
TABLA 11 ACTUAL LUMINARIA AULA 203 .....	53
TABLA 12 ACTUAL LUMINARIA SALÓN 100 B .....	54
TABLA 13 ACTUAL LUMINARIA SALÓN 100ª.....	55
TABLA 14 ACTUAL LUMINARIA AUDITORIO .....	56
TABLA 15 PROPUESTA LUMINARIA 107 .....	58
TABLA 16 PROPUESTA LUMINARIA AULA 101 .....	59
TABLA 16 PROPUESTA LUMINARIA AULA 201 .....	60
TABLA 18 PROPUESTA LUMINARIA AULA 203 .....	61
TABLA 19 PROPUESTA LUMINARIA AUDITORIO .....	63
TABLA 20 PROPUESTA LUMINARIA SALÓN 100 LADO B.....	64
TABLA 21 PROPUESTA LUMINARIA SALÓN 100 LADO A .....	65
TABLA 22 COMPARATIVO.....	82