

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA EL  
EDIFICIO MAC GREGOR DE LA PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:**

HENRY LUIS LÓPEZ PÉREZ

**PROMOCIÓN  
2003 – I**

**LIMA – PERU  
2010**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA EL EDIFICIO MAC GREGOR  
DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la vida y todo lo que hoy tengo, a mi esposa y a mi hijo Juan Daniel, quienes han bregado conmigo en esta conclusión de mi carrera, a mis padres y hermanos, por brindarme educación, cariño y apoyo. A la Iglesia y a los hermanos, que me ayudaron tantas veces y me acogieron como a un hijo.

## **SUMARIO**

Este trabajo ha sido desarrollado teniendo como base los sustentos técnicos que se presentaron para el proyecto de iluminación del edificio Mac Gregor. Contiene un análisis detallado de la forma de calcular los parámetros para el diseño de un sistema de iluminación, según las indicaciones de normas nacionales y nuevas recomendaciones que ya se toman en cuenta en otros países, así como parte de la experiencia obtenida en una empresa dedicada durante muchos años a este ámbito.



## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>2</b>
<b>PROBLEMÁTICA DE LA ILUMINACIÓN DE UN EDIFICIO EDUCATIVO</b>	<b>2</b>
1.1. Estudios de iluminación y normativa	2
1.2. Ergonomía y efectos de la iluminación	3
1.3. Subjetividad y objetividad de la iluminación	4
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>6</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>6</b>
2.1. Definición de términos	6
2.1.1. Flujo luminoso	6
2.1.2. Intensidad luminosa (I)	6
2.1.3. Iluminancia (E)	6
2.1.4. Luminancia (L)	7
2.1.5. Plano de trabajo	7
2.1.6. Puesto de trabajo	7
2.1.7. Área de la tarea	7
2.1.8. Entorno inmediato	7
2.1.9. Reflectancia	8
2.2. Conceptos de iluminación	8
2.2.1. Iluminación directa	8
2.2.2. Iluminación indirecta	8
2.2.3. Iluminación general	8
2.2.4. Iluminancia media	8
2.2.5. Iluminación nominal	8
2.2.6. Factor de mantenimiento	8
2.2.7. Reflexiones de velo (deslumbramiento indirecto)	8
2.2.8. Superficie de cálculo	9

<b>CAPÍTULO III</b>	<b>10</b>
<b>MÉTODOS PARA EL CÁLCULO DE ILUMINACIÓN EN ESPACIOS INTERIORES</b>	<b>10</b>
3.1. Método según norma DGE-017 AI-1/1982 y utilizando software	10
3.1.1. Paso 1. Definir la tarea visual	10
3.1.2. Paso 2. Seleccionar la categoría de iluminación	11
3.1.3. Paso 3. Establecer el nivel de iluminación	11
3.1.4. Paso 4. Selección de luminarias	12
3.1.5. Paso 5. Comprobación según norma y mediante cálculos de iluminación.	12
3.1.6. Paso 6. Distribución de luminancias en el campo visual	15
3.1.7. Paso 7. Limitación del deslumbramiento directo	17
3.2. Conceptos y recomendaciones consideradas en otros países	23
3.2.1. Deslumbramiento	23
3.2.2. Deslumbramiento directo	24
3.2.3. Deslumbramiento indirecto	24
3.2.4. Métodos para calcular el deslumbramiento de una instalación	24
3.2.5. Método de la curva de Söllner y recomendaciones de la norma DIN 5035 y CIE	25
3.2.6. Método unificado del índice UGR	26
3.2.7. Recomendaciones de la IESNA para la iluminación de un complejo educativo	31
3.2.8. Iluminación de oficinas	35
3.2.9. Oficinas con pantallas de visualización de datos (PVD)	36
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>42</b>
<b>DESARROLLO DEL PROYECTO DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO MAC GREGOR</b>	<b>42</b>
4.1. Antecedentes	42
4.2. Descripción	42
4.3. Consideraciones iniciales	42
4.4. Análisis de áreas a iluminar	42
4.5. Diseño del sistema de iluminación para el Edificio A: Aula B de 41 Alumnos	44
4.6. Diseño del sistema de iluminación para el Edificio A: pasadizo principal	53
4.7. Diseño del sistema de iluminación para el Edificio A: Pasadizo corto	55
4.8. Diseño del sistema de iluminación para el Edificio B	56
4.9. Diseño del sistema de iluminación para el Edificio C	58
4.10. Aula de computación de 30 y 45 alumnos	59
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>63</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>65</b>

**BIBLIOGRAFÍA**

## INTRODUCCIÓN

Muchas veces, sin contar con un adecuado análisis, los cálculos de iluminación se presentan con referencias o planteamientos a través de planos o utilizando un software y considerando sólo la cantidad de “luxes” como único requisito, obviando en reiteradas ocasiones, las recomendaciones de las normas nacionales. En vista de ello, se eligió este tema tratando de ampliar los conocimientos sobre las nuevas tendencias y herramientas para realizar un estudio de iluminación. Por ejemplo, para un edificio educativo, es necesario realizar un análisis más profundo que es el que se detalla aquí y se utiliza para diseñar los sistemas de iluminación de los diferentes ambientes. Los métodos empleados están basados en la norma nacional, específicamente en la norma DGE-017-AI-1/1987, y haciendo uso de software de iluminación. Debido a la gran cantidad de áreas y con herramientas más potentes como las computadoras, se puede llegar a simular ambientes y calcular parámetros que antes a través de fórmulas hubiera resultado tedioso y tomado largas horas el realizarlo.

Las fuentes bibliográficas consultadas proporcionan sólo datos parciales de los métodos de cálculo. Se ha recopilado información de Internet y de catálogos de los mismos fabricantes, quienes dan pautas mínimas para elegir entre una luminaria y otra, pero no proporcionan un “método” el cual se quiere explicar en este trabajo.

Este informe no pretende ser único en cuanto a cumplimiento de normas, ya que se podría llegar a los mismos resultados por diferentes caminos, pero se ha tratado de aplicar los métodos utilizando software de cálculo, los cuales ofrecen no sólo valores numéricos sino que dejan al usuario percibir los efectos de un sistema de iluminación en un recinto.

## CAPÍTULO I

### PROBLEMÁTICA DE LA ILUMINACIÓN DE UN EDIFICIO EDUCATIVO

#### 1.1. Estudios de iluminación y normativa

En la normativa peruana se tiene dos normas principales que regulan la elaboración de proyectos de alumbrado de interiores: la Norma de Alumbrado de Interiores y Campos Deportivos DGE 017-AI-1/1982 [1] y la Norma Técnica EM.010 [2]; ésta última en su artículo 3º indica que en la elaboración de proyectos de instalaciones eléctricas interiores, los proyectistas están obligados a realizar cálculos de iluminación en locales tales como: comerciales, oficinas, museos, etc. y afines; luego explica los niveles de iluminación para cada recinto, pero no indica dónde se deben tomar estos valores ni qué método seguir. La norma DGE 017-AI-1/1982 uniformiza los criterios en la elaboración de proyectos; por tanto, se puede decir que se complementan al momento de presentar un estudio de iluminación para un proyecto de instalaciones eléctricas interiores. La dificultad viene cuando se quiere tener una referencia para iniciar un cálculo de iluminación. Por ejemplo, para centros de enseñanza, la Tabla V de la DGE-017 indica que para “salones de clase” la categoría de iluminación es “D” que va a comprender valores de iluminancia de 200 a 500 lx dependiendo de varios factores: reflectancia de las superficies, edad de los ocupantes y precisión en la realización de la tarea dentro del recinto, indica además que este valor se mide en el área donde se realice la tarea. Así mismo, la EM.010 indica en su tabla principal, que para “centros de enseñanza” la iluminancia en salones de clase debe ser de 500 lx en servicio y no agrega nada más. Entonces podrían formularse las siguientes preguntas: ¿a cuál norma seguir?, ¿es suficiente la información que se brinda para desarrollar un estudio de iluminación óptimo?, ¿cómo realizar estos cálculos que exigen las normas?, ¿son suficientes los parámetros que se toman en cuenta para realizar un estudio adecuado? Estas preguntas quedarán abiertas para realizar en este trabajo un análisis y llegar posteriormente a una conclusión.

## 1.2. Ergonomía y efectos de la iluminación

En los últimos años se ha tocado mucho el tema de la ergonomía en los centros de trabajo, así, muchas leyes han variado en distintos países para ajustarse a límites y parámetros ergonómicos. La iluminación en general y particularmente la iluminación artificial, son parte importante cuando se habla de ergonomía. Según F. Llanea en su manual: Ergonomía y psicología aplicada [3], la actividad laboral para que pueda desarrollarse de forma eficaz, necesita que la luz y la visión se complementen, ya que se considera que el 50% de la información sensorial que se recibe, es de tipo visual. Un sistema de iluminación ergonómico tiene por objeto:

- Ayudar al máximo a la percepción de las informaciones visuales.
- Dar un nivel adecuado para la buena ejecución de las tareas.
- Procurar un grado aceptable de confort visual. Ello implica que no exista un contraste excesivo en el entorno de la tarea a realizar.

De no cumplir con estas indicaciones, ¿qué consecuencias puede haber?, F. Llanea detalla algunas de ellas en la Tabla N° 1.1

Tabla N° 1.1 Efectos de la mala iluminación

Trastornos	Problemas y síntomas
<p><b>Fatiga visual</b> Músculos internos y externos. Sistema nervioso. La fatiga visual acumulada durante el día, no se recupera totalmente por la noche, en ocasiones son necesarios varios días.</p>	<p>Ojos rojos. Lagrimo. Visión doble. Dolor de cabeza. Visión borrosa. Pesadez de los párpados. Sequedad de ojos. Debilitamiento de la agudeza visual</p>
<p><b>Deslumbramiento</b> Diferencia entre luminancias, la luz que llega al ojo supera el nivel de ajuste de la retina.</p>	<p>El deslumbramiento es reversible, pero sus problemas pueden causar errores. Aumenta las exigencias de los músculos oculares y contribuye a la fatiga visual.</p>

De forma análoga, la Universidad Nacional de Tucumán en la página del departamento de Luminotecnia [4], afirma que la falta de confort visual puede dar origen a una variedad de síntomas: enrojecimiento (en los ojos), inflamación, irritación, lagrimo y hormigueo; dolores de cabeza y migraña; problemas gastrointestinales; dolores y molestias

relacionadas con una mala postura (producida al tratar de evitar el deslumbramiento), etc. Y por otro lado el Dr. Alan Smith del Instituto de Salud ocupacional de la Universidad de Birmingham [5] recomienda que los oftalmólogos deberían tener un conocimiento de iluminación, incluyendo las características de las fuentes de iluminación y las técnicas recomendadas en ejemplos de buenas prácticas. Esto ayudaría a dar un correcto diagnóstico de los problemas experimentados por sus pacientes y también a hacer recomendaciones más apropiadas. Por tanto se demuestra el interés creciente en proveer de buena iluminación entrando ya a relacionar los problemas de una mala iluminación con problemas de salud a largo plazo.

Estas consideraciones que son principalmente para centros laborales van en acorde a lo que se indica para un centro de enseñanza, ya que en ellos a parte de ejercerse una labor de parte del profesor, los alumnos pasan muchas horas en concentración visual, por esto la publicación alemana de iluminación Fördergemeinschaft Gutes Licht (FGL) en su revista N°2 [6] indica que el 80% de la percepción sensorial que se recibe es visual, o sea un 30% más que en el caso laboral. Además indica que cuando existe mucha o poca luz, brillo o colores distorsionados estos impactan en nuestra percepción, distraen nuestra atención y causan fatiga visual. Así, en todas partes del mundo una buena y apropiada iluminación es el primer requerimiento para hacernos ver claramente, disfrutar de comodidad, realizar trabajos concentrados libres de fatiga y a la vez interpretar información importante y de nuestros alrededores correctamente.

La importancia de una buena iluminación hará que las tareas se desempeñen en forma correcta, para ello en un edificio educativo es necesario planificar bien el diseño de iluminación. En los capítulos siguientes se desarrollará el caso del Edificio Mac Gregor, un edificio dentro de la Universidad Católica que servirá para llevar cursos de post grado, en el cual se desarrollará el proyecto de iluminación de algunos ambientes, considerando donde sea necesario un análisis de deslumbramiento, luminancias y niveles de iluminación, agregando lo indicado por normas de otros países, principalmente de la unión europea.

### **1.3. Subjetividad y objetividad de la iluminación**

En muchas ramas de la ingeniería se hace uso exclusivo de las matemáticas; en la iluminación, en cambio, interviene mucho la fisiología y conceptos artísticos [7], ya que la iluminación es en parte subjetiva. Con el arte, las propuestas de iluminación dejan de ajustarse a parámetros fijos tomados de acuerdo a las normas, debido a que consideran mucho los conceptos personales motivados por la percepción. La iluminación debe, en principio, cumplir su función básica que es proporcionar seguridad al hombre para evaluar posibles peligros, conocer el entorno y poder orientarse. El conocimiento o ausencia de

dichas informaciones determinan el bienestar y el comportamiento, causan tensión en situaciones peligrosas, pero a su vez proporcionan tranquilidad de estar en un ambiente conocido y seguro [8].

Las normas exigen ciertos requerimientos basados en la cuantificación de estos conocimientos, en la experiencia y en estudios estadísticos realizados a o largo de los años; al ser la iluminación un concepto subjetivo, va a depender mucho del consenso de opiniones y éste varía a través del tiempo. Por ejemplo, las evaluaciones realizadas por la CIE (Commission internationale de l'éclairage) sobre colorimetría en los años 60 de cómo indicar que un color llamado, por ejemplo azul, es verdaderamente azul, está basado en estadísticas de un grupo de observadores que bajo ciertas condiciones (instrumentos de medida, adaptación del ojo del observador) dieron su opinión comparando colores, lo que se denominó procedimiento de igualdad [9]. Pero, actualmente, con el uso tan extensivo de las pantallas de ordenadores, pantallas de TV, etc. la percepción de los observadores en nuestros tiempos podría haber cambiado, y si se volviera a comparar quizá darían otros resultados.

Para el diseño del sistema de iluminación propuesto en los capítulos siguientes, se ha considerado varios conceptos subjetivos principalmente en zonas de menor exigencia de las normas.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Definición de términos

##### 2.1.1. Flujo luminoso

Energía que irradia una fuente de luz medida de acuerdo a la sensación luminosa que produce en el ojo humano, se le representa con la letra griega  $\Phi$ . Su unidad de medida es el Lumen (Lm).

##### 2.1.2. Intensidad luminosa (I)

Se define como el flujo luminoso de una fuente puntual emitida en una dirección dada y contenida en un ángulo sólido. Su unidad es la Cándela (cd).

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \quad (2.1)$$

Donde:

I: Intensidad luminosa

$\Phi$ : Flujo luminoso de la fuente de luz (lm)

$\omega$ : Ángulo sólido medido en estereorradianes (sr)

Además dentro de este mismo concepto se puede definir la Candela (cd) que es el flujo luminoso que emite una fuente puntual de 1 lumen en un ángulo sólido de 1 Estereorradián.

$$1\text{Cd} = \frac{1\text{Lm}}{1\text{Sr}} \quad (2.2)$$

##### 2.1.3. Iluminancia (E)

Es la relación que existe entre el flujo luminoso que cae sobre una superficie y el área de la misma. Su unidad de medida es el Lux (lx).

$$E = \frac{\Phi}{S} \quad (2.3)$$

E: Iluminancia (lx)

$\Phi$ : Flujo luminoso de la fuente de luz (lm)

S: Área de la superficie ( $\text{m}^2$ )

#### 2.1.4. Luminancia (L)

En una determinada dirección, la luminancia es la relación que existe entre la intensidad luminosa y una superficie vista por un observador situado en la misma dirección (Fig. N° 2.1). Su unidad es la candela por metro cuadrado ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ).

$$L = \frac{I}{S \cos \alpha} \quad (2.4)$$

Donde:

L: Luminancia ( $\text{cd}/\text{m}^2$ )

I: Intensidad luminosa (cd)

Scos $\alpha$ : Superficie proyectada ( $\text{m}^2$ )

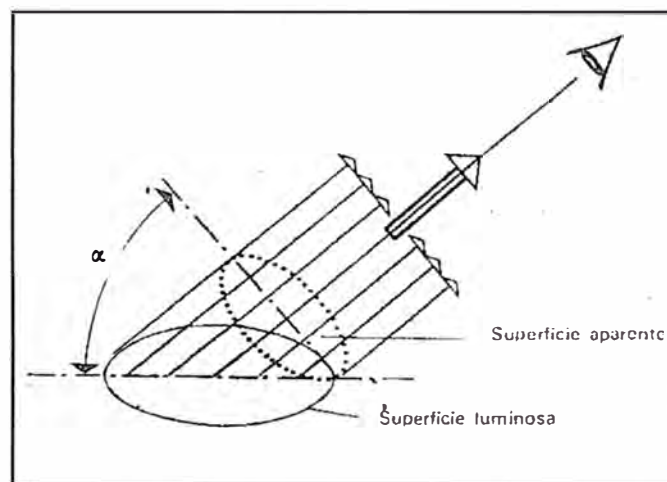


Fig. N° 2.1: Luminancia y superficie proyectada

#### 2.1.5. Plano de trabajo

Según la norma DGE-017-AI-1/1982, es el plano en el cual generalmente se realiza el trabajo y en el cual se especifica y mide la iluminación. En iluminación interior y, a menos que se especifique otra cosa, este plano se considera horizontal y a 0.85m limitada por las paredes del recinto.

#### 2.1.6. Puesto de trabajo

Es el lugar en el cual se realiza una actividad incluyendo el área adyacente que lo rodea, para efectos de cálculo se le considera como superficie de trabajo.

#### 2.1.7. Área de la tarea

También se le conoce como área de trabajo y es el área parcial del puesto de trabajo donde está situada la tarea visual.

#### 2.1.8. Entorno inmediato

Zona de aproximadamente 0.5m de ancho que circunda el área de la tarea.

### **2.1.9. Reflectancia**

También conocido como grado de reflexión o factor de reflexión. Es la relación que existe entre el flujo luminoso reflejado y el flujo incidente. Este valor indica que parte del flujo luminoso que llega a una superficie será reflejado por la misma.

## **2.2. Conceptos de iluminación**

### **2.2.1. Iluminación directa**

Es aquella iluminación en la cual casi todo el flujo luminoso (90% al 100%) se dirige hacia la superficie que se quiere iluminar. Este tipo de iluminación produce sombras y aumenta la probabilidad de deslumbramiento. La ventaja es producir una iluminación muy alta en los planos horizontales.

### **2.2.2. Iluminación indirecta**

Es aquella iluminación en la cual la fuente luminosa se dirige casi totalmente hacia arriba (entre el 90% y el 100%) quedando oculto a los ojos del observador y produciendo la eliminación de sombras. Posee la ventaja de iluminar uniformemente el espacio.

### **2.2.3. Iluminación general**

Es aquella iluminación que se calcula sin considerar las particulares exigencias de la tarea a realizarse dentro de ella.

### **2.2.4. Iluminancia media**

Es el promedio aritmético de los valores de iluminación en un recinto o en una zona de un recinto.

### **2.2.5. Iluminación nominal**

Es el valor nominal de la iluminancia media en un recinto con muebles o en una zona de un recinto amoblado destinado a una actividad determinada. La iluminación nominal está referida generalmente al plano de trabajo en el cual estén ubicados los objetos visuales principales.

### **2.2.6. Factor de mantenimiento**

Es la relación de la iluminancia de una instalación después de un periodo de tiempo respecto al valor que tenía cuando la instalación estaba nueva.

### **2.2.7. Reflexiones de velo (deslumbramiento indirecto)**

A la luz reflejada de la superficie de trabajo, la cual parcialmente o totalmente bloquea la visión de los detalles por reducción de contrastes, se le conoce como reflexión de velo. Cuando el plano posee superficies especulares, tales como fotografías de una revista en una superficie brillante, las reflexiones de velo pueden ser un problema para la visión [10].

### **2.2.8. Superficie de cálculo**

Es un área en la cual la iluminancia puede “ser medida” sin afectar la distribución de luz existente. Se exhibe como una superficie transparente en la cual se calcula la iluminancia perpendicular al plano recibido y puede ser plana, cilíndrica o semicilíndrica [11].

## CAPÍTULO III

### MÉTODOS PARA EL CÁLCULO DE ILUMINACIÓN EN ESPACIOS INTERIORES

#### 3.1. Método según norma DGE-017 AI-1/1982 y utilizando software

La norma DGE-017 AI-1/1982 estipula unos pasos para elaborar proyectos de alumbrado interior y según ellos se desarrollarán los cálculos para las aulas, además de incluir el uso de diferentes softwares.

##### 3.1.1. Paso 1. Definir la tarea visual

Se determina la tarea visual según la Tabla N° 3.1, el tipo de actividad a realizarse va a depender del uso cotidiano que se le dé al recinto. Para un complejo educativo, las actividades principales serán leer (la pizarra y sobre la carpeta) y escribir, además si en él se utilizan computadoras habrá que considerar la influencia de las pantallas y el uso del teclado.

Tabla N° 3.1 Categorías de iluminación para tipos genéricos de actividades interiores

Tipo de Actividad	Categoría de Iluminación	Iluminación Nominal lx
Espacios públicos con alrededores oscuros.	A	20 – 30 – 50
Simple orientación para visitas cortas temporales	B	50 – 75 – 100
Recintos de trabajo donde las tareas visuales sólo ocasionalmente.	C	100 – 150 – 200
Realización de tareas visuales de gran contraste o gran tamaño.	D	200 – 300 – 500
Realización de tareas visuales de contraste medio o pequeño tamaño.	E	500 – 750 – 1000
Realización de tareas visuales de bajo contraste muy pequeño tamaño.	F	1000 – 1500 – 2000
Realización de tareas visuales de bajo contraste o muy pequeño tamaño a través de un prolongado periodo.	G	2000 – 3000 – 5000
Realización de tareas visuales muy prolongadas y exactas.	H	5000 – 7500 - 10000

### 3.1.2. Paso 2. Seleccionar la categoría de iluminación

Se busca en la Tabla N° 3.2 el tipo de recinto o actividad que coincida o que se aproxime al que se va a diseñar. Para centros de enseñanza como salones de clase o auditorios la categoría dada es "D".

Tabla N° 3.2 Valores de iluminación nominal recomendable para interiores en general

1	2	3	4	5	6
Tipo de recinto o actividad	Categoría de iluminación	Cólor de luz	Grado de reproducción del color	Limitación del deslumbramiento	Observaciones
- Rampas de carga. - Dispositivos o fajas automáticas de transporte en las proximidades desde las áreas de circulación	B B	bc, bu	3 3	3 3	
<b>OFICINAS Y RECINTOS SIMILARES</b> - Oficinas con luz de día orientado a los puestos de trabajo que están en la proximidad directa de la ventana solamente. - Oficinas - Dibujo técnico. - Salas de asambleas y conferencias. - Salas de recepción. - Recintos usados por el público. - Salas para procesamiento de datos.	D E E D B D E	bc, bu	2 2 2 2 2 2 2	1 1 1 1 1 1 1	Alumbrado general localizado, al menos 0.8 en puestos de trabajo. Se permite alumbrado localizado Es referida a un tablero de dibujo a 75° con la horizontal, a una altura de 1.2m en el punto central
<b>CENTROS DE ENSEÑANZA</b> - Salón de clase, auditorios - Laboratorios, bibliotecas, salas de lectura, salas de exposiciones.	D E	bc, bu, bd	2 2	1 1	

### 3.1.3. Paso 3. Establecer el nivel de iluminación

Se determina los factores de ponderación en las Tablas N° 3.3 y 3.4. Para este paso se tendrá en cuenta el grado de reflexión de las superficies sobre las que se realiza la tarea y la edad de los ocupantes.

Tabla N° 3.3 Factores de ponderación para categorías "A" hasta "C"

Características del Recinto y Ocupantes	Factor de Ponderación		
	-1	0	+1
Edad de los ocupantes en años	Menor de 40	40 a 55	Mayor de 55
Grados de Reflexión de las superficies del recinto. (*)	Mayor de 70%	De 30 a 70%	Menor de 30%

Tabla N° 3.4 Factores de ponderación para categorías “D” hasta “H”

Características de la Tarea y del Trabajo	Factor de Ponderación		
	-1	0	+1
Edad de los trabajadores en años	Menor de 40	40 a 55	Mayor de 55
Velocidad y/o Precisión	No importante	Importante	Critico
Grados de Reflexión sobre la superficie en la que se realiza la tarea.	Mayor de 70%	De 30 a 70%	Menor de 30%

(\*) Promedio de los grados de reflexión de las superficies involucradas que puede incluir la reflexión de las paredes, el piso y el techo.

De aquí, siguiendo lo indicado en la norma, se obtiene el factor de ponderación el cual, en la Tabla N° 3.1, determinará cual de los tres valores se debe tomar como iluminación nominal.

#### 3.1.4. Paso 4. Selección de luminarias

Los pasos que se indican a partir de este punto no figuran en la norma como tal, pero tomando referencias de ella, conviene ordenarlo de esta manera para determinar la luminaria correcta. Utilizando un catálogo de fabricantes se puede elegir luminarias ya diseñadas para cada tipo de local. Para el caso de ambientes de estudio se debe tener presente la iluminación horizontal en los puestos de trabajo y el control de la iluminación vertical en las superficies alejadas como la pizarra o en paredes adyacentes. Es importante añadir que las luminarias elegidas deben tener características comerciales de nuestro país como son los tipos de lámparas y balastos, para luego poder hacer un fácil mantenimiento.

#### 3.1.5. Paso 5. Comprobación según norma y mediante cálculos de iluminación.

Según los requerimientos indicados en los pasos 2 y 3 se tiene como principales parámetros:

- Nivel de iluminación en Lx.
- Limitación del deslumbramiento directo.

Utilizando un Software de cálculo se construye el local según sus dimensiones y se distribuye los muebles si los hubiera, así mismo es importante agregar la mayor cantidad de detalles tales como puertas, ventanas, superficies de paredes, techos y pisos (si se contara con estos datos) para realizar un cálculo lo más aproximado a la realidad. Como datos de entrada deben considerarse también los siguientes parámetros:

### a) Factor de mantenimiento

De la Tabla N° 3.5, si se conoce el tipo de actividad a realizarse entonces puede determinarse el factor de mantenimiento según el grado de ensuciamiento del recinto. Si se desconociera este grado se asume el valor de 0.8 según lo que se indica en el punto 5.4 de la norma DGE-017.

Tabla N° 3.5 Reducción de la iluminación y factores de mantenimiento

Reducción de la iluminación debido al ensuciamiento y edad de las lámparas, luminarias y recintos	Factor de Mantenimiento $F_m$
Alto	0.8
Medio	0.7
Bajo	0.6

### b) Planos y superficies de trabajo

Para los recintos interiores se considera normalmente una altura del plano de trabajo o superficies de trabajo horizontales a 0.85m del piso. Para áreas de circulación, la norma recomienda el plano útil a una altura de 0.2m del piso en una línea central. Ya que el parámetro que se tiene como premisa, "iluminación nominal", está referido a la iluminancia media de un recinto amoblado o una zona de él, este valor corresponderá no a todo el local sino a una parte, que será la zona donde se realice la tarea. Por tanto las alturas del plano útil o superficie de trabajo dependerán en casos especiales de la geometría en donde se realice la actividad. Para el caso de un recinto educativo, se considerará una superficie de trabajo en una carpeta representativa y su entorno adyacente, ya que todo el esfuerzo visual se realizará sobre ellas. En la Fig. N° 3.1 se muestra con colores las superficies de trabajo para carpetas. La superficie roja representa el área de trabajo y la superficie semi transparente representa el área adyacente a ella.

Para el caso de la pizarra, el esfuerzo visual estará concentrado en un plano vertical que los ocupantes observarán; por tanto, se considerará para el cálculo una superficie de dimensiones similares a la pizarra y superpuesta a ella, según lo indica la Fig. N° 3.2 (nótese la superficie verde paralela a la pizarra y la dirección de cálculo indicado con una flecha de color que apunta hacia ella). Este cálculo se hará en forma vertical a la superficie.



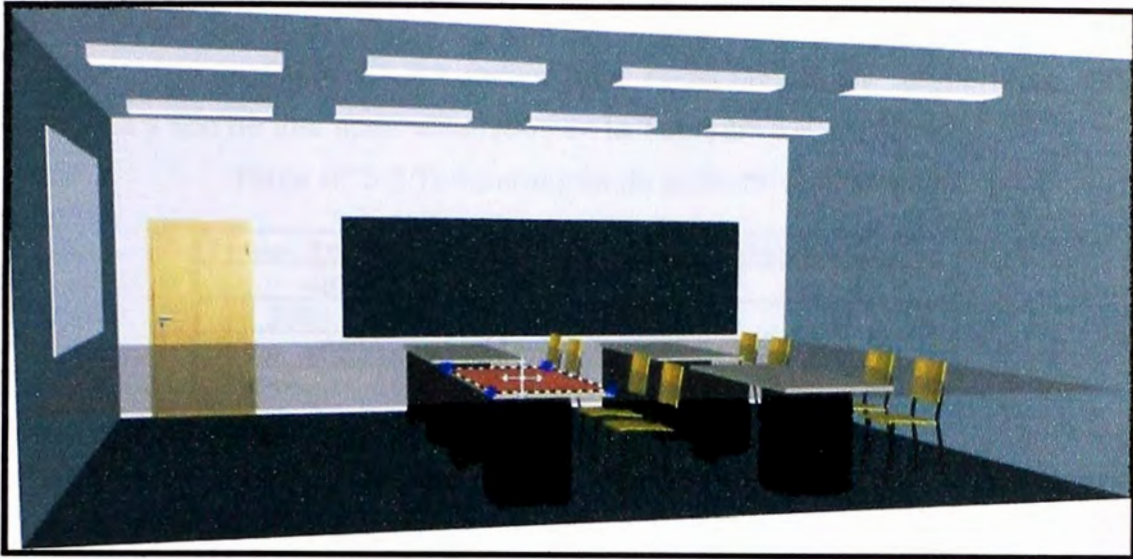


Fig. Nº 3.1 Superficies de trabajo para un aula de clases.

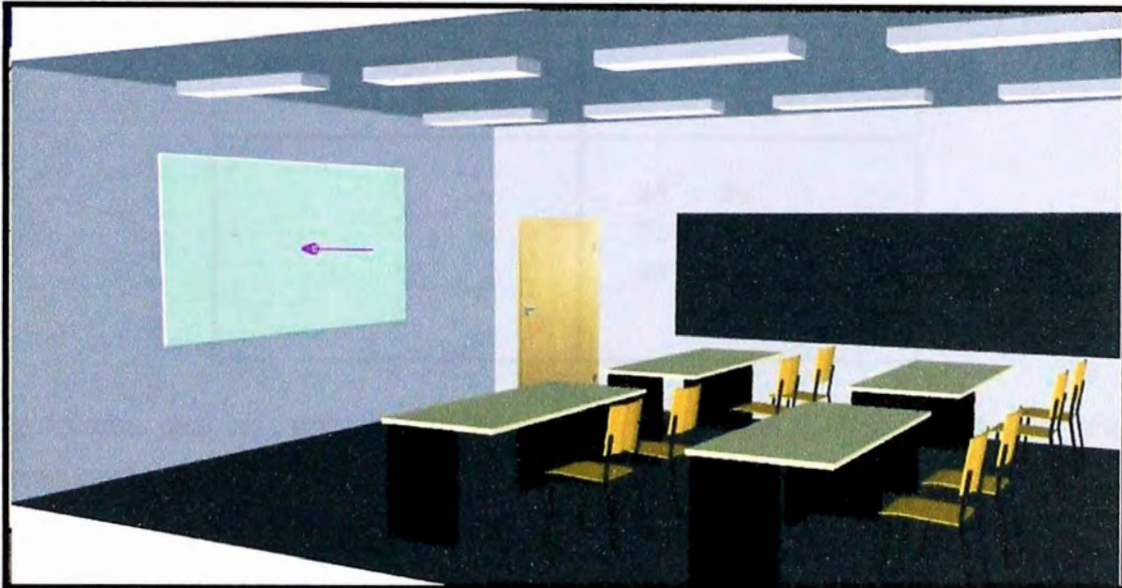


Fig. Nº 3.2 Superficies de cálculo en la pizarra

### c) Ubicación de luminarias

Muchos recintos educativos nuevos vienen modulados con baldosas en falso cielo raso, deberá considerarse entonces, para la separación de luminarias y su respectiva ubicación, la división del techo según los diferentes tipos de baldosas. La cantidad de luminarias a elegir se determinará según los niveles de iluminación exigidos en el paso 2.

### d) Elección del tipo de lámpara

Para la elección de la lámpara adecuada, la norma indica que se cumpla con los parámetros siguientes:

- Color de la luz.

La columna 3 de la Tabla N° 3.2 indica para cada recinto, la temperatura de color recomendada y son de tres tipos resumidos en la Tabla N° 3.6:

Tabla N° 3.6 Temperaturas de color de lámparas

Temp. de color (°K)	Color de luz	Denominación
<3300	Blanco cálido	bc
3300 - 5000	Blanco neutro	bn
>5000	Blanco luz del día	bd

- Reproducción del color.

La Tabla N° 3.7 indicará los diferentes grados de reproducción de color que luego la columna 4 de la Tabla N° 3.2 dará como recomendación para cada caso.

Tabla N° 3.7 Grados de reproducción de color

Grado de reproducción del color	Rango de $R_a$
1	$85 \leq R_a$
2	$70 \leq R_a < 85$
3	$40 \leq R_a < 70$
4	$R_a < 40$

Debe notarse que al cambiar una lámpara de la misma potencia pero con diferente temperatura de color y/o reproducción de color, variará en algunos casos el flujo luminoso emitido.

### 3.1.6. Paso 6. Distribución de luminancias en el campo visual

Se debe analizar la luminancia de cada superficie de acuerdo al grado de reflexión y la iluminancia calculada según la fórmula:

$$L = \frac{\rho}{\pi} E \quad (3.1)$$

Donde:

L: Luminancia en Cd/m<sup>2</sup>.

$\rho$ : Grado de reflexión de la superficie.

E: Iluminación en lx sobre la superficie que tiene un grado de reflexión.

Existen tres consideraciones principales para realizar una correcta distribución de luminancias en el campo visual que se puede resumir en la Tabla N° 3.8.

Tabla N° 3.8 Relaciones de luminancias e iluminancias

Relaciones de luminancias e iluminancias	Luminancias		Iluminancias (horizontal)
	Superficie de trabajo / alrededores	Superficie de trabajo / Superficies alejadas	Valor mínimo / Valor Medio
<b>Valor límite</b>	<3	<10	>0.66

Para las reflectancias pueden ser de ayuda la Tabla N° 3.9 [12] y la Tabla N° 3.10 [13].

Tabla N° 3.9 Grados de reflexión de varias superficies I

Color	Ref. %	Material	Ref. %
Blanco	70-75	Revoque claro	35-55
Crema claro	70-80	Revoque oscuro	20-30
Amarillo claro	50-70	Hormigón claro	30-50
Verde claro	45-70	Hormigón oscuro	15-25
Gris claro	45-70	Ladrillo claro	30-40
Celeste claro	50-70	Ladrillo oscuro	15-25
Rosa claro	45-70	Marmol blanco	60-70
Marrón claro	30-50	Granito	15-25
Negro	4-6	Madera clara	30-50
Gris oscuro	10-20	Madera oscura	10-25
Amarillo oscuro	40-50	Vidrio plateado	80-90
Verde oscuro	10-20	Aluminio mate	55-60
Azul oscuro	10-20	Aluminio pulido	80-90
Rojo oscuro	10-20	Acero pulido	55-65

Tabla N° 3.10 Grados de reflexión de varias superficies II

Material	Factor de reflexión $\rho$
<b>Superficies pintadas. Colores medios.</b>	
Amarillo .....	0,50
Beige .....	0,45
Marrón .....	0,25
Rojo .....	0,20
Verde .....	0,30
Azul .....	0,20
Gris .....	0,35
Blanco .....	0,70
Negro .....	0,04
<b>Vidrios</b>	
Opaco negro .....	0,5
Opaco blanco .....	0,75...0,80
Transparente claro (de 2 a 4 mm) .....	0,08
Mate al exterior } (de 1,5 a 3 mm) .....	0,07...0,20
Mate al interior } .....	0,06...0,16
Opal blanco } (de 2 a 3 mm) .....	0,30...0,55
Opal rojo } .....	0,04...0,05
Opal naranja } .....	0,05...0,08
Opal amarillo } .....	0,25...0,30
Opal verde } .....	0,08...0,10
Opal azul } .....	0,08...0,10
<b>Otros materiales</b>	
Papel blanco .....	0,60...0,80
Papel apergaminado .....	0,50
Pergamino .....	0,48
Seda blanca .....	0,28...0,38
Seda de color .....	0,20...0,10

### 3.1.7. Paso 7. Limitación del deslumbramiento directo

Para este análisis se debe primero calcular la curva de limitación de deslumbramiento para el rango de  $45^\circ$  a  $85^\circ$  ubicando el tipo y disposición de luminarias, el ángulo de apantallamiento, la clase de limitación del deslumbramiento y la iluminación nominal. Este análisis sólo sirve para instalaciones donde las luminarias estén dispuestas individualmente y en serie y para un solo tipo de luminaria.

#### a) Clase de calidad de limitación del deslumbramiento

Existen 3 clases de calidad las cuales se definen en la columna 5 de la Tabla N° 3.2 y para este punto ya debería conocerse su requerimiento según:

Clase de calidad 1 – Requerimientos altos

Clase de calidad 2 – Requerimientos medios

Clase de calidad 3 – Requerimientos bajos

### b) Tipo y disposición de luminarias

Las luminarias se clasifican en dos tipos a los cuales corresponde una curva de limitación del deslumbramiento típica que se les denomina como tipo "A" y tipo "B". Las curvas de tipo A (Fig. N° 3.3) serán válidas para todas las luminarias lineales que no tengan emisión de luz lateralmente y para todas aquellas alargadas pero instaladas paralelas a la dirección de la visión. Las curvas de tipo B (Fig. N° 3.4) serán válidas para luminarias no lineales con laterales luminosos vistos desde cualquier lado y para luminarias alargadas con laterales luminosos vistas de forma perpendicular. Se consideran aquí también las luminarias con lámparas desnudas dispuestas en forma perpendicular a la visión.

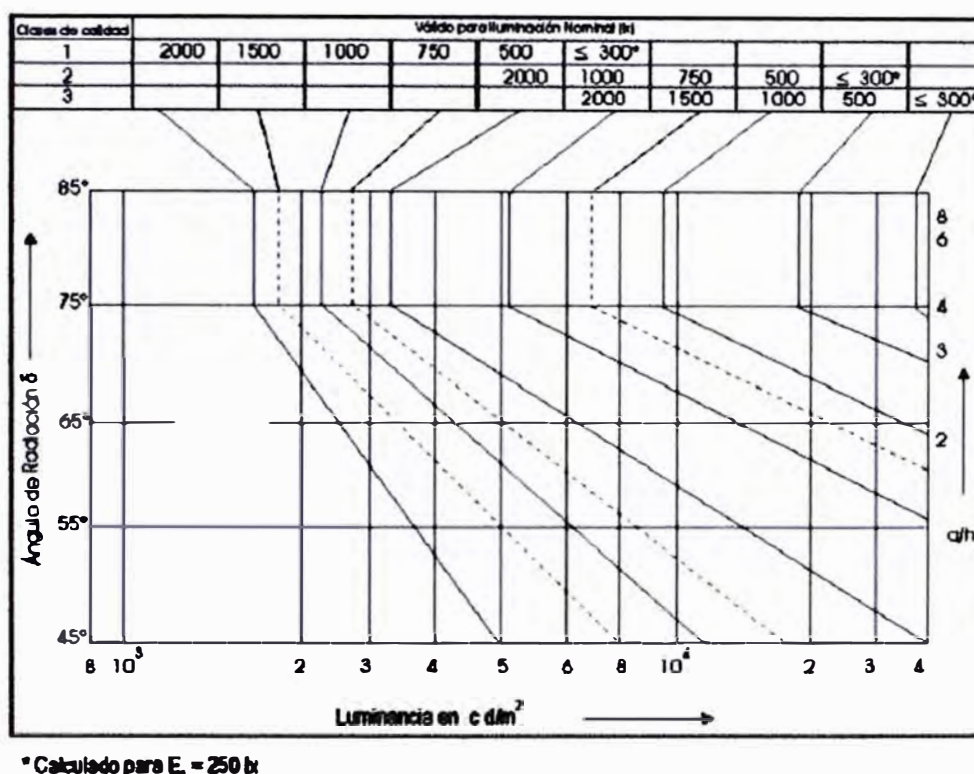


Fig. N° 3.3 Curva tipo "A"

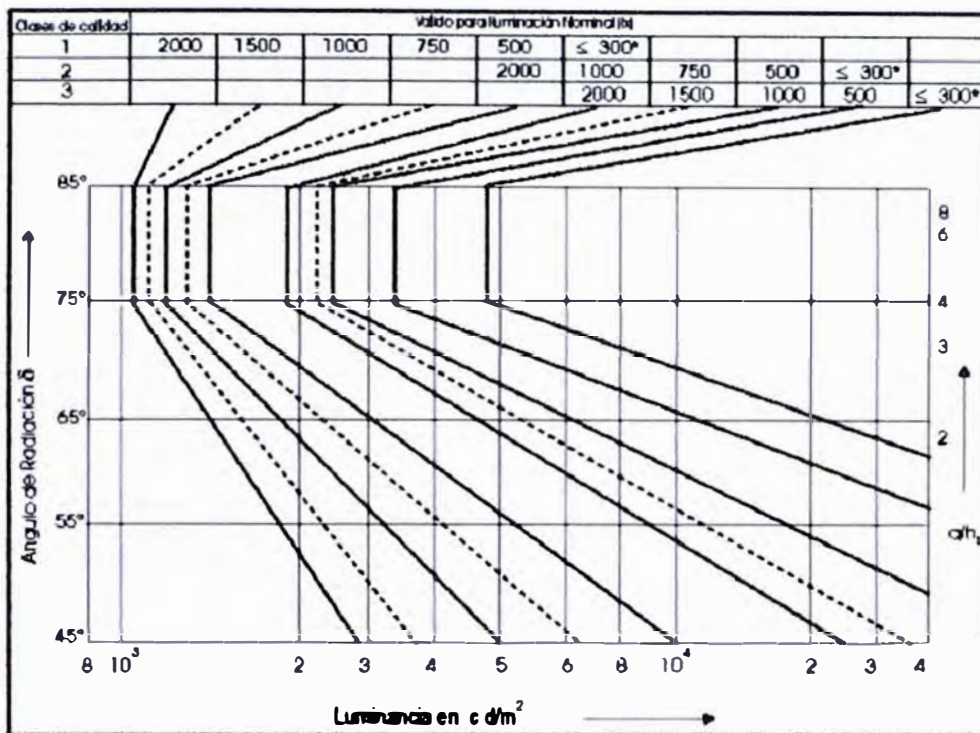
Una luminaria es considerada lineal o alargada si la relación del lado más corto al lado más largo de su superficie horizontal de emisión de luz es menor o igual a 0.5.

Se considera a las luminarias con laterales luminosos cuando las partes laterales tienen una altura mayor a 30mm. Las curvas de limitación de deslumbramiento poseen una escala de índices de deslumbramiento representados por clases de calidad de acuerdo a cada exigencia.

Para cada tipo de curva de luminancia presente en el gráfico, se representa un equivalente en iluminancia del recinto, que tiene relación con las exigencias de la calidad



de deslumbramiento, es decir se va a tomar el nivel de iluminancia promedio que debería alcanzar el recinto al colocar dicho sistema de iluminación [14].



\* Calculado para  $E_n = 250 \text{ lx}$

Fig. N° 3.4 Curva tipo "B"

Se debe tener en consideración la orientación de las luminarias, para esto debe calcularse la distribución de luminancias en dos planos perpendiculares verticales ( $C0^\circ - C180^\circ$  y  $C90^\circ - C270^\circ$ ), esta distribución de luminancias se grafica en el diagrama dependiendo de la dirección de la visión hacia el plano de la luminaria que se está mirando según la Fig. N° 3.5.

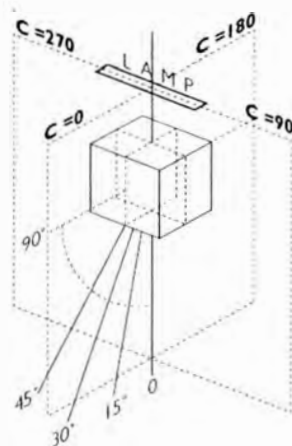


Fig. N° 3.5 Orientación de luminarias

En la actualidad existen diferentes softwares que calculan los gráficos de Söllner utilizando la fotometría de la luminaria, ya no se necesita calcular cada curva de luminancia porque viene indicado con sus ángulos de visión respectivos. Para saber si una luminaria cumple con la limitación del deslumbramiento se debe considerar el nivel de iluminancia del local y la relación  $a/hs$ . Esta relación se calcula considerando la Fig. N° 3.6, donde:

$h$ : 1.2m (persona sentada) o 1.55m (persona de pie)

$H$ : Altura hasta el techo o FCR

$a$ : Distancia del observador hacia la luminaria más alejada.

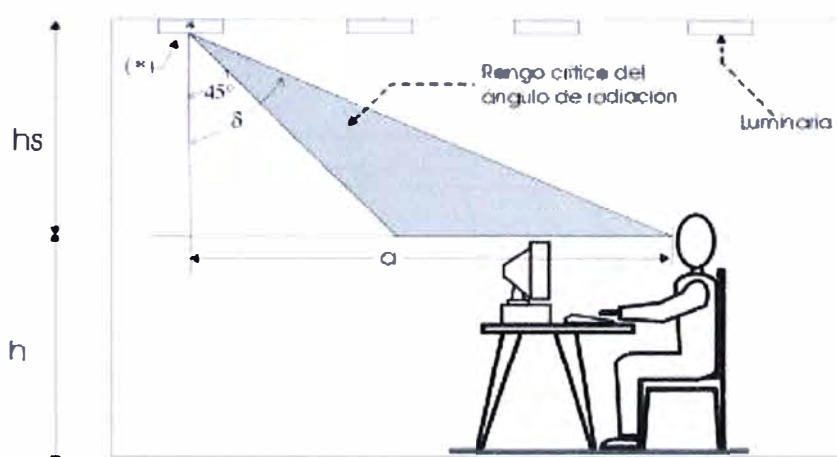


Fig. N° 3.6 Rango de radiación de una luminaria dentro del cual debe mantenerse la restricción de luminancia

Según los datos que se tenga para el recinto, se calcula la relación  $a/hs$  y se ubica en el lado derecho de la gráfica desde donde se trazará una línea horizontal que corte a todas las líneas del gráfico. Para saber si una instalación deslumbra o no, se considera la parte de las gráficas de luminancias que estén por debajo de la línea horizontal y donde dichas curvas no superen a las estándar de la gráfica de Söllner según el nivel de iluminación y la clase de calidad elegida. Gráficamente se entiende por “superar” a estar al lado derecho de las líneas estándar [15].

Como ejemplo se puede considerar la Fig. N° 3.7, que tiene una relación  $a/hs$  de valor igual a 2. Calculando la curva de limitación de luminancia para una luminaria elegida, se observa que dicha curva en el plano  $C0^\circ$  cumple con la clase de calidad A si la instalación tuviera 1000 lx, o 2000 lx si fuera de clase B, para niveles más bajos de iluminancias, la luminaria produciría deslumbramiento.

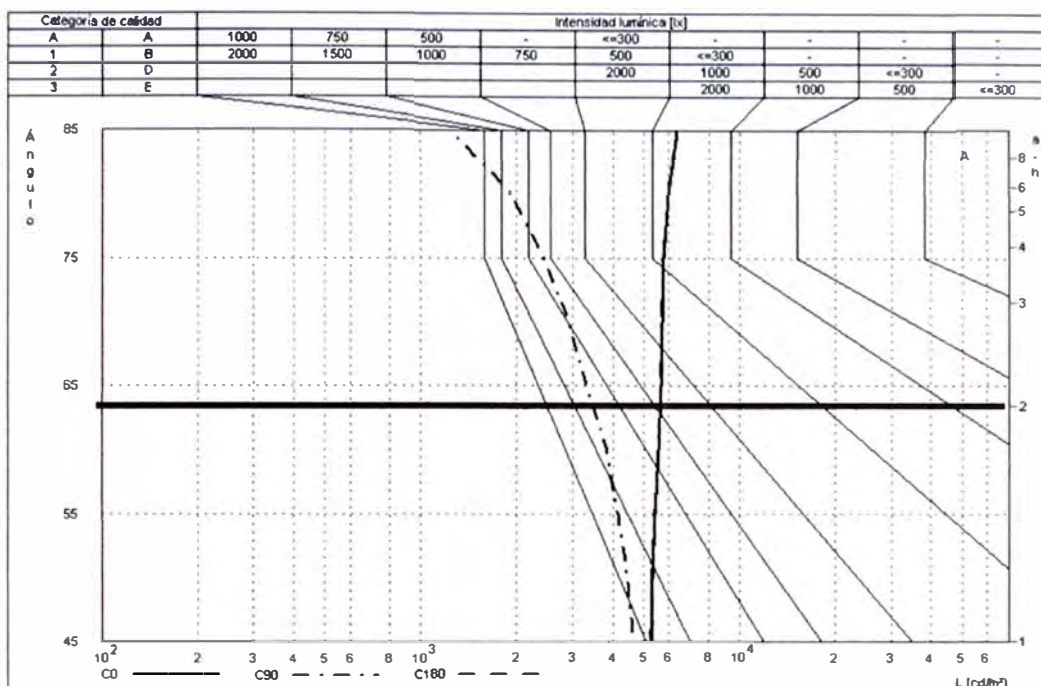


Fig. N° 3.7 Curva de luminancias para la luminaria AHR 2x36W TL utilizando Software

### c) Ángulo de apantallamiento

Para luminarias abiertas en la parte inferior o con cubiertas transparentes debe verificarse el ángulo de apantallamiento según la Tabla N° 3.10 debido a que, para ciertos ángulos, la lámpara es visible. Esto dependerá también de la clase de calidad de limitación de deslumbramiento que se obtuvo anteriormente.

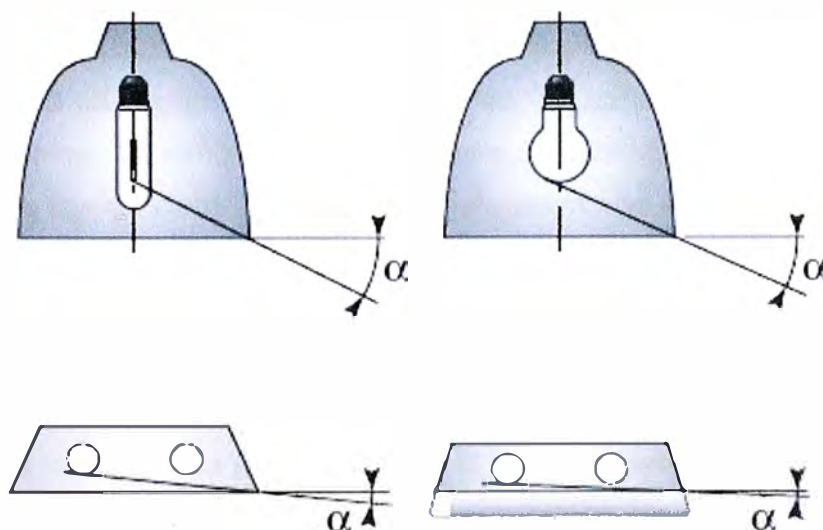
Lo que se tratará de hacer, es evaluar la luminancia de las fuentes luminosas (lámparas) para así limitar su efecto. Se sabe según datos estadísticos, que el deslumbramiento aparece a partir de las 5000 cd/m<sup>2</sup> y que no debe excederse en ningún caso de las 20000 cd/m<sup>2</sup>. El ángulo "α" es proporcional al apantallamiento, es decir a la distancia del borde inferior de la luminaria a la fuente origen de la luz; por tanto, a mayor magnitud de "α", mayor será el apantallamiento. Normalmente las lámparas fluorescentes tienen una luminancia debajo de los 20000 cd/m<sup>2</sup>, el grupo de fuentes que tienen luminancias mayores a 20000 cd/m<sup>2</sup> son del tipo de descarga o incandescentes. Este método se emplea generalmente para controlar el deslumbramiento de luminarias de alta potencia que se usan a menudo en zonas industriales y a grandes alturas [16].



Tabla N° 3.10 Ángulos mínimos de apantallamiento

Tipos de lámparas	Rango de luminancia media $\text{Cd/m}^2$	Angulo mínimo de apantallamiento " $\alpha$ "		
		Clase de calidad de limitación de deslumbramiento		
		1	2	3
Lámparas fluorescentes	$\bar{L} \leq 2 \times 10^4$	$10^\circ$	$0^\circ$	$0^\circ$
Lámparas de descarga de lata presión con tubos fluorescentes o de luz difusa. Lámparas de vapor de sodio de baja presión	$2 \times 10^4 < \bar{L} \leq 50 \times 10^4$	$15^\circ$	$5^\circ$	$0^\circ$
Lámparas de alta presión con tubos de vidrio transparente. Lámparas incandescentes con bulbos de vidrio transparente	$\bar{L} > 50 \times 10^4$	$30^\circ$	$15^\circ$	$10^\circ$

Si el ángulo de apantallamiento " $\alpha$ " es menor que el valor dado en la Tabla N° 3.10, la luminaria debe ser considerada como de radiación libre, esto es, que tiene que evaluarse la distribución de luminancia  $I(\delta)$  de lámpara a través de la curva B en el diagrama de Söllner. La Fig. N° 3.8 define el ángulo de apantallamiento y la Fig. N° 3.9 el ángulo ( $\delta$ ).

Fig. N° 3.8 Definición del ángulo alfa ( $\alpha$ ) de apantallamiento

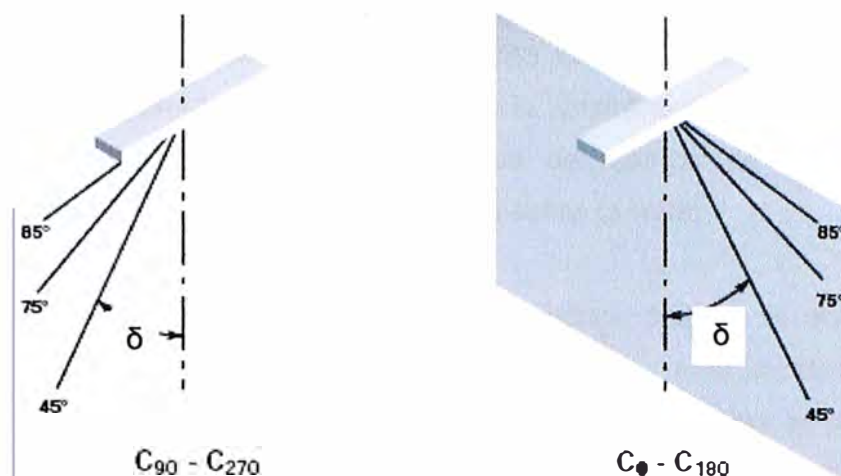


Fig. N° 3.9 Ángulo ( $\delta$ ), planos C y rango de radiación de luz.

### 3.2. Conceptos y recomendaciones consideradas en otros países

Muchos institutos dedicados a la iluminación toman consideraciones para diseñar un sistema de iluminación que no están contemplados dentro de la norma nacional, se detallará algunos de ellos, los que sirvan para el desarrollo de este proyecto.

#### 3.2.1. Deslumbramiento

Es la sensación producida en el ojo por la exagerada diferencia de luminancias en el campo visual, ésta afecta reduciendo la visibilidad, causando molestia o ambas cosas. Cuando se produce deslumbramiento, una reacción fotoquímica afecta a la retina insensibilizándola por un cierto tiempo, luego del cual vuelve a recuperarse. Los efectos que conlleva, pueden ser de tipo psicológico (molesto) o fisiológico (perturbador). En puestos de trabajo al interior es más común estar expuestos al deslumbramiento de tipo molesto ya que la causa son las luminarias o ventanas brillantes que producen en el observador una sensación de incomodidad; ésta tiende a aumentar con el paso del tiempo y dificulta la capacidad de trabajar. En el caso del deslumbramiento perturbador, que se da con más frecuencia en exteriores, provoca incapacidad momentánea al observador para la percepción visual, como por ejemplo la reducción de la percepción de formas y la capacidad para distinguir objetos debido a la luz que proviene de los faros de un auto que se aproxima durante la noche. Existen dos tipos de deslumbramiento dependiendo del origen de los mismos que a continuación se detallan.

### **3.2.2. Deslumbramiento directo**

Se produce cuando la fuente de luz, que generalmente es de alta luminancia, queda visible dentro del campo visual; cuanto mayor sea la fuente, la molestia será mucho mayor. Para evitar este efecto se suele apantallar la luminaria para que no sea visible la fuente o reducir el brillo de la misma. Alejarla del campo de visión también es recomendable ya que se reducirá su efecto directo sobre la vista.

### **3.2.3. Deslumbramiento indirecto**

Llamado también deslumbramiento reflejado. Se produce cuando el observador ve la reflexión de las lámparas sobre una superficie brillante, esto produce pérdida de contrastes que dificulta la visión; por ejemplo, la reflexión sobre hojas de papel brillante o en pantallas de computadoras que hará no distinguir caracteres en un texto escrito o en un monitor. Como en el caso anterior, la forma de evitar este tipo de deslumbramiento es reduciendo el factor de reflexión de las superficies reflectantes utilizando para ello acabados mate o cambiando el color de las superficies. Cambiar la posición de la fuente de luz también es muy favorable para disminuir este efecto, situándolo en un lugar tal que el ángulo de reflexión no incida sobre los ojos [8], [13], [14], [16], [17], [18], [19], [20].

### **3.2.4. Métodos para calcular el deslumbramiento de una instalación**

Ya que el deslumbramiento molesto se da principalmente en instalaciones interiores, se mostrarán los métodos para disminuir su efecto desde la etapa de planificación o proyecto. El grado de molestia, que a la larga produce fatiga, está ligado directamente a los niveles de luminancia de una fuente en relación con la luminancia general de la instalación, por tanto el análisis se concentrará en reducir estos niveles ya sea con el uso de la luminaria adecuada, con los tipos de materiales a utilizarse en las superficies del recinto y muebles, con la posición del observador y de la luminaria y finalmente considerando el uso adecuado del recinto para el cual se va a diseñar el sistema de iluminación.

En muchos países europeos y asiáticos se utiliza el método de la curva de luminancia también conocida como "Curvas de Söllner", con ella se determinaba si una luminaria podía ser utilizada en un espacio interior sin causar deslumbramiento molesto. En el Reino Unido, Bélgica y los países escandinavos se utilizaba un método diferente conocido como "Índice de deslumbramiento IES" y en Estados Unidos el llamado VCP (Visual Comfort Probability). En el Perú la norma DGE 017-AL-1/1982 utiliza el método de las curvas de Söllner.

En los años 70, la CIE (Commission internationale de l'éclairage) estuvo desarrollando un método que se asemejara a los anteriores para obtener la aprobación en distintos países, es así como en 1995 la CIE sacó a la luz el método UGR, siendo ésta la base

para limitar el deslumbramiento en sistemas de iluminación interior, el cual se tratará más adelante con más detalle.

En la actualidad, la norma europea EN12464 ha tomado como parámetro los índices de limitación del deslumbramiento indicados por la CIE; es decir, el índice UGR [10], [14], [19], [21], [22].

### 3.2.5. Método de la curva de Söllner y recomendaciones de la norma DIN 5035 y CIE

En los años 60, Söllner realizó investigaciones para establecer un método empírico de limitar el deslumbramiento. Utilizando diversas luminarias, básicamente con lámparas fluorescentes, y haciendo uso de modelos de oficinas para simular situaciones reales, llegó a la conclusión que el grado de deslumbramiento dependía de tres parámetros: la luminancia media de las luminarias en dirección al observador, las dimensiones del recinto y el nivel promedio de iluminancia. Dichos estudios fueron confirmados luego en oficinas reales por muchos colaboradores y se difundió a través del Sistema Europeo de Limitación del deslumbramiento en el que se incluía el llamado "Diagrama de Söllner".

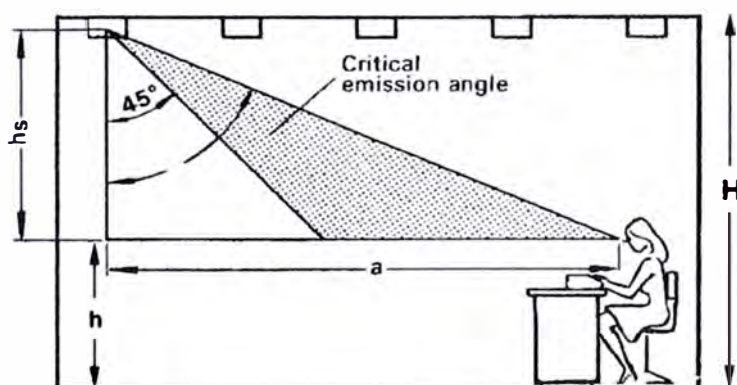


Fig. N° 3.10 Gráfico típico para calcular los parámetros de la curva de Söllner

Este método basado en la norma alemana DIN (Deutsches Institut für Normung) 5035 puede ser usado en recintos donde las luminarias se coloquen en forma regular por encima de la cabeza del observador Fig. N° 3.10 para diferentes clases de calidad y según la escala de ángulos críticos que van de los 45° a los 85° medidos desde la vertical hacia arriba.

Existen 2 tipos de curvas de luminancias según el tipo y la disposición de las luminarias en el recinto las cuales se denominarán Curvas A y Curvas B como en la Fig. N° 3.11. Dichas curvas deben ser entregadas por el fabricante de luminarias para realizar el respectivo cálculo. El procedimiento es similar al ya explicado en el punto 3.1.7 de este informe.

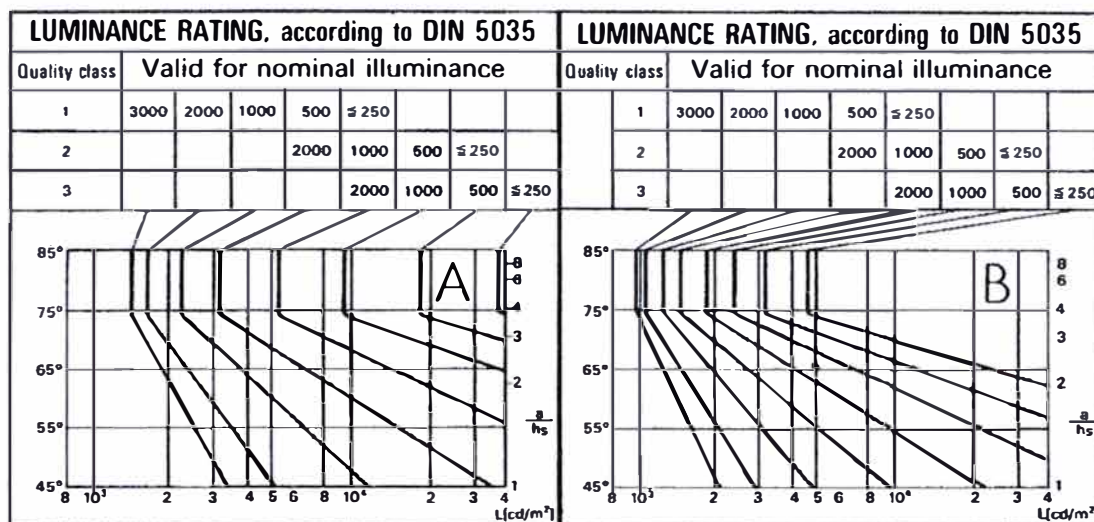


Fig. N° 3.10 Curvas de Söller típicas

La norma DIN 5035 sólo contempla 3 categorías de calidad mientras que la CIE posee 5 que van desde la "A" hasta la "E" dependiendo de la exigencia de la tarea a realizarse según:

- Clase de calidad A: Muy alta calidad
- Clase de calidad B: Alta calidad
- Clase de calidad C: Calidad media
- Clase de calidad D: Baja calidad
- Clase de calidad E: Muy baja calidad

Esta clase de calidad debe venir recomendada por norma adoptada en cada país según sus propias consideraciones para los diferentes ambientes [14], [15], [16], [22], [23], [24].

### 3.2.6. Método unificado del índice UGR

El método de las curvas de Söller fue exitoso durante muchos años y reconocido internacionalmente como una buena forma de limitar el deslumbramiento, pero a medida que pasó el tiempo en muchos países se mostró disconformidad con dicho método debido principalmente a que los experimentos habían sido realizados con luminarias fluorescentes, pero existían ya nuevos tipos de lámparas como las de diámetro reducido (T5) y luminarias con ópticas especulares que no existían en aquellos tiempos, además fueron hechos en sistemas de iluminación ordenados de forma regular y sólo calculaba el deslumbramiento debido a una sola luminaria. En vista de ello, la CIE desarrolló un método unificado para calcular el deslumbramiento basado en una fórmula similar a la empleada en el método británico British Glare Index. Este método puede evaluar las características de deslumbramiento para todo un sistema de iluminación y considera además cada luminaria dentro de un recinto y la luminancia debido a las superficies de

fondo del campo de visión como son las paredes y los techos. Este índice es de suma importancia en el caso de puestos de trabajo equipados con ordenadores con pantallas de visualización tales como oficinas.

$$UGR = 8 \text{Log} \left( \frac{0.25}{L_b} \sum \frac{L^2 w}{P^2} \right) \quad (3.1)$$

Donde:

L<sub>b</sub>: Luminancia del fondo (que depende de la cantidad de luz indirecta que recibe el ojo, de la reflectancia de las superficies y las dimensiones del recinto) (cd/m<sup>2</sup>).

L: Luminancia de las partes luminosas de cada luminaria en la dirección del observador (cd/m<sup>2</sup>).

w: Ángulo sólido de las partes luminosas de cada luminaria en los ojos del observador (estereorradián).

P: Índice de posición para cada luminaria individual respecto a la posición del observador.

Los valores de este índice oscilan entre 10 y 31 diferenciados en 3 unidades, considerándose al primero como sin deslumbramiento y al último como con alto deslumbramiento. Una particularidad de estas curvas es que no dependen de la iluminancia del local.

Tabla N° 3.11 Tabla UGR de una luminaria

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	17.5	18.8	17.8	19.1	19.3	17.0	18.4	17.3	18.6	18.9
	3H	18.6	19.9	19.0	20.1	20.4	18.4	19.6	18.7	19.9	20.2
	4H	19.0	20.1	19.3	20.4	20.7	18.9	20.0	19.2	20.3	20.6
	6H	19.2	20.2	19.5	20.5	20.8	19.2	20.2	19.5	20.5	20.8
	8H	19.2	20.2	19.5	20.5	20.8	19.2	20.2	19.6	20.6	20.9
4H	12H	19.2	20.1	19.5	20.5	20.8	19.2	20.2	19.6	20.5	20.9
	2H	18.0	19.2	18.4	19.5	19.7	17.7	18.8	18.0	19.1	19.4
	3H	19.3	20.3	19.7	20.6	21.0	19.2	20.2	19.6	20.5	20.8
	4H	19.8	20.6	20.2	21.0	21.3	19.8	20.6	20.2	21.0	21.3
	6H	20.0	20.8	20.4	21.1	21.5	20.1	20.9	20.5	21.2	21.6
8H	8H	20.1	20.7	20.5	21.1	21.6	20.2	20.9	20.6	21.3	21.7
	12H	20.1	20.7	20.5	21.1	21.5	20.2	20.8	20.7	21.2	21.7
	4H	19.9	20.6	20.4	21.0	21.4	19.9	20.6	20.4	21.0	21.4
	6H	20.2	20.8	20.7	21.2	21.7	20.3	20.9	20.8	21.3	21.8
	8H	20.3	20.8	20.8	21.3	21.7	20.5	21.0	20.9	21.4	21.9
12H	12H	20.3	20.8	20.8	21.2	21.7	20.5	20.9	21.0	21.4	21.9
	4H	19.9	20.5	20.4	21.0	21.4	19.9	20.5	20.4	20.9	21.4
	6H	20.3	20.7	20.7	21.2	21.7	20.4	20.8	20.8	21.3	21.8
	8H	20.3	20.8	20.8	21.2	21.7	20.5	20.9	21.0	21.4	21.9



Para realizar los cálculos del índice de UGR es necesario utilizar un software apropiado, aunque existe también un método muy utilizado a través de tablas, con los cuales se puede predecir si una luminaria deslumbrará o no. Este método consiste en obtener del fabricante, la tabla de valoración de deslumbramiento según UGR, que generalmente viene en sus catálogos o se obtiene de su archivo fotométrico utilizando para ello un software; como ejemplo de ello se muestra la Tabla N° 3.11.

Donde:

$\rho_{\text{Techo}}$ ,  $\rho_{\text{Paredes}}$ ,  $\rho_{\text{Suelo}}$ : Reflectancias de cada superficie

Tamaño del local X;Y: Valores que indican la geometría del local expresado en valores de "H"

H: Valor que se obtiene de restar la altura de montaje de la luminaria menos el nivel de los ojos del observador considerando; persona de pie: 1.70m, persona sentada: 1.20m.

Cuando se quiera calcular el valor UGR de una luminaria en un recinto debe primero conocerse la altura de montaje y la postura del observador (de pie o sentado) con lo cual se obtiene el valor de "H"; además, de antemano debería tenerse la separación entre luminarias (S), el cual, puesto en función de "H" sería igual a  $S=0.25H$ . Seguidamente debe ponerse las dimensiones del recinto en función del valor "H" y tratar de cuadrar las dimensiones estándar con los reales. Así, si una habitación tuviera un  $H=2\text{m}$  y dimensiones de  $8\text{m} \times 16\text{m}$ , entonces se tendría una habitación en función de "H" de ancho:  $4(2)=4H$  y largo  $8(2)=8H$ . Asumiendo que las reflexiones de techo, paredes y piso son: 70, 30 y 20 respectivamente, se ubicaría en la Tabla N° 3.12 los valores de 20.7 y 20.9 y se considera lo siguiente:

UGR perpendicular:20.7

UGR longitudinal:20.9

En el caso de que no se conozca los valores del recinto, puede considerarse un local típico que nos permita evaluar aproximadamente el UGR de una luminaria. Para ello se considerará un local de dimensiones  $4H$  y  $8H$  con un S de  $0.25H$  y reflexiones de techo paredes y piso de 0.7, 0.5 y 0.2. Con estos valores, en la tabla que entreguen los fabricantes o de lo obtenido mediante la fotometría, se puede calcular aproximadamente el valor UGR y tomar decisiones sobre la consideración para iniciar un proyecto.

Existe asimismo otro método para calcular el UGR que se aplica en muchos países y se exige en los cálculos justificativos a fin de cumplir lo establecido en la norma EN12464,

utilizando software especializado en cálculo de iluminación, se calculará el deslumbramiento de un recinto.

Tabla Nº 3.12 Forma de calcular el UGR usando tablas

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	17.5	18.8	17.8	19.1	19.3	17.0	18.4	17.3	18.6	18.9
	3H	18.6	19.9	19.0	20.1	20.4	18.4	19.6	18.7	19.9	20.2
	4H	19.0	20.1	19.3	20.4	20.7	18.9	20.0	19.2	20.3	20.6
	6H	19.2	20.2	19.5	20.5	20.8	19.2	20.2	19.5	20.5	20.8
	8H	19.2	20.2	19.5	20.5	20.8	19.2	20.2	19.6	20.6	20.9
4H	12H	19.2	20.1	19.5	20.5	20.8	19.2	20.2	19.6	20.5	20.9
	2H	18.0	19.2	18.4	19.5	19.7	17.7	18.8	18.0	19.1	19.4
	3H	19.3	20.3	19.7	20.6	21.0	19.2	20.2	19.6	20.5	20.8
	4H	19.8	20.6	20.2	21.0	21.3	19.8	20.6	20.2	21.0	21.3
	6H	20.0	20.8	20.4	21.1	21.5	20.1	20.9	20.5	21.2	21.6
8H	8H	20.1	20.7	20.5	21.1	21.6	20.2	20.9	20.6	21.3	21.7
	12H	20.1	20.7	20.5	21.1	21.5	20.2	20.8	20.7	21.2	21.7
	4H	19.9	20.6	20.4	21.0	21.4	19.9	20.6	20.4	21.0	21.4
	6H	20.2	20.8	20.7	21.2	21.7	20.3	20.9	20.8	21.3	21.8
	8H	20.3	20.8	20.8	21.3	21.7	20.5	21.0	20.9	21.4	21.9
12H	12H	20.3	20.8	20.8	21.2	21.7	20.5	20.9	21.0	21.4	21.9
	4H	19.9	20.5	20.4	21.0	21.4	19.9	20.5	20.4	20.9	21.4
	6H	20.3	20.7	20.7	21.2	21.7	20.4	20.8	20.8	21.3	21.8
	8H	20.3	20.8	20.8	21.2	21.7	20.5	20.9	21.0	21.4	21.9

El primer paso consiste en seleccionar la luminaria o luminarias que serán utilizadas en el diseño del sistema de iluminación, considerando la categoría y el nivel de iluminación, la ubicación de luminarias y el análisis de distribución de luminancias. Una vez tenidos estos datos, se procede a analizar el deslumbramiento, usando para ello un software como por ejemplo el DIALUX. Se ingresará una superficie de cálculo UGR sobre la extensión del recinto, a la altura de los ojos del observador, ya sea de pie (1.7m) o sentada (1.2m) y se calculará este índice, debiendo ser menor al referido en la norma EN12464, además se debe indicar la dirección de visión del observador. Para un aula de estudio, que es el caso que se analizará más adelante, se tiene un extracto de la sección de recintos educativos, según la Tabla Nº 3.13. Se puede observar que para un aula de clase donde se den también clases nocturnas y educación para adultos, se exige 500 lx de iluminancia mantenida y un UGRL de 19. EL valor UGRL viene a ser el valor límite máximo del cual no puede exceder el UGR, por tanto, la superficie de cálculo UGR debería tener como máximo un valor de 19.

En la Fig. Nº 3.11 puede observarse un aula de ejemplo con dimensiones 7m x 6m y altura 3m, en el área de carpetas se ha colocado una superficie de cálculo UGR en dirección a la pizarra considerando una altura de 1.2m. Así mismo para el lado de la pizarra donde se supone que el profesor estará más tiempo, se ha colocado una superficie de cálculo UGR a 1.7m y en dirección hacia las carpetas.



Tabla N° 3.13 Extracto de la norma EN12464 para edificios educativos.

Type of interior, task or activity	$\bar{E}_m$	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>
<b>Educational premises</b>			
<b>Nursery school, play school</b>			
• Play room	300	19	80
• Nursery	300	19	80
• Handicraft room	300	19	80
<b>Educational buildings</b>			
• Classrooms, tutorial rooms	300	19	80
• Classroom for evening classes and adults education	500	19	80
• Lecture hall	500	19	80
• Black board	500	19	80
• Demonstration table	500	19	80
• Art rooms	500	19	80
• Art rooms in art schools	750	19	90
• Technical drawing rooms	750	16	80

Obsérvese que las luminarias se encuentran en dirección paralela a la visión de los dos observadores. Los resultados de cálculo en estas dos superficies se muestran en las Fig. N° 3.12 y Fig. N° 3.13, donde se observa que el valor máximo para el observador “alumnos” es de 16, así mismo para el observador “profesor” se tiene un valor máximo de 19. Es importante indicar que los cálculos de deslumbramiento se utilizan principalmente en zonas donde se van a realizar tareas por largos periodos, para el caso por ejemplo de tiendas, no se necesita hacer un análisis de este tipo, ya que el brillo generado por las lámparas creará un efecto especial necesario para el tipo de actividad que se realiza en él [10], [11], [19], [21], [22], [25], [26], [27], [28], [29], [30], [31].

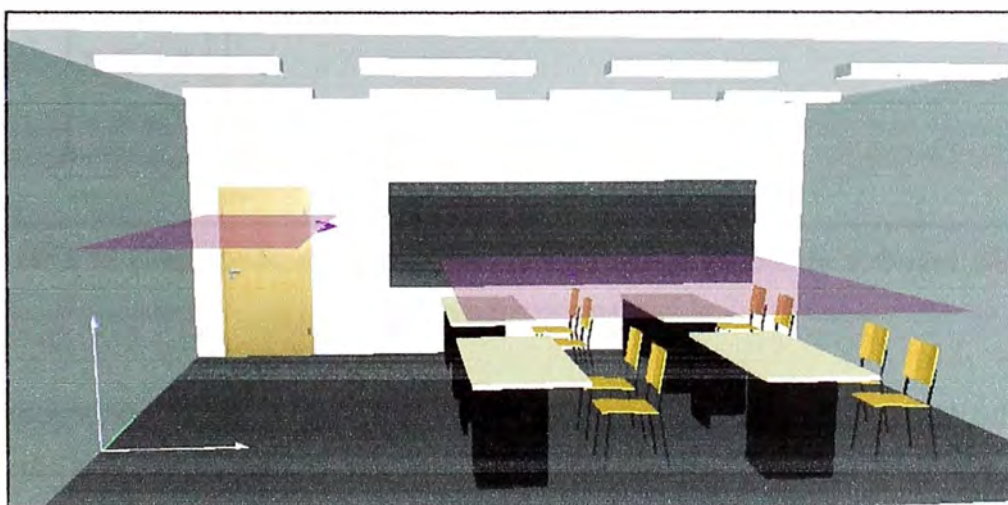


Fig. N° 3.11 Superficies UGR en un aula de clases.



Fig. Nº 3.12 Resultados del cálculo de UGR realizado mediante software para el observador alumnos

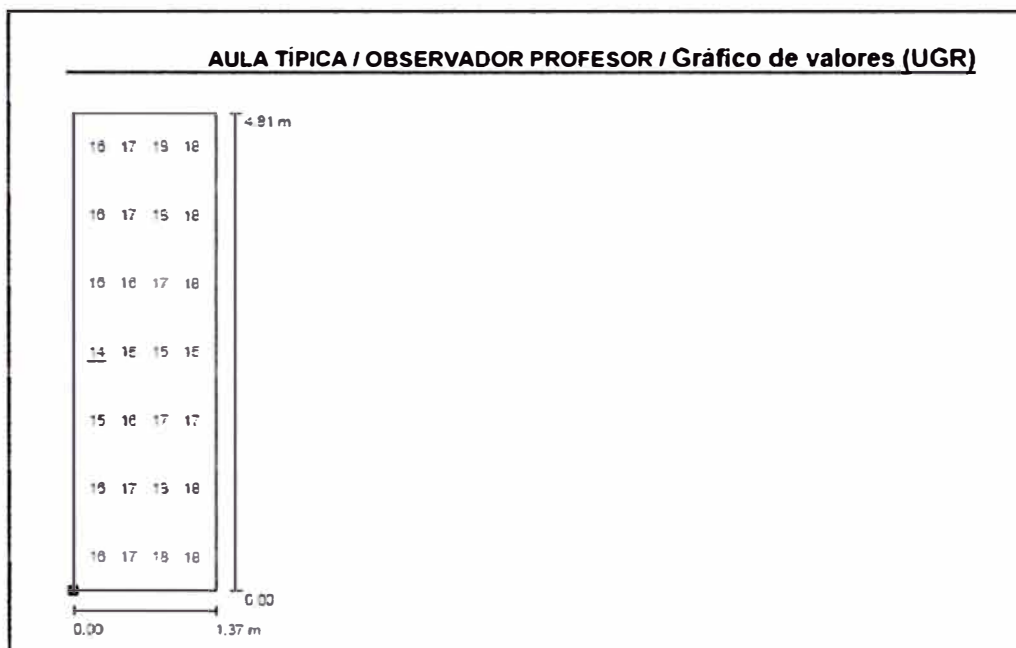


Fig. Nº 3.13 Resultados del cálculo de UGR realizado mediante software para el observador profesor

### 3.2.7. Recomendaciones de la IESNA para la iluminación de un complejo educativo

Según la IESNA (Illuminating Engineering Society of North America) [10], para iluminar un complejo educativo, se debe tener presente el proveer a profesores y estudiantes la cantidad de iluminación necesaria a lo largo del proceso de aprendizaje, esto se logra si

los usuarios de dicho complejo logran ver su tarea visual con precisión, rapidez y comodidad. Un método acostumbrado a utilizarse es el de asegurar la uniformidad horizontal a lo largo del recinto, pero esto no garantiza altos niveles de rendimiento visual debido a la gran cantidad de tareas visuales incluyendo los VDT (Visual display terminal) o en castellano PVD (Pantallas de visualización de datos) conocidos como pantallas de computadoras.

La iluminación debe contemplar también las exigencias psicológicas y emocionales de los estudiantes. La iluminación puede hacer un recinto educativo placentero y atractivo, así como estimular aprendizajes.

#### **a) Tareas visuales en un complejo educativo**

Las tareas visuales en un complejo educativo varían en magnitud, contraste, dirección de visión y distancia. Las tareas críticas principales son lectura y escritura, que normalmente requieren mucha atención. Existen tareas visuales alejadas como cercanas, pequeñas y grandes, en superficies mates o brillantes. Los estudiantes con frecuencia requieren ajustar rápidamente de leer en una carpeta a leer de una pizarra, y de mirar casi directamente hacia abajo a mirar a lo largo o sobre la horizontal.

Los educadores juegan un papel importante proveyendo un buen ambiente visual. Deberían por tanto:

- Seleccionar útiles de escritura que no produzcan líneas especulares o brillantes cuando se escriba en papel. Un buen ejemplo son los lapiceros y los lápices N° 2.
- Evitar las letras pequeñas en los materiales de trabajo.
- Utilizar papeles mate opaco para los textos, hojas de trabajo u otros materiales de trabajo.
- Utilizar tizas blancas sobre pizarras negras. Se debería hacer un mantenimiento programado de pizarras para reparar o mantener su superficie. Utilizar dibujos y letras grandes en ellas y preferentemente usar pizarras blancas acrílicas ya que en combinación con los plumones negros se pueden lograr altos contrastes.

Todas estas indicaciones tienen un impacto positivo en la iluminación general, ya que reducen los costos por energía consumida en iluminación.

#### **b) Calidad y cantidad de iluminación**

La calidad y cantidad de iluminación son interdependientes. Un sistema de iluminación puede dar niveles de iluminación apropiada para la tarea, pero el brillo reflejado, las reflexiones de velo, y la excesiva luminancia en el campo de visión pueden comprometer la visibilidad y, por consiguiente, estimular la percepción de que el sistema provee baja calidad de iluminación. Los más importantes factores en el diseño de iluminación para ser considerados en complejos educativos son: integración de la luz natural y el control;

deslumbramiento directo, iluminancia vertical y horizontal; distribución de la luz en las superficies y distribución de la luz en el plano de trabajo (uniformidad).

### **c) Iluminancia**

Puesto que es poco frecuente para los espacios de aprendizaje contener una sola tarea visual, la determinación de optimizar la iluminancia debería empezar por evaluar cada plano visual en términos de tales variables como tamaño, contraste, y tiempo. Así, la iluminancia puede ser seleccionada en relación a la mayor demanda de la tarea visual que ocupa una parte significativa del tiempo consumido en el espacio.

La aproximación común es seleccionar la mayor dificultad que ocurre en la tarea y darle un apropiado nivel. Leer y escribir es usualmente la tarea más seleccionada.

En las pizarras por ejemplo se necesitan altos niveles verticales pero el resto del espacio no necesita ser iluminado tanto. Para las demás áreas se debería hacer uso de la combinación de iluminación en el plano de trabajo y la iluminación general [8].

Para el caso de salas de computadoras se necesitaría bajos niveles de iluminación general para reducir las reflexiones de velo. En cada uno de los casos, poner atención en la componente vertical de iluminancia.

### **d) Reflectancias**

Las paredes, incluidos los periódicos murales, y los grandes armarios montados en la pared deberían tener superficies no especulares con un 40% a 60% de reflectancia. Persianas o cortinas, como paredes, deberían tener colores claros, con similares reflectancias. Las paredes adyacentes a las ventanas deberían tener también muy altas reflectancias no especulares para evitar excesivas relaciones de luminancia entre las ventanas y las superficies de las paredes. La parte de las paredes sobre el nivel de las luminarias deberían tener una mínima reflectancia de 80%. El techo debería ser altamente reflectivo (blanco) y no especular, porque el techo es más importante cuando se refleja la luz en forma descendente hacia los planos sobre las carpetas cuando se usan luminarias de luz directa-indirecta o indirecta.

### **e) Ratios de luminancias**

Los brillos de varias superficies en el campo normal de visión deberían estar dentro de los límites permitidos. Cuando el ojo se fija en una tarea, se establece un nivel de adaptación. Como el ojo cambia constantemente de una luminancia tal como cuando ve un libro a cuando ve una pizarra, entonces debe adaptarse al nuevo nivel. Si hubiera mucha diferencia entre los dos niveles, se requeriría un periodo de tiempo para que la vista se ajuste por sí misma a la nueva situación, el cual puede reducir el funcionamiento visual. Más aún, si la diferencia es muy grande, se podría experimentar fatiga o molestia.

Para un buen funcionamiento y confort visual, la luminancia de una superficie normalmente vista directamente no debería ser más grande que 5 veces la luminancia del plano. En áreas pequeñas, independiente de su posición en el recinto, debería tener menos que  $1/3$  de la luminancia del plano.

La luminancia de las superficies adyacentes a la tarea visual es más crítica en términos de confort visual y funcionamiento que las demás superficies remotas que rodean el campo visual. Las superficies como las partes superiores de un escritorio que están inmediatamente adyacentes a la tarea visual no deberían exceder a la luminancia de la tarea, pero deberían tener al menos  $1/3$  de la luminancia de la tarea. La diferencia en luminancia entre las superficies adyacentes alrededor de la visual debería ser lo más pequeño posible.

La metodología general para obtener bajos ratios de luminancia sobre el campo visual completo es limitar la luminancia de las luminarias y de las ventanas e incrementar la luminancia de todas las superficies interiores. Dos formas para aumentar la luminancia de las superficies son incrementar la reflectancia de las superficies e incrementar la cantidad de luz sobre ella.

#### **f) Deslumbramiento**

En un espacio educativo se debería minimizar el deslumbramiento. Las fuentes de luz eléctrica o natural que son muy brillantes pueden producir molestia y dañar la visión. El índice VCP (probabilidad de confort visual) es una medida del deslumbramiento molesto de un sistema de iluminación en muchos complejos educativos.

Las personas mueven rápidamente su postura para evitar la reflexión de velo en su plano de visión; sin embargo, tales cambios podrían no ser fácilmente conseguidos en un salón de clase, así se debería tener cuidado en poner un límite de reflexión de velo poniendo atención a la geometría entre la fuente de luz, el plano y el observador.

#### **g) Tipo y ubicación de luminarias**

Escoger una luminaria dependerá del tipo y altura del techo. Cuando se tienen techos altos, suspender luminarias directo – indirecto dará luz proveniente del techo y también directamente hacia abajo. Un buen diseño de luz indirecta proveerá bajo brillo, libre de sombras. Las luminarias deben ser seleccionadas considerando los siguientes factores:

- Posición y orientación de carpetas (esto podría no ser predecible).
- Ubicación de pizarra o whiteboards.
- Ubicación y proximidad de ventanas.
- Altura del techo.
- Características fotométricas de las luminarias.
- Flexibilidad del espacio para otras funciones.

### 3.2.8. Iluminación de oficinas

Se mencionará la iluminación de oficinas debido a que muchos de sus requerimientos son exactamente iguales que para un recinto educativo. LaIESNA menciona que para el tratamiento de los locales con pantallas de visualización de datos (PVD) o monitor de la computadora (en inglés VDT) se use las recomendaciones dadas para oficinas.

#### a) Relación de luminancias

Para una oficina, las luminancias cerca de cada tarea y en otras partes del interior de la oficina cerca del campo de visión deberían estar balanceadas con la luminancia de la tarea. Dos fenómenos separados son influenciados por los ratios dentro del campo de visión: adaptación a la oscuridad y a la luz y el deslumbramiento. Para limitar los efectos de estos fenómenos, los ratios de luminancia en general no deberían exceder lo siguiente:

- Entre el PT (paper task) y las PVD adyacentes: 3:1 ó 1:3
- Entre la tarea y los alrededores oscuros: 3:1 ó 1:3
- Entre la tarea y las superficies remotas (no adyacentes): 10:1 ó 1:10

Sin embargo no es práctico o deseablemente estético mantener estos ratios en todo el ambiente. Para intereses visuales como relajación de los músculos del ojo a lo largo del día, se recomienda dejar pequeñas áreas visuales que excedan los ratios de luminancia recomendados.

#### b) Adaptación transitoria

El sistema visual ajusta sus características de operación como un resultado de los cambios en el brillo dentro de los campos de visión. Cambios fotoquímicos, neurológicos y en las pupilas ocurren en este proceso de adaptación. Los cambios nerviosos ocurren muy rápidamente, aunque las capacidades visuales se dañan temporalmente mientras se ajusta el sistema visual. Esto es conocido como adaptación transitoria, el cual es completado después de un corto tiempo (menos de 200ms). Los cambios fotoquímicos ocurren mucho más lentos y son más perceptibles cuando es un cambio dramático en un ambiente con un nivel de iluminación.

#### c) Selección de iluminancia

Los niveles de iluminancia deberían determinarse basados en buscar el funcionamiento visual igual como un diseño cualquiera. El procedimiento es especificar tareas.

Un recurso lógico es diseñar para las nuevas oficinas en las cuales van a existir combinaciones de PT como en PVD. La iluminancia del ambiente a lo largo de toda la oficina no debería exceder los 500 lx, donde se están usando PVDs, y poner extremo cuidado al deslumbramiento que produzca el sistema.



### 3.2.9. Oficinas con pantallas de visualización de datos (PVD)

En oficinas que contienen PVD, particularmente en las de tipo "open plan", es conveniente tener una iluminación general relativamente baja. Un bajo nivel de iluminación produce bajo brillo reflejado y por consiguiente tendría menos efecto en el contraste de la pantalla. Los niveles de iluminancia mantenida promedio no deberían exceder los 500 lx en el plano horizontal de trabajo. Aunque la iluminancia nunca debería exceder este valor donde predominen tareas en PVD, esto podría ser adecuado para dar aún bajos niveles si el brillo de la imagen reflejada permanece alto. En el campo de visión no se debería exceder las recomendaciones para los ratios de luminancia según el gráfico de la Fig. N° 3.14.

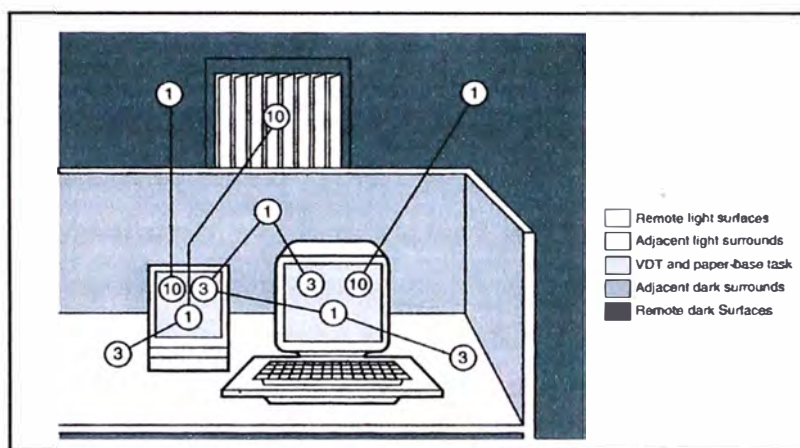


Fig. N° 3.14 Máximas relaciones de luminancia en una estación de trabajo con PVD

Las tareas visuales de las PVD difieren de las convencionales tareas en papel de otra manera significativa. Mientras que las tareas en papel son típicamente ejecutadas mirando hacia abajo en un plano horizontal, en una típica tarea visual en PVD se ejecuta con la cabeza levantada. Esto es porque, en largas oficinas tipo open plan, una importante porción del techo puede estar dentro del campo de visión. Por esta razón es importante limitar el brillo en el plano del techo. El brillo del techo de una iluminación indirecta podría también causar problemas. La máxima luminancia del techo no debería exceder en 10 veces la de la pantalla si se desea mantener los ratios de luminancia estándar.

#### a) Paper tasks (PT)

Los PT cerca a las PVDs pueden causar conflictos entre los ratios recomendados de iluminancia y luminancia. Una reflectancia del 80% en un papel de fondo blanco a 750 lx dará un nivel de luminancia de apenas 200cd/m<sup>2</sup>. Si el promedio de luminancias de las PVD es 50cd/m<sup>2</sup>, el PT es cuatro veces brillante. Esto excede las recomendaciones de



3:1 en los ratios de luminancia entre el PT y las PVD adyacentes. Los ratios de luminancia pueden ser excedidos a favor de un nivel alto de iluminancia si el PT tiene bajos contrastes.

### **3.2.10. Recomendaciones de la norma EN12464-1**

En noviembre del 2002, se publica para los países de la Unión Europea la norma EN 12464-1 "Light and lighting. Lighting of work places. Part 1: Indoor work places". En España se llama norma UNE 12464-1 [19] relativa a "Iluminación de los lugares de trabajo en interior". Esta nueva norma, recomienda el cumplimiento no sólo cuantitativo, sino también cualitativo de dos aspectos de la tarea visual que son:

- Confort visual
- Rendimiento de colores

Dentro del confort visual están inmersos parámetros tales como la relación de luminancias entre tarea y entorno, o el control estricto del deslumbramiento producido por las fuentes de luz, o incluso el modo de evitar deslumbramientos reflejados en las pantallas de ordenadores, entre otros aspectos. Esta norma menciona varias consideraciones a tomar en cuenta para los cálculos de iluminación. Según esta norma deben considerarse para complejos educativos los valores dados en la Tabla Nº 3.14.

Como se puede apreciar en esta tabla, algunos niveles para los recintos son distintos a la norma DGE-017. Además se está considerando la iluminancia mantenida y el valor de UGR como limitante.

Se desarrollarán algunos conceptos y recomendaciones de esta norma.

#### **a) Iluminancia mantenida ( $E_m$ )**

Es el valor por debajo del cual no se permite que disminuya la iluminancia media en la superficie especificada, o también la iluminancia media en el instante en que debe llevarse a cabo el mantenimiento.

#### **b) Iluminancia en los entornos inmediatos**

La iluminancia de las áreas inmediatas estará vinculada a la iluminancia del área de la tarea y debe proporcionar una distribución bien balanceada de las luminancias en el campo visual. La iluminancia mantenida de las áreas inmediatas puede ser inferior a la iluminancia de la tarea, pero no será menor que los valores dados en la Tabla Nº 3.15.

Tabla Nº 3.14 Norma EN12464-1 para establecimientos educativos

EN 12464-1 – (Tabla 5.6) – Establecimientos educativos					
Nº ref	Tipo de interior, tarea y actividad	Em (lux)	UGR <sub>L</sub>	Ra	Observaciones
2.1	Aulas, aulas de tutoría	300	19	80	La iluminación debería ser controlable
2.2	Aulas para clases nocturnas y educación de adultos	500	19	80	La iluminación debería ser controlable
2.3	Sala de lectura	500	19	80	La iluminación debería ser controlable
2.4	Pizarra	500	19	80	Evitar reflexiones especulares
2.5	Mesa de demostraciones	500	19	80	En salas de lectura 750 lux
2.6	Aulas de arte	500	19	80	
2.7	Aulas de arte en escuelas de arte	750	19	90	T <sub>cp</sub> ≥5.000 K
2.8	Aulas de dibujo técnico	750	16	80	
2.9	Aulas de prácticas y laboratorios	500	19	80	
2.10	Aulas de manualidades	500	19	80	
2.11	Talleres de enseñanza	500	19	80	
2.12	Aulas de prácticas de música	300	19	80	
2.13	Aulas de prácticas de informática	300	19	80	Trabajos con EPV; véase el apartado 4.11
2.14	Laboratorios de lenguas	300	19	80	
2.15	Aulas de preparación y talleres	500	22	80	
2.16	Halls de entrada	200	22	80	
2.17	Áreas de circulación, pasillos	100	25	80	
2.18	Escaleras	150	25	80	
2.19	Aulas comunes de estudio y aulas de reunión	200	22	80	
2.20	Salas de profesores	300	19	80	
2.21	Biblioteca: estanterías	200	19	80	
2.22	Biblioteca: salas de lectura	500	19	80	
2.23	Almacenes de material de profesores	100	25	80	
2.24	Salas de deporte, gimnasios, piscinas (uso general)	300	22	80	Para actividades más específicas, se deben usar los requisitos de la norma EN 12193
2.25	Cantinas escolares	200	22	80	
2.26	Cocina	500	22	80	

Tabla N° 3.15 Uniformidades y relación entre iluminancias de áreas circundantes inmediatas al área de tarea

Iluminancia de tarea lux	Iluminancia de áreas circundantes inmediatas lux
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	$E_{tarea}$
Uniformidad: ≥ 0,7	Uniformidad: ≥ 0,5

### c) Iluminancia de puestos de trabajo con pantallas de visualización (EPV) incluidas unidades de presentación visual

Desde 1989, año en que se publica el Lighting Guide 3(LG3) "The visual environment for display screen use" por la CIBSE (Chartered Institution of Building Services Engineers) se hizo de éste un referente en Europa y en 1996 la edición de ese año de la LG3 indicaba un derrotero importante en cuanto a iluminación de oficinas e interiores debido a la inclusión de tres categorías para la evaluación de la luminancia. Al incluir dentro de las oficinas el uso de computadoras, se hizo necesario cambiar la iluminación de estos recintos y de todos aquellos donde se usen pantallas de visualización de datos (PVD o VDT en ingles), debido al reflejo que producían se vio la necesidad de limitar la luminancia de las luminarias de acuerdo a un ángulo de apertura y a la luminancia de la PVD [33], [34]. Las pantallas de computadoras y en algunos casos los teclados, pueden producir deslumbramientos incapacitativos y molestos, para ello es necesario posicionar las luminarias para evitar reflexiones de alto brillo.

Con el desarrollo de la tecnología de pantallas de computadoras se han dejado atrás estos estándares de iluminación. A inicios del año 2000 se inició un programa para hacer experimentos con pantallas en un laboratorio especialmente construido por la empresa Zumtobel Staff Lighting en el Reino Unido, para mostrar que el brillo de las luminarias estaba siendo innecesariamente limitado y que debido a ello se perdían grandes oportunidades para el realce de ambientes. Los límites de 1500cd/m<sup>2</sup> de la norma CIBSE LG3 es una clara muestra. Usando una técnica, científicamente comprobada en la norma BSEN 29241-7, la empresa Zumtobel Staff UK probó y recolectó datos sobre muchas antiguas y modernas pantallas. De esta información, quedó claro que las pantallas se estaban volviendo más tolerantes a las causas del brillo y por ello los límites de luminancia de la LG3 iban quedando fuera de uso. Incluso pantallas modernas y baratas, podían tolerar los valores de luminancia de 2500 cd/m<sup>2</sup> y aún más. En pantallas de alta

calidad el rendimiento era excelente. Mejores tecnologías de recubrimiento anti reflexión y altos niveles inherentes a los niveles de brillo de las pantallas hacían que la mejor pantalla probada pueda tolerar un brillo de más de 9500 cd/m<sup>2</sup>. Un rendimiento como éste no estaba dentro de los estándares de iluminación de la CIBSE [35].

Cuando sale a la luz la norma EN 12464 se cambian las consideraciones a tomar en cuenta en casos de recintos con pantallas. La Tabla N° 3.16 proporciona los límites de la luminancia media de la luminaria a ángulos de elevación de 65° y por encima de la vertical hacia abajo, radialmente alrededor de las luminarias para puestos de trabajo en los que se usan pantallas de presentación que son verticales o están inclinadas hasta un ángulo de 15° (Fig. N° 3.15).

Tabla N° 3.16 Límite de luminancia de luminarias que pueden ser reflejadas en la pantalla

Clases de pantallas de acuerdo con la Norma ISO 9241-7	I	II	III
Calidad de la pantalla	buena	media	pobre
Luminancias medias de luminarias que son reflejadas en la pantalla	$\leq 1\,000 \text{ cd} \times \text{m}^{-2}$		$\leq 200 \text{ cd} \times \text{m}^{-2}$

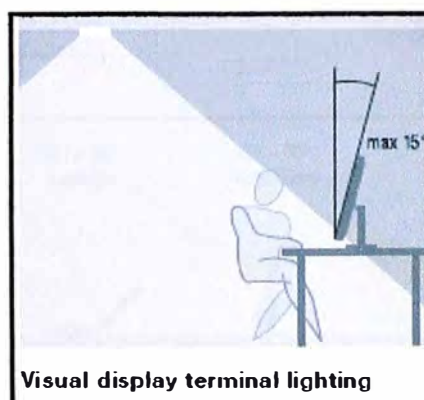


Fig. N° 3.15 Condiciones para considerar la Tabla N° 3.16

La Tabla N° 3.17 muestra los diferentes tipos de pantallas, su clasificación y su evolución en el tiempo.

Estas consideraciones que posee la norma también irán cambiando, ya que con el nuevo avance de la tecnología no sólo se utilizan PVD con 15° de inclinación sino que dentro de las oficinas se utiliza también laptops, organizadores electrónicos, etc. que muchas veces están en posición casi horizontal según se muestra en la Fig. N° 3.16.

Según la CIBSE LG3 adaptada a esta norma, en caso no se tenga información sobre el tipo de pantalla a utilizarse, las luminarias se seleccionan con una luminancia límite de 200cd/m<sup>2</sup> en 65° [36], [37], [38], [39], [40], [41].

Tabla Nº 3.17 Tipos de pantalla y su evolución en el tiempo

$L_{max}$ (cd/m <sup>2</sup> ) positivo	Type	Make and Model	Date of manufacture	Class
9500	CRT	LG Flatron 915 FT Plus	Dec-02	I
4900	FPD	Nokia 500Xa 15" FPD	Jun-99	I
4400	FPD	Compaq TFT 5005 15" FPD	Oct-00	I
3800	FPD	LG Flatron LCD 575 MS 15" FPD	Nov-00	I
3700	FPD	NEC Multisync LCD1760NX	Apr-03	I
3700	CRT	Samsung Syncmaster 700 IFT 17" CRT	Nov-99	I
3500	FPD	NEC Multisync 1810X	Nov-01	I
3500	FPD	Nokia Pro 800+ 18" FPD	Oct-99	I
3200	FPD	Dell Ultrashop 1504FP	Nov-02	I
3100	CRT	Iiyama LS902UT Visionmaster 1451	Feb-02	I
3000	FPD	NEC 208UX+	Nov-03	I
2700	FPD	Iiyama TXA 3813MT 15" FPD	Not Known	I
2500	FPD	NEC 1980X	Jan-04	I
2200	CRT	Compaq 7500 PE1163T	Feb-02	I
2000	FPD	LG 560LS	Jun-01	I
2000	LAPTOP	Toshiba Tecra 8000 LAPTOP	Jun-98	I
1900	FPD	Samsung Syncmaster 700 TFT 17" FPD	Not Known	I
1800	FPD	LG Studioworks 500 LC 15" FPD	Feb-99	I
1700	FPD	LG 1510S	Aug-02	I
1700	FPD	Samsung 15" FPD	Not Known	I
		<b>LG3:2001 B2.1 1500 cd/m<sup>2</sup> limit</b>		
1400	FPD	LG Studioworks 880 LC 18" FPD	Dec-99	I
1400	CRT	Dell D828L 14" CRT	Dec-97	II
1300	CRT	Samsung Syncmaster 753s	Oct-01	I
1200	CRT	Samsung Syncmaster 550s 15" CRT	Not Known	I
		<b>LG3:2001 B2.1 1000 cd/m<sup>2</sup> limit</b>		
900	CRT	AOC 4NLR 14" CRT	Jan-95	I

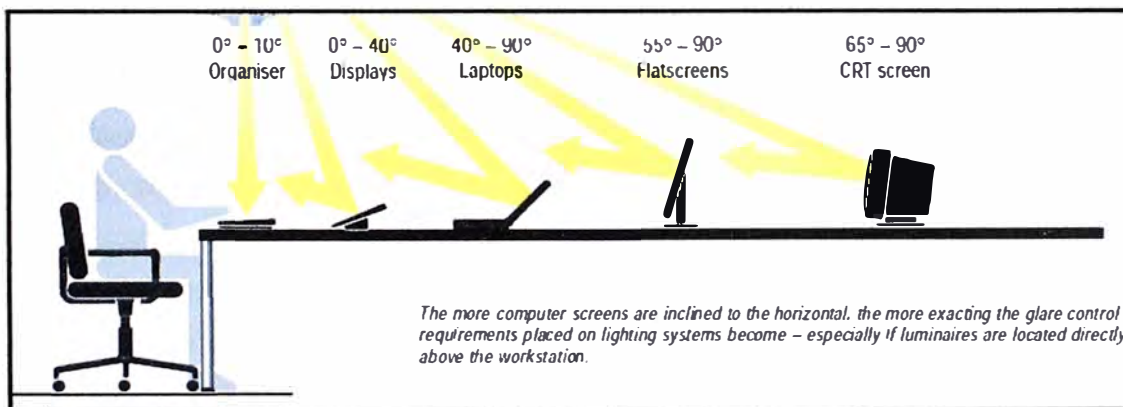


Fig. Nº 3.16 La inclinación de las pantallas según la tecnología utilizada.

## **CAPÍTULO IV**

### **DESARROLLO DEL PROYECTO DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO MAC GREGOR**

#### **4.1. Antecedentes**

El edificio Mac Gregor construido al interior de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Consta de una edificación dividida en tres bloques, dos de los bloques serán destinados a aulas multiuso y un tercero de doce pisos servirá para aulas informáticas, oficinas administrativas y servicios generales.

#### **4.2. Descripción**

En la presente propuesta se contempla planteamientos de sistemas de iluminación para las diversas aulas típicas, salas de cómputo y oficinas, de acuerdo con los niveles de iluminación recomendados por las normas nacionales vigentes y recomendaciones internacionales.

#### **4.3. Consideraciones iniciales**

Para este proyecto se cuenta con los siguientes elementos:

- ✓ Planos de arquitectura y planos eléctricos.
- ✓ Memoria descriptiva preliminar de instalaciones eléctricas.
- ✓ Indicaciones propias de los arquitectos e ingenieros responsables de dicho proyecto.

Por tanto con estos datos de entrada se procederá a subdividir el análisis de cada ambiente para indicar la elección, ubicación y cantidad de luminarias más adecuada según la tarea a realizarse.

#### **4.4. Análisis de áreas a iluminar**

Según los planos adjuntos en el Anexo A se observa que la obra se divide en 3 edificios A, B y C los cuales se subdividen en áreas con dimensiones y usos comunes según la Tabla N° 4.1.

Tabla Nº 4.1 Distribución de recintos en el proyecto

**EDIFICIO A**

<b>Recinto</b>	<b>Cantidad</b>
AULA B 41 ALUMNOS	18
PASADIZO PRINCIPAL	4
HALL	5
ÁREA DE SSHH	10
PASADIZO CORTO	5
ESCLUSA	5
DEPÓSITO	1
ESTANCO PARA DISCAPACITADOS	4
CUARTO DE COMUNICACIONES	5
ESCALERA	5

**EDIFICIO B**

<b>Recinto</b>	<b>Cantidad</b>
AULA G	7
PASADIZO B	5
CORREDOR	5
ÁREA DE SSHH	10
PASADIZO CORTO	5
ESCLUSA	5
ESTANCO PARA DISCAPACITADOS	4
DEPÓSITO	1
CUARTO DE COMUNICACIONES	5
ESCALERA	5
OFICIO	5
DEPOSITO MENOR	9
PASADIZO DEPOSITOS	5
AULA A	6

**EDIFICIO C**

<b>Recinto</b>	<b>Cantidad</b>
HALL	12
RECEPCIÓN-CORREDOR	1
ÁREA DE SSHH	12
ESCLUSA	12
ESCALERA EMERGENCIA	12
ESCALERA SÓTANO	1
AULA COMPUTACIÓN 30 ALUMNOS	8
AULA COMPUTACIÓN 46 ALUMNOS	4
ESTANCO PARA DISCAPACITADOS	11
PASADIZO	11
PASADIZO A SSHH	11
GESTIÓN	7
SALA DE REUNIONES	7
JEFATURA	7
ASISTENTE	7
COPIAS	7
RECEPCIÓN	7
DEPÓSITO	7



Se procederá a analizar las áreas más importantes y que requieran un trato especial como son las aulas, salas de reuniones y recepción, para todos ellos se hará cálculos de iluminación.

#### **4.5. Diseño del sistema de iluminación para el Edificio A: Aula B de 41 Alumnos**

Para este recinto se considerará las dimensiones y detalles indicados en los planos del 018 al 025 del Anexo A.

##### **Paso 1. Definir la tarea visual**

Según la Tabla Nº 3.1, el tipo de actividad a realizarse será el de: "realización de tareas visuales de gran contraste o gran tamaño", ya que se realizan tres tareas muy importantes como tomar apuntes, leer en la pizarra y en la carpeta. Antes de definir la iluminación nominal a considerarse se debe analizar la categoría de iluminación.

##### **Paso 2. Seleccionar la categoría de iluminación**

En la Tabla Nº 3.2 se observa que para centros de enseñanza como salones de clase o auditorios la categoría es "D". Al determinar que la categoría que más se aproxima al local de estudio es la "D", se observa también que se pide una limitación del deslumbramiento de tipo 1, se calculará por tanto esta limitación según la luminaria seleccionada en el paso 4.

##### **Paso 3. Establecer el nivel de iluminación**

Como la categoría elegida es "D", se tendrá en cuenta el siguiente grado de reflexión de las superficies existentes:

Reflexión de carpeta (madera) =30%

Se considerará la edad de los ocupantes como comprendida entre los 40 a 55 años.

Respecto a la importancia de la precisión con la que se ejecute la tarea, se podrá considerar como "importante", ya que será toma de apuntes y escritura.

De la Tabla 3.4 se obtiene entonces el factor de ponderación según:

Grado de reflexión:  $FP_{gr} = +1$

Edad de los trabajadores:  $FP_{et} = 0$

Precisión:  $FP_{vp} = 0$

Por tanto sumando estos factores se obtiene: 1

Con este valor (1) y la categoría obtenida ("D") en la Tabla Nº 3.1 se determina que el valor de iluminación nominal mínimo a utilizar es de 300 lx.

##### **Paso 4. Selección de luminarias**

Para determinar la luminaria correcta se utilizará un catálogo de fabricantes de iluminación que ya tienen diseñadas luminarias para cada tipo de local. Utilizando el

catálogo de la empresa Zumtobel Lighting GmbH ([www.zumtobel.com](http://www.zumtobel.com)) [30], se elige una luminaria que sea especial para usos en aulas y que utilice características comerciales de nuestro país como son las lámparas tubulares de longitud 1.2m y de potencia igual a 28w. Se selecciona entonces las luminarias:

Para la zona de carpetas:

Zumtobel - Luz Suave IV 2x28W Cod:42157433

Cuyas características se presentan en el Anexo C

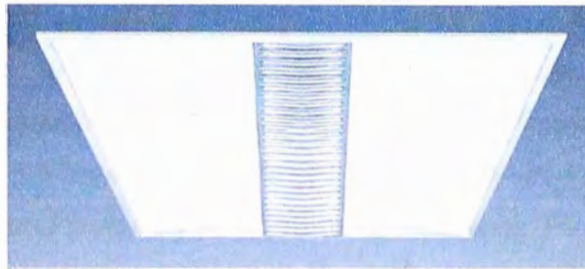


Fig. N° 4.1 Luminaria para empotrar Luz Suave 2x28W.

Para la zona de la pizarra:

Zumtobel - FEW 1x54W Cod:42159256

Cuyas características se presentan en el Anexo C



Fig. N° 4.2 Luminaria para empotrar bañador de pared FEW 1X54W.

Paso 5. Comprobación de luminaria según norma.

De los pasos 2 y 3 se tiene como principales parámetros:

- Nivel de iluminación mínimo: 300 Lx
- Deslumbramiento directo: Tipo 1

Se analizará el nivel de iluminación a través de realizar un cálculo luminotécnico en el área seleccionada.

Cálculo de iluminación

Utilizando el Software de la empresa DIAL GmbH ([www.dial.de](http://www.dial.de)) "DIALUX" se construye el local según las dimensiones propuestas en el plano y según la distribución de mobiliario en el recinto, se calculará los niveles de iluminación en las carpetas y en la pizarra.

a) Factor de mantenimiento

Se considera según norma (DGE-017 AI-1/1982 punto. 5.4) el factor de mantenimiento igual a 0.8.

b) Planos y superficies de trabajo

Para las carpetas, la altura del plano de trabajo o plano útil será a 0.85m y se considerará las superficies de trabajo según lo indicado en el punto 3.1.5 b) de este informe. En la Fig. N° 4.3. se muestra la simulación del aula típica y se considera una superficie de trabajo en una de las carpetas, al estar las luminarias distribuidas en forma uniforme. Si se analiza una de ellas los resultados serán similares para las demás. Con esto se quiere evaluar los niveles de iluminancias y relación de luminancias. Para la pizarra se considera el plano vertical descrito anteriormente según lo indica la Fig. N° 4.4

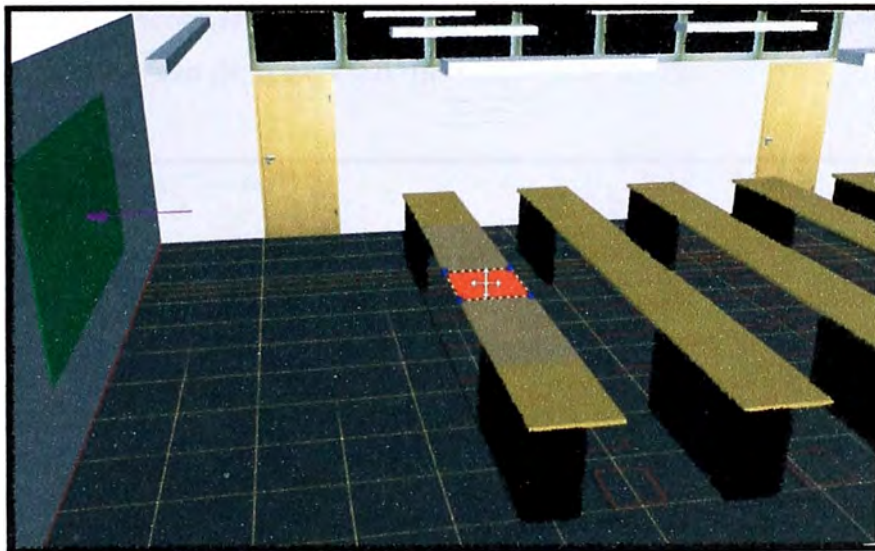


Fig. N° 4.3 Simulación del Aula B, superficies de trabajo.

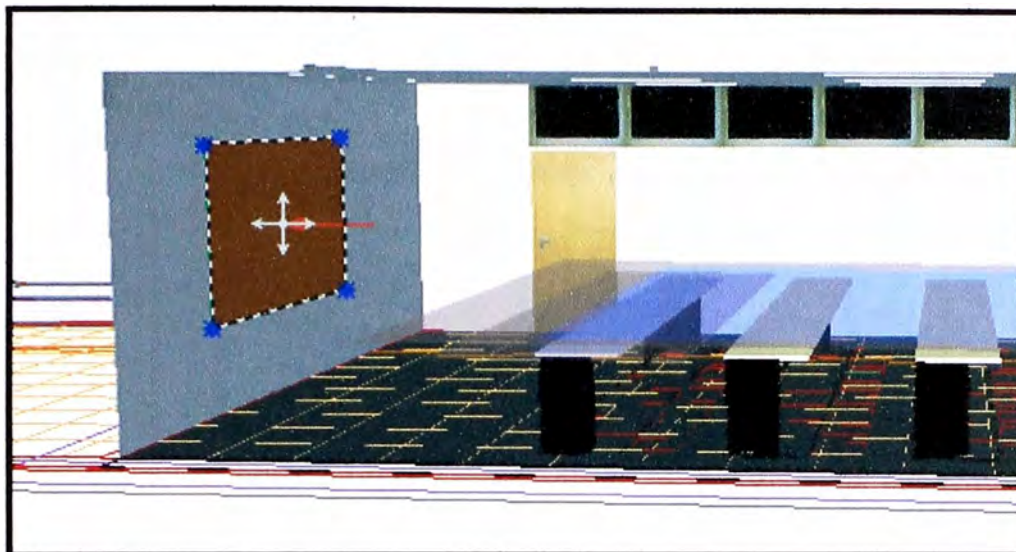


Fig. N° 4.4 Simulación del Aula B, superficies de cálculo en pizarra.

c) Ubicación de luminarias

A lo largo del local se colocarán 9 luminarias tipo Luz Suave IV 2x28w para el área de las carpetas distribuidas uniformemente con separación en ambos ejes de 2.44m ajustados a baldosas de falso cielo raso de 0.61 x 0.61m.

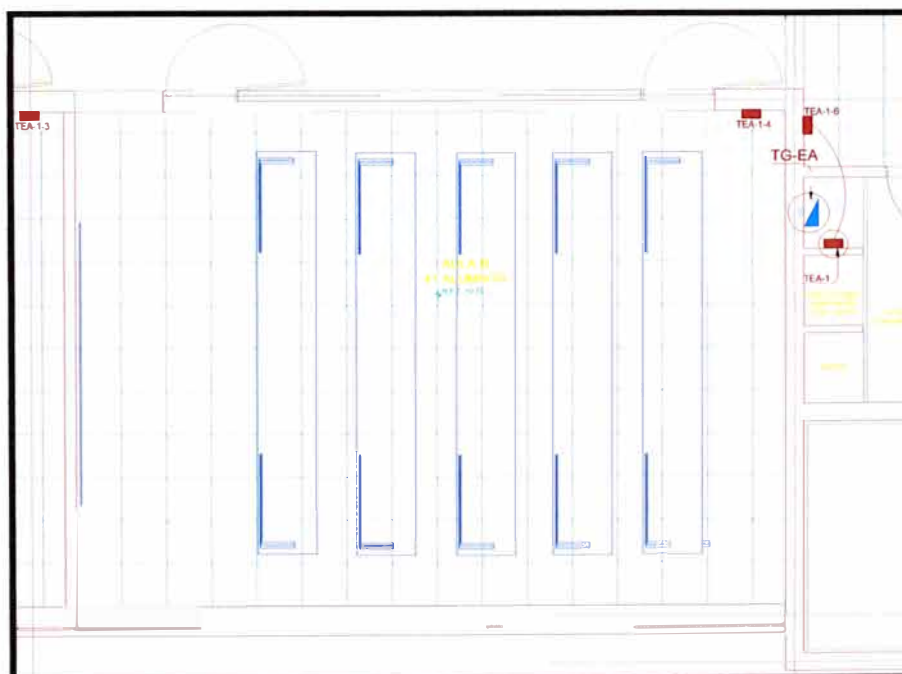


Fig. N° 4.5 Plano del Aula B con muebles.

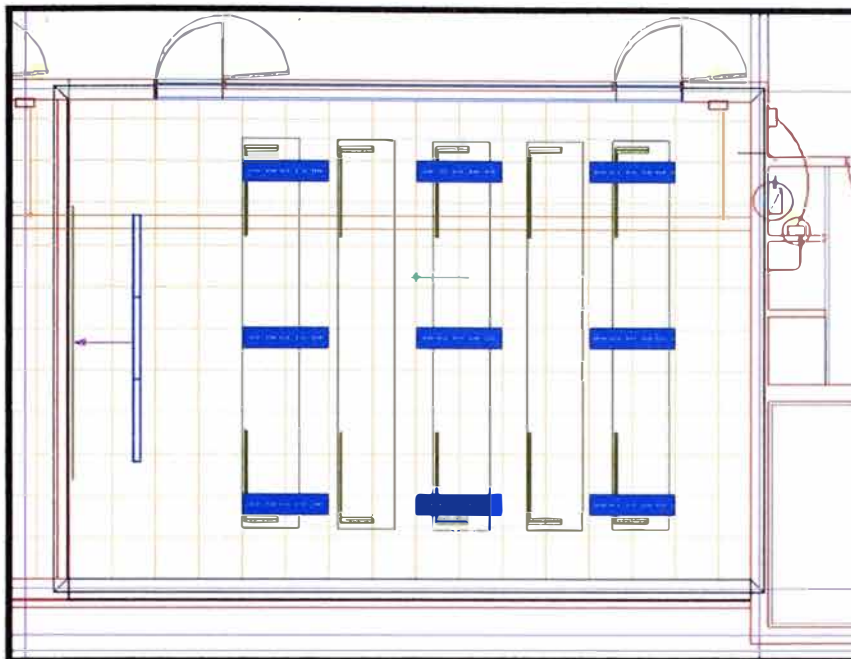


Fig. N° 4.6 Plano del Aula B con muebles y luminarias.

Para la zona de la pizarra se considera una fila continua de 3 luminarias dispuestas paralelamente a la pizarra y centradas respecto a ella, considerando una distancia de 0.9m desde la pared a iluminar, según las propiedades de la luminaria indicadas en su catálogo, para obtener el máximo de eficiencia. Fig. N° 4.7 y Fig. N° 4.8

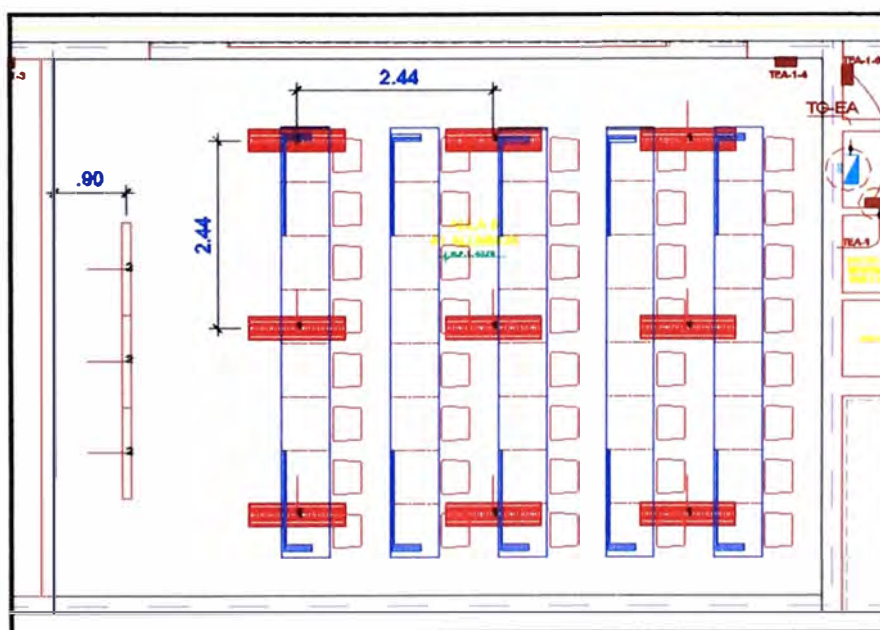


Fig. N° 4.7 Plano del Aula B para indicar distancias de luminarias.



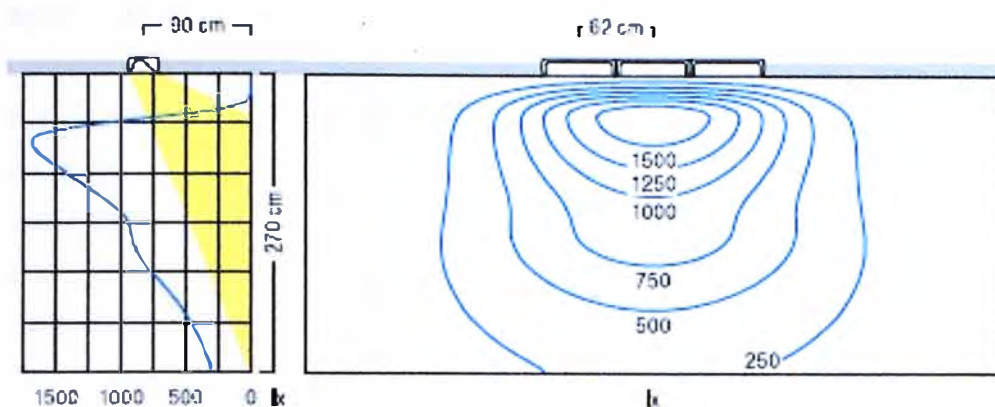


Fig. N° 4.8 Distancia de luminaria a la pared.

#### d) Elección del tipo de lámpara

La lámpara según lo indica el punto 3.1.5 d) y la Tabla N° 3.2 podría tener cualquiera de las temperaturas de color de las variaciones de blancos, a petición del cliente éstas serán Blanco neutro (bn) de 4000°K. La reproducción del color será del tipo 2. Por lo tanto, las lámparas elegidas serán del tipo 840. Para este caso se eligen las siguientes lámparas de la marca Osram de 28w y 54w [42].

28W - Lumilux T5 FH 28W/840 HE

54W - Lumilux T5 FQ 54W/840 HO

Según estas características de luminarias y lámparas y en la posición indicada se obtiene:

Tabla N° 4.2 Niveles de iluminación

Tabla de niveles de iluminación		Aula B 41 Alumnos	
Local	General	Zona de carpetas	Pizarra
<b>Iluminancia Media (lx)</b>	461	510	648
<b>Uniformidad</b>	0.37	0.611	0.517

Por tanto se puede afirmar que se cumplen los valores indicados por norma y recomendaciones para la iluminancia del recinto y las carpetas. Para el caso de la pizarra, como no hay indicación en la norma nacional, la norma EN12464 [19] indica 500 lx como valor de iluminancia mantenida y se tomará este dato para asegurar el correcto diseño.

#### Paso 6. Distribución de luminancias en el campo visual

Para esta parte se seguirá lo indicado en la norma DGE-017 AI-1/1982 en los casos de contraste de luminancias adyacentes y contraste de luminancias remotas.

Las superficies a considerarse son:

Superficies en la vecindad inmediata:

Campo interior: Carpetas, papeles

Campo exterior: Carpetas, piso

Superficies alejadas: Pizarra, paredes.

Las reflectancias para los cálculos son las siguientes:

Papel blanco: 80%

Carpeta: (roble) 30%

Paredes: 50%

Pizarra: (Color verde señal) 19%

De la simulación realizada en Dialux y según la fórmula indicada se tiene:

Tabla N° 4.3 Resultados de luminancias

Aula B41 alumnos

Superficies	$\rho$ (%)	E(lux)	L (cd/m <sup>2</sup> )
Papel	80	520	132.42
Carpeta	30	508	48.51
Pared 1	50	167	26.58
Pared 3	50	158	25.15
Pared 4	50	209	33.26
Pizarra	19	648	39.19

Para las relaciones entre las luminancias en los diferentes campos se tiene:

Tabla N° 4.4 Comparativos para relación de luminancias

Aula B41alumnos

Comparativo campo de trabajo/alrededores (< 3)			
Superficies	Papel	Carpeta	Relación de luminancias
Luminancias(cd/m <sup>2</sup> )	132.42	48.51	2.73
Comparativo superficie de trabajo/sup alejadas (< 10)			
Superficies	Papel	Pared 1	Relación de luminancias
Luminancias(cd/m <sup>2</sup> )	132.42	26.58	4.98
Comparativo superficie de trabajo/sup alejadas (< 10)			
Superficies	Papel	Pared 3	Relación de luminancias
Luminancias(cd/m <sup>2</sup> )	132.42	25.15	5.27
Comparativo superficie de trabajo/sup alejadas (< 10)			
Superficies	Papel	Pared 4	Relación de luminancias
Luminancias(cd/m <sup>2</sup> )	132.42	33.26	3.98
Comparativo superficie de trabajo/sup alejadas (< 10)			
Superficies	Papel	Pizarra	Relación de luminancias
Luminancias(cd/m <sup>2</sup> )	132.42	39.19	3.38



## **Paso 7. Limitación del deslumbramiento directo**

Para esta parte se harán dos tipos de análisis, el indicado en la norma nacional mediante el método de Söllner y a través de lo indicado por la norma Europea EN12464 [19] por el método del cálculo de UGR.

### a) Clase de calidad de limitación del deslumbramiento

Para el recinto en análisis, se tiene de la Tabla N° 3.2 que se exige una clase de calidad de deslumbramiento Tipo 1.

### b) Tipo y disposición de luminarias

Como ya se indicó sólo se analizará la luminaria que actúa sobre las carpetas

Zumtobel - Luz Suave IV 2x28W Cod:42157433

Se determina que es de tipo "A" debido a que no tiene salida de flujo por su parte lateral y se encuentra dispuesta en forma paralela a la visión de los ocupantes. Así mismo, según las dimensiones de la luminaria se le considera como lineal debido a que la relación entre el lado más corto de la luminaria (298mm) y el más largo de la misma (1198mm) es menor (0.25) que 0.5 según lo indica la norma.

Se utilizará el Software de la empresa Relux Informatik AG ([www.relux.ch](http://www.relux.ch)) "Relux Professional", y se calcula la curva de limitación de luminancia. Según el Anexo E - Curva de Söllner y utilizando la distribución realizada se hallará la relación  $a/hs$  para las curvas de Söllner. La clase de limitación del deslumbramiento es de "Tipo 1", y el nivel de iluminación considerado es de 300 lx a más.

Del plano del recinto se tiene que la distancia del observador más alejado hacia la luminaria más alejada a él es de 6.2m, por tanto ya se tiene el valor de "a" según el dato del Anexo A. Entonces  $hs$  será:  $H - hs = 1.6$ , y la relación  $a/hs$  es  $= 6.2/1.6 = 3.875$ . En las curvas de Söllner para esta luminaria se tiene que las curvas estándar superan a la curva de luminancia dentro del rango de la relación  $a/hs$ , por tanto se puede afirmar que el sistema de iluminación propuesto cumplirá siempre con la limitación del deslumbramiento.

### c) Ángulo de apantallamiento

Como se explicó en el punto 3.1.7 c), para este tipo de luminarias no se necesita realizar el análisis de ángulo de apantallamiento, además el fabricante ya no proporciona detalles con características de construcción de las luminarias y, como este informe se realiza en la fase de proyecto, aún no se tiene las luminarias para tomar las dimensiones y hallar dicho ángulo.



Fig. Nº 4.9 Distancia del último observador a la luminaria más alejada.

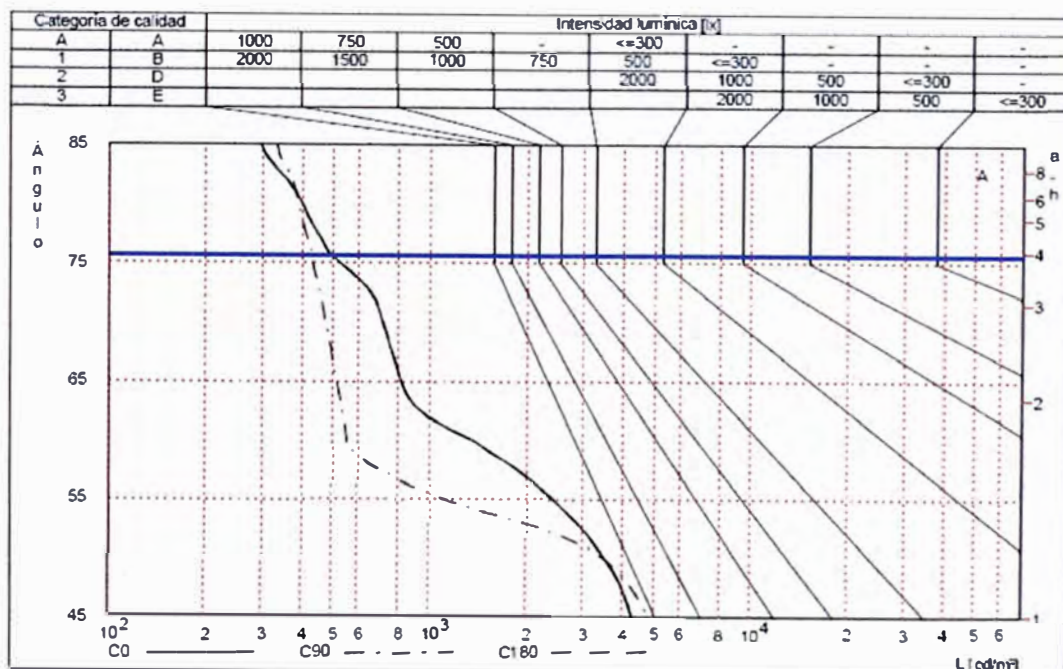


Fig. Nº 4.10 Curva de Söller para la luminaria Luz Suave IV 2x28W.

Se utilizará ahora las recomendaciones de la norma Europea EN 12464 para cálculo de deslumbramiento según lo explicado en el punto. 3.2.6

Según la geometría del recinto y del local ya construido en el software DIALUX, se ingresan las superficies de cálculo de UGR para las carpetas y la pizarra y la simulación quedaría según la Fig. N° 4.11.

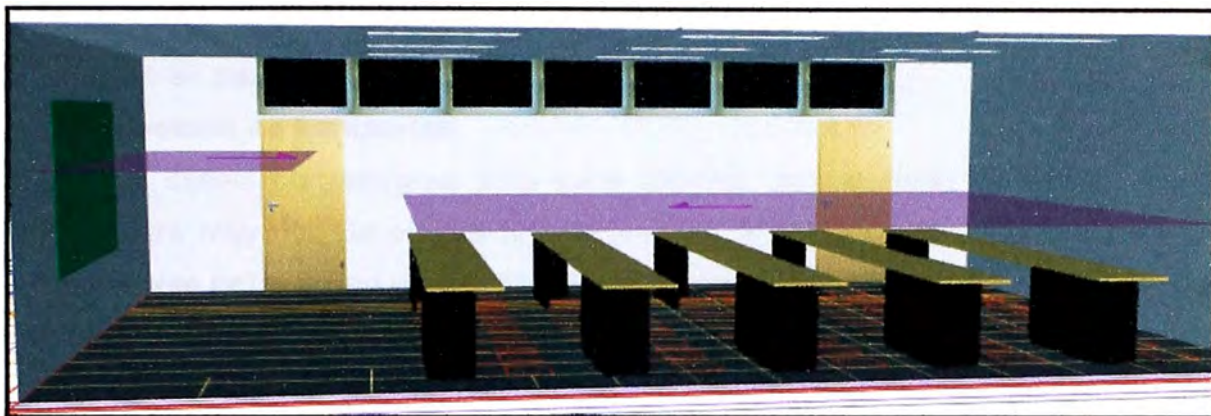


Fig. N° 4.11 Simulación Aula B, superficies de cálculo UGR

Los resultados de este estudio arrojan un máximo de UGR de 19, tanto para la superficie UGR de alumnos como para la superficie del área del profesor. Con esto se afirma que la luminaria elegida cumple lo indicado en la norma EN12464 para aulas de estudio por lo tanto la distribución no producirá deslumbramiento.

Avalados por estos cálculos y análisis se puede afirmar que las luminarias elegidas y su distribución en el local cumplirán de manera efectiva su función logrando los niveles de iluminancia y luminancia exigidos por norma así como un perfecto control de deslumbramiento que permitirá realizar las actividades de la mejor manera.

#### **4.6. Diseño del sistema de iluminación para el Edificio A: pasadizo principal**

Según los planos mencionados al inicio, como se puede apreciar este pasadizo es exterior, con balcones en cada piso que interconectan las aulas con los servicios higiénicos y con el hall que da a las escaleras, tiene una altura de 3.25m desde el N.P.T.

##### **Paso 1. Definir la tarea visual**

Según la Tabla N° 3.1 se define que la actividad será: "simple orientación para visitas cortas" debido a que es una zona de tránsito o espera.

##### **Paso 2. Seleccionar la categoría de iluminación**

De la Tabla N° 3.2 se tiene que en áreas de circulación para personas, la categoría de iluminación es "A", es decir como máximo limitante un valor de 50 lx a una altura de 0.2m pero al consultar también la norma del Reglamento Nacional de Edificaciones la Sección EM.010 indica para "Áreas generales en edificios" 100 lx como iluminancia mínima en

servicio, por tanto se tomará este valor que es más alto, para el diseño del pasillo. Cabe indicar que la norma europea EN12464 también da el mismo valor pero en iluminancia mantenida tomada a nivel del piso. Al estar el pasillo en una zona interior y exterior a la vez, las consideraciones de iluminación se harán para la noche, ya que en el día será iluminada con la luz natural.

### **Paso 3. Establecer el nivel de iluminación**

De las normas anteriormente mencionadas se tiene que el nivel mínimo considerado para este proyecto en pasillos será de 100 lx a nivel del suelo.

### **Paso 4. Selección de luminarias**

Los pasillos deben considerarse sólo para tránsito, por lo tanto una luminaria tipo Downlight será muy útil. Se elegirá la luminaria de la empresa Josfel Iluminación SAC ([www.josfel.com.pe](http://www.josfel.com.pe)) que sea especial para estos usos y que utilice lámparas ahorradoras comerciales. Por consiguiente, se elegirá la luminaria de la línea Downlight la denominada "AlphaSpot 2x26w TC-D" cuyas características se encuentran en el Anexo C.

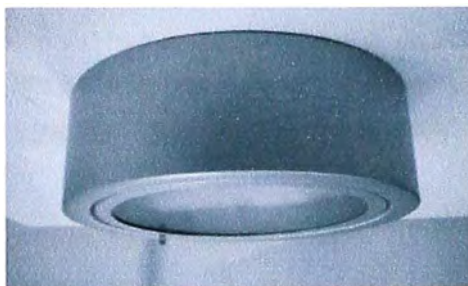


Fig. N° 4.12 Luminaria AlphaSpot

### **Paso 5. Comprobación de luminaria según norma.**

De los pasos 2 y 3 se tiene como parámetros:

- Nivel de iluminación mínimo: 100 lx

Se analizará el nivel de iluminación luego de realizar un cálculo luminotécnico en el área seleccionada.

#### **Cálculo de iluminación**

##### a) Factor de mantenimiento

El factor de mantenimiento considerado será de 0.7 debido a que este pasadizo se encuentra en el exterior.

##### b) Planos y superficies de trabajo

Para el análisis se tomará en cuenta el plano útil al nivel del suelo.

##### c) Ubicación de luminarias

Las luminarias se ubicarán en fila a lo largo del pasadizo adosada al techo e irán 4 luminarias a la altura de cada aula según la Fig. N° 4.13, con una separación de 2.4m entre ellas.

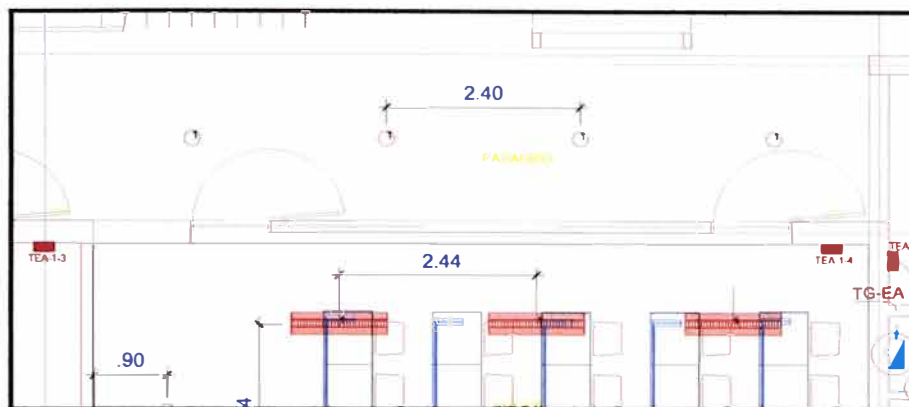


Fig. N° 4.13 Separación de luminarias en pasadizo

#### d) Elección del tipo de lámpara

De la norma se tiene que la lámpara debe tener temperatura de color bc o bn con grado de reproducción del color tipo 3:

Utilizando el catálogo de Osram se elige la lámpara siguiente:

26 W - DULUX T/E 26 W/840

Utilizando el Software mencionado se obtiene:

Tabla N° 4.5 Niveles de iluminación pasadizo

Tabla de niveles de iluminación		Pasadizo principal
Local	General	
Iluminancia Media (lx)	121	
Uniformidad	0.64	

#### Paso 6. Distribución de luminancias en el campo visual

Al ser una zona exterior las luminancias en el campo visual dependerán mucho de la influencia exterior aún de noche (iluminación perimetral, ornamental) por lo que este análisis no se realizará.

#### Paso 7. Limitación del deslumbramiento directo

Al estar al exterior, no hay consideraciones de deslumbramiento.

#### 4.7. Diseño del sistema de iluminación para el Edificio A: Pasadizo corto

Este pasadizo sirve de enlace entre el pasadizo principal y los SSHH, tiene una altura de piso a techo de 3.35m según el plano mencionado y sin FCR.



### **Pasos 1, 2 y 3. Consideraciones para definir el nivel de iluminación**

Para este pasadizo se tomará las mismas consideraciones que para el pasadizo principal, por lo tanto se juntará los pasos 1, 2 y 3. La norma EN12464 en su Tabla N° 5.6 indica un valor de iluminancia mantenida de 100 lx a nivel del suelo.

### **Paso 4. Selección de luminarias**

La luminaria será la misma que la anterior, de la empresa Josfel Iluminación SAC "AlphaSpot 2x26w TC-D".

### **Paso 5. Comprobación de luminaria según norma.**

#### **Cálculo de iluminación**

#### a) Factor de mantenimiento

El factor de mantenimiento por ser interior será de 0.8.

#### b) Planos y superficies de trabajo

Se considera un plano útil a la altura del suelo.

#### c) Ubicación de luminarias

Las luminarias estarán dispuestas en una fila en la parte central del pasadizo con separación de 3.4m.

#### d) Elección del tipo de lámpara

El tipo de lámpara similar al pasadizo principal.

Con estos datos y utilizando el Software se tiene:

Tabla N° 4.6 Niveles de iluminación pasadizo corto

Tabla de niveles de iluminación		Pasadizo corto
Local	General	
Iluminancia Media (lx)	117	
Uniformidad	0.68	

### **Pasos 6 y 7. Análisis de deslumbramiento**

Al ser un pasadizo una zona de tránsito y donde no se va a estar mucho tiempo, se obvia el análisis de luminancias debido a la ausencia de un plano de trabajo. El análisis para este caso, considerando la norma Europea, es que se obtenga un UGR límite de 25. Se insertará una superficie de cálculo UGR a una altura de 1.7m del piso (persona de pie).

Del cálculo se obtiene un valor de 22 como máximo, indicando que con la luminaria elegida y la ubicación propuesta, no se producirá deslumbramiento.

### **4.8. Diseño del sistema de iluminación para el Edificio B**

Según los planos del Anexo A del 26 al 35 para el edificio B el análisis de ambientes será el mismo que para el edificio "A", ya que el uso al cual está destinado, la altura del techo y el ancho de los ambientes principalmente aulas, difieren en 0.15m a los del edificio A.

Según estas condiciones, se hará cálculos de iluminación a los ambientes que sean necesarios para saber la cantidad y distribución de luminarias. Los resultados se muestran en los cálculos luminotécnicos del Anexo D. Como resumen las Tablas N° 4.7 indica los valores hallados para el análisis del edificio. Y las luminancias para las Aulas G, C y A. en la Tabla N° 4.8 a y b.

Tabla N° 4.7 Niveles de iluminación aulas G, C y A

<b>Tabla de niveles de iluminación Aulas G y C</b>			
<b>Local</b>	<b>General</b>	<b>Zona de carpetas</b>	<b>Pizarra</b>
<b>Iluminancia Media (Ix)</b>	501	597	653
<b>Uniformidad</b>	0.22	0.5	0.46

<b>Tabla de niveles de iluminación Aula A</b>			
<b>Local</b>	<b>General</b>	<b>Zona de carpetas</b>	<b>Pizarra</b>
<b>Iluminancia Media (Ix)</b>	502	602	735
<b>Uniformidad</b>	0.36	0.7	0.42

Tabla N° 4.8a Comparativo de luminancias aulas Gy C

Aula G y C

<b>Comparativo campo de trabajo/alrededores (&lt; 3)</b>			
<b>Superficies</b>	Papel	Carpeta	Relación de luminancias
<b>Luminancias(cd/m2)</b>	167.05	63.98	2.61

<b>Comparativo superficie de trabajo/sup alejadas (&lt; 10)</b>			
<b>Superficies</b>	Papel	Pared 1	Relación de luminancias
<b>Luminancias(cd/m2)</b>	167.05	29.13	5.73

<b>Comparativo superficie de trabajo/sup alejadas (&lt; 10)</b>			
<b>Superficies</b>	Papel	Pared 2	Relación de luminancias
<b>Luminancias(cd/m2)</b>	167.05	23.71	7.05

<b>Comparativo superficie de trabajo/sup alejadas (&lt; 10)</b>			
<b>Superficies</b>	Papel	Pared 3	Relación de luminancias
<b>Luminancias(cd/m2)</b>	167.05	24.83	6.73

<b>Comparativo superficie de trabajo/sup alejadas (&lt; 10)</b>			
<b>Superficies</b>	Papel	Pizarra	Relación de luminancias
<b>Luminancias(cd/m2)</b>	167.05	39.49	4.23



Tabla N° 4.8b Comparativo de luminancias para el aula A

Aula A

<b>Comparativo campo de trabajo/alrededores (&lt; 3)</b>			
<b>Superficies</b>	Papel	Carpeta	Relación de luminancias
<b>Luminancias(cd/m2)</b>	164.76	61.78	2.67

<b>Comparativo superficie de trabajo/sup alejadas (&lt; 10)</b>			
<b>Superficies</b>	Papel	Pared 1	Relación de luminancias
<b>Luminancias(cd/m2)</b>	164.76	32.47	5.07

<b>Comparativo superficie de trabajo/sup alejadas (&lt; 10)</b>			
<b>Superficies</b>	Papel	Pared 3	Relación de luminancias
<b>Luminancias(cd/m2)</b>	164.76	31.51	5.23

<b>Comparativo superficie de trabajo/sup alejadas (&lt; 10)</b>			
<b>Superficies</b>	Papel	Pared 4	Relación de luminancias
<b>Luminancias(cd/m2)</b>	164.76	27.37	6.02

<b>Comparativo superficie de trabajo/sup alejadas (&lt; 10)</b>			
<b>Superficies</b>	Papel	Pizarra	Relación de luminancias
<b>Luminancias(cd/m2)</b>	164.76	44.45	3.71

Al estar todas las luminancias e iluminancias dentro de los rangos exigidos por norma se puede afirmar que el sistema de iluminación está correctamente diseñado y cumpliendo los parámetros exigidos. Para el control del deslumbramiento utilizando el método de la CIE, se tiene un UGR máximo de 16 según el IV de cálculos luminotécnicos, con el cual se puede afirmar que las luminarias y su posición en estas aulas tendrán un buen control de deslumbramiento.

#### 4.9. Diseño del sistema de iluminación para el Edificio C

Para el edificio "C", no sucede lo mismo que para el "A" o "B" ya que los ambientes y uso serán distintos y sólo se analizarán los recintos más relevantes como son las aulas de computación de 30 y 45 alumnos, el área de gestión y la sala de reuniones. Para los otros ambientes, se justificará la ubicación y tipo de luminarias de acuerdo al estudio luminotécnico presentado en el Anexo D, a continuación se mostrará una tabla resumen (Tabla N° 4.9) de los datos alcanzados comparados con la norma:

Tabla N° 4.9 Tabla resumen de valores calculados vs. valores de la norma

Recinto	Valor (lx)	Norma DGE-017 o EM 010 (lx)
Depósito sótano	111	100
Pasadizo sótano	136	100
Cuarto de tableros	234	200 - 500
Cuarto de bombas	140	50 - 100
Hall	310	200
SSHH	113	100
Pasadizo de pisos 2 al 5	155	100
Recepción de pisos 6 al 12	305	300
Recepción-Corredor Piso 1	449	300

Ahora se analizará los ambientes importantes.

#### 4.10. Aula de computación de 30 y 45 alumnos

Para este caso se tiene 2 aulas que van a ser usados como laboratorios de computación, el tratamiento que se les dará será similar para ambos pero variará en la cantidad de luminarias, se trabajará entonces sólo para el aula de 30 alumnos a manera de demostración del método.

En los planos del 36 al 44 se observa que no hay aún mobiliario definido, pero se sabe que el uso es para computación.

Pasos 1, 2 y 3. Definir la tarea visual, categoría y nivel de iluminación

Al no existir en la norma nacional una indicación sobre aulas donde se utilicen PVDs se debe usar las consideraciones existentes en la norma tanto de la IES como de la EN12464-1 sobre aulas con pantallas de computadoras o PVD. En la Tabla N° 3.11 en la actividad 2.13, "Aulas de práctica de informática" se indica que debe considerarse un valor de iluminancia mantenida de 300 lx.

Pasos 4. Selección de luminarias.

Se elige una luminaria que cumpla lo indicado en el capítulo III en la Tabla N° 3.11 además que esté acorde con lo mencionado en la Tabla N° 3.13 para las pantallas de visualización de datos. Como se mencionó también en este capítulo, al desconocerse el tipo de pantallas a utilizarse, se asume dicha pantalla como categoría II. Una luminaria debe cumplir a parte del nivel de iluminación con la limitación de luminancia y deslumbramiento. Utilizando el catálogo de la empresa Zumtobel Lighting GmbH, se elige una luminaria que sea especial para usos en aulas con PVDs con características comerciales de nuestro país.

Las luminarias para la zona de PVDs serán:

Zumtobel LightFields-E 2/24W Cod 42157149

Cuyas características se presentan en el Anexo C

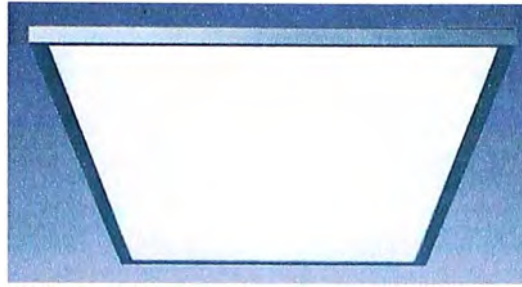


Fig. N° 4.14 Luminaria LightFields

#### Paso 5. Comprobación de luminaria según norma

De los pasos 2 y 3 se tiene como principal parámetro:

✓ Nivel de iluminación mínimo: 300 Lx

#### Cálculo de iluminación

Utilizando el Software "DIALUX" se construye el local según las dimensiones propuestas en el plano y se asume un mobiliario teniendo presente la cantidad de alumnos, se calculará los niveles de iluminación en las carpetas que es la zona donde se realizará la tarea.

#### a) Factor de mantenimiento

Se considerara 0.8 como factor de mantenimiento por ser aula de estudios.

#### b) Planos y superficies de trabajo

Para las carpetas, la altura del plano de trabajo o plano útil será a 0.85m y se considerará las superficies de trabajo según lo indicado en el punto 3.1.5 b) de este informe. En la Fig. N° 4.15 se muestra la simulación del aula típica y se considera una superficie de trabajo en una de las carpetas.



Fig. N° 4.15 Simulación del aula de computación

c) Ubicación de luminarias

Se colocarán 12 luminarias tipo LightFields 2x24W distribuidas en forma uniforme y con separación a lo largo de 2.44m y en forma transversal de 1.83m ajustadas en el cielo raso de 0.61x0.61m

d) Elección del tipo de lámpara

La lámpara según la norma EN12464 sólo debe cumplir el requisito de la reproducción del color de Ra igual a 80, las lámparas de la marca Osram Lumilux T5 FQ 24W/840 HO cumplen estos requisitos.

Según estas características de luminarias y lámparas y en la posición indicada se obtiene:

Tabla Nº 4.10 Niveles de iluminación para el aula de computación de 30 alumnos

Tabla de niveles de iluminación		Aula Computación 30 alumnos
Local		General
Iluminancia Media (lx)		357
Uniformidad		0.43

Paso 6. Distribución de luminancias en el campo visual

Según la EN12464, se analizará para el tipo de pantalla asumida, la luminancia máxima de la luminaria en un ángulo de 65°. Si se observa en el Anexo C, en su catálogo, la luminaria elegida cumple estos requisitos, ya que su luminancia es menor a 1000 cd/m<sup>2</sup>, dentro del ángulo establecido.

Se analizará también los contrastes de luminancias adyacentes y remotas.

Superficies en la vecindad inmediata:

Campo interior: Papeles, PVD

Campo exterior: PVD, Carpetas, piso

Superficies alejadas: Paredes, pizarra.

Las reflectancias para los cálculos son las siguientes:

Papel blanco: 80%

Carpeta: (roble) 30%

Paredes: 50%

Pizarra: (Color blanco) 70%

y para la PVD se tiene el valor de luminancia: 1400 cd/m<sup>2</sup> (Cat II)

Por tanto el cuadro quedaría así:

Tabla N° 4.11 Comparativo de luminancias aula de computación de 30 alumnos

Aula computación 30 Alumnos

<b>Comparativo campo de trabajo/alrededores (&lt; 3)</b>			
<b>Superficies</b>	Papel	Carpeta	Relación de luminancias
<b>Luminancias(cd/m2)</b>	105.68	37.24	2.84

<b>Comparativo superficie de trabajo/sup alejadas (&lt; 10)</b>			
<b>Superficies</b>	Papel	PVD	Relación de luminancias
<b>Luminancias(cd/m2)</b>	105.68	1400	0.08

<b>Comparativo superficie de trabajo/sup alejadas (&lt; 10)</b>			
<b>Superficies</b>	Papel	Pared 2	Relación de luminancias
<b>Luminancias(cd/m2)</b>	105.68	17.19	6.15

<b>Comparativo superficie de trabajo/sup alejadas (&lt; 10)</b>			
<b>Superficies</b>	Papel	Pared 3	Relación de luminancias
<b>Luminancias(cd/m2)</b>	105.68	23.24	4.55

<b>Comparativo superficie de trabajo/sup alejadas (&lt; 10)</b>			
<b>Superficies</b>	Papel	Pared 4	Relación de luminancias
<b>Luminancias(cd/m2)</b>	105.68	16.87	6.26

<b>Comparativo superficie de trabajo/sup alejadas (&lt; 10)</b>			
<b>Superficies</b>	Papel	Pizarra	Relación de luminancias
<b>Luminancias(cd/m2)</b>	105.68	55.70	1.90

#### Paso 7. Limitación del deslumbramiento directo

Como ya se había mencionado el método del UGR mediante software es muy sencillo y rápido de calcular por lo que se utilizarán superficies de cálculo UGR a 1.22m. En el Anexo D se menciona el cálculo realizado y se obtiene UGR de 17, el cual es menor que el indicado en la norma.



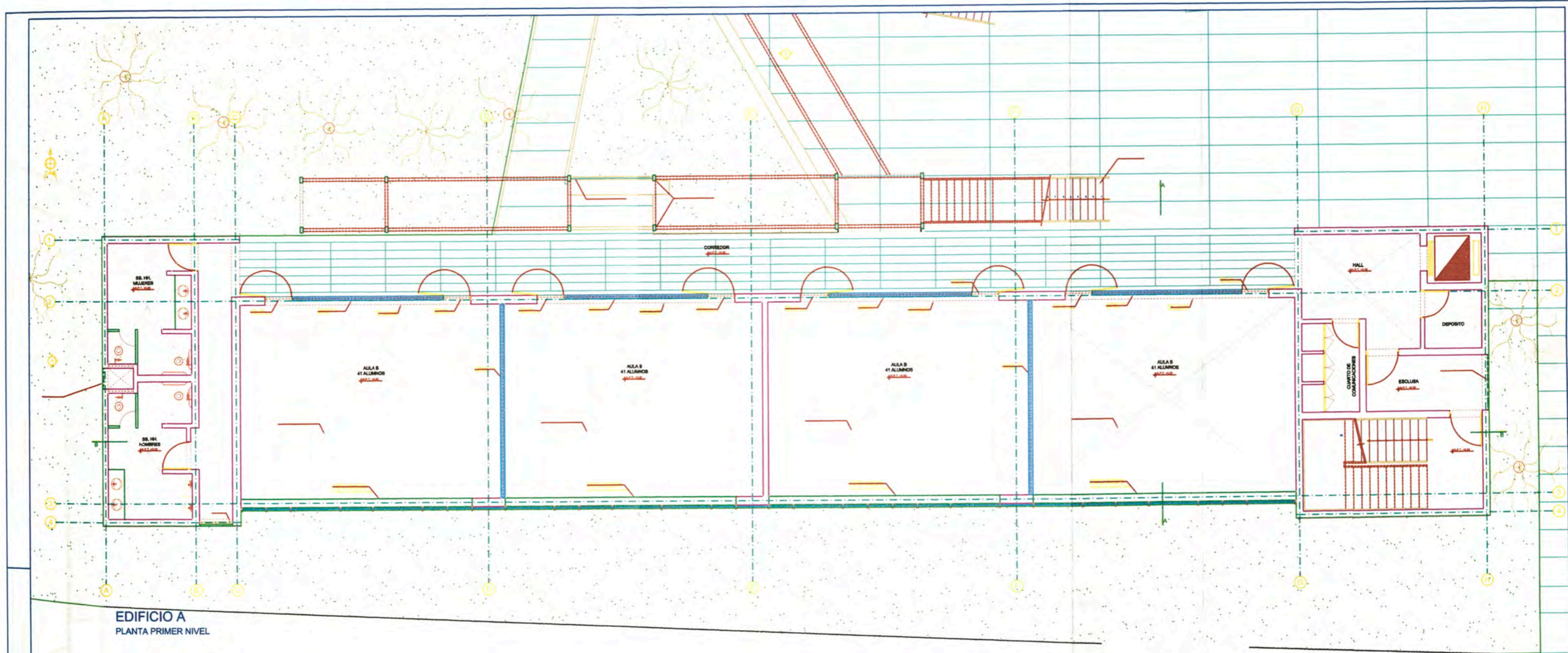
## CONCLUSIONES

1. Realizando este informe se pudo comprobar que existía un vacío en las normas nacionales de iluminación respecto a algunas áreas importantes que, por la dificultad de las tareas, deberían llevar un mayor análisis, como por ejemplo en los edificios educativos.
2. Existe una contradicción entre dos normas nacionales que actualmente están vigentes: la DGE 017-AI-1/1987 y la EM 0.10, las cuales dan alcances distintos respecto a niveles de iluminación, valores a considerar y exigencias.
3. En vista de lo presentado en este informe, incluir las nuevas normativas que rigen en Europa para reforzar las ya existentes y aclarar las diferencias que existen entre ellas, sería muy favorable, a la vez que se actualiza las ideas y conceptos respecto a la iluminación.
4. En un edificio educativo, es importante que el estudiante esté lo más cómodo posible y sin distracciones para el mejor aprovechamiento de las clases; por lo que, evitando causarle molestias con una iluminación inadecuada, se aumenta la capacidad de atención y también el rendimiento.
5. Sería de mucha ayuda que se difundan los efectos perjudiciales de una iluminación deficiente, como la fatiga visual, ya que esto a la larga produce trastornos en el ser humano que no son para minorizar.
6. Al realizar un estudio de iluminación siguiendo paso a paso las normas, se observa que el uso de computadoras es una herramienta obligatoria, debido a los nuevos estudios y fórmulas que se utilizan para llegar a aproximarnos mucho más a conocer los efectos reales de la iluminación.
7. En recintos con pantallas de visualización de datos, se hace cada día más necesario tener luminarias con un control de deslumbramiento más exigente; esto se contrapone con la aparición de las pantallas antideslumbrantes, pero a la vez vuelven a ser necesarias debido a la tendencia de inclinarlas hacia la horizontal.
8. Al momento de iluminar un ambiente no es necesario poner un gran nivel de iluminación ni uno tan deficiente que cause problemas a futuro, sino dar la cantidad



suficiente para cada caso. Una de las formas de lograrlo, es profundizando más en los estudios que se realizan sobre el tema.

## **Anexo A - Planos del proyecto original**

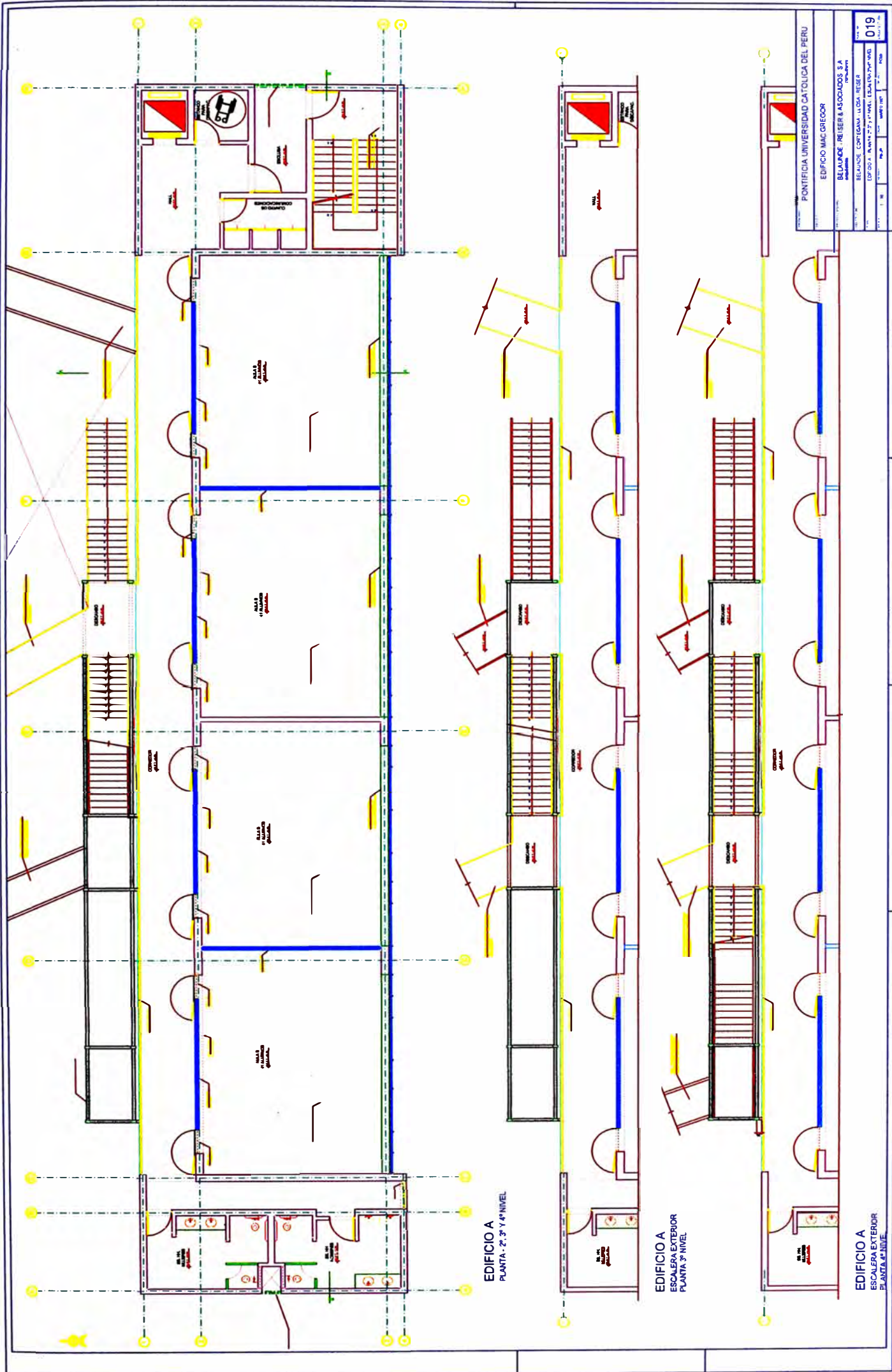


EDIFICIO A  
PLANTA PRIMER NIVEL

CUADRO DE VENTOS					CUADRO DE VENTOS						
TIPO	VINDO	ANCHO	ALTO	ALFEZ	DESCRIPCION	TIPO	VINDO	ANCHO	ALTO	ALFEZ	DESCRIPCION
PUEBTA						VENTANA					
P-1	1.80	2.10			PUEBTA EN ALAS MARCOS DE ALUMINIO - SELA CONTRAPUERTAS	V-1	1.80	2.10	2.10	2.10	VENTANA EN ALAS CUBIERTURA DE ALUMINIO
P-2	1.80	2.10			PUEBTA EN MARCHOS MARCOS DE ALUMINIO - SELA CONTRAPUERTAS	V-2	1.80	2.10	2.10	2.10	VENTANA EN ALAS CUBIERTURA DE ALUMINIO
PD-1	1.80	2.10			PUEBTA CON PUNOS	V-3	1.80	2.10	2.10	2.10	VENTANA EN ALAS CUBIERTURA DE ALUMINIO
PD-2	1.80	2.10			PUEBTA CON PUNOS	V-4	2.80	2.10	2.10	2.10	VENTANA EN SERVICIO HOMBRES MARCOS DE ALUMINIO - SELA CONTRAPUERTAS
PD-3	2.20	2.10			PUEBTA CON PUNOS	V-5	2.80	1.80	2.10	2.10	VENTANA EN SERVICIO MARCOS DE ALUMINIO - SELA CONTRAPUERTAS
PD-4	2.20	2.10			PUEBTA EN TABLONES ELECTRICOS						

PROYECTO:	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU		
PROYECTO:	EDIFICIO MAC GREGOR		
PROYECTO/AREA:	BELAUDE - REISER & ASOCIADOS S.A arquitectos		
ARQUITECTURA:	BELAUDE - CORTEGANA - LLOSA - REISER		
PLANO:	EDIFICIO A - PLANTA 1º NIVEL		
ESCALA:	1 : 50	FECHA:	MARZO 2007
REVISOR:	PG-R	DESENHO:	PCBY
			<b>018</b> ARQUITECTURA



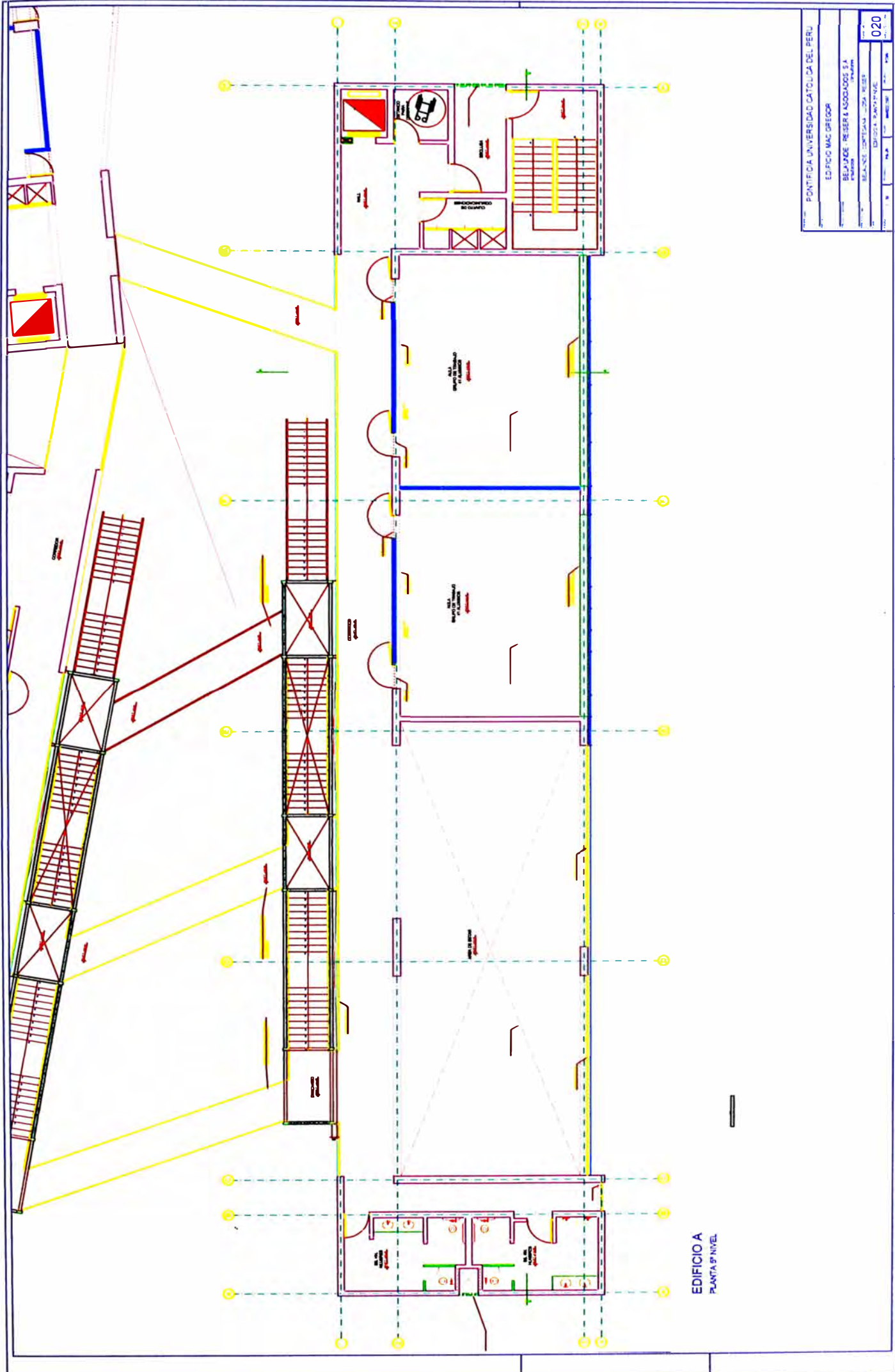


EDIFICIO A  
PLANTA: 2º, 3º Y 4º NIVEL

EDIFICIO A  
ESCALERA EXTERIOR  
PLANTA 3º NIVEL

EDIFICIO A  
ESCALERA EXTERIOR  
PLANTA 3º NIVEL

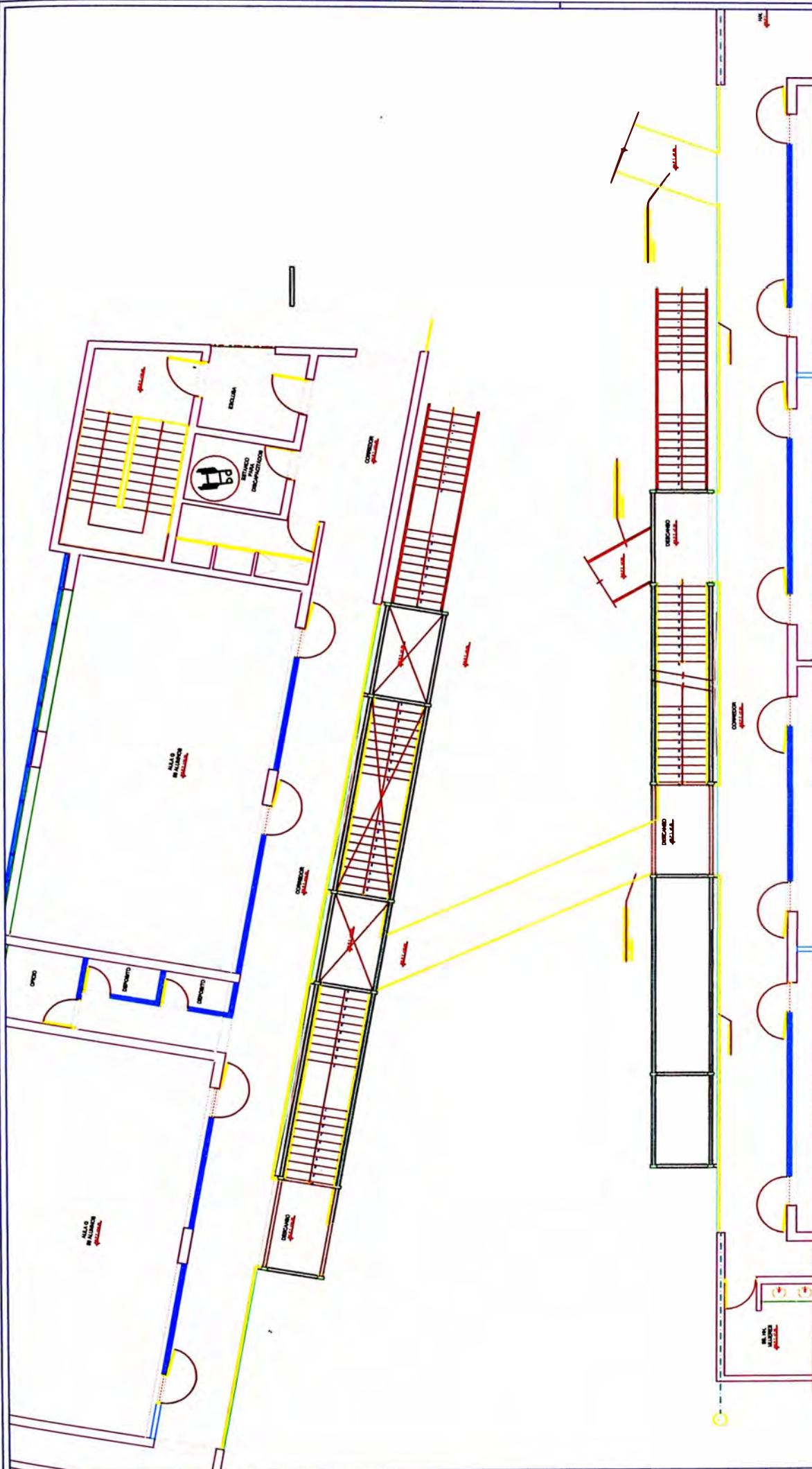
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU	
EDIFICIO MAC GREGOR	
RELAJACIONE: REJESER & ASOCIADOS S.A	
RELAJACIONE: CORTEGANA LA OSA REJESER	
EDIFICIO A PLANTA 2, 3 Y 4 NIVEL ESCALERA EXTERIOR	
019	019



EDIFICIO A  
PLANTA 9 NIVEL

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU	
EDIFICIO MAC GREGOR	
BELLAZQUE REISER & ASOCIADOS S.A.	
INGENIERIA	
BELLAZQUE REISER & ASOCIADOS S.A.	
EDIFICIO A PLANTA 9 NIVEL	
020	

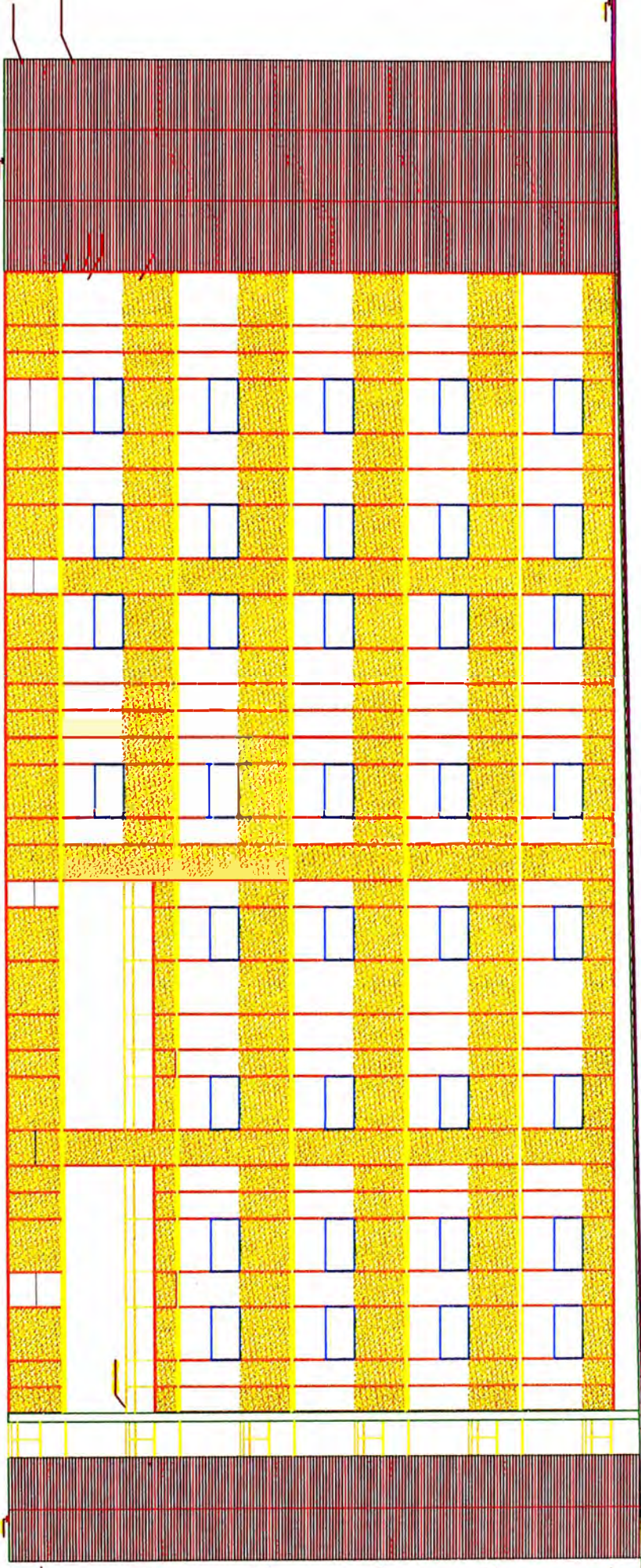




EDIFICIO A  
 ESCALERA EXTERIOR  
 PLANTA 3º NIVEL  
 DETALLE PARA ILUMINACIÓN

PROYECTO	021
EDIFICIO	EDIFICIO A - 3º NIVEL ESCALERA EXTERIOR
PLANTA	PLANTA 3º NIVEL
FECHA	
PROYECTANTE	
REVISOR	
APROBADO	





1º NIVEL  
 2º NIVEL  
 3º NIVEL  
 4º NIVEL  
 5º NIVEL  
 6º NIVEL

**EDIFICIO A**  
 ELEVACION EXTERIOR

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU	
PROYECTO	EDIFICIO MAC GREGOR
PROYECTISTA	BELAUNDE - REISER & ASOCIADOS S.A. arquitectos
PROYECTO	BELAUNDE - CORTESANA - LLOMA - REISER
PROYECTO	EDIFICIO A - ELEVACION I
FECHA	1 - 8
ESCALA	1:50
PROYECTISTA	022

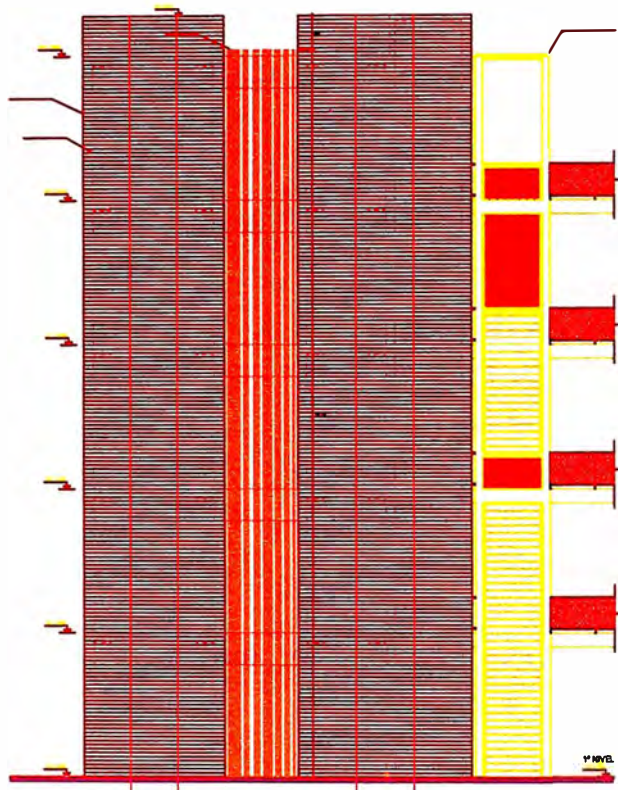




EDIFICIO B  
ELEVACION INTERIOR

Organización	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU		
Nombre	EDIFICIO MAC GREGOR		
Nombre y dirección	BELAUNDE - REISER & ASOCIADOS S.A. Av. Arellano 1000 - Lima		
Nombre y dirección	BELAUNDE - CORTEGANA - LLOSA - REISER Av. Arellano 1000 - Lima		
Nombre y dirección	EDIFICIO A - ELEVACION 2		
Escala	1:50	Fecha	10/05/2011
Hoja	023	Proy.	MAC GREGOR

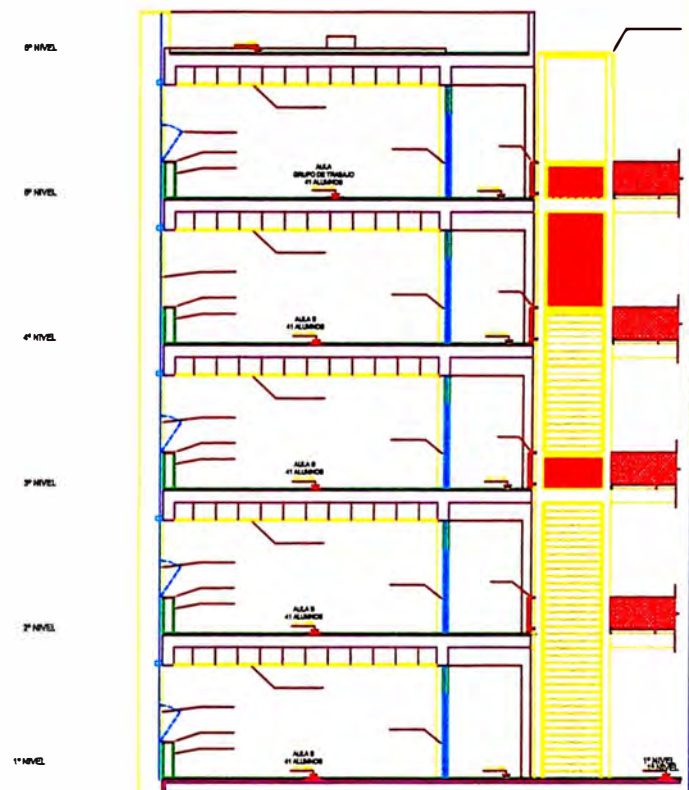




EDIFICIO A  
ELEVACION LATERAL

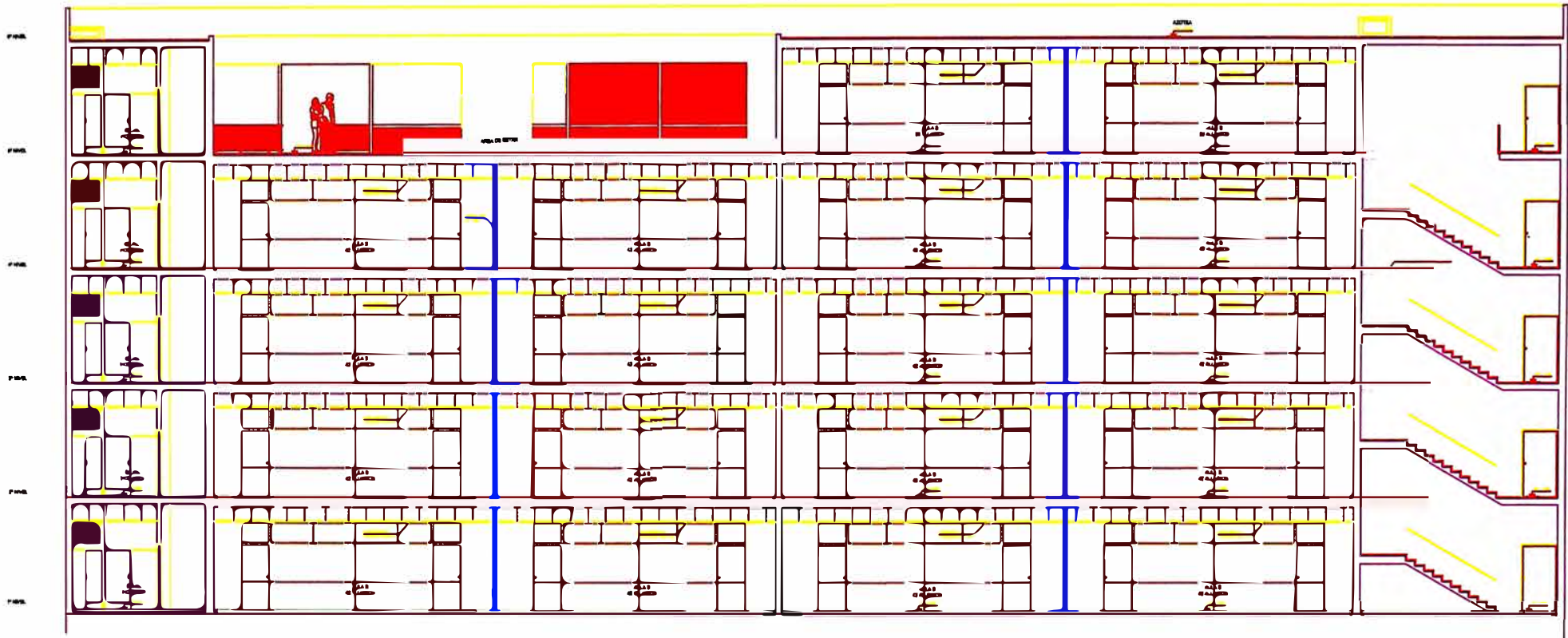


EDIFICIO A  
ELEVACION 4



EDIFICIO A  
CORTE A-A

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU	
EDIFICIO MAC GREGOR	
BELAUDE - REISER & ASOCIADOS S.A.	
BELAUDE - CORTEGANA - LLONA - REISER	
EDIFICIO A - ELEVACION 3, 4 Y CORTE A-A	
1	024

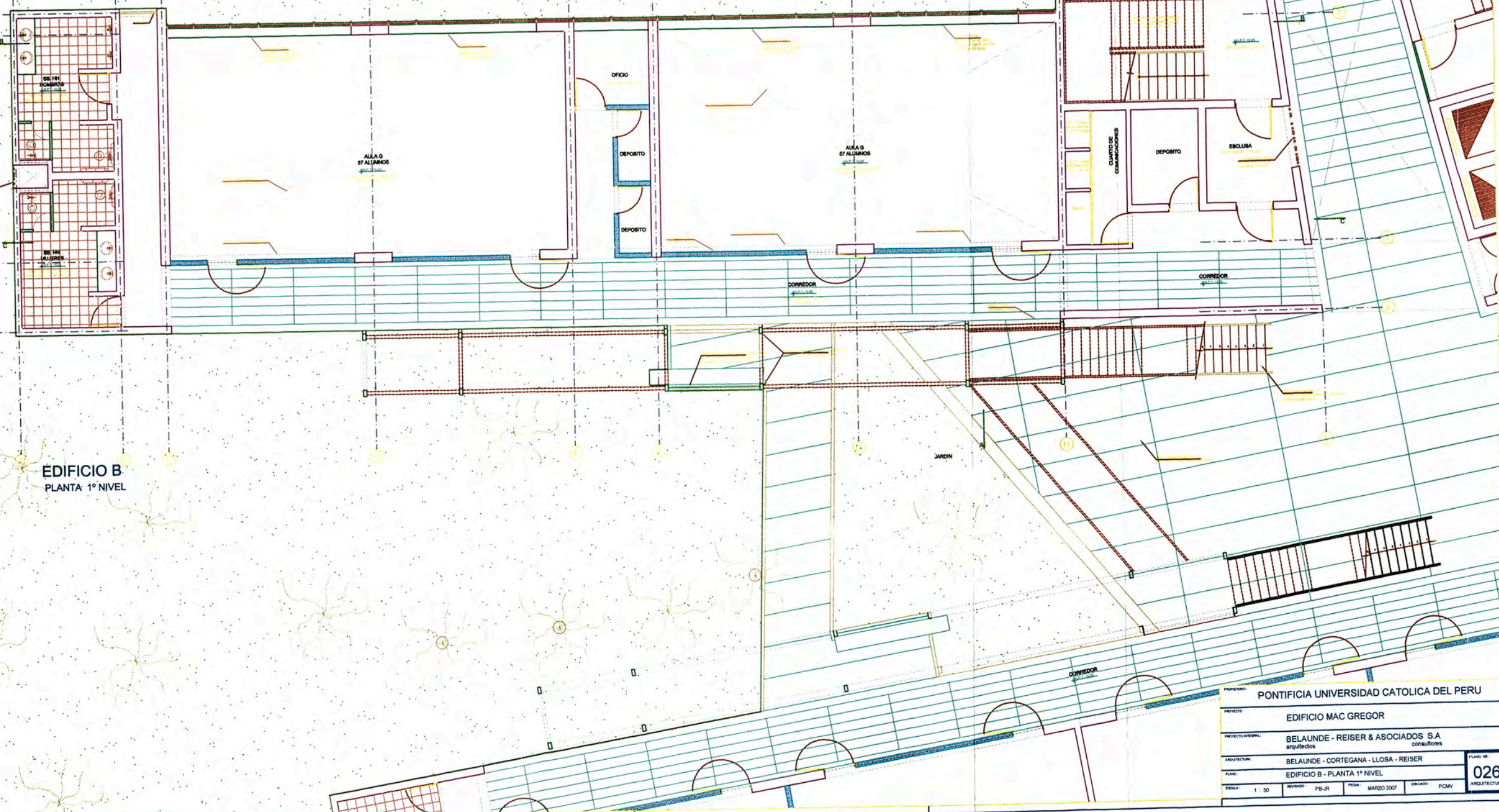


EDIFICIO A  
CORTE B-B

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU			
EDIFICIO MAC GREGOR			
BELALANDE - REISER & ASOCIADOS S.A.		OPERAORA	
BELALANDE - BORTEGANA - LOSA - REISER		DISEÑADORA	
EDIFICIO A - CORTE B-B			
1	01	PLA	025



CUADRO DE VAMOS					CUADRO DE VAMOS						
TIPO	VINDO	ANCHO	ALTO	ALFEZ	DESCRIPCION	TIPO	VINDO	ANCHO	ALTO	ALFEZ	DESCRIPCION
<b>PUERTA</b>											
	P-1	1.80	2.10		PUERTA EN ALZAS MARCADO DE ALUMBRADO - MOLDURA CONTRAPLACA		V-1	4.80	2.10		VENTANA EN ALZAS COMERCIO DE ALUMBRADO
	P-2	1.80	2.10		PUERTA EN SERVICIOS MARCADO DE ALUMBRADO - MOLDURA CONTRAPLACA		V-2	2.85	2.70	2.10	VENTANA EN SERVICIOS MARCADO DE ALUMBRADO - MOLDURA CONTRAPLACA
	P-3	1.35	2.10		PUERTA CORTA FUEROS		V-3	2.30	1.80	2.85	EXCLUSA VINDO EN EXCLUSA
	P-4	1.50	2.10		PUERTA CORTA FUEROS						
	P-5	4.80	2.30		PUERTA EN BALANZAS ELECTRICAS						



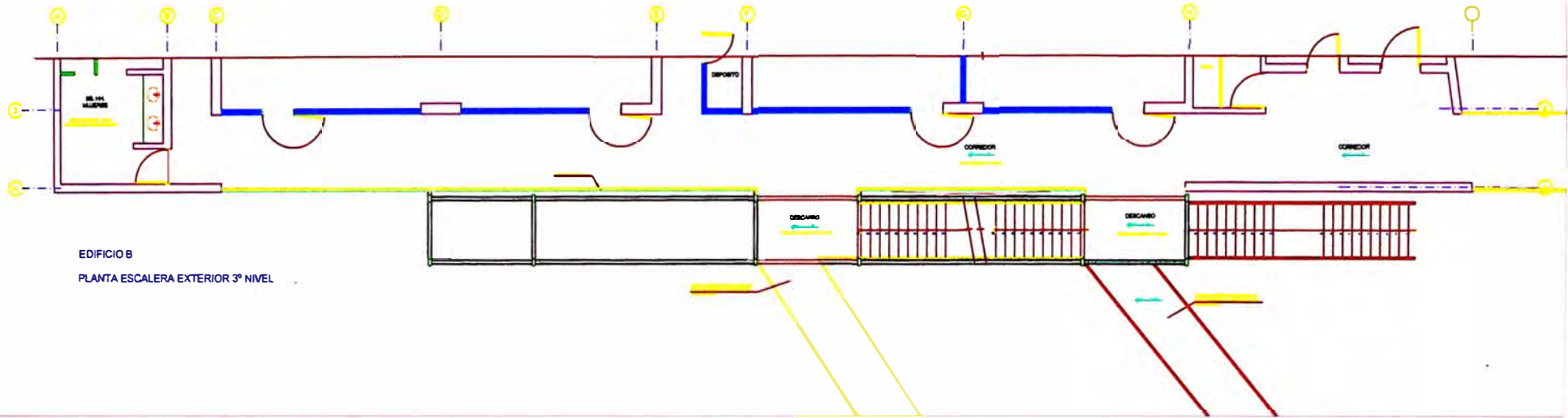
EDIFICIO B  
PLANTA 1º NIVEL

PROPIETARIO:	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU		
PROYECTO:	EDIFICIO MAC GREGOR		
PROYECTO ARQUITECTONICO:	BELAUDE - REISER & ASOCIADOS S.A. arquitectos		
PROYECTO INGENIERIA:	BELAUDE - CORTEGANA - LLOSA - REISER		
PLANO:	EDIFICIO B - PLANTA 1º NIVEL		
ESCALA:	1/50	REVISADO:	PB-JR
FECHA:	MARZO 2007	DISEÑADO:	PCM/V
PLANO Nº:	026		

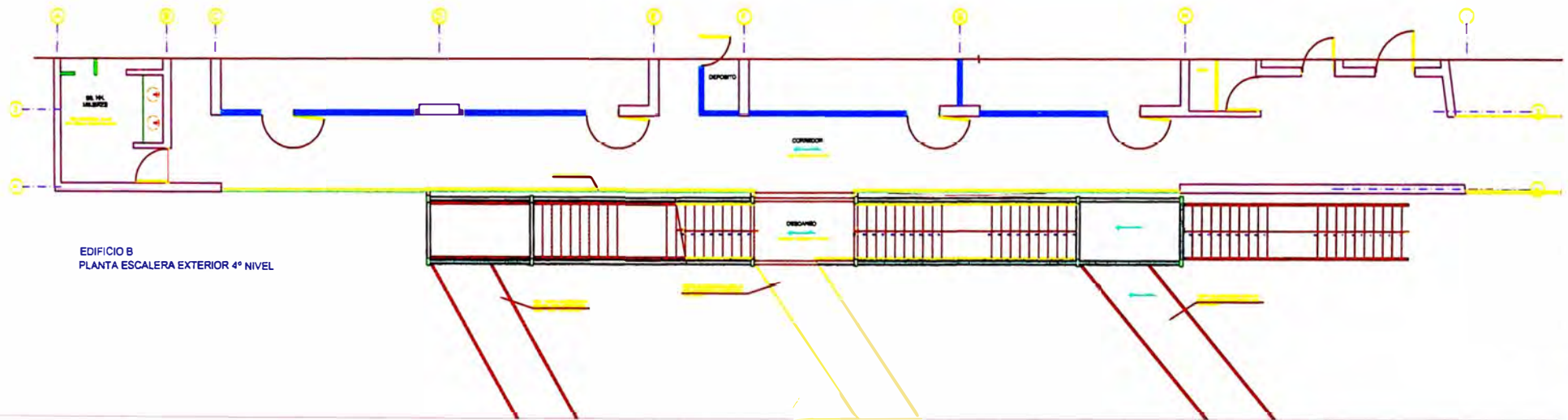








EDIFICIO B  
PLANTA ESCALERA EXTERIOR 3º NIVEL

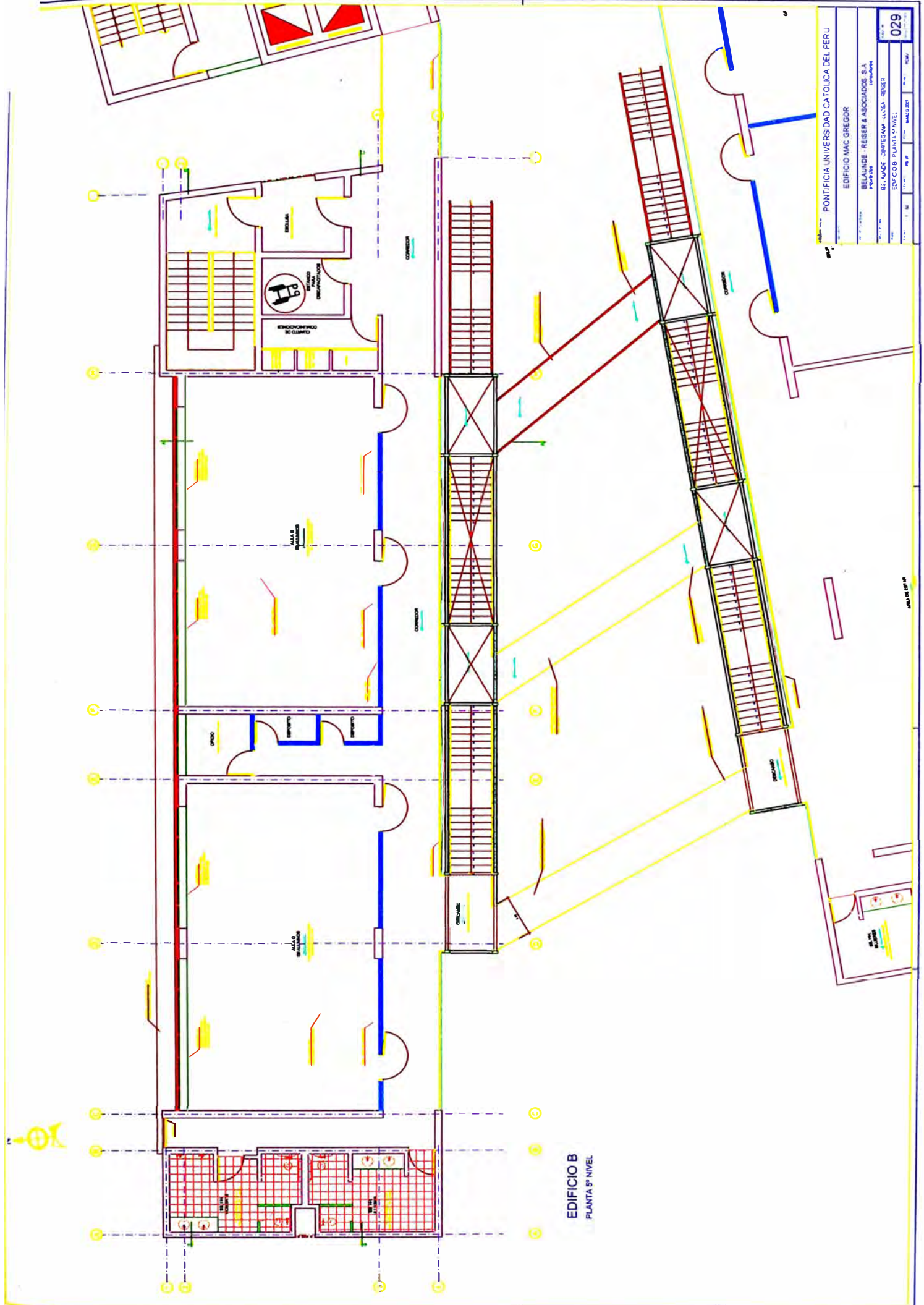


EDIFICIO B  
PLANTA ESCALERA EXTERIOR 4º NIVEL

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU			
EDIFICIO MAC GREGOR			
BELAUNDE - REISER & ASOCIADOS S.A. ARQUITECTOS			
BELAUNDE - CORTEGANA - LLOSA - REISER CORPORALES			
EDIFICIO B - PLANTA ESCALERA EXTERIOR 3º Y 4º NIVEL			
NO. PLAN	FECHA	PROYECTISTA	028
101	1988	MAURO 207	REISER



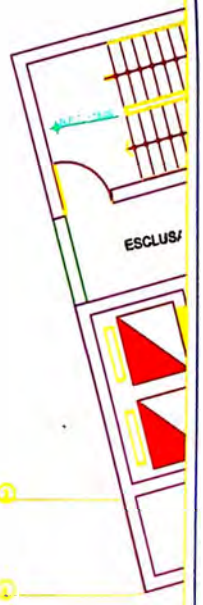
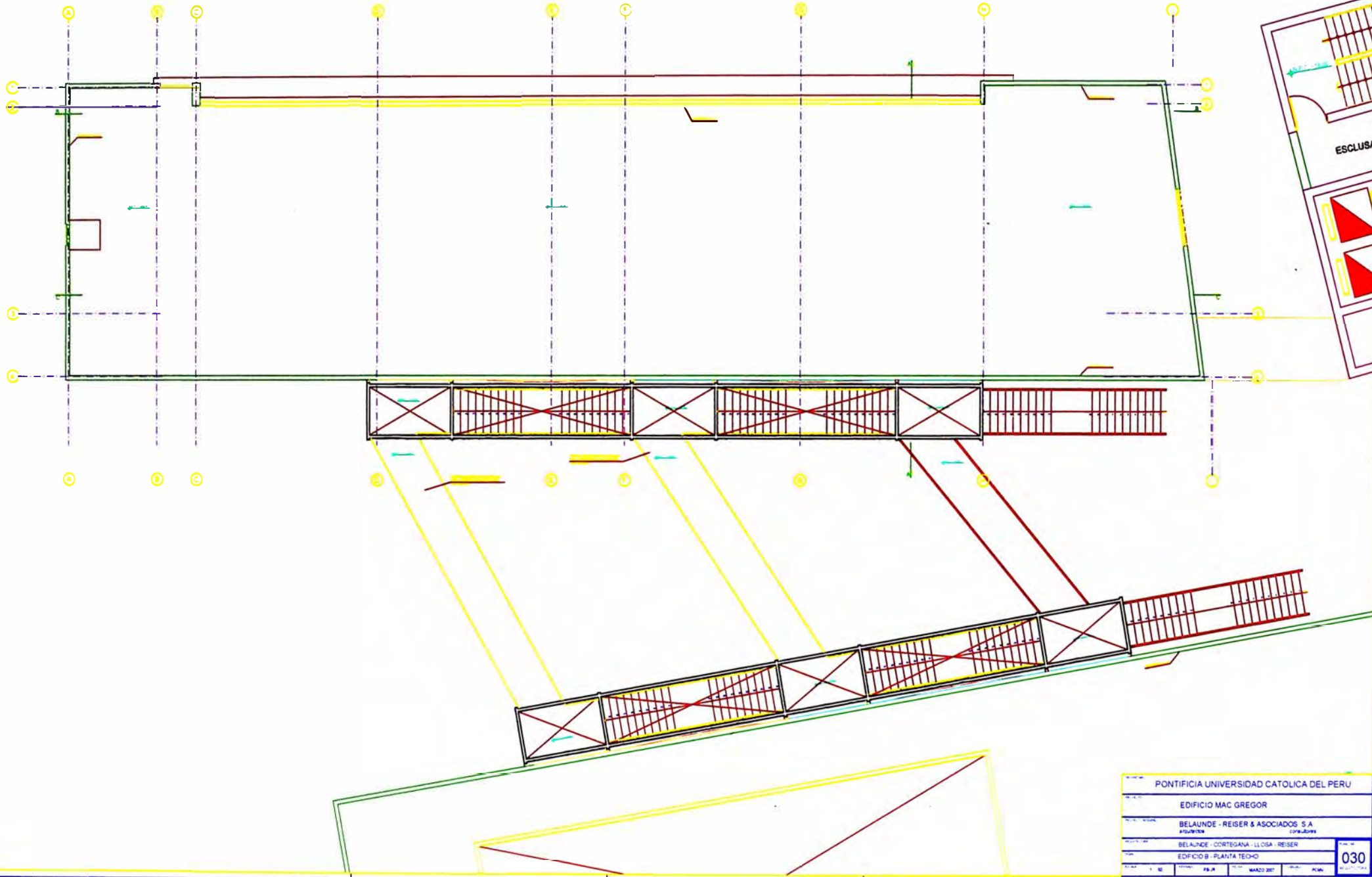




EDIFICIO B  
PLANTA 5º NIVEL

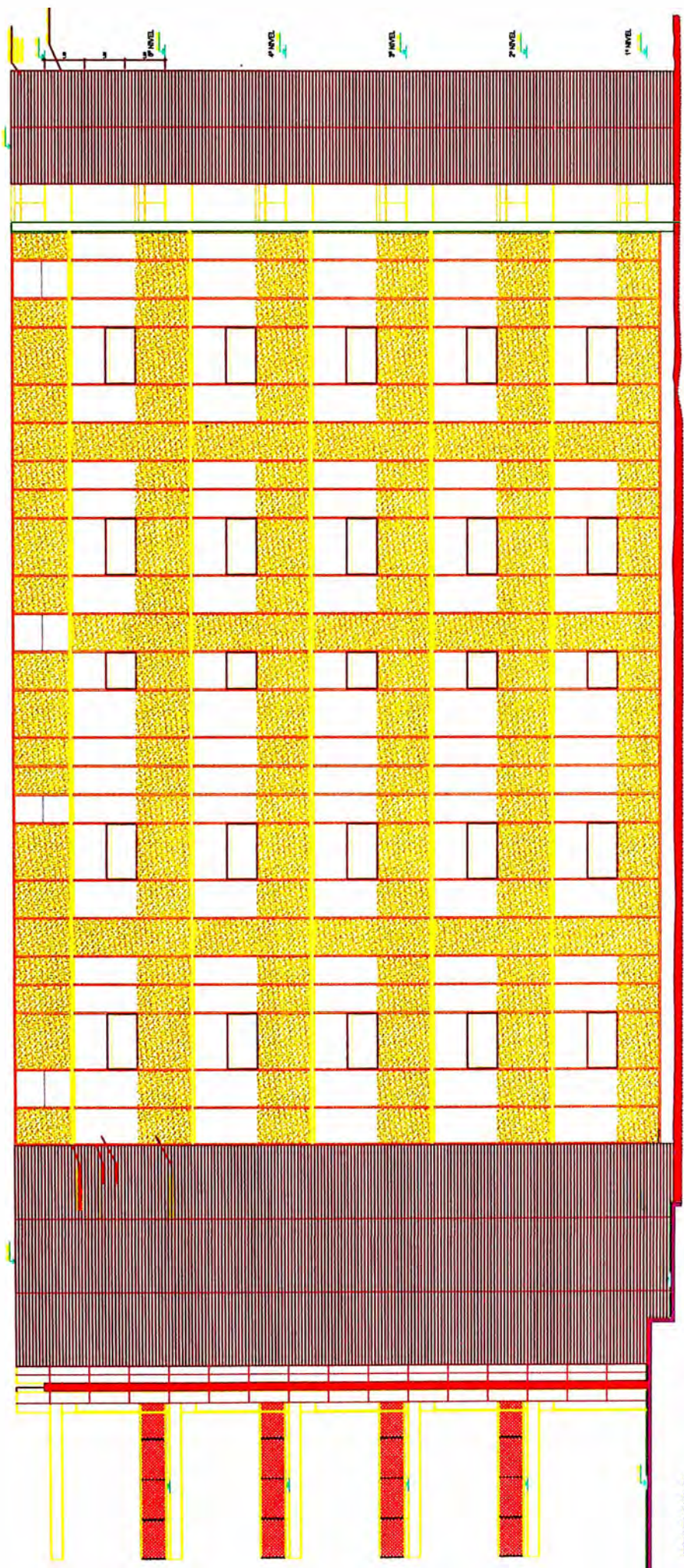
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU	
EDIFICIO MAC GREGOR	
BELLAVIDE - RESERVA & ASOCIADOS S.A. PROYECTOS	
BELLAVIDE - RESERVA & ASOCIADOS S.A. CONYUGALES	
EDIFICIO MAC GREGOR - ALUMNA PRINCE	
029	

UNA VEZ EN LA



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU			
EDIFICIO MAC GREGOR			
PROYECTA	BELAUNDE - REISER & ASOCIADOS S.A.	CONSEJERO	
PROYECTA	BELAUNDE - CORTEGANA - LLOSA - REISER	CONSEJERO	
EDIFICIO B - PLANTA TECHO			
PROYECTA	030	FECHA	MARZO 2007





EDIFICIO B  
ELEVACION EXTERIOR

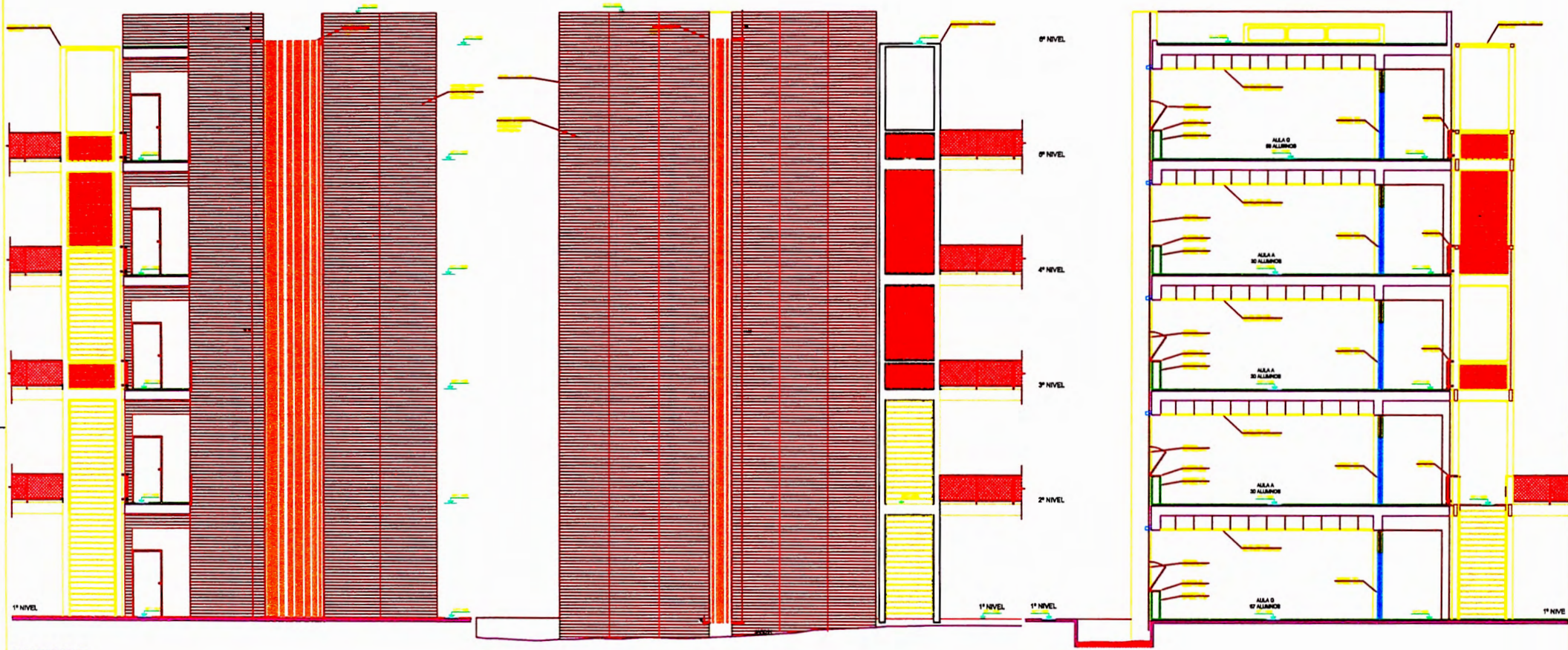
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU	
EDIFICIO MAC GREGOR	
BELVADE - RESER & ASOCIADOS S.A. ARQUITECTOS	
BELVADE - CORTEGANA - LUCIA - RESER EDIFICIO B - ELEVACION EXTERIOR	
031	





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU			
EDIFICIO MAC GREGOR			
PROYECTA	BELAUNDE - REISER & ASOCIADOS S.A	CONSEJORES	
PROYECTA	BELAUNDE - CORTEGANA - LLOSA - REISER		
EDIFICIO B - ELEVACION INTERIOR			032
ESCALA	1:50	FECHA	MARZO 2007
PROYECTA	PCW	PROYECTA	PCW



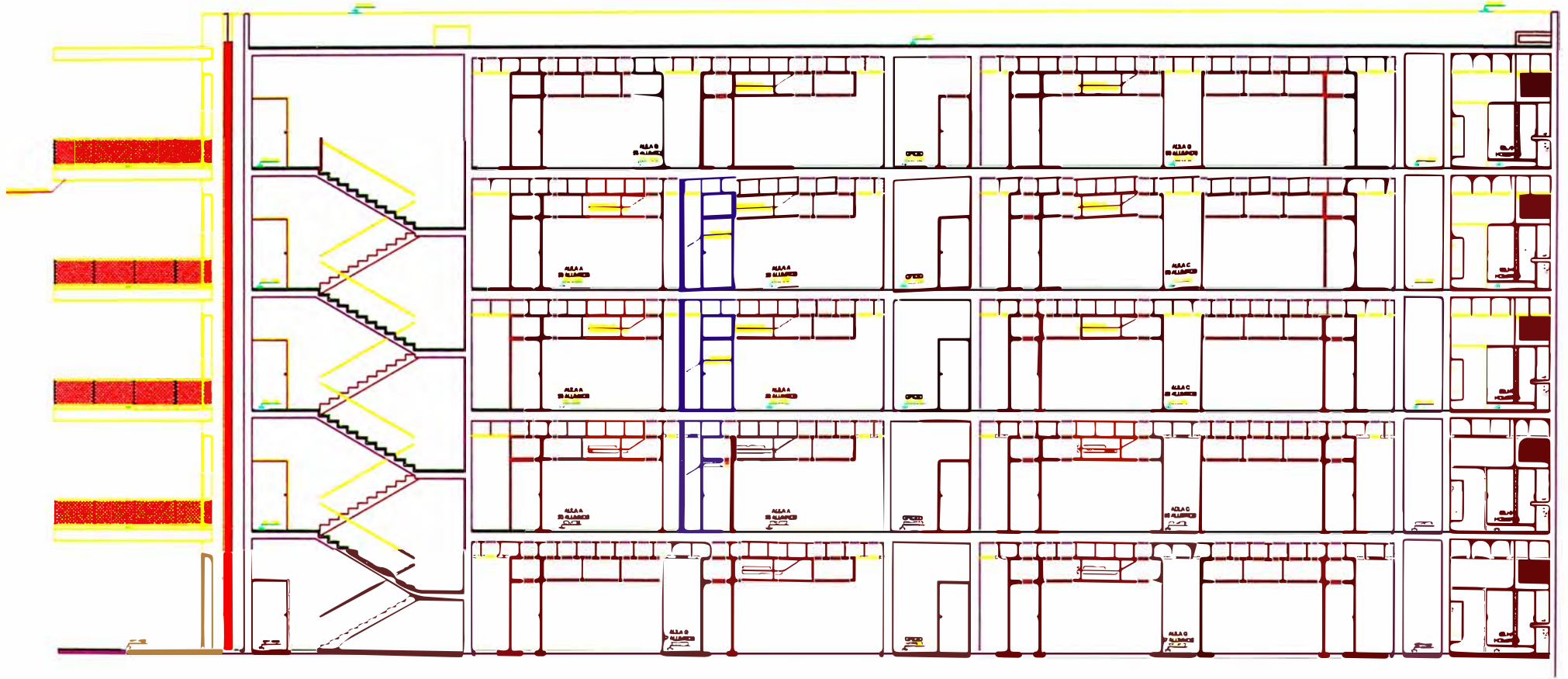


EDIFICIO B  
ELEVACION LATERAL

EDIFICIO B  
ELEVACION LATERAL

EDIFICIO B  
CORTE A-A

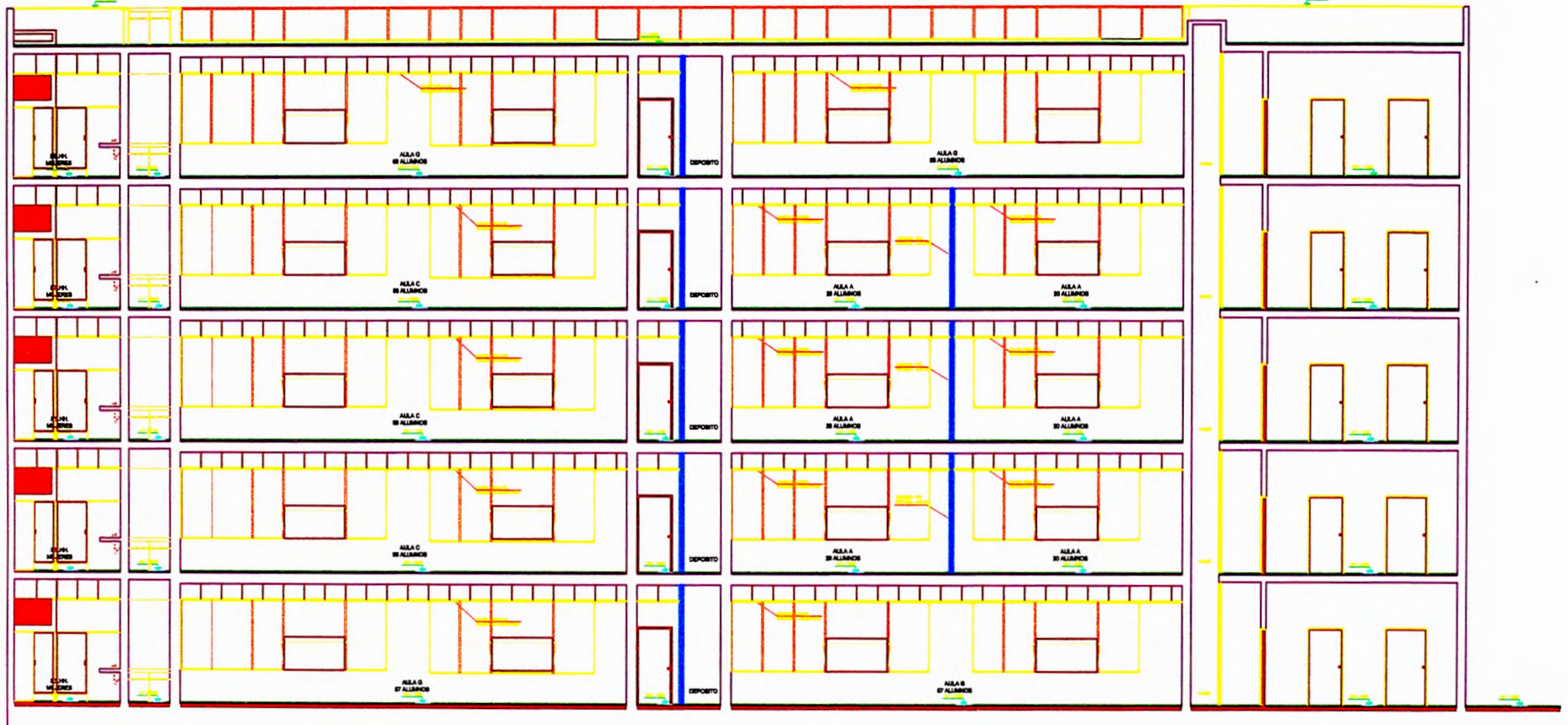
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU	
EDIFICIO MAC GREGOR	
BELAUNDE - REISER & ASOCIADOS S.A. ARQUITECTOS	
BELAUNDE - CORTEGANA - LLOSA - REISER	
EDIFICIO B - ELEVACIONES LATERALES Y CORTE A-A	
PROYECTO	033
FECHA	MARZO 2007
PROYECTADO	PCMA



EDIFICIO B  
CORTE B-B

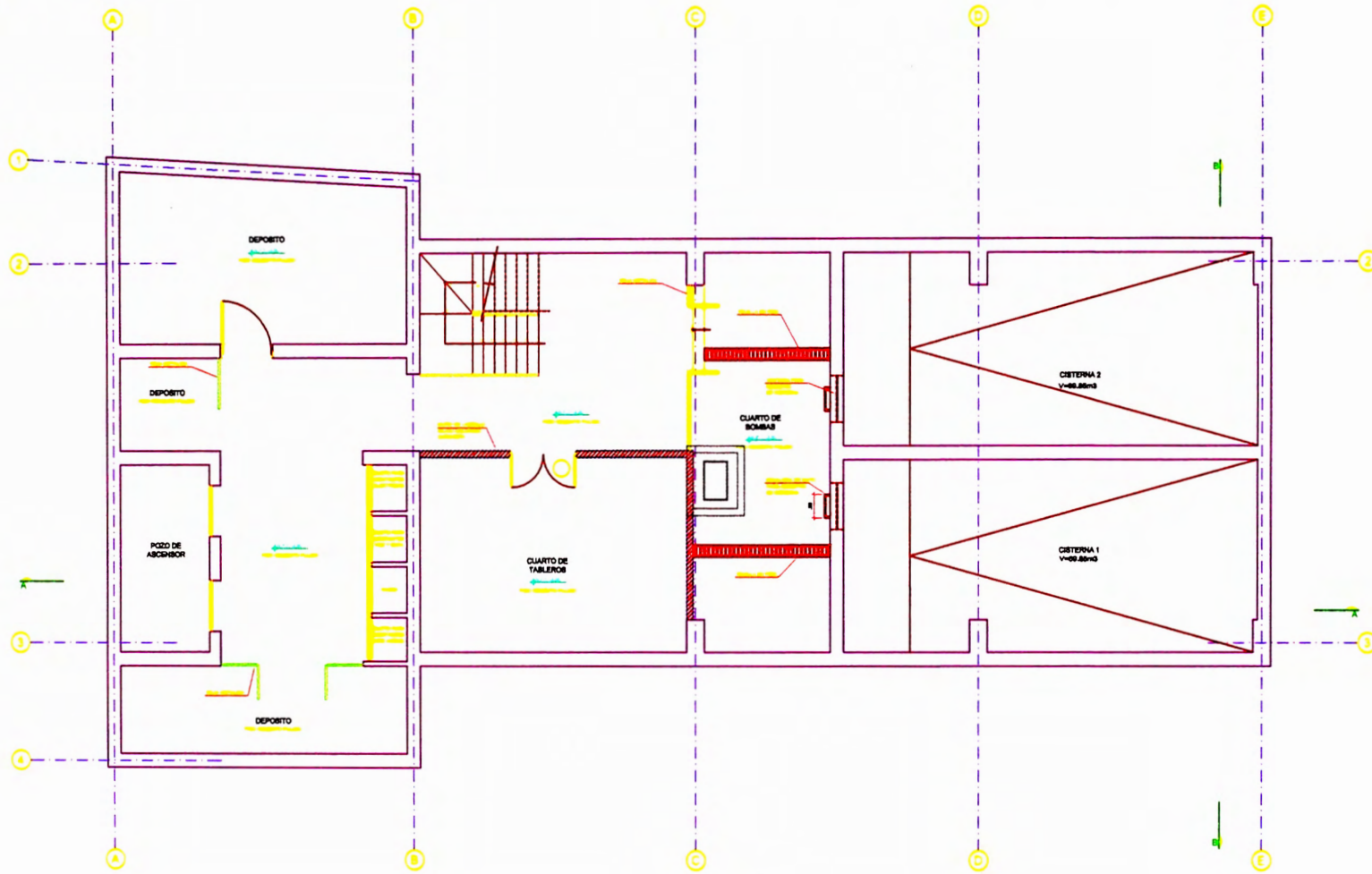
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU	
EDIFICIO MAC GREGOR	
BELAUDE + REISER & ASOCIADOS S.A. # T. 01	
BELAUDE + REISER + UGOSA REISER CORTE B - CORTE B-B	
1	034





EDIFICIO B  
CORTE C-C

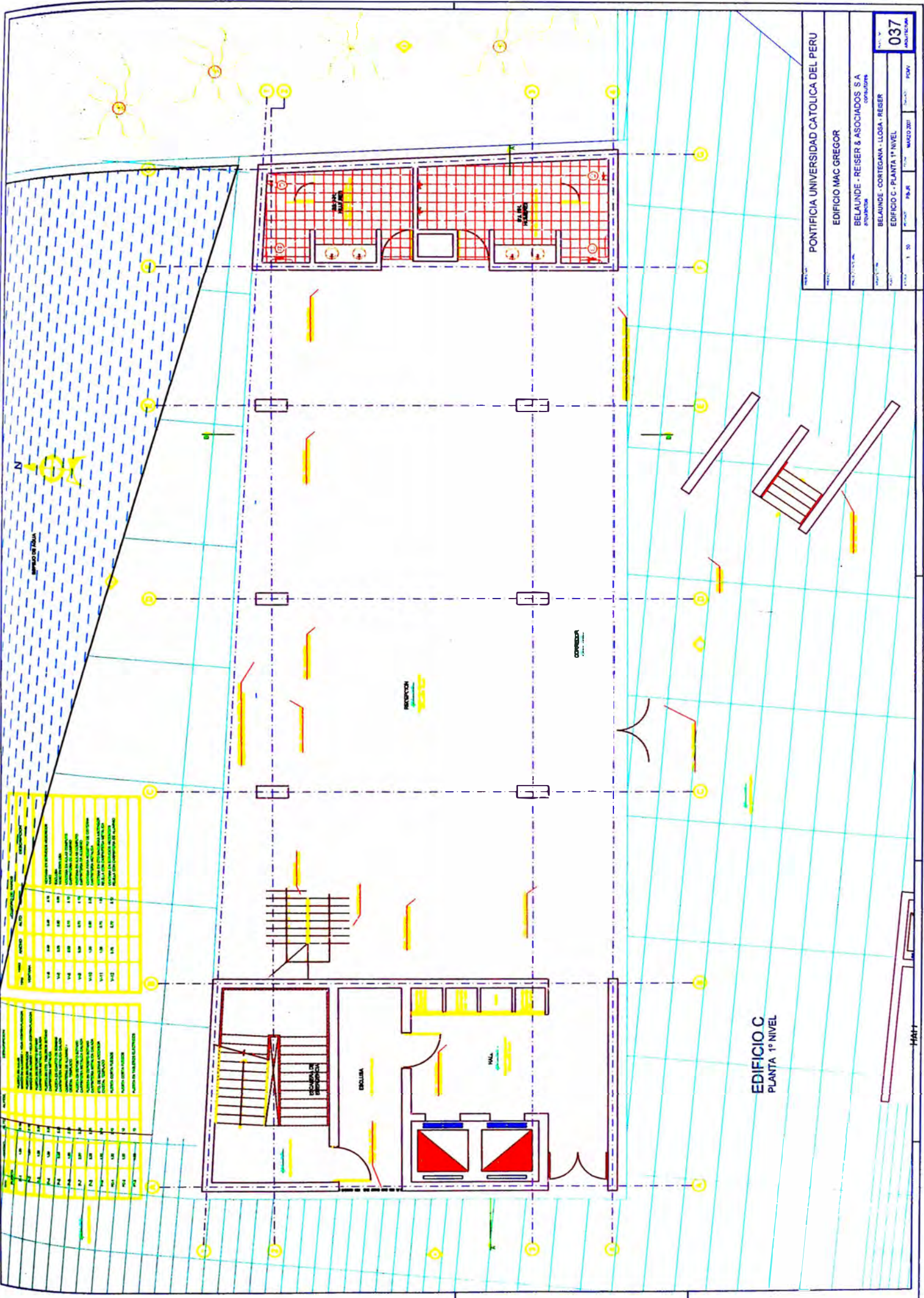
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU			
EDIFICIO MAC GREGOR			
BELAUNDE - REISER & ASOCIADOS S.A		CONSTRUCTORES	
BELAUNDE - ORTEGANA - LLOSA - REISER		ARQUITECTOS	
EDIFICIO B - CORTE C-C			
ESCALA	1:30	FECHA	MARZO 2007
PROYECTADO	FCM	REVISADO	FCM
			035



EDIFICIO C  
PLANTA - SOTANO

PROPIETARIO: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU  
PROYECTO: EDIFICIO MAC GREGOR  
PROYECTOS/OPERA: BELAUNDE - REISER & ASOCIADOS S.A.  
arquitectos consultores  
ARQUITECTURA: BELAUNDE - CORTEGANA - LLOSA - REISER  
PLANTA: EDIFICIO C - PLANTA SOTANO  
ESCALA: 1:50  
FECHA: MARZO 2007  
DISEÑADO: PCMV  
036  
ARQUITECTURA





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU	
EDIFICIO MAC GREGOR	
PROYECTISTA	BELAUNDE - REISER & ASOCIADOS S.A. CONSULTORA
PROYECTO	BELAUNDE - COITEGANA - LLOSA - REISER
PLANTA	EDIFICIO C - PLANTA 1º NIVEL
FECHA	1 - 05 - 2008
PAIS	PERU
CIUDAD	MACCHIZO
PROYECTO	037
PROYECTISTA	MACCHIZO

NO.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...
3	...	...	...	...	...
4	...	...	...	...	...
5	...	...	...	...	...
6	...	...	...	...	...
7	...	...	...	...	...
8	...	...	...	...	...
9	...	...	...	...	...
10	...	...	...	...	...
11	...	...	...	...	...
12	...	...	...	...	...
13	...	...	...	...	...
14	...	...	...	...	...
15	...	...	...	...	...
16	...	...	...	...	...
17	...	...	...	...	...
18	...	...	...	...	...
19	...	...	...	...	...
20	...	...	...	...	...
21	...	...	...	...	...
22	...	...	...	...	...
23	...	...	...	...	...
24	...	...	...	...	...
25	...	...	...	...	...
26	...	...	...	...	...
27	...	...	...	...	...
28	...	...	...	...	...
29	...	...	...	...	...
30	...	...	...	...	...
31	...	...	...	...	...
32	...	...	...	...	...
33	...	...	...	...	...
34	...	...	...	...	...
35	...	...	...	...	...
36	...	...	...	...	...
37	...	...	...	...	...
38	...	...	...	...	...
39	...	...	...	...	...
40	...	...	...	...	...
41	...	...	...	...	...
42	...	...	...	...	...
43	...	...	...	...	...
44	...	...	...	...	...
45	...	...	...	...	...
46	...	...	...	...	...
47	...	...	...	...	...
48	...	...	...	...	...
49	...	...	...	...	...
50	...	...	...	...	...
51	...	...	...	...	...
52	...	...	...	...	...
53	...	...	...	...	...
54	...	...	...	...	...
55	...	...	...	...	...
56	...	...	...	...	...
57	...	...	...	...	...
58	...	...	...	...	...
59	...	...	...	...	...
60	...	...	...	...	...
61	...	...	...	...	...
62	...	...	...	...	...
63	...	...	...	...	...
64	...	...	...	...	...
65	...	...	...	...	...
66	...	...	...	...	...
67	...	...	...	...	...
68	...	...	...	...	...
69	...	...	...	...	...
70	...	...	...	...	...
71	...	...	...	...	...
72	...	...	...	...	...
73	...	...	...	...	...
74	...	...	...	...	...
75	...	...	...	...	...
76	...	...	...	...	...
77	...	...	...	...	...
78	...	...	...	...	...
79	...	...	...	...	...
80	...	...	...	...	...
81	...	...	...	...	...
82	...	...	...	...	...
83	...	...	...	...	...
84	...	...	...	...	...
85	...	...	...	...	...
86	...	...	...	...	...
87	...	...	...	...	...
88	...	...	...	...	...
89	...	...	...	...	...
90	...	...	...	...	...
91	...	...	...	...	...
92	...	...	...	...	...
93	...	...	...	...	...
94	...	...	...	...	...
95	...	...	...	...	...
96	...	...	...	...	...
97	...	...	...	...	...
98	...	...	...	...	...
99	...	...	...	...	...
100	...	...	...	...	...

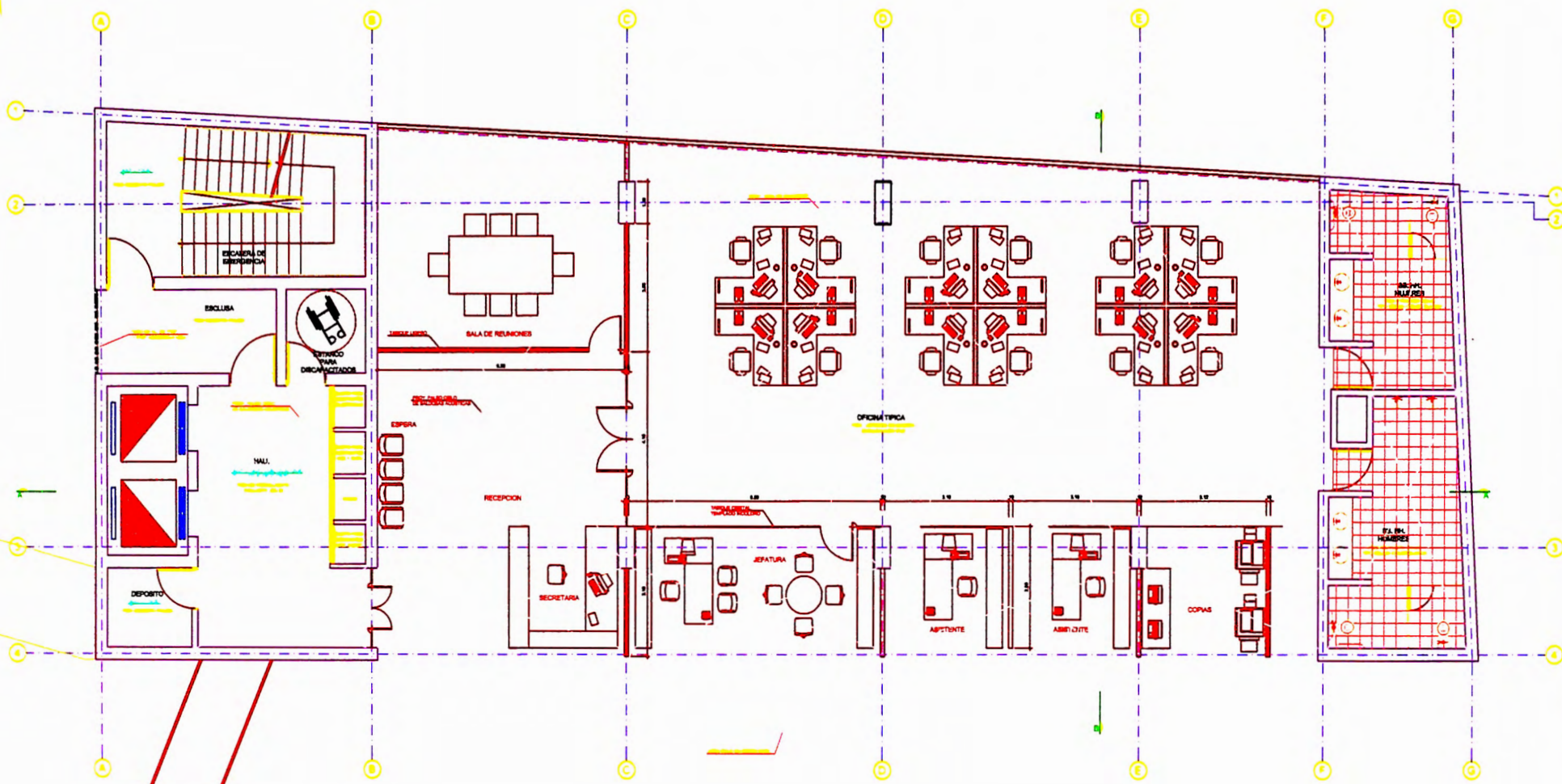
EDIFICIO C  
PLANTA 1º NIVEL

H-11





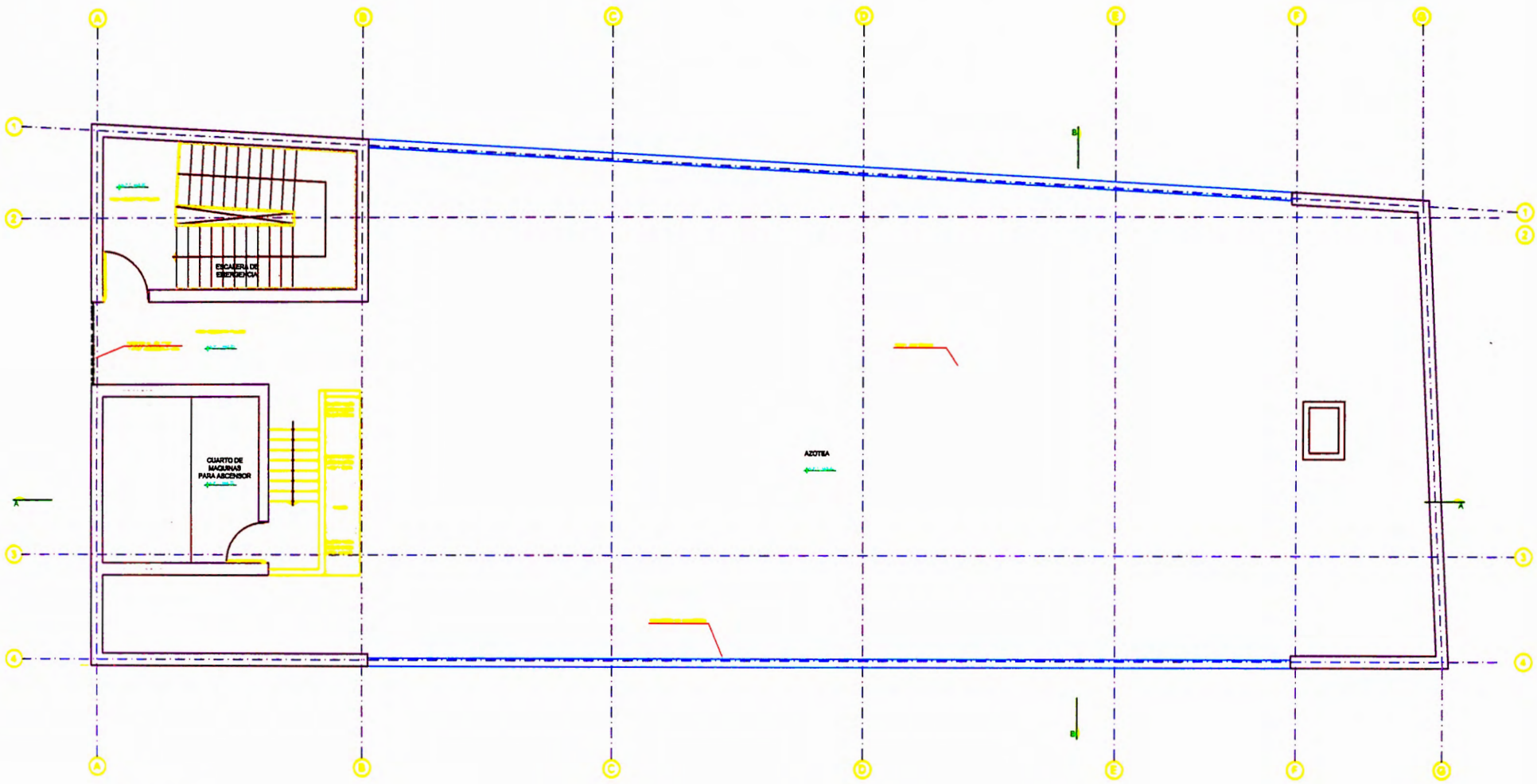




EDIFICIO C  
PLANTA TIPICA  
6º, 7º, 8º, 9º, 10º, 11º, Y 12º NIVEL

- 6º NIVEL: GESTION
- 7º NIVEL: GESTION
- 8º NIVEL: ELESUPC
- 9º NIVEL: ELESUPC
- 10º NIVEL: PLUP VIRTUAL
- 11º NIVEL: EDUCACION CONTINUA
- 12º NIVEL: EDUCACION CONTINUA

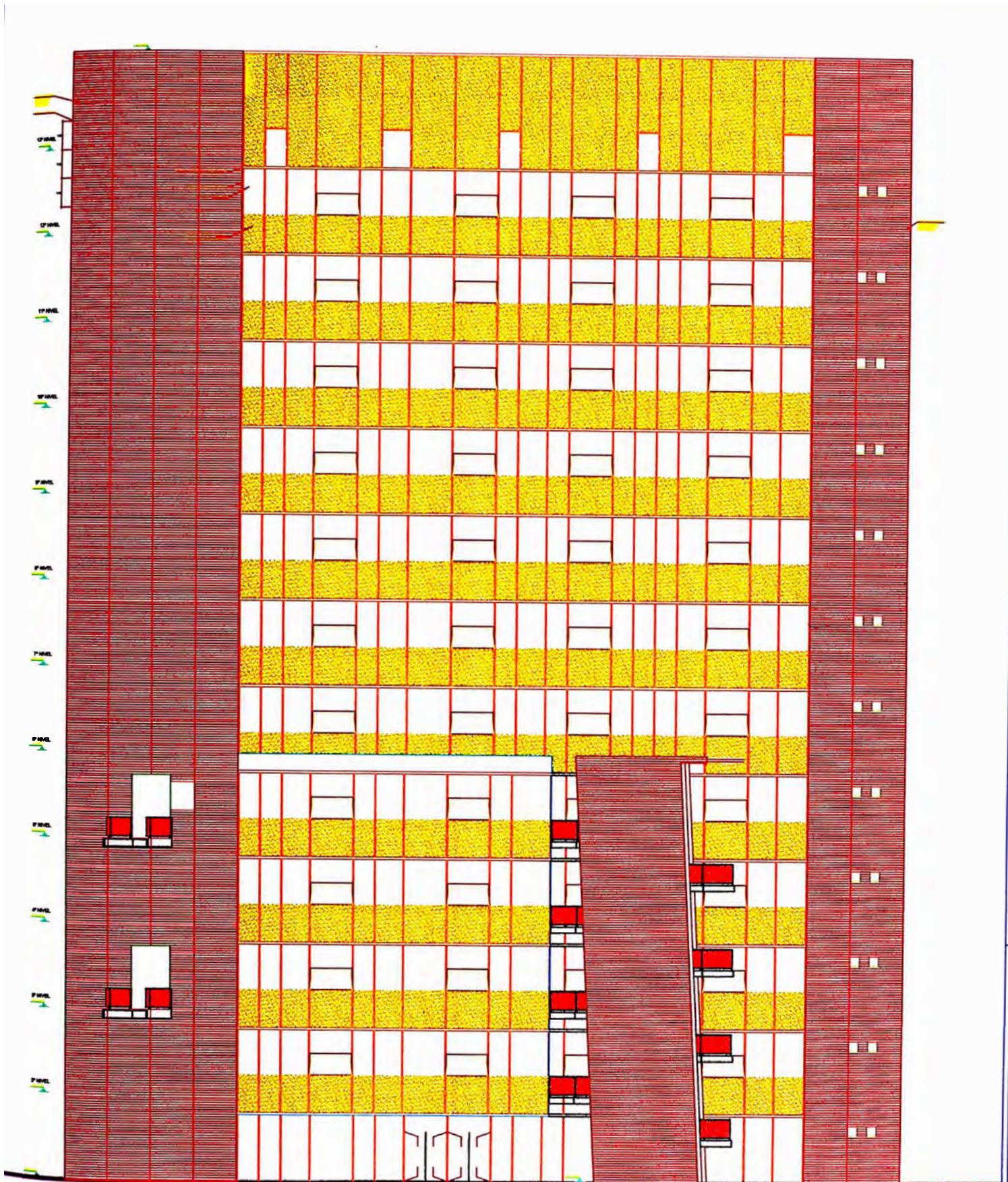
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU			
EDIFICIO MAC GREGOR			
BELAUDE - REISER & ASOCIADOS S.A. arquitectos consultores			
BELAUDE - CORTEGANA - LLOSA - REISER			
EDIFICIO C - PLANTA TIPICA 6º - 7º - 8º - 9º - 10º - 11º - 12º			
ESCALA: 1:50	PROYECTADO: RB-JR	FECHA: MARZO 2007	PROYECTADO: RB-JR
			039 ARQUITECTURA



EDIFICIO C  
PLANTA TECHO

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU			
EDIFICIO MAC GREGOR			
BELAUNDE - REISER & ASOCIADOS S.A. arquitectos			
BELAUNDE - CORTEGANA - LLOSA - REISER			
EDIFICIO C - PLANTA TECHO			
ESCALA	1:50	FECHA	MARZO 2007
PROYECTADO	PB-R	TRAZADO	PCMV
			<b>040</b> ARQUITECTURA

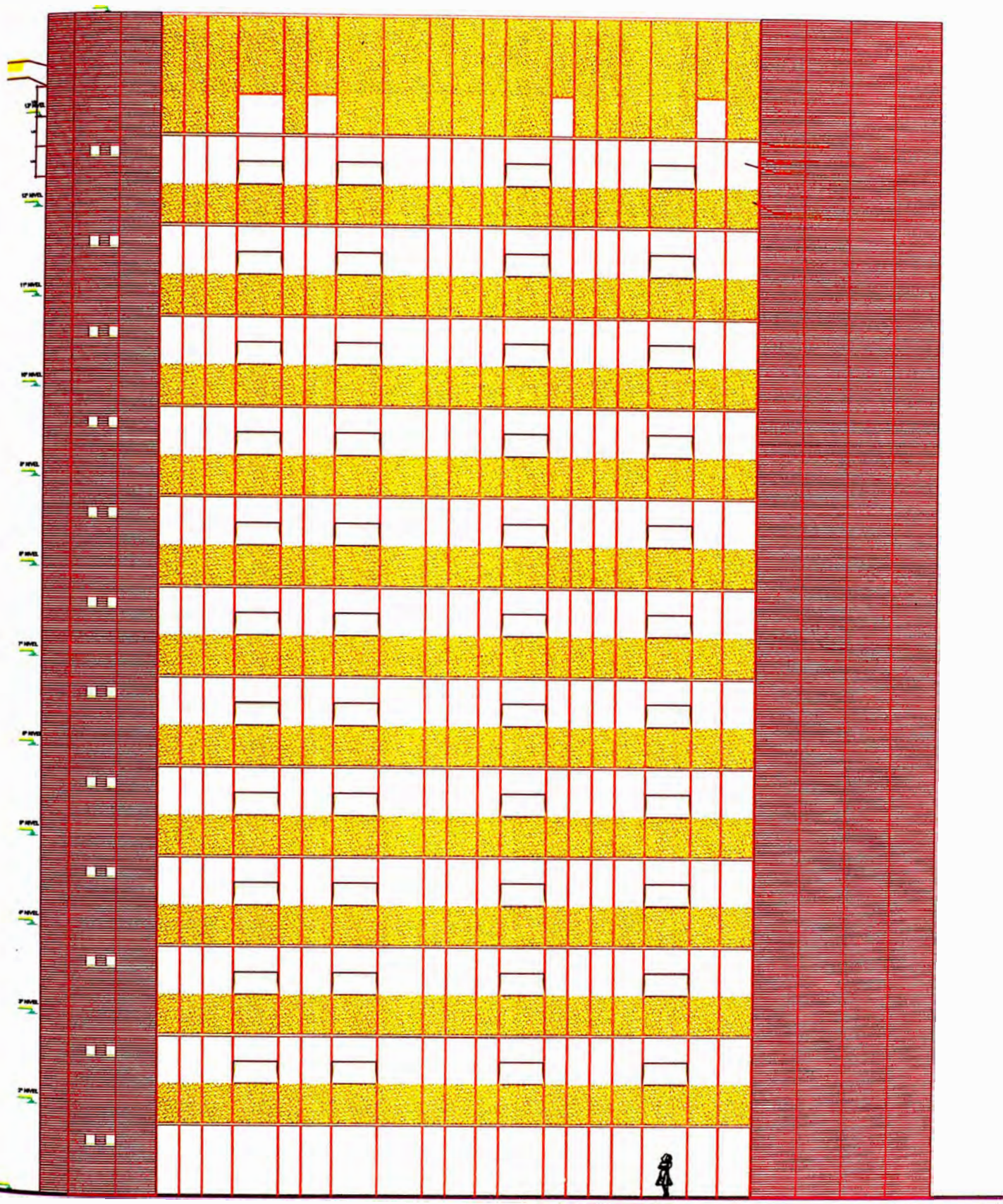




EDIFICIO C  
ELEVACION 1

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU	
EDIFICIO MAC GREGOR	
BELAUNDE REISEN & ASOCIADOS S.A	
BELAUNDE REISEN & ASOCIADOS S.A	
EDIFICIO C - ELEVACION 1	
041	

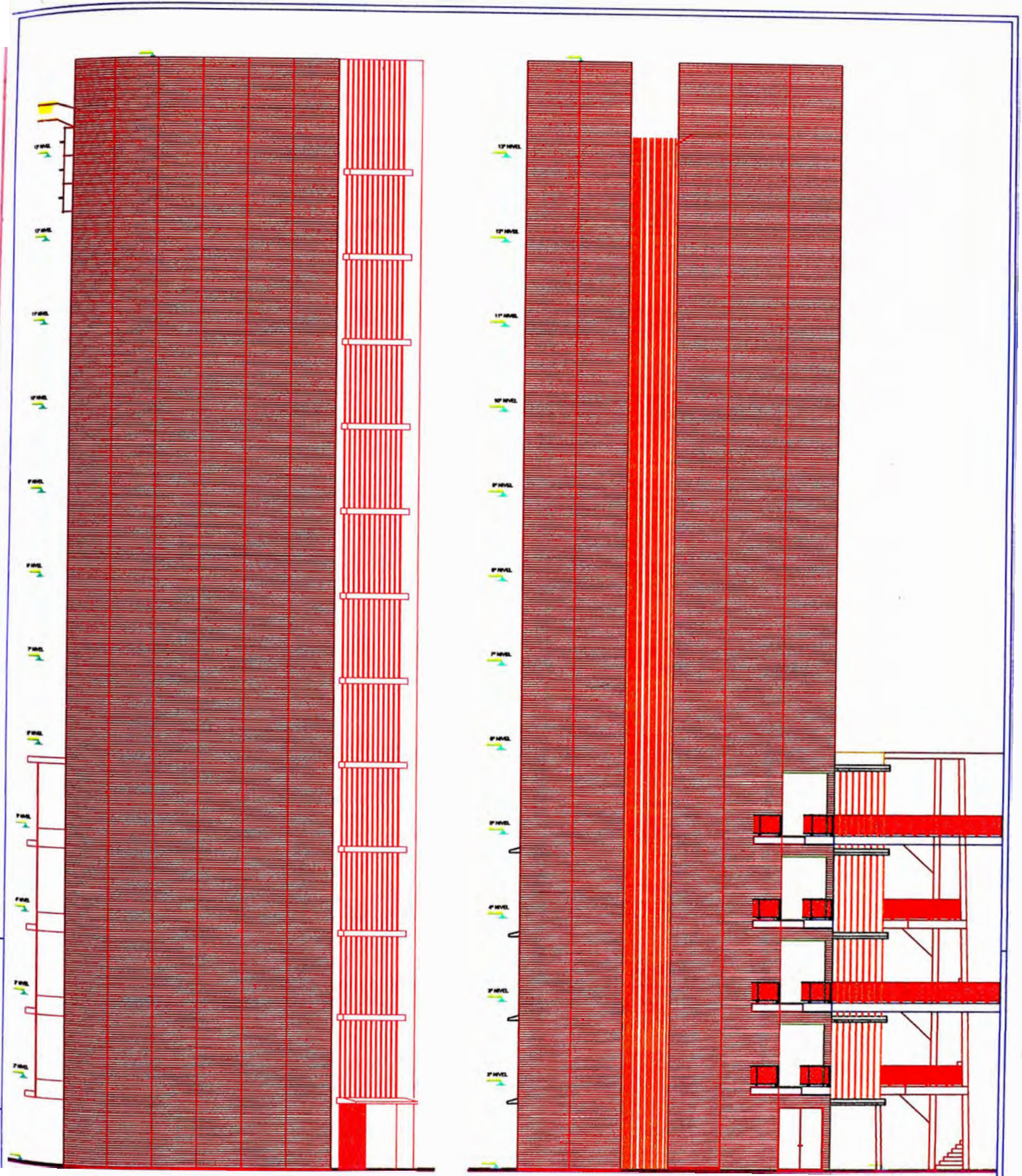




EDIFICIO C  
ELEVACION 2

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU	
EDIFICIO MAC GREGOR	
ELABORADO POR	ALFONSO REISER & ASOCIADOS S.A.
REVISADO POR	INGENIERO CONFORMA LUCIA REISER
PROYECTO	EDIFICIO EL MAC GREGOR
FECHA	04/2012





EDIFICIO C  
ELEVACION 3

EDIFICIO C  
ELEVACION 4

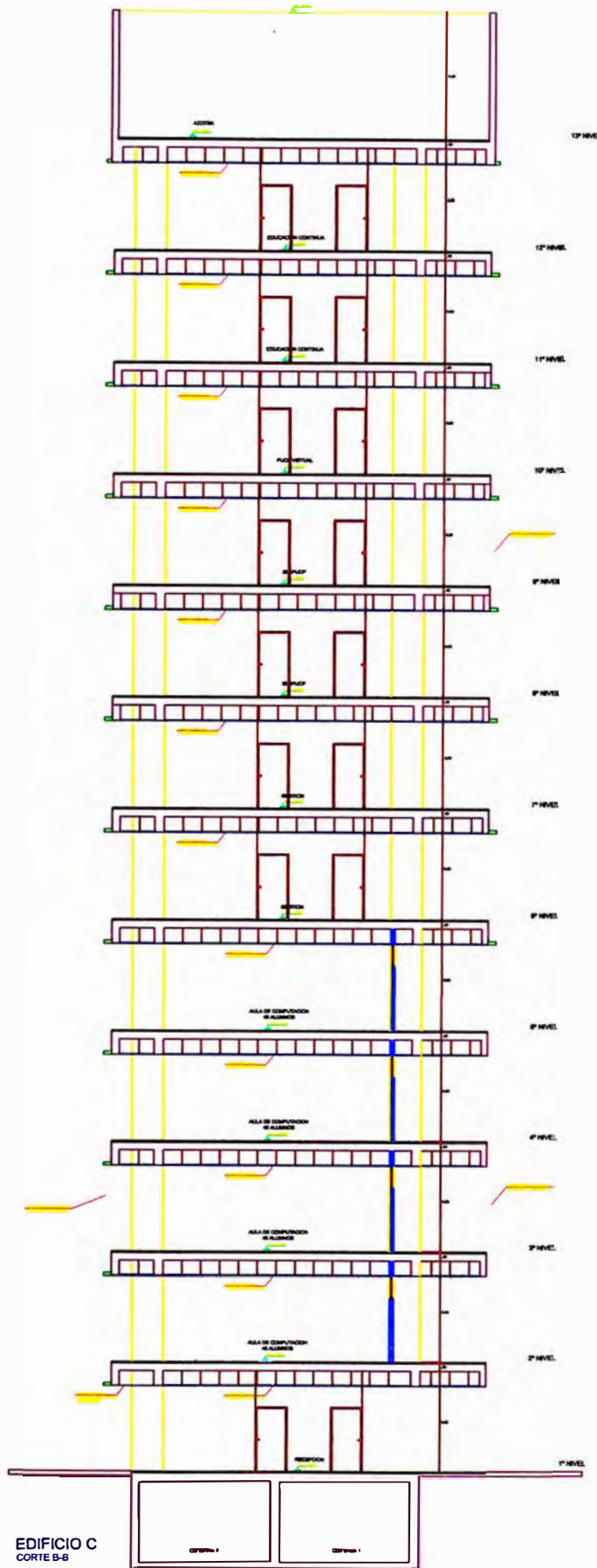
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU	
EDIFICIO MAC GREGOR	
PROYECTADO POR	DELAUNDE REISER & ASOCIADOS S.A. (1982/83)
REVISADO POR	BEAUNIER, CORTESANA, UGUA, REISER
PROYECTO	EDIFICIO - ELEVACION 3 Y 4
FECHA	1983
ESCALA	1:100
HOJA	043





EDIFICIO C  
CORTE AA

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU	
EDIFICIO MAC GREGOR	
PROYECTA	BELALPINE - REISER & ASOCIADOS S.A. LIMA
PROYECTA	BELANKE - CORTESANA - LOZA - REISER
PROYECTA	EDIFICIO C - CORTE AA
NO. PLAN	044

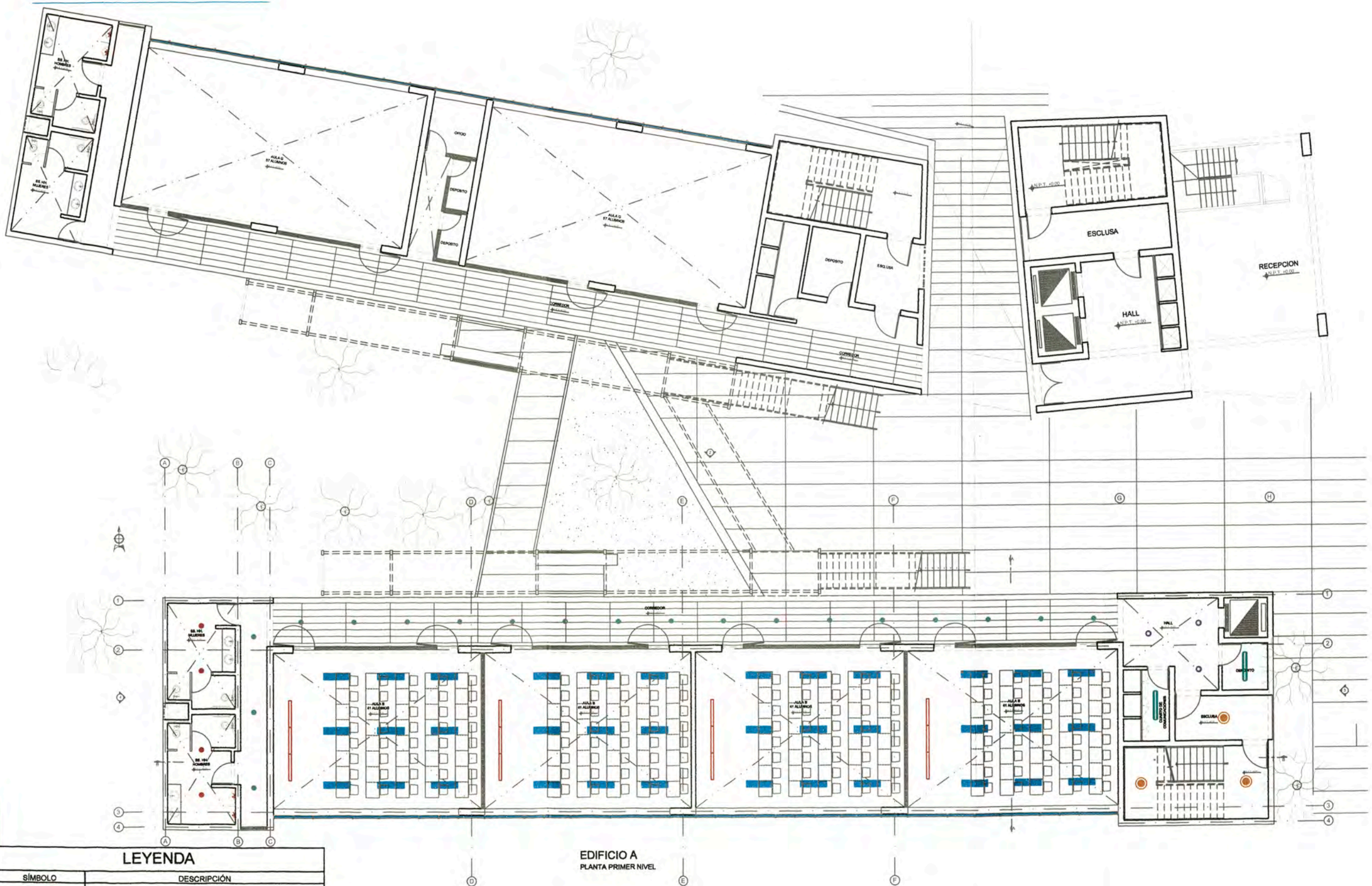


EDIFICIO C  
CORTE B-B

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU	
EDIFICIO MAC GREGOR	
PROYECTO	DELAUNDE, DEISER & ASOCIADOS S.A.
PROYECTISTA	INGENIERO CONSTRUCCION: EDUARDO ALBERDI
PROYECTO	EDIFICIO C CORTE B-B
FECHA	045

## **Anexo B - Planos propuesta de iluminación**





EDIFICIO A  
PLANTA PRIMER NIVEL

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	Alpha Spot 218 DOWN LIGHT 2/18W TCD
●	Alpha Spot 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD
○	Ultra facetado 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD
■	Zumtobel 42 157 433 ML4 A EC 2/28W T16 M600 LDE KA [STD]
—	AHR 2TL36 LUMINARIA HERMETICA 2TL36
○	GALAXIE 2/18W TCD
—	Zumtobel 42 159 256 FEW 1/54W T16 EVG M600 [STD]



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

TÍTULO

DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO MAC GREGOR

EDIFICIO A - PRIMER NIVEL

ESCALA

S/E

UBICACIÓN

LIMA

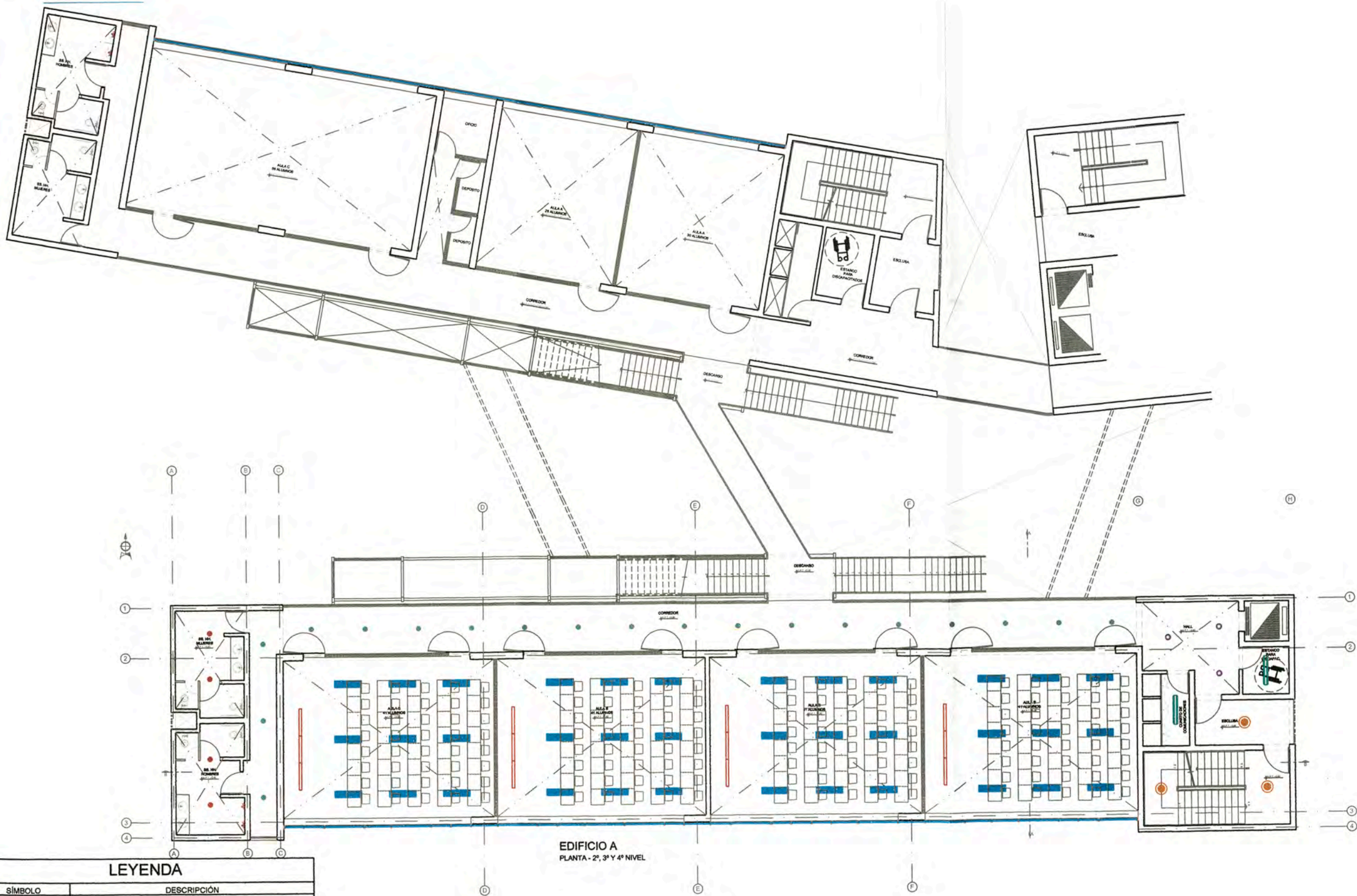
FECHA

01/05/09

PLANO

01





**LEYENDA**

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	Alpha Spot 218 DOWN LIGHT 2/18W TCD
●	Alpha Spot 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD
○	Ultra facetado 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD
■	Zumtobel 42 157 433 ML4 A EC 2/28W T16 M600 LDE KA [STD]
—	AHR 2TL36 LUMINARIA HERMETICA 2TL36
○	GALAXIE 2/18W TCD
—	Zumtobel 42 159 256 FEW 1/54W T16 EVG M600 [STD]



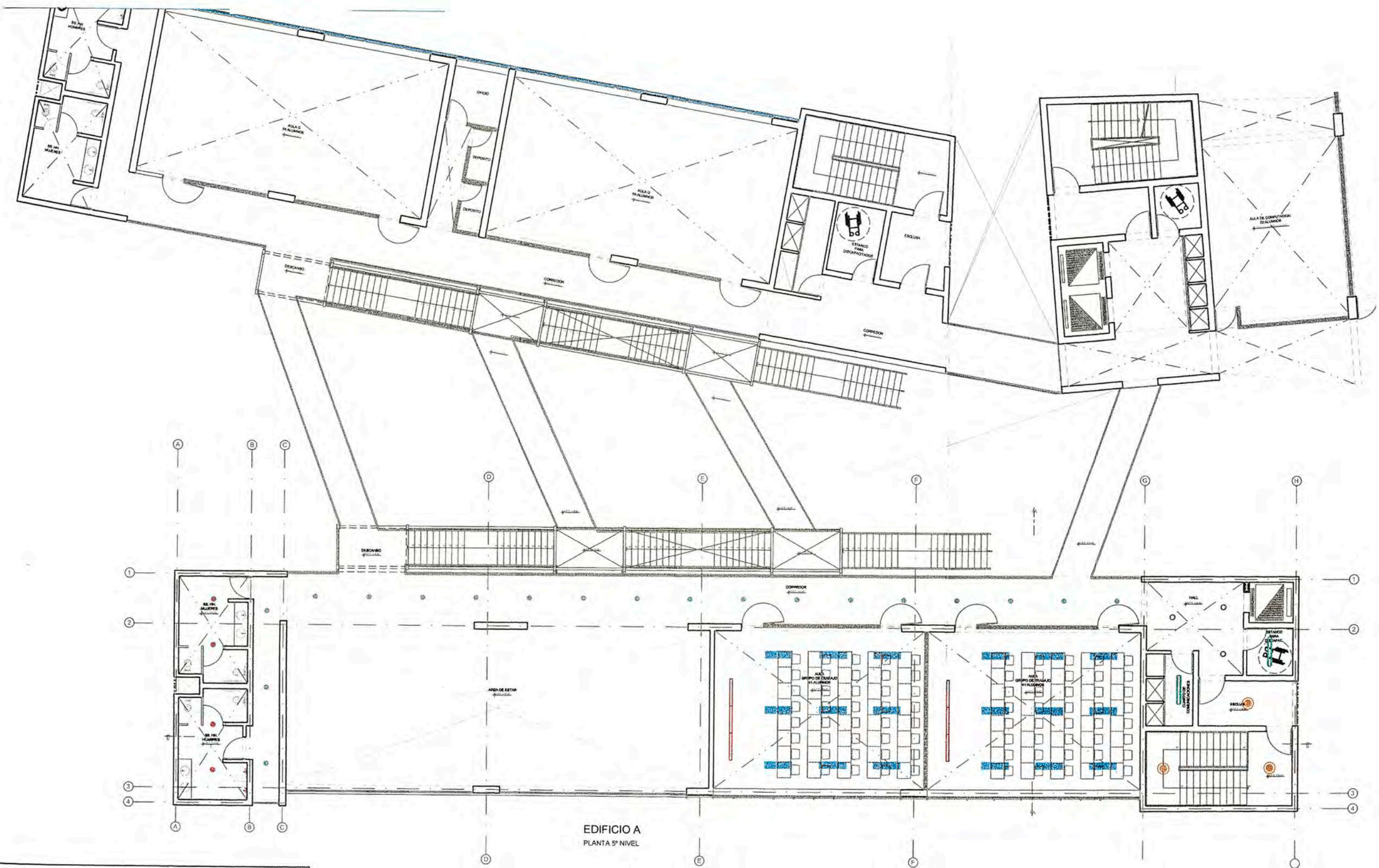
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

TÍTULO  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO MAC GREGOR**

**EDIFICIO A - NIVELES 2º, 3º Y 4º**


ESCALA	S/E
UBICACIÓN	LIMA
FECHA	01/05/09
PLANO	02



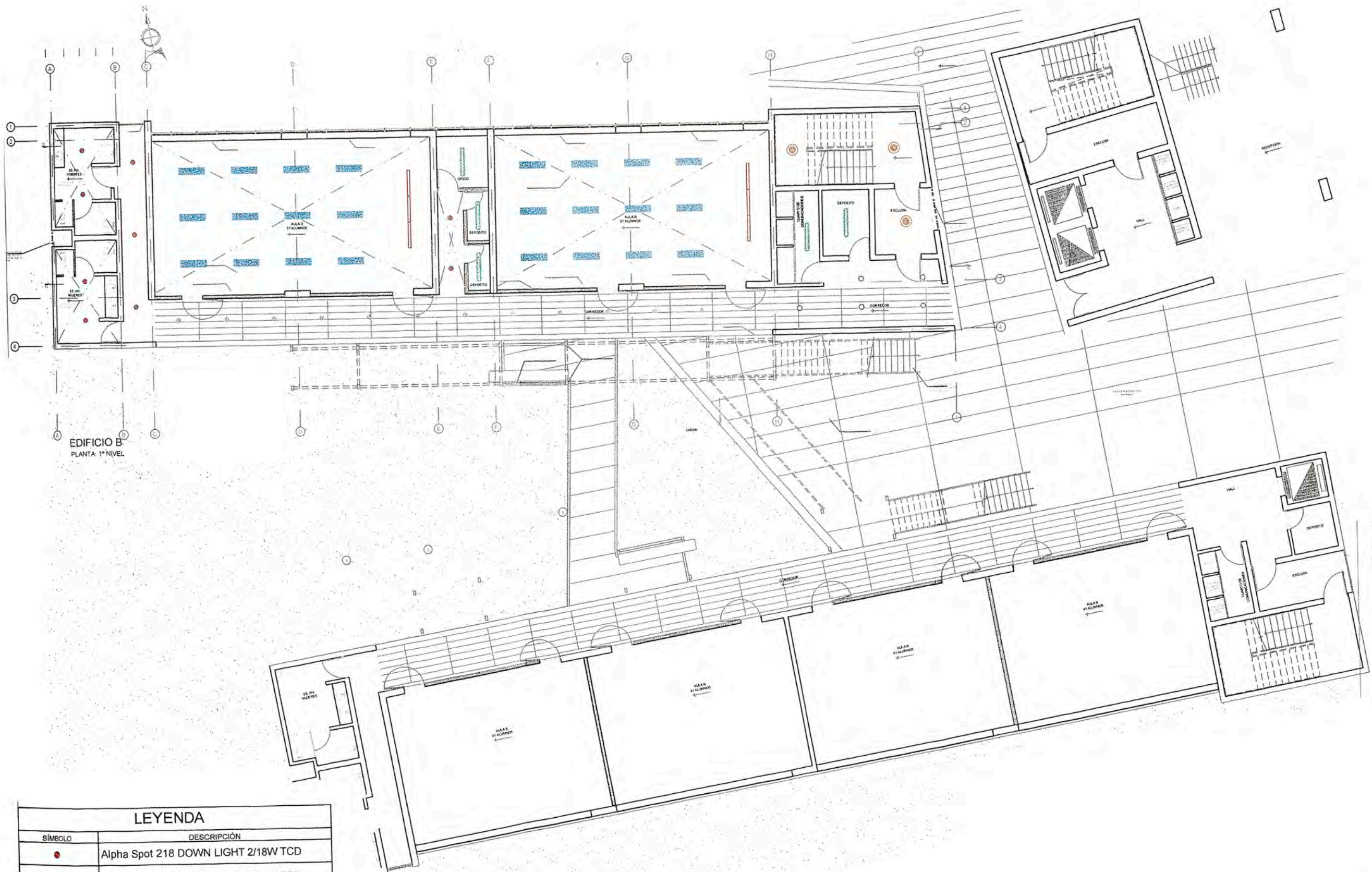


EDIFICIO A  
PLANTA 5º NIVEL

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	Alpha Spot 218 DOWN LIGHT 2/18W TCD
●	Alpha Spot 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD
○	Ultra facetado 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD
■	Zumtobel 42 157 433 ML4 A EC 2/28W T16 M600 LDE KA [STD]
—	AHR 2TL36 LUMINARIA HERMETICA 2TL36
●	GALAXIE 2/18W TCD
—	Zumtobel 42 159 256 FEW 1/54W T16 EVG M600 [STD]


	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA		ESCALA	S/E	
			UBICACIÓN	LIMA	
TÍTULO		DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO MAC GREGOR		FECHA	01/05/09
		EDIFICIO A - QUINTO NIVEL		PLANO	03





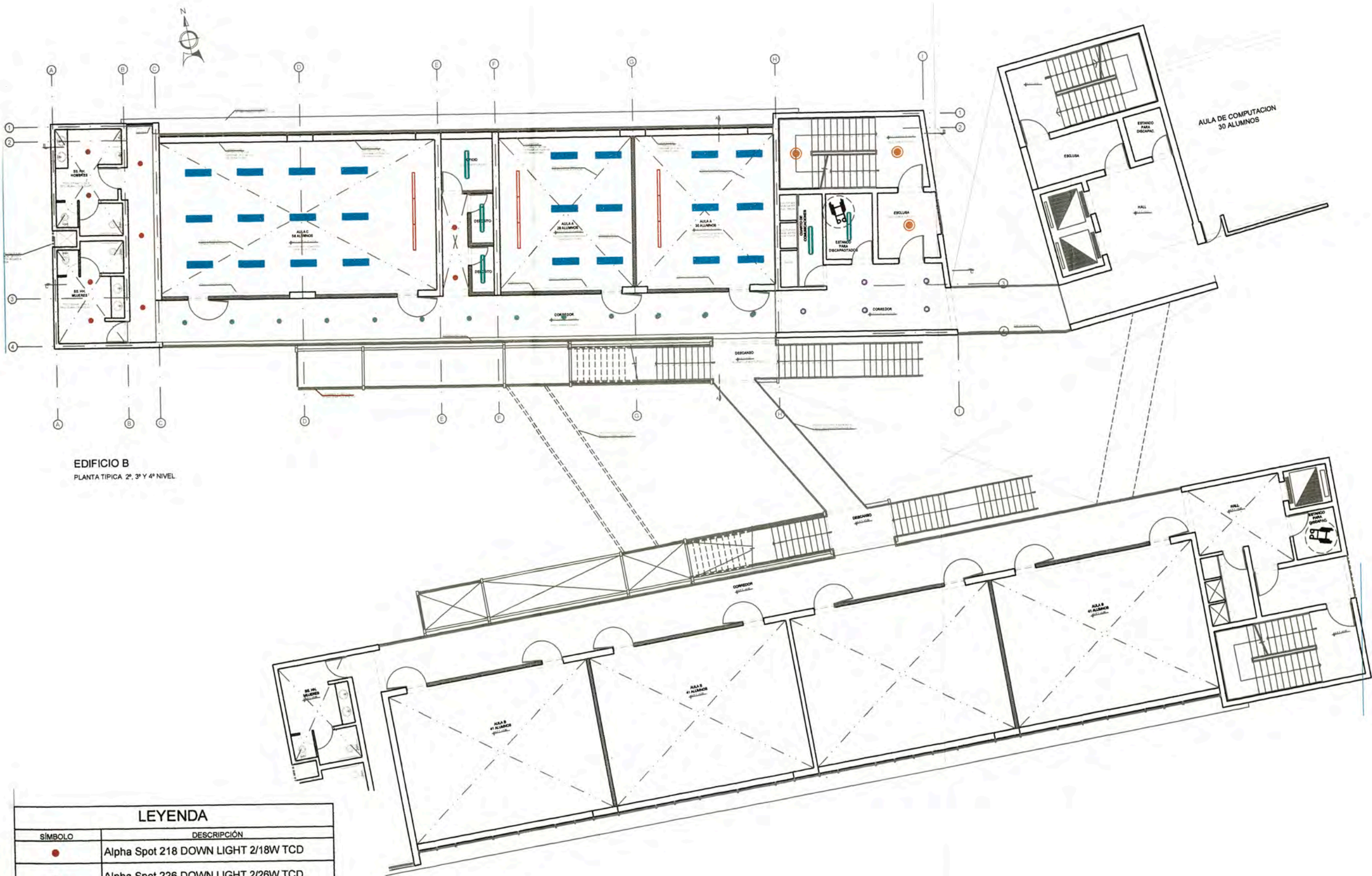
EDIFICIO B  
PLANTA 1º NIVEL

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	Alpha Spot 218 DOWN LIGHT 2/18W TCD
⊙	Alpha Spot 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD
○	Ultra facetado 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD
■	Zumtobel 42 157 433 ML4 A EC 2/28W T16 M600 LDE KA [STD]
—	AHR 2TL36 LUMINARIA HERMETICA 2TL36
●	GALAXIE 2/18W TCD
—	Zumtobel 42 159 256 FEW 1/54W T16 EVG M600 [STD]

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA		ESCALA	S/E
	TÍTULO <b>DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO MAC GREGOR</b>		UBICACIÓN	LIMA
		FECHA	01/05/09	
		PLANO	04	


EDIFICIO B - PRIMER NIVEL





EDIFICIO B  
PLANTA TÍPICA 2º, 3º Y 4º NIVEL

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	Alpha Spot 218 DOWN LIGHT 2/18W TCD
●	Alpha Spot 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD
●	Ultra facetado 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD
■	Zumtobel 42 157 433 ML4 A EC 2/28W T16 M600 LDE KA [STD]
—	AHR 2TL36 LUMINARIA HERMETICA 2TL36
●	GALAXIE 2/18W TCD
—	Zumtobel 42 159 256 FEW 1/54W T16 EVG M600 [STD]

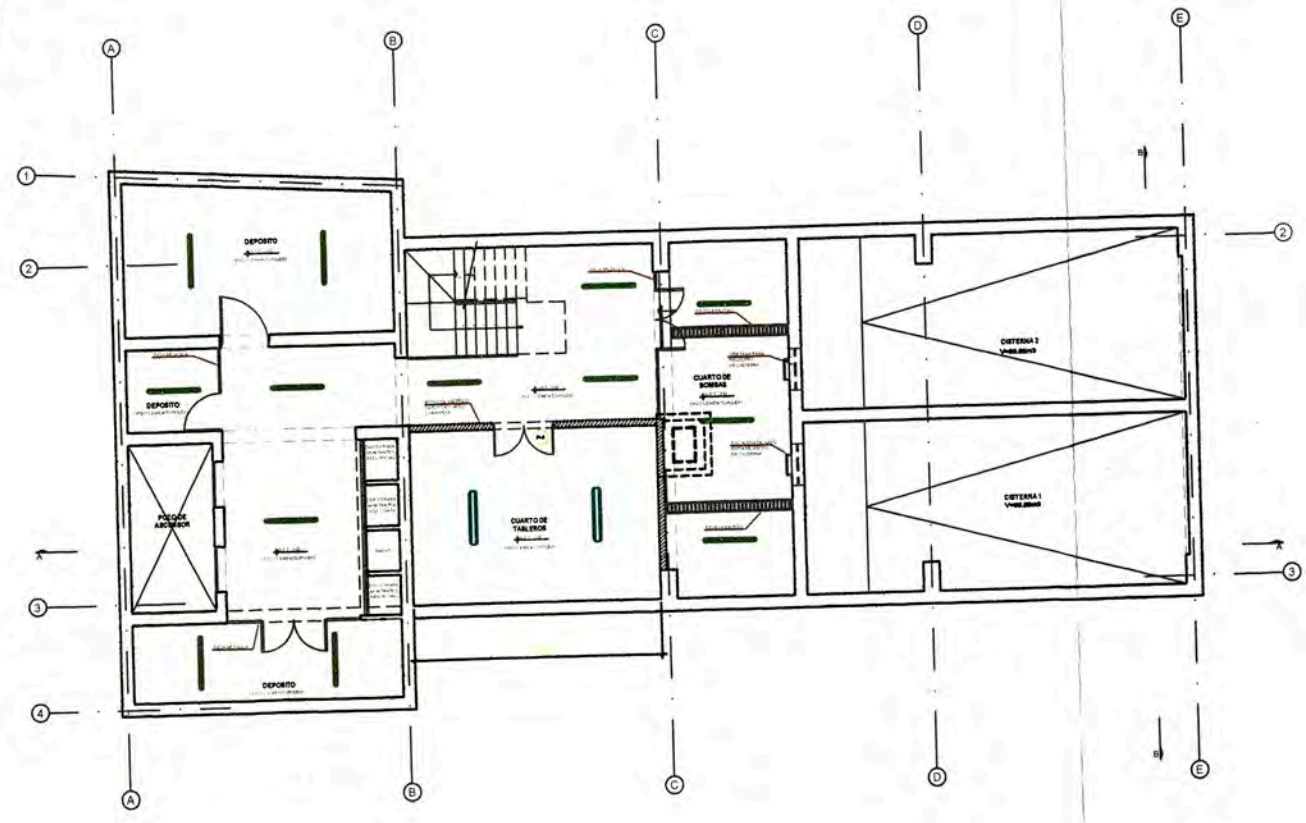
 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA TÍTULO <b>DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO MAC GREGOR</b>	ESCALA	S/E
	UBICACIÓN	LIMA
	FECHA	01/05/09
	PLANO	05

EDIFICIO B - NIVELES 2º, 3º Y 4º





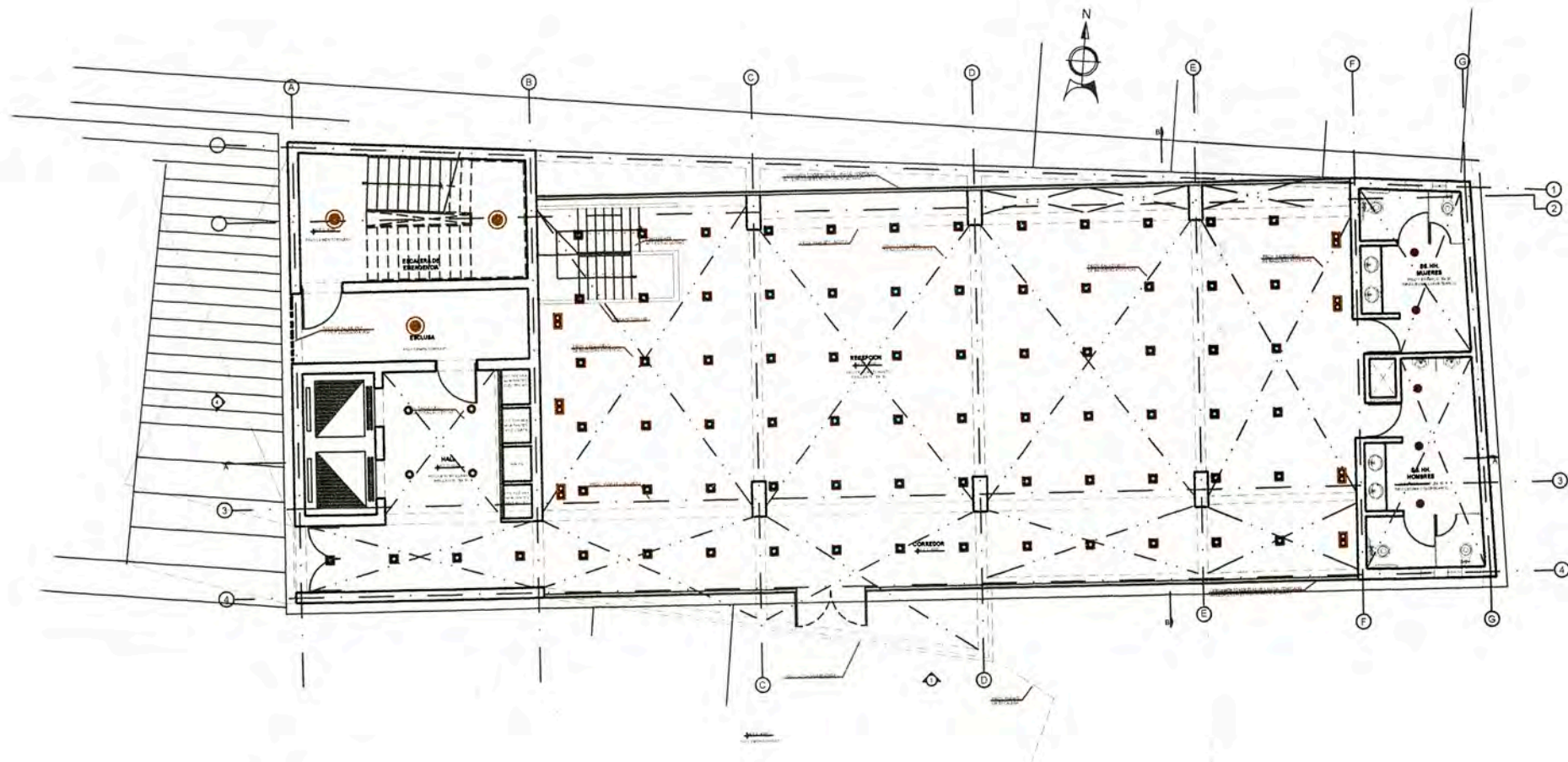




EDIFICIO C  
PLANTA - SOTANO


LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	AHR 1TL36 LUMINARIA HERMETICA
	AHR 2TL36 LUMINARIA HERMETICA

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA	ESCALA	S/E	
		UBICACIÓN	LIMA	
	TÍTULO	DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO MAC GREGOR	FECHA	01/05/09
	EDIFICIO C - NIVEL SÓTANO		PLANO	07

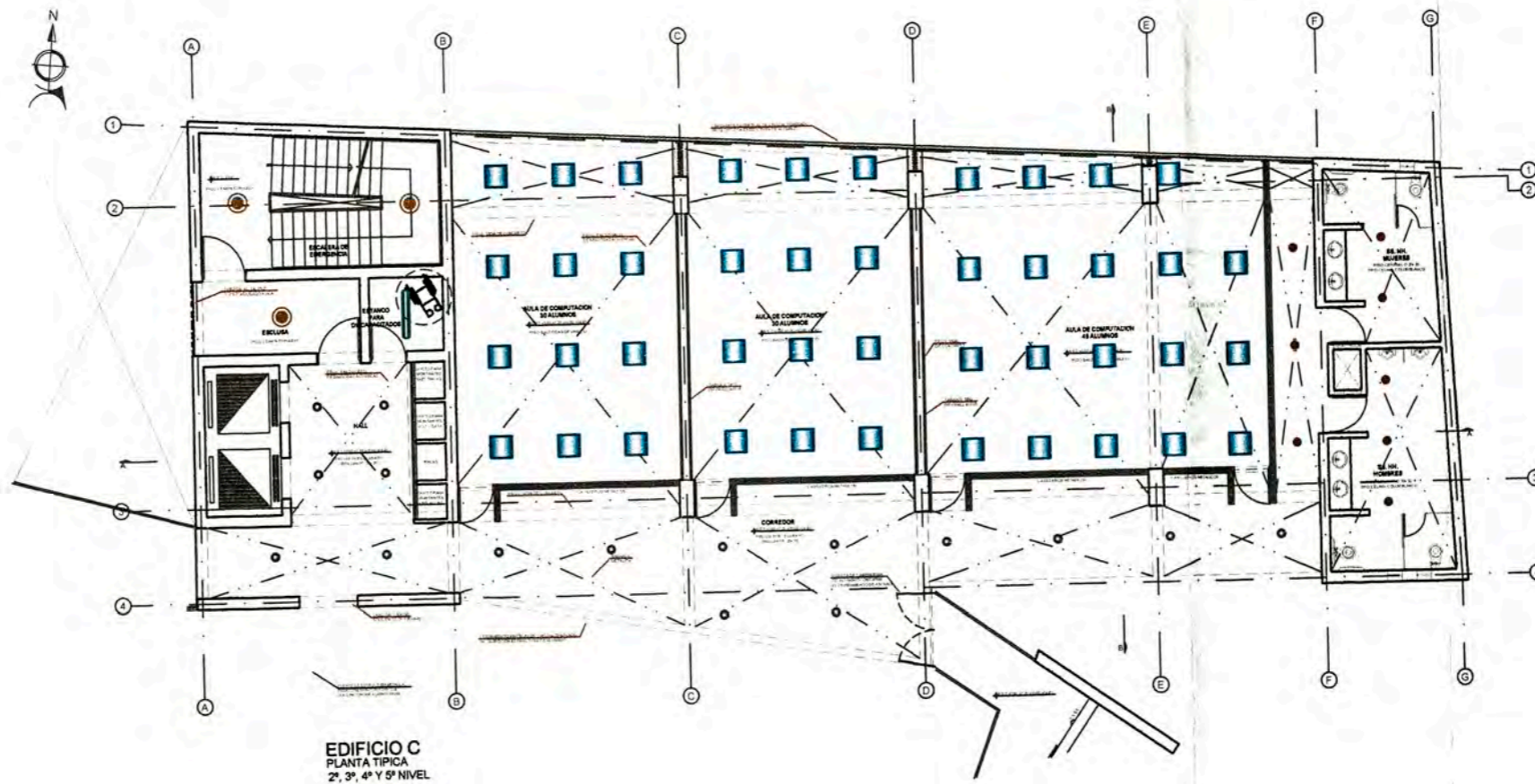


EDIFICIO C  
PLANTA - 1ER PISO


LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	Alpha Spot 218 DOWN LIGHT 2/18W TCD
○	Zumtobel 60810252 PANOS HG 2/26W TC
■	Zumtobel 42 157 149 L-FIELDS E 2/24W T16
□	Zumtobel 42 106 237 ML4 B EB 2/40W TC-L
▬	Zumtobel 42155717 UGZ-ID 2/54W T16 LDE
◦	Zumtobel 60 810 247 PANOS HG 2/18W TC-DEL
■	Zumtobel 60 810 782 2LIGHT E1 1/42W TC-TELI
■	Zumtobel 60 810 784 2LIGHT E2 2/42W TC-TELI
●	GALAXIE 2/18W TCD
—	AHR 2TL36 LUMINARIA HERMETICA

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA		ESCALA S/E
	TÍTULO <b>DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO MAC GREGOR</b>		UBICACIÓN LIMA
		FECHA 01/05/09	PLANO 08
EDIFICIO C - PRIMER NIVEL			

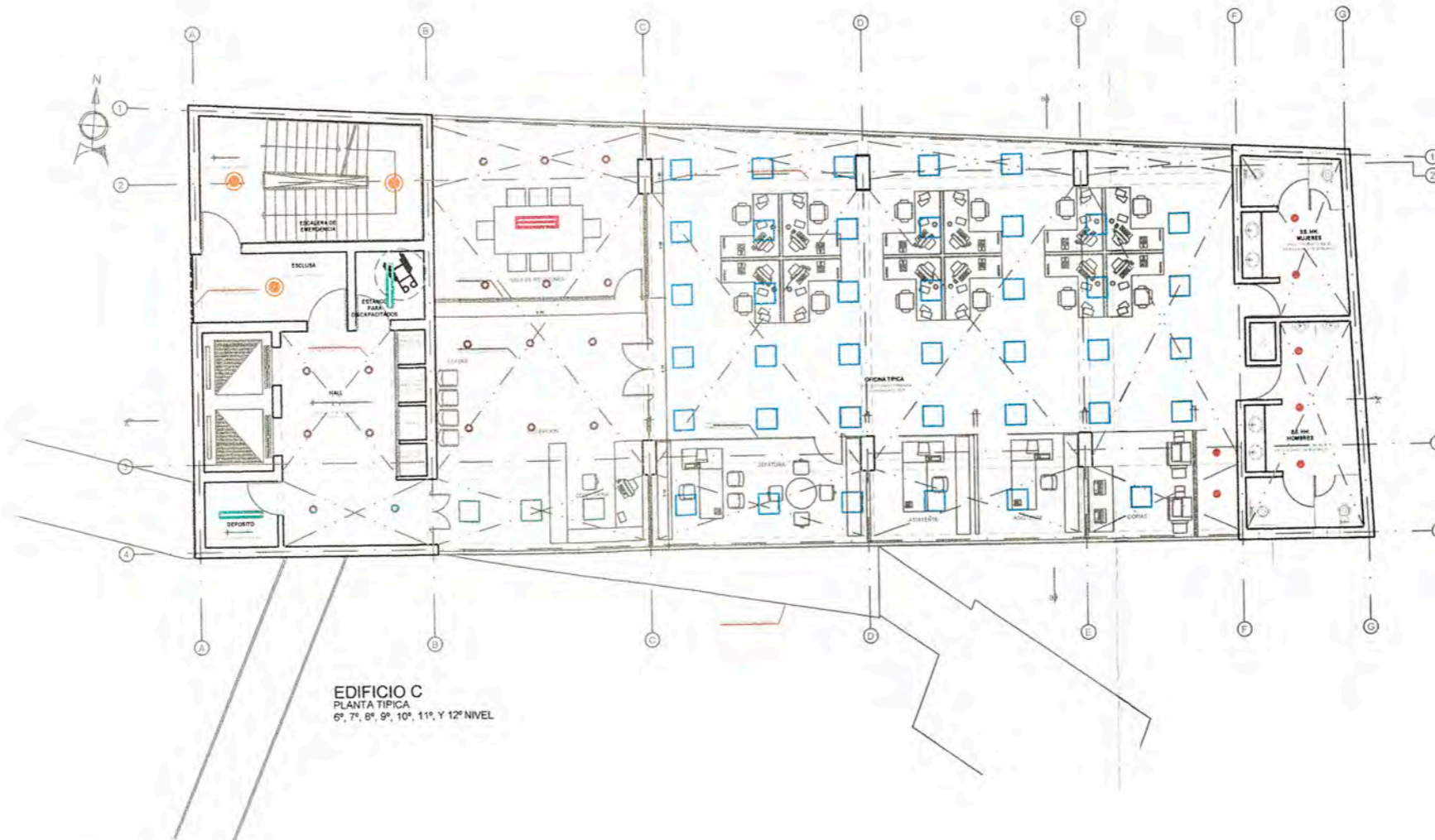




LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	Alpha Spot 218 DOWN LIGHT 2/18W TCD
○	Zumtobel 60810252 PANOS HG 2/26W TC
■	Zumtobel 42 157 149 L-FIELDS E 2/24W T16
□	Zumtobel 42 106 237 ML4 B EB 2/40W TC-L
▬	Zumtobel 42155717 UGZ-ID 2/54W T16 LDE
○	Zumtobel 60 810 247 PANOS HG 2/18W TC-DEL
■	Zumtobel 60 810 782 2LIGHT E1 1/42W TC-TELI
■	Zumtobel 60 810 784 2LIGHT E2 2/42W TC-TELI
●	GALAXIE 2/18W TCD
▬	AHR 2TL36 LUMINARIA HERMETICA


	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA		ESCALA S/E
			UBICACIÓN LIMA
	TÍTULO DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO MAC GREGOR		FECHA 01/05/09
	EDIFICIO C - NIVELES 2º,3º,4º Y 5º		PLANO 09





EDIFICIO C  
PLANTA TÍPICA  
6º, 7º, 8º, 9º, 10º, 11º, Y 12º NIVEL

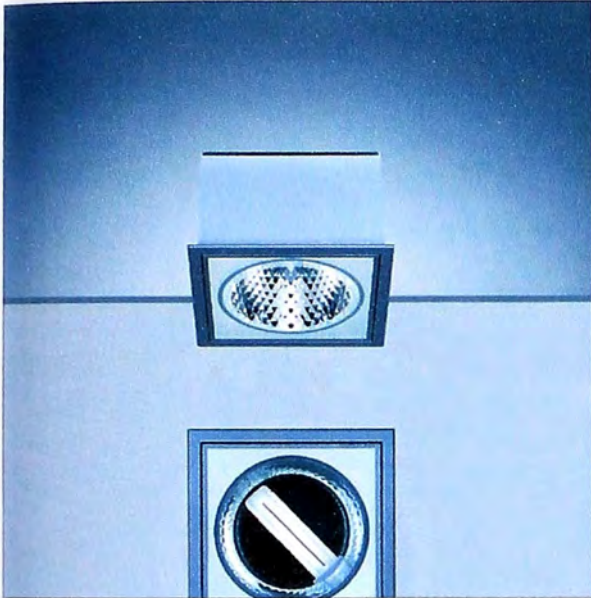
LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	Alpha Spot 218 DOWN LIGHT 2/18W TCD
○	Zumtobel 60810252 PANOS HG 2/26W TC
□	Zumtobel 42 176 804 L-FIELDS E 4/14W T16
□	Zumtobel 42 106 237 ML4 B EB 2/40W TC-L
▬	Zumtobel 42155717 UGZ-ID 2/54W T16 LDE
○	Zumtobel 60 810 247 PANOS HG 2/18W TC-DEL
■	Zumtobel 60 810 782 2LIGHT E1 1/42W TC-TELI
■	Zumtobel 60 810 784 2LIGHT E2 2/42W TC-TELI
○	GALAXIE 2/18W TCD
▬	AHR 2TL36 LUMINARIA HERMETICA

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>		ESCALA	S/E
	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA		UBICACIÓN	LIMA
	DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO MAC GREGOR		FECHA	01/05/09
	EDIFICIO C - NIVELES 6º-7º-8º-9º-10º-11º-12º		PLANO	10

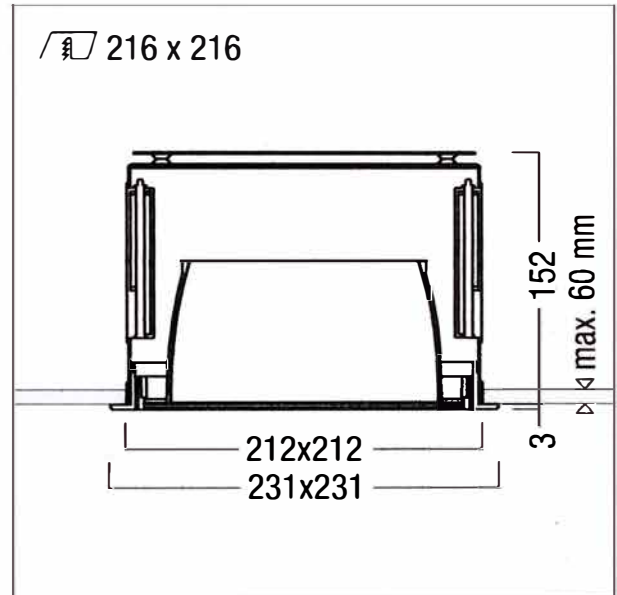
## **Anexo C – Catálogos de luminarias**

### Luminaria de empotrado en techo

Luminaria de empotrado en techo; lámpara: 1/32 W ó 1/42 W TC-TELI; con balasto electrónico por separado, medidas: 278 x 114 x 53 mm; posición horizontal de la lámpara; nuevo tipo de técnica de iluminación downlight de luz suave (MDL) con reflector en dos piezas integrado y cabezal especular especial; reflector facetado, aluminio vaporizado, de alto brillo, sin irisación; carcasa estanca a la luz en el techo; carcasa completamente cerrada que impide la penetración de cuerpos extraños; tipo de protección IP44: si se monta en techos cerrados; carcasa recubierta de polvo sinterizado blanco; marco embellecedor de Aluminio fundido, lacado en titanio; disco frontal de cristal de seguridad; intercambio o desmontaje de la unidad frontal sin herramientas gracias al cierre EASY-CLEAN; conexión: borne de 5 polos con conector; montaje: tornillos de fijación ocultos; para techos con un grosor máximo de hasta 60 mm; corte en techo: 216 mm x 216 mm, profundidad de empotrado: 152 mm; Peso: 2.6 kg

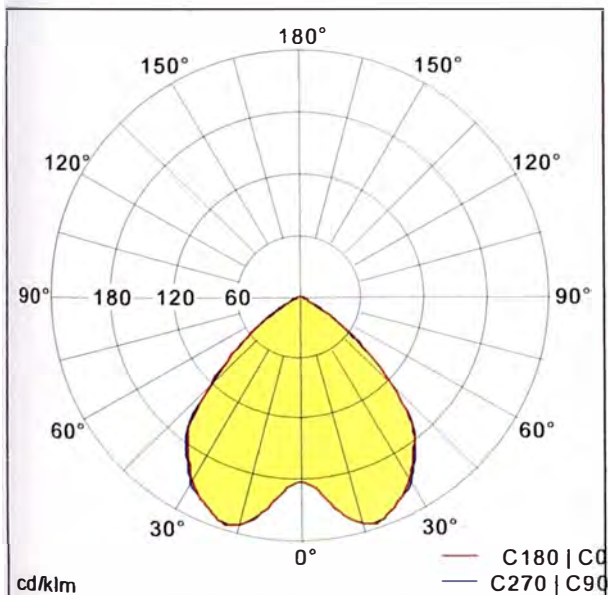


ZS\_2LI\_F\_1er\_TC-T.jpg



ZS\_2LI\_M\_1er.wmf

### Distribución de la luz

**STD - estándar**


ST5580.ldt

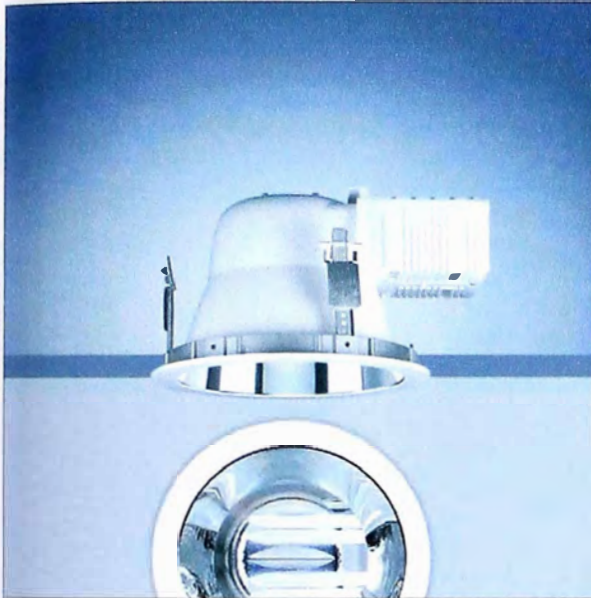
- Lámparas: 1 x TC-TELI / 42W
- Corriente de iluminación total: 3200 lm
- Índice de reproducción de los colores: 1B
- Balasto: EVG Tridonic
- Potencia de conexión: 46 W  $\Lambda = 0,96$



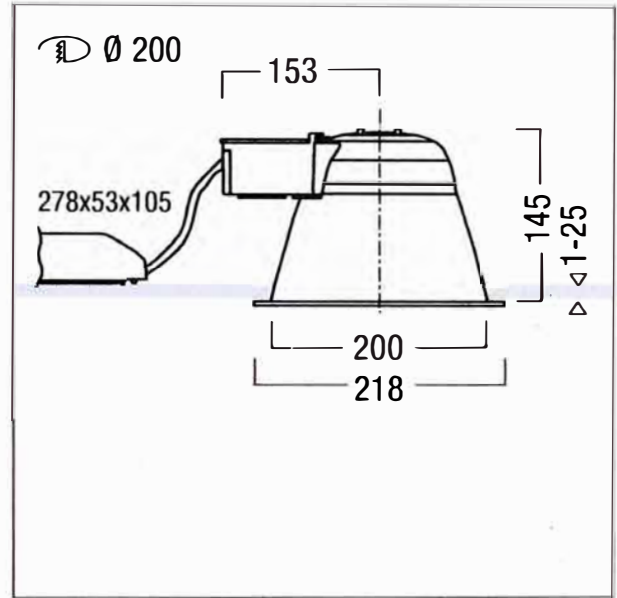
Luminaria de empotrado en techo

Luminaria de empotrado en techo; lámpara 2 x 26W, para TC-DEL, posición horizontal de la lámpara; con balasto electrónico, (unidad por separado); reflector: suave, vaporizado en aluminio, de alto brillo y sin irisación, recubierto de aluminio (reflector), de alto brillo, sin irisación; adecuado para puestos de trabajo con pantallas o UGR: 16/19 con PANOS HG, con PANOS LG sólo con celosía radial (como accesorio, pedido por separado); aro embellecedor de Policarbonato; de alta calidad resistente a UV; aro de montaje de Aluminio de fundición; conexión: Clema de conexión de 5 polos; montaje rápido sin herramientas para techos con un grosor de 1-25 mm; corte en techo: 200 mm, profundidad de empotrado: 145 mm; Peso: 0.94 kg;

Consejo: para el montaje de elementos adicionales (pedidos por separado), en el suministro de los accesorios se incluye un aro de montaje.



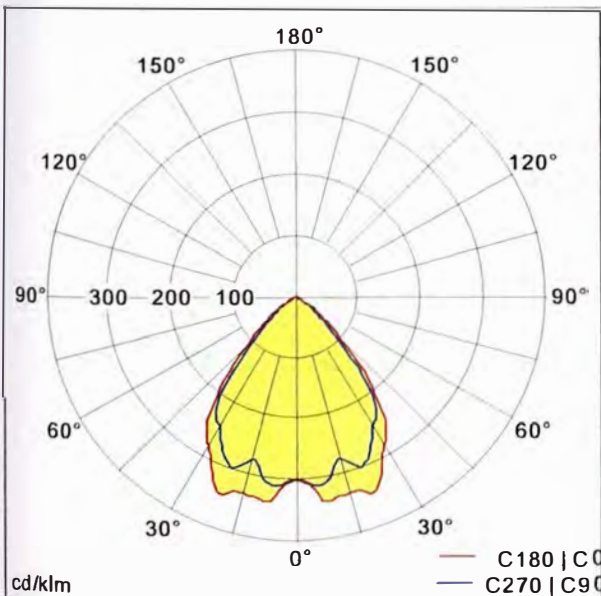
ZS\_PAN\_F\_HG\_200.jpg



ZS\_PAN\_M\_H200.wmf

Distribución de la luz

STD - estándar



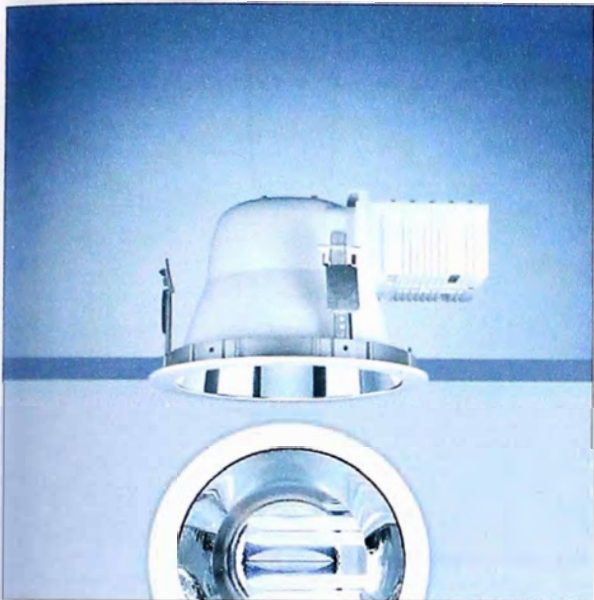
st5113.ltd

- Lámparas: 2 x TC-DEL / 26W
- Corriente de iluminación total: 3600 lm
- Índice de reproducción de los colores: 1B
- Balasto: EVG Tridonic PC PRO
- Potencia de conexión: 51 W  $\Lambda = 0,98$
- CELMA: A2

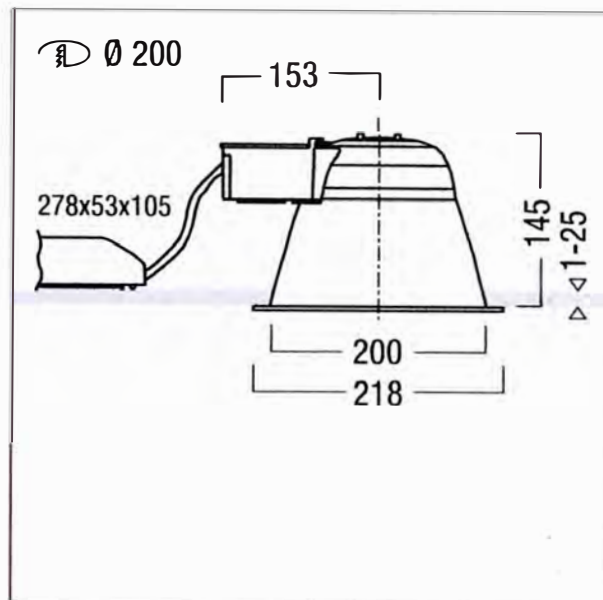
## Luminaria de empotrado en techo

Luminaria de empotrado en techo; lámpara 2 x 18W, para TC-DEL, posición horizontal de la lámpara; con balasto electrónico, (unidad por separado); reflector: suave, vaporizado en aluminio, de alto brillo y sin irisación, recubierto de aluminio (reflector), de alto brillo, sin irisación; adecuado para puestos de trabajo con pantallas o UGR: 16/19 con PANOS HG, con PANOS LG sólo con celosía radial (como accesorio, pedido por separado); aro embellecedor de Policarbonato; de alta calidad resistente a UV; aro de montaje de Aluminio de fundición; conexión: Clema de conexión de 5 polos; montaje rápido sin herramientas para techos con un grosor de 1-25 mm; corte en techo: 200 mm, profundidad de empotrado: 145 mm; Peso: 0.94 kg;

Consejo: para el montaje de elementos adicionales (pedidos por separado), en el suministro de los accesorios se incluye un aro de montaje.



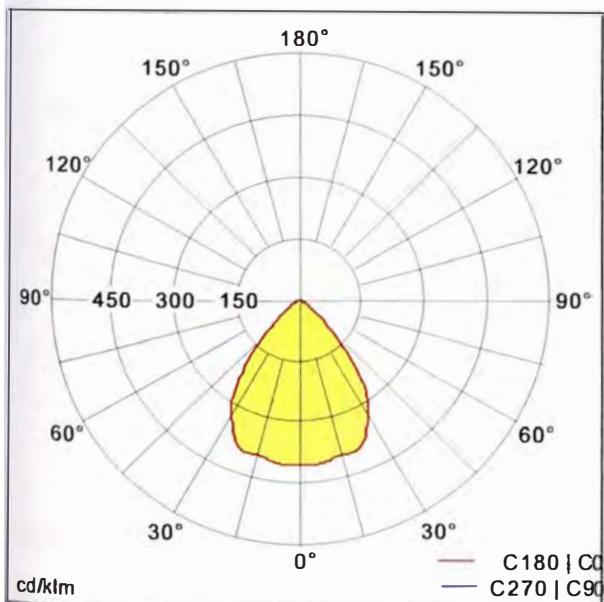
ZS\_PAN\_F\_HG\_200.jpg



ZS\_PAN\_M\_H200.wmf

## Distribución de la luz

## STD - estándar



ST5121.ltd

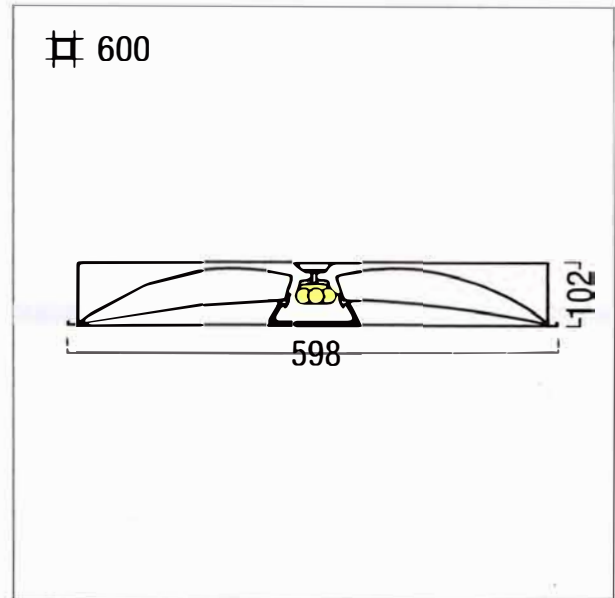
- Lámparas: 2 x TC-DEL / 18W
- Corriente de iluminación total: 2400 lm
- Índice de reproducción de los colores: 1B
- Balasto: EVG Tridonic PC PRO
- Potencia de conexión: 37,5 W  $\Lambda = 0,98$
- CELMA: A2

## Montaje empotrado Luz Suave

Montaje empotrado Luz Suave, Luminaria esclava para control DALI con balasto electrónico digital regulable para lámpara W. Acoplamiento lateral de luminaria en la cámara de iluminación de material de difusor perlado purísimo PMMA; cámara con iluminación de fondo mediante filtros cromáticos; Clema de conexión de 5 polos; la óptica se monta sin tornillos y está sellada contra insectos. Difusor con chapa ranurada metálica para una supresión del deslumbramiento completa. para supresión del deslumbramiento en monitores de pie y muy inclinados. cableado de la luminaria sin halógenos. 00, Dimensiones: 598 x 598 x 102 mm, Peso: 6.3 kg



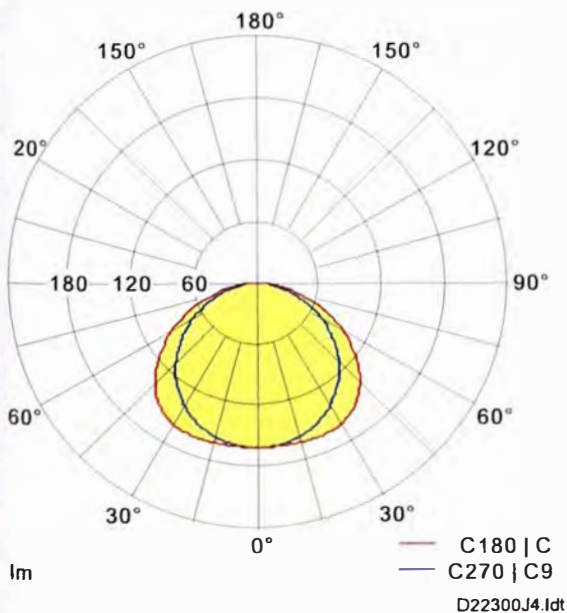
ZS\_ML4\_F\_einbau\_weiss\_a.jpg



ZS\_ML4\_M\_quadrat-m600.wmf

## STD - estándar

- Lámparas: 2 x TC-L / 40W
- Corriente de iluminación total: 7000 lm
- Índice de reproducción de los colores: 1B
- Balasto: EVG digital Tridonic one4all
- Potencia de conexión: 87,9 W  $\Lambda = 0,99$
- Control: LDE regulable hasta 3%
- CELMA: A1



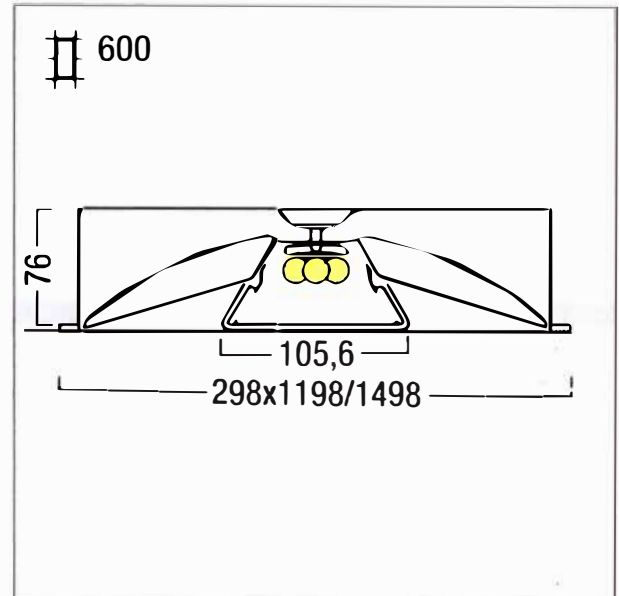


Celosía Comfort mont. emp. Luz Suave

Celosía Comfort mont. emp. Luz Suave, Luminaria esclava para control DALI con balasto electrónico digital regulable para lámpara T16, 2/28 W. Acoplamiento lateral de luminaria en la cámara de iluminación de material de difusor perlado purísimo PMMA; cámara de iluminación con iluminación de fondo mediante filtros cromáticos; Clema de conexión de 5 polos; la óptica se monta sin herramientas; Óptica de celosía Synto de aluminio espejador mate; con filtros accesorios para limitación del deslumbramiento <math>1000\text{cd/m}^2</math> a 65° alrededor. Adecuado para la supresión del deslumbramiento en pantallas de pie. cableado de la luminaria sin halógenos. Módulo: 600, Dimensiones: 1198 x 298 x 76 mm, Peso: 5.9 kg



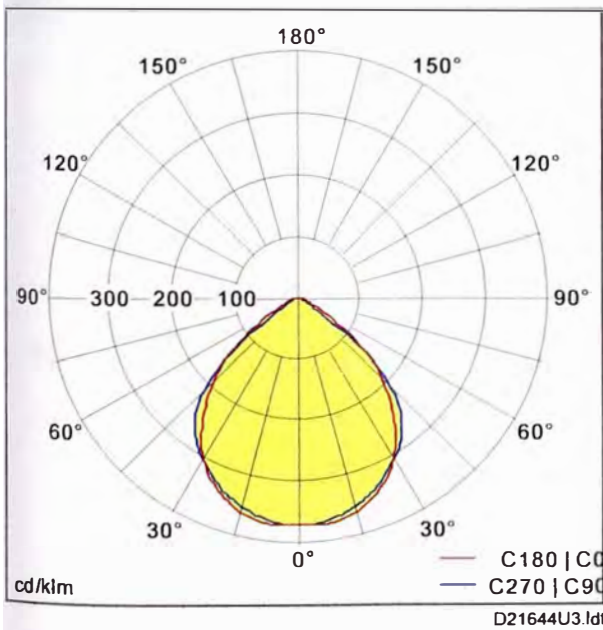
ZS\_ML4\_F\_einbau\_weiss\_b.jpg



ZS\_ML4\_M\_einbau-m600.wmf

Distribución de la luz

STD - estándar



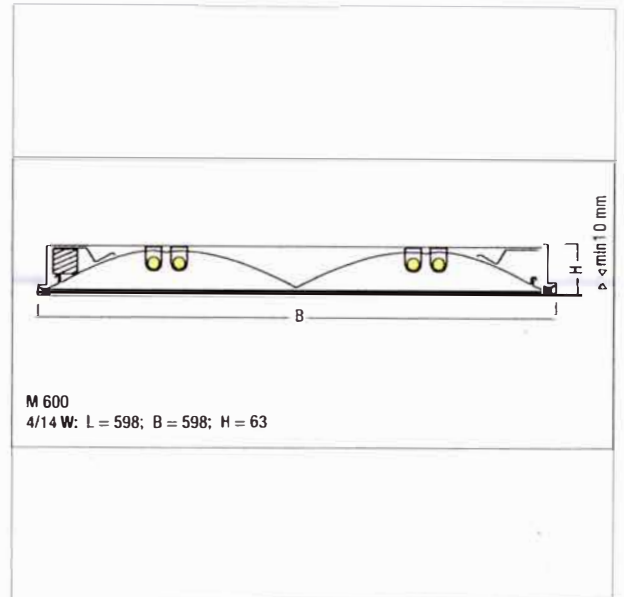
- Lámparas: 2 x T16 / 28W
- Corriente de iluminación total: 5200 lm
- Índice de reproducción de los colores: 1B
- Balasto: EVG digital Tridonic one4all
- Potencia de conexión: 61,3 W  $\Lambda = 0,99$
- Control: LDE regulable hasta 1%
- CELMA: A1

Luminaria emp. con óptica micropiramidal

Luminaria de empotrado con óptica estructurada micropiramidal MPO con balasto electrónico para lámparas T16, 4/14 W. Dirección de distribución directa de la luz mediante óptica micropiramidal MPO de una pieza para lograr un aspecto sin uniones, con estructura multicapa en técnica de luz transmitida, con acoplamiento definido en dispositivo de supresión del deslumbramiento en forma de alas de murciélago con  $L < 1000 \text{ cd/m}^2$  a  $60^\circ/65^\circ$  y supresión especial del deslumbramiento para displays horizontales planos; carcasa de empotrado plana de chapa de acero lacada; cerco de óptica de aluminio anodizado; Clema de conexión de 3 polos; la óptica se desmonta sin necesidad de herramientas; luminaria para juego de montaje FE (pedido por separado). Módulo: 600, cableado de la luminaria sin halógenos. prueba de filamento incandescente:  $650^\circ\text{C}$ , dimensiones:  $598 \times 598 \times 63 \text{ mm}$ , Peso: 5.98 kg.



ZS\_LFS\_F\_einbau\_homo.jpg

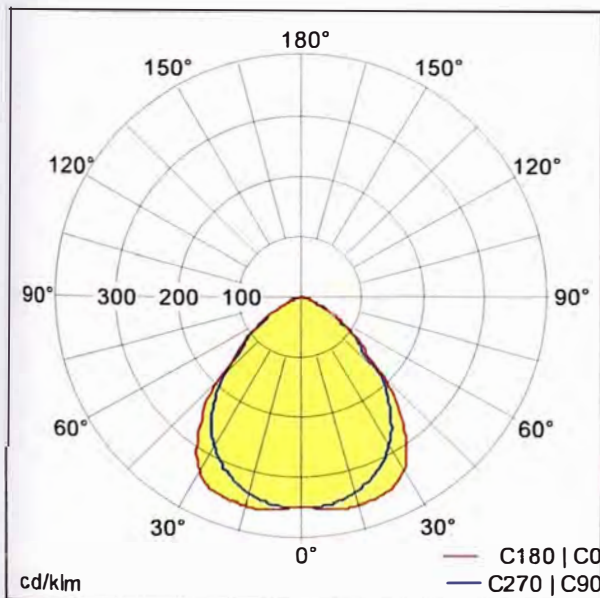


M 600  
4/14 W: L = 598; B = 598; H = 63

ZS\_LFS\_M\_Einbau\_4fl\_600.wmf

Distribución de la luz

STD - estándar



D21160U1.idt

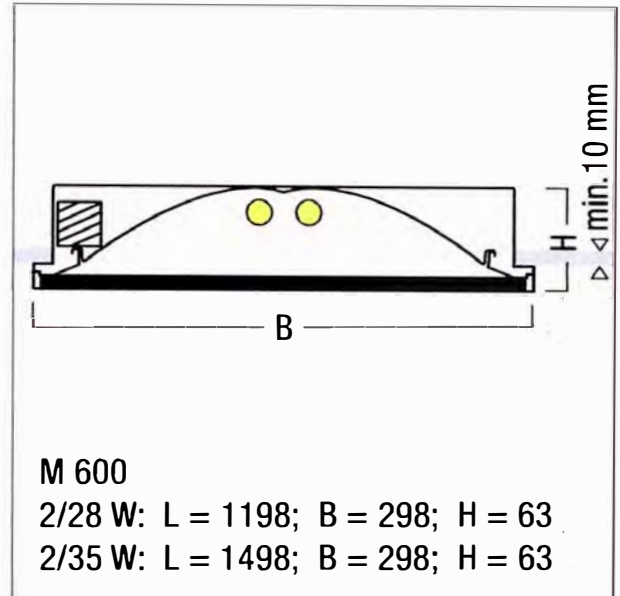
- Lámparas: 4 x T16 / 14W
- Corriente de iluminación total: 4800 lm
- Índice de reproducción de los colores: 1B
- Balasto: EVG Tridonic PC PRO Lp
- Potencia de conexión: 65 W  $\Lambda = 0,99$
- CELMA: A2

Luminaria emp. con óptica micropiramidal

Luminaria de empotrado con óptica estructurada micropiramidal MPO con balasto electrónico para lámparas T16, 2/24 W. Direccionamiento de distribución directa de la luz mediante óptica micropiramidal MPO de una pieza para lograr un aspecto sin uniones, con estructura multicapa en técnica de luz transmitida, con acoplamiento definido en dispositivo de supresión del deslumbramiento en forma de alas de murciélago con  $L < 1000 \text{ cd/m}^2$  a  $60^\circ/65^\circ$  y supresión especial del deslumbramiento para displays horizontales planos; carcasa de empotrado plana de chapa de acero lacada; cerco de óptica de aluminio anodizado; Ciema de conexión de 5 polos; la óptica se desmonta sin necesidad de herramientas; luminaria para juego de montaje FE (pedido por separado). Módulo: 600, cableado de la luminaria sin halógenos. prueba de filamento incandescente:  $650^\circ\text{C}$ , dimensiones:  $598 \times 598 \times 63 \text{ mm}$ , Peso: 6.1 kg.



ZS\_LFS\_F\_einbau\_homo.jpg



ZS\_LFS\_M\_Einbau\_2fl\_600.wmf

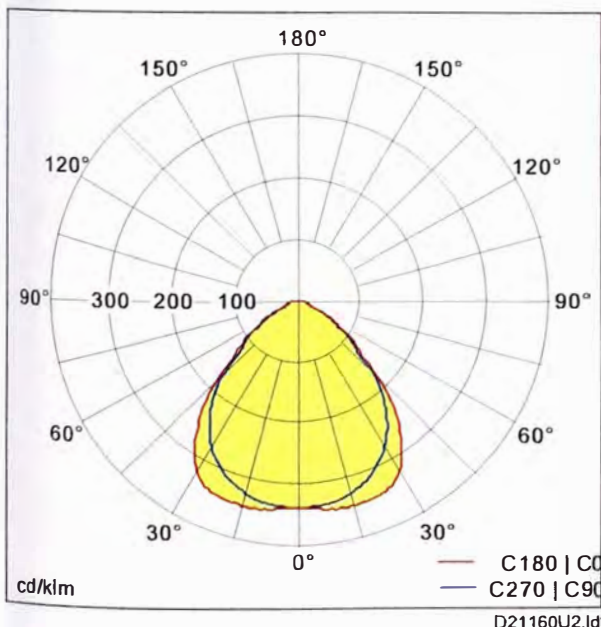
M 600

2/28 W: L = 1198; B = 298; H = 63

2/35 W: L = 1498; B = 298; H = 63

Distribución de la luz

STD - estándar

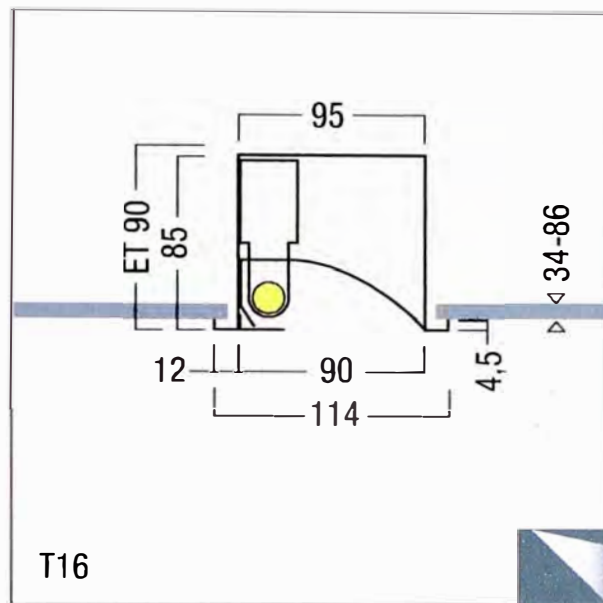


- Lámparas: 2 x T16 / 24W
- Corriente de iluminación total: 3500 lm
- Índice de reproducción de los colores: 1B
- Balasto: EVG Tridonic PC PRO Lp
- Potencia de conexión: 48,5 W  $\lambda = 0,98$
- CELMA: A2



**potrado con óptica asimétrica**

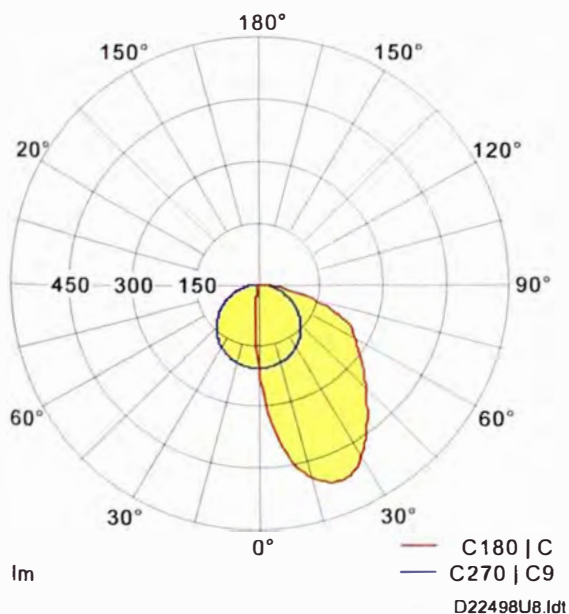
potrado con óptica asimétrica 1/54W; para T16, con balasto electrónico, carcasa de empotrado muy estrecha de chapa rmoesmaltada en blanco, Clema de conexión de 3 polos; reflector anodizado mate de distribución asimétrica con de iluminación de bañador de pared sobresaliente pronunciada. El difusor de las lámparas puede desmontarse sin s para cambiar la fuente luminosa. cableado de la luminaria sin halógenos. Dimensiones: Módulo: 600; 1198 x 114 x 85 2.8 kg.



ZS\_MEL\_F\_FEW\_T16.jpg

ZS\_MEL\_M\_FEW\_T16.wmf

- Lámparas: 1 x T16 / 54W
- Corriente de iluminación total: 4450 lm
- Índice de reproducción de los colores: 1B
- Balasto: EVG Tridonic PC PRO Lp
- Potencia de conexión: 58 W Lambda = 0,99
- CELMA: A2



Luminaria de sección circular de moderna estética para empotrar.

### APLICACIONES

Ideal para la iluminación de interiores como salas de ventas, exhibición, pasadizos, salas de recepción, hoteles y en general donde se requiera una óptima iluminación con excelente reproducción de color y bajo consumo de energía.

Utiliza lámparas ahorradoras fluorescentes compactas de 7,9,13,18,26 W. Pueden ser equipadas con balasto Electromagnético ó balasto Electrónico

### DESCRIPCION

#### NSIONES

HA SPOT	LAMPARA
H-205	1X18 W TC-D, 1X26 W TC-D 2X18 W TC-D, 2X26 W TC-D
V-140	1X13 W TC-D, 1X7 W TC 1X9 W TC
V-172	1X13 TC-D, 1X18 W TC-D 1X26 W TC-D

La luminaria Alpha Spot esta conformada por:

Sistema óptico, con un reflector envolvente facetado de aluminio 99.9% puro, de una sola pieza embutida, con tratamiento electroquímico para abrillantarlo y anodizarlo.

Marco ó bisel fabricado en plancha de acero fosfatizada, esmaltado y secado al horno. Puede ser en color blanco ó negro estructurado.

Disponible en versión abierta y cerrada, la cual consta de un vidrio serigrafiado de 4 mm de espesor.

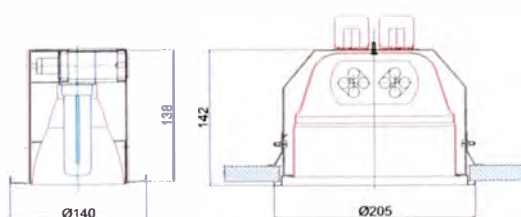
Los modelos disponibles trabajan con las siguientes lámparas:

**OPCION:** Puede suministrarse con Batería de Emergencia.

V-172

V-140

H-205



**Josefel**  
ILUMINACIÓN

Luminaria de sección circular de moderna estética para adosar.

### APLICACIONES

Ideal para la iluminación de interiores como salas de ventas, exhibición, pasadizos, salas de recepción, hoteles, residencias y en general donde se requiera una óptima iluminación con excelente reproducción de color y bajo consumo de energía.

Utiliza lámparas ahorradoras compactas de 7,15,18,20 y 26 W. Pueden ser equipadas con socket E-27, balasto Electromagnético ó balasto Electrónico

### DESCRIPCION

La luminaria Alpha Spot adosable esta conformada por:

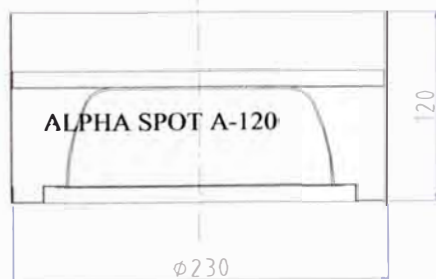
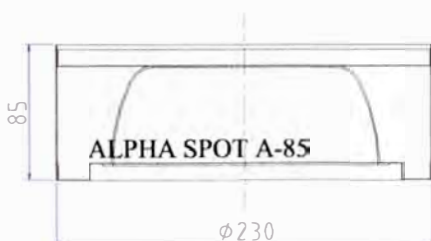
Sistema óptico, con un reflector envolvente facetado de aluminio 99.9% puro, de una sola pieza embutida, con tratamiento electroquímico para abrillantarlo y anodizarlo.

Marco o bisel fabricado en plancha de acero fosfatizada, esmaltado secado al horno.

Cuerpo cilíndrico, protegido con vidrio arenado de 4 mm. De espesor.

### ENSIONES

ALPHA SPOT-A	LAMPARA
A-85	E-27 AHORRADORA DE 15W O 20W
A-120	1X7 W TC-S 1X18W TC-D 2X18W TC-D 1X26W TC-D 2X26W TC-D



el derecho de hacer modificaciones por mejoras en el producto, sin previa notificación.



**APLICACIONES**

Debido a su gran hermeticidad y resistencia al impacto, esta luminaria es ideal para ambientes altamente corrosivos, húmedos y con mucho polución ambiental. Ideal para los sectores de industria, pesquería, minería y todo lugar donde se necesite una alta hermeticidad.

Artefacto para ser usado con 2 lámparas fluorescentes rectas de 36 W en opciones de balasto electromagnético o electrónico ó 54 W/ TL con balasto electrónico

**DESCRIPCION**

La luminaria hermética AHR-VD, posee un grado de hermeticidad IP-65, que lo hace hermético al polvo y al agua.

Está compuesto por:

Cuerpo fabricado en policarbonato pantalla porta equipo de plancha de acero fosfatizada y pintada con esmalte blanco al horno. Difusor de policarbonato.

Hermeticidad por medio de ocho ganchos de acero inoxidable y una empaquetadura a lo largo de la ranura de acoplamiento para asegurar un ajuste perfecto con el difusor o cubierta.

Equipado con sockets, balasto electromagnético o electrónico, condensadores y cableado con conductores THHW-18-105°C.

**OPCIONES**

Se puede suministrar con batería de emergencia.

**DIMENSIONES****DIFUSOR POLICARBONATO**

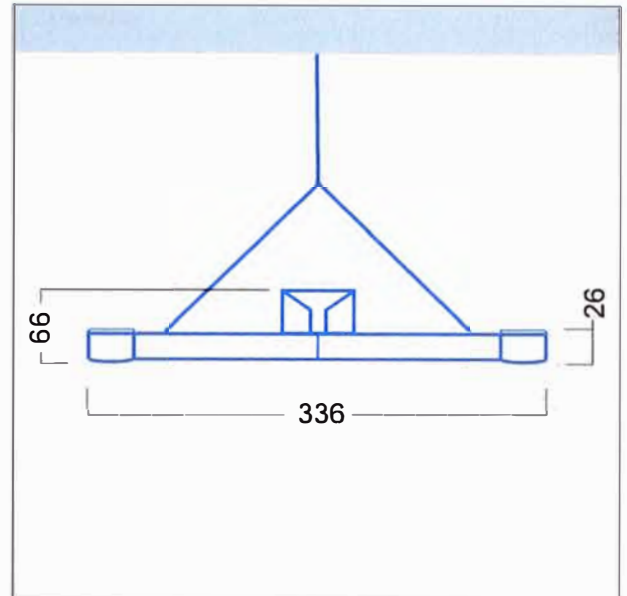
POTENCIA W	DIMENSIONES mm.			
	A	B	C	D
2 X 36	1,270	925	170	105

**e guía de ondas indirecta/directa**

uía de ondas indirecta/directa 2 x 54W, para T16, con balasto electrónico digital regulable ; direccionamiento de iluminación ción directa a través de una luminaria acoplada lateralmente en guías de onda con técnica patentada SLC, con nto definido en supresor de deslumbramiento en forma de ala de murciélago y supresión del deslumbramiento especial ays horizontales planos; construcción visible con superficie extremadamente plana del cuerpo de luminaria de 26 mm. métrico con reflectores laterales, cuadrados, desmontables sin herramientas. Luminaria completa con suspensión por ensiones: 1252 x 336 x 66 mm; Peso: 9.5 kg.



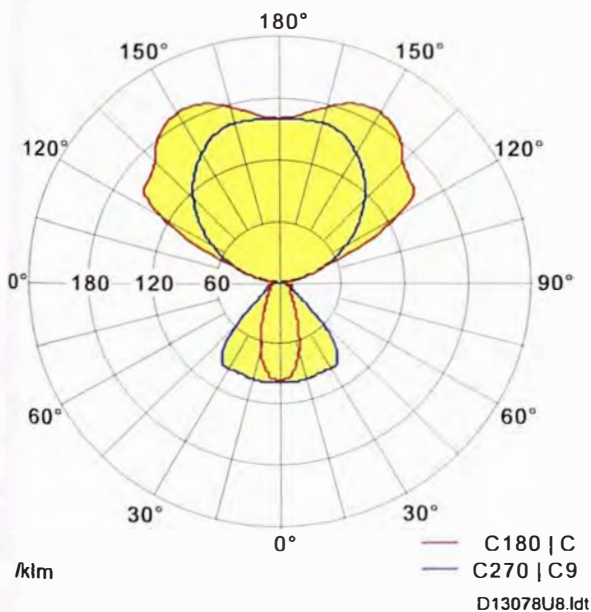
ZS\_AER\_F\_SLCdouble.jpg



ZS\_AER\_M\_UGNdouble.wmf

**STD - estándar**

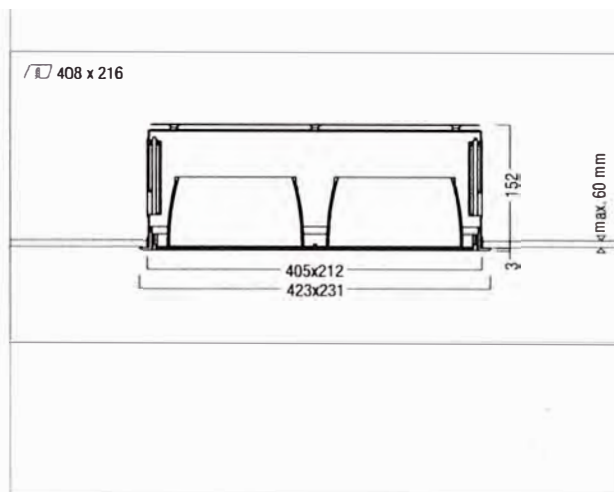
- Lámparas: 2 x T16 / 54W
- Corriente de iluminación total: 8900 lm
- Índice de reproducción de los colores: 1B
- Balasto: EVG digital Tridonic one4all
- Potencia de conexión: 117,9 W Lambda = 0,99
- Control: LDE regulable hasta 1%
- CELMA: A1



ria de empotrado en techo



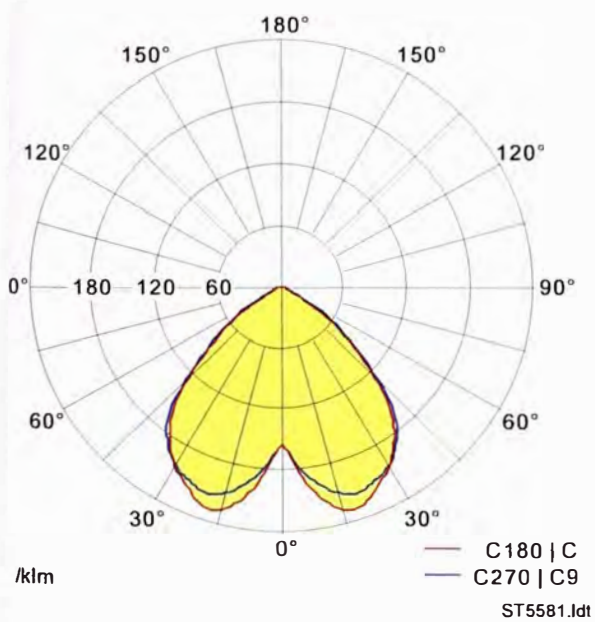
ZS\_2LI\_F\_2er\_TC-T.jpg



ZS\_2LI\_M\_2er.wmf

TD - estándar

- Lámparas: 2 x TC-TELI / 42W
- Corriente de iluminación total: 6400 lm
- Índice de reproducción de los colores: 1B
- Balasto: EVG Tridonic
- Potencia de conexión: 100 W  $\Lambda = 0,96$







Luminaria de sección circular de moderna estética para adosar.

### APLICACIONES

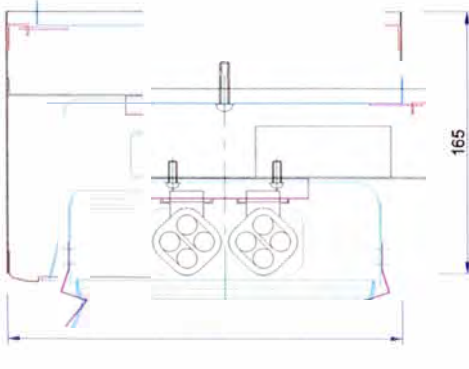
Ideal para la iluminación de interiores como salas de ventas, exhibición, pasadizos, salas de recepción, hoteles y en general donde se requiera una óptima iluminación con excelente reproducción de color y bajo consumo de energía.

Utiliza lámparas ahorradoras fluorescentes compactas de 18,26 W. Pueden ser equipadas con balasto Electromagnético de Bajas Pérdidas ó balasto Electrónico

### DESCRIPCION

La luminaria ULTRA ADOSADA esta conformada por:

- Cuerpo cilíndrico fabricado en plancha de acero fosfatizada para protegerla contra la corrosión y permitir una mejor fijación del esmalte, alargando así la vida del artefacto. El acabado es con esmalte al horno.
- Sistema óptico multifacetado de una sola pieza, de aluminio especular abrigantado mediante un proceso electroquímico.
- Cubierta de cristal arenado, recesado de 4mm de espesor.
- Cableado con conductor THHW de 105°C de resistencia térmica. El equipo de encendido esta integrado.
- Puede ser equipada con 1-2 lámparas de 18-26 W TC-D.
- Las características mecánicas y eléctricas cumplen las especificaciones de la norma IEC-598.



Ø243,5

**Josfel**  
ILUMINACIÓN

## **Anexo D – Cálculos luminotécnicos**

# ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO MAC GREGOR

EDIFICIO "A"



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

## Índice

### ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO MAC GREGOR

Portada del proyecto	1
Índice	2
<b>JOSFEL Ultra Facetado 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD ULTRA FACETADO, 2/26...</b>	
<b>ULTRA FACETADO, 2/26W TCD</b>	
LKV (Polar)	4
Tabla UGR	5
<b>JOSFEL Alpha Spot 218 DOWN LIGHT 2/18W TCD ALPHA SPOT, 2/18W TCD</b>	
<b>ALPHA SPOT, 2/18W TCD</b>	
LKV (Polar)	6
Tabla UGR	7
<b>JOSFEL Alpha Spot 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD ALPHA SPOT, 2/26W TCD</b>	
<b>ALPHA SPOT, 2/26W TCD</b>	
LKV (Polar)	8
Tabla UGR	9
<b>Zumtobel 42 159 256 FEW 1/54W T16 EVG M600 [STD]</b>	
LKV (Polar)	10
<b>Zumtobel 42 157 433 ML4 A EC 2/28W T16 M600 LDE KA [STD]</b>	
LKV (Polar)	11
Tabla UGR	12
<b>Aula B 41 alumnos</b>	
Resumen	13
Luminarias (ubicación)	14
Resultados luminotécnicos	15
Superficie de cálculo (sumario de resultados)	16
Rendering (procesado) en 3D	17
<b>Superficies del local</b>	
<b>Superficie de trabajo total</b>	
Sumario de los resultados	18
<b>Superficies en vecindad inmediata</b>	
Sumario de los resultados	19
<b>Pasadizo principal</b>	
Resumen	20
Luminarias (ubicación)	21
Rendering (procesado) en 3D	22
<b>Hall</b>	
Resumen	23
Luminarias (ubicación)	24
Rendering (procesado) en 3D	25
<b>SSHH</b>	
Resumen	26
Luminarias (ubicación)	27
Rendering (procesado) en 3D	28
<b>Pasadizo corto</b>	
Resumen	29
Luminarias (ubicación)	30
Rendering (procesado) en 3D	31
<b>Superficies del local</b>	
<b>Superficie de cálculo UGR 1</b>	
Tabla (UGR)	32
<b>UGR Aula B 41 alumnos</b>	
<b>Superficies del local</b>	

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
Teléfono 386-5077  
Fax  
e-Mail henlop@yahoo.com

---

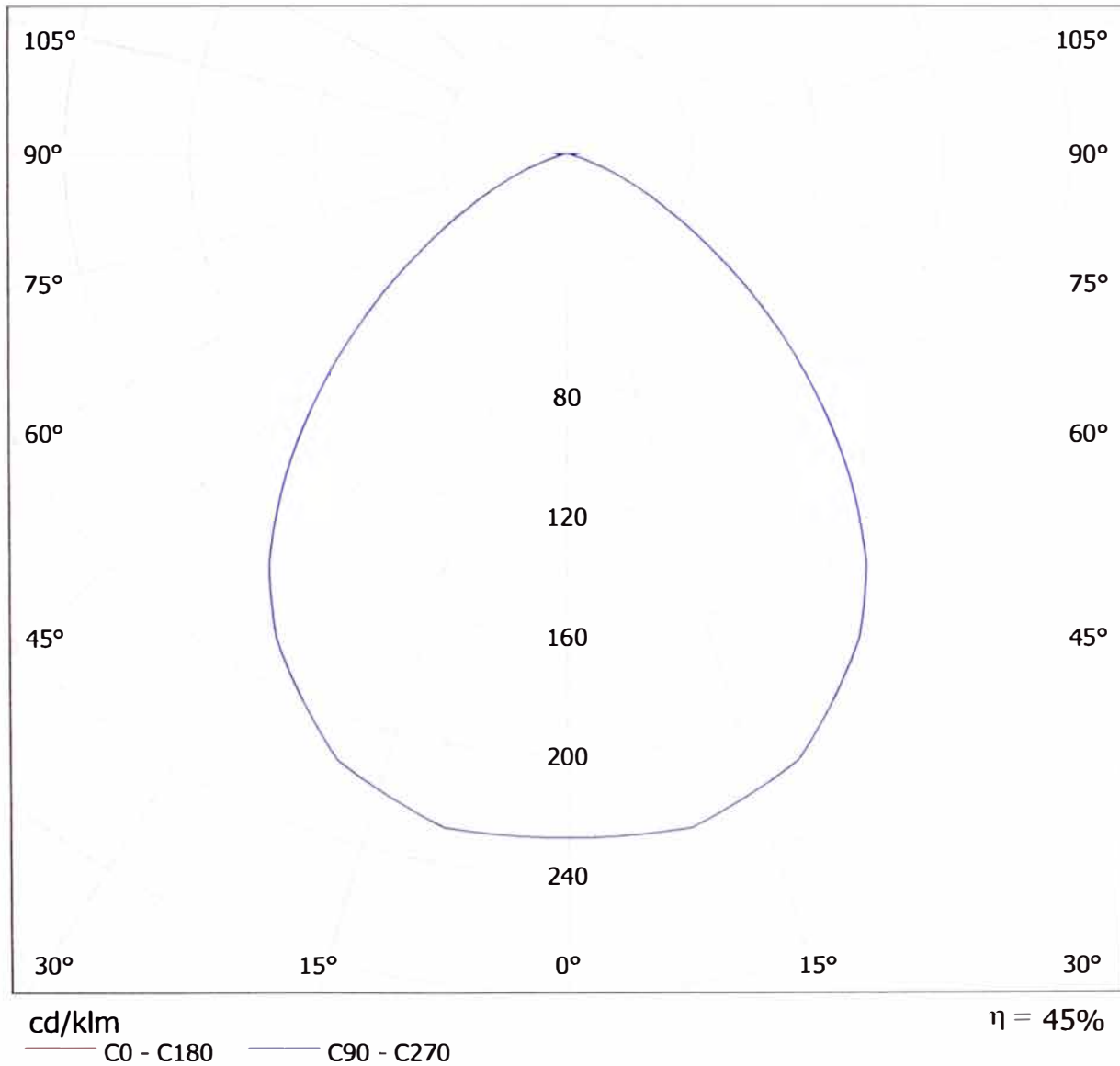
## Índice

<b>Observador Alumnos</b>	
Tabla (UGR)	33
<b>Observador Profesor</b>	
Tabla (UGR)	34

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
Teléfono 386-5077  
Fax  
e-Mail henlop@yahoo.com

**JOSFEL Ultra Facetado 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD ULTRA FACETADO, 2/26W TCD / LKV (Polar)**

Luminaria: JOSFEL Ultra Facetado 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD ULTRA FACETADO, 2/26W TCD  
Lámparas: 2 x 26W TC-D





Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**JOSFEL Ultra Facetado 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD ULTRA FACETADO, 2/26W TCD /  
 Tabla UGR**

Luminaria: JOSFEL Ultra Facetado 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD ULTRA FACETADO, 2/26W TCD  
 Lámparas: 2 x 26W TC-D

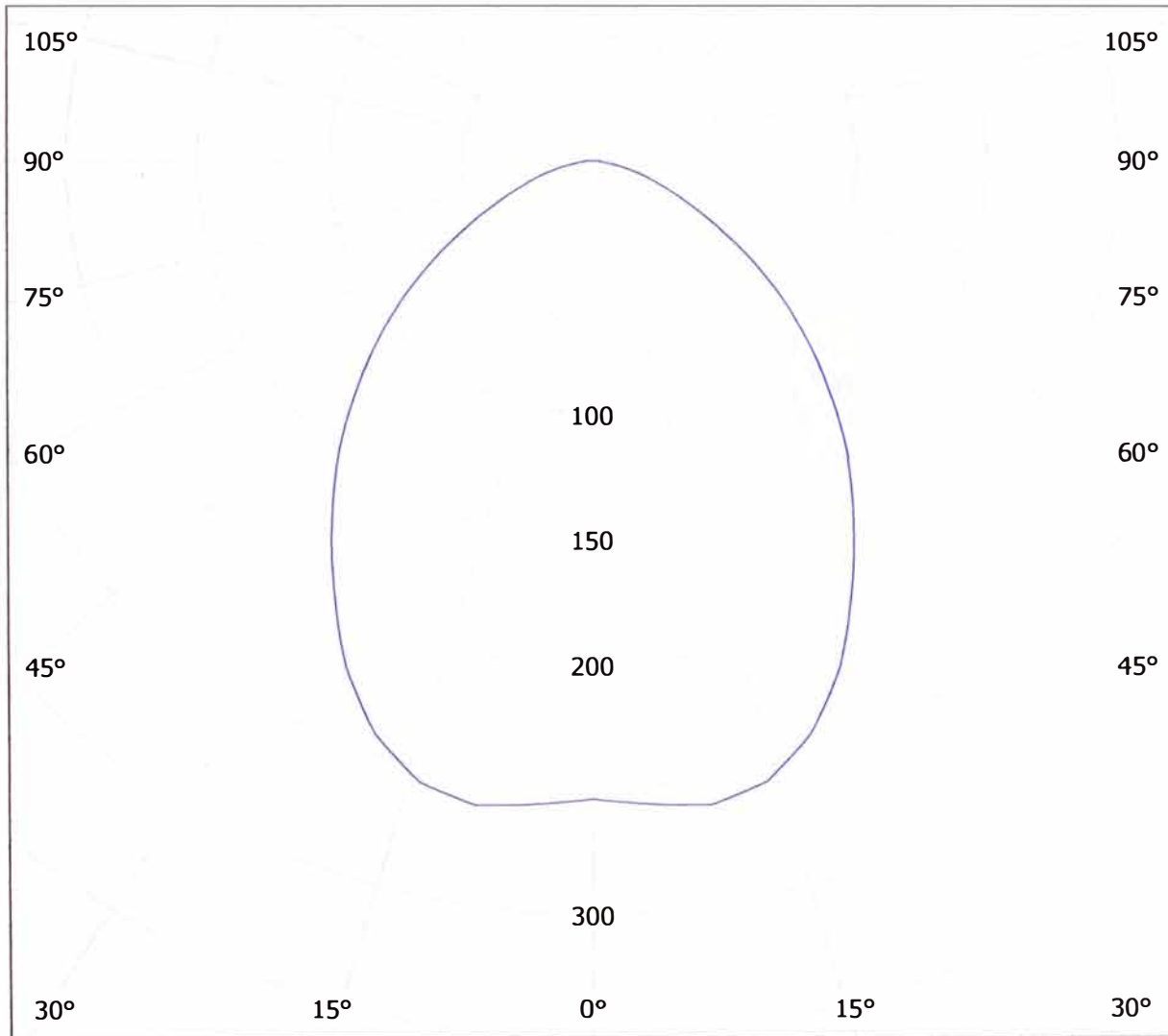
<b>Valoración de deslumbramiento según UGR</b>											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	20.7	21.8	21.0	22.0	22.2	20.7	21.8	21.0	22.0	22.2
	3H	20.9	21.9	21.2	22.1	22.4	20.9	21.9	21.2	22.1	22.4
	4H	20.9	21.8	21.2	22.0	22.3	20.9	21.8	21.2	22.0	22.3
	6H	20.9	21.7	21.2	21.9	22.2	20.9	21.7	21.2	21.9	22.2
	8H	20.8	21.6	21.2	21.9	22.2	20.8	21.6	21.2	21.9	22.2
	12H	20.8	21.5	21.2	21.8	22.2	20.8	21.5	21.2	21.8	22.2
4H	2H	20.9	21.8	21.2	22.0	22.3	20.9	21.8	21.2	22.0	22.3
	3H	21.1	21.9	21.5	22.2	22.5	21.1	21.9	21.5	22.2	22.5
	4H	21.1	21.8	21.5	22.1	22.5	21.1	21.8	21.5	22.1	22.5
	6H	21.1	21.6	21.5	22.0	22.4	21.1	21.6	21.5	22.0	22.4
	8H	21.1	21.6	21.5	22.0	22.4	21.1	21.6	21.5	22.0	22.4
	12H	21.0	21.5	21.5	21.9	22.3	21.0	21.5	21.5	21.9	22.3
8H	4H	21.1	21.6	21.5	21.9	22.4	21.1	21.6	21.5	21.9	22.4
	6H	21.0	21.4	21.5	21.8	22.3	21.0	21.4	21.5	21.8	22.3
	8H	21.0	21.4	21.5	21.8	22.3	21.0	21.4	21.5	21.8	22.3
	12H	21.0	21.3	21.5	21.8	22.2	21.0	21.3	21.5	21.8	22.2
12H	4H	21.0	21.5	21.5	21.9	22.3	21.0	21.5	21.5	21.9	22.3
	6H	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3
	8H	21.0	21.3	21.5	21.7	22.2	21.0	21.3	21.5	21.7	22.2
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.6 / -1.1					+0.6 / -1.1					
S = 1.5H	+1.3 / -2.7					+1.3 / -2.7					
S = 2.0H	+2.8 / -4.8					+2.8 / -4.8					
Tabla estándar	BK01					BK01					
Sumando de corrección	0.3					0.3					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3600lm Flujo luminoso total											

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
Teléfono 386-5077  
Fax  
e-Mail henlop@yahoo.com

**JOSFEL Alpha Spot 218 DOWN LIGHT 2/18W TCD ALPHA SPOT, 2/18W TCD / LKV  
(Polar)**

Luminaria: JOSFEL Alpha Spot 218 DOWN LIGHT 2/18W TCD ALPHA SPOT, 2/18W TCD  
Lámparas: 2 x 18W TC-D



cd/klm

— C0 - C180 — C90 - C270

$\eta = 54\%$

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**JOSFEL Alpha Spot 218 DOWN LIGHT 2/18W TCD ALPHA SPOT, 2/18W TCD / Tabla UGR**

Luminaria: JOSFEL Alpha Spot 218 DOWN LIGHT 2/18W TCD ALPHA SPOT, 2/18W TCD  
 Lámparas: 2 x 18W TC-D

<b>Valoración de deslumbramiento según UGR</b>											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	20.3	21.5	20.6	21.7	21.9	20.3	21.5	20.6	21.7	21.9
	3H	21.1	22.1	21.4	22.4	22.6	21.1	22.1	21.4	22.4	22.6
	4H	21.3	22.3	21.7	22.6	22.9	21.3	22.3	21.7	22.6	22.9
	6H	21.5	22.4	21.9	22.7	23.0	21.5	22.4	21.9	22.7	23.0
	8H	21.5	22.4	21.9	22.7	23.0	21.5	22.4	21.9	22.7	23.0
	12H	21.5	22.3	21.9	22.7	23.0	21.5	22.3	21.9	22.7	23.0
4H	2H	20.7	21.7	21.0	21.9	22.2	20.7	21.7	21.0	21.9	22.2
	3H	21.6	22.4	22.0	22.8	23.1	21.6	22.4	22.0	22.8	23.1
	4H	22.0	22.7	22.4	23.0	23.4	22.0	22.7	22.4	23.0	23.4
	6H	22.2	22.9	22.7	23.2	23.6	22.2	22.9	22.7	23.2	23.6
	8H	22.3	22.9	22.7	23.3	23.7	22.3	22.9	22.7	23.3	23.7
	12H	22.3	22.8	22.8	23.2	23.7	22.3	22.8	22.8	23.2	23.7
8H	4H	22.1	22.7	22.5	23.1	23.5	22.1	22.7	22.5	23.1	23.5
	6H	22.4	22.9	22.9	23.3	23.8	22.4	22.9	22.9	23.3	23.8
	8H	22.5	22.9	23.0	23.4	23.9	22.5	22.9	23.0	23.4	23.9
	12H	22.6	22.9	23.1	23.4	23.9	22.6	22.9	23.1	23.4	23.9
12H	4H	22.1	22.6	22.5	23.0	23.4	22.1	22.6	22.5	23.0	23.4
	6H	22.4	22.8	22.9	23.3	23.8	22.4	22.8	22.9	23.3	23.8
	8H	22.6	22.9	23.1	23.4	23.9	22.6	22.9	23.1	23.4	23.9
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.2 / -0.3					+0.2 / -0.3				
S = 1.5H		+0.5 / -1.0					+0.5 / -1.0				
S = 2.0H		+1.1 / -1.6					+1.1 / -1.6				
Tabla estándar		BK03					BK03				
Sumando de corrección		2.5					2.5				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2400lm Flujo luminoso total											

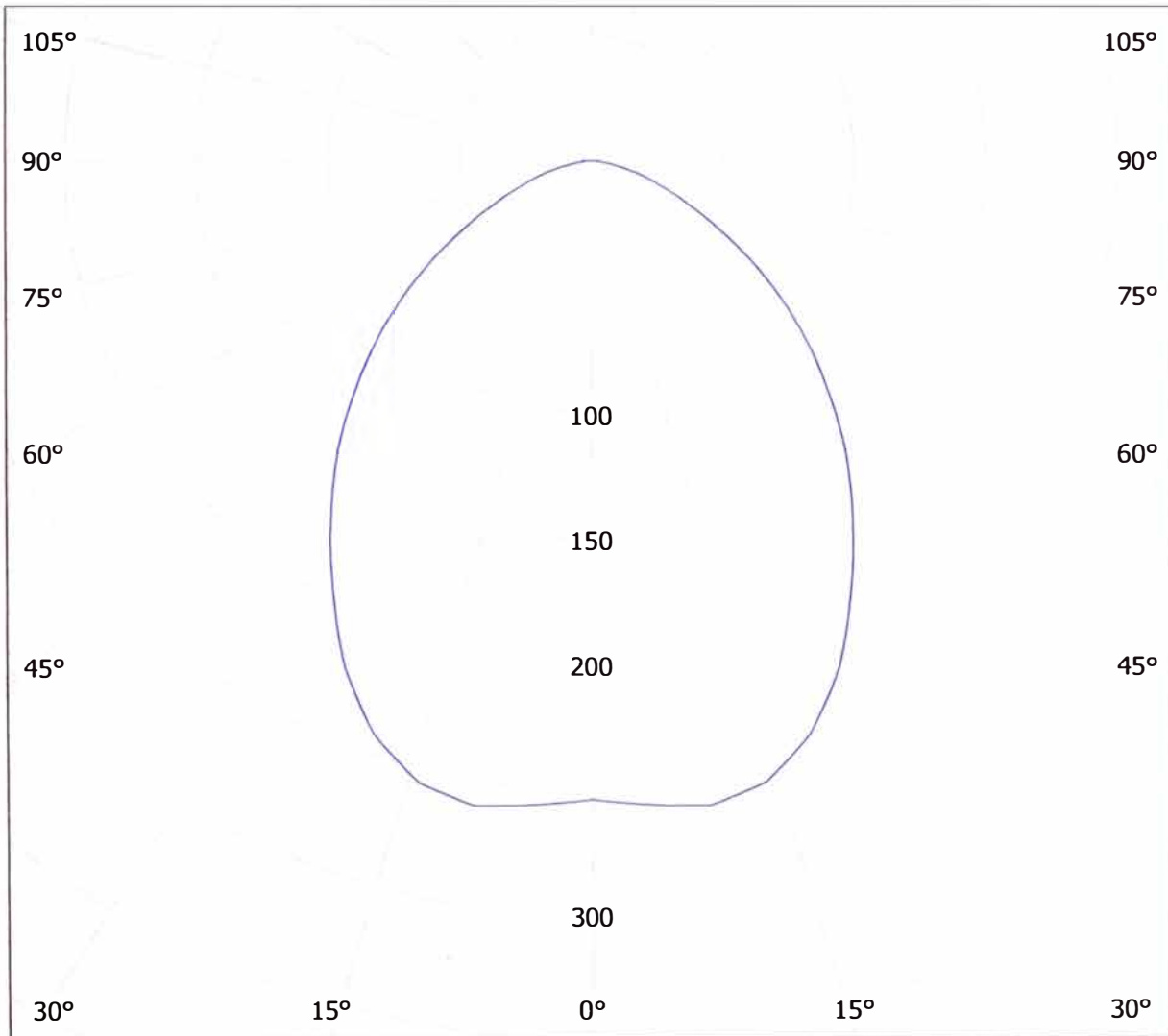
Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**JOSFEL Alpha Spot 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD ALPHA SPOT, 2/26W TCD / LKV  
 (Polar)**

Luminaria: JOSFEL Alpha Spot 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD ALPHA SPOT, 2/26W TCD  
 Lámparas: 2 x 26W TC-D



cd/klm

$\eta = 54\%$

— C0 - C180 — C90 - C270

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**JOSFEL Alpha Spot 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD ALPHA SPOT, 2/26W TCD / Tabla UGR**

Luminaria: JOSFEL Alpha Spot 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD ALPHA SPOT, 2/26W TCD  
 Lámparas: 2 x 26W TC-D

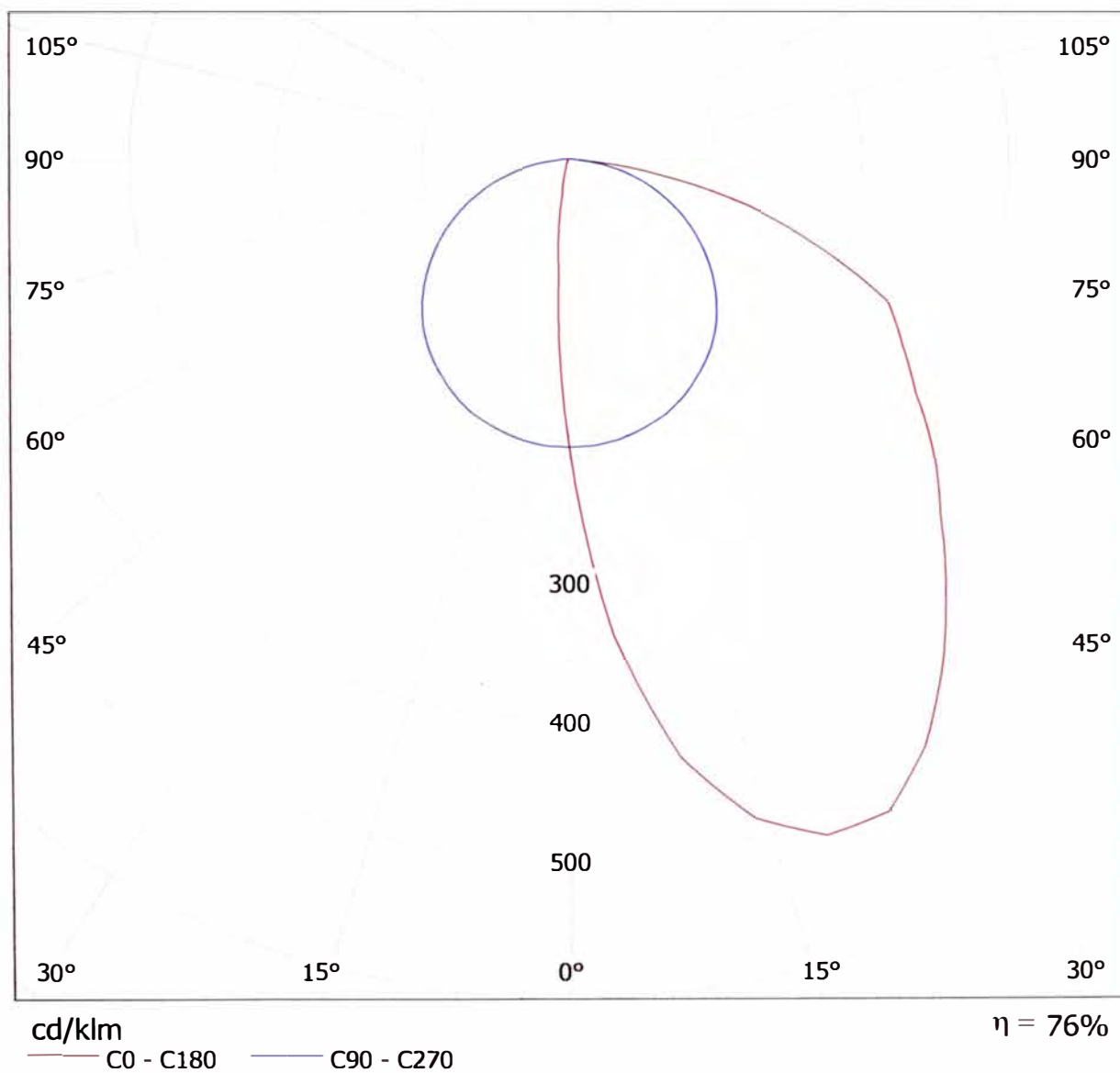
<b>Valoración de deslumbramiento según UGR</b>											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	21.7	22.9	22.0	23.1	23.3	21.7	22.9	22.0	23.1	23.3
	3H	22.5	23.5	22.8	23.8	24.0	22.5	23.5	22.8	23.8	24.0
	4H	22.7	23.7	23.1	24.0	24.3	22.7	23.7	23.1	24.0	24.3
	6H	22.9	23.8	23.3	24.1	24.4	22.9	23.8	23.3	24.1	24.4
	8H	22.9	23.8	23.3	24.1	24.4	22.9	23.8	23.3	24.1	24.4
	12H	22.9	23.8	23.3	24.1	24.4	22.9	23.8	23.3	24.1	24.4
4H	2H	22.1	23.1	22.4	23.4	23.6	22.1	23.1	22.4	23.4	23.6
	3H	23.0	23.8	23.4	24.2	24.5	23.0	23.8	23.4	24.2	24.5
	4H	23.4	24.1	23.8	24.5	24.8	23.4	24.1	23.8	24.5	24.8
	6H	23.6	24.3	24.1	24.6	25.0	23.6	24.3	24.1	24.6	25.0
	8H	23.7	24.3	24.1	24.7	25.1	23.7	24.3	24.1	24.7	25.1
	12H	23.7	24.2	24.2	24.6	25.1	23.7	24.2	24.2	24.6	25.1
8H	4H	23.5	24.1	24.0	24.5	24.9	23.5	24.1	24.0	24.5	24.9
	6H	23.8	24.3	24.3	24.7	25.2	23.8	24.3	24.3	24.7	25.2
	8H	24.0	24.3	24.4	24.8	25.3	24.0	24.3	24.4	24.8	25.3
	12H	24.0	24.3	24.5	24.8	25.3	24.0	24.3	24.5	24.8	25.3
12H	4H	23.5	24.0	24.0	24.4	24.9	23.5	24.0	24.0	24.4	24.9
	6H	23.9	24.3	24.3	24.7	25.2	23.9	24.3	24.3	24.7	25.2
	8H	24.0	24.3	24.5	24.8	25.3	24.0	24.3	24.5	24.8	25.3
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.2 / -0.3					+0.2 / -0.3					
S = 1.5H	+0.5 / -1.0					+0.5 / -1.0					
S = 2.0H	+1.1 / -1.6					+1.1 / -1.6					
Tabla estándar	BK03					BK03					
Sumando de corrección	4.0					4.0					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3600lm Flujo luminoso total											

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Zumtobel 42 159 256 FEW 1/54W T16 EVG M600 [STD] / LKV (Polar)**

Luminaria: Zumtobel 42 159 256 FEW 1/54W T16 EVG M600 [STD]  
 Lámparas: 1 x T16

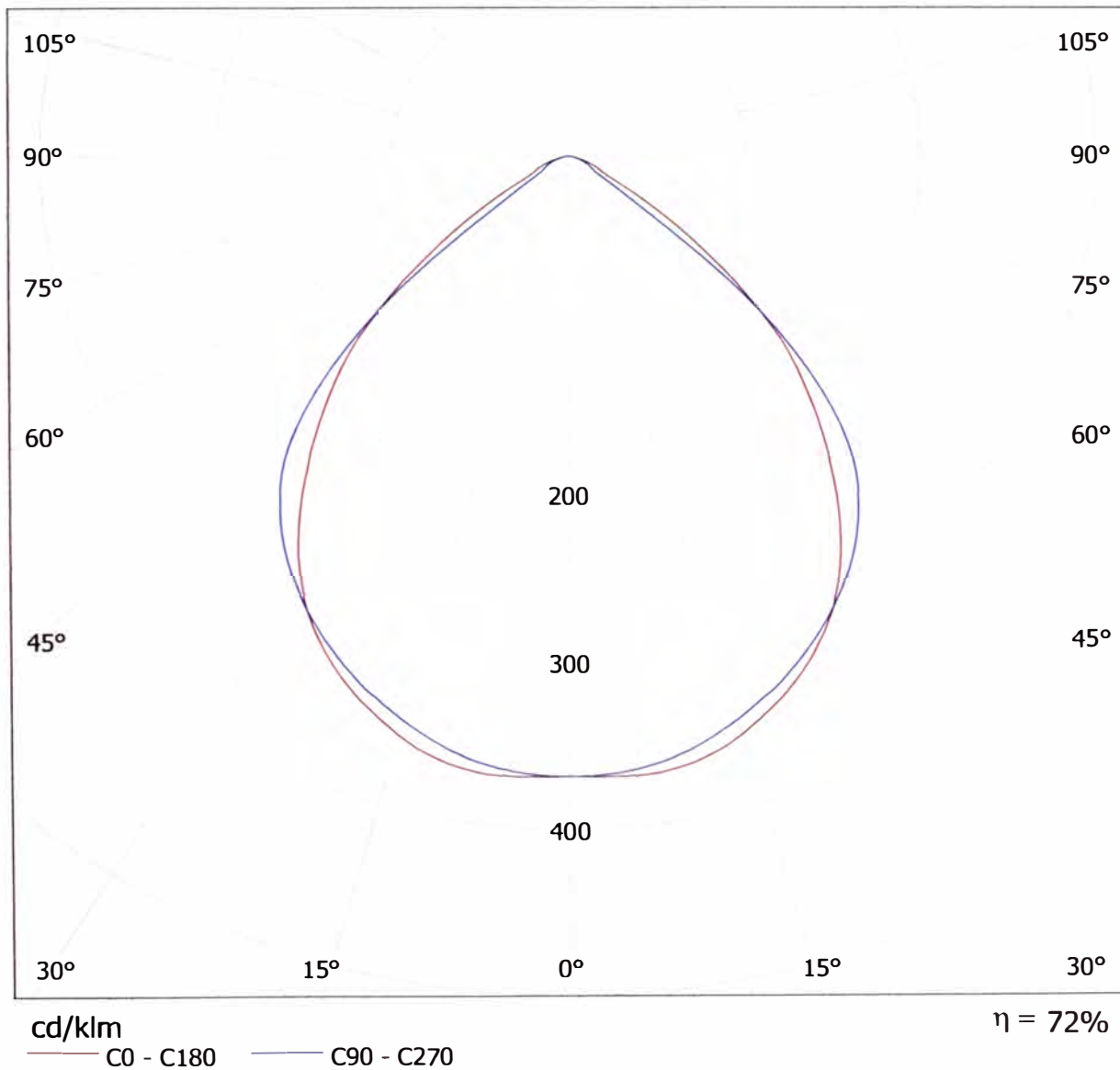




Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Zumtobel 42 157 433 ML4 A EC 2/28W T16 M600 LDE KA [STD] / LKV (Polar)**

Luminaria: Zumtobel 42 157 433 ML4 A EC 2/28W T16 M600 LDE KA [STD]  
 Lámparas: 2 x T16



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Zumtobel 42 157 433 ML4 A EC 2/28W T16 M600 LDE KA [STD] / Tabla UGR**

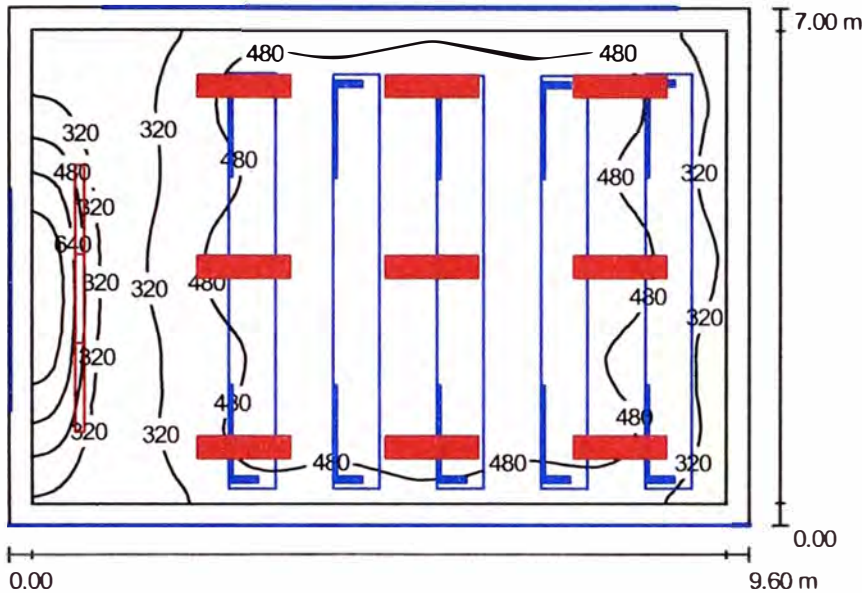
Luminaria: Zumtobel 42 157 433 ML4 A EC 2/28W T16 M600 LDE KA [STD]  
 Lámparas: 2 x T16

<b>Valoración de deslumbramiento según UGR</b>											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	15.4	16.4	15.7	16.7	16.9	14.9	16.0	15.2	16.2	16.4
	3H	15.5	16.4	15.8	16.6	16.9	14.9	15.8	15.2	16.1	16.3
	4H	15.5	16.3	15.8	16.6	16.9	14.9	15.7	15.2	16.0	16.3
	6H	15.4	16.2	15.8	16.5	16.8	14.9	15.7	15.2	15.9	16.2
	8H	15.4	16.2	15.8	16.5	16.8	14.8	15.6	15.2	15.9	16.2
	12H	15.4	16.1	15.7	16.4	16.7	14.8	15.5	15.2	15.9	16.2
4H	2H	15.4	16.3	15.8	16.6	16.8	15.0	15.9	15.3	16.1	16.4
	3H	15.6	16.3	15.9	16.6	16.9	15.0	15.8	15.4	16.1	16.4
	4H	15.6	16.2	16.0	16.6	16.9	15.1	15.7	15.5	16.0	16.4
	6H	15.6	16.1	16.0	16.5	16.9	15.1	15.7	15.5	16.0	16.4
	8H	15.6	16.1	16.0	16.5	16.9	15.1	15.6	15.6	16.0	16.4
8H	12H	15.6	16.0	16.0	16.4	16.8	15.1	15.6	15.6	16.0	16.4
	4H	15.6	16.1	16.0	16.4	16.8	15.1	15.6	15.5	15.9	16.3
	6H	15.6	16.0	16.0	16.4	16.8	15.2	15.5	15.6	16.0	16.4
	8H	15.6	15.9	16.0	16.4	16.8	15.2	15.5	15.7	16.0	16.4
12H	12H	15.5	15.8	16.0	16.3	16.8	15.2	15.5	15.7	16.0	16.5
	4H	15.5	16.0	16.0	16.4	16.8	15.0	15.5	15.5	15.9	16.3
	6H	15.6	15.9	16.0	16.3	16.8	15.1	15.5	15.6	15.9	16.4
	8H	15.5	15.8	16.0	16.3	16.8	15.2	15.5	15.6	15.9	16.4
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.7 / -1.3					+1.3 / -3.0					
S = 1.5H	+1.6 / -4.4					+2.4 / -5.1					
S = 2.0H	+3.0 / -5.6					+4.1 / -5.8					
Tabla estándar	BK01					BK01					
Sumando de corrección	-3.5					-4.0					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5200lm Flujo luminoso total											

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Aula B 41 alumnos / Resumen**



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:100

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	461	171	952	0.371
Suelo	20	256	29	672	0.115
Techo	70	77	41	126	0.527
Paredes (4)	50	164	22	953	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.300 m

**Lista de piezas - Luminarias**

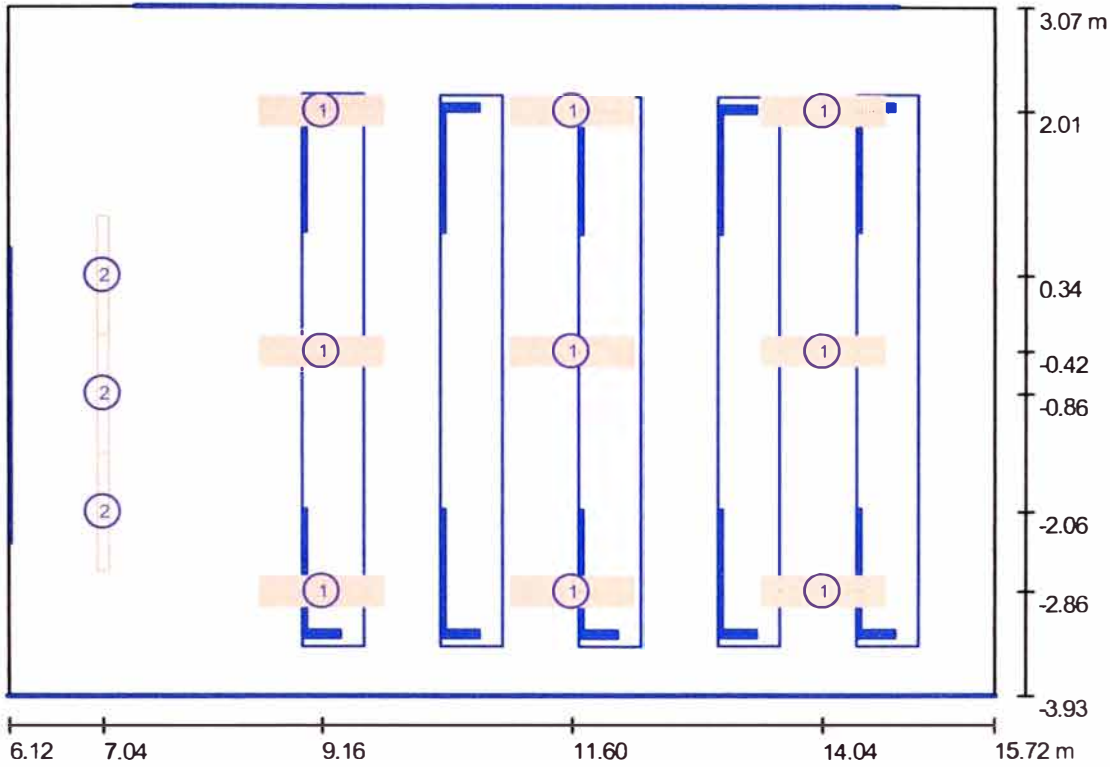
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	9	Zumtobel 42 157 433 ML4 A EC 2/28W T16 M600 LDE KA [STD] (1.000)	5200	61.0
2	3	Zumtobel 42 159 256 FEW 1/54W T16 EVG M600 [STD] (1.000)	4450	58.0
			<b>Total:</b> 60150	<b>723.0</b>

Valor de eficiencia energética:  $10.75 \text{ W/m}^2 = 2.33 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $67.26 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Aula B 41 alumnos / Luminarias (ubicación)**



Escala 1 : 75

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación
1	9	Zumtobel 42 157 433 ML4 A EC 2/28W T16 M600 LDE KA [STD]
2	3	Zumtobel 42 159 256 FEW 1/54W T16 EVG M600 [STD]

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Aula B 41 alumnos / Resultados luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 60150 lm  
 Potencia total: 723.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.300 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	401	60	461	/	/
Pizarra (Vertical)	587	61	648	/	/
Suelo	207	48	256	20	16
Techo	0.02	77	77	70	17
Pared 1	119	47	167	50	27
Pared 2	69	53	122	50	19
Pared 3	101	57	158	50	25
Pared 4	160	49	209	50	33

Simetrías en el plano útil

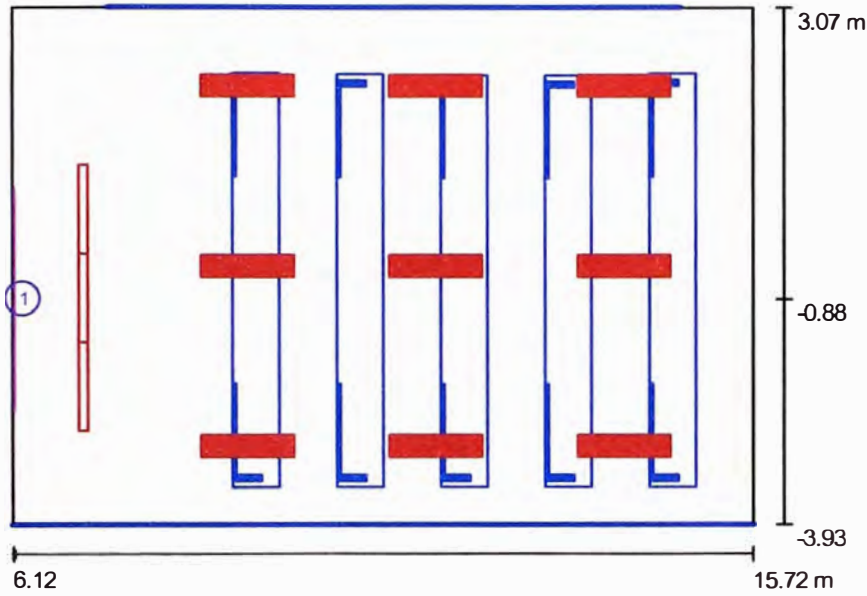
$E_{min} / E_m$ : 0.371 (1:3)

$E_{min} / E_{max}$ : 0.179 (1:6)

Valor de eficiencia energética: 10.75 W/m<sup>2</sup> = 2.33 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 67.26 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Aula B 41 alumnos / Superficie de cálculo (sumario de resultados)**



Escala 1 : 100

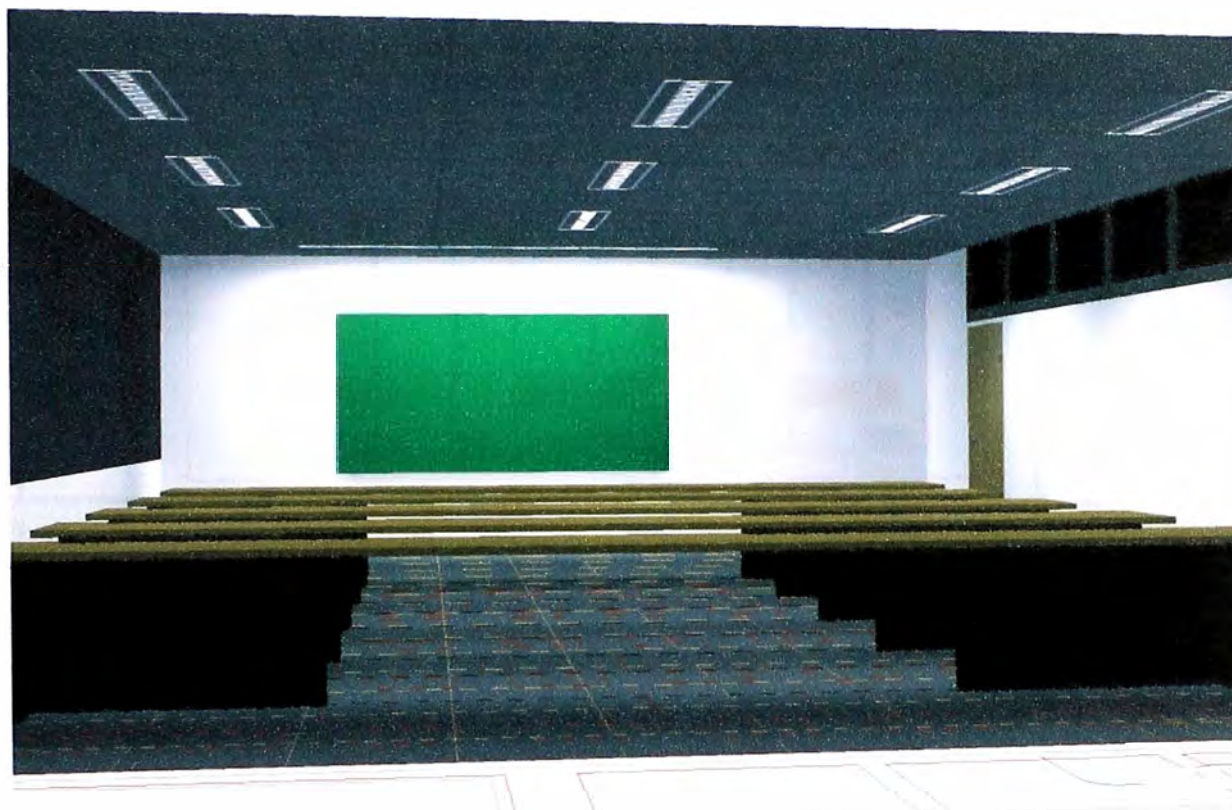
**Lista de superficies de cálculo**

N°	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Pizarra (Vertical)	perpendicular	16 x 32	648	335	998	0.517	0.336



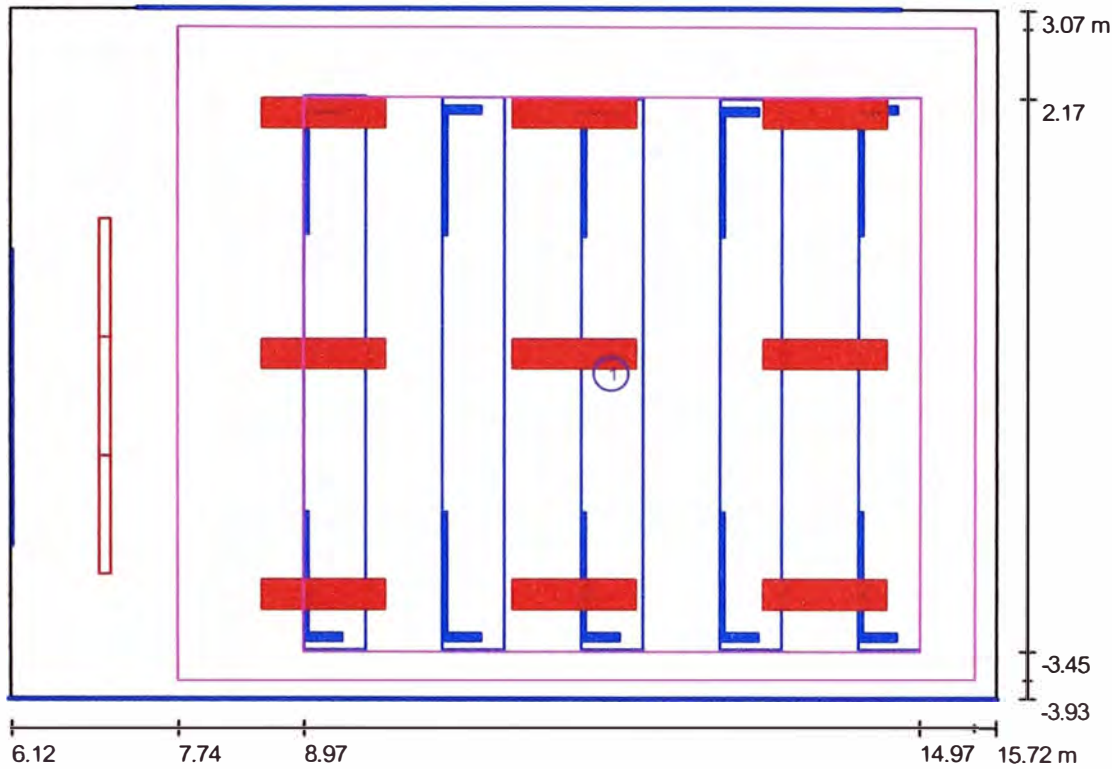
Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
Teléfono 386-5077  
Fax  
e-Mail henlop@yahoo.com

**Aula B 41 alumnos / Rendering (procesado) en 3D**



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Aula B 41 alumnos / Superficie de trabajo total / Sumario de los resultados**

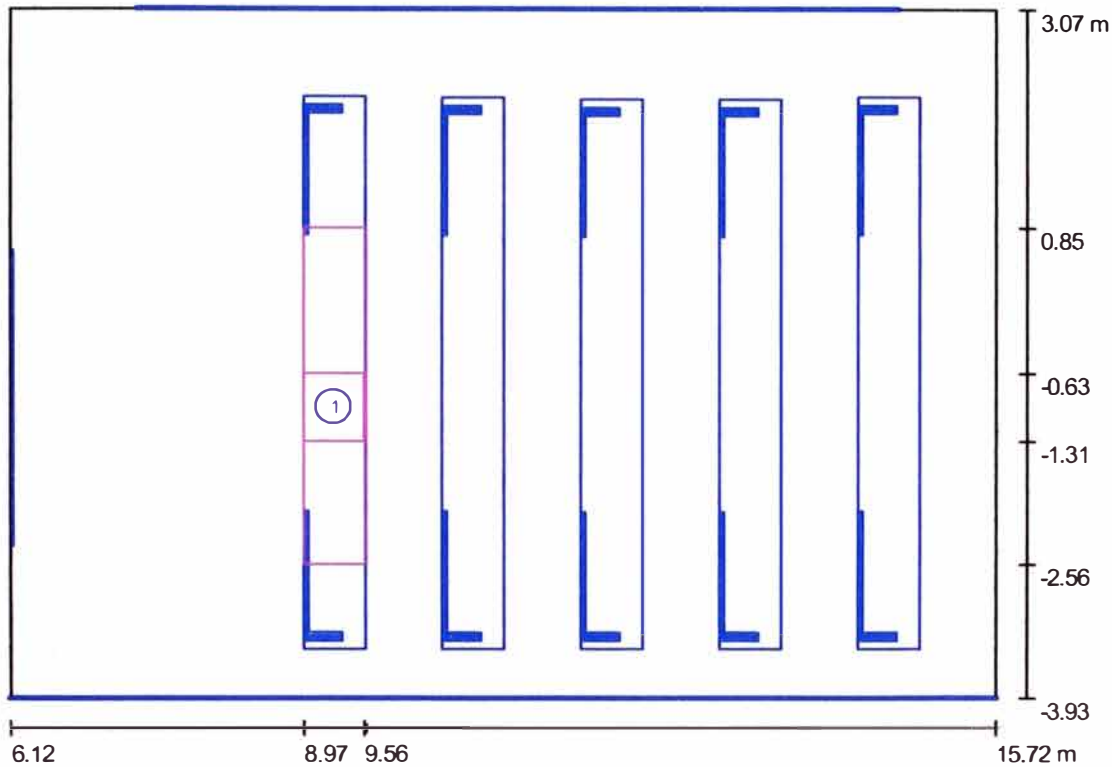


Escala 1 : 75

Nº	Designación	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
	Área de trabajo (Todas las carpetas)	32 x 32	510	311	603	0.611	0.516
	Área de entorno (Todas las carpetas)	64 x 64	378	192	559	0.508	0.344

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Aula B 41 alumnos / Superficies en vecindad inmediata / Sumario de los resultados**



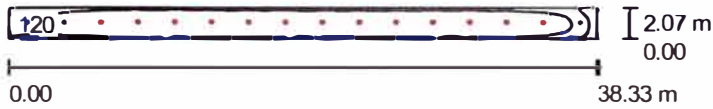
Escala 1 : 75

N°	Designación	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
	Papel	4 x 4	520	483	552	0.928	0.875
	Carpeta	4 x 16	508	466	560	0.916	0.831



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Pasadizo principal / Resumen**



Altura del local: 3.250 m, Altura de montaje: 3.250 m, Factor mantenimiento: 0.70

Valores en Lux, Escala 1:500

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	125	77	140	0.615
Suelo	20	125	79	140	0.628
Techo	70	19	18	37	0.909
Paredes (4)	29	70	14	153	/

**Plano útil:**

Altura: 0.000 m  
 Trama: 128 x 16 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

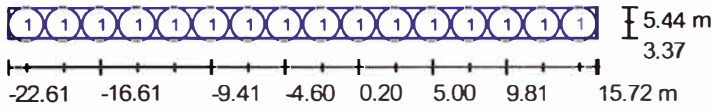
**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	16	JOSFEL Alpha Spot 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD ALPHA SPOT, 2/26W TCD (1.000)	3600	66.0
Total:			57600	1056.0

Valor de eficiencia energética: 13.31 W/m<sup>2</sup> = 10.67 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 79.35 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Pasadizo principal / Luminarias (ubicación)**



Escala 1 : 500

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación
1	16	JOSFEL Alpha Spot 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD ALPHA SPOT, 2/26W TCD

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
Teléfono 386-5077  
Fax  
e-Mail henlop@yahoo.com

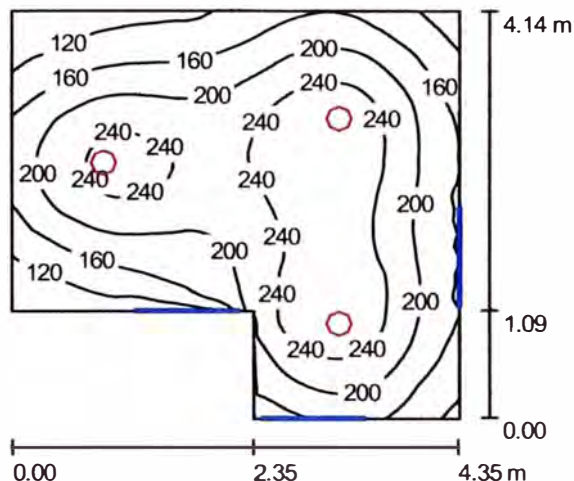
**Pasadizo principal / Rendering (procesado) en 3D**





Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

Hall / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:75

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	198	81	275	0.408
Suelo	20	157	92	203	0.589
Techo	70	35	23	48	0.659
Paredes (6)	50	75	26	208	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 64 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

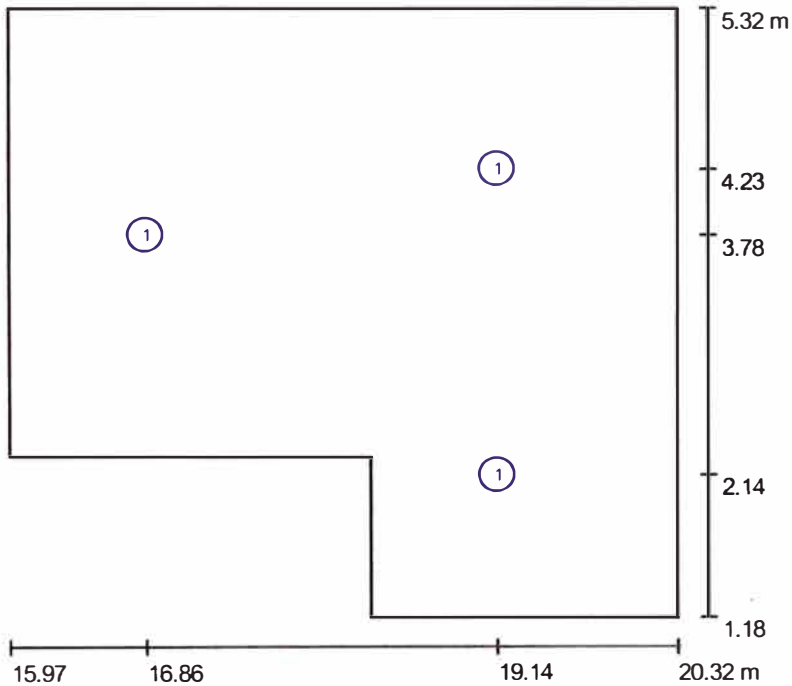
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	3	JOSFEL Ultra Facetado 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD ULTRA FACETADO, 2/26W TCD (1.000)	3600	66.0
Total:			10800	198.0

Valor de eficiencia energética: 12.84 W/m<sup>2</sup> = 6.49 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 15.43 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Hall / Luminarias (ubicación)**



Escala 1 : 50

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación
1	3	JOSFEL Ultra Facetado 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD ULTRA FACETADO, 2/26W TCD

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
Teléfono 386-5077  
Fax  
e-Mail henlop@yahoo.com

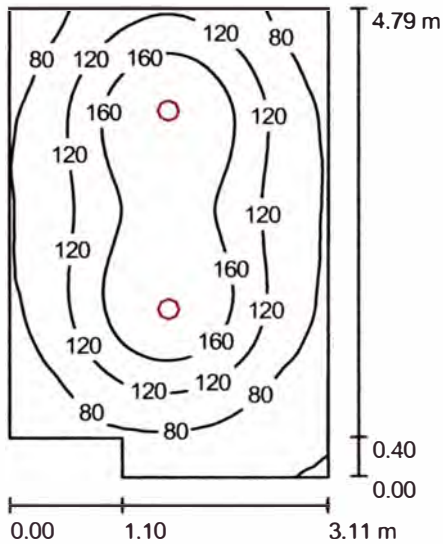
**Hall / Rendering (procesado) en 3D**





Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

SSHH / Resumen



Altura del local: 2.790 m, Altura de montaje: 2.790 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:75

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	118	38	198	0.319
Suelo	30	93	46	130	0.499
Techo	70	24	17	28	0.681
Paredes (6)	50	48	16	108	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 64 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

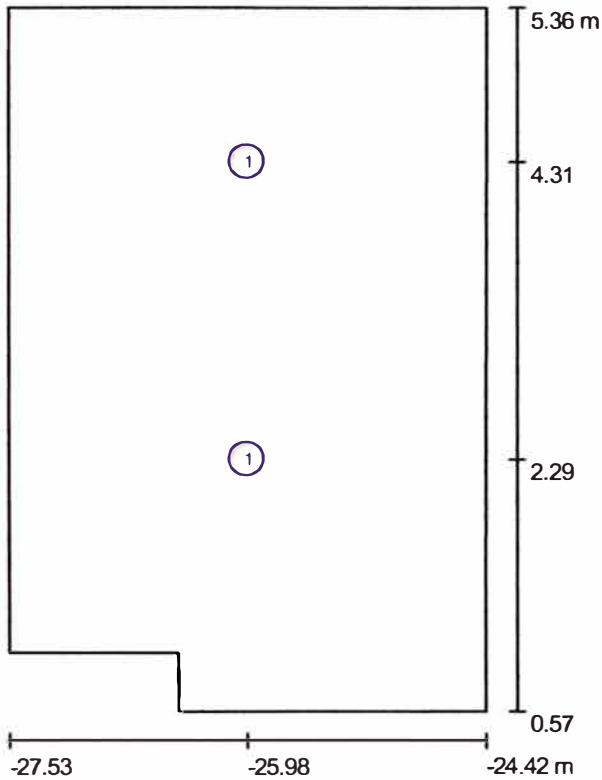
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	2	JOSFEL Alpha Spot 218 EM DOWN LIGHT 2/18W TCD ALPHA SPOT, 2/18W TCD (1.000)	2400	50.0
Total:			4800	100.0

Valor de eficiencia energética:  $6.94 \text{ W/m}^2 = 5.87 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $14.41 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**SSH / Luminarias (ubicación)**



Escala 1 : 50

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación
1	2	JOSFEL Alpha Spot 218 EM DOWN LIGHT 2/18W TCD ALPHA SPOT, 2/18W TCD

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
Teléfono 386-5077  
Fax  
e-Mail henlop@yahoo.com

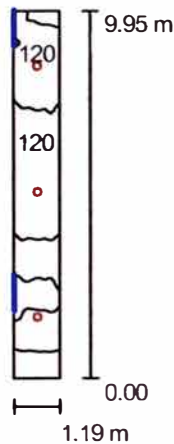
## SSHH / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Pasadizo corto / Resumen**



Altura del local: 3.350 m, Altura de montaje: 3.350 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:200

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	117	79	130	0.675
Suelo	20	117	78	132	0.669
Techo	70	48	30	67	0.623
Paredes (4)	50	95	34	445	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.000 m	Pared izq	22	22	
Trama:	128 x 16 Puntos	Pared inferior	23	23	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

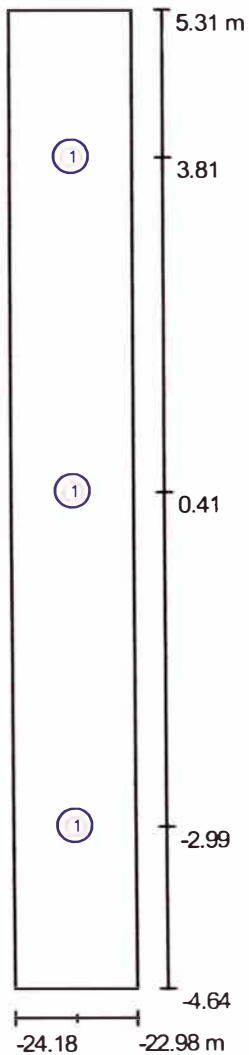
**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	3	JOSFEL Alpha Spot 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD ALPHA SPOT, 2/26W TCD (1.000)	3600	66.0
Total:			10800	198.0

Valor de eficiencia energética:  $16.68 \text{ W/m}^2 = 14.24 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $11.87 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Pasadizo corto / Luminarias (ubicación)**



Escala 1 : 75

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación
1	3	JOSFEL Alpha Spot 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD ALPHA SPOT, 2/26W TCD

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
Teléfono 386-5077  
Fax  
e-Mail henlop@yahoo.com

**Pasadizo corto / Rendering (procesado) en 3D**

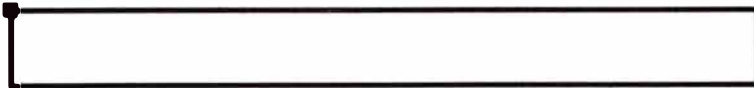




Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Pasadizo corto / Superficie de cálculo UGR 1 / Tabla (UGR)**

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:



(-24.098 m, -4.447 m, 1.700 m)

0.940	<u>22</u>	21
0.829	22	21
0.719	<u>22</u>	21
0.608	22	21
0.497	22	20
0.387	22	20
0.276	<u>22</u>	21
0.166	<u>22</u>	21
0.055	22	21
<b>m</b>	<b>2.383</b>	<b>7.150</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

Trama: 2 x 9 Puntos

Min  
20

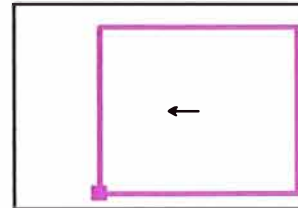
Max  
22

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**UGR Aula B 41 alumnos / Observador Alumnos / Tabla (UGR)**



Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (8.921 m, -3.427 m, 1.200 m)



<b>5.130</b>	/	<u>19</u>	<10	17	13	<10	
<b>3.990</b>	/	<u>19</u>	10	17	13	<10	
<b>2.850</b>	/	<u>19</u>	<10	17	12	<10	
<b>1.710</b>	/	<u>19</u>	10	17	13	<10	
<b>0.570</b>	/	<u>19</u>	<10	17	12	<10	
<b>m</b>		<b>0.542</b>	<b>1.625</b>	<b>2.708</b>	<b>3.792</b>	<b>4.875</b>	<b>5.958</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

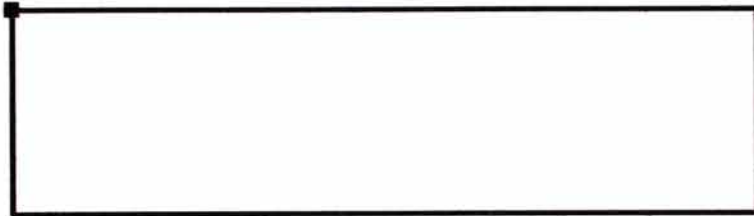
Trama: 6 x 5 Puntos

Min  
/

Max  
19

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

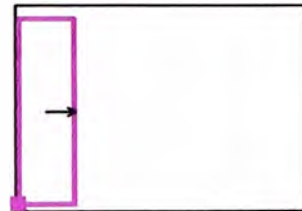
**UGR Aula B 41 alumnos / Observador Profesor / Tabla (UGR)**



Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(6.219 m, -3.693 m, 1.700 m)



1.650	12	12
1.350	12	12
1.050	12	12
0.750	12	12
0.450	14	14
0.150	19	17
m	1.575	4.725

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

Trama: 2 x 6 Puntos

Min  
12

Max  
19

# ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO MAC GREGOR

EDIFICIO "B"



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

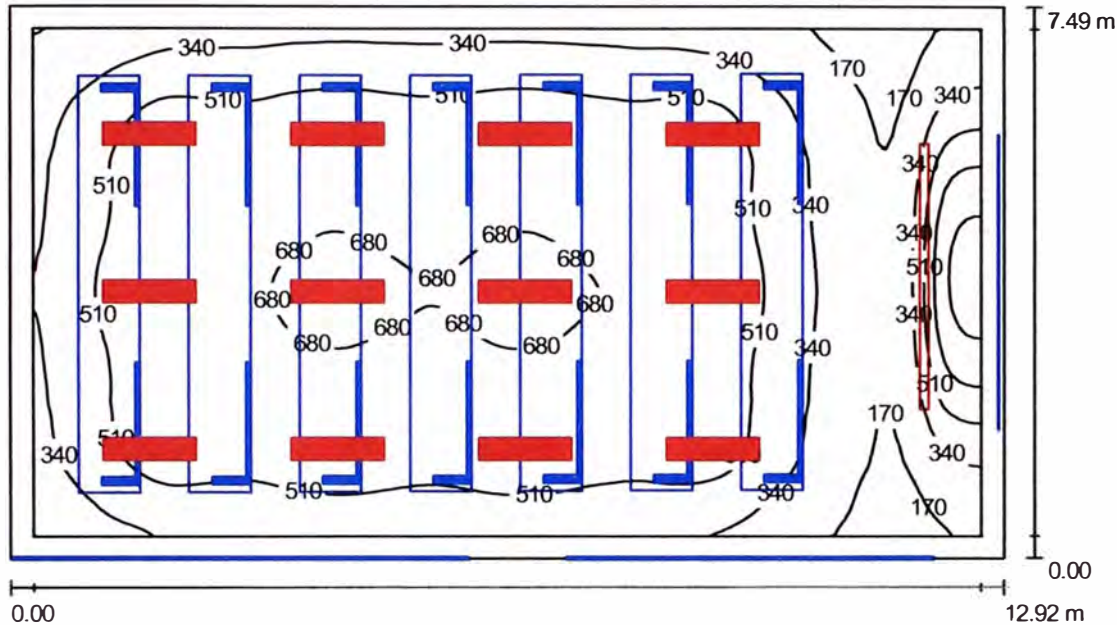
## Índice

### ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO MAC GREGOR

Portada del proyecto	1
Índice	2
<b>Aulas G y C</b>	
Resumen	3
Luminarias (ubicación)	4
Resultados luminotécnicos	5
Superficie de cálculo (sumario de resultados)	6
Rendering (procesado) en 3D	7
<b>Superficies del local</b>	
<b>Observador alumnos</b>	
Tabla (UGR)	8
<b>Superficies en vecindad inmediata</b>	
Sumario de los resultados	9
<b>Superficie de trabajo total</b>	
Sumario de los resultados	10
<b>Pasadizo principal</b>	
Resumen	11
Luminarias (ubicación)	12
Rendering (procesado) en 3D	13
<b>Corredor</b>	
Resumen	14
Luminarias (ubicación)	15
Resultados luminotécnicos	16
Rendering (procesado) en 3D	17
<b>Aula A</b>	
Resumen	18
Luminarias (ubicación)	19
Resultados luminotécnicos	20
Superficie de cálculo (sumario de resultados)	21
Rendering (procesado) en 3D	22
<b>Superficies del local</b>	
<b>Observador UGR Alumnos</b>	
Tabla (UGR)	23
<b>Superficies en vecindad inmediata</b>	
Sumario de los resultados	24
<b>Superficie de trabajo total</b>	
Sumario de los resultados	25

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Aulas G y C / Resumen**



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:100

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	501	112	927	0.224
Suelo	20	223	33	636	0.148
Techo	70	147	56	225	0.382
Paredes (4)	50	163	16	377	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.300 m

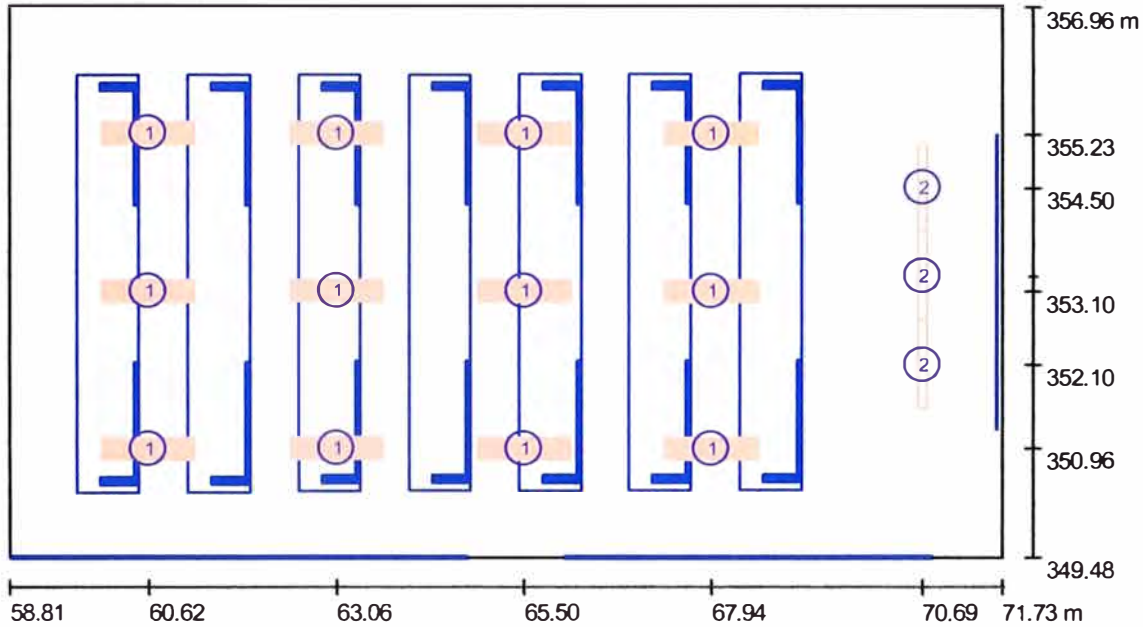
**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	12	Zumtobel 42 157 433 ML4 A EC 2/28W T16 M600 LDE KA [STD] (1.000)	5200	61.0
2	3	Zumtobel 42 159 256 FEW 1/54W T16 EVG M600 [STD] (1.000)	4450	58.0
Total:			75750	906.0

Valor de eficiencia energética:  $9.36 \text{ W/m}^2 = 1.87 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $96.75 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Aulas G y C / Luminarias (ubicación)**



Escala 1 : 100

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación
1	12	Zumtobel 42 157 433 ML4 A EC 2/28W T16 M600 LDE KA [STD]
2	3	Zumtobel 42 159 256 FEW 1/54W T16 EVG M600 [STD]

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Aulas G y C / Resultados luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 75750 lm  
 Potencia total: 906.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.300 m

Superficie	Intensidades luminicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad luminica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	400	101	501	/	/
PIZARRA	572	81	653	/	/
Suelo	162	61	223	20	14
Techo	0.01	147	147	70	33
Pared 1	95	88	183	50	29
Pared 2	93	57	149	50	24
Pared 3	65	91	156	50	25
Pared 4	62	92	154	50	24

Simetrías en el plano útil

$E_{min} / E_m$ : 0.224 (1:4)

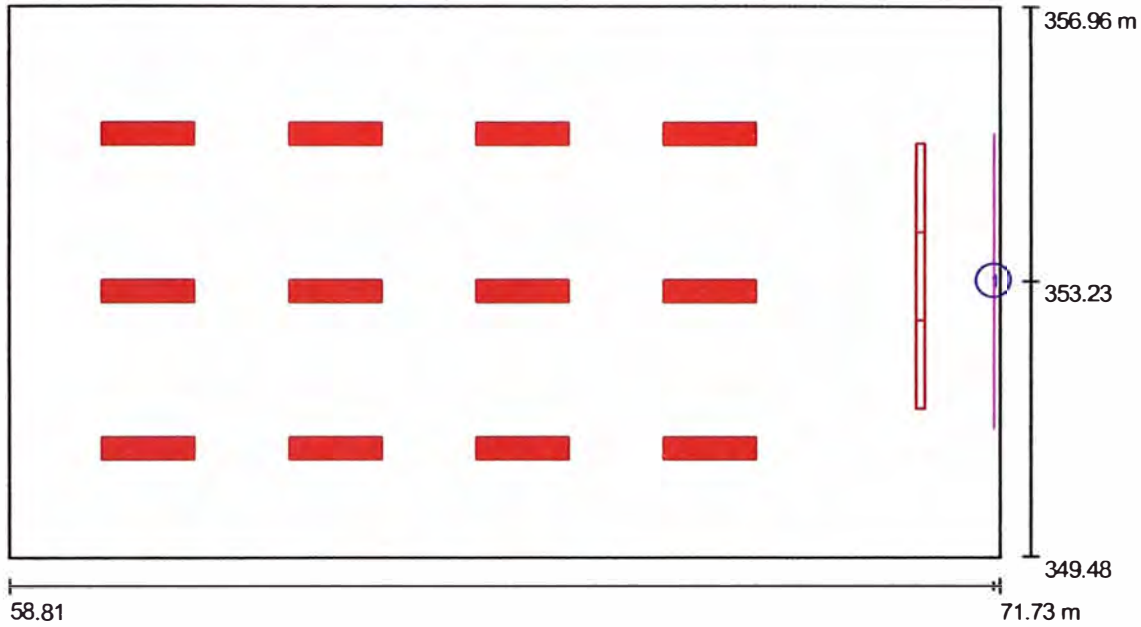
$E_{min} / E_{max}$ : 0.121 (1:8)

Valor de eficiencia energética:  $9.36 \text{ W/m}^2 = 1.87 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $96.75 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Aulas G y C / Superficie de cálculo (sumario de resultados)**



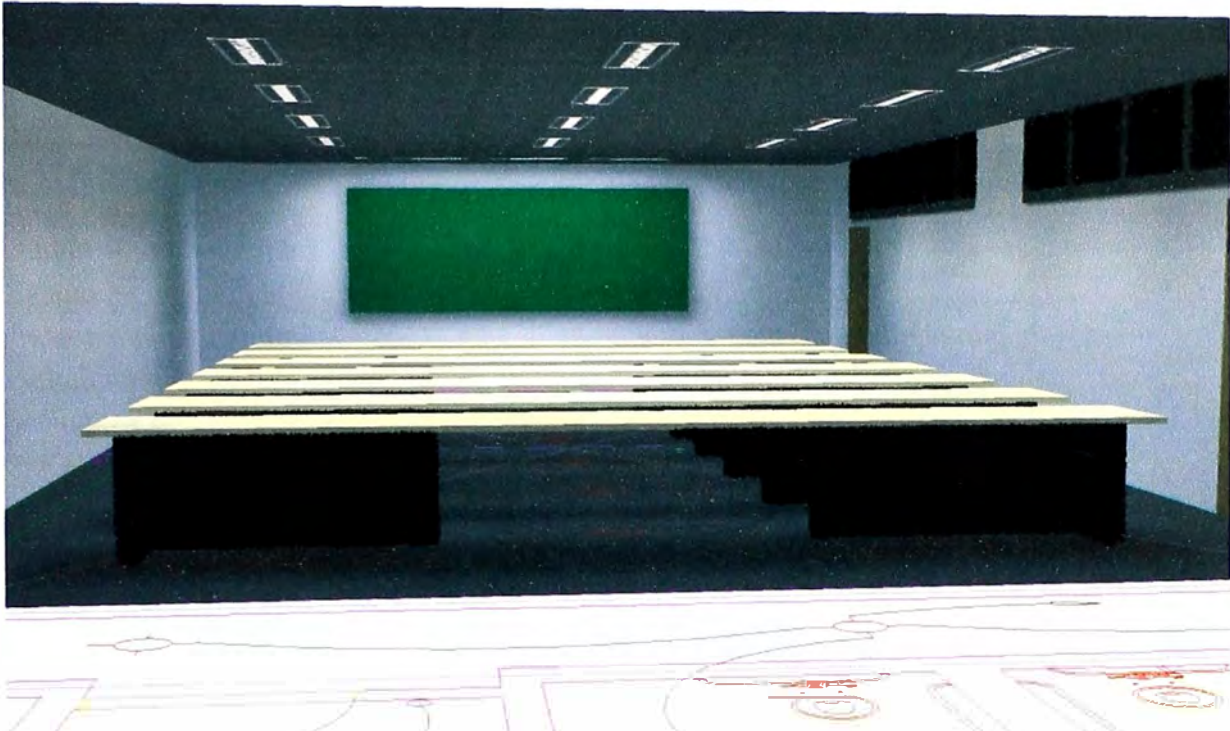
Escala 1 : 100

**Lista de superficies de cálculo**

Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	PIZARRA	perpendicular	16 x 32	653	300	960	0.460	0.313

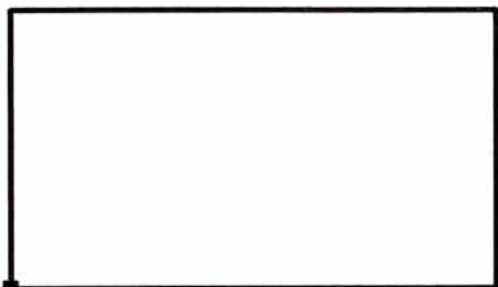
Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
Teléfono 386-5077  
Fax  
e-Mail henlop@yahoo.com

## Aulas G y C / Rendering (procesado) en 3D

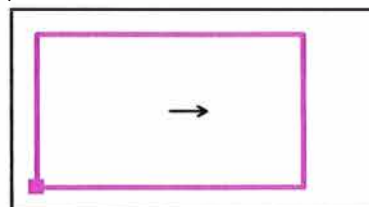


Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Aulas G y C / Observador alumnos / Tabla (UGR)**



Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (59.694 m, 350.432 m, 1.200 m)



<b>5.040</b>	<10	15	<10	12	15	<10	<u>16</u>	/	/
<b>3.920</b>	<10	15	<10	12	15	<10	<u>16</u>	/	/
<b>2.800</b>	<10	15	<10	11	14	<10	<u>16</u>	/	/
<b>1.680</b>	<10	15	<10	12	15	<10	<u>16</u>	/	/
<b>0.560</b>	<10	15	<10	11	15	<10	<u>16</u>	/	/
<b>m</b>	<b>0.522</b>	<b>1.567</b>	<b>2.611</b>	<b>3.656</b>	<b>4.700</b>	<b>5.744</b>	<b>6.789</b>	<b>7.833</b>	<b>8.878</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

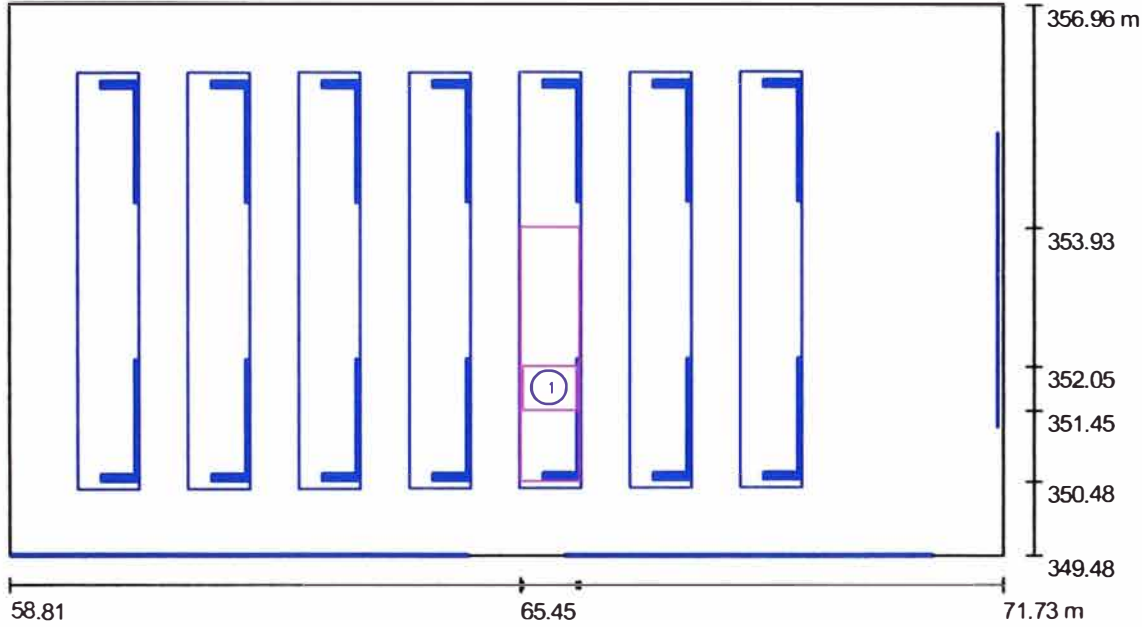
Trama: 9 x 5 Puntos

Min  
/

Max  
16

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Aulas G y C / Superficies en vecindad inmediata / Sumario de los resultados**



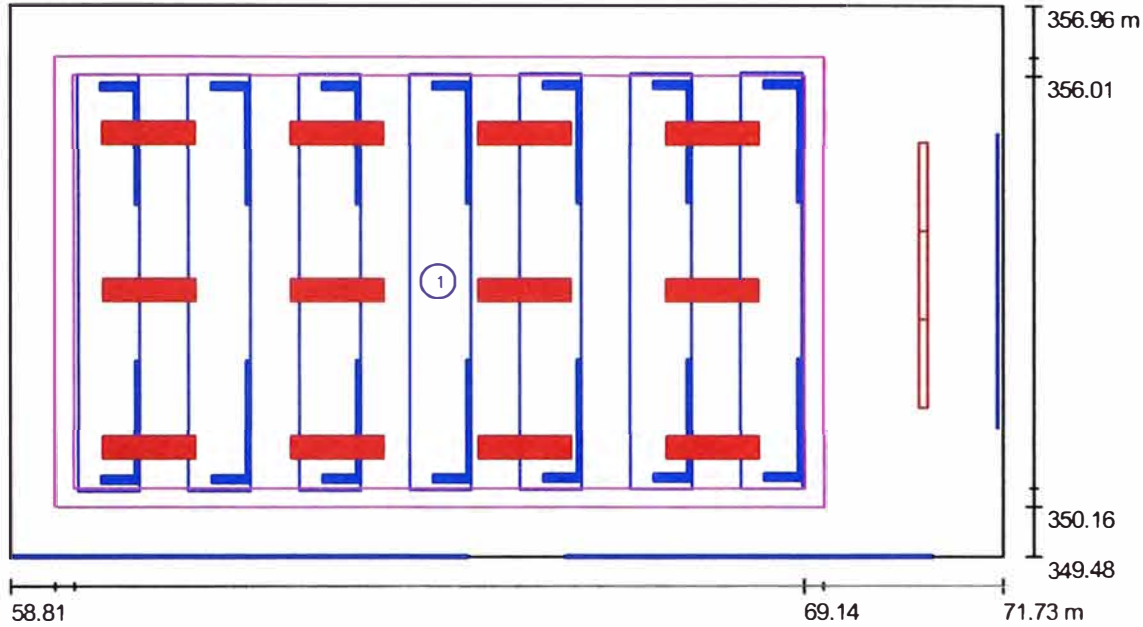
Escala 1 : 100

Nº	Designación	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
	Papel	4 x 4	656	645	666	0.983	0.969
	Carpeta	4 x 16	670	565	721	0.843	0.783



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Aulas G y C / Superficie de trabajo total / Sumario de los resultados**

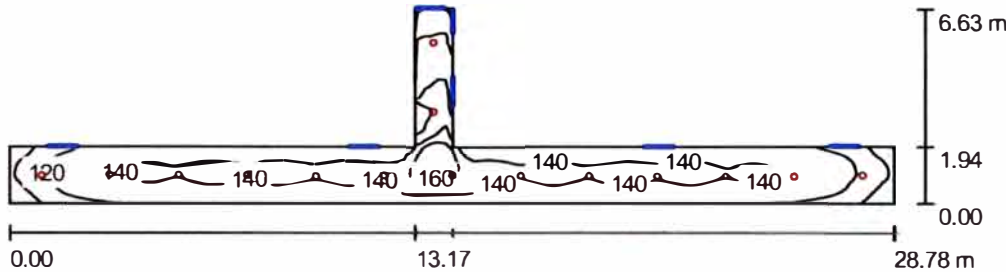


Escala 1 : 100

Nº	Designación	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
	Área de trabajo (Todas las carpetas)	32 x 32	597	297	725	0.498	0.410
	Área de entorno (Todas las carpetas)	32 x 32	383	227	498	0.593	0.455

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

Pasadizo principal / Resumen



Altura del local: 3.300 m, Factor mantenimiento: 0.70

Valores en Lux, Escala 1:250

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	131	79	174	0.598
Suelo	20	132	79	174	0.600
Techos (5)	70	21	7.29	47	/
Paredes (8)	29	76	9.67	279	/

Plano útil:

Altura: 0.000 m  
 Trama: 128 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

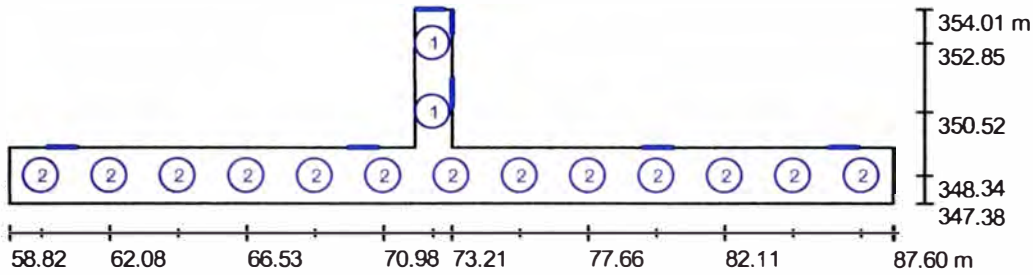
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	2	JOSFEL Alpha Spot 218 DOWN LIGHT 2/18W TCD ALPHA SPOT, 2/18W TCD (1.000)	2400	50.0
2	13	JOSFEL Alpha Spot 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD ALPHA SPOT, 2/26W TCD (1.000)	3600	66.0
Total:			51600	958.0

Valor de eficiencia energética: 15.60 W/m<sup>2</sup> = 11.87 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 61.40 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Pasadizo principal / Luminarias (ubicación)**



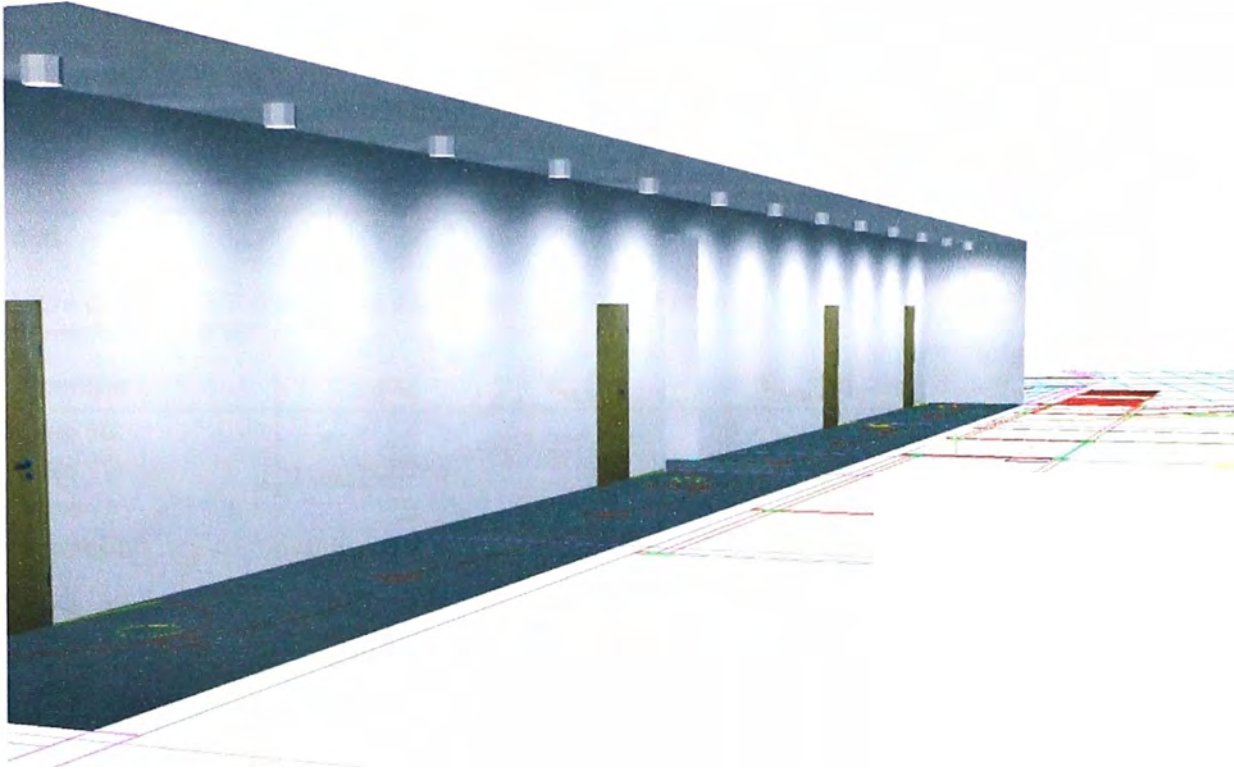
Escala 1 : 250

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación
1	2	JOSFEL Alpha Spot 218 DOWN LIGHT 2/18W TCD ALPHA SPOT, 2/18W TCD
2	13	JOSFEL Alpha Spot 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD ALPHA SPOT, 2/26W TCD

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
Teléfono 386-5077  
Fax  
e-Mail henlop@yahoo.com

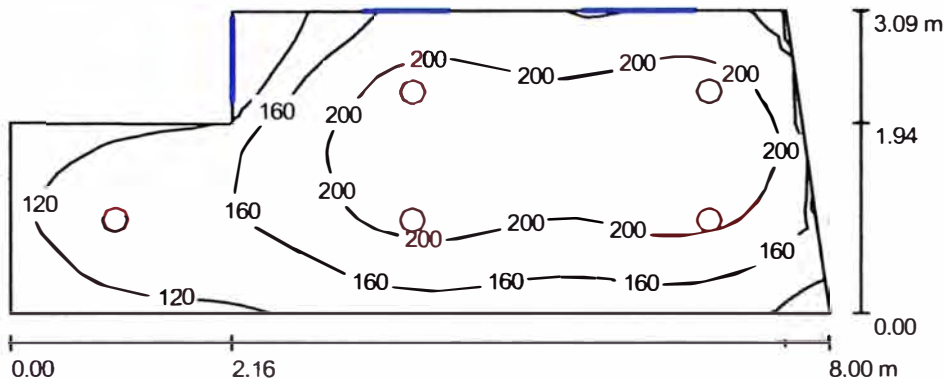
**Pasadizo principal / Rendering (procesado) en 3D**





Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

Corredor / Resumen



Altura del local: 3.500 m, Altura de montaje: 3.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:75

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	174	82	237	0.472
Suelo	20	140	74	181	0.527
Techo	70	24	15	36	0.629
Paredes (6)	32	74	13	199	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 32 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

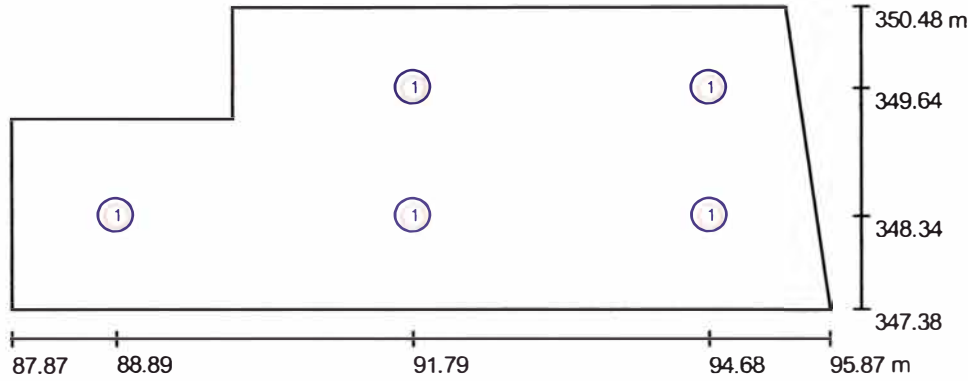
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	5	JOSFEL Ultra Facetado 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD ULTRA FACETADO, 2/26W TCD (1.000)	3600	66.0
Total:			18000	330.0

Valor de eficiencia energética:  $15.31 \text{ W/m}^2 = 8.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $21.56 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Corredor / Luminarias (ubicación)**



Escala 1 : 75

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación
1	5	JOSFEL Ultra Facetado 226 DOWN LIGHT 2/26W TCD ULTRA FACETADO, 2/26W TCD

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Corredor / Resultados luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 18000 lm  
 Potencia total: 330.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad luminica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	152	22	174	/	/
Superficie de cálculo 1	136	22	158	/	/
Suelo	117	22	140	20	8.90
Techo	0.08	23	24	70	5.24
Pared 1	50	30	80	0	0.00
Pared 2	65	23	88	50	14
Pared 3	55	19	74	50	12
Pared 4	25	22	47	50	7.52
Pared 5	41	14	54	50	8.65
Pared 6	44	17	61	50	9.70

Simetrías en el plano útil

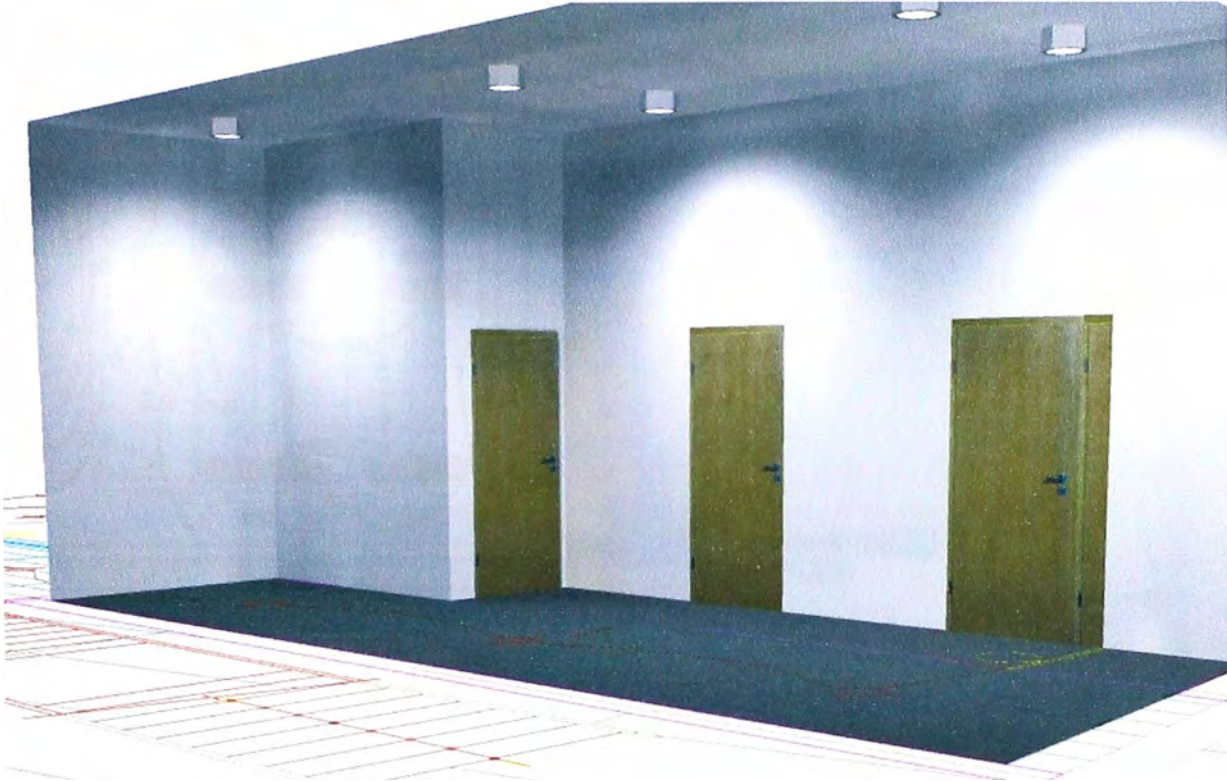
$E_{min} / E_m$ : 0.472 (1:2)

$E_{min} / E_{max}$ : 0.347 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $15.31 \text{ W/m}^2 = 8.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $21.56 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
Teléfono 386-5077  
Fax  
e-Mail henlop@yahoo.com

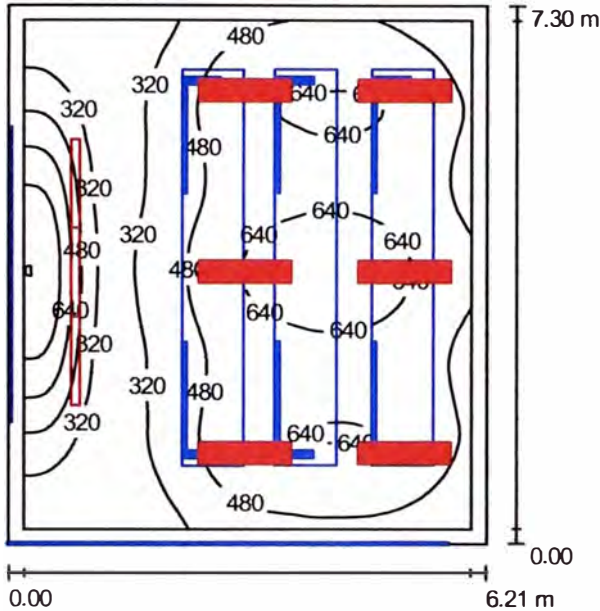
**Corredor / Rendering (procesado) en 3D**





Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Aula A / Resumen**



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:100

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	502	182	963	0.361
Suelo	20	248	35	679	0.142
Techo	70	145	64	216	0.441
Paredes (4)	50	201	13	639	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
 Trama: 64 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.200 m

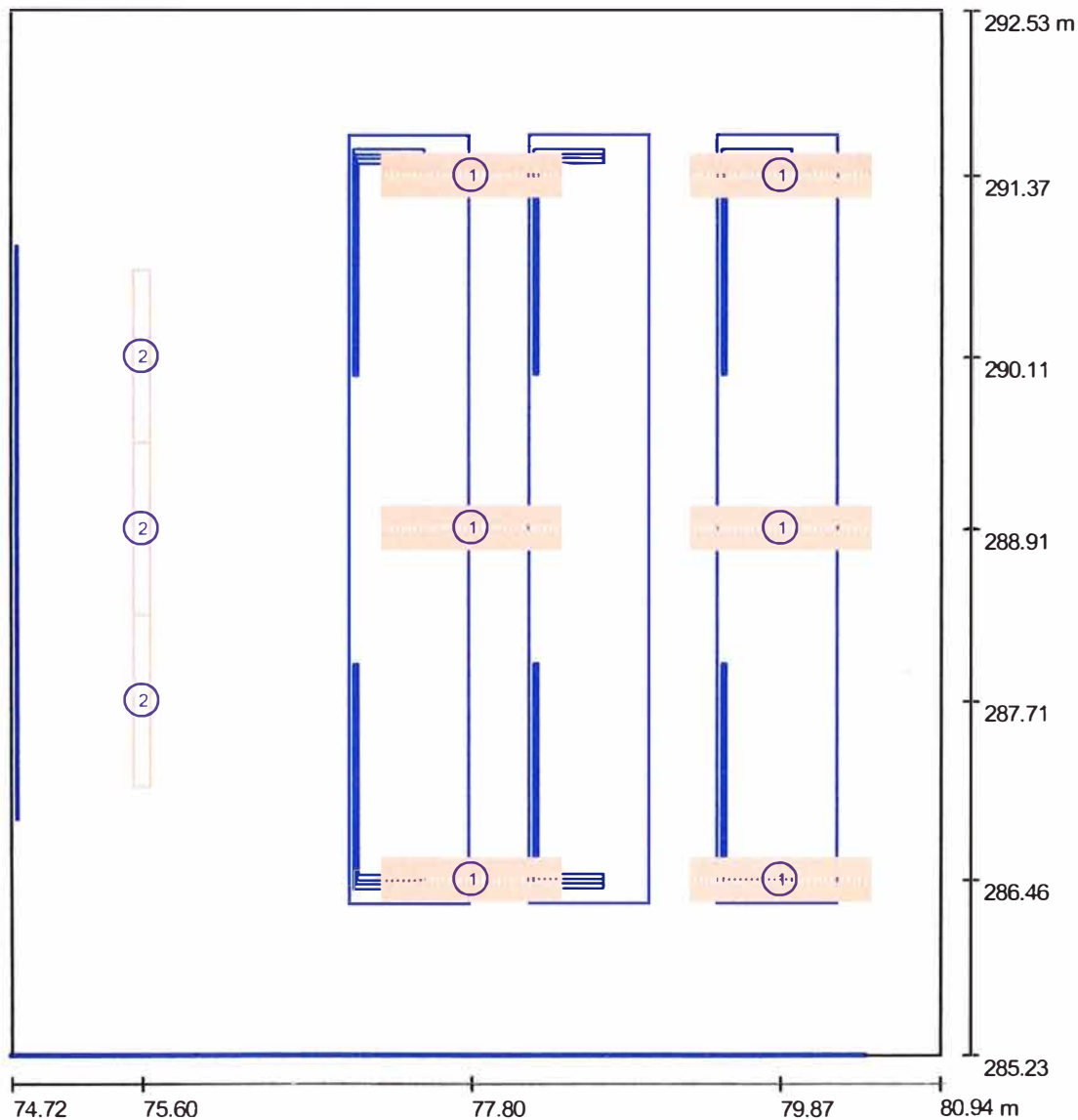
**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	6	Zumtobel 42 157 433 ML4 A EC 2/28W T16 M600 LDE KA [STD] (1.000)	5200	61.0
2	3	Zumtobel 42 159 256 FEW 1/54W T16 EVG M600 [STD] (1.000)	4450	58.0
Total:			44550	540.0

Valor de eficiencia energética: 11.91 W/m<sup>2</sup> = 2.37 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 45.36 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Aula A / Luminarias (ubicación)**



Escala 1 : 50

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación
1	6	Zumtobel 42 157 433 ML4 A EC 2/28W T16 M600 LDE KA [STD]
2	3	Zumtobel 42 159 256 FEW 1/54W T16 EVG M600 [STD]

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Aula A / Resultados luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 44550 lm  
 Potencia total: 540.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.200 m

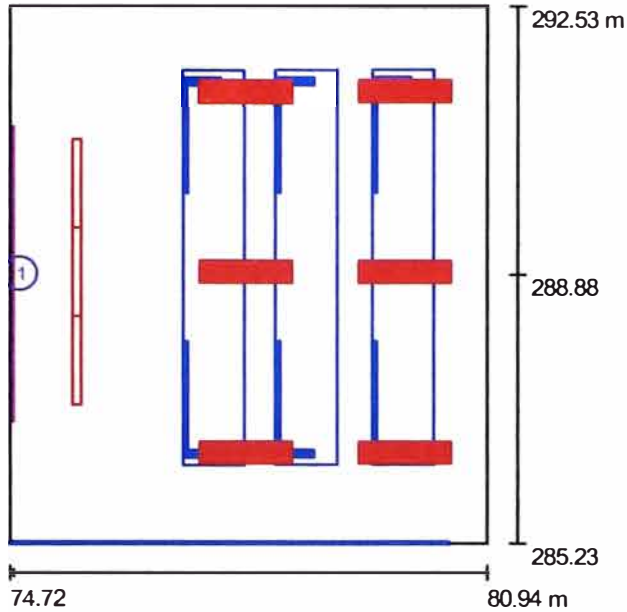
Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	394	108	502	/	/
PIZARRA	636	99	735	/	/
Suelo	176	72	248	20	16
Techo	0.02	145	145	70	32
Pared 1	112	93	204	50	32
Pared 2	118	113	231	50	37
Pared 3	98	100	198	50	32
Pared 4	106	65	172	50	27

Simetrías en el plano útil  
 $E_{min} / E_m$ : 0.361 (1:3)  
 $E_{min} / E_{max}$ : 0.188 (1:5)

Valor de eficiencia energética: 11.91 W/m<sup>2</sup> = 2.37 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 45.36 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Aula A / Superficie de cálculo (sumario de resultados)**



Escala 1 : 100

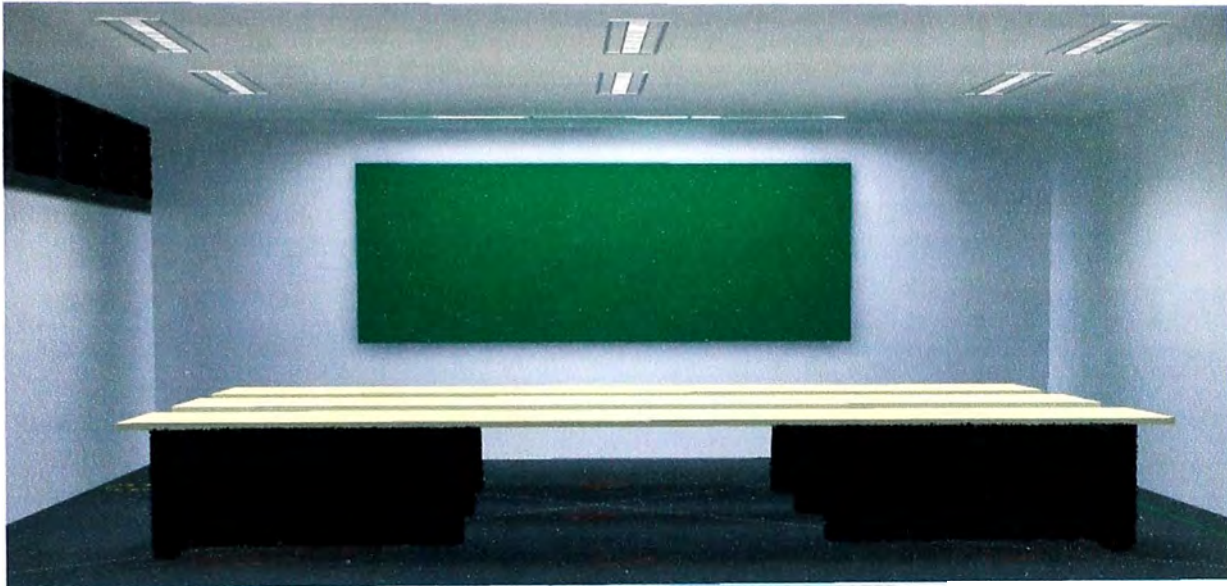
**Lista de superficies de cálculo**

Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	PIZARRA	perpendicular	32 x 64	735	310	1144	0.422	0.271



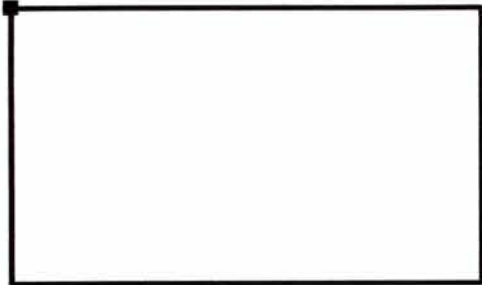
Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
Teléfono 386-5077  
Fax  
e-Mail henlop@yahoo.com

## Aula A / Rendering (procesado) en 3D

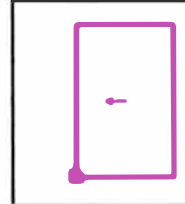


Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Aula A / Observador UGR Alumnos / Tabla (UGR)**



Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (76.931 m, 286.233 m, 1.200 m)



3.004	/	/	/
2.337	/	/	/
1.669	/	/	/
1.001	15	15	15
0.334	11	<10	10
<b>m</b>	<b>0.908</b>	<b>2.723</b>	<b>4.538</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

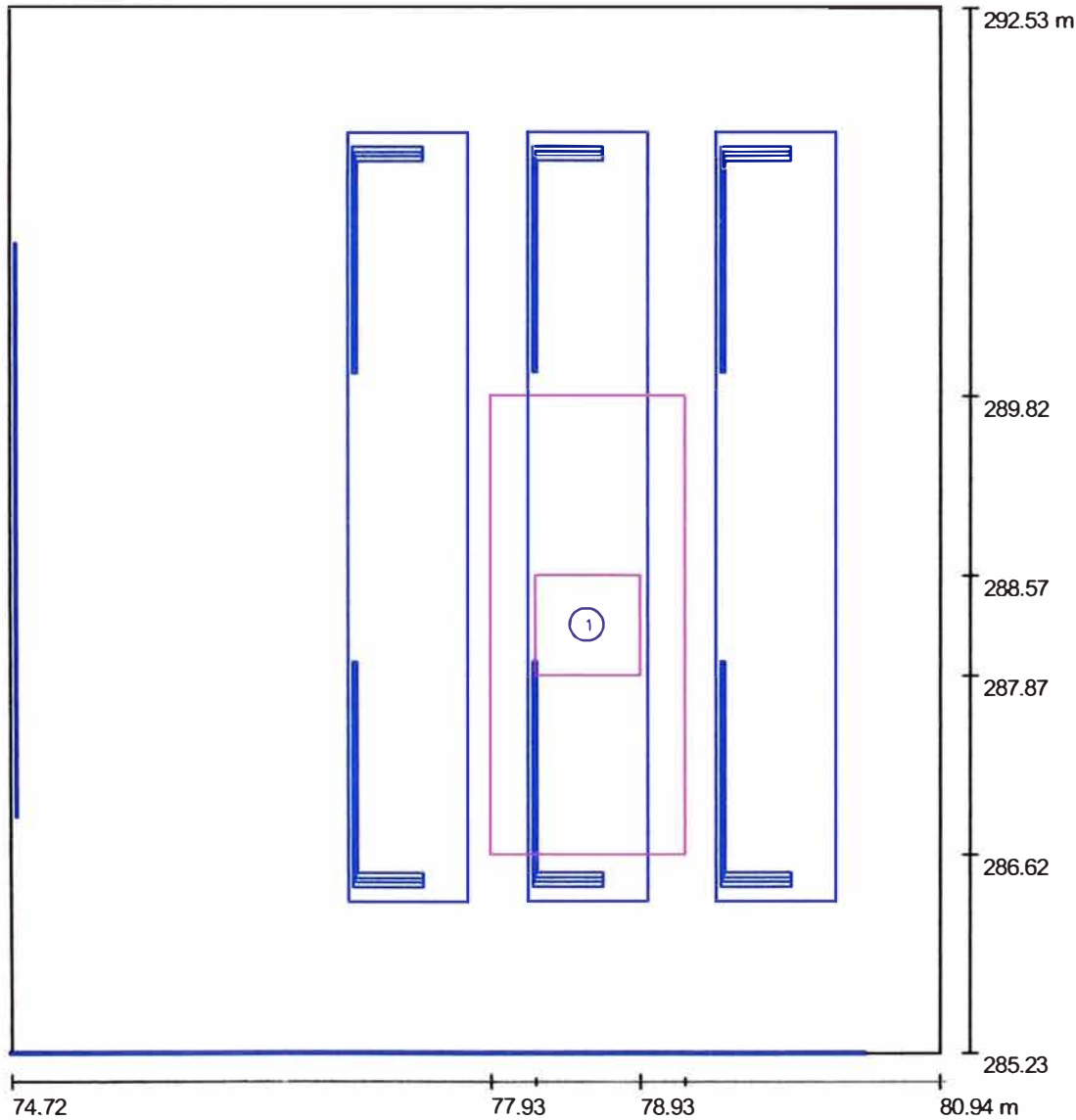
Trama: 3 x 5 Puntos

Min  
/

Max  
15

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Aula A / Superficies en vecindad inmediata / Sumario de los resultados**

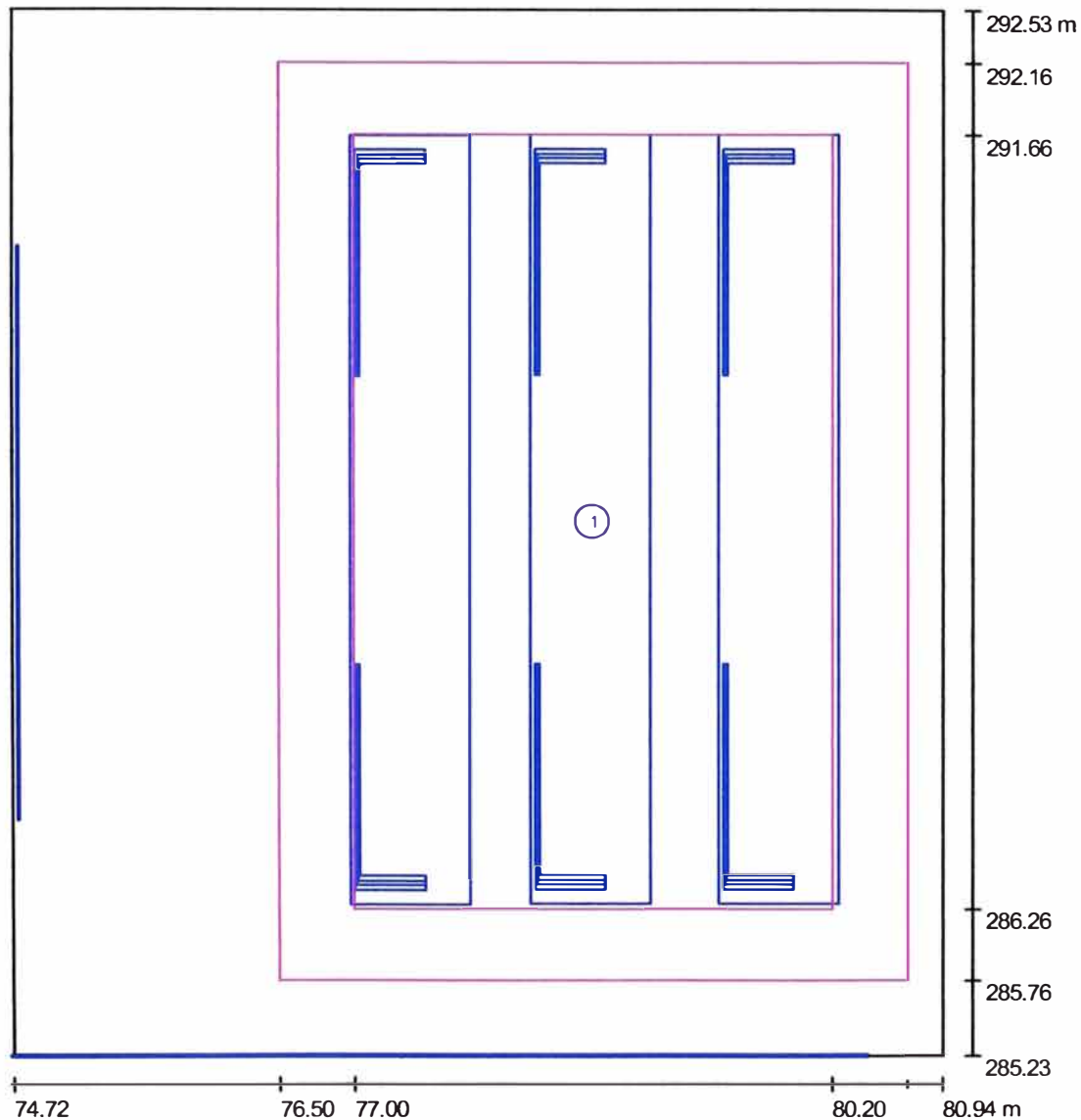


Escala 1 : 50

N°	Designación	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
	Papel	4 x 4	647	620	673	0.958	0.921
	Carpeta	16 x 8	647	588	697	0.909	0.844

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono 386-5077  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**Aula A / Superficie de trabajo total / Sumario de los resultados**



Escala 1 : 50

N°	Designación	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
	Área de trabajo (Todas las carpetas)	32 x 32	602	424	697	0.704	0.608
	Área de entorno (Todas las carpetas)	32 x 32	458	277	594	0.605	0.467



## **MC GREGOR EDIFICIO C**

Fecha: 15.05.2009  
Proyecto elaborado por: Henry López Pérez

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

## Índice

<b>MC GREGOR EDIFICIO C</b>	
Portada del proyecto	1
Índice	2
<b>DEPÓSITO SÓTANO</b>	
Resumen	4
Luminarias (ubicación)	5
Resultados luminotécnicos	6
Rendering (procesado) en 3D	7
<b>PASADIZO SÓTANO</b>	
Resumen	8
Luminarias (ubicación)	9
Resultados luminotécnicos	10
Rendering (procesado) en 3D	11
<b>CUARTO DE TABLEROS</b>	
Resumen	12
Luminarias (ubicación)	13
Resultados luminotécnicos	14
Rendering (procesado) en 3D	15
<b>CUARTO DE BOMBAS</b>	
Resumen	16
Luminarias (ubicación)	17
Resultados luminotécnicos	18
Rendering (procesado) en 3D	19
<b>HALL</b>	
Resumen	20
Luminarias (ubicación)	21
Rendering (procesado) en 3D	22
<b>SSHH</b>	
Resumen	23
Luminarias (ubicación)	24
Rendering (procesado) en 3D	25
<b>AULA COMPUTACIÓN 30 ALUMNOS</b>	
Resumen	26
Luminarias (ubicación)	27
Resultados luminotécnicos	28
Superficie de cálculo (sumario de resultados)	29
Rendering (procesado) en 3D	30
<b>Superficies del local</b>	
<b>Observador alumnos</b>	
Tabla (UGR)	31
<b>Superficies en vecindad inmediata</b>	
Sumario de los resultados	32
<b>AULA COMPUTACIÓN 45 ALUMNOS</b>	
Resumen	33
Luminarias (ubicación)	34
Resultados luminotécnicos	35
Superficie de cálculo (sumario de resultados)	36
Rendering (procesado) en 3D	37
<b>Superficies del local</b>	
<b>OBSERVADOR ALUMNOS</b>	
Tabla (UGR)	38
<b>PASADIZO PISOS 2 AL 5</b>	
Resumen	39
Luminarias (ubicación)	40

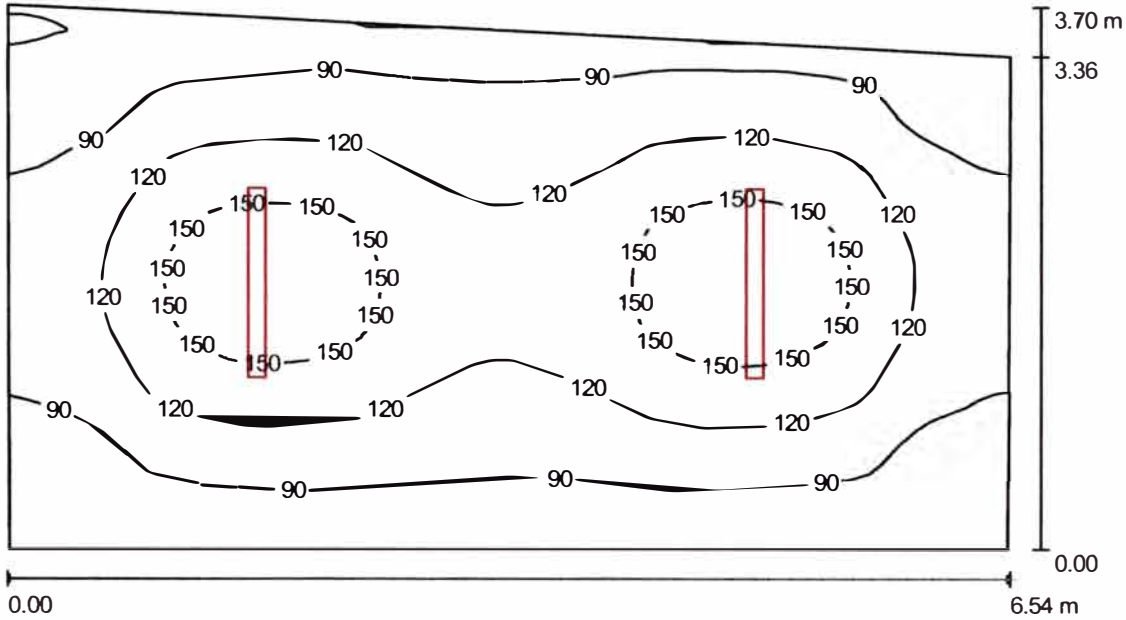
Proyecto elaborado por Henry López Perez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

## Índice

Superficie de cálculo (sumario de resultados)	41
Rendering (procesado) en 3D	42
<b>GESTIÓN PISOS 6 AL 12</b>	
Resumen	43
Luminarias (ubicación)	44
Superficie de cálculo (sumario de resultados)	45
Rendering (procesado) en 3D	46
<b>Superficies del local</b>	
<b>Observador 1</b>	
Tabla (UGR)	47
<b>Observador 2</b>	
Tabla (UGR)	49
<b>Observador 3</b>	
Tabla (UGR)	51
<b>Superficies en vecindad inmediata I</b>	
Sumario de los resultados	52
<b>Superficies en vecindad inmediata II</b>	
Sumario de los resultados	53
<b>Superficies en vecindad inmediata III</b>	
Sumario de los resultados	54
<b>RECEPCIÓN PISOS 6 AL 12</b>	
Resumen	55
Luminarias (ubicación)	56
Superficie de cálculo (sumario de resultados)	57
Rendering (procesado) en 3D	58
<b>SALA DE REUNIONES PISOS 6 AL 12</b>	
Luminarias (ubicación)	59
<b>RECEPCIÓN - CORREDOR 1</b>	
Datos de planificación	60
Superficie de cálculo (sumario de resultados)	61
Rendering (procesado) en 3D	62

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

DEPÓSITO SÓTANO / Resumen



Altura del local: 2.650 m, Altura de montaje: 2.650 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	111	57	170	0.510
Suelo	20	86	55	109	0.634
Techo	70	60	27	472	0.458
Paredes (4)	50	73	41	161	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 64 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

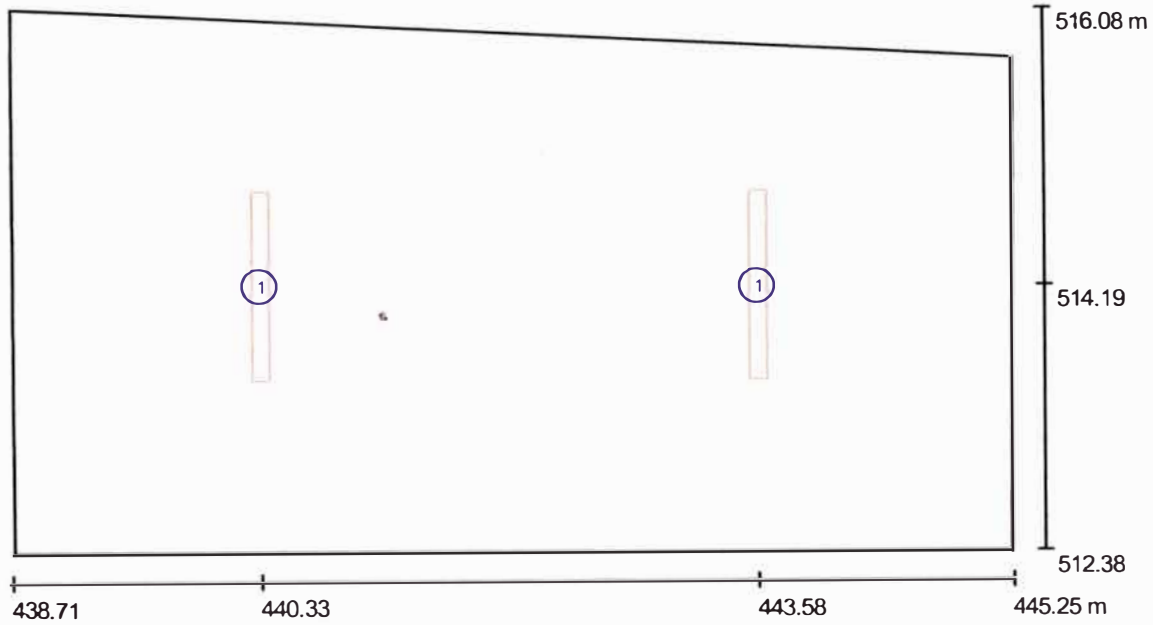
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	2	JOSFEL AHR 1TL36 LUMINARIA HERMETICA AHR-PLUS 1TL36 (1.000)	3350	44.0
Total:			6700	88.0

Valor de eficiencia energética:  $3.82 \text{ W/m}^2 = 3.45 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $23.01 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**DEPÓSITO SÓTANO / Luminarias (ubicación)**



Escala 1 : 50

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación
1	2	JOSFEL AHR 1TL36 LUMINARIA HERMETICA AHR-PLUS 1TL36

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

## DEPÓSITO SÓTANO / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 6700 lm  
 Potencia total: 88.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades luminicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad luminica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	68	43	111	/	/
Suelo	48	38	86	20	5.49
Techo	29	31	60	70	13
Pared 1	32	33	65	50	10
Pared 2	54	34	88	50	14
Pared 3	34	34	67	50	11
Pared 4	53	31	84	50	13

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_m$ : 0.510 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.333 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $3.82 \text{ W/m}^2 = 3.45 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $23.01 \text{ m}^2$ )



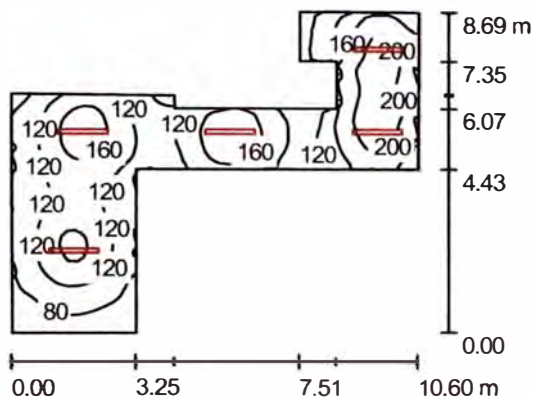
Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail henlop@yahoo.com

## DEPÓSITO SÓTANO / Rendering (procesado) en 3D



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

PASADIZO SÓTANO / Resumen



Altura del local: 2.650 m, Altura de montaje: 2.650 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:200

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	136	56	228	0.413
Suelo	20	104	53	156	0.509
Techo	70	86	29	523	0.343
Paredes (12)	50	102	34	571	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 64 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

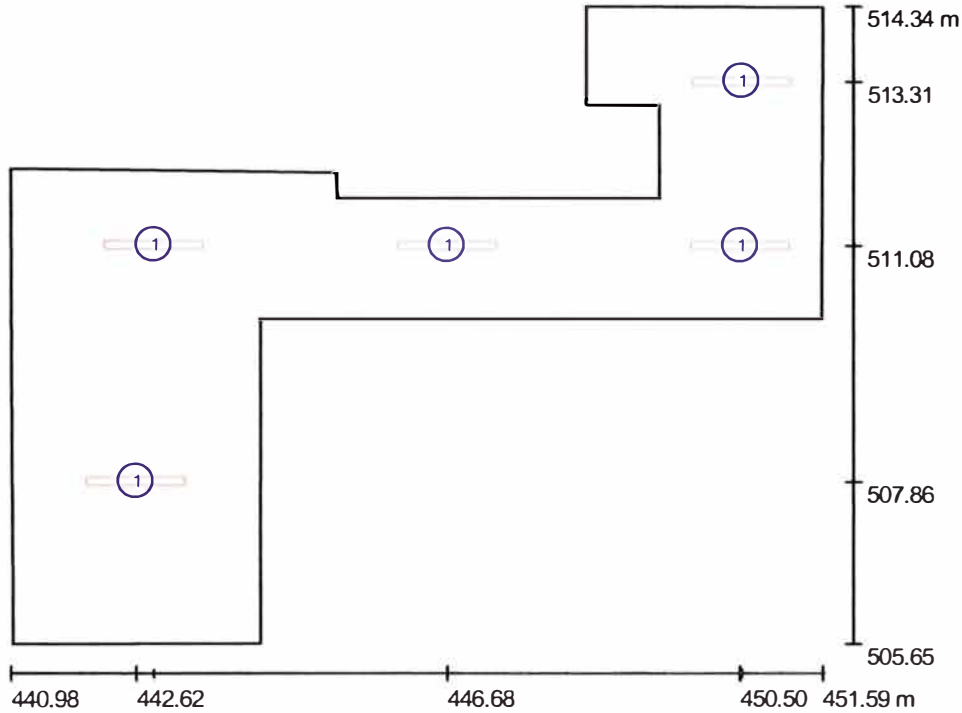
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	5	JOSFEL AHR 1TL36 LUMINARIA HERMETICA AHR-PLUS 1TL36 (1.000)	3350	44.0
Total:			16750	220.0

Valor de eficiencia energética:  $5.49 \text{ W/m}^2 = 4.05 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $40.10 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**PASADIZO SÓTANO / Luminarias (ubicación)**



Escala 1 : 100

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación
1	5	JOSFEL AHR 1TL36 LUMINARIA HERMETICA AHR-PLUS 1TL36

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**PASADIZO SÓTANO / Resultados luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 16750 lm  
 Potencia total: 220.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	78	57	136	/	/
Suelo	54	50	104	20	6.62
Techo	40	46	86	70	19
Pared 1	43	30	73	50	12
Pared 2	35	34	69	50	11
Pared 3	70	57	127	50	20
Pared 4	69	63	132	50	21
Pared 5	81	51	131	50	21
Pared 6	19	43	62	50	9.90
Pared 7	9.15	41	50	50	7.97
Pared 8	72	65	137	50	22
Pared 9	66	56	122	50	19
Pared 10	19	33	52	50	8.28
Pared 11	65	40	105	50	17
Pared 12	35	37	72	50	11

Simetrías en el plano útil

$E_{min} / E_m$ : 0.413 (1:2)

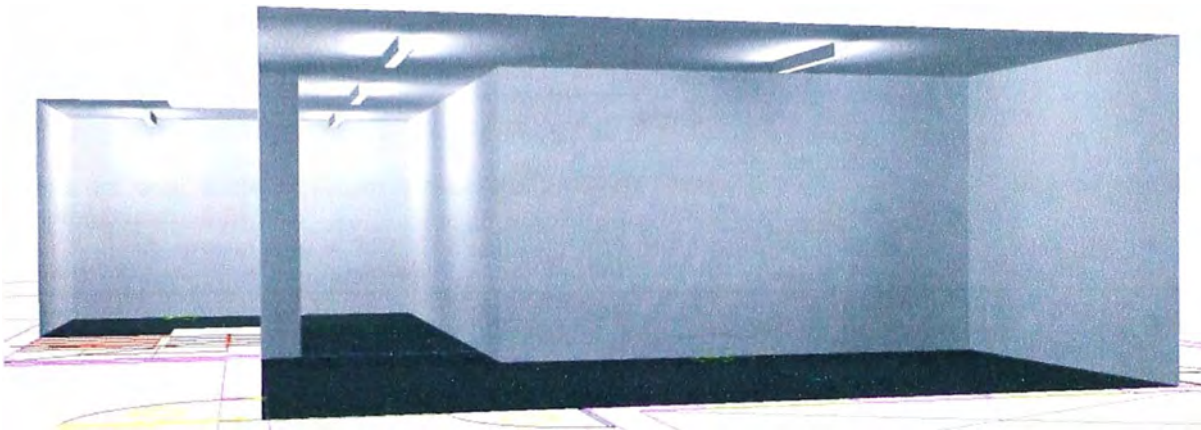
$E_{min} / E_{max}$ : 0.246 (1:4)

Valor de eficiencia energética:  $5.49 \text{ W/m}^2 = 4.05 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $40.10 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail [henlop@yahoo.com](mailto:henlop@yahoo.com)

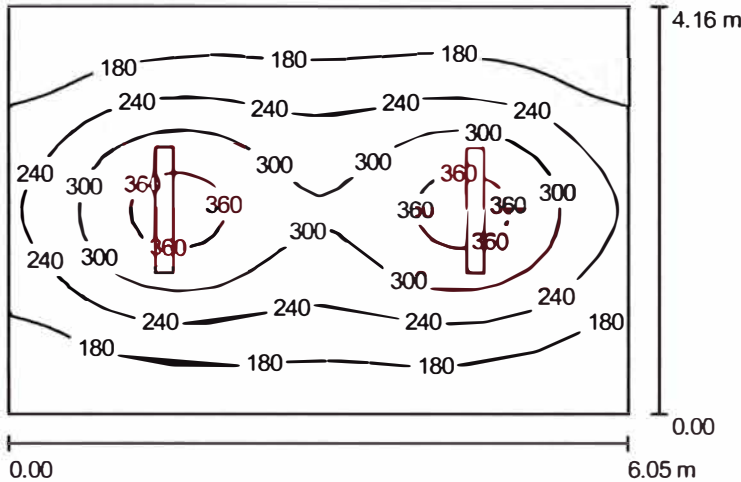
## **PASADIZO SÓTANO / Rendering (procesado) en 3D**

---



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**CUARTO DE TABLEROS / Resumen**



Altura del local: 2.650 m, Altura de montaje: 2.650 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:75

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	234	114	384	0.487
Suelo	20	186	118	241	0.635
Techo	70	103	49	915	0.473
Paredes (4)	50	136	77	284	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
 Trama: 32 x 32 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

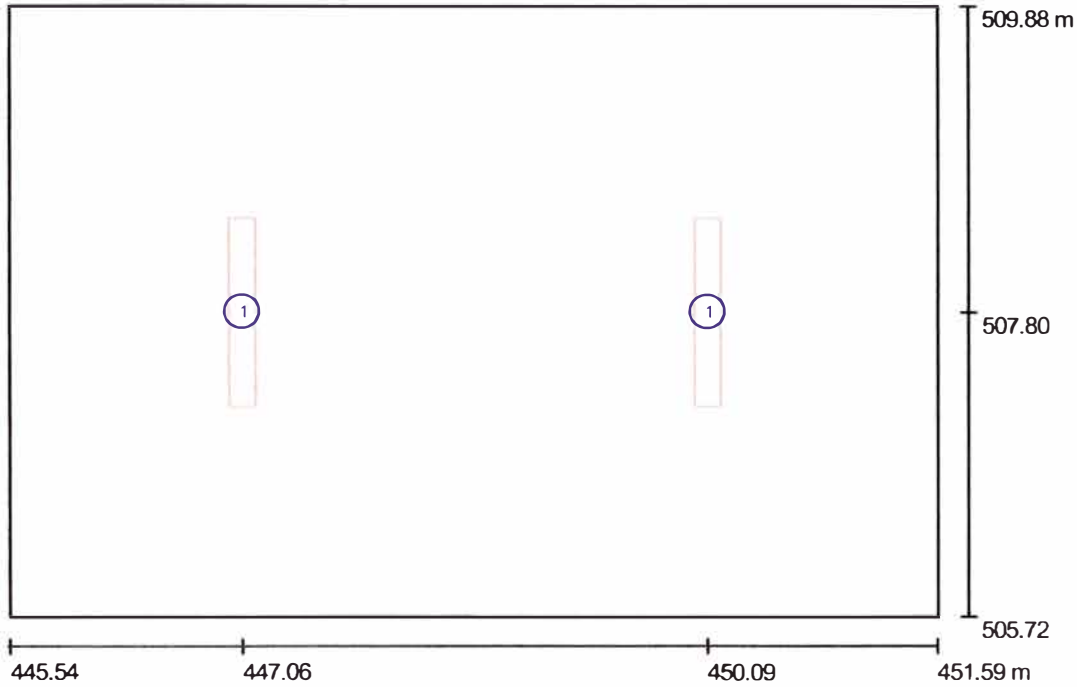
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	2	JOSFEL AHR 2TL36 Luminaria Hermetica AHR-PLUS 2TL36 (1.000)	6700	88.0
Total:			13400	176.0

Valor de eficiencia energética:  $7.00 \text{ W/m}^2 = 2.99 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $25.14 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Henry López Perez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**CUARTO DE TABLEROS / Luminarias (ubicación)**



Escala 1 : 50

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación
1	2	JOSFEL AHR 2TL36 Luminaria Hermetica AHR-PLUS 2TL36

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

## CUARTO DE TABLEROS / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 13400 lm  
 Potencia total: 176.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	159	75	234	/	/
Suelo	114	72	186	20	12
Techo	46	57	103	70	23
Pared 1	59	60	119	50	19
Pared 2	101	59	160	50	25
Pared 3	59	61	120	50	19
Pared 4	100	61	161	50	26

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.487 (1:2)

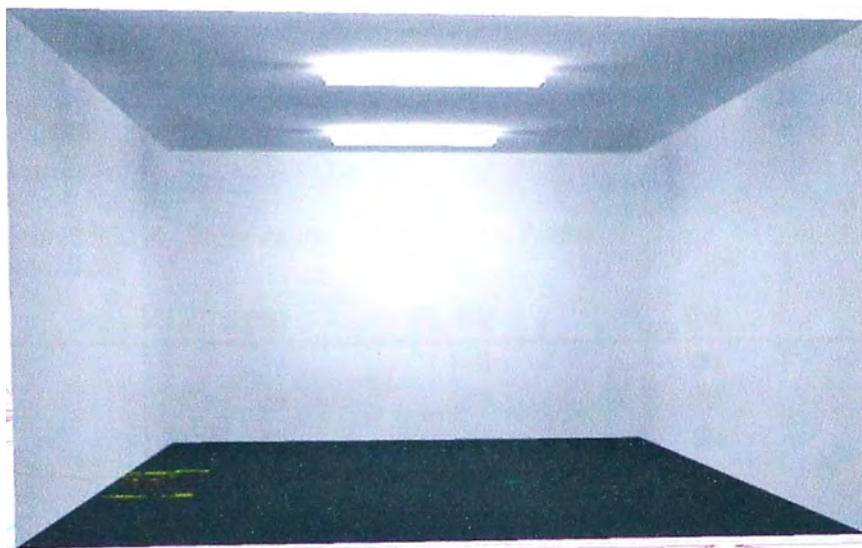
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.297 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $7.00 \text{ W/m}^2 = 2.99 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $25.14 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail [henlop@yahoo.com](mailto:henlop@yahoo.com)

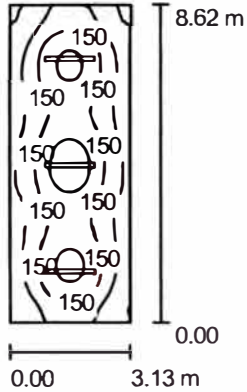
## CUARTO DE TABLEROS / Rendering (procesado) en 3D

---



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**CUARTO DE BOMBAS / Resumen**



Altura del local: 2.650 m, Altura de montaje: 2.650 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:200

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	140	85	196	0.605
Suelo	20	110	76	134	0.694
Techo	70	77	38	487	0.486
Paredes (4)	50	95	54	222	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
 Trama: 64 x 32 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

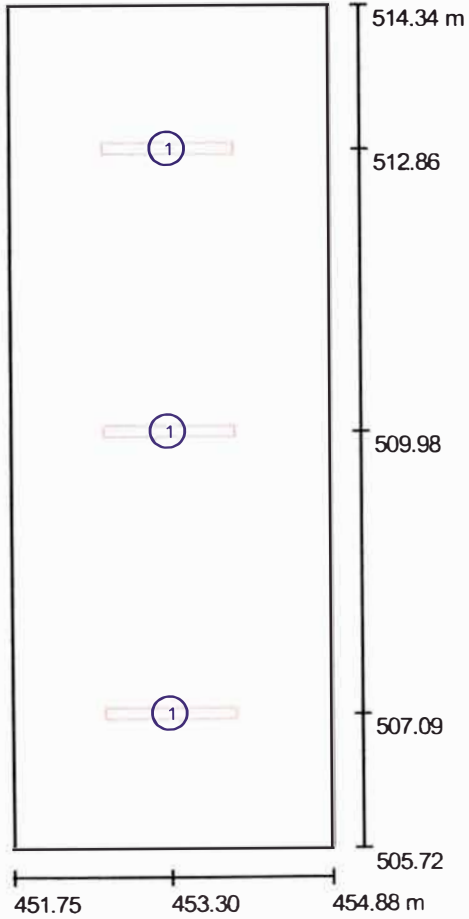
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	3	JOSFEL AHR 1TL36 LUMINARIA HERMETICA AHR-PLUS 1TL36 (1.000)	3350	44.0
Total:			10050	132.0

Valor de eficiencia energética:  $4.90 \text{ W/m}^2 = 3.49 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $26.94 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**CUARTO DE BOMBAS / Luminarias (ubicación)**



Escala 1 : 75

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación
1	3	JOSFEL AHR 1TL36 LUMINARIA HERMETICA AHR-PLUS 1TL36

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**CUARTO DE BOMBAS / Resultados luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 10050 lm  
 Potencia total: 132.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades luminicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	86	55	140	/	/
Suelo	61	49	110	20	6.98
Techo	37	40	77	70	17
Pared 1	72	43	115	50	18
Pared 2	45	44	89	50	14
Pared 3	69	42	111	50	18
Pared 4	46	44	89	50	14

Simetrías en el plano útil  
 $E_{min} / E_m$ : 0.605 (1:2)  
 $E_{min} / E_{max}$ : 0.432 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $4.90 \text{ W/m}^2 = 3.49 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $26.94 \text{ m}^2$ )

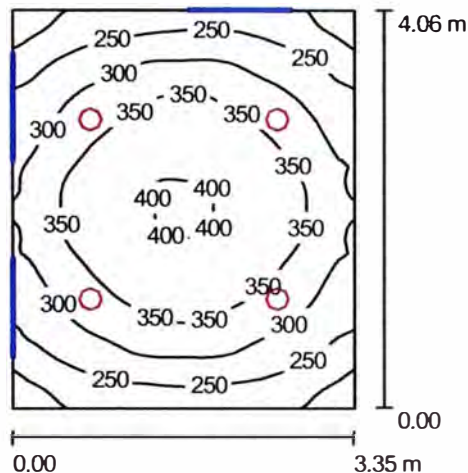
Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail henlop@yahoo.com

## CUARTO DE BOMBAS / Rendering (procesado) en 3D



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

HALL / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.945 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:75

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	310	167	407	0.541
Suelo	63	262	169	345	0.646
Techo	70	97	72	113	0.744
Paredes (4)	50	138	67	268	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq	18	18	
Trama: 64 x 64 Puntos	Pared inferior	18	18	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

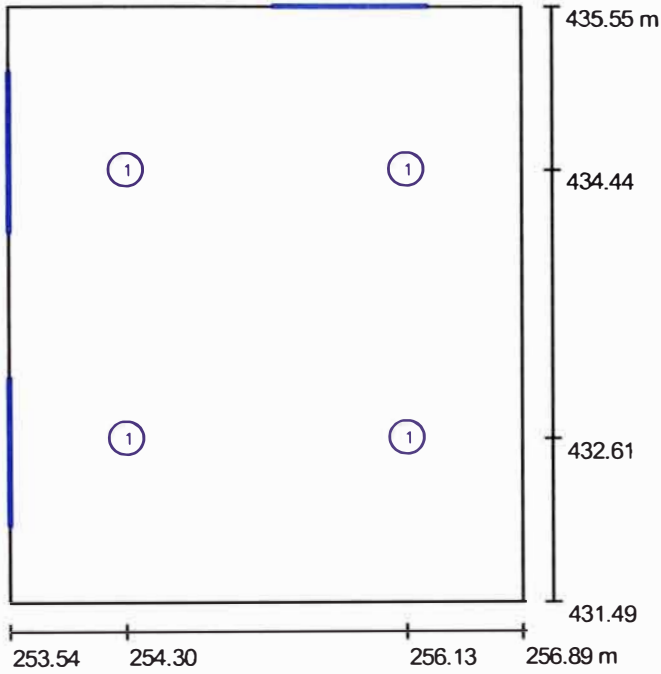
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	4	Zumtobel 60 810 247 PANOS HG 2/18W TC-DEL EVG 200 WH [STD] (1.000)	2400	40.0
Total:			9600	160.0

Valor de eficiencia energética:  $11.76 \text{ W/m}^2 = 3.80 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $13.60 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**HALL / Luminarias (ubicación)**



Escala 1 : 50

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación
1	4	Zumtobel 60 810 247 PANOS HG 2/18W TC-DEL EVG 200 WH [STD]

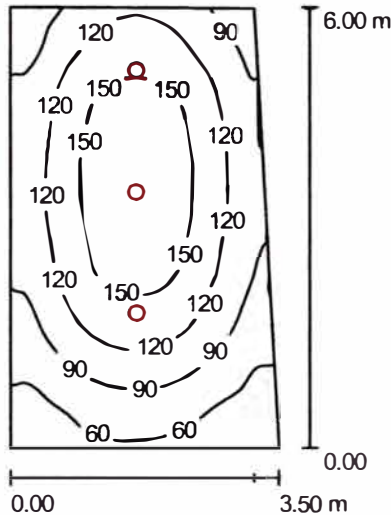
Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail henlop@yahoo.com

**HALL / Rendering (procesado) en 3D**



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

SSHH / Resumen



Altura del local: 3.300 m, Altura de montaje: 3.300 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:100

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	113	37	174	0.328
Suelo	30	92	42	125	0.454
Techo	70	26	15	41	0.575
Paredes (4)	50	53	16	149	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 64 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

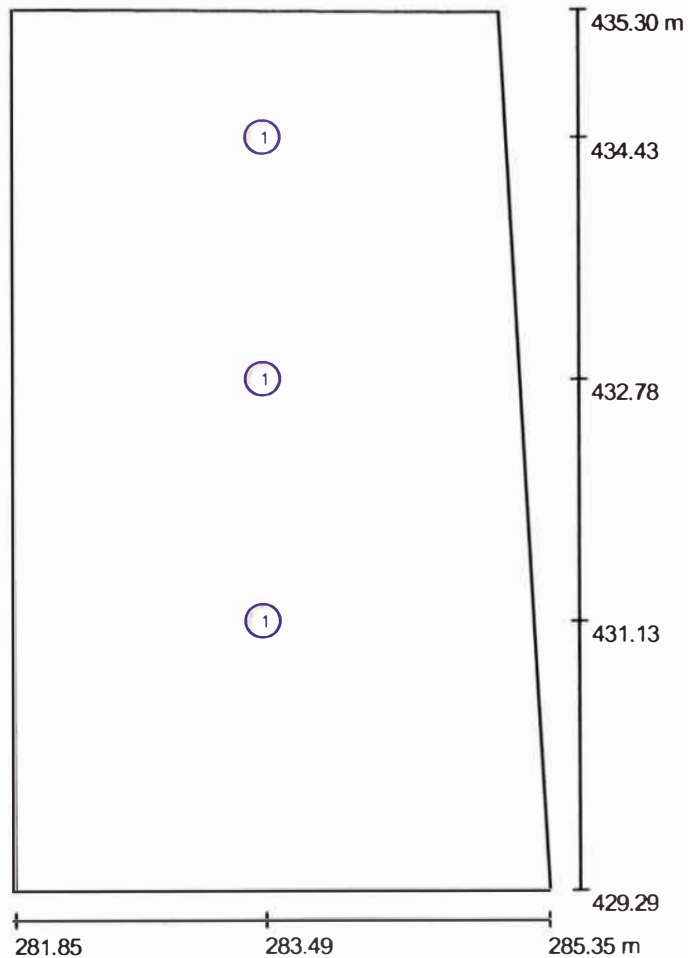
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	3	JOSFEL Alpha Spot 218 DOWN LIGHT 2/18W TCD ALPHA SPOT, 2/18W TCD (1.000)	2400	50.0
Total:			7200	150.0

Valor de eficiencia energética:  $7.50 \text{ W/m}^2 = 6.64 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $20.01 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**SSH / Luminarias (ubicación)**



Escala 1 : 50

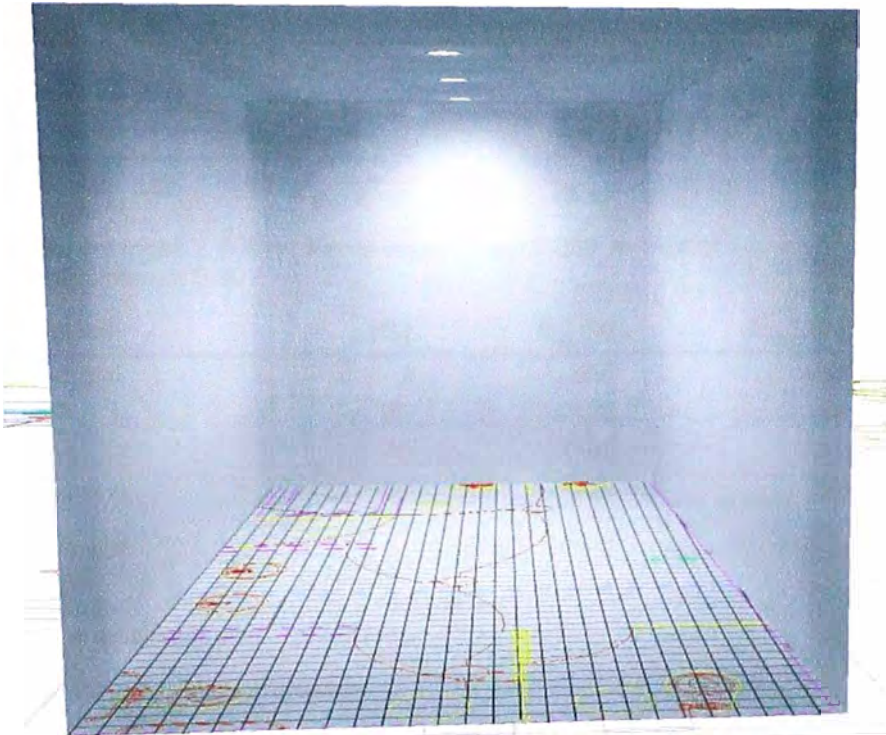
**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación
1	3	JOSFEL Alpha Spot 218 DOWN LIGHT 2/18W TCD ALPHA SPOT, 2/18W TCD



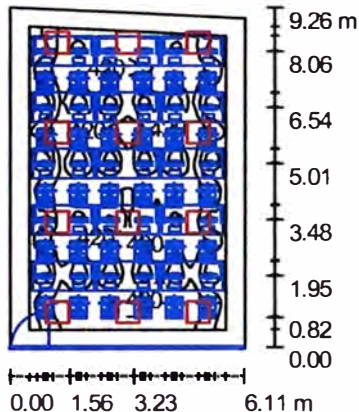
Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail henlop@yahoo.com

## SSH / Rendering (procesado) en 3D



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**AULA COMPUTACIÓN 30 ALUMNOS / Resumen**



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.853 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:200

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	357	153	446	0.430
Suelo	20	122	13	283	0.107
Techo	70	48	34	79	0.710
Paredes (4)	50	123	35	373	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.500 m

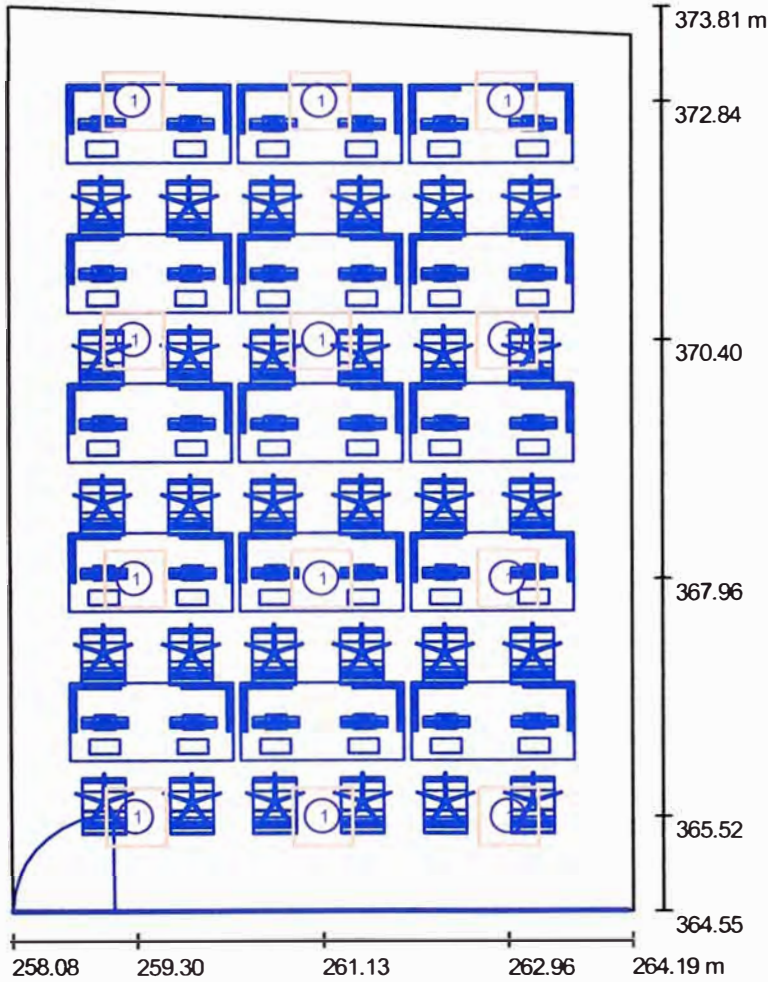
**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	12	Zumtobel 42 157 149 L-FIELDS E 2/24W T16 M600 /- [STD] (1.000)	3500	48.5
Total:			42000	582.0

Valor de eficiencia energética:  $10.45 \text{ W/m}^2 = 2.93 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $55.69 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**AULA COMPUTACIÓN 30 ALUMNOS / Luminarias (ubicación)**



Escala 1 : 75

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación
1	12	Zumtobel 42 157 149 L-FIELDS E 2/24W T16 M600 /- [STD]

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**AULA COMPUTACIÓN 30 ALUMNOS / Resultados luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 42000 lm  
 Potencia total: 582.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.500 m

Superficie	Intensidades luminicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad luminica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	321	35	357	/	/
Carpetas	323	33	356	/	/
Suelo	100	22	122	20	7.80
Techo	0.00	48	48	70	11
Pared 1	111	35	146	50	23
Pared 2	71	37	108	50	17
Pared 3	106	40	146	50	23
Pared 4	70	36	106	50	17

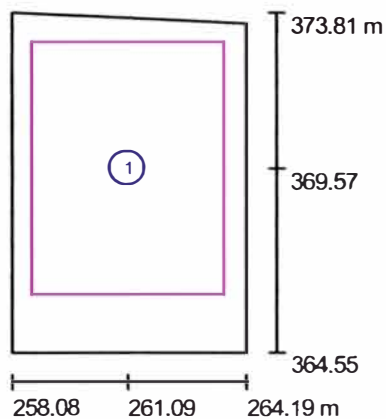
Simetrías en el plano útil  
 $E_{min} / E_m$ : 0.430 (1:2)  
 $E_{min} / E_{max}$ : 0.344 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $10.45 \text{ W/m}^2 = 2.93 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $55.69 \text{ m}^2$ )



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

## AULA COMPUTACIÓN 30 ALUMNOS / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 200

### Lista de superficies de cálculo

Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Carpetas	perpendicular	128 x 128	356	116	445	0.326	0.261

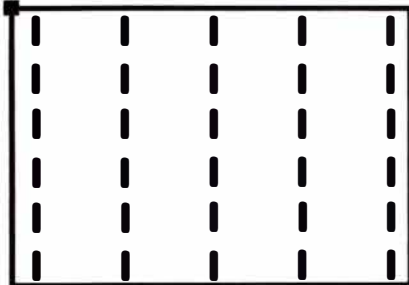
Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail [henlop@yahoo.com](mailto:henlop@yahoo.com)

## AULA COMPUTACIÓN 30 ALUMNOS / Rendering (procesado) en 3D

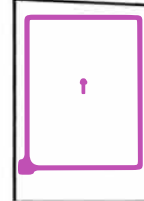


Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**AULA COMPUTACIÓN 30 ALUMNOS / Observador alumnos / Tabla (UGR)**



Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (258.615 m, 366.107 m, 1.200 m)



4.551	16	16	12	/
3.724	17	16	12	/
2.896	17	16	12	/
2.069	17	16	12	/
1.241	17	16	12	/
0.414	16	16	12	/
<b>m</b>	<b>0.859</b>	<b>2.577</b>	<b>4.295</b>	<b>6.013</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

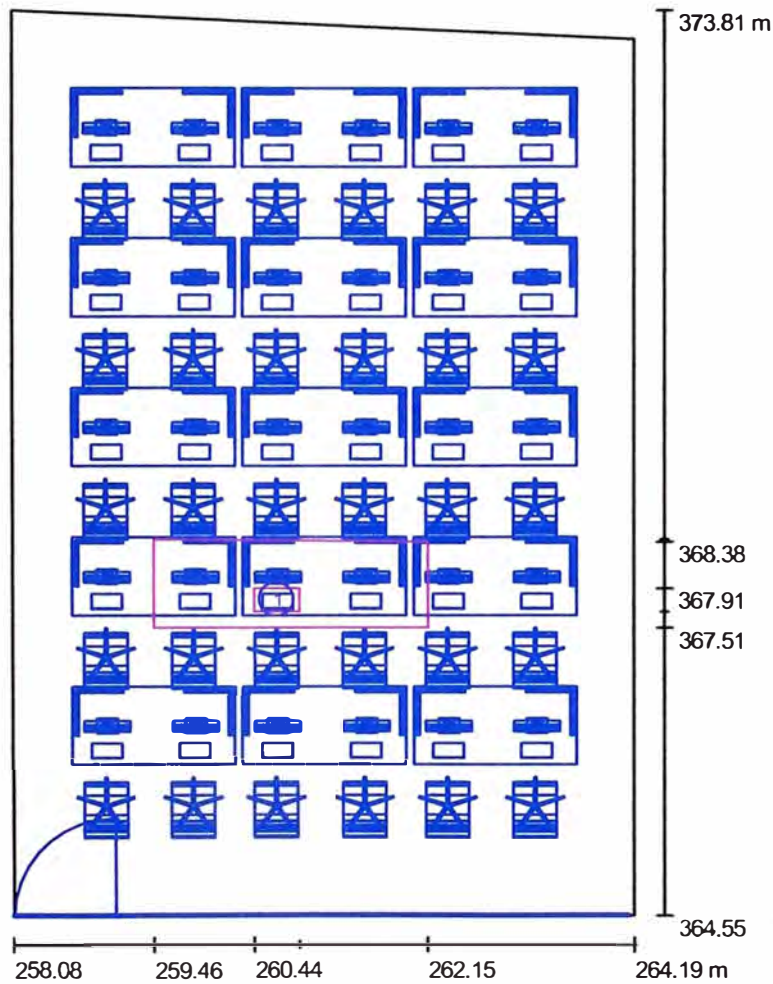
Trama: 4 x 6 Puntos

Min  
/

Max  
17

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**AULA COMPUTACIÓN 30 ALUMNOS / Superficies en vecindad inmediata / Sumario de los resultados**



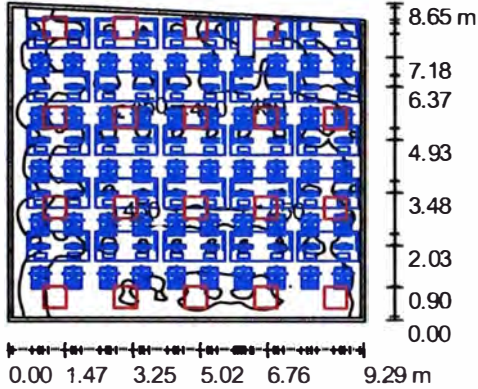
Escala 1 : 75

N°	Designación	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
	Papel	2 x 1	415	415	416	0.999	0.998
	Carpeta	16 x 8	390	165	437	0.423	0.377



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**AULA COMPUTACIÓN 45 ALUMNOS / Resumen**



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.853 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:200

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	377	69	471	0.182
Suelo	20	131	16	346	0.119
Techo	70	71	44	396	0.627
Paredes (4)	50	154	19	1250	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.100 m

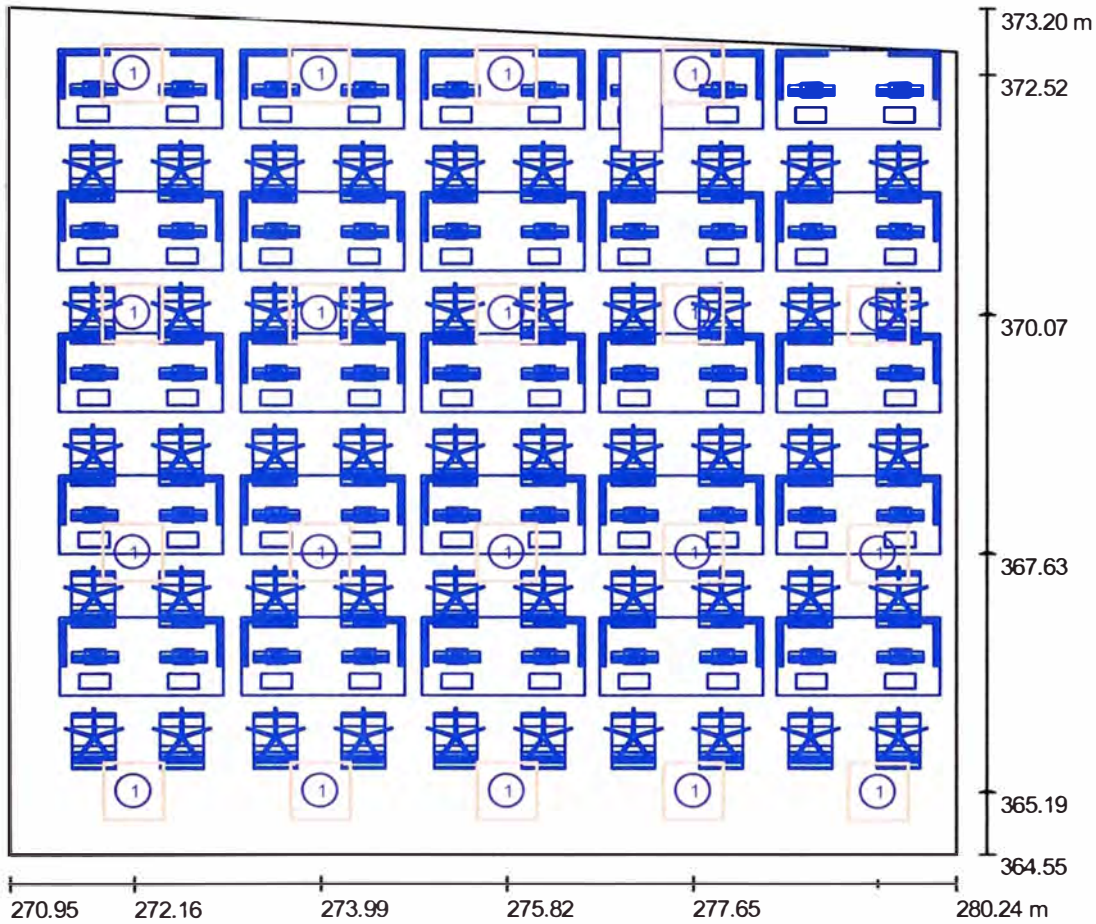
**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	19	Zumtobel 42 157 149 L-FIELDS E 2/24W T16 M600 /- [STD] (1.000)	3500	48.5
Total:			66500	921.5

Valor de eficiencia energética:  $11.77 \text{ W/m}^2 = 3.13 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $78.27 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**AULA COMPUTACIÓN 45 ALUMNOS / Luminarias (ubicación)**



Escala 1 : 75

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación
1	19	Zumtobel 42 157 149 L-FIELDS E 2/24W T16 M600 /- [STD]

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**AULA COMPUTACIÓN 45 ALUMNOS / Resultados luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 66500 lm  
 Potencia total: 921.5 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.100 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	324	53	377	/	/
ÁREA CENTRAL	347	49	396	/	/
Suelo	106	25	131	20	8.35
Techo	0.00	71	71	70	16
Pared 1	138	54	191	50	30
Pared 2	87	50	137	50	22
Pared 3	115	48	163	50	26
Pared 4	73	49	122	50	19

Simetrías en el plano útil

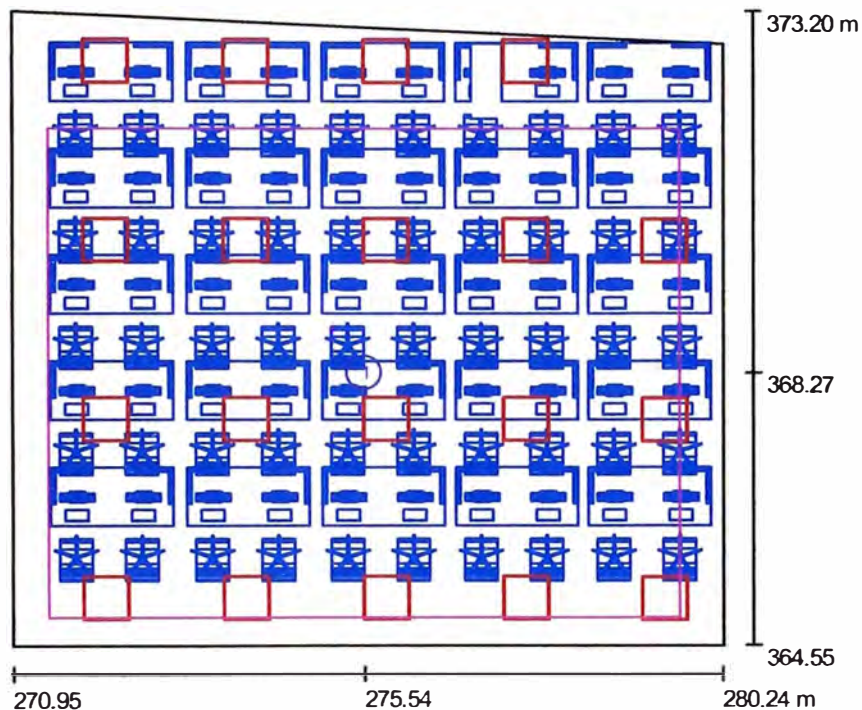
$E_{min} / E_m$ : 0.182 (1:5)

$E_{min} / E_{max}$ : 0.146 (1:7)

Valor de eficiencia energética:  $11.77 \text{ W/m}^2 = 3.13 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $78.27 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**AULA COMPUTACIÓN 45 ALUMNOS / Superficie de cálculo (sumario de resultados)**



Escala 1 : 100

**Lista de superficies de cálculo**

Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	ÁREA CENTRAL	perpendicular	128 x 128	396	160	470	0.404	0.341



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail henlop@yahoo.com

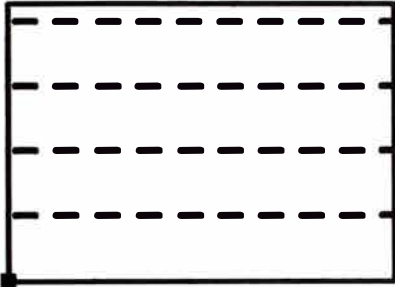
## **AULA COMPUTACIÓN 45 ALUMNOS / Rendering (procesado) en 3D**

---

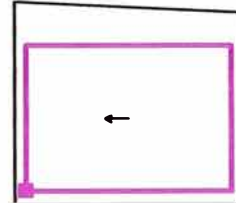


Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**AULA COMPUTACIÓN 45 ALUMNOS / OBSERVADOR ALUMNOS / Tabla (UGR)**



Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (271.418 m, 365.108 m, 1.200 m)



<b>5.707</b>	/	/	13	15	13	15	12	15
<b>4.670</b>	/	/	14	15	14	<u>16</u>	14	<u>16</u>
<b>3.632</b>	/	/	12	14	13	15	13	14
<b>2.594</b>	/	/	14	15	14	<u>16</u>	13	<u>16</u>
<b>1.557</b>	/	/	12	14	12	15	12	14
<b>0.519</b>	/	/	13	15	14	15	13	15
<b>m</b>	<b>0.519</b>	<b>1.558</b>	<b>2.597</b>	<b>3.636</b>	<b>4.675</b>	<b>5.714</b>	<b>6.753</b>	<b>7.792</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

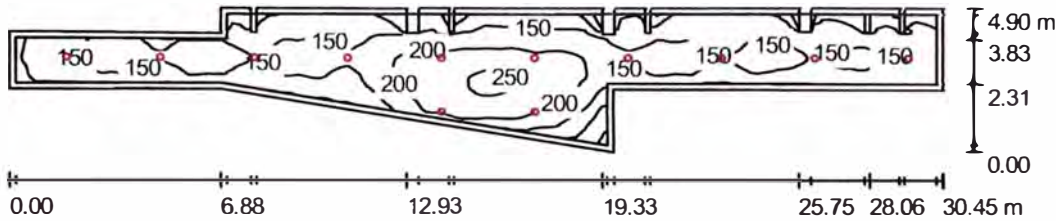
Trama: 8 x 6 Puntos

Min  
/

Max  
16

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**PASADIZO PISOS 2 AL 5 / Resumen**



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.945 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:250

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	155	22	258	0.142
Suelo	63	149	26	258	0.173
Techo	70	46	18	77	0.401
Paredes (16)	26	66	11	719	/

**Plano útil:**

Altura: 0.000 m  
 Trama: 128 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.200 m

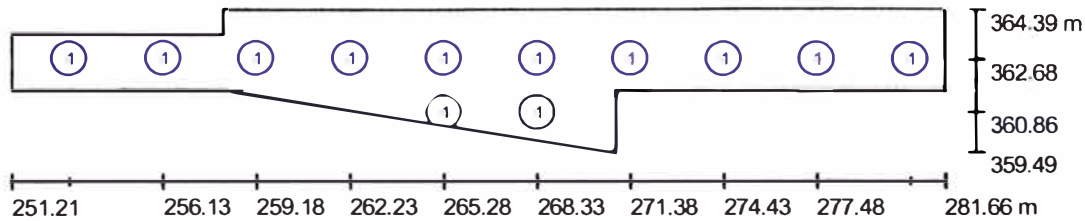
**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	12	Zumtobel 60810252 PANOS HG 2/26W TC-DEL EVG 200 WH [STD] (1.000)	3600	56.0
Total:			43200	672.0

Valor de eficiencia energética:  $7.32 \text{ W/m}^2 = 4.71 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $91.78 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**PASADIZO PISOS 2 AL 5 / Luminarias (ubicación)**



Escala 1 : 250

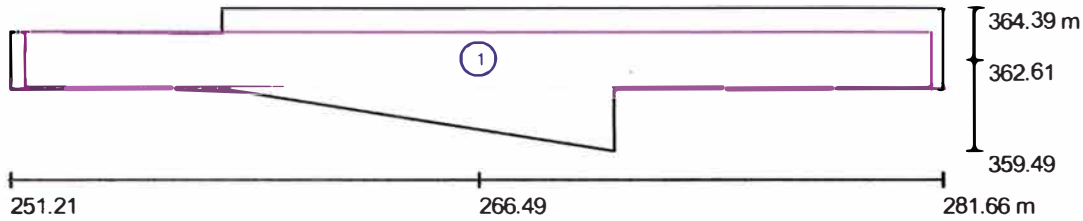
**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación
1	12	Zumtobel 60810252 PANOS HG 2/26W TC-DEL EVG 200 WH [STD]



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**PASADIZO PISOS 2 AL 5 / Superficie de cálculo (sumario de resultados)**



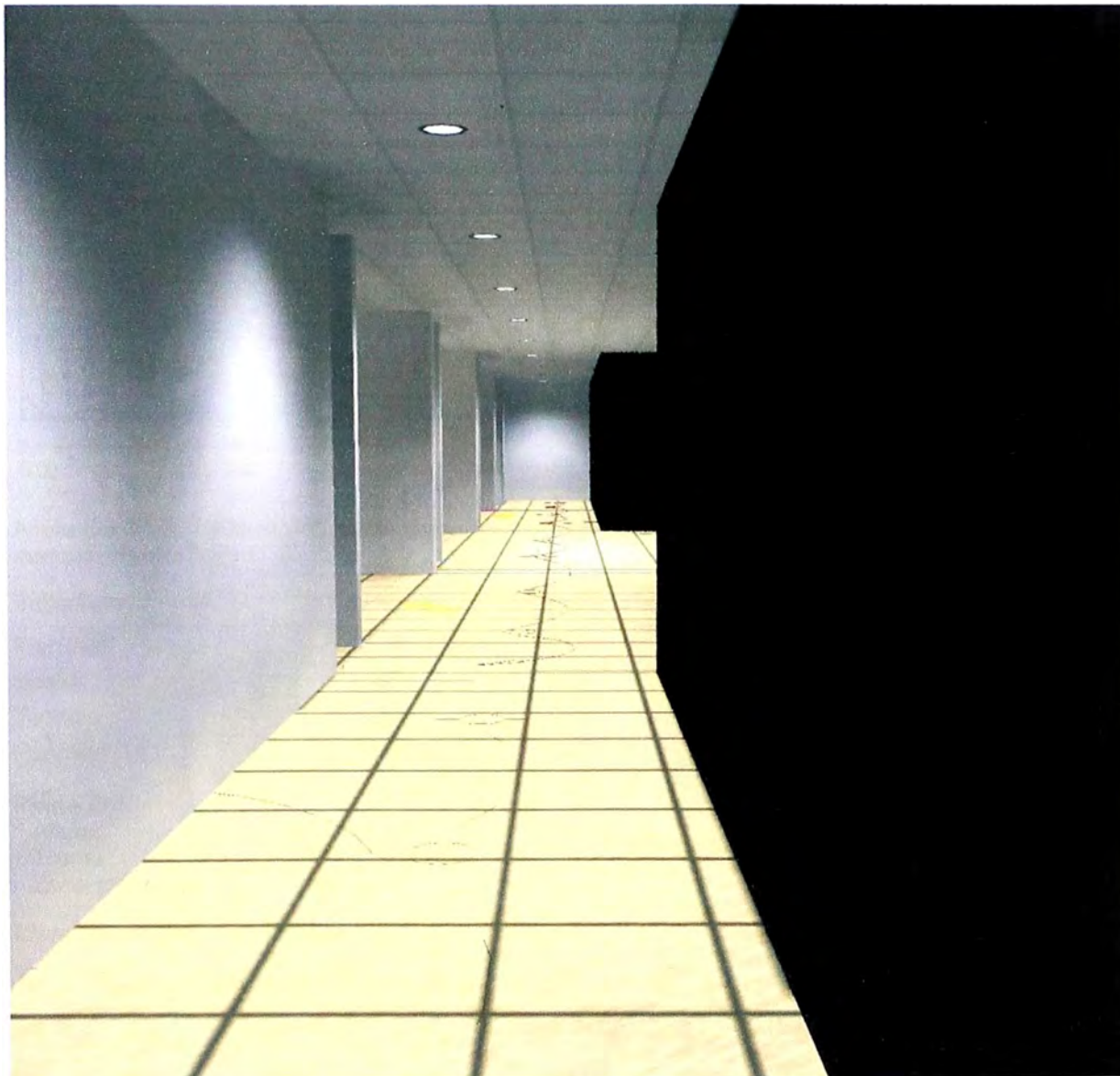
Escala 1 : 250

**Lista de superficies de cálculo**

Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Línea central	perpendicular	128 x 16	160	87	260	0.546	0.335

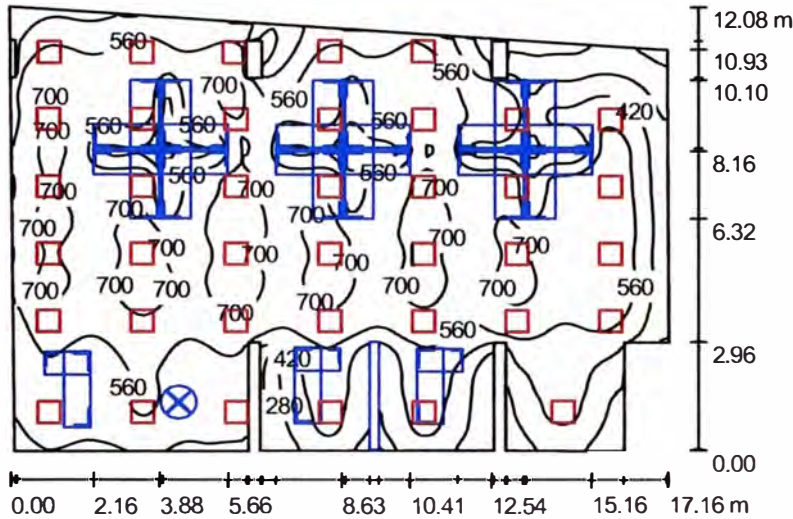
Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail [henlop@yahoo.com](mailto:henlop@yahoo.com)

## **PASADIZO PISOS 2 AL 5 / Rendering (procesado) en 3D**



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**GESTIÓN PISOS 6 AL 12 / Resumen**



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.853 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:200

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	547	87	770	0.159
Suelo	42	418	16	691	0.040
Techo	70	159	69	404	0.435
Paredes (15)	50	226	62	2213	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	39	Zumtobel 42 176 804 L-FIELDS E 4/14W T16 M600 [STD] (1.000)	4800	65.0
Total:			187200	2535.0

Valor de eficiencia energética:  $13.25 \text{ W/m}^2 = 2.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $191.26 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**GESTIÓN PISOS 6 AL 12 / Luminarias (ubicación)**



Escala 1.: 200

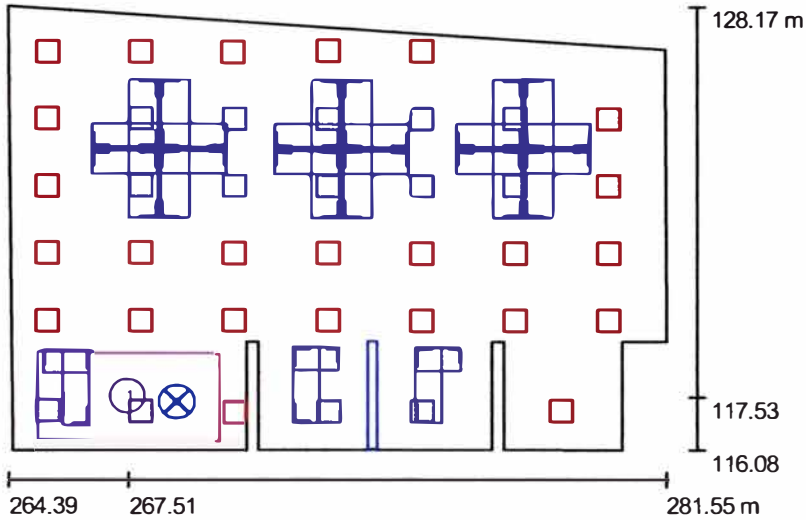
**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación
1	39	Zumtobel 42 176 804 L-FIELDS E 4/14W T16 M600 [STD]



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**GESTIÓN PISOS 6 AL 12 / Superficie de cálculo (sumario de resultados)**



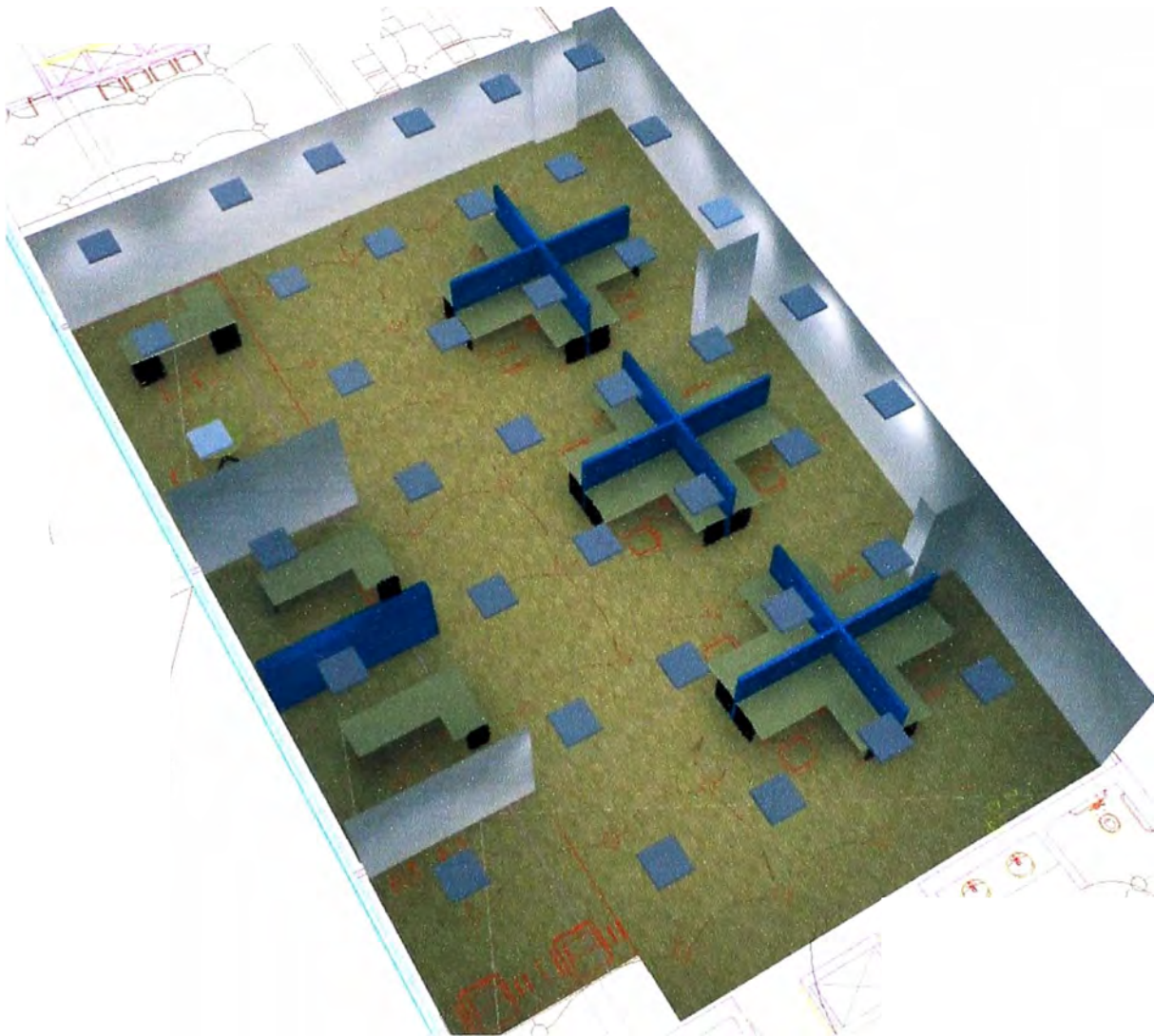
Escala 1 : 200

**Lista de superficies de cálculo**

Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Jefatura	perpendicular	32 x 16	527	421	593	0.798	0.710

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail henlop@yahoo.com

**GESTIÓN PISOS 6 AL 12 / Rendering (procesado) en 3D**



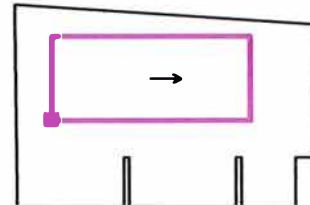
Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**GESTIÓN PISOS 6 AL 12 / Observador 1 / Tabla (UGR)**



■ sección actual  
 □ otras secciones

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (266.522 m, 121.242 m, 1.200 m)



<b>4.518</b>	10	/	<u>16</u>	13	15	11	15	15	12	<u>16</u>
<b>3.514</b>	10	/	<u>16</u>	14	16	11	15	<u>16</u>	14	16
<b>2.510</b>	10	/	<u>16</u>	13	15	11	15	<u>16</u>	13	<u>16</u>
<b>1.506</b>	10	/	15	13	15	11	15	15	13	16
<b>0.502</b>	11	14	15	12	15	12	14	14	13	15
<b>m</b>	<b>0.512</b>	<b>1.537</b>	<b>2.561</b>	<b>3.586</b>	<b>4.610</b>	<b>5.635</b>	<b>6.659</b>	<b>7.683</b>	<b>8.708</b>	<b>9.732</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

Trama: 11 x 5 Puntos

Min  
/

Max  
16

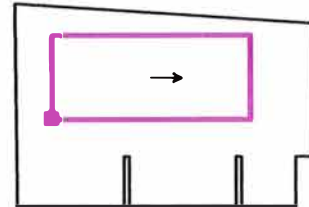
Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail henlop@yahoo.com

**GESTIÓN PISOS 6 AL 12 / Observador 1 / Tabla (UGR)**



sección actual  
 otras secciones

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(266.522 m, 121.242 m, 1.200 m)



4.518	/
3.514	/
2.510	/
1.506	<10
0.502	11
<b>m 10.757</b>	

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

Trama: 11 x 5 Puntos

Min  
/

Max  
16



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

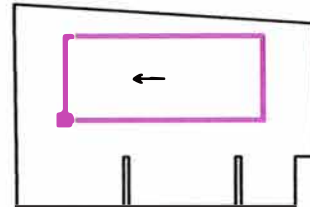
**GESTIÓN PISOS 6 AL 12 / Observador 2 / Tabla (UGR)**

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(267.297 m, 121.213 m, 1.200 m)

- sección actual
- otras secciones



<b>4.518</b>	11	<u>16</u>	15	11	14	12	16	14	13	15
<b>3.514</b>	12	<u>16</u>	15	12	<u>16</u>	12	<u>16</u>	14	13	<u>16</u>
<b>2.510</b>	11	<u>16</u>	15	12	15	12	<u>16</u>	14	13	15
<b>1.506</b>	11	15	14	11	14	12	15	14	13	15
<b>0.502</b>	11	14	14	11	14	12	15	13	12	14
<b>m</b>	<b>0.512</b>	<b>1.537</b>	<b>2.561</b>	<b>3.586</b>	<b>4.610</b>	<b>5.635</b>	<b>6.659</b>	<b>7.683</b>	<b>8.708</b>	<b>9.732</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

Trama: 11 x 5 Puntos

Min  
/

Max  
16

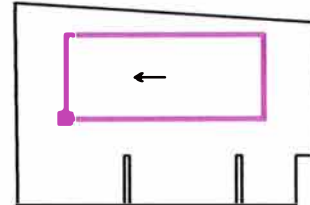
Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**GESTIÓN PISOS 6 AL 12 / Observador 2 / Tabla (UGR)**



- sección actual
- otras secciones

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (267.297 m, 121.213 m, 1.200 m)



4.518	/
3.514	/
2.510	/
1.506	/
0.502	12
<b>m</b>	<b>10.757</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

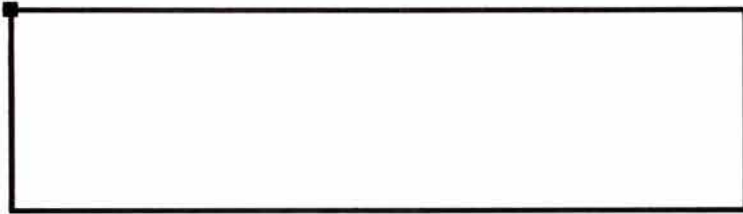
Trama: 11 x 5 Puntos

Min  
/

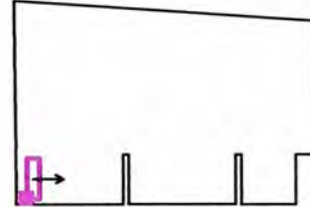
Max  
16

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail henlop@yahoo.com

**GESTIÓN PISOS 6 AL 12 / Observador 3 / Tabla (UGR)**



Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(265.126 m, 116.389 m, 1.200 m)



0.516    12    11  
0.172    13    11  
m    0.602    1.805

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

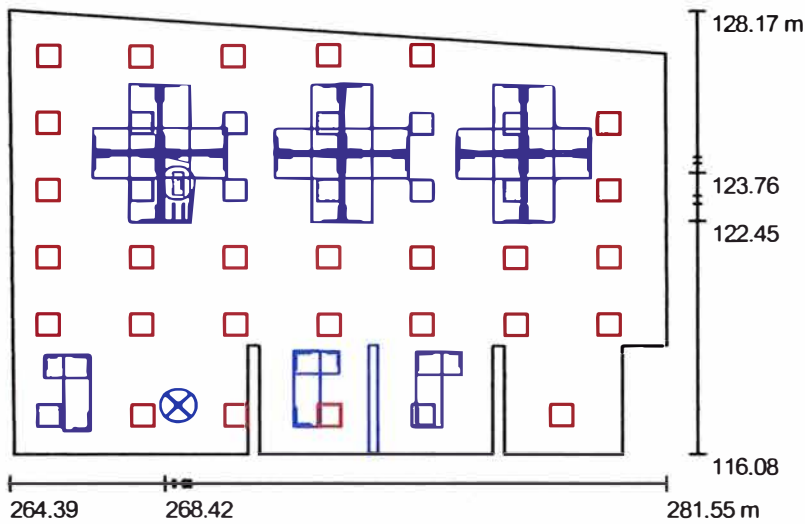
Trama: 2 x 2 Puntos

Min  
11

Max  
13

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**GESTIÓN PISOS 6 AL 12 / Superficies en vecindad inmediata I / Sumario de los resultados**



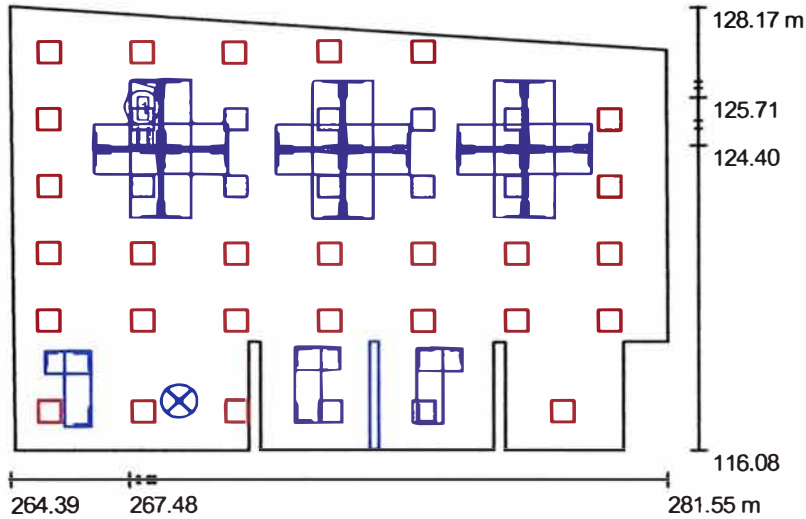
Escala 1 : 200

Nº	Designación	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
	Papel	2 x 4	528	458	587	0.867	0.780
	Escritorio	16 x 8	464	240	643	0.516	0.373



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**GESTIÓN PISOS 6 AL 12 / Superficies en vecindad inmediata II / Sumario de los resultados**

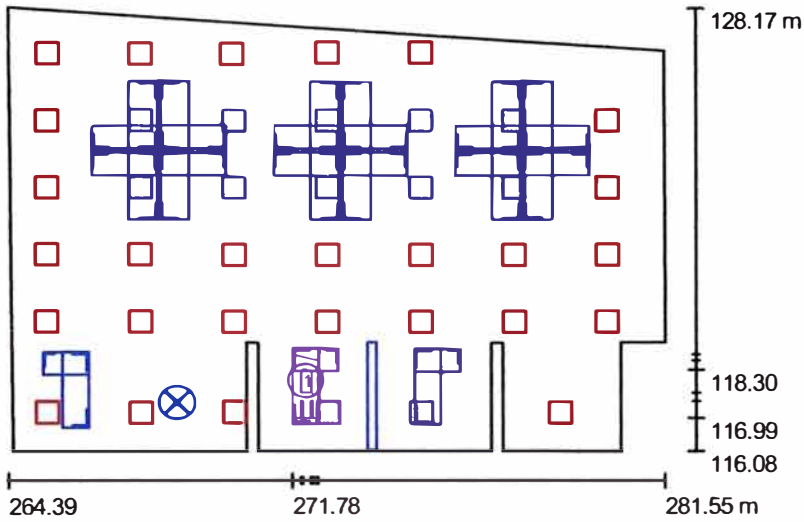


Escala 1 : 200

Nº	Designación	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
	Papel	2 x 4	646	636	658	0.985	0.968
	Escritorio	16 x 8	602	457	691	0.759	0.662

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**GESTIÓN PISOS 6 AL 12 / Superficies en vecindad inmediata III / Sumario de los resultados**

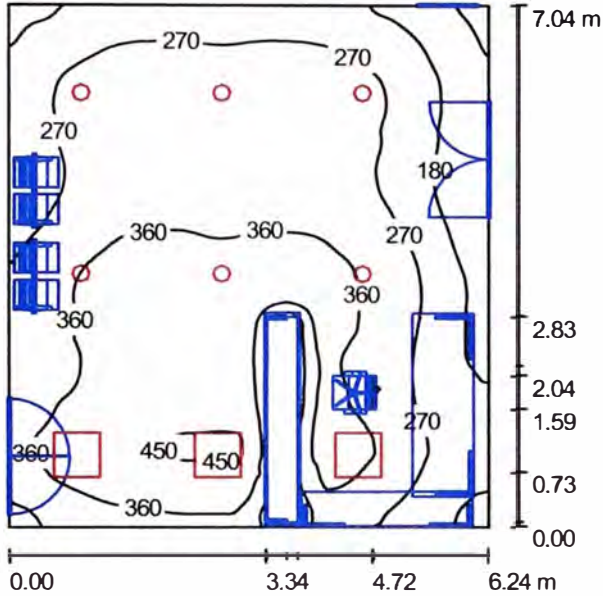


Escala 1 : 200

N°	Designación	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
	Papel	2 x 4	429	413	444	0.963	0.931
	Escritorio	16 x 8	437	369	509	0.846	0.725

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

RECEPCIÓN PISOS 6 AL 12 / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:100

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
PLANO UTIL	/	305	33	460	0.107
Suelo	42	233	13	369	0.055
Techo	70	83	50	118	0.596
Paredes (4)	40	143	18	524	/

PLANO UTIL:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

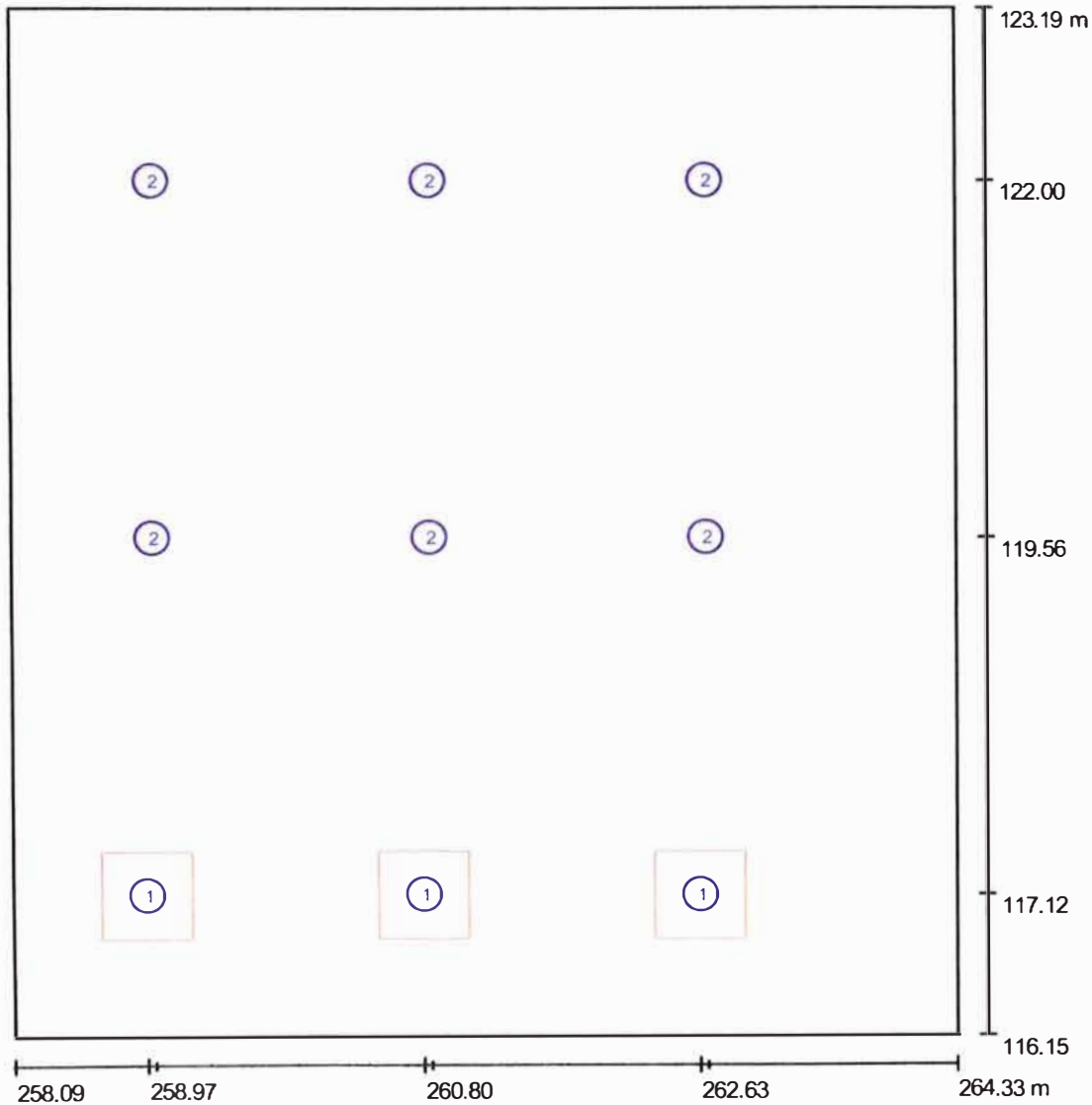
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ [lm]	P [W]
1	3	Zumtobel 42 106 237 ML4 B EB 2/40W TC-L M600 LDE KA [STD] (1.000)	7000	87.9
2	6	Zumtobel 60 810 247 PANOS HG 2/18W TC-DEL EVG 200 WH [STD] (1.000)	2400	40.0
Total:			35400	503.7

Valor de eficiencia energética:  $11.47 \text{ W/m}^2 = 3.76 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $43.93 \text{ m}^2$ )

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**RECEPCIÓN PISOS 6 AL 12 / Luminarias (ubicación)**



Escala 1 : 50

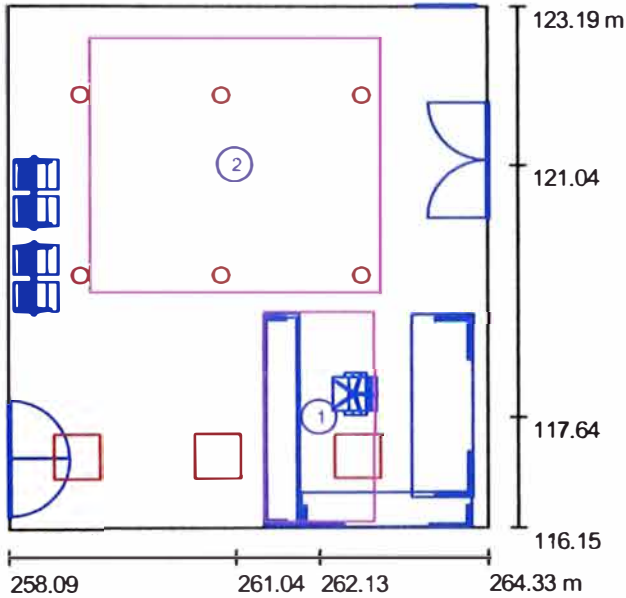
**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación
1	3	Zumtobel 42 106 237 ML4 B EB 2/40W TC-L M600 LDE KA [STD]
2	6	Zumtobel 60 810 247 PANOS HG 2/18W TC-DEL EVG 200 WH [STD]



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**RECEPCIÓN PISOS 6 AL 12 / Superficie de cálculo (sumario de resultados)**



Escala 1 : 100

**Lista de superficies de cálculo**

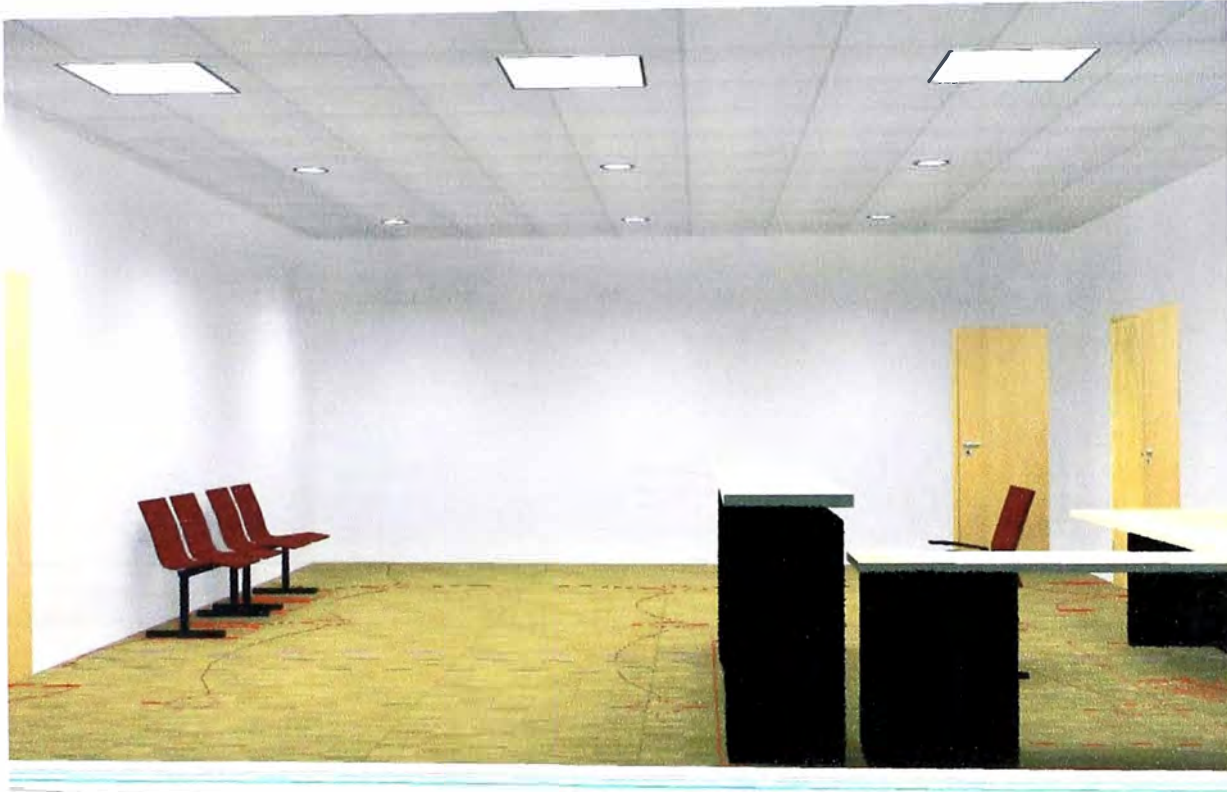
Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Recepción	perpendicular	16 x 32	402	309	482	0.767	0.640
2	ESPERA	perpendicular	32 x 32	307	200	372	0.651	0.538

**Resumen de los resultados**

Tipo	Cantidad	Media [lx]	Min [lx]	Max [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
perpendicular	2	330	200	482	0.61	0.41

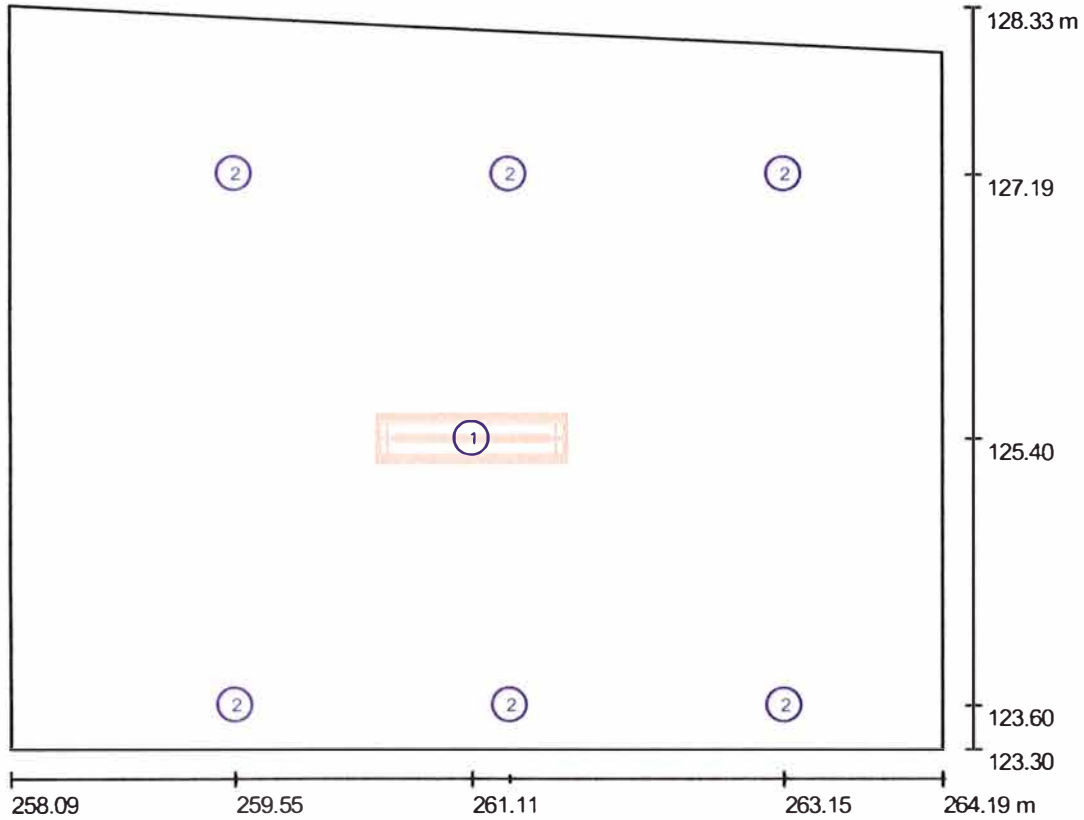
Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail henlop@yahoo.com

**RECEPCIÓN PISOS 6 AL 12 / Rendering (procesado) en 3D**



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**SALA DE REUNIONES PISOS 6 AL 12 / Luminarias (ubicación)**



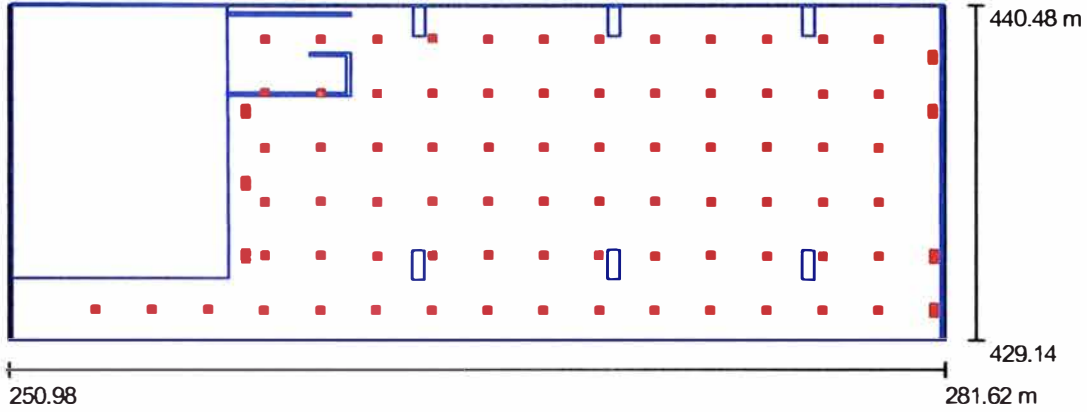
Escala 1 : 50

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación
1	1	Zumtobel 42155717 UGZ-ID 2/54W T16 LDE ASQ1000 [STD]
2	6	Zumtobel 60 810 247 PANOS HG 2/18W TC-DEL EVG 200 WH [STD]

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**RECEPCIÓN - CORREDOR 1 / Datos de planificación**



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Escala 1:250

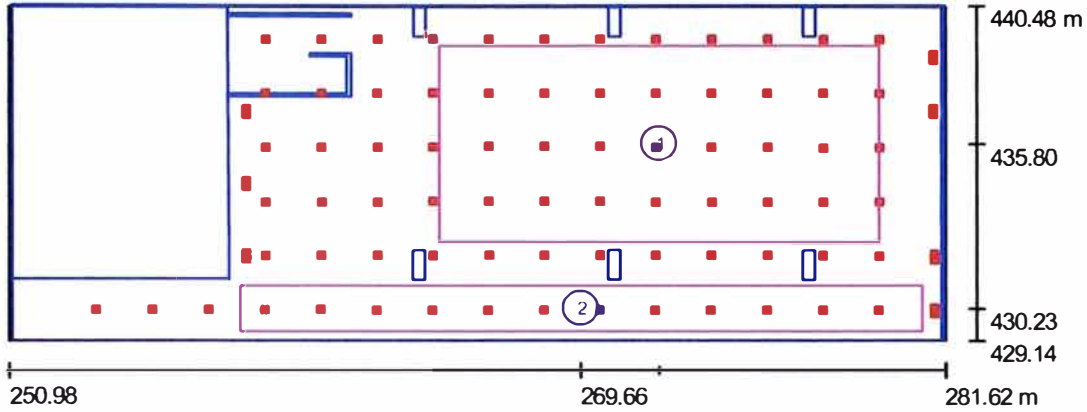
**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	75	Zumtobel 60 810 782 2LIGHT E1 1/42W TC-TELI EVG TI [STD] (1.000)	3200	46.0
2	7	Zumtobel 60 810 784 2LIGHT E2 2/42W TC-TELI EVG TI [STD] (1.000)	6400	100.0
Total:			284800	4150.0



Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail henlop@yahoo.com

**RECEPCIÓN - CORREDOR 1 / Superficie de cálculo (sumario de resultados)**



Escala 1 : 250

**Lista de superficies de cálculo**

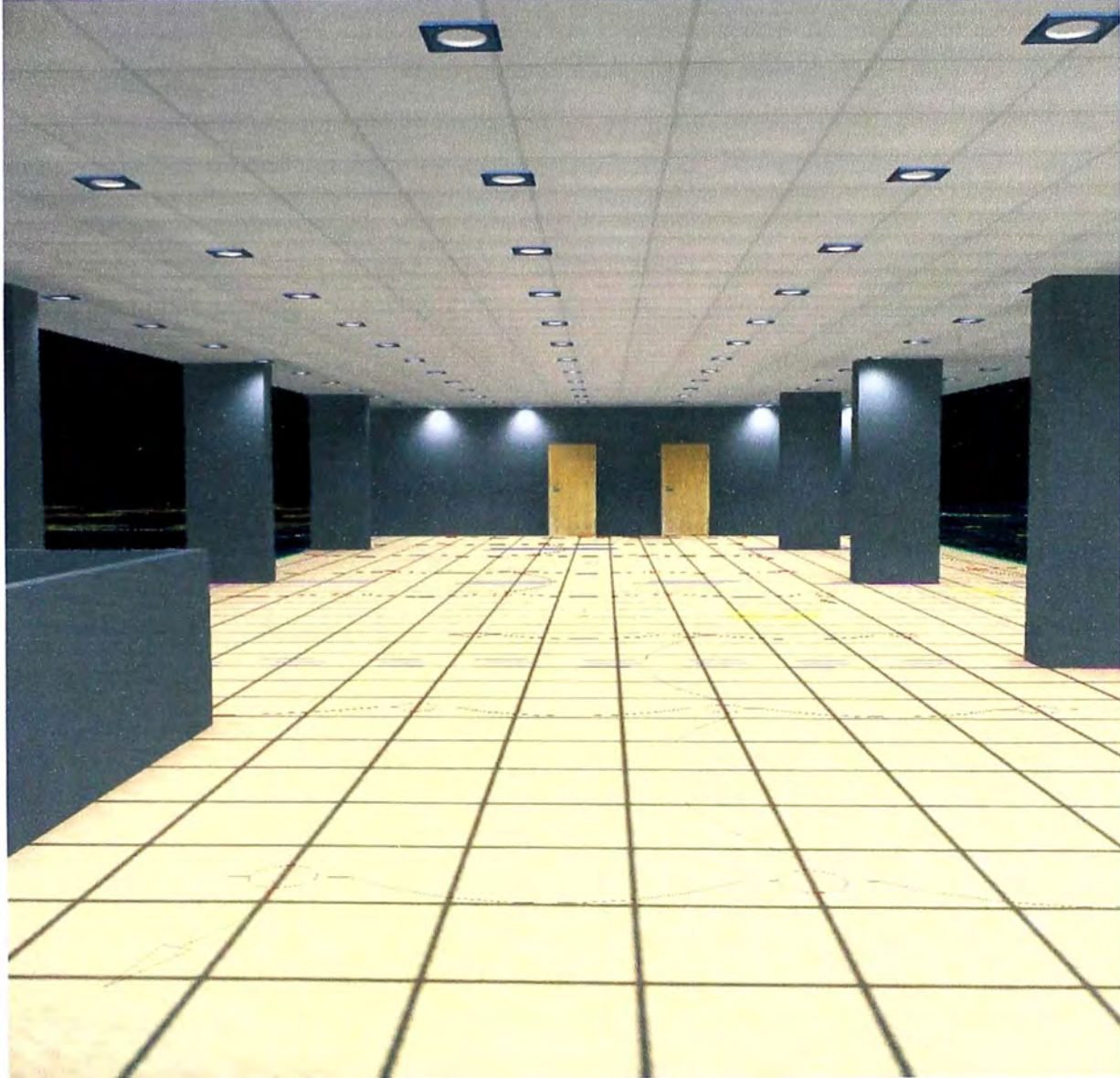
Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	CENTRO	perpendicular	32 x 64	449	366	483	0.816	0.757
2	PASADIZO	perpendicular	128 x 8	315	248	435	0.786	0.569

**Resumen de los resultados**

Tipo	Cantidad	Media [lx]	Min [lx]	Max [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
perpendicular	2	413	248	483	0.60	0.51

Proyecto elaborado por Henry López Pérez  
Teléfono  
Fax  
e-Mail [henlop@yahoo.com](mailto:henlop@yahoo.com)

## RECEPCIÓN - CORREDOR 1 / Rendering (procesado) en 3D



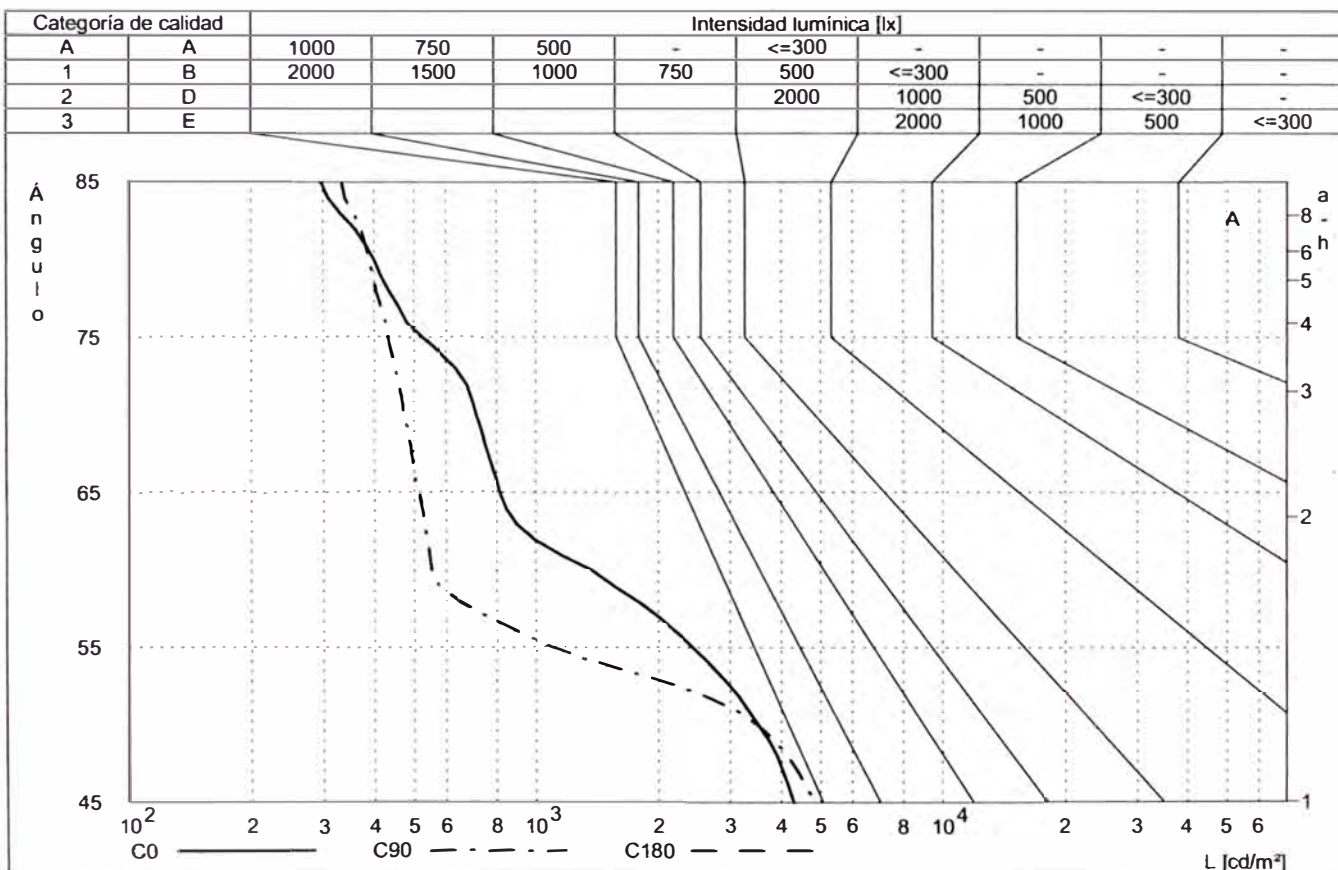
## **Anexo E – Documento complementario**

Objeto : Iluminación del edificio A  
 Instalación : Aula B 41 Alumnos  
 Nº del proyecto : ILUMINACION EDIFICIO MAC GREGOR  
 Fecha : 26.11.2008

## Datos de luminarias

Zumtobel Staff, ML4 A EC 2/28 T16 M600 ° ( )

### Diagrama Söliner



Producto : Zumtobel Staff  
 Número de artículo:  
 Nombre de la lum. : ML4 A EC 2/28 T16 M600 °  
 Equipamiento : 2 x T16/28 0 W / 2600 lm  
 Dimensiones : L 1198 mm x B 298 mm x H 76 mm  
 Nombre de archivo: D21644U3.ltd

Grado de eficiencia : 72% (A50)  
 Distribución de la luz : simetría referente a C0-C180 / C90  
 Ángulo de irradiación : 90.7° C0-C180  
 94.2° C90-C270

Henry López Pérez  
 Informe de suficiencia



## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ministerio de Energía y Minas, "Norma de alumbrado de interiores y campos deportivos", DGE-017-AI-1/1982.
- [2] Reglamento Nacional de Edificaciones, "Norma Técnica EM.010 Instalaciones eléctricas interiores".
- [3] Francisco Javier Llaneza, "Ergonomía y psicología aplicada: Manual para la formación del especialista", Editorial Lex Nova, 2006.
- [4] Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión, "Manual de iluminación", Universidad Nacional de Tucumán, [www.herrera.unt.edu.ar](http://www.herrera.unt.edu.ar).
- [5] Alan Smith, "Occupational optometry. Lighting and its effects", [www.optometry.co.uk](http://www.optometry.co.uk), 2003.
- [6] Fördergemeinschaft Gutes Licht (FGL), "Good Lighting for Schools and Educational Establishments", Fördergemeinschaft Gutes Licht (FGL).
- [7] Juan Len M., "Curso de iluminación", Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ingeniería Mecánica y Electricidad - Perú, 1955.
- [8] Rüdiger Ganslandt y Harald Hofmann, "Cómo planificar la luz", ERCO Edición, 2004.
- [9] J. Rieck, "Manual práctico de electrotecnia. Tomo VI: Luminotecnia", Ediciones Urmo, 1972.
- [10] IESNA, "Lighting Handbook", Illuminating Engineering Society of North America, 2001.
- [11] DIAL GmbH, "Manual del usuario DIALux versión 4.4", DIAL GmbH, 2007.
- [12] Josfel, "Manual de Luminotecnia", Manufacturas Metálicas Josfel, 1994.
- [13] J.A. Taboada, "Manual de Luminotecnia", Editorial Dossat, 1983.
- [14] Philips, "Manual de Alumbrado", Paraninfo, 1975.
- [15] Faustino Menéndez Díez, "Higiene industrial: Manual para la formación del especialista", Editorial Lex Nova, 2006.
- [16] INDALUX, "Luminotecnia 2002", [www.indal.es](http://www.indal.es), 2002.
- [17] César Ramírez Cavassa, "Seguridad industrial: Un enfoque integral", Editorial Limusa, 2006.
- [18] Pedro R. Mondelo, "Ergonomía 4: El trabajo en oficinas", Ediciones UPC, 2001.

- [19] AENOR, "Norma española UNE-EN 12464-1", Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), 2002.
- [20] Philips, "Fundamentos sobre la Luz y la Iluminación", Philips Peruana, 2005.
- [21] "Iluminación de puestos de trabajo en interiores", Oficina Nacional de Normalización (NC) - Cuba, 2003.
- [22] Philips, "Código Técnico de la edificación y otras normas relacionadas con el alumbrado", [www.lighting.philips.com](http://www.lighting.philips.com), 2005.
- [23] Zumtobel, "Comprehensive Catalogue 1992/93", Zumtobel, 1992.
- [24] POPP, "Blendungsbewertung DIN 5035 (Direktblendung)", [www.popp.eu](http://www.popp.eu), 2000.
- [25] Dirección General de Industria, Energía y Minas – Madrid, "Guía Técnica de Iluminación eficiente – Sector Residencial y Terciario", Gráficas Arias Montano, 2006.
- [26] Lumiance, "Technical guides, lighting guide", Sylvania - [www.havells-sylvania.com](http://www.havells-sylvania.com), 2006.
- [27] IGuzzini, "Sistemas de alumbrado para interiores 2007-2008", IGuzzini, 2007.
- [28] POPP, "Blendungsbewertung nach UGR (Direktblendung)", [www.popp.eu/service/technische\\_informationen/leuchten](http://www.popp.eu/service/technische_informationen/leuchten), 2000.
- [29] 3F Filippi, "U.G.R. – Unified Glare Rating (Índice de deslumbramiento unificado)", [www.3f-filippi.it](http://www.3f-filippi.it), 2005.
- [30] Zumtobel, "Catálogo de productos 2007/2008", Zumtobel Lighting GmbH, 2006.
- [31] Fagerhult, "Lighting Planning. Quantities, units and their significance", [www.fagerhult.com](http://www.fagerhult.com), 2007.
- [32] European Commission, "CLEAR, Comfort and Low Energy Architecture", [www.learn.londonmet.ac.uk](http://www.learn.londonmet.ac.uk), 2004.
- [33] Zumtobel, "Comprehensive Catalogue 1995/96", Zumtobel, 1995.
- [34] Zumtobel, "Control de la iluminación", Zumtobel Lighting GmbH, 1995.
- [35] Zumtobel Staff, "Melow Light IV", Zumtobel Staff, 2005.
- [36] Cooper Lighting, "Interior Lighting Design Standards", <http://www.cooper-ls.com>.
- [37] Zumtobel Staff The light, "Aero/Orea Waveguide luminaires", Zumtobel Staff, 2000.
- [38] Zumtobel, "Light Fields", Zumtobel Lighting GmbH, 2006.
- [39] Zumtobel Staff the light, "Office lighting", Zumtobel Staff, 2000.
- [40] Zumtobel Staff, "Lighting for the workplace", Zumtobel Staff, 2005.

- [41] Herberto C. Bühler, "Alumbrado de puestos de trabajo con pantalla de video", Laboratorio de Luminotecnia del Instituto de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional de Tucumán – Argentina, 1982.
- [42] Osram, "Catálogo General de Luz 2007-2008", Osram Argentina, 2006.
- [43] José Ramírez Vásquez, "Sistemas de iluminación. Proyectos de alumbrado", Grupo Editorial CEAC, 1994.