



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**Proyecto de Instalación Eléctrica e iluminación en
la posible ampliación de la Biblioteca de la
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Campo-4**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

PRESENTAN:

**ADAMES ROJAS RAUL GUADALUPE
HERNÁNDEZ GARCIA NESTOR
RAMÍREZ PABLO EDUARDO**

**ASESOR: ING. JOSE JUAN CONTRERAS
ESPINOSA**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

EXAMEN DE LICENCIATURA
EN INGENIERIA MECANICA



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

ATN. C. Ma. del Carmen García Miyares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlan

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ GRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

Con base en el art. 23 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicarle a usted que revisamos la TESIS:

Título de la Tesis: Estudio de la Instalación Eléctrica e Iluminación en la planta de
Capilaridad de la Biblioteca de la Facultad de Estudios Superiores de
Cuautitlan Camp-4.

que presenta el pasante Ing. Francisco Salazar Rojas
con número de cuenta 9210173 para obtener el título de
Ingeniero Mecánico Industrial.

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA NASCERA EL ESPINILLO"

Cuautitlan, Mex. a 21 de Junio de 2004

PROFESORANTE Ing. Enrique Jiménez Ruiz

VOCAL Ing. José Juan Contreras Espinoza

SECRETARIO Ing. Emilio Rodríguez Acuña

PRIMER SUPLENTE Ing. Nicolás Roberto Salazar Reyes

SEGUNDO SUPLENTEAL Ing. Ramón Aguilar



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
SECRETARÍA DE ESTADOS



SECRETARÍA DE ESTADOS

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

ATN. C. Ma. Josefina García Méndez
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS

_____ Revisión de Instalación Eléctrica e Iluminación en la posible
construcción de la Biblioteca en la Facultad de Estudios Superiores
Cuautitlán Campesino

que presenta el pasante Demian Hernández García
con número de cuenta 811610-8 para obtener el título de
Ingeniero Mecánico Electromecánico

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"

Cuautitlán (Zam.), Mex. a 21 de Julio de 2001

PRESIDENTE Ing. Enrique Zúñiga Ruiz
VOCAL Ing. José Juan Martínez Espinosa
SECRETARIO Ing. Javier Rodríguez Martínez
PRIMER SUPLENTE Ing. Proclio Robito Rodríguez Arce
SEGUNDO SUPLENTE Ing. Iván Guzmán Tlaxiaco



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

México, D.F. a 21 de Junio de 2004

ATN Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlan

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

Con base en el art. 26 del Reglamento General de Exámenes nos permitimos consultar a usted que revisamos la YESIS:

Proyecto de Instalación de 4 Vías y Camuflaje en la zona de
rehabilitación de la Biblioteca de la Facultad de Estudios Superiores
Cuautitlan Campus

que presenta al pasante Edgardo Serrano Pardo
con número de cuenta 2502027-0 para obtener el título de
Ingeniero Mecánico Electromecánico

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlan Izapala, Méx. a 21 de Junio de 2004

PRESIDENTE Ing. Enrique Iván de la Cruz
VOCALES Ing. José Juan Contreras Espinoza
SECRETARIO Ing. Gabriel Rodríguez Azpilicueta
PRIMER SUPLENTE Ing. Nicolás Augusto Salasera Reyes
SEGUNDO SUPLENTE Ing. Iván de la Cruz

AGRADECIMIENTOS.

A Dios:

Porque gracias a su infinita bondad y a la gran familia que me dio, he logrado alcanzar una de mis grandes metas.

A mis padres:

Porque gracias a su gran esfuerzo por solventar mis estudios, su gran apoyo en las buenas y en las malas, sus excelentes consejos, su gran paciencia para conmigo y sobre todo, el cariño que me dan sin esperar nada a cambio, he conseguido una de mis metas y lo que ellos deseaban que lograra.

Infinitas gracias y los amo, ISAURA y PEDRO.

A mis hermanos:

Que han sido tan pacientes y me han apoyado en todo, los momentos que disfrutamos juntos y la gran familia que somos.

Gracias CÉSAR Y JOSE JUAN.

A mis abuelos:

Por ser y haber sido los mejores y los más cariñosos

David Rojas (q.e.p.d)

Antonia Hernández (q.e.p.d)

Ramón Adames

Luz Muñoz

A mis amigos:

Porque en ellos encontré el apoyo intelectual y las ganas de superación para poder alcanzar esta meta.

Y muchas gracias a toda mi familia que es la mejor.

Gracias a nuestro asesor el Ing. José Juan Conteras por su gran apoyo.

Gracias al Ing. Casildo por su gran ayuda y consejos en la realización de este trabajo.

Quiero agradecer también a la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO por su gran calidad, así como también a la gran calidad intelectual, civil y moral de los profesores que me enseñaron a ser una persona más completa en todos los sentidos.

Raúl Guadalupe Adames Rojas.

A MI ANGELITO "AHTZIRI"

Gracias bebe, con tan solo unos días de conocerte has llenado un hueco en mi corazón, eres lo mas importante para mi, te amo mucho, la primera vez que te vi te cargue y el mundo desapareció, solo éramos tu y yo en ese momento, espero no defraudarte y ser un buen padre, Te amo mucho trompitas.



NESTOR HERNÁNDEZ GARCIA

A DIOS

Por darme salud, por demostrarme que no me dejaba solo cuando mas se lo pedía, por permitirme estar con mis seres mas queridos en los momentos más difíciles y felices de mi vida, y por darme la oportunidad de ser papá.

A MI MADRE

Muchas gracias por confiar en mí ciegamente, por creer que soy capaz de lograr todo lo que me propongo, por apoyarme en todas mis decisiones, por todo el tiempo que me dedicaste para escucharme, por darme la vida, pero sobre todo gracias por ser mi mamá. Te quiero mucho.....

A MI PADRE

Por ser el hombre mas importante de mi vida, gracias por que no escatimaste esfuerzo y cansancio para darme lo que necesitaba y un poco mas, por tus consejos que no tenian otra cosa que amor de padre que solo desea lo mejor para un hijo, por darme la mejor de las herramientas para salir adelante en la vida.... mi carrera, por enseñarme a conseguir lo que deseo, por estar siempre a mi lado, por levantarme cuando he necesitado una mano, gracias por todo, gracias por ser mi padre, te quiero mucho papa.....

A MI HERMANO

Por ser tan sincero, por siempre buscar la forma de apoyarme, por ser un ejemplo al terminar tus estudios, por ser en ocasiones mi tapadera, gracias por ser mi amigo y hermano.

A MI ESPOSA

Gracias por ser como eres, por aguantarme en los momentos de desesperación, por siempre apoyarme en todo lo que deseo, por cruzarte en mi camino, por todo el amor que me has demostrado, por no dejarme caer cuando ya me sentía caído, gracias por ser mi esposa, y por darme la oportunidad de ser padre de una bebe muy linda. Te amo "flaca "

NESTOR HERNÁNDEZ GARCIA

A MIS FUTUROS ANGELITOS

Aun no los conozco pero mi amor siempre será grande para recibirlos y vivir por ustedes, que tarde o temprano serán lo mas importante para mi, y compartir toda esta alegría.

A MI ABUËLITOS MIGUEL Y CIRENIA

Por cuidarme como si fuera un hijo para ustedes, por darme a mi padre y por siempre estar pendiente de mí, lo quiero.

A LOS MARRANITOS RAUL Y LALO

Por ser mis amigos, por apoyarme en todo, por escucharme cuando lo necesitaba, por compartir más de 6 años, y por realizar este último trabajo tan importante en nuestras vidas.

A TODOS MIS AMIGOS

Que de una u otra forma influyeron para el termino de mis estudios y que demostraron su amistad sin interés alguno.

A LA UNAM

Por darme la oportunidad de realizar mis estudios en la escuela mas importante de México.

A NUESTRO ASESOR

Al ingeniero José Juan Contreras Espinosa por su apoyo en la realización de esta tesis y por ser un ejemplo para nosotros.

A ING. CASILDO RODRÍGUEZ A.

Por su asesoría para el desarrollo de esta tesis.

NESTOR HERNÁNDEZ GARCIA

Eduardo Ramírez Pablo

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por darme la vida y salud, por darme esta familia tan bonita que tengo y que no cambiaría por nada del mundo, y por permitir que nuestra familia a pesar de las adversidades se conserve unida y espero que así sea siempre.

A CHUCHIN (Q.E.P.D)

Porque fuiste mi máxima inspiración a terminar una carrera para poder cuidarte, pero desafortunadamente el destino no quiso que fuera así, y porque se que desde donde quiera que estés me ayudaste y me diste fuerza en todo momento para darle esa satisfacción a nuestros padres y porque siempre te recordare como lo que fuiste para nosotros, un ángel.

A MIS PADRES

Petra Pablo Santiago. Gracias por confiar siempre en mi, gracias por esa motivación, gracias por darme la vida, gracias por cuidarme siempre, gracias por siempre estar pendiente de mi, gracias por los consejos, gracias por los regaños porque esos detalles han hecho de mi lo que soy y espero que se sienta orgullosa porque ha sido por ti mamá, la mejor mamá del mundo, te dedico muy en especial esta tesis como un pequeño homenaje al gran esfuerzo que siempre has dado por tus hijos y por el amor que te tengo.

Miguel Ramírez Cruz. Le agradezco el dejarme siempre tomar mis decisiones, yo se que aunque su carácter es fuerte en el fondo hay un gran hombre que nunca dejo abandonados a sus hijos, que en el fondo los quiere a todos por igual y que a mi me enseñó a tener carácter el cual me ayudo a lograr terminar una de mis metas, le agradezco de corazón el que haya confiado en mi, espero no haberle dado muchos dolores de cabeza que nunca fue mi intención y yo se que cuento con usted aunque a veces no me lo diga.

A MIS HERMANOS

Enedina . Mi hermana mayor, gracias porque el tiempo que estuviste con nosotros nos apoyaste siempre a mis papas a mis hermanos y a mi. Gracias

a mis sobrinos Osvaldo y Diego porque me hacen recordar mi niñez con sus juegos y risas.

Miguel. Mi hermano mas alegre, siempre bromeando, gracias por esos momentos de alegría que siempre me hacían sonreír y me hacían olvidar las presiones.

Alfonso. Mi hermano el idealista, de ti aprendí que siempre debes mantenerte firme en tus ideales contra cualquier cosa, gracias por estar con nosotros.

Viridiana. Mi gorda, gracias por ser así, alegre, entusiasta, inocente, eso te hace ser una linda persona, ojalá siempre seas así y nunca cambies ese carácter, de antemano sabes que siempre contarás conmigo y tengo la plena confianza de que serás la siguiente en darle esta satisfacción a mis papas, te quiero.

Angel. De los hombres el mas pequeño, gracias por esos momentos de risa compartidos, gracias por ser como eres y porque veo que a pesar de tu edad comienzas a ser una persona responsable y entiénde que la familia es lo mas importante y ojalá sigas mis buenos ejemplos porque confié en ti.

Ariadna. La mas pequeña de la familia, pero la que siempre me recuerda la inocencia que alguna vez tuve, gracias por ser tan cariñosa conmigo, sigue como hasta ahora y sabes que también te quiero.

Aidé Espinoza Vera. A pesar de las circunstancias quiero agradecerte el que me hayas aguantado todos mis cambios emocionales y las palabras de apoyo que siempre recibí de ti, y por todos los momentos bonitos que pasamos juntos y porque siempre serás importante.

A MIS HIJOS (as). Que aunque todavía no los conozco este sacrificio fue en parte por ellos para que algún día tengan un padre del que puedan sentirse orgullosos.

EN ESPECIAL

Javier García Valdez. Te agradezco la amistad de llevamos de años y que esta basada en la confianza de ambos, gracias por el apoyo que siempre he recibido de ti, gracias por escucharme, gracias por compartir mis logros como si fueran tuyos.

Luz María Mayen A. Gracias por el cariño que siempre me tuviste, por la confianza de platicarme tus cosas, por el apoyo recibido, por la amistad que como alguna vez lo dijiste no es una amistad de ocasión porque a pesar de que ahora estamos lejos los dos seguimos confiando el uno con el otro.

Erendira Ávila Dávila. Gracias por todos los detalles que has tenido conmigo, por las atenciones, por las palabras de aliento, porque me has escuchado cuando lo he necesitado y porque me has demostrado que todavía se puede creer en las personas.

Néstor Hernández García. A ti te agradezco la amistad, los consejos, el escucharme y el apoyo que siempre he recibido de tu parte, ya sabes que también puedes contar conmigo

Raúl Gpe. Adames Rojas. Gracias por todos los momentos que pasamos en la escuela, esas cascaritas eran muy buenas jugando los 3, y son de esas cosas que vamos a extrañar ahora que ya no estaremos ahí, pero que se quedaran con nosotros por siempre.

A todos los amigos que durante mis estudios tuve y que por alguna razón los he dejado de ver, pero que en su momento fueron importantes.

A LA FAMILIA TELEZ RICO

Doña Ceci, Don Ponciano, Eduardo y Arturo. Gracias por la confianza que siempre me han tenido, por la amistad y por las atenciones que siempre he recibido de su parte.

A NUESTRO ASESOR

Ing. José Juan Contreras Espinosa. Gracias por el apoyo que recibimos de su parte para la realización de este proyecto y por el excelente trato que siempre recibimos.

Ing. Casildo Rodríguez A. Gracias por sus importantes asesorías y por la ayuda brindada a las correcciones de este proyecto.

A LA UNAM

Porque para mí sigue y seguirá siendo la máxima casa de estudios, por la formación que recibí y porque siempre será la mejor opción para las personas con aspiraciones de realizar una carrera profesional.

Sinceramente:

Eduardo Ramírez Pablo

<u>Índice</u>	
<u>Objetivos</u>	5
<u>Capítulo 1</u>	
<u>Generalidades</u>	7
<u>1.1 La luz y la visión</u>	7
<u>1.1.1 La luz</u>	7
1.1.1.1 El espectro electromagnético	7
1.1.1.2 Propiedades de la luz	8
<u>1.1.2 El ojo</u>	9
1.1.2.1 Introducción	9
1.1.2.2 El ojo humano	9
1.1.2.3 Funcionamiento del ojo	10
<u>1.1.3 La visión</u>	11
1.1.3.1 Principios Básicos	11
1.1.3.2 Visión Estereoscópica	12
1.1.3.3 Defectos de la Visión	12
1.1.3.4 Deficiencias de la visión	12
1.1.3.5 Factores que influyen en la visión	13
<u>1.1.4 El color</u>	13
1.1.4.1 El color como fenómeno físico	13
1.1.4.2 El color como fenómeno sensorial	14
1.1.4.3 Colores y mezclas	15
<u>1.2 Fotometría</u>	15
<u>1.2.1 Magnitudes y unidades de medida</u>	16
1.2.1.1 Flujo luminoso	16
1.2.1.2 Intensidad luminosa	17
1.2.1.3 Iluminancia	17
1.2.1.4 Luminancia	19
1.2.1.5 Rendimiento luminoso o eficiencia luminosa	19
1.2.1.6 Cantidad de luz	20
<u>1.2.2 Gráficos y diagramas de iluminación</u>	20

1.2.2.1 Diagrama polar o curvas de distribución luminosa	20
1.2.2.2 Matriz de intensidades luminosas	22
1.1.2.3 Diagramas isocandela	22
1.2.2.4 Curvas isolux	23
<u>1.3.1 Lámparas incandescentes</u>	24
1.3.1.1 La incandescencia	24
1.3.1.2 Características de una lámpara incandescente	25
1.3.1.3 Características cromáticas	26
1.3.1.4 Características de duración	26
1.3.1.5 Factores externos que influyen en el funcionamiento de las lámparas	27
1.3.1.6 Partes de una lámpara	28
1.3.1.7 Tipos de lámparas	28
<u>1.3.2 Lámparas de descarga. Conceptos</u>	30
1.3.2.1 Funcionamiento	30
1.3.2.2 Elementos auxiliares	31
1.3.2.3 Eficacia	32
1.3.2.4 Características cromáticas	32
1.3.2.5 Características de duración	33
1.3.2.6 Factores externos que influyen en el funcionamiento	34
1.3.2.7 Partes de una lámpara	34
<u>1.4. Iluminación Interior</u>	34
<u>1.4.1 Iluminación de interiores</u>	35
1.4.1.1 Deslumbramiento	35
1.4.1.2 Lámparas y luminarias	36
1.4.1.3 El color	37
1.4.1.4 Sistemas de alumbrado	40
1.4.1.5 Métodos de alumbrado	41
1.4.1.6 Niveles de iluminación recomendados	42
1.4.1.7 Depreciación de la eficiencia luminosa y mantenimiento	44
<u>Capítulo 2</u>	45
<u>Materiales mas comunes usados en las Instalaciones Eléctricas</u>	45
<u>2.1 El cobre y sus aplicaciones.</u>	45
<u>2.2 Clases de lámparas de descarga</u>	46
2.2.1 Lámparas fluorescentes	47
2.2.2 Lámparas de vapor de mercurio a alta presión	48

2.2.3 Lámparas de luz de mezcla	50
2.2.4 Lámparas con halogenuros metálicos	51
2.2.5 Lámparas de vapor de sodio	52
2.2.5.1 Lámparas de vapor de sodio a baja presión	52
2.2.5.2 Lámparas de vapor de sodio a alta presión	53

2.3 Luminarias **55**

2.3.1 Clasificación	55
2.3.1.1 Clasificación según las características ópticas de la lámpara	55
2.3.1.2 Clasificación según las características mecánicas de la lámpara	56
2.3.1.3 Clasificación según las características eléctricas de la lámpara	57
2.3.1.4 Otras clasificaciones	57

CAPITULO 3

CALCULO DE ILUMINACIÓN.

3.1 CALCULO DE ILUMINACIÓN PLANTA BAJA **58**

3.1.1 Procedimiento para realizar los cálculos	60
3.1.2 Sala de procesos técnicos y selección y adquisición	62
3.1.3 Pasillo "a"	65
3.1.4 Pasillo "b"	69
3.1.5 Pasillo "c"	72
3.1.6 Cuarto de maquinas	75
3.1.7 Sala de computo	78
3.1.8 Escaleras	81
3.1.9 Área de consulta	84
3.1.10 Anaqueles	88

3.2 CALCULO DE LUMINACIÓN PLANTA ALTA **92**

3.2.1 Vestíbulo	94
3.2.2 Pasillo	97
3.2.3 Vestíbulo y área de exposiciones	100
3.2.4 Vestíbulo y catalogo	104
3.2.5 Consulta	108
3.2.6 Anaqueles "A"	112
3.2.7 Anaqueles "B"	115
3.2.8 Anaqueles "C"	118
3.2.9 "Bodega" y "sala de juntas"	121
3.2.10 Sala de conferencias " B "	124
3.2.11 Cubículo "1", "2" y jefe "C"	127
3.2.12 Jefe "A" y "B"	130
3.2.13 Área secretarial sección "A" y "B"	133

3.2.14 Sala de conferencia "A"	136
3.2.15 Baños "A" (Hombres y Mujeres)	140
3.2.16 Baños "B" (Hombres y Mujeres)	143

CAPITULO 4

CALCULO DE CONDUCTORES.

4.1 Calculo de conductores para la instalación de los luminarias planta baja	147
4.2 Calculo de conductores para la instalación de los luminarias planta alta	160
4.3 Calculo de conductores para la instalación de los contactos planta baja	173
4.4 Calculo de conductores para la instalación de los contactos planta alta	184
4.5 Calculo de Materiales y Costos	196
CONCLUSIONES	202
BIBLIOGRAFIA	203
APENDICES	204

OBJETIVOS

- Dar los principios de Iluminación
- Calcular la iluminación
- Calcular los costos del proyecto
- Comprender la importancia del trabajo en equipo para la realización de proyectos en el área laboral

INTRODUCCIÓN

En todos los tipos de instalaciones eléctricas, ya sean residenciales o comerciales e industriales, la parte básica de las mismas la constituyen los conductores y las canalizaciones eléctricas. La selección y aplicación de estos elementos se hace para cada proyecto en particular, pero en cualquier caso respetando los aspectos marcados en la Norma Oficial Mexicana. (NOM 001 SEDE 1999)

El alumbrado artificial esta teniendo un desarrollo tecnológico de gran interés en los últimos años. Cuando se trata de un proyecto de alumbrado se debe tener en cuenta que los equipos seleccionados están en condiciones de proporcionar el máximo confort visual y los niveles de iluminación demandados sobre los espacios que se pretenden iluminar.

Es necesario conocer los distintos tipos de luminarias para poder seleccionar los mas adecuados de acuerdo al área que se desea iluminar, así como también es necesario conocer los tipos de lámparas a utilizar. Cabe mencionar que el uso al que se destina la edificación tiene una importancia fundamental cuando se analizan las numerosas variables que se manejan dentro de un proyecto de iluminación.

La parte económica es la base para la realización de cualquier proyecto, ya que de acuerdo a esto se tomaran las decisiones que influyen de manera directa en la aceptación del proyecto, sin menoscabo del confort visual.

Capítulo 1

Generalidades

1.1 La luz y la visión

La luz natural y artificial excita nuestros ojos permitiéndonos la visión del mundo que nos rodea. La naturaleza de la luz, el color, la fisiología y el funcionamiento del ojo y los factores que influyen en la visión son los temas tratados aquí.

Luz y sentido de la visión, dos caras de la misma moneda. Sin una la otra no tiene sentido. Sin luz los ojos no podrían percibir las formas, los colores de los objetos y, en definitiva, el mundo que nos rodea. Sin una visión que interpretara la luz, esta no serviría de nada.

1.1.1 La luz

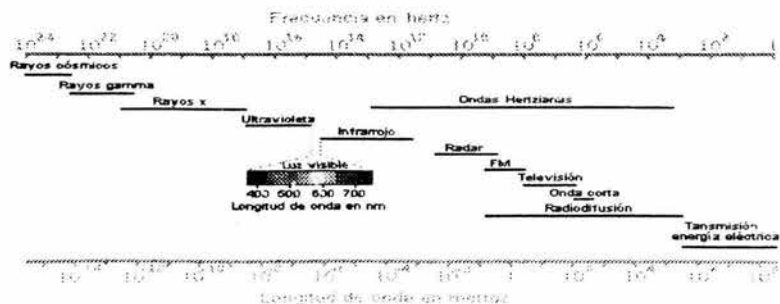
La luz, que llega a nuestros ojos y nos permite ver, es un pequeño conjunto de radiaciones electromagnéticas de longitudes de onda comprendidas entre los 380 nm y los 770 nm.

1.1.1.1 El espectro electromagnético

La luz forma parte del espectro electromagnético que comprende tipos de ondas tan dispares como los rayos cósmicos, los rayos gamma, los ultravioletas, los infrarrojos y las ondas de radio o televisión entre otros. Cada uno de estos tipos de onda comprende un intervalo definido por una magnitud característica que puede ser la longitud de onda (λ) o la frecuencia (f). Recordemos que la relación entre ambas es:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

donde c es la velocidad de la luz en el vacío ($c = 3 \cdot 10^8$ m/s).



Espectro Electromagnético.

1.1.1.2 Propiedades de la luz

Cuando la luz encuentra un obstáculo en su camino choca contra la superficie de este y una parte es reflejada. Si el cuerpo es opaco el resto de la luz será absorbida. Si es transparente una parte será absorbida como en el caso anterior y el resto atravesará el cuerpo transmitiéndose. Así pues, tenemos tres posibilidades:

Reflexión.

Transmisión-refracción.

Absorción.

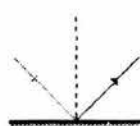
Para cada una se define un coeficiente que nos da el porcentaje correspondiente en tanto por uno. Son el factor de reflexión (ρ), el de transmisión (τ) y el de absorción (α) que cumplen:

$$\rho + \alpha + \tau = 1 \quad \text{cuerpos transparentes}$$

$$\rho + \alpha = 1 \quad \text{cuerpos opacos } (\tau=0)$$

La luz tiene también otras propiedades, como la polarización, la interferencia, la difracción o el efecto fotoeléctrico, pero la reflexión, transmisión-refracción y la absorción son las más importantes en luminotecnia.

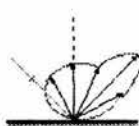
La reflexión es un fenómeno que se produce cuando la luz choca contra la superficie de separación de dos medios diferentes (ya sean gases como la atmósfera, líquidos como el agua o sólidos) y está regida por la ley de la reflexión. La dirección en que sale reflejada la luz viene determinada por el tipo de superficie. Si es una superficie brillante o pulida se produce la reflexión regular en que toda la luz sale en una única dirección. Si la superficie es mate y la luz sale desperdigada en todas direcciones se llama reflexión difusa. Y, por último, está el caso intermedio, reflexión mixta, en que predomina una dirección sobre las demás. Esto se da en superficies metálicas sin pulir, barnices, papel brillante, etc.



Reflexión regular



Reflexión difusa



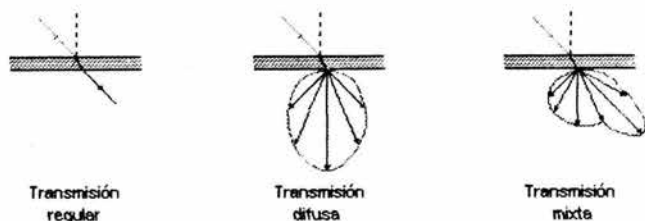
Reflexión mixta

La refracción se produce cuando un rayo de luz es desviado de su trayectoria al atravesar una superficie de separación entre medios diferentes según la ley de la refracción. Esto se debe a que la velocidad de propagación de la luz en cada uno de ellos es diferente.



Refracción

La transmisión se puede considerar una doble refracción. Si pensamos en un vidrio, la luz sufre una primera refracción al pasar del aire al vidrio, sigue su camino y vuelve a refractarse al pasar de nuevo al aire. Si después de este proceso el rayo de luz no es desviado de su trayectoria se dice que la transmisión es regular como pasa en los vidrios transparentes. Si se difunde en todas direcciones tenemos la transmisión difusa que es lo que pasa en los vidrios translúcidos. Y si predomina una dirección sobre las demás tenemos la mixta como ocurre en los vidrios orgánicos o en los cristales de superficie labrada.



La **absorción** es un proceso muy ligado al color. El ojo humano sólo es sensible a las radiaciones pertenecientes a un pequeño intervalo del espectro electromagnético. Son los colores que mezclados forman la luz blanca. Su distribución espectral aproximada es:

Tipo de radiación	Longitudes de onda (nm)
Violeta	380-436
Azul	436-495
Verde	495-566
Amarillo	566-589
Naranja	589-627
Rojo	627-770

Cuando la luz blanca choca con un objeto una parte de los colores que la componen son absorbidos por la superficie y el resto son reflejados. Las componentes reflejadas son las que determinan el color que percibimos. Si las refleja todas es blanco y si las absorbe todas es negro. Un objeto es rojo porque refleja la luz roja y absorbe las demás componentes de la luz blanca. Si iluminamos el mismo objeto con luz azul lo veremos negro porque el cuerpo absorbe esta componente y no refleja ninguna. Queda claro, entonces, que el color con que percibimos un objeto depende del tipo de luz que le enviamos y de los colores que este sea capaz de reflejar.

1.1.2 El ojo

1.1.2.1 Introducción

Ojo, órgano de la visión en los seres humanos y en los animales. Los ojos de las diferentes especies varían desde las estructuras más simples, capaces de diferenciar sólo entre la luz y la oscuridad, hasta los órganos complejos que presentan los seres humanos y otros mamíferos, que pueden distinguir variaciones muy pequeñas de forma, color, luminosidad y distancia. En realidad, el órgano que efectúa el proceso de la visión es el cerebro; la función del ojo es traducir las vibraciones electromagnéticas de la luz en un determinado tipo de impulsos nerviosos que se transmiten al cerebro.

1.1.2.2 El ojo humano

El ojo en su conjunto, llamado globo ocular, es una estructura esférica de aproximadamente 2,5 cm de diámetro con un marcado abombamiento sobre su superficie delantera. La parte exterior, o la cubierta, se compone de tres capas de tejido: la capa más externa o esclerótica tiene una función protectora, cubre unos cinco sextos de la superficie ocular y se prolonga en la parte anterior con la córnea transparente; la capa media o úvea tiene a su vez tres partes diferenciadas: la coroides —muy vascularizada, reviste las tres quintas partes posteriores del globo ocular— continúa con el cuerpo ciliar, formado por los procesos

ciliares, y a continuación el iris, que se extiende por la parte frontal del ojo. La capa más interna es la retina, sensible a la luz.

La córnea es una membrana resistente, compuesta por cinco capas, a través de la cual la luz penetra en el interior del ojo. Por detrás, hay una cámara llena de un fluido claro y húmedo (el humor acuoso) que separa la córnea de la lente del cristalino. En sí misma, la lente es una esfera aplanada constituida por un gran número de fibras transparentes dispuestas en capas. Está conectada con el músculo ciliar, que tiene forma de anillo y la rodea mediante unos ligamentos. El músculo ciliar y los tejidos circundantes forman el cuerpo ciliar y esta estructura aplanada o redondea la lente, cambiando su longitud focal.

El iris es una estructura pigmentada suspendida entre la córnea y el cristalino y tiene una abertura circular en el centro, la pupila. El tamaño de la pupila depende de un músculo que rodea sus bordes, aumentando o disminuyendo cuando se contrae o se relaja, controlando la cantidad de luz que entra en el ojo.

Por detrás de la lente, el cuerpo principal del ojo está lleno de una sustancia transparente y gelatinosa (el humor vítreo) encerrado en un saco delgado que recibe el nombre de membrana hialoidea. La presión del humor vítreo mantiene distendido el globo ocular.

La retina es una capa compleja compuesta sobre todo por células nerviosas. Las células receptoras sensibles a la luz se encuentran en su superficie exterior detrás de una capa de tejido pigmentado. Estas células tienen la forma de conos y bastones y están ordenadas como los fósforos de una caja. Situada detrás de la pupila, la retina tiene una pequeña mancha de color amarillo, llamada mácula lútea; en su centro se encuentra la fovea central, la zona del ojo con mayor agudeza visual. La capa sensorial de la fovea se compone sólo de células con forma de conos, mientras que en torno a ella también se encuentran células con forma de bastones. Según nos alejamos del área sensible, las células con forma de cono se vuelven más escasas y en los bordes exteriores de la retina sólo existen las células con forma de bastones.

El nervio óptico entra en el globo ocular por debajo y algo inclinado hacia el lado interno de la fovea central, originando en la retina una pequeña mancha redondeada llamada disco óptico. Esta estructura forma el punto ciego del ojo, ya que carece de células sensibles a la luz.

1.1.2.3 Funcionamiento del ojo

En general, los ojos de los animales funcionan como unas cámaras fotográficas sencillas. La lente del cristalino forma en la retina una imagen invertida de los objetos que enfoca y la retina se corresponde con la película sensible a la luz.

Debido a la estructura nerviosa de la retina, los ojos ven con una claridad mayor sólo en la región de la fovea. Las células con forma de conos están conectadas de forma individual con otras fibras nerviosas, de modo que los estímulos que llegan a cada una de ellas se reproducen y permiten distinguir los pequeños detalles. Por otro lado, las células con forma de bastones se conectan en grupo y responden a los estímulos que alcanzan un área general (es decir, los estímulos luminosos), pero no tienen capacidad para separar los pequeños detalles de la imagen visual. La diferente localización y estructura de estas células conducen a la división del campo visual del ojo en una pequeña región central de gran agudeza y en las zonas que la rodean, de menor agudeza y con una gran sensibilidad a la luz. Así, durante la noche, los objetos confusos se

pueden ver por la parte periférica de la retina cuando son invisibles para la fovea central.

El mecanismo de la visión nocturna implica la sensibilización de las células en forma de bastones gracias a un pigmento, la púrpura visual o rodopsina, sintetizado en su interior. Para la producción de este pigmento es necesaria la vitamina A y su deficiencia conduce a la ceguera nocturna. La rodopsina se blanquea por la acción de la luz y los bastones deben reconstituirla en la oscuridad, de ahí que una persona que entra en una habitación oscura procedente del exterior con luz del sol, no puede ver hasta que el pigmento no empieza a formarse; cuando los ojos son sensibles a unos niveles bajos de iluminación, quiere decir que se han adaptado a la oscuridad.

En la capa externa de la retina está presente un pigmento marrón o pardusco que sirve para proteger las células con forma de conos de la sobreexposición a la luz. Cuando la luz intensa alcanza la retina, los gránulos de este pigmento emigran a los espacios que circundan a estas células, revistiéndolas y ocultándolas. De este modo, los ojos se adaptan a la luz.

Nadie es consciente de las diferentes zonas en las que se divide su campo visual. Esto es debido a que los ojos están en constante movimiento y la retina se excita en una u otra parte, según la atención se desvía de un objeto a otro. Los movimientos del globo ocular hacia la derecha, izquierda, arriba, abajo y a los lados se llevan a cabo por los seis músculos oculares y son muy precisos. Se ha estimado que los ojos pueden moverse para enfocar en, al menos, cien mil puntos distintos del campo visual. Los músculos de los dos ojos funcionan de forma simultánea, por lo que también desempeñan la importante función de converger su enfoque en un punto para que las imágenes de ambos coincidan; cuando esta convergencia no existe o es defectuosa se produce la doble visión. El movimiento ocular y la fusión de las imágenes también contribuyen en la estimación visual del tamaño y la distancia.

1.1.3 La visión

Visión, facultad por la cual a través del ojo, órgano visual, se percibe el mundo exterior. Muchos organismos simples tienen receptores luminosos capaces de reaccionar ante determinados movimientos y sombras, pero la verdadera visión supone la formación de imágenes en el cerebro. Los ojos de los distintos organismos proporcionan imágenes de diversa claridad; este artículo se refiere a la visión en seres humanos y en otros animales con ojos de análoga complejidad.

1.1.3.1 Principios Básicos

La visión está relacionada en especial con la percepción del color, la forma, la distancia y las imágenes en tres dimensiones. En primer lugar, las ondas luminosas inciden sobre la retina del ojo, pero si estas ondas son superiores o inferiores a determinados límites no producen impresión visual. El color depende, en parte, de la longitud o longitudes de onda de las ondas luminosas incidentes, que pueden ser simples o compuestas, y en parte del estado del propio ojo, como ocurre en el daltonismo. La luminosidad aparente

de un objeto depende de la amplitud de las ondas luminosas que pasan de él al ojo, y las pequeñas diferencias de luminosidad perceptibles siempre guardan una relación casi constante con la intensidad total del objeto iluminado.

Dentro de los principios ópticos normales, un punto por encima de la línea directa de visión queda un punto por debajo del centro de la retina y viceversa. Si la retina fuera observada por otra persona, el observador vería que la imagen del objeto formada en ella es una imagen invertida. Cualquier incremento en la magnitud de la imagen retiniana suele estar asociado con la proximidad del objeto. Cuando este mismo efecto se consigue mediante lentes, aun cuando la distancia real se incremente, el objeto parece aproximarse. Esta proximidad aparente es resultado de un razonamiento inconsciente. La mente asigna a cualquier objeto una talla determinada o conocida.

1.1.3.2 Visión Estereoscópica

Los seres humanos y otros animales son capaces de enfocar los dos ojos sobre un objeto, lo que permite una visión estereoscópica, fundamental para percibir la profundidad. El principio de la visión estereoscópica puede describirse como un proceso visual relacionado con el uso de un estereoscopio, el cual muestra una imagen desde dos ángulos ligeramente diferentes, que los ojos funden en una imagen tridimensional única.

1.1.3.3 Defectos de la Visión

El trastorno más común de la visión está provocado por cristales u otros cuerpos opacos pequeños presentes en los humores del ojo los cuales no suelen ser mas que una molestia pasajera. Mucho más serias son las opacidades denominadas cataratas, que se desarrollan en las lentes oculares como consecuencia de lesión mecánica, edad avanzada o dietas carenciales. La opacidad de la córnea también provoca una pérdida de transparencia; el trasplante de una parte de la córnea sana procedente de otra persona puede solucionar este problema.

1.1.3.4 Deficiencias de la visión

La hemeralopia está causada por una incipiente opacidad en uno o más de los tejidos oculares. La nictalopia se debe a una deficiencia de rodopsina en la retina originada por una falta de vitamina A. La ceguera para los colores se atribuye a un defecto congénito de la retina o de otras partes nerviosas del tracto óptico. La ambliopia es una deficiencia en la visión sin daño estructural aparente, que puede deberse a un exceso del consumo de drogas, tabaco, alcohol, estar asociada con la histeria o con la uremia, o a la falta de uso de un ojo, en ocasiones como consecuencia de un defecto visual grave en él.

1.1.3.5 Factores que influyen en la visión

La visión se produce con la intervención asociada a los objetos observados, de los siguientes factores:

- Tamaño del objeto (dimensiones).
- Luminancia del objeto que está asociada a la intensidad de la luz que incide sobre el mismo (iluminación).
- Los contrastes de luminancia entre objetos y entorno (contraste).
- Tiempo disponible de observación. Para las observaciones rápidas se precisa escenarios muy iluminados (velocidad).
- Entorno cromático (cromatismo).
- Magnitud del Flujo luminoso producido por los puntos de luz o reflejado en ciertas superficies especulares (deslumbramiento).

1.1.3 El color

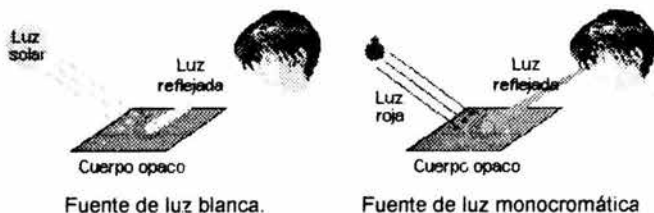
Al hablar del color hay que distinguir entre el fenómeno físico donde intervienen la luz y la visión (sensibilidad y contraste) y el fenómeno sensorial. Como fenómeno físico comentaremos, además, los sistemas de especificación y la realización de mezclas.

1.1.4.1 El color como fenómeno físico

Recordemos brevemente que la **luz blanca** del sol está formada por la unión de los colores del arco iris, cada uno con su correspondiente longitud de onda. Los colores van del violeta (380 nm) hasta el rojo (770 nm) y su distribución espectral aproximada es:

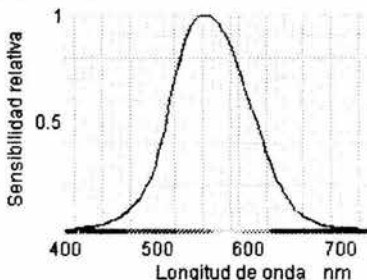
Color	Longitud de onda (nm)
Violeta	380-436
Azul	436-495
Verde	495-566
Amarillo	566-589
Naranja	589-627
Rojo	627-770

Cuando un cuerpo opaco es iluminado por luz blanca refleja un color o una mezcla de estos absorbiendo el resto. Las radiaciones luminosas reflejadas determinarán el color con que nuestros ojos verán el objeto. Si las refleja todas será blanco y si las absorbe todas negro. Si, por el contrario, usamos una fuente de luz monocromática o una de espectro discontinuo, que emita sólo en algunas longitudes de onda, los colores se verán deformados. Este efecto puede ser muy útil en decoración pero no para la iluminación general.



Efecto de la luz coloreada sobre los objetos de color.

El ojo humano no es igual de **sensible** a todas las longitudes de onda que forman la luz diurna. De hecho, tiene su máximo para un valor de 555 nm que corresponde a un tono amarillo verdoso. A medida que nos alejamos del máximo hacia los extremos del espectro (rojo y violeta) esta va disminuyendo. Es por ello que las señales de peligro y advertencia, la iluminación de emergencia o las luces antiniebla son de color amarillo.



1.1.4.2 El color como fenómeno sensorial

El color como otras sensaciones que percibimos a través de los sentidos está sometida a criterios de análisis subjetivos. Depende de las preferencias personales, su relación con otros colores y formas dentro del campo visual (el contraste, la extensión que ocupa, la iluminación recibida, la armonía con el ambiente...), el estado de ánimo y de salud, etc.

Tradicionalmente distinguimos entre **colores fríos** y **cálidos**. Los primeros son los violetas, azules y verdes oscuros. Dan la impresión de frescor, tristeza, recogimiento y reducción del espacio. Por contra, los segundos, amarillos, naranjas, rojos y verdes claros, producen sensaciones de alegría, ambiente estimulante y acogedor y de amplitud de espacio.

Sensaciones asociadas a los colores.	
Blanco	Friedad, higiene, neutralidad.
Amarillo	Actividad, impresión, nerviosismo.
Verde	Calma, reposo, naturaleza.
Azul	Friedad
Negro	Inquietud, tensión.
Marrón	Calidez, relajación.
Rojo	Calidez intensa, excitación, estimulante.

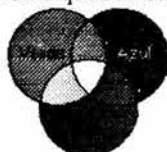
Hay que destacar también el factor cultural y climático porque en los países cálidos se prefieren tonos fríos para la decoración de interiores mientras que en los fríos pasa al revés.

1.1.4.3 Colores y mezclas

A todos aquellos que hallan pintado alguna vez les sonarán términos como colores primarios, secundarios, terciarios o cuaternarios. Los **colores primarios o básicos** son aquellos cuya combinación produce todos los demás. En pintura son el cian, el magenta y el amarillo y en iluminación el azul, el verde y el rojo. Cualquier otro color se puede obtener combinándolos en diferentes proporciones. Así los **secundarios** se obtienen con mezclas al 50%; los **terciarios** mezclando dos secundarios entre sí, etc.

Las mezclas, que en luminotecnia se consiguen mediante filtros y haces de luces, pueden ser aditivas o sustractivas.

Las **mezclas aditivas u ópticas** se obtienen sumando haces de luces de colores. El color resultante dependerá de la componente que se halle en mayor proporción y será más intenso que estas. Si la suma diera blanco se diría que son **colores complementarios**.



Mezcla aditiva

Las **mezclas sustractivas o pigmentarias** se consiguen aplicando a la luz blanca una serie de sucesivos filtros de colores que darán un tono de intensidad intermedia entre las componentes.



Mezcla sustractiva

Para definir los colores se emplean diversos sistemas como el RGB o el de Munsell. En el **sistema RGB** (Red, Green, Blue), usado en informática, un color está definido por la proporción de los tres colores básicos - rojo, verde y azul - empleados en la mezcla. En el **sistema de Munsell** se recurre a tres parámetros: tono o matiz (rojo, amarillo, verde...), valor o intensidad (luminosidad de un color comparada con una escala de grises; por ejemplo el amarillo es más brillante que el negro) y cromaticidad o saturación (cantidad de blanco que tiene un color; si no tiene nada se dice que está saturado).

1.2 Fotometría

Como ya sabemos, la luz es una forma de radiación electromagnética comprendida entre los 380 nm y los 770 nm de longitud de onda a la que es sensible el ojo humano. Pero esta sensibilidad no es igual en todo el intervalo y tiene su máximo para 555 nm (amarillo-verdoso) descendiendo hacia los extremos (violeta y rojo). Con la fotometría pretendemos

definir unas herramientas de trabajo, magnitudes y gráficos, para la luz con las que poder realizar los cálculos de iluminación.

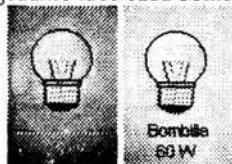
1.2.1 Magnitudes y unidades de medida

Para trabajar con la luz visible se definen unas magnitudes y unidades para poder evaluar los fenómenos luminosos.

La luz, al igual que las ondas de radio, los rayos X o los gamma es una forma de energía. Si la energía se mide en joules (J) en el Sistema Internacional, para qué necesitamos nuevas unidades. La razón es más simple de lo que parece. No toda la luz emitida por una fuente llega al ojo y produce sensación luminosa, ni toda la energía que consume, por ejemplo, una bombilla se convierte en luz. Todo esto se ha de evaluar de alguna manera y para ello definiremos nuevas magnitudes: el flujo luminoso, la intensidad luminosa, la iluminancia, la luminancia, el rendimiento o eficiencia luminosa y la cantidad de luz.

1.2.1.1 Flujo luminoso

Para hacernos una primera idea consideraremos dos bombillas, una de 25 W y otra de 60 W. Está claro que la de 60 W dará una luz más intensa. Pues bien, esta es la idea: ¿cuál luce más? o dicho de otra forma ¿cuánto luce cada bombilla?



Cuando hablamos de 25 W o 60 W nos referimos sólo a la potencia consumida por la bombilla de la cual solo una parte se convierte en luz visible, es el llamado flujo luminoso. Podríamos medirlo en watts (W), pero parece más sencillo definir una nueva unidad, el **lumen**, que tome como referencia la radiación visible. Empíricamente se demuestra que a una radiación de 555 nm de 1 W de potencia emitida por un cuerpo negro le corresponden 683 lumen.

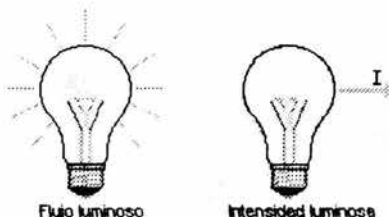
Se define el **flujo luminoso** como la potencia (W) emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible. Su símbolo es Φ y su unidad es el lumen (lm). A la relación entre watts y lúmenes se le llama **equivalente luminoso de la energía** y equivale a:

$$1 \text{ watt-luz a } 555 \text{ nm} = 683 \text{ lm}$$

Flujo luminoso	Símbolo: Φ
	Unidad: lumen (lm)

1.2.1.2 Intensidad luminosa

El flujo luminoso nos da una idea de la cantidad de luz que emite una fuente de luz, por ejemplo una bombilla, en todas las direcciones del espacio. Por contra, si pensamos en un proyector es fácil ver que sólo ilumina en una dirección. Parece claro que necesitamos conocer cómo se distribuye el flujo en cada dirección del espacio y para eso definimos la intensidad luminosa.



Diferencia entre flujo e intensidad luminosa.

Se conoce como **intensidad luminosa** al flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta. Su símbolo es I y su unidad la candela (cd).

Intensidad luminosa $I = \frac{\Phi}{\Omega}$	Símbolo: I Unidad: candela (cd)	
--	--------------------------------------	--

1.2.1.3 Iluminancia

Quizás haya jugado alguna vez a iluminar con una linterna objetos situados a diferentes distancias. Si se pone la mano delante de la linterna podemos ver esta fuertemente iluminada por un círculo pequeño y si se ilumina una pared lejana el círculo es grande y la luz débil. Esta sencilla experiencia recoge muy bien el concepto de iluminancia.



Concepto de iluminancia.

Se define **iluminancia** como el flujo luminoso recibido por una superficie. Su símbolo es E y su unidad el lux (lx) que es un lm/m^2 .

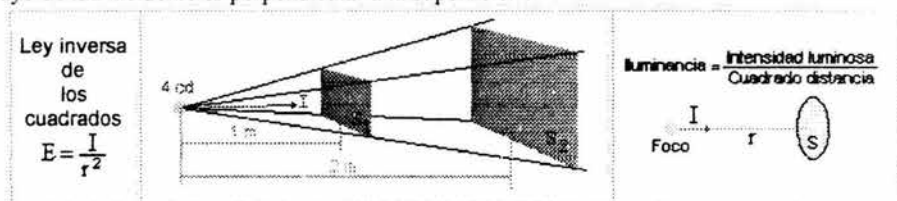
Iluminancia $E = \frac{\Phi}{S}$	Símbolo: E Unidad: lux (lx)	$\text{lux} = \frac{\text{lumen}}{\text{m}^2}$
-------------------------------------	----------------------------------	--

Existe también otra unidad, el *foot-candle* (fc), utilizada en países de habla inglesa cuya relación con el lux es:

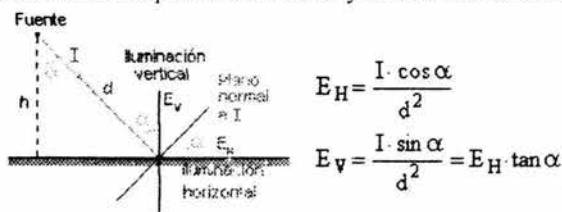
$$1 \text{ fc} \approx 10.76 \text{ lx}$$

$$1 \text{ lx} \approx 0.1 \text{ fc}$$

En el ejemplo de la linterna ya pudimos ver que la iluminancia depende de la distancia del foco al objeto iluminado. Es algo similar a lo que ocurre cuando oímos alejarse a un coche; al principio se oye alto y claro, pero después va disminuyendo hasta perderse. Lo que ocurre con la iluminancia se conoce por la **ley inversa de los cuadrados** que relaciona la intensidad luminosa (I) y la distancia a la fuente. Esta ley solo es válida si la dirección del rayo de luz incidente es perpendicular a la superficie.



¿Qué ocurre si el rayo no es perpendicular? En este caso hay que descomponer la iluminancia recibida en una componente horizontal y en otra vertical a la superficie.



$$E_H = \frac{I \cdot \cos \alpha}{d^2}$$

$$E_v = \frac{I \cdot \sin \alpha}{d^2} = E_H \cdot \tan \alpha$$

A la componente horizontal de la iluminancia (E_H) se le conoce como la **ley del coseno**. Es fácil ver que si $\alpha = 0$ nos queda la ley inversa de los cuadrados. Si expresamos E_H y E_v en función de la distancia del foco a la superficie (h) nos queda:

$$E_H = \frac{I \cdot \cos^3 \alpha}{h^2}$$

$$E_v = \frac{I \cdot \cos^2 \alpha \cdot \sin \alpha}{h^2}$$

En general, si un punto está iluminado por más de una lámpara su iluminancia total es la suma de las iluminancias recibidas:

$$E_H = \sum_{i=1}^n \frac{I_i \cdot \cos^3 \alpha_i}{h_i^2}$$

$$E_v = \sum_{i=1}^n \frac{I_i \cdot \cos^2 \alpha_i \cdot \sin \alpha_i}{h_i^2}$$

1.2.1.4 Luminancia

Hasta ahora hemos hablado de magnitudes que informan sobre propiedades de las fuentes de luz (flujo luminoso o intensidad luminosa) o sobre la luz que llega a una superficie (iluminancia). Pero no hemos dicho nada de la luz que llega al ojo que a fin de cuentas es la que vemos. De esto trata la luminancia. Tanto en el caso que veamos un foco luminoso como en el que veamos luz reflejada procedente de un cuerpo la definición es la misma.

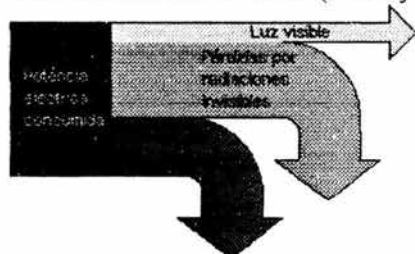
Se llama **luminancia** a la relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada. Su símbolo es L y su unidad es la cd/m^2 . También es posible encontrar otras unidades como el stilb ($1 \text{ sb} = 1 \text{ cd/cm}^2$) o el nit ($1 \text{ nt} = 1 \text{ cd/m}^2$).

<p>Luminancia</p> $L = \frac{I}{S_{\text{aparente}}} = \frac{I}{S \cdot \cos \alpha}$	<p>Símbolo: L</p> <p>Unidad: cd/m^2</p>	
---	--	--

Es importante destacar que sólo vemos luminancias, no iluminancias.

1.2.1.5 Rendimiento luminoso o eficiencia luminosa

Ya mencionamos al hablar del flujo luminoso que no toda la energía eléctrica consumida por una lámpara (bombilla, fluorescente, etc.) se transformaba en luz visible. Parte se pierde por calor, parte en forma de radiación no visible (infrarrojo o ultravioleta), etc.



Para hacernos una idea de la porción de energía útil definimos el **rendimiento luminoso** como el cociente entre el flujo luminoso producido y la potencia eléctrica consumida, que viene con las características de las lámparas (25 W, 60 W...). Mientras mayor sea mejor será la lámpara y menos gastará. La unidad es el lumen por watt (lm/W).

<p>Rendimiento luminoso</p> $\eta = \frac{\Phi}{W}$	<p>Símbolo: η</p> <p>Unidad: lm/W</p>	<p>Rendimiento = $\frac{\text{Flujo luminoso}}{\text{Potencia consumida}}$</p>
---	---	---

1.2.1.6 Cantidad de luz

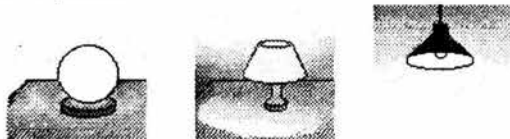
Esta magnitud sólo tiene importancia para conocer el flujo luminoso que es capaz de dar un flash fotográfico o para comparar diferentes lámparas según la luz que emiten durante un cierto periodo de tiempo. Su símbolo es Q y su unidad es el lumen por segundo (lm·s).

Cantidad de luz	Símbolo: Q
$Q = \Phi \cdot t$	Unidad: lm·s

1.2.2 Gráficos y diagramas de iluminación

Los gráficos y tablas son una potente herramienta de trabajo para el proyectista pues dan una información precisa de la forma del haz de luz de una lámpara o luminaria.

Cuando se habla en fotometría de magnitudes y unidades de medida se definen una serie de términos y leyes que describen el comportamiento de la luz y sirven como herramientas de cálculo. Pero no hemos de olvidar que las hipótesis utilizadas para definirlos son muy restrictivas (fuente puntual, distribución del flujo esférica y homogénea, etc.). Aunque esto no invalida los resultados y conclusiones obtenidas, nos obliga a buscar nuevas herramientas de trabajo, que describan mejor la realidad, como son las tablas, gráficos o programas informáticos. De todos los inconvenientes planteados, el más grave se encuentra en la forma de la distribución del flujo luminoso que depende de las características de las lámparas y luminarias empleadas.



Influencia de la luminaria en la forma del haz de luz.

A menudo no le daremos mucha importancia a este tema, como pasa en la iluminación de interiores, pero será fundamental si queremos optimizar la instalación o en temas como la iluminación de calles, decorativa, de industrias o de instalaciones deportivas.

A continuación veremos los gráficos más habituales en luminotecnia:

Diagrama polar o curva de distribución luminosa.

Diagramas isocandela.

Alumbrado por proyección.

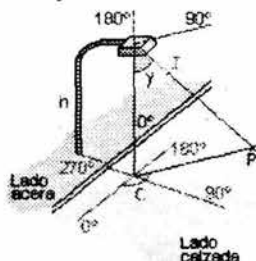
Alumbrado público. Proyección azimutal de Lambert.

Curvas isolux.

1.2.2.1 Diagrama polar o curvas de distribución luminosa

En estos gráficos la intensidad luminosa se representa mediante un sistema de tres coordenadas (I,C,γ). La primera de ellas I representa el valor numérico de la intensidad luminosa en candelas e indica la longitud del vector mientras las otras señalan la dirección. El ángulo C nos dice en qué plano vertical estamos y γ mide la inclinación respecto al eje vertical de la luminaria. En este último, 0° señala la vertical hacia abajo, 90° la horizontal y 180° la vertical hacia arriba. Los valores de C utilizados en las gráficas no se suelen indicar

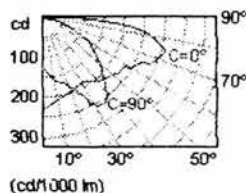
salvo para el alumbrado público. En este caso, los ángulos entre 0° y 180° quedan en el lado de la calzada y los comprendidos entre 180° y 360° en la acera; 90° y 270° son perpendiculares al bordillo y caen respectivamente en la calzada y en la acera.



Con un sistema de tres coordenadas es fácil pensar que más que una representación plana tendríamos una tridimensional. De hecho, esto es así y si representamos en el espacio todos los vectores de la intensidad luminosa en sus respectivas direcciones y uniéramos después sus extremos, obtendríamos un cuerpo llamado **sólido fotométrico**. Pero como trabajar en tres dimensiones es muy incómodo, se corta el sólido con planos verticales para diferentes valores de C (suelen ser uno, dos, tres o más dependiendo de las simetrías de la figura) y se reduce a la representación plana de las curvas más características.

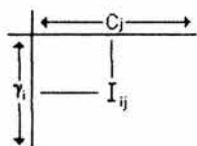
En la **curva de distribución luminosa**, los radios representan el ángulo γ y las circunferencias concéntricas el valor de la intensidad en candelas. De todos los planos verticales posibles identificados por el ángulo C, solo se suelen representar los planos verticales correspondientes a los planos de simetría y los transversales a estos ($C = 0^\circ$ y $C = 90^\circ$) y aquel en que la lámpara tiene su máximo de intensidad. Para evitar tener que hacer un gráfico para cada lámpara cuando solo varía la potencia de esta, los gráficos se normalizan para una lámpara de referencia de 1000 lm. Para conocer los valores reales de las intensidades bastará con multiplicar el flujo luminoso real de la lámpara por la lectura en el gráfico y dividirlo por 1000 lm.

$$I_{\text{real}} = \Phi_{\text{lámpara}} \cdot \frac{I_{\text{gráfico}}}{1000}$$



1.2.2.2 Matriz de intensidades luminosas

También es posible encontrar estos datos en unas tablas llamadas **matriz de intensidades luminosas** donde para cada pareja de valores de C y γ obtenemos un valor de I normalizado para una lámpara de flujo de 1000 lm.



1.2.2.3 Diagramas isocandela

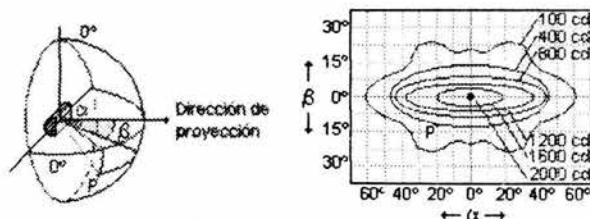
A pesar de que las curvas de distribución luminosa son herramientas muy útiles y prácticas, presentan el gran inconveniente de que sólo nos dan información de lo que ocurre en unos pocos planos meridionales (para algunos valores de C) y no sabemos a ciencia cierta qué pasa en el resto. Para evitar estos inconvenientes y conjugar una representación plana con información sobre la intensidad en cualquier dirección se definen las curvas isocandela.

En los **diagramas isocandelas** se representan en un plano, mediante curvas de nivel, los puntos de igual valor de la intensidad luminosa. Cada punto indica una dirección del espacio definida por dos coordenadas angulares. Según cómo se escojan estos ángulos, distinguiremos dos casos:

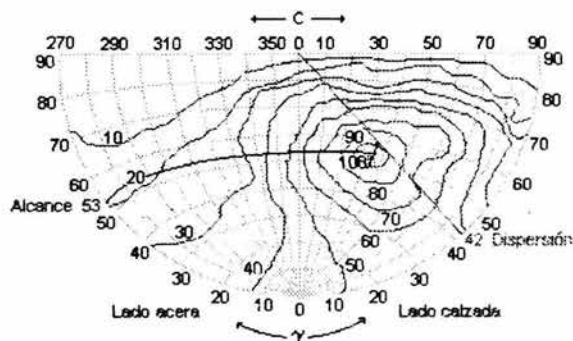
Proyectores para alumbrado por proyección.

Luminarias para alumbrado público.

En los **proyectores** se utiliza un sistema de coordenadas rectangulares con ángulos en lugar de las típicas x e y . Para situar una dirección se utiliza un sistema de meridianos y paralelos similar al que se usa con la Tierra. El paralelo 0° se hace coincidir con el plano horizontal que contiene la dirección del haz de luz y el meridiano 0° con el plano perpendicular a este. Cualquier dirección, queda pues, definida por sus dos coordenadas angulares. Conocidas estas, se sitúan los puntos sobre el gráfico y se unen aquellos con igual valor de intensidad luminosa formando las **líneas isocandelas**.



En las **luminarias para alumbrado público**, para definir una dirección, se utilizan los ángulos C y γ usados en los diagramas polares. Se supone la luminaria situada dentro de una esfera y sobre ella se dibujan las líneas isocandelas. Los puntos de las curvas se obtienen por intersección de los vectores de intensidad luminosa con la superficie de esta.



En estos gráficos, los meridianos representan el ángulo C , los paralelos γ y las intensidades, líneas rojas, se reflejan en tanto por ciento de la intensidad máxima. Como en este tipo de proyecciones las superficies son proporcionales a las originales, el flujo luminoso se calcula como el producto del área en el diagrama (en estereorradianes) por la intensidad luminosa en este área.

Además de intensidades y flujos, este diagrama informa sobre el alcance y la dispersión de la luminaria. El alcance da una idea de la distancia longitudinal máxima que alcanza el haz de luz en la calzada mientras que la dispersión se refiere a la distancia transversal.

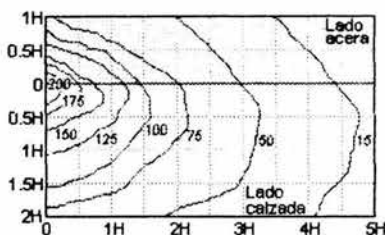
1.2.2.4 Curvas isolux

Las curvas vistas en los apartados anteriores (diagramas polares e isocandelas) se obtienen a partir de características de la fuente luminosa, flujo o intensidad luminosa, y dan información sobre la forma y magnitud de la emisión luminosa de esta. Por contra, las curvas isolux hacen referencia a las iluminancias, flujo luminoso recibido por una superficie, datos que se obtienen experimentalmente o por cálculo a partir de la matriz de intensidades usando la fórmula:

$$E_H = \frac{I(C, \gamma)}{H^2} \cdot \cos^3 \gamma$$

Estos gráficos son muy útiles porque dan información sobre la cantidad de luz recibida en cada punto de la superficie de trabajo y son utilizadas especialmente en el alumbrado público donde de un vistazo nos podemos hacer una idea de como iluminan las farolas la calle.

Lo más habitual es expresar las **curvas isolux en valores absolutos definidas para una lámpara de 1000 lm y una altura de montaje de 1 m.**



Los valores reales se obtienen a partir de las curvas usando la expresión:

$$E_{H_{\text{real}}} = E_{\text{curva}} \cdot \frac{\Phi_{L_{\text{real}}}}{1000} \cdot \frac{1^2}{H^2}$$

También puede expresarse en **valores relativos a la iluminación máxima (100%) para cada altura de montaje**. Los valores reales de la iluminación se calculan entonces como:

$$E_{\text{real}} = E_{\text{curva}} \cdot E_{\text{máx}}$$

con

$$E_{\text{max}} = a \cdot \frac{\Phi_{L_{\text{real}}}}{H^2}$$

siendo a un parámetro suministrado con las gráficas.

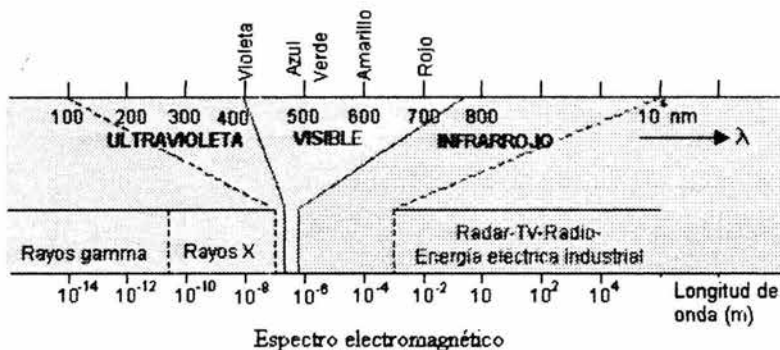
1.3.1 Lámparas incandescentes

Las lámparas incandescentes fueron la primera forma de producir luz a partir de la electricidad y surgieron a finales del siglo XIX. En la actualidad siguen siendo una de las formas más utilizadas de producir de luz, sobretodo en los ámbitos domésticos.

Las lámparas incandescentes fueron la primera forma de generar luz a partir de la energía eléctrica. Desde que fueran inventadas, la tecnología ha cambiado mucho produciéndose sustanciosos avances en la cantidad de luz producida, el consumo y la duración de las lámparas. Su principio de funcionamiento es simple, se pasa una corriente eléctrica por un filamento hasta que este alcanza una temperatura tan alta que emite radiaciones visibles por el ojo humano.

1.3.1.1 La incandescencia

Todos los cuerpos calientes emiten energía en forma de radiación electromagnética. Mientras más alta sea su temperatura mayor será la energía emitida y la porción del espectro electromagnético ocupado por las radiaciones emitidas. Si el cuerpo pasa la temperatura de incandescencia una buena parte de estas radiaciones caerán en la zona visible del espectro y obtendremos luz.



Espectro electromagnético

La incandescencia se puede obtener de dos maneras. La primera es por combustión de alguna sustancia, ya sea sólida como una antorcha de madera, líquida como en una lámpara de aceite o gaseosa como en las lámparas de gas. La segunda es pasando una corriente eléctrica a través de un hilo conductor muy delgado como ocurre en las bombillas corrientes. Tanto de una forma como de otra, obtenemos luz y calor (ya sea calentando las moléculas de aire o por radiaciones infrarrojas). En general los rendimientos de este tipo de lámparas son bajos debido a que la mayor parte de la energía consumida se convierte en calor.



Rendimiento de una lámpara incandescente

La producción de luz mediante la incandescencia tiene una ventaja adicional, y es que la luz emitida contiene todas las longitudes de onda que forman la luz visible o dicho de otra manera, su espectro de emisiones es continuo. De esta manera se garantiza una buena reproducción de los colores de los objetos iluminados.

1.3.1.2 Características de una lámpara incandescente

Entre los parámetros que sirven para definir una lámpara tenemos las características fotométricas: la intensidad luminosa, el flujo luminoso y el rendimiento o eficiencia. Además de estas, existen otros que nos informan sobre la calidad de la reproducción de los colores y los parámetros de duración de las lámparas.

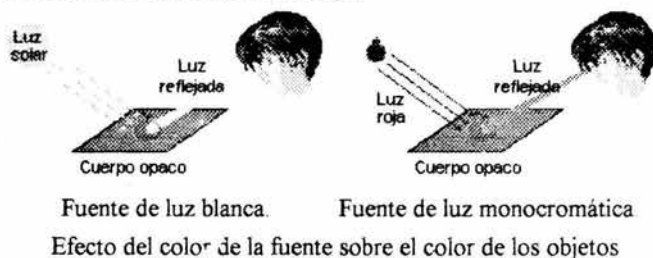
1.3.1.3 Características cromáticas

Los colores que vemos con nuestros ojos dependen en gran medida de las características cromáticas de las fuentes de luz. Por poner un ejemplo, no se ve igual una calle de noche a la luz de las farolas iluminadas por lámparas de luz blanca que con lámparas de luz amarilla.

A la hora de describir las cualidades cromáticas de las fuentes de luz hemos de considerar dos aspectos. El primero trata sobre el color que presenta la fuente. Y el segundo describe cómo son reproducidos los colores de los objetos iluminados por esta. Para evaluarlos se utilizan dos parámetros: la temperatura de color y el rendimiento de color que se mide con el IRC.

La **temperatura de color** hace referencia al color de la fuente luminosa. Su valor coincide con la temperatura a la que un cuerpo negro tiene una apariencia de color similar a la de la fuente considerada. Esto se debe a que sus espectros electromagnéticos respectivos tienen una distribución espectral similar. Conviene aclarar que los conceptos temperatura de color y temperatura de filamento son diferentes y no tienen porque coincidir sus valores.

El **rendimiento en color**, por contra, hace referencia a cómo se ven los colores de los objetos iluminados. Nuestra experiencia nos indica que los objetos iluminados por un fluorescente no se ven del mismo tono que aquellos iluminados por bombillas. En el primer caso destacan más los tonos azules mientras que en el segundo lo hacen los rojos. Esto se debe a que la luz emitida por cada una de estas lámparas tiene un alto porcentaje de radiaciones monocromáticas de color azul o rojo.



Para establecer el rendimiento en color se utiliza el **índice de rendimiento de color (IRC o R_a)** que compara la reproducción de una muestra de colores normalizada iluminada con nuestra fuente con la reproducción de la misma muestra iluminada con una fuente patrón de referencia.

1.3.1.4 Características de duración

La duración de una lámpara viene determinada básicamente por la temperatura de trabajo del filamento. Mientras más alta sea esta, mayor será el flujo luminoso pero también la velocidad de evaporación del material que forma el filamento. Las partículas evaporadas, cuando entren en contacto con las paredes se depositarán sobre estas, ennegreciendo la ampolla. De esta manera se verá reducido el flujo luminoso por ensuciamiento de la ampolla. Pero, además, el filamento se habrá vuelto más delgado por la evaporación del tungsteno que lo forma y se reducirá, en consecuencia, la corriente eléctrica que pasa por él,

la temperatura de trabajo y el flujo luminoso. Esto seguirá ocurriendo hasta que finalmente se rompa el filamento. A este proceso se le conoce como depreciación luminosa.

Para determinar la **vida de una lámpara** disponemos de diferentes parámetros según las condiciones de uso definidas.

- La **vida individual** es el tiempo transcurrido en horas hasta que una lámpara se estropea, trabajando en unas condiciones determinadas.
- La **vida promedio** es el tiempo transcurrido hasta que se produce el fallo de la mitad de las lámparas de un lote representativo de una instalación, trabajando en unas condiciones determinadas.
- La **vida útil** es el tiempo estimado en horas tras el cual es preferible sustituir un conjunto de lámparas de una instalación a mantenerlas. Esto se hace por motivos económicos y para evitar una disminución excesiva en los niveles de iluminación en la instalación debido a la depreciación que sufre el flujo luminoso con el tiempo. Este valor sirve para establecer los periodos de reposición de las lámparas de una instalación.
- La **vida media** es el tiempo medio que resulta tras el análisis y ensayo de un lote de lámparas trabajando en unas condiciones determinadas.

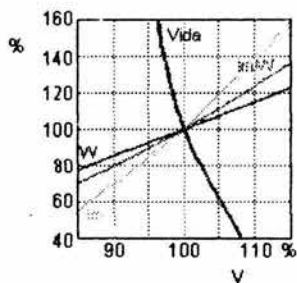
La duración de las lámparas incandescentes está normalizada; siendo de unas 1000 horas para las normales, para las halógenas es de 2000 horas para aplicaciones generales y de 4000 horas para las especiales.

1.3.1.5 Factores externos que influyen en el funcionamiento de las lámparas

Los factores externos que afectan al funcionamiento de las lámparas son la temperatura del entorno dónde esté situada la lámpara y las desviaciones en la tensión nominal en los bornes.

La **temperatura ambiente** no es un factor que influya demasiado en el funcionamiento de las lámparas incandescentes, pero sí se ha de tener en cuenta para evitar deterioros en los materiales empleados en su fabricación. En las lámparas normales hay que tener cuidado de que la temperatura de funcionamiento no exceda de los 200° C para el casquillo y los 370° C para el bulbo en el alumbrado general. Esto será de especial atención si la lámpara está alojada en luminarias con mala ventilación. En el caso de las lámparas halógenas es necesario una temperatura de funcionamiento mínima en el bulbo de 260° C para garantizar el ciclo regenerador del wolframio. En este caso la máxima temperatura admisible en la ampolla es de 520° C para ampollas de vidrio duro y 900° C para el cuarzo.

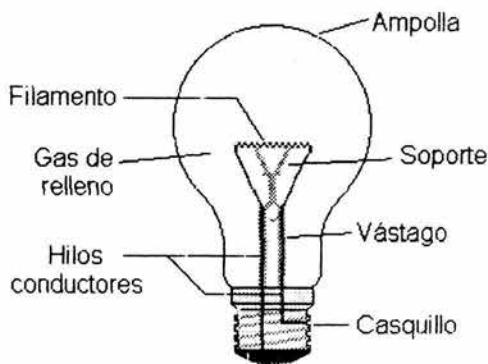
Las **variaciones de la tensión** se producen cuando aplicamos a la lámpara una tensión diferente de la tensión nominal para la que ha sido diseñada. Cuando aumentamos la tensión aplicada se produce un incremento de la potencia consumida y del flujo emitido por la lámpara pero se reduce la duración de la lámpara. Análogamente, al reducir la tensión se produce el efecto contrario.



Efecto de las variaciones de tensión (%) sobre las características de funcionamiento de las lámparas incandescentes

1.3.1.6 Partes de una lámpara

Las lámparas incandescentes están formadas por un hilo de wolframio que se calienta por efecto Joule alcanzando temperaturas tan elevadas que empieza a emitir luz visible. Para evitar que el filamento se queme en contacto con el aire, se rodea con una ampolla de vidrio a la que se le ha hecho el vacío o se ha rellenado con un gas. El conjunto se completa con unos elementos con funciones de soporte y conducción de la corriente eléctrica y un casquillo normalizado que sirve para conectar la lámpara a la luminaria.



Partes de una bombilla

1.3.1.7 Tipos de lámparas

Existen dos tipos de lámparas incandescentes: las que contienen un gas halógeno en su interior y las que no lo contienen:

Lámparas no halógenas

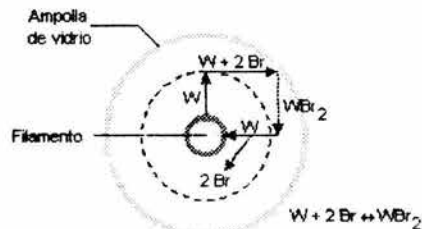
Entre las lámparas incandescentes no halógenas podemos distinguir las que se han rellenado con un gas inerte de aquellas en que se ha hecho el vacío en su interior. La presencia del gas supone un notable incremento de la eficacia luminosa de la lámpara dificultando la evaporación del material del filamento y permitiendo el aumento de la temperatura de trabajo del filamento. Las lámparas incandescentes tienen una duración normalizada de 1000 horas, una potencia entre 25 y 2000 W y unas eficacias entre 7.5 y 11 lm/W para las lámparas de vacío y entre 10 y 20 para las rellenas de gas inerte. En la actualidad predomina el uso de las lámparas con gas, reduciéndose el uso de las de vacío a aplicaciones ocasionales en alumbrado general con potencias de hasta 40 W.

	Lámparas con gas	Lámparas de vacío
Temperatura del filamento	2500 °C	2100 °C
Eficacia luminosa de la lámpara	10-20 lm/W	7.5-11 lm/W
Duración	1000 horas	1000 horas
Pérdidas de calor	Convección y radiación	Radiación

Lámparas halógenas de alta y baja tensión

En las lámparas incandescentes normales, con el paso del tiempo, se produce una disminución significativa del flujo luminoso. Esto se debe, en parte, al ennegrecimiento de la ampolla por culpa de la evaporación de partículas de wolframio del filamento y su posterior condensación sobre la ampolla.

Agregando una pequeña cantidad de un compuesto gaseoso con halógenos (cloro, bromo o yodo), normalmente se usa el CH_2Br_2 , al gas de relleno se consigue establecer un ciclo de regeneración del halógeno que evita el ennegrecimiento. Cuando el tungsteno (W) se evapora se une al bromo formando el bromuro de wolframio (WBr_2). Como las paredes de la ampolla están muy calientes (más de 260 °C) no se deposita sobre estas y permanece en estado gaseoso. Cuando el bromuro de wolframio entra en contacto con el filamento, que está muy caliente, se descompone en W que se deposita sobre el filamento y Br que pasa al gas de relleno. Y así, el ciclo vuelve a empezar.



Ciclo del halógeno

El funcionamiento de este tipo de lámparas requiere de temperaturas muy altas para que pueda realizarse el ciclo del halógeno. Por eso, son más pequeñas y compactas que las lámparas normales y la ampolla se fabrica con un cristal especial de cuarzo que impide manipularla con los dedos para evitar su deterioro.

Tienen una eficacia luminosa de 22 lm/W con una amplia gama de potencias de trabajo (150 a 2000W) según el uso al que estén destinadas. Las lámparas halógenas se utilizan normalmente en alumbrado por proyección y cada vez más en iluminación doméstica.

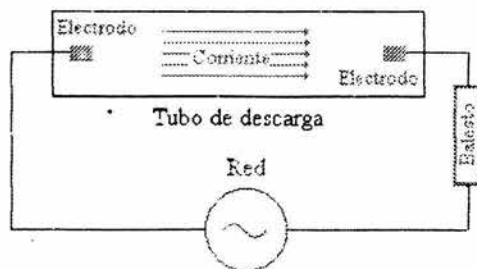
1.3.2 Lámparas de descarga. Conceptos

Principios de funcionamiento y características de estas lámparas que funcionan gracias al fenómeno de la luminiscencia.

Las lámparas de descarga constituyen una forma alternativa de producir luz de una manera más eficiente y económica que las lámparas incandescentes. Por eso, su uso está tan extendido hoy en día. La luz emitida se consigue por excitación de un gas sometido a descargas eléctricas entre dos electrodos. Según el gas contenido en la lámpara y la presión a la que esté sometido tendremos diferentes tipos de lámparas, cada una de ellas con sus propias características luminosas.

1.3.2.1 Funcionamiento

En las lámparas de descarga, la luz se consigue estableciendo una corriente eléctrica entre dos electrodos situados en un tubo lleno con un gas o vapor ionizado.

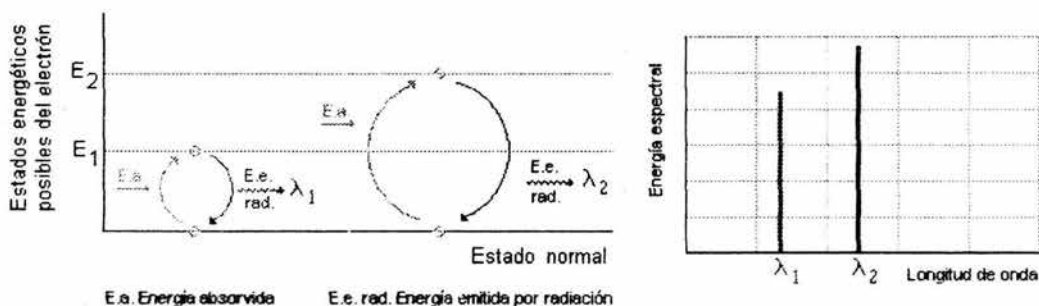


En el interior del tubo, se producen descargas eléctricas como consecuencia de la diferencia de potencial entre los electrodos. Estas descargas provocan un flujo de electrones que

atraviesa el gas. Cuando uno de ellos choca con los electrones de las capas externas de los átomos les transmite energía y pueden suceder dos cosas.

La primera posibilidad es que la energía transmitida en el choque sea lo suficientemente elevada para poder arrancar al electrón de su orbital. Este, puede a su vez, chocar con los electrones de otros átomos repitiendo el proceso. Si este proceso no se limita, se puede provocar la destrucción de la lámpara por un exceso de corriente.

La otra posibilidad es que el electrón no reciba suficiente energía para ser arrancado. En este caso, el electrón pasa a ocupar otro orbital de mayor energía. Este nuevo estado acostumbra a ser inestable y rápidamente se vuelve a la situación inicial. Al hacerlo, el electrón libera la energía extra en forma de radiación electromagnética, principalmente ultravioleta (UV) o visible. Un electrón no puede tener un estado energético cualquiera, sino que sólo puede ocupar unos pocos estados que vienen determinados por la estructura atómica del átomo. Como la longitud de onda de la radiación emitida es proporcional a la diferencia de energía entre los estados inicial y final del electrón y los estados posibles no son infinitos, es fácil comprender que el espectro de estas lámparas sea discontinuo.



Relación entre los estados energéticos de los electrones y las franjas visibles en el espectro

La consecuencia de esto es que la luz emitida por la lámpara no es blanca (por ejemplo en las lámparas de sodio a baja presión es amarillenta). Por lo tanto, la capacidad de reproducir los colores de estas fuentes de luz es, en general, peor que en el caso de las lámparas incandescentes que tienen un espectro continuo. Es posible, recubriendo el tubo con sustancias fluorescentes, mejorar la reproducción de los colores y aumentar la eficacia de las lámparas convirtiendo las nocivas emisiones ultravioletas en luz visible.

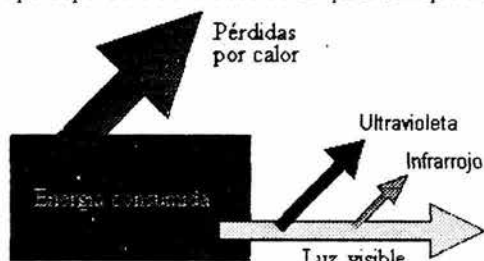
1.3.2.2 Elementos auxiliares

Para que las lámparas de descarga funcionen correctamente es necesario, en la mayoría de los casos, la presencia de unos elementos auxiliares: cebadores y balastos. Los **cebadores** o **ignitores** son dispositivos que suministran un breve pico de tensión entre los electrodos del tubo, necesario para iniciar la descarga y vencer así la resistencia inicial del gas a la corriente eléctrica. Tras el encendido, continúa un periodo transitorio durante el cual el gas se estabiliza y que se caracteriza por un consumo de potencia superior al nominal.

Los **balastos**, por contra, son dispositivos que sirven para limitar la corriente que atraviesa la lámpara y evitar así un exceso de electrones circulando por el gas que aumentaría el valor de la corriente hasta producir la destrucción de la lámpara.

1.3.2.3 Eficacia

Al establecer la eficacia de este tipo de lámparas hay que diferenciar entre la eficacia de la fuente de luz y la de los elementos auxiliares necesarios para su funcionamiento que depende del fabricante. En las lámparas, las pérdidas se centran en dos aspectos: las pérdidas por calor y las pérdidas por radiaciones no visibles (ultravioleta e infrarrojo). El porcentaje de cada tipo dependerá de la clase de lámpara con que trabajemos.



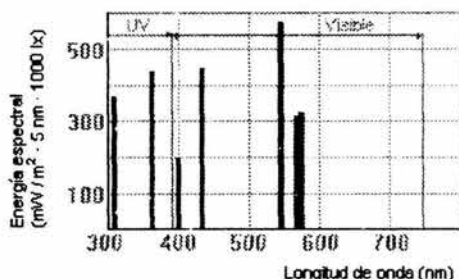
Balance energético de una lámpara de descarga

La eficacia de las lámparas de descarga oscila entre los 19-28 lm/W de las lámparas de luz de mezcla y los 100-183 lm/W de las de sodio a baja presión.

Tipo de lámpara	Eficacia sin balasto (lm/W)
Fluorescentes	38-91
Luz de mezcla	19-28
Mercurio a alta presión	40-63
Halogenuros metálicos	75-95
Sodio a baja presión	100-183
Sodio a alta presión	70-130

1.3.2.4 Características cromáticas

Debido a la forma discontinua del espectro de estas lámparas, la luz emitida es una mezcla de unas pocas radiaciones monocromáticas; en su mayor parte en la zona ultravioleta (UV) o visible del espectro. Esto hace que la reproducción del color no sea muy buena y su rendimiento en color tampoco.



Ejemplo de espectro de una lámpara de descarga

Para solucionar este problema podemos tratar de completar el espectro con radiaciones de longitudes de onda distintas a las de la lámpara. La primera opción es combinar en una misma lámpara dos fuentes de luz con espectros que se complementen como ocurre en las lámparas de luz de mezcla (incandescencia y descarga). También podemos aumentar la presión del gas. De esta manera se consigue aumentar la anchura de las líneas del espectro de manera que formen bandas anchas y más próximas entre sí. Otra solución es añadir sustancias sólidas al gas, que al vaporizarse emitan radiaciones monocromáticas complementarias. Por último, podemos recubrir la pared interna del tubo con una sustancias fluorescente que conviertan los rayos ultravioletas en radiaciones visibles.

1.3.2.5 Características de duración

Hay dos aspectos básicos que afectan a la duración de las lámparas. El primero es la depreciación del flujo. Este se produce por ennegrecimiento de la superficie de la superficie del tubo donde se va depositando el material emisor de electrones que recubre los electrodos. En aquellas lámparas que usan sustancias fluorescentes otro factor es la pérdida gradual de la eficacia de estas sustancias.

El segundo es el deterioro de los componentes de la lámpara que se debe a la degradación de los electrodos por agotamiento del material emisor que los recubre. Otras causas son un cambio gradual de la composición del gas de relleno y las fugas de gas en lámparas a alta presión.

Tipo de lámpara	Vida promedio (h)
Fluorescente estándar	12500
Luz de mezcla	9000
Mercurio a alta presión	25000
Halogenuros metálicos	11000
Sodio a baja presión	23000
Sodio a alta presión	23000

1.3.2.6 Factores externos que influyen en el funcionamiento

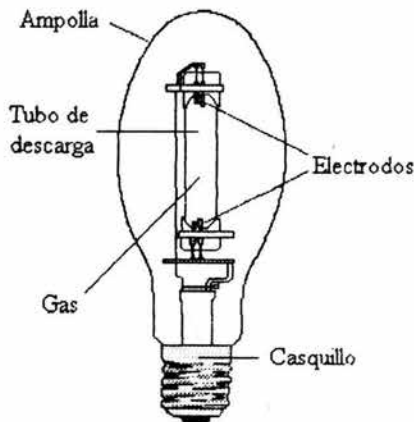
Los factores externos que más influyen en el funcionamiento de la lámpara son la temperatura ambiente y la influencia del número de encendidos.

Las lámparas de descarga son, en general, sensibles a las temperaturas exteriores. Dependiendo de sus características de construcción (tubo desnudo, ampolla exterior...) se verán más o menos afectadas en diferente medida. Las lámparas a alta presión, por ejemplo, son sensibles a las bajas temperaturas en que tienen problemas de arranque. Por contra, la temperatura de trabajo estará limitada por las características térmicas de los componentes (200° C para el casquillo y entre 350° y 520° C para la ampolla según el material y tipo de lámpara).

La influencia del número de encendidos es muy importante para establecer la duración de una lámpara de descarga ya que el deterioro de la sustancia emisora de los electrodos depende en gran medida de este factor.

1.3.2.7 Partes de una lámpara

Las formas de las lámparas de descarga varían según la clase de lámpara con que tratemos. De todas maneras, todas tienen una serie de elementos en común como el tubo de descarga, los electrodos, la ampolla exterior o el casquillo.



Principales partes de una lámpara de descarga

1.4 Iluminación Interior

Buena parte de las actividades humanas se realizan en el interior de edificios con una iluminación natural, a menudo insuficiente. Por ello es necesario la presencia de una iluminación artificial que garantice el desarrollo de estas actividades. La iluminación de interiores es un campo muy amplio que abarca todos los aspectos de nuestras vidas desde el ámbito doméstico al del trabajo o el comercio.

1.4.1 Iluminación de interiores

La determinación de los niveles de iluminación adecuados para una instalación no es un trabajo sencillo. Hay que tener en cuenta que los valores recomendados para cada tarea y entorno son fruto de estudios sobre valoraciones subjetivas de los usuarios (comodidad visual, agradabilidad, rendimiento visual...). El usuario estándar no existe y por tanto, una misma instalación puede producir diferentes impresiones a distintas personas. En estas sensaciones influirán muchos factores como los estéticos, los psicológicos, el nivel de iluminación...

Como principales aspectos a considerar trataremos:

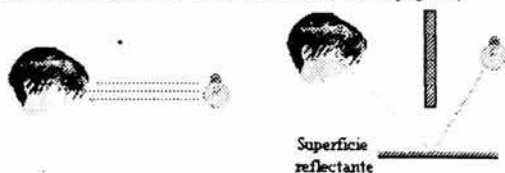
- El deslumbramiento
- Lámparas y luminarias
- El color
- Sistemas de alumbrado
- Métodos de alumbrado
- Niveles de iluminación
- Depreciación de la eficiencia luminosa y mantenimiento

1.4.1.1 Deslumbramiento

El deslumbramiento es una sensación molesta que se produce cuando la luminancia de un objeto es mucho mayor que la de su entorno. Es lo que ocurre cuando miramos directamente una bombilla o cuando vemos el reflejo del sol en el agua.

Existen dos formas de deslumbramiento, el **perturbador** y el **molesto**. El primero consiste en la aparición de un velo luminoso que provoca una visión borrosa, sin nitidez y con poco contraste, que desaparece al cesar su causa; un ejemplo muy claro lo tenemos cuando conduciendo de noche se nos cruza un coche con las luces largas. El segundo consiste en una sensación molesta provocada porque la luz que llega a nuestros ojos es demasiado intensa produciendo fatiga visual. Esta es la principal causa de deslumbramiento en interiores.

Pueden producirse deslumbramientos de dos maneras. La primera es por observación directa de las fuentes de luz; por ejemplo, ver directamente las luminarias. Y la segunda es por observación indirecta o reflejada de las fuentes como ocurre cuando las vemos reflejadas en alguna superficie (una mesa, un mueble, un cristal, un espejo...)



Deslumbramiento directo Deslumbramiento indirecto

Estas situaciones son muy molestas para los usuarios y deben evitarse. Entre las medidas que podemos adoptar tenemos ocultar las fuentes de luz del campo de visión usando rejillas o pantallas, utilizar recubrimientos o acabados mates en paredes, techos, suelos y muebles

para evitar los reflejos, evitar fuertes contrastes de luminancias entre la tarea visual y el fondo y/o cuidar la posición de las luminarias respecto a los usuarios para que no caigan dentro de su campo de visión.

1.4.1.2 Lámparas y luminarias

Las **lámparas** empleadas en iluminación de interiores abarcan casi todos los tipos existentes en el mercado (incandescentes, halógenas, fluorescentes, etc.). Las lámparas escogidas, por lo tanto, serán aquellas cuyas características (fotométricas, cromáticas, consumo energético, economía de instalación y mantenimiento, etc.) mejor se adapte a las necesidades y características de cada instalación (nivel de iluminación, dimensiones del local, ámbito de uso, potencia de la instalación...)

Ámbito de uso	Tipos de lámparas más utilizados
Doméstico	<ul style="list-style-type: none"> • Incandescente • Fluorescente • Halógenas de baja potencia • Fluorescentes compactas
Oficinas	<ul style="list-style-type: none"> • Alumbrado general: fluorescentes • Alumbrado localizado: incandescentes y halógenas de baja tensión
Comercial (Depende de las dimensiones y características del comercio)	<ul style="list-style-type: none"> • Incandescentes • Halógenas • Fluorescentes • Grandes superficies con techos altos: mercurio a alta presión y halogenuros metálicos
Industrial	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los tipos • Luminarias situadas a baja altura (≤ 6 m): fluorescentes • Luminarias situadas a gran altura (> 6 m): lámparas de descarga a alta presión montadas en proyectores • Alumbrado localizado: incandescentes
Deportivo	<ul style="list-style-type: none"> • Luminarias situadas a baja altura: fluorescentes • Luminarias situadas a gran altura: lámparas de vapor de mercurio a alta presión, halogenuros metálicos y vapor de sodio a alta presión

La elección de las **luminarias** está condicionada por la lámpara utilizada y el entorno de trabajo de esta. Hay muchos tipos de luminarias y sería difícil hacer una clasificación exhaustiva. La forma y tipo de las luminarias oscilará entre las más funcionales donde lo más importante es dirigir el haz de luz de forma eficiente como pasa en el alumbrado industrial a las más formales donde lo que prima es la función decorativa como ocurre en el alumbrado doméstico.

Las luminarias para lámparas incandescentes tienen su ámbito de aplicación básico en la iluminación doméstica. Por lo tanto, predomina la estética sobre la eficiencia luminosa. Sólo en aplicaciones comerciales o en luminarias para iluminación suplementaria se buscará un compromiso entre ambas funciones. Son aparatos que necesitan apantallamiento pues el filamento de estas lámparas tiene una luminancia muy elevada y pueden producir deslumbramientos.

En segundo lugar tenemos las luminarias para lámparas fluorescentes. Se utilizan mucho en oficinas, comercios, centros educativos, almacenes, industrias con techos bajos, etc. por su economía y eficiencia luminosa. Así pues, nos encontramos con una gran variedad de modelos que van de los más simples a los más sofisticados con sistemas de orientación de la luz y apantallamiento (modelos con rejillas cuadradas o transversales y modelos con difusores).

Por último tenemos las luminarias para lámparas de descarga a alta presión. Estas se utilizan principalmente para colgar a gran altura (industrias y grandes naves con techos altos) o en iluminación de pabellones deportivos, aunque también hay modelos para pequeñas alturas. En el primer caso se utilizan las luminarias intensivas y los proyectores y en el segundo las extensivas.

1.4.1.3 El color

Para hacernos una idea de como afecta la luz al color consideremos una habitación de paredes blancas con muebles de madera de tono claro. Si la iluminamos con lámparas incandescentes, ricas en radiaciones en la zona roja del espectro, se acentuarán los tonos marrones de los muebles y las paredes tendrán un tono amarillento. En conjunto tendrá un aspecto cálido muy agradable. Ahora bien, si iluminamos el mismo cuarto con lámparas fluorescentes normales, ricas en radiaciones en la zona azul del espectro, se acentuarán los tonos verdes y azules de muebles y paredes dándole un aspecto frío a la sala. En este sencillo ejemplo hemos podido ver cómo afecta el color de las lámparas (su apariencia en color) a la reproducción de los colores de los objetos (el rendimiento en color de las lámparas).

La **apariciencia en color** de las lámparas viene determinada por su **temperatura de color** correlacionada. Se definen tres grados de apariencia según la tonalidad de la luz: luz fría para las que tienen un tono blanco azulado, luz neutra para las que dan luz blanca y luz cálida para las que tienen un tono blanco rojizo.

Temperatura de color correlacionada	Apariencia de color
$T_c > 5.000 \text{ K}$	Fría
$3.300 \leq T_c \leq 5.000 \text{ K}$	Intermedia
$T_c < 3.300 \text{ K}$	Cálida

A pesar de esto, la apariencia en color no basta para determinar qué sensaciones producirá una instalación a los usuarios. Por ejemplo, es posible hacer que una instalación con fluorescentes llegue a resultar agradable y una con lámparas cálidas desagradable aumentando el nivel de iluminación de la sala. El valor de la iluminancia determinará conjuntamente con la apariencia en color de las lámparas el aspecto final.

Iluminancia (lux)	Apariencia del color de la luz		
	Cálida	Intermedia	Fría
$E \leq 500$	agradable	neutra	fría
$500 < E < 1.000$	↓	↓	↓
$1.000 < E < 2.000$	estimulante	agradable	neutra
$2.000 < E < 3.000$	↓	↓	↓
$E \geq 3.000$	no natural	estimulante	agradable

El **rendimiento en color** de las lámparas es una medida de la calidad de reproducción de los colores. Se mide con el **Índice de Rendimiento del Color (IRC o Ra)** que compara la reproducción de una muestra normalizada de colores iluminada con una lámpara con la misma muestra iluminada con una fuente de luz de referencia. Mientras más alto sea este valor mejor será la reproducción del color, aunque a costa de sacrificar la eficiencia y consumo energéticos. La CIE ha propuesto un sistema de clasificación de las lámparas en cuatro grupos según el valor del IRC.

Grupo de rendimiento en color	Índice de rendimiento en color (IRC)	Apariencia de color	Aplicaciones
1	IRC ≥ 85	Fria	Industria textil, fábricas de pinturas, talleres de imprenta
		Intermedia	Escaparates, tiendas, hospitales
		Cálida	Hogares, hoteles, restaurantes
2	70 ≤ IRC < 85	Fria	Oficinas, escuelas, grandes almacenes, industrias de precisión (en climas cálidos)
		Intermedia	Oficinas, escuelas, grandes almacenes, industrias de precisión (en climas templados)
		Cálida	Oficinas, escuelas, grandes almacenes, ambientes industriales críticos (en climas fríos)
3	Lámparas con IRC < 70 pero con propiedades de rendimiento en color bastante aceptables para uso en locales de trabajo		Interiores donde la discriminación cromática no es de gran importancia
S (especial)	Lámparas con rendimiento en color fuera de lo normal		Aplicaciones especiales

Apariencia de color y rendimiento en color (CIE)

Ahora que ya conocemos la importancia de las lámparas en la reproducción de los colores de una instalación, nos queda ver otro aspecto no menos importante: la elección del color de suelos, paredes, techos y muebles. Aunque la elección del color de estos elementos viene condicionada por aspectos estéticos y culturales básicamente, hay que tener en cuenta la repercusión que tiene el resultado final en el estado anímico de las personas.



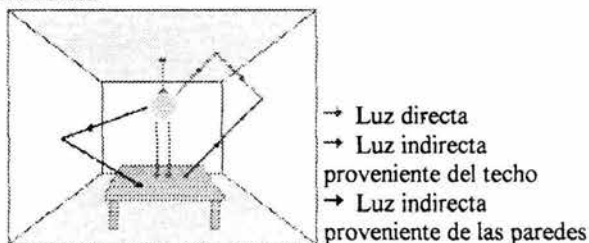
Influencia del color en el ambiente

Los tonos fríos producen una sensación de tristeza y reducción del espacio, aunque también pueden causar una impresión de frescor que los hace muy adecuados para la decoración en climas cálidos. Los tonos cálidos son todo lo contrario. Se asocian a sensaciones de exaltación, alegría y amplitud del espacio y dan un aspecto acogedor al ambiente que los convierte en los preferidos para los climas cálidos.

De todas maneras, a menudo la presencia de elementos fríos (bien sea la luz de las lámparas o el color de los objetos) en un ambiente cálido o viceversa ayudarán a hacer más agradable y/o neutro el resultado final.

1.4.1.4 Sistemas de alumbrado

Cuando una lámpara se enciende, el flujo emitido puede llegar a los objetos de la sala directamente o indirectamente por reflexión en paredes y techo. La cantidad de luz que llega directa o indirectamente determina los diferentes sistemas de iluminación con sus ventajas e inconvenientes.



La **iluminación directa** se produce cuando todo el flujo de las lámparas va dirigido hacia el suelo. Es el sistema más económico de iluminación y el que ofrece mayor rendimiento luminoso. Por contra, el riesgo de deslumbramiento directo es muy alto y produce sombras duras poco agradables para la vista. Se consigue utilizando luminarias directas.

En la **iluminación semidirecta** la mayor parte del flujo luminoso se dirige hacia el suelo y el resto es reflejada en techo y paredes. En este caso, las sombras son más suaves y el deslumbramiento menor que el anterior. Sólo es recomendable para techos que no sean muy altos y sin claraboyas puesto que la luz dirigida hacia el techo se perdería por ellas.

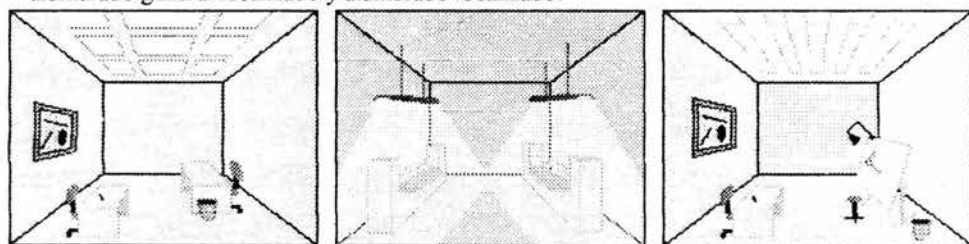
Si el flujo se reparte al cincuenta por ciento entre procedencia directa e indirecta hablamos de **iluminación difusa**. El riesgo de deslumbramiento es bajo y no hay sombras, lo que le da un aspecto monótono a la sala y sin relieve a los objetos iluminados. Para evitar las pérdidas por absorción de la luz en techo y paredes es recomendable pintarlas con colores claros o mejor blancos.

Cuando la mayor parte del flujo proviene del techo y paredes tenemos la **iluminación semiindirecta**. Debido a esto, las pérdidas de flujo por absorción son elevadas y los consumos de potencia eléctrica también, lo que hace imprescindible pintar con tonos claros o blancos. Por contra la luz es de buena calidad, produce muy pocos deslumbramientos y con sombras suaves que dan relieve a los objetos.

Por último tenemos el caso de la **iluminación indirecta** cuando casi toda la luz va al techo. Es la más parecida a la luz natural pero es una solución muy cara puesto que las pérdidas por absorción son muy elevadas. Por ello es imprescindible usar pinturas de colores blancos con reflectancias elevadas.

1.4.1.5 Métodos de alumbrado

Los métodos de alumbrado nos indican cómo se reparte la luz en las zonas iluminadas. Según el grado de uniformidad deseado, distinguiremos tres casos: alumbrado general, alumbrado general localizado y alumbrado localizado.

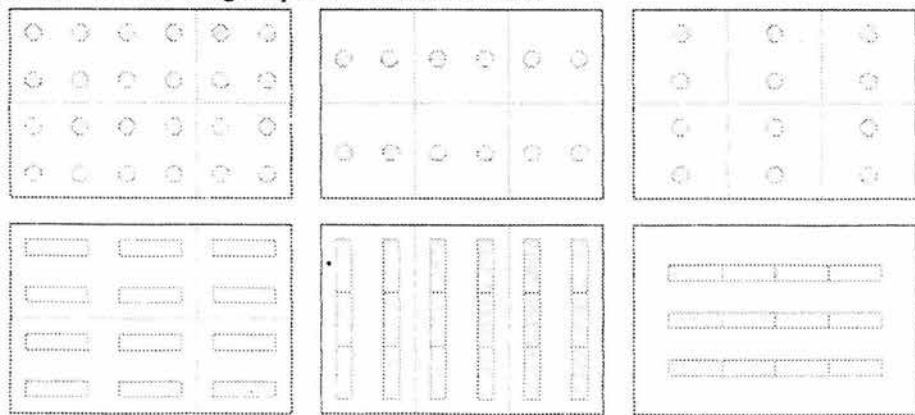


Alumbrado general

Alumbrado general localizado

Alumbrado localizado

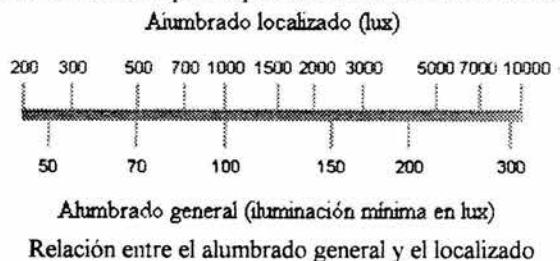
El **alumbrado general** proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área iluminada. Es un método de iluminación muy extendido y se usa habitualmente en oficinas, centros de enseñanza, fábricas, comercios, etc. Se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo del local



Ejemplos de distribución de luminarias en alumbrado general

El **alumbrado general localizado** proporciona una distribución no uniforme de la luz de manera que esta se concentra sobre las áreas de trabajo. El resto del local, formado principalmente por las zonas de paso se ilumina con una luz más tenue. Se consiguen así importantes ahorros energéticos puesto que la luz se concentra allí donde hace falta. Claro que esto presenta algunos inconvenientes respecto al alumbrado general. En primer lugar, si la diferencia de luminancias entre las zonas de trabajo y las de paso es muy grande se puede producir deslumbramiento molesto. El otro inconveniente es que si se cambian de sitio con frecuencia los puestos de trabajo; es evidente que si no podemos mover las luminarias tendremos un serio problema. Podemos conseguir este alumbrado concentrando las luminarias sobre las zonas de trabajo. Una alternativa es apagar selectivamente las luminarias en una instalación de alumbrado general.

Empleamos el **alumbrado localizado** cuando necesitamos una iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar un trabajo concreto. El ejemplo típico serían las lámparas de escritorio. Recurriríamos a este método siempre que el nivel de iluminación requerido sea superior a 1000 lux., haya obstáculos que tapen la luz proveniente del alumbrado general, cuando no sea necesaria permanentemente o para personas con problemas visuales. Un aspecto que hay que cuidar cuando se emplean este método es que la relación entre las luminancias de la tarea visual y el fondo no sea muy elevada pues en caso contrario se podría producir deslumbramiento molesto.



1.4.1.6 Niveles de iluminación recomendados

Los niveles de iluminación recomendados para un local dependen de las actividades que se vayan a realizar en él. En general podemos distinguir entre tareas con requerimientos luminosos mínimos, normales o exigentes.

En el primer caso estarían las zonas de paso (pasillos, vestíbulos, etc.) o los locales poco utilizados (almacenes, cuartos de maquinaria...) con iluminancias entre 50 y 200 lx. En el segundo caso tenemos las zonas de trabajo y otros locales de uso frecuente con iluminancias entre 200 y 1000 lx. Por último están los lugares donde son necesarios niveles de iluminación muy elevados (más de 1000 lx) porque se realizan tareas visuales con un grado elevado de detalle que se puede conseguir con iluminación local.

Tareas y clases de local	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
Centros docentes			
Aulas, laboratorios	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
Oficinas			
Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE	500	750	1000
Comercios			
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, salones de muestras	500	750	1000
Industria (en general)			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000
Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750

Fuente. IESNA

Iluminancias recomendadas según la actividad y el tipo de local

En la tabla anterior tenemos un cuadro simplificado de los niveles de iluminancia en función del tipo de tareas a realizar en el local. Existen, no obstante, tablas más completas en la bibliografía donde se detallan las iluminancias para todo tipo de actividades humanas.

1.4.1.7 Depreciación de la eficiencia luminosa y mantenimiento

El paso del tiempo provoca sobre las instalaciones de alumbrado una disminución progresiva en los niveles de iluminancia. Las causas de este problema se manifiestan de dos maneras. Por un lado tenemos el ensuciamiento de lámparas, luminarias y superficies donde se va depositando el polvo. Y por otro tenemos la depreciación del flujo de las lámparas.

En el primer caso la solución pasa por una limpieza periódica de lámparas y luminarias. Y en el segundo por establecer un programa de sustitución de las lámparas. Aunque a menudo se recurre a esperar a que fallen para cambiarlas, es recomendable hacer la sustitución por grupos o de toda la instalación a la vez según un programa de mantenimiento. De esta manera aseguraremos que los niveles de iluminancia real se mantengan dentro de los valores de diseño de la instalación.

Capítulo 2

Materiales mas comunes usados en las Instalaciones Eléctricas

A continuación se explicara porque el cobre es el material más utilizado en la elaboración de conductores y se mencionaran algunas clases de lámparas y luminarias.

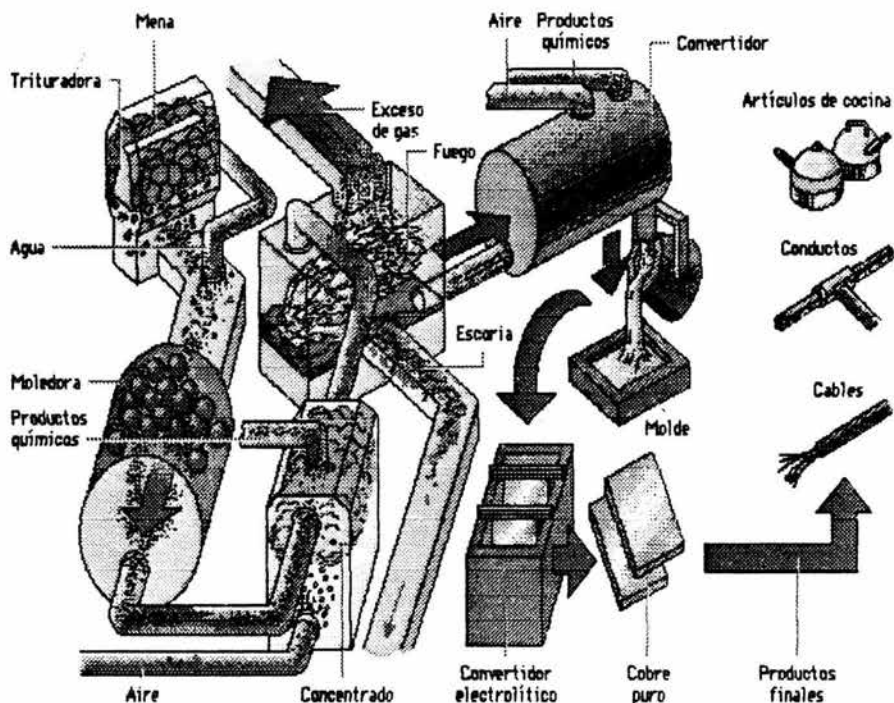
2.1 El cobre y sus aplicaciones.

Cobre, de símbolo Cu, es uno de los metales de mayor uso, de apariencia metálica y color pardo rojizo.

Los minerales de cobre se encuentran en todo el mundo, pero el bajo porcentaje de metal obtenido del mineral y la inaccesible situación de los depósitos hacen que las minas sean poco lucrativas. El cobre es el segundo metal más utilizado en el mundo y es valorado por su conductividad, maleabilidad, resistencia a la corrosión, y por su belleza.

El cobre tiene una gran variedad de aplicaciones a causa de sus ventajosas propiedades, como son su elevada conductividad del calor y electricidad, la resistencia a la corrosión, así como su maleabilidad y ductilidad, además de su belleza. Debido a su extraordinaria conductividad, **sólo superada por la plata** (la utilización de este material no es común en los conductores debido a su alto costo), el uso más extendido del cobre se da en la industria eléctrica. Su ductilidad permite transformarlo en cables de cualquier diámetro, a partir de 0,025 mm. La resistencia a la tracción del alambre de cobre estirado es de unos 4.200 kg/cm². Puede usarse tanto en cables y líneas de alta tensión exteriores como en el cableado eléctrico en interiores, cables de lámparas y maquinaria eléctrica en general: generadores, motores, reguladores, equipos de señalización, aparatos electromagnéticos y sistemas de comunicaciones.

Conductor eléctrico, cualquier material que ofrezca poca resistencia al flujo de electricidad. La diferencia entre un conductor y un aislante, que es un mal conductor de electricidad o de calor, es de grado más que de tipo, ya que todas las sustancias conducen electricidad en mayor o en menor medida. Un buen conductor de electricidad, **como la plata o el cobre**, puede tener una conductividad mil millones de veces superior a la de un buen aislante, como el vidrio o la mica. El fenómeno conocido como superconductividad se produce cuando al enfriar ciertas sustancias a un temperatura cercana al cero absoluto su conductividad se vuelve prácticamente infinita. En los conductores sólidos la corriente eléctrica es transportada por el movimiento de los electrones, y en disoluciones y gases, lo hace por los iones.



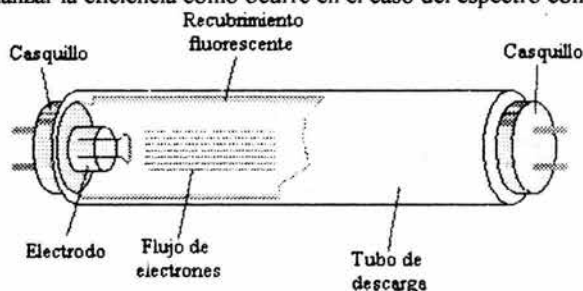
2.2 Clases de lámparas de descarga

Las lámparas de descarga se pueden clasificar según el gas utilizado (vapor de mercurio o sodio) o la presión a la que este se encuentre (alta o baja presión). Las propiedades varían mucho de unas a otras y esto las hace adecuadas para unos usos u otros.

- Lámparas de vapor de mercurio:
 - Baja presión:
 - Lámparas fluorescentes
 - Alta presión:
 - Lámparas de vapor de mercurio a alta presión
 - Lámparas de luz de mezcla
 - Lámparas con halogenuros metálicos
- Lámparas de vapor de sodio:
 - Lámparas de vapor de sodio a baja presión
 - Lámparas de vapor de sodio a alta presión

2.2.1 Lámparas fluorescentes

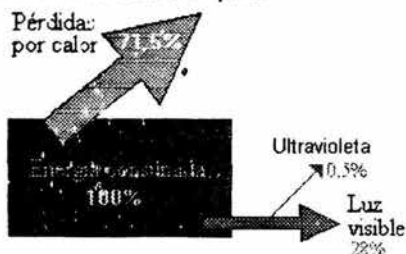
Las lámparas fluorescentes son lámparas de vapor de mercurio a baja presión (0.8 Pa). En estas condiciones, en el espectro de emisión del mercurio predominan las radiaciones ultravioletas en la banda de 253.7 nm. Para que estas radiaciones sean útiles, se recubren las paredes interiores del tubo con polvos fluorescentes que convierten los rayos ultravioletas en radiaciones visibles. De la composición de estas sustancias dependerán la cantidad y calidad de la luz, y las cualidades cromáticas de la lámpara. En la actualidad se usan dos tipos de polvos; los que producen un espectro continuo y los trifósforos que emiten un espectro de tres bandas con los colores primarios. De la combinación estos tres colores se obtiene una luz blanca que ofrece un buen rendimiento de color sin penalizar la eficiencia como ocurre en el caso del espectro continuo.



Lámpara fluorescente

Las lámparas fluorescentes se caracterizan por carecer de ampolla exterior. Están formadas por un tubo de diámetro normalizado, normalmente cilíndrico, cerrado en cada extremo con un casquillo de dos contactos donde se alojan los electrodos. El tubo de descarga está relleno con vapor de mercurio a baja presión y una pequeña cantidad de un gas inerte que sirve para facilitar el encendido y controlar la descarga de electrones.

La eficacia de estas lámparas depende de muchos factores: potencia de la lámpara, tipo y presión del gas de relleno, propiedades de la sustancia fluorescente que recubre el tubo, temperatura ambiente... Esta última es muy importante porque determina la presión del gas y en último término el flujo de la lámpara. La eficacia oscila entre los 38 y 91 lm/W dependiendo de las características de cada lámpara.



Balance energético de una lámpara fluorescente

La duración de estas lámparas se sitúa entre 5000 y 7000 horas. Su vida termina cuando el desgaste sufrido por la sustancia emisora que recubre los electrodos, hecho que se incrementa con el número de encendidos, impide el encendido al necesitarse una tensión de ruptura superior a la suministrada por la red. Además de esto, hemos de considerar la

depreciación del flujo provocada por la pérdida de eficacia de los polvos fluorescentes y el ennegrecimiento de las paredes del tubo donde se deposita la sustancia emisora.

El rendimiento en color de estas lámparas varía de moderado a excelente según las sustancias fluorescentes empleadas. Para las lámparas destinadas a usos habituales que no requieran de gran precisión su valor está entre 80 y 90. De igual forma la apariencia y la temperatura de color varía según las características concretas de cada lámpara.

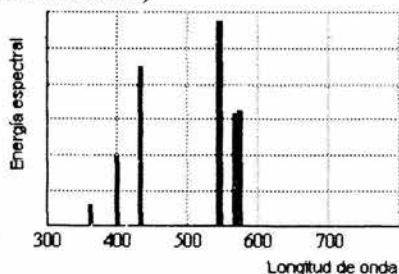
Apariencia de color	T _{color} (K)
Blanco cálido	3000
Blanco	3500
Natural	4000
Blanco frío	4200
Luz día	6500

Las lámparas fluorescentes necesitan para su funcionamiento la presencia de elementos auxiliares. Para limitar la corriente que atraviesa el tubo de descarga utilizan el balastro y para el encendido existen varias posibilidades que se pueden resumir en arranque con cebador o sin él. En el primer caso, el cebador se utiliza para calentar los electrodos antes de someterlos a la tensión de arranque. En el segundo caso tenemos las lámparas de arranque rápido en las que se calientan continuamente los electrodos y las de arranque instantáneo en que la ignición se consigue aplicando una tensión elevada.

Más modernamente han aparecido las lámparas fluorescentes compactas que llevan incorporado el balastro y el cebador. Son lámparas pequeñas con casquillo de rosca o bayoneta pensadas para sustituir a las lámparas incandescentes con ahorros de hasta el 70% de energía y unas buenas prestaciones.

2.2.2 Lámparas de vapor de mercurio a alta presión

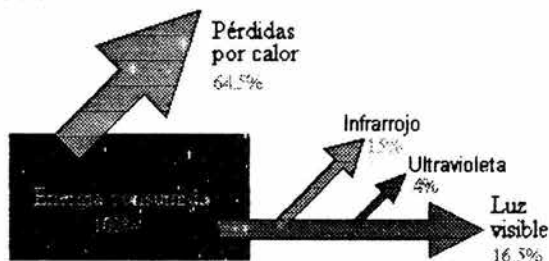
A medida que aumentamos la presión del vapor de mercurio en el interior del tubo de descarga, la radiación ultravioleta característica de la lámpara a baja presión pierde importancia respecto a las emisiones en la zona visible (violeta de 404.7 nm, azul 435.8 nm, verde 546.1 nm y amarillo 579 nm).



Espectro de emisión sin corregir

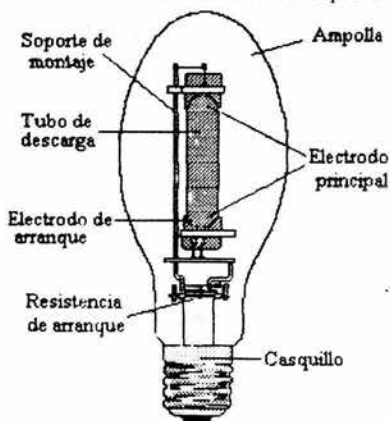
En estas condiciones la luz emitida, de color azul verdoso, no contiene radiaciones rojas. Para resolver este problema se acostumbra a añadir sustancias fluorescentes que emitan en esta zona del espectro. De esta manera se mejoran las características cromáticas de la lámpara. La temperatura de color se mueve entre 3500 y 4500 K con índices de

rendimiento en color de 40 a 45 normalmente. La vida útil, teniendo en cuenta la depreciación se establece en unas 8000 horas. La eficacia oscila entre 40 y 60 lm/W y aumenta con la potencia, aunque para una misma potencia es posible incrementar la eficacia añadiendo un recubrimiento de polvos fosforescentes que conviertan la luz ultravioleta en visible.



Balance energético de una lámpara de mercurio a alta presión

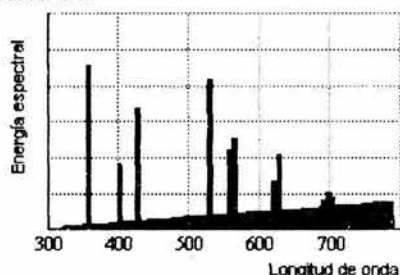
Los modelos más habituales de estas lámparas tienen una tensión de encendido entre 150 y 180 V que permite conectarlas a la red de 220 V sin necesidad de elementos auxiliares. Para encenderlas se recurre a un electrodo auxiliar próximo a uno de los electrodos principales que ioniza el gas inerte contenido en el tubo y facilita el inicio de la descarga entre los electrodos principales. A continuación se inicia un periodo transitorio de unos cuatro minutos, caracterizado porque la luz pasa de un tono violeta a blanco azulado, en el que se produce la vaporización del mercurio y un incremento progresivo de la presión del vapor y el flujo luminoso hasta alcanzar los valores normales. Si en estos momentos se apagara la lámpara no sería posible su reencendido hasta que se enfriara, puesto que la alta presión del mercurio haría necesaria una tensión de ruptura muy alta.



Lámpara de mercurio a alta presión

2.2.3 Lámparas de luz de mezcla

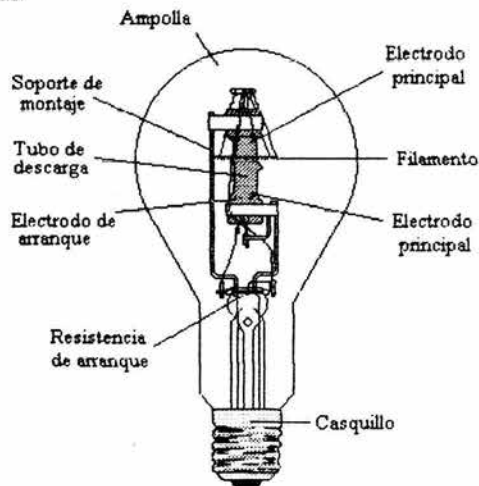
Las lámparas de luz de mezcla son una combinación de una lámpara de mercurio a alta presión con una lámpara incandescente y, habitualmente, un recubrimiento fosforescente. El resultado de esta mezcla es la superposición, al espectro del mercurio, del espectro continuo característico de la lámpara incandescente y las radiaciones rojas provenientes de la fosforescencia.



Espectro de emisión de una lámpara de luz de mezcla

Su eficacia se sitúa entre 20 y 60 lm/W y es el resultado de la combinación de la eficacia de una lámpara incandescente con la de una lámpara de descarga. Estas lámparas ofrecen una buena reproducción del color con un rendimiento en color de 60 y una temperatura de color de 3600 K.

La duración viene limitada por el tiempo de vida del filamento que es la principal causa de fallo. Respecto a la depreciación del flujo hay que considerar dos causas. Por un lado tenemos el ennegrecimiento de la ampolla por culpa del wolframio evaporado y por otro la pérdida de eficacia de los polvos fosforescentes. En general, la vida media se sitúa en torno a las 6000 horas.

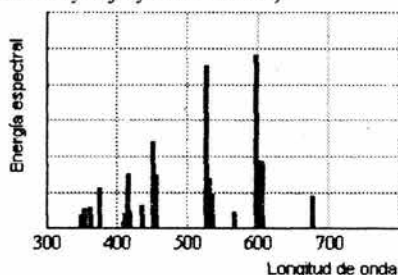


Lámpara de luz de mezcla

Una particularidad de estas lámparas es que no necesitan balasto ya que el propio filamento actúa como estabilizador de la corriente. Esto las hace adecuadas para sustituir las lámparas incandescentes sin necesidad de modificar las instalaciones.

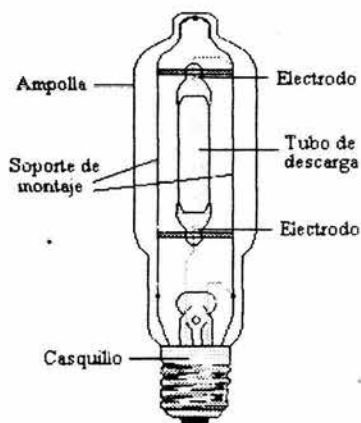
2.2.4 Lámparas con halógenos metálicos

Si añadimos en el tubo de descarga yoduros metálicos (sodio, talio, indio...) se consigue mejorar considerablemente la capacidad de reproducir el color de la lámpara de vapor de mercurio. Cada una de estas sustancias aporta nuevas líneas al espectro (por ejemplo amarillo el sodio, verde el talio y rojo y azul el indio).



Espectro de emisión de una lámpara con halógenos metálicos

Los resultados de estas aportaciones son una temperatura de color de 3000 a 6000 K dependiendo de los yoduros añadidos y un rendimiento del color de entre 65 y 85. La eficiencia de estas lámparas ronda entre los 60 y 96 lm/W y su vida media es de unas 10000 horas. Tienen un periodo de encendido de unos diez minutos, que es el tiempo necesario hasta que se estabiliza la descarga. Para su funcionamiento es necesario un dispositivo especial de encendido, puesto que las tensiones de arranque son muy elevadas (1500-5000 V).



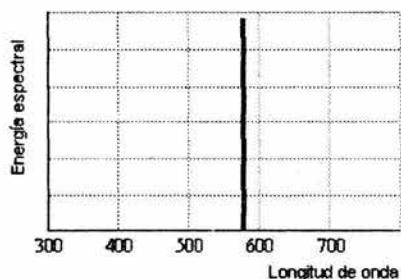
Lámpara con halógenos metálicos

Las excelentes prestaciones cromáticas la hacen adecuada entre otras para la iluminación de instalaciones deportivas, para retransmisiones de TV, estudios de cine, proyectores, etc.

2.2.5 Lámparas de vapor de sodio

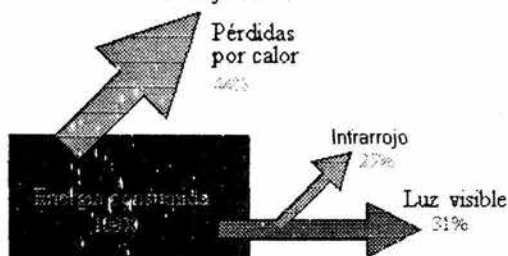
2.2.5.1 Lámparas de vapor de sodio a baja presión

La descarga eléctrica en un tubo con vapor de sodio a baja presión produce una radiación monocromática característica formada por dos rayas en el espectro (589 nm y 589.6 nm) muy próximas entre sí.



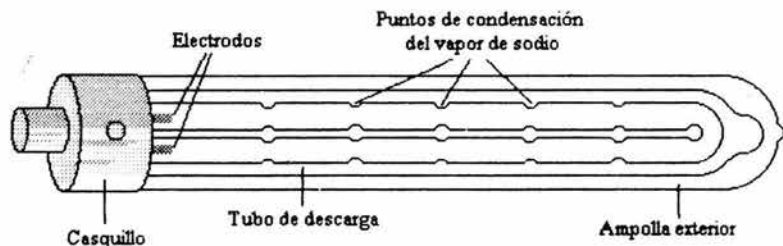
Espectro de una lámpara de vapor de sodio a baja presión

La radiación emitida, de color amarillo, está muy próxima al máximo de sensibilidad del ojo humano (555 nm). Por ello, la eficacia de estas lámparas es muy elevada (entre 160 y 180 lm/W). Otras ventajas que ofrece es que permite una gran comodidad y agudeza visual, además de una buena percepción de contrastes. Por contra, su monocromatismo hace que la reproducción de colores y el rendimiento en color sean muy malos haciendo imposible distinguir los colores de los objetos.



Balance energético de una lámpara de vapor de sodio a baja presión

La vida media de estas lámparas es muy elevada, de unas 15000 horas y la depreciación de flujo luminoso que sufren a lo largo de su vida es muy baja por lo que su vida útil es de entre 6000 y 8000 horas. Esto junto a su alta eficiencia y las ventajas visuales que ofrece la hacen muy adecuada para usos de alumbrado público, aunque también se utiliza con finalidades decorativas. En cuanto al final de su vida útil, este se produce por agotamiento de la sustancia emisora de electrones como ocurre en otras lámparas de descarga. Aunque también se puede producir por deterioro del tubo de descarga o de la ampolla exterior.



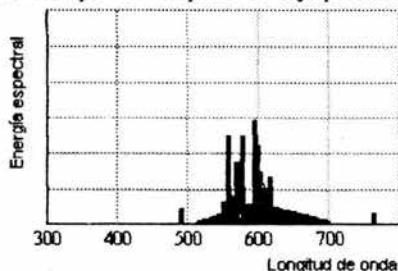
Lámpara de vapor de sodio a baja presión

En estas lámparas el tubo de descarga tiene forma de U para disminuir las pérdidas por calor y reducir el tamaño de la lámpara. Está elaborado de materiales muy resistentes pues el sodio es muy corrosivo y se le practican unas pequeñas hendiduras para facilitar la concentración del sodio y que se vaporice a la temperatura menor posible. El tubo está encerrado en una ampolla en la que se ha practicado el vacío con objeto de aumentar el aislamiento térmico. De esta manera se ayuda a mantener la elevada temperatura de funcionamiento necesaria en la pared del tubo (270 °C).

El tiempo de arranque de una lámpara de este tipo es de unos diez minutos. Es el tiempo necesario desde que se inicia la descarga en el tubo en una mezcla de gases inertes (neón y argón) hasta que se vaporiza todo el sodio y comienza a emitir luz. Físicamente esto se corresponde a pasar de una luz roja (propia del neón) a la amarilla característica del sodio. Se procede así para reducir la tensión de encendido.

2.2.5.2 Lámparas de vapor de sodio a alta presión

Las lámparas de vapor de sodio a alta presión tienen una distribución espectral que abarca casi todo el espectro visible proporcionando una luz blanca dorada mucho más agradable que la proporcionada por las lámparas de baja presión.



Espectro de una lámpara de vapor de sodio a alta presión

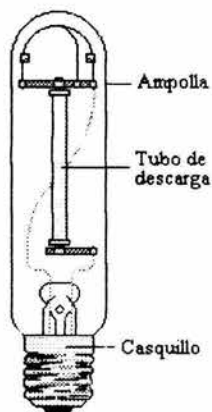
Las consecuencias de esto es que tienen un rendimiento en color ($T_{\text{color}} = 2100 \text{ K}$) y capacidad para reproducir los colores mucho mejores que la de las lámparas a baja presión ($\text{IRC} = 25$, aunque hay modelos de 65 y 80). No obstante, esto se consigue a base de sacrificar eficacia, aunque su valor que ronda los 130 lm/W sigue siendo un valor alto comparado con los de otros tipos de lámparas.



Balance energético de una lámpara de vapor de sodio a alta presión

La vida media de este tipo de lámparas ronda las 20000 horas y su vida útil entre 8000 y 12000 horas. Entre las causas que limitan la duración de la lámpara, además de mencionar la depreciación del flujo tenemos que hablar del fallo por fugas en el tubo de descarga y del incremento progresivo de la tensión de encendido necesaria hasta niveles que impiden su correcto funcionamiento.

Las condiciones de funcionamiento son muy exigentes debido a las altas temperaturas (1000 °C), la presión y las agresiones químicas producidas por el sodio que debe soportar el tubo de descarga. En su interior hay una mezcla de sodio, vapor de mercurio que actúa como amortiguador de la descarga y xenón que sirve para facilitar el arranque y reducir las pérdidas térmicas. El tubo está rodeado por una ampolla en la que se ha hecho el vacío. La tensión de encendido de estas lámparas es muy elevada y su tiempo de arranque es muy breve.



Lámpara de vapor de sodio a alta presión

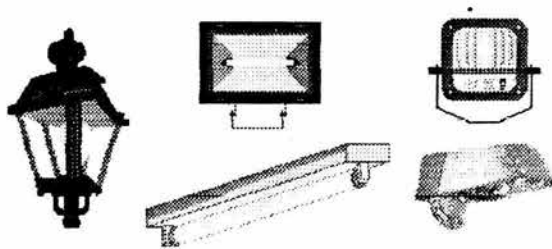
Este tipo de lámparas tienen muchos usos posibles tanto en iluminación de interiores como de exteriores. Algunos ejemplos son en iluminación de naves industriales, alumbrado público o iluminación decorativa.

2.3 Luminarias

Definición y clasificaciones de las luminarias.

Las luminarias son aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a las lámparas. Como esto no basta para que cumplan eficientemente su función, es necesario que cumplan una serie de características ópticas, mecánicas y eléctricas entre otras.

A nivel de óptica, la luminaria es responsable del control y la distribución de la luz emitida por la lámpara. Es importante, pues, que en el diseño de su sistema óptico se cuide la forma y distribución de la luz, el rendimiento del conjunto lámpara-luminaria y el deslumbramiento que pueda provocar en los usuarios. Otros requisitos que debe cumplir las luminarias es que sean de fácil instalación y mantenimiento. Para ello, los materiales empleados en su construcción han de ser los adecuados para resistir el ambiente en que deba trabajar la luminaria y mantener la temperatura de la lámpara dentro de los límites de funcionamiento. Todo esto sin perder de vista aspectos no menos importantes como la economía o la estética.



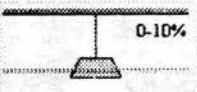
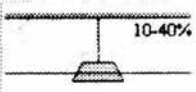
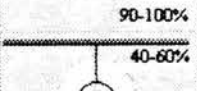
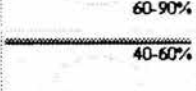
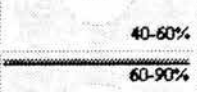
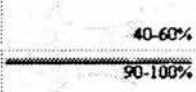
Ejemplos de luminarias

2.3.1 Clasificación

Las luminarias pueden clasificarse de muchas maneras aunque lo más común es utilizar criterios ópticos, mecánicos o eléctricos.

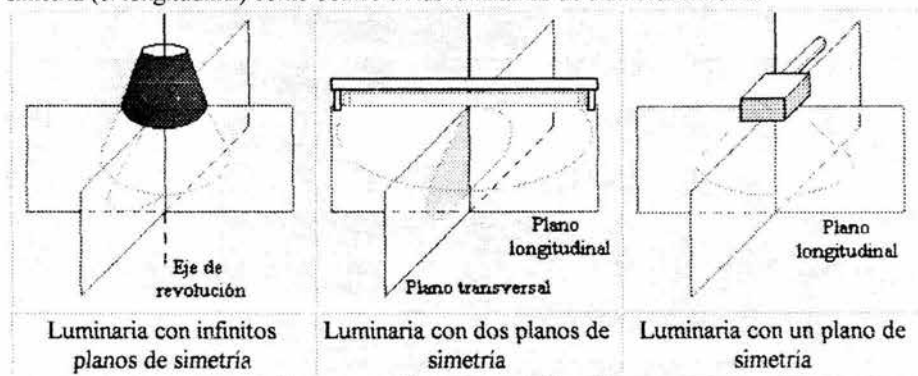
2.3.1.1 Clasificación según las características ópticas de la lámpara

Una primera manera de clasificar las luminarias es según el porcentaje del flujo luminoso emitido por encima y por debajo del plano horizontal que atraviesa la lámpara. Es decir, dependiendo de la cantidad de luz que ilumine hacia el techo o al suelo. Según esta clasificación se distinguen seis clases.

Directa	 0-10%	Semi-directa	 10-40%
General difusa	 90-100% 40-60%	Directa-indirecta	 60-90% 40-60%
Semi-directa	 40-60% 60-90%	Indirecta	 40-60% 90-100%
	10-40%		0-10%

Clasificación CIE según la distribución de la luz

Otra clasificación posible es atendiendo al número de planos de simetría que tenga el sólido fotométrico. Así, podemos tener luminarias con simetría de revolución que tienen infinitos planos de simetría y por tanto nos basta con uno de ellos para conocer lo que pasa en el resto de planos (por ejemplo un proyector o una lámpara tipo globo), con dos planos de simetría (transversal y longitudinal) como los fluorescentes y con un plano de simetría (el longitudinal) como ocurre en las luminarias de alumbrado viario.

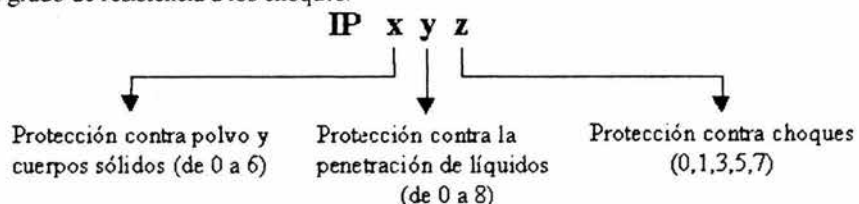


Para las luminarias destinadas al alumbrado público se utilizan otras clasificaciones.

2.3.1.2 Clasificación según las características mecánicas de la lámpara

Las luminarias se clasifican según el grado de protección contra el polvo, los líquidos y los golpes. En estas clasificaciones, según las normas nacionales (UNE 20324) e internacionales, las luminarias se designan por las letras **IP** seguidas de tres dígitos. El primer número va de 0 (sin protección) a 6 (máxima protección) e indica la protección contra la entrada de polvo y cuerpos sólidos en la luminaria. El segundo va de 0 a 8 e

indica el grado de protección contra la penetración de líquidos. Por último, el tercero da el grado de resistencia a los choques.



2.3.1.3 Clasificación según las características eléctricas de la lámpara

Según el grado de protección eléctrica que ofrezcan las luminarias se dividen en cuatro clases (0, I, II, III).

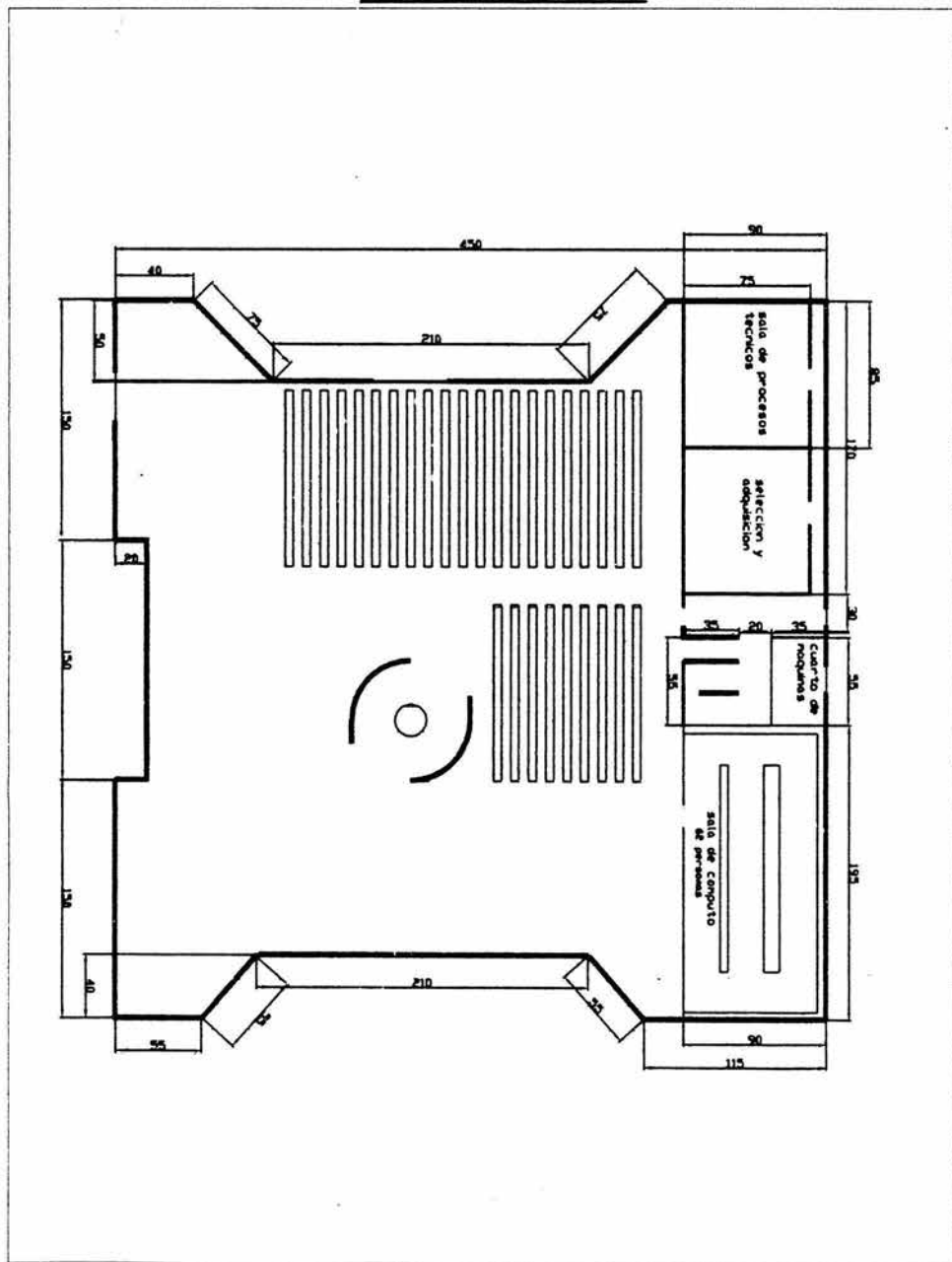
Clase	Protección eléctrica
0	Aislamiento normal sin toma de tierra
I	Aislamiento normal y toma de tierra
II	Doble aislamiento sin toma de tierra.
III	Luminarias para conectar a circuitos de muy baja tensión, sin otros circuitos internos o externos que operen a otras tensiones distintas a la mencionada.

2.3.1.4 Otras clasificaciones

Otras clasificaciones posibles son según la aplicación a la que esté destinada la luminaria (alumbrado viario, alumbrado peatonal, proyección, industrial, comercial, oficinas, doméstico...) o según el tipo de lámparas empleado (para lámparas incandescentes o fluorescentes).

CALCULO
DE
ILUMINACIÓN
“P. BAJA”

PLANO GENERAL



3.1 PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LOS CALCULOS

El método que utilizaremos para la obtención de los resultados será el método de Lumen. A continuación se explicara los términos que se utilizaran y de donde se obtienen.

Lo primero es identificar el trabajo que se realizara en el área a iluminar para poder determinar el nivel de iluminación (luxes) necesario de acuerdo a los niveles de iluminación para locales interiores que recomienda la Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación, A.C. Una vez conocido el nivel de iluminación, se determinara la cantidad de candelas que es necesario emitir en 0° vertical (exactamente bajo la luminaria), y en base a esto se determina el tipo de luminaria y lámpara que se usará.

La cantidad de candelas en 0° vertical se obtiene de:

$$I_{0^\circ V} = E * D^2$$

Donde:

E = Nivel de iluminación (luxes)

D = Distancia del luminario a el área de trabajo

Nota: el área de trabajo puede ser la altura de cavidad de cuarto (HCC) que va desde la altura de la lámpara a un plano de trabajo determinado, ó la altura de cavidad de piso (HCP) que va desde la altura de la lámpara a el piso.

Lo siguiente es el calculo del coeficiente de utilización (C.U.) que es la relación del flujo luminoso incidente en el plano de trabajo y el flujo luminoso emitido por las lámparas solas que se encuentran dentro del luminario, y se determina por medio de la relación de la forma del área a iluminar (RCR) y los acabados del cuarto determinado por la reflexión (piso, techo y pared).

Ahora se deberá calcular el factor de mantenimiento (FM) el cual esta determinado por:

$$F.M = LLD * LDD$$

Donde:

LLD = Factor de depreciación de lúmenes de la lámpara (apéndice 6)

LDD = Factor de depreciación de suciedad acumulada en los luminarios y esta determinado por la categoría del luminario (apéndice 3) y el tiempo de mantenimiento y el tipo de ambiente en el que se trabaja (apéndice 2).

Con los datos anteriores se procede a calcular el numero de luminarios mediante la siguiente forma:

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{luminario}} * C.U * F.M}$$

Donde:

E = Cantidad de luxes

Área = Área total a iluminar

C.U. = Coeficiente de utilización

F.M. = Factor de mantenimiento

Lúmenes / luminario = Se determina por los lúmenes emitidos por la lámpara (apéndice 6) multiplicados por el número de lámparas dentro del luminario.

Conociendo el número de luminarios se determina el espaciamiento teórico (St).

$$St = \sqrt{\frac{Area}{N^{\circ} \text{Luminarios}}}$$

Se procede a calcular a continuación el espaciamiento máximo (Smax)

$$S_{max} = H_{cc} * S.C$$

Donde:

HCC = Altura de cavidad de cuarto

S.C. = Espaciamiento crítico, que esta determinado por el fabricante dependiendo de las características del luminario.

Ahora se calcula el numero de columnas:

$$\text{No de columnas} = \frac{\text{Ancho}}{St}$$

Y el numero de renglones para la correcta distribución de los luminarios:

$$\text{No de renglones} = \frac{\text{No de luminarios}}{\text{No de columnas}}$$

A continuación se procede a calcular el espaciamiento real (la distancia real entre luminarios):

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

Por ultimo se procede a comprobar los espaciamientos ya que, por norma el espaciamiento real debe ser menor o igual al espaciamiento máximo:

$$S_{real} \leq S_{máximo}$$

Nota: Para todas las demás secciones a calcular se utilizara el mismo procedimiento.

3.1.2 SALA DE PROCESOS TÉCNICOS Y SELECCIÓN Y ADQUISICION

DATOS

Luxes = (E) = 300

Hcc = 2.5

Reflexión:

Piso 20%

Techo 50%

Pared 50%

1) Selección de lámpara

Lámpara 32 watts T-8

Arranque rápido

Acabado blanco frío

2) Selección de luminario

Serie 6800-232

3050 candelas x lámpara

6100 candelas x luminario

S.C = 1.4

3) Calculo de candelas

$$I_{0^{\circ}v} = E * D^2$$

$$I_{0^{\circ}v} = 300 * 2.5^2 = 1875 \text{ candelas}$$

4) Calculo de C.U

$$R.C.R = \frac{5 * Hcc(Largo + Ancho)}{Area}$$

$$R.C.R = \frac{5 * 2.5 * (8.5 + 7.5)}{8.5 * 7.5} = 3.14$$

Se interpolara R.C.R de tabla 1 sacada de la norma para obtener el C.U.

R	3	.49	
C	3.14	X	∴ C.U = .483
R	4	.44	

5) Calculo de F.M (factor de mantenimiento)

$$F.M = L.L.D * L.D.D$$

Obteniendo datos de tabla 2

$$F.M = .82 * .86 = .70$$

6) Calculo de numero de luminarios

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{lu min ario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{300 * (8.5 * 7.5)}{6100 * .483 * .70} = 9.27$$

∴ 10 Luminarios

7) Calculo de espaciamento teórico

$$St = \sqrt{\frac{\text{Area}}{N^{\circ} \text{Lu min ario}}}$$

$$St = \sqrt{\frac{(8.5 * 7.5)}{10}} = 2.52$$

8) Calculo del espaciamento máximo

$$S_{max} = H_{cc} * S.C$$

$$S_{max} = 2.5 \text{ m} * 1.4 = 3.5 \text{ m}$$

9) Calculo de No de columnas

$$\text{No de columnas} = \frac{\text{Ancho}}{St}$$

$$\text{No de columnas} = \frac{8.5}{2.52} = 3.37$$

∴ 4 columnas

10) Calculo de No de renglones

$$\text{No de renglones} = \frac{\text{No de l u m i n a r i o s}}{\text{No de columnas}}$$

$$\text{No de renglones} = \frac{10}{4} = 2.5$$

∴ 3 renglón

11) Calculo espaciamiento real

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{8.5}{4} = 2.125 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

$$Y = \frac{7.5}{3} = 2.5 \text{ m}$$

12) Comprobación de espaciamientos

S real ≤ S máximo

2.125 m ≤ 3.5 m ∴ cumple la condición

3.1.3 PASILLO "A"

DATOS

Luxes = (E) = 100

Hcp = 3.5

Reflexión:

Piso 20%

Techo 50%

Pared 50%

1) Selección de lámpara

Lámpara 32 watts T-8

Arranque rápido

Acabado blanco frío

2) Selección de luminario

Serie 6800-232

3050 candelas x lámpara

6100 candelas x luminario

S.C = 1.4

3) Cálculo de candelas

$$I_{0^{\circ}V} = E * D^2$$

$$I_{0^{\circ}V} = 100 * 3.5^2 = 1225 \text{ candelas}$$

4) Cálculo de C.U

$$R.C.R = \frac{5 * H_{cc}(Largo + Ancho)}{Area}$$

$$R.C.R = \frac{5 * 3.5 * (17 + 1.5)}{17 * 1.5} = 12.7$$

Se interpolara R.C.R de tabla 1 sacada de la norma para obtener el C.U.

R	12	.22	
C	12.7	X	∴ C.U = .206
R	13	.20	

5) Calculo de F.M (factor de mantenimiento)

$$F.M = L.L.D * L.D.D$$

Obteniendo datos de tabla 2

$$F.M = .82 * .86 = .70$$

6) Calculo de numero de luminarios

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{lu min ario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{100 * (17 * 1.5)}{6100 * .206 * .70} = 2.9$$

∴ 3 Luminarios

7) Calculo de espaciamento teórico

$$St = \sqrt{\frac{\text{Area}}{N^{\circ} \text{Lu min ario}}}$$

$$St = \sqrt{\frac{(17 * 1.5)}{3}} = 2.91$$

8) Calculo del espaciamento máximo

$$S_{max} = H_{cc} * S.C$$

$$S_{max} = 3.5m * 1.4 = 4.9 m$$

9) Calculo de No de columnas

$$\text{No de columnas} = \frac{\text{Ancho}}{St}$$

$$\text{No de columnas} = \frac{17}{2.91} = 5.84$$

∴ 6 columnas

10) Calculo de No de renglones

$$\text{No de renglones} = \frac{\text{No de luminarios}}{\text{No de columnas}}$$

$$\text{No de renglones} = \frac{3}{6} = .5$$

∴ 1 renglón

11) Calculo espaciamiento real

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{17}{3} = 5.67 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

$$Y = \frac{1.5}{1} = 1.5 \text{ m}$$

NOTA: A nuestra consideración optamos por poner 4 luminarios ya que con los 3 que obtenemos de la teoría hay un espacio excesivo entre los luminarios y no se cumple la norma.

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{17}{4} = 4.25 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

$$Y = \frac{1.5}{1} = 1.5 \text{ m}$$

12) Comprobación de espaciamientos

S real \leq S máximo

4.25 m \leq 4.9 m \therefore cumple la condición

3.1.4 PASILLO "B"

DATOS

Luxes = (E) = 100

Hcc = 3.5

Reflexión:

Piso 20%

Techo 50%

Pared 50%

1) Selección de lámpara

Lámpara 32 watts T-8

Arranque rápido

Acabado blanco frío

2) Selección de luminario

Serie 6800-232

3050 candelas x lámpara

6100 candelas x luminario

S.C = 1.4

3) Cálculo de candelas

$$I_{0^{\circ}} = E * D^2$$

$$I_{0^{\circ}} = 100 * 3.5^2 = 1225 \text{ candelas}$$

4) Cálculo de C.U

$$R.C.R = \frac{5 * Hcc(Largo + Ancho)}{\text{Area}}$$

$$R.C.R = \frac{5 * 3.5 * (5.5 + 2)}{(2 * 5.5)} = 11.93$$

Se interpolara R.C.R de tabla 1 sacada de la norma para obtener el C.U.

$$\begin{array}{l} R \quad 11 \quad .24 \\ C \quad 11.93 \quad X \quad \therefore C.U = .2214 \\ R \quad 12 \quad .22 \end{array}$$

5) Calculo de F.M (factor de mantenimiento)

$$F.M = L.L.D * L.D.D$$

Obteniendo datos de tabla 2

$$F.M = .82 * .86 = .70$$

6) Calculo de numero de luminarios

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{lu min ario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{100 * (2 * 5.5)}{6100 * .2214 * .70} = 1.16$$

\therefore 2 Luminarios

7) Calculo de espaciamiento teórico

$$St = \sqrt{\frac{\text{Area}}{N^{\circ} \text{Lu min ario}}}$$

$$St = \sqrt{\frac{(2 * 5.5)}{2}} = 2.34$$

8) Calculo del espaciamiento máximo

$$S_{max} = H_{cc} * S.C$$

$$S_{max} = 3.5 \text{ m} * 1.4 = 4.9 \text{ m}$$

9) Calculo de No de columnas

$$\text{No de columnas} = \frac{\text{Ancho}}{\text{St}}$$

$$\text{No de columnas} = \frac{5.5}{2.34} = 2.35$$

∴ 2 columnas

10) Calculo de No de renglones

$$\text{No de renglones} = \frac{\text{No de l u m i n a r i o s}}{\text{No de columnas}}$$

$$\text{No de renglones} = \frac{2}{2} = 1$$

∴ 1 renglón

11) Calculo espaciamento real

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{5.5}{2} = 2.75 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

$$Y = \frac{2}{1} = 2 \text{ m}$$

12) Comprobación de espaciamentos

S real ≤ S máximo

2.75 m ≤ 4.9 m ∴ cumple la condición

3.1.5 PASILLO "C"

DATOS

Luxes = (E) = 100

Hcp = 3.5

Reflexión:

Piso 20%

Techo 50%

Pared 50%

1) Selección de lámpara

Lámpara 32 watts T-8

Arranque rápido

Acabado blanco frío

2) Selección de luminario

Serie 6800-232

3050 candelas x lámpara

6100 candelas x luminario

S.C = 1.4

3) Calculo de candelas

$$I_{0^{\circ}V} = E * D^2$$

$$I_{0^{\circ}V} = 100 * 3.5^2 = 1225 \text{ candelas}$$

4) Calculo de C.U

$$R.C.R = \frac{5 * Hcc(Largo + Ancho)}{Area}$$

$$R.C.R = \frac{5 * 3.5 * (3 + 9)}{3 * 9} = 7.78$$

Se interpolara R.C.R de tabla 1 sacada de la norma para obtener el C.U.

R	7		.33
C	7.78	X	\therefore C.U = .3066
R	8		.30

5) Calculo de F.M (factor de mantenimiento)

$$F.M = L.L.D * L.D.D$$

Obteniendo datos de tabla 2

$$F.M = .82 * .86 = .70$$

6) Calculo de numero de luminarios

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{lu min ario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{100 * (9 * 3)}{6100 * .3066 * .70} = 2.06$$

\therefore 3 Luminarios

7) Calculo de espaciamento teórico

$$St = \sqrt{\frac{\text{Area}}{N^{\circ} \text{Lu min ario}}}$$

$$St = \sqrt{\frac{(9 * 3)}{3}} = 3$$

8) Calculo del espaciamento máximo

$$S_{max} = H_{cc} * S.C$$

$$S_{max} = 3.5 \text{ m} * 1.4 = 4.9 \text{ m}$$

9) Calculo de No de columnas

$$\text{No de columnas} = \frac{\text{Ancho}}{\text{St}}$$

$$\text{No de columnas} = \frac{9}{3} = 3$$

∴ 3 columnas

10) Calculo de No de renglones

$$\text{No de renglones} = \frac{\text{No de l u m i n a r i o s}}{\text{No de columnas}}$$

$$\text{No de renglones} = \frac{3}{3} = 1$$

∴ 1 renglón

11) Calculo espaciamento real

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{9}{3} = 3 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

$$Y = \frac{3}{1} = 3 \text{ m}$$

12) Comprobación de espaciamentos

S real ≤ S máximo

3 m ≤ 4.9 m ∴ cumple la condición

3.1.6 CUARTO DE MAQUINAS

DATOS

Luxes = (E) = 100

Hcc = 2.5

Reflexión:

Piso 20%

Techo 50%

Pared 50%

1) Selección de lámpara

Lámpara 32 watts T-8

Arranque rápido

Acabado blanco frío

2) Selección de luminario

Serie 6800-232

3050 candelas x lámpara

6100 candelas x luminario

S.C = 1.4

3) Calculo de candelas

$$I_{0^{\circ}V} = E * D^2$$

$$I_{0^{\circ}V} = 100 * 2.5^2 = 1250 \text{ candelas}$$

4) Calculo de C.U

$$R.C.R = \frac{5 * Hcc(Largo + Ancho)}{Area}$$

$$R.C.R = \frac{5 * 2.5 * (5.5 + 3.5)}{(5.5 * 3.5)} = 5.84$$

Se interpolara R.C.R de tabla 1 sacada de la norma para obtener el C.U.

R	5	.40	
C	5.84	X	\therefore C.U = .3664
R	6	.36	

5) Calculo de F.M (factor de mantenimiento)

$$F.M = L.L.D * L.D.D$$

Obteniendo datos de tabla 2

$$F.M = .82 * .86 = .70$$

6) Calculo de numero de luminarios

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{lu min ario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{100 * (5.5 * 3.5)}{6100 * .3664 * .70} = 1.23$$

\therefore 2 Luminarios

7) Calculo de espaciamento teórico

$$St = \sqrt{\frac{\text{Area}}{N^{\circ} \text{Lu min ario}}}$$

$$St = \sqrt{\frac{(5.5 * 3.5)}{2}} = 3.10$$

8) Calculo del espaciamento máximo

$$S_{max} = H_{cc} * S.C$$

$$S_{max} = 2.5 \text{ m} * 1.4 = 3.5 \text{ m}$$

9) Calculo de No de columnas

$$\text{No de columnas} = \frac{\text{Ancho}}{St}$$

$$\text{No de columnas} = \frac{5.5}{3.10} = 1.77$$

∴ 2 columnas

10) Calculo de No de renglones

$$\text{No de renglones} = \frac{\text{No de lu min arios}}{\text{No de columnas}}$$

$$\text{No de renglones} = \frac{2}{2} = 1$$

∴ 1 renglón

11) Calculo espaciamento real

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{5.5}{2} = 2.75 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

$$Y = \frac{3.5}{1} = 3.5 \text{ m}$$

12) Comprobación de espaciamentos

S real ≤ S máximo

3.5 m ≤ 3.5 m ∴ cumple la condición

3.1.7 SALA DE COMPUTO

DATOS

Luxes = (E) = 600

Hcc = 2.5

Reflexión:

Piso 20%

Techo 50%

Pared 50%

1) Selección de lámpara

Lámpara 32 watts T-8

Arranque rápido

Acabado blanco frío

2) Selección de luminario

Luminario Refractogrid cat 82-432

3050 candelas x lámpara

12200 candelas x luminario

S.C = 1.25

3) Calculo de candelas

$$I_{0^{\circ}v} = E * D^2$$

$$I_{0^{\circ}v} = 600 * 2.5^2 = 3750 \text{ candelas}$$

4) Calculo de C.U

$$R.C.R = \frac{5 * Hcc * (Largo + Ancho)}{Area}$$

$$R.C.R = \frac{5 * 2.5 * (9 + 19.5)}{(19.5 * 9)} = 2.03$$

Se interpolará R.C.R de tabla 1 sacada de la norma para obtener el C.U.

R	2	.60	
C	2.03	X	∴ C.U = .5982
R	3	.54	

5) Calculo de F.M (factor de mantenimiento)

$$F.M = L.L.D * L.D.D$$

Obteniendo datos de tabla 2

$$F.M = .82 * .86 = .70$$

6) Calculo de numero de luminarios

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{lu min ario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{600 * (19.5 * 9)}{12200 * .5982 * .70} = 20.61$$

∴ 21 Luminarios

7) Calculo de espaciamento teórico

$$St = \sqrt{\frac{\text{Area}}{N^{\circ} \text{Lu min ario}}}$$

$$St = \sqrt{\frac{(19.5 * 9)}{21}} = 2.89$$

8) Calculo del espaciamento máximo

$$S_{max} = H_{cc} * S.C$$

$$S_{max} = 2.5 \text{ m} * 1.25 = 3.12 \text{ m}$$

9) Calculo de No de columnas

$$\text{No de columnas} = \frac{\text{Ancho}}{St}$$

$$\text{No de columnas} = \frac{19.5}{2.89} = 6.75$$

∴ 7 columnas

10) Calculo de No de renglones

$$\text{No de renglones} = \frac{\text{No de lu min arios}}{\text{No de columnas}}$$

$$\text{No de renglones} = \frac{21}{7} = 3$$

∴ 3 renglones

11) Calculo espaciamento real

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{19.5}{7} = 2.79 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

$$Y = \frac{9}{3} = 3 \text{ m}$$

12) Comprobación de espaciamentos

S real ≤ S máximo

$$3 \text{ m} \leq 3.12 \text{ m}$$

3.1.8 ESCALERAS

DATOS

Luxes = (E) = 100

Hcp = 5.5

Reflexión:

Piso 20%

Techo 50%

Pared 50%

1) Selección de lámpara

Lámpara 32 watts T-8

Arranque rápido

Acabado blanco frío

2) Selección de luminario

Luminario Refractogrid cat 82-432

3050 candelas x lámpara

12200 candelas x luminario

S.C = 1.25

3) Calculo de candelas

$$I_{0^{\circ}v} = E * D^2$$

$$I_{0^{\circ}v} = 100 * 5.5^2 = 3025 \text{ candelas}$$

4) Calculo de C.U

$$R.C.R = \frac{5 * Hcc * (Largo + Ancho)}{Area}$$

$$R.C.R = \frac{5 * 5.5 * (4 + 3.5)}{(3.5 * 4)} = 14.73$$

Se interpolara R.C.R de tabla 1 sacada de la norma para obtener el C.U.

R	14	.21	
C	14.73	X	∴ C.U = .1954
R	15	.19	

5) Calculo de F.M (factor de mantenimiento)

$$F.M = L.L.D * L.D.D$$

Obteniendo datos de tabla 2

$$F.M = .82 * .86 = .70$$

6) Calculo de numero de luminarios

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{lu min ario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{100 * (3.5 * 4)}{12200 * .1954 * .70} = .84$$

∴ 1 Luminarios

7) Calculo de espaciamiento teórico

$$St = \sqrt{\frac{\text{Area}}{N^{\circ} \text{Lu min ario}}}$$

$$Sr = \sqrt{\frac{(4 * 3.5)}{1}} = 3.74$$

8) Calculo del espaciamiento máximo

$$Smax = Hcc * S.C$$

$$Smax = 5.5 \text{ m} * 1.25 = 6.875 \text{ m}$$

9) Calculo de No de columnas

$$\text{No de columnas} = \frac{\text{Ancho}}{\text{St}}$$

$$\text{No de columnas} = \frac{4}{3.74} = 1.06$$

∴ 1 columnas

10) Calculo de No de renglones

$$\text{No de renglones} = \frac{\text{No de lu min arios}}{\text{No de columnas}}$$

$$\text{No de renglones} = \frac{1}{1} = 1$$

∴ 1 renglones

11) Calculo espaciamento real

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{4}{1} = 4 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

$$Y = \frac{3.5}{1} = 3.5 \text{ m}$$

12) Comprobación de espaciamentos

S real ≤ S máximo

$$4 \text{ m} \leq 6.875 \text{ m}$$

3.1.9 AREA DE CONSULTA

DATOS

Luxes = (E) = 400

Hcc = 2.5

Reflexión:

Piso 20%

Techo 50%

Pared 10%

1) Selección de lámpara

Lámpara 32 watts T-8

Arranque rápido

Acabado blanco frío

2) Selección de luminario

Luminario Refractogrid cat 82-432

3050 candelas x lámpara

12200 candelas x luminario

S.C = 1.25

3) Calculo de candelas

$$I_{0^{\circ}v} = E * D^2$$

$$I_{0^{\circ}v} = 400 * 2.5^2$$

4) Calculo de C.U

$$R.C.R = \frac{2.5 * Hcc * (Perimetro)}{Area}$$

$$R.C.R = \frac{2.5 * 2.5 * (182.8)}{(1010)} = 0.18$$

Se interpolara R.C.R de tabla 1 sacada de la norma para obtener el C.U.

R	0	.73	
C	0.18	X	∴ C.U = .712
R	1	.63	

5) Calculo de F.M (factor de mantenimiento)

$$F.M = L.L.D * L.D.D$$

Obteniendo datos de tabla 2

$$F.M = .82 * .86 = .70$$

6) Calculo de numero de luminarios

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{lu min ario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{400 * (1010)}{12200 * .712 * .70} = 66.44$$

∴ 67 Luminarios

7) Calculo de espaciamento teórico

$$St = \sqrt{\frac{\text{Area}}{N^{\circ} \text{Lu min ario}}}$$

$$St = \sqrt{\frac{1010}{67}} = 3.84$$

8) Calculo del espaciamento máximo

$$S_{max} = H_{cc} * S.C$$

$$S_{max} = 2.5 \text{ m} * 1.25 = 3.125 \text{ m}$$

NOTA: Para una mejor distribución tomamos un área regular

$$R.C.R = \frac{5 * Hcc * (Largo + Ancho)}{Area}$$

$$R.C.R = \frac{5 * 2.5 * (36 + 45)}{(36 * 45)} = .62$$

Se interpolara R.C.R de tabla 1 sacada de la norma para obtener el C.U.

R	0	.73	
C	.62	X	∴ C.U = .6928
R	1	.67	

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * Area}{\frac{\text{lumenes}}{\text{lu min ario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{400 * (36 * 45)}{12200 * .6928 * .70} = 109.52$$

∴ 110 Luminarios

$$St = \sqrt{\frac{Area}{N^{\circ} \text{Lu min ario}}}$$

$$St = \sqrt{\frac{(36 * 45)}{110}} = 3.84$$

9) Calculo de No de columnas

$$\text{No de columnas} = \frac{\text{Ancho}}{St}$$

$$\text{No de columnas} = \frac{45}{3.84} = 14.65$$

∴ 15 columnas

10) Calculo de No de renglones

$$\text{No de renglones} = \frac{\text{No de luminarios}}{\text{No de columnas}}$$

$$\text{No de renglones} = \frac{110}{15} = 7.33$$

∴ 8 renglones

11) Calculo espaciamento real

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{45}{15} = 3 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

$$Y = \frac{36}{8} = 4.5 \text{ m}$$

S real ≤ S máximo

4.5 m ≤ 3.12 m ∴ no se cumple, **aumentamos luminarios**

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{45}{15} = 3 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

$$Y = \frac{36}{12} = 3 \text{ m}$$

S real ≤ S máximo

3 m ≤ 3.12 m

12) Comprobación de espaciamentos

S real ≤ S máximo

3 m ≤ 3.12 m

Nota: al eliminar las áreas y los luminarias correspondientes nos queda un total de 106 luminarias y cumplen con el numero de luminarias adecuado de acuerdo a los cálculos.

3.1.10 ANAQUELES

DATOS

Luxes = (E) = 400

Hcc = 1.75

Reflexión:

Piso 20%

Techo 50%

Pared 10%

1) Selección de lámpara

Lámpara 32 watts T-8

Arranque rápido

Acabado blanco frío

2) Selección de luminaria

Serie 6800-232

3050 candelas x lámpara

6100 candelas x luminaria

S.C = 1.4

3) Cálculo de candelas

$$I_{0^\circ V} = E * D^2$$

$$I_{0^\circ V} = 400 * 1.75^2 = 1225 \text{ candelas}$$

4) Cálculo de C.U

$$R.C.R = \frac{5 * Hcc(Largo + Ancho)}{\text{Area}}$$

$$R.C.R = \frac{5 * 1.75 * (11 + 1)}{(11 * 1)} = 9.54$$

Se interpolara R.C.R de tabla 1 sacada de la norma para obtener el C.U.

R	9	.21	
C	9.54	X	∴ C.U = .1992
R	10	.19	

5) Calculo de F.M (factor de mantenimiento)

$$F.M = L.L.D * L.D.D$$

Obteniendo datos de tabla 2

$$F.M = .82 * .86 = .70$$

6) Calculo de numero de luminarias

$$N^{\circ} \text{Luminarias} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{lu min ario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarias} = \frac{400 * (11 * 1)}{6100 * .1992 * .70} = 5.17$$

∴ 6 Luminarias

7) Calculo de espaciamento teórico

$$St = \sqrt{\frac{\text{Area}}{N^{\circ} \text{Lu min ario}}}$$

$$St = \sqrt{\frac{(11 * 1)}{6}} = 1.35$$

8) Calculo del espaciamento máximo

$$S_{max} = H_{cc} * S.C$$

$$S_{max} = 1.75 \text{ m} * 1.4 = 2.45 \text{ m}$$

9) Calculo de No de columnas

$$\text{No de columnas} = \frac{\text{Ancho}}{St}$$

$$\text{No de columnas} = \frac{1}{1.35} = .74$$

∴ 1 columnas

10) Calculo de No de renglones

$$\text{No de renglones} = \frac{\text{No de lu min arios}}{\text{No de columnas}}$$

$$\text{No de renglones} = \frac{6}{1} = 6$$

∴ 6 renglón

11) Calculo espaciamiento real

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{1}{1} = 1 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

$$Y = \frac{11}{6} = 1.83 \text{ m}$$

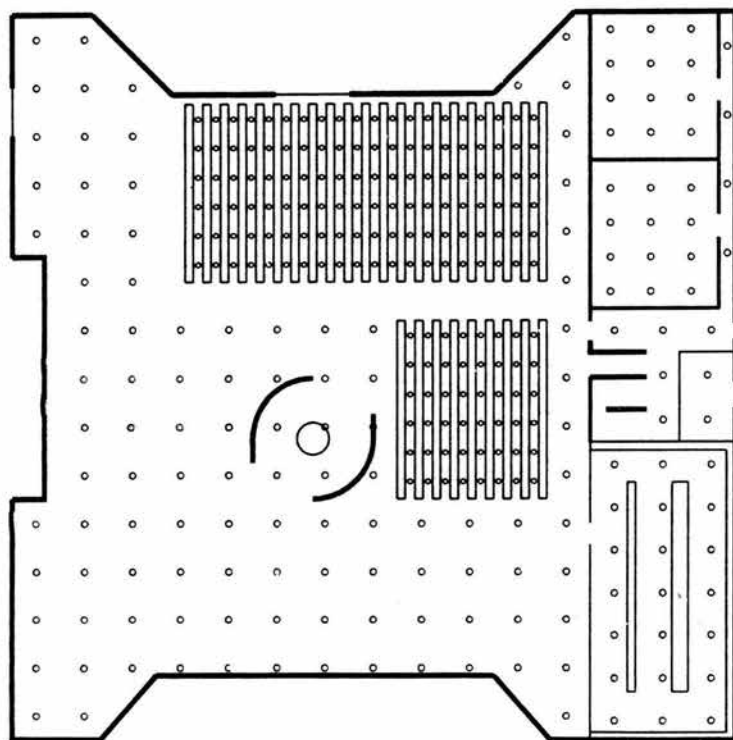
12) Comprobación de espaciamientos

S real ≤ S máximo

1.83 m ≤ 2.45 m ∴ cumple la condición

Nota: para todos los anaqueles el procedimiento y el calculo es igual ya que el espacio entre anaqueles y las dimensiones de los anaqueles en este piso son las mismas.

DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIOS



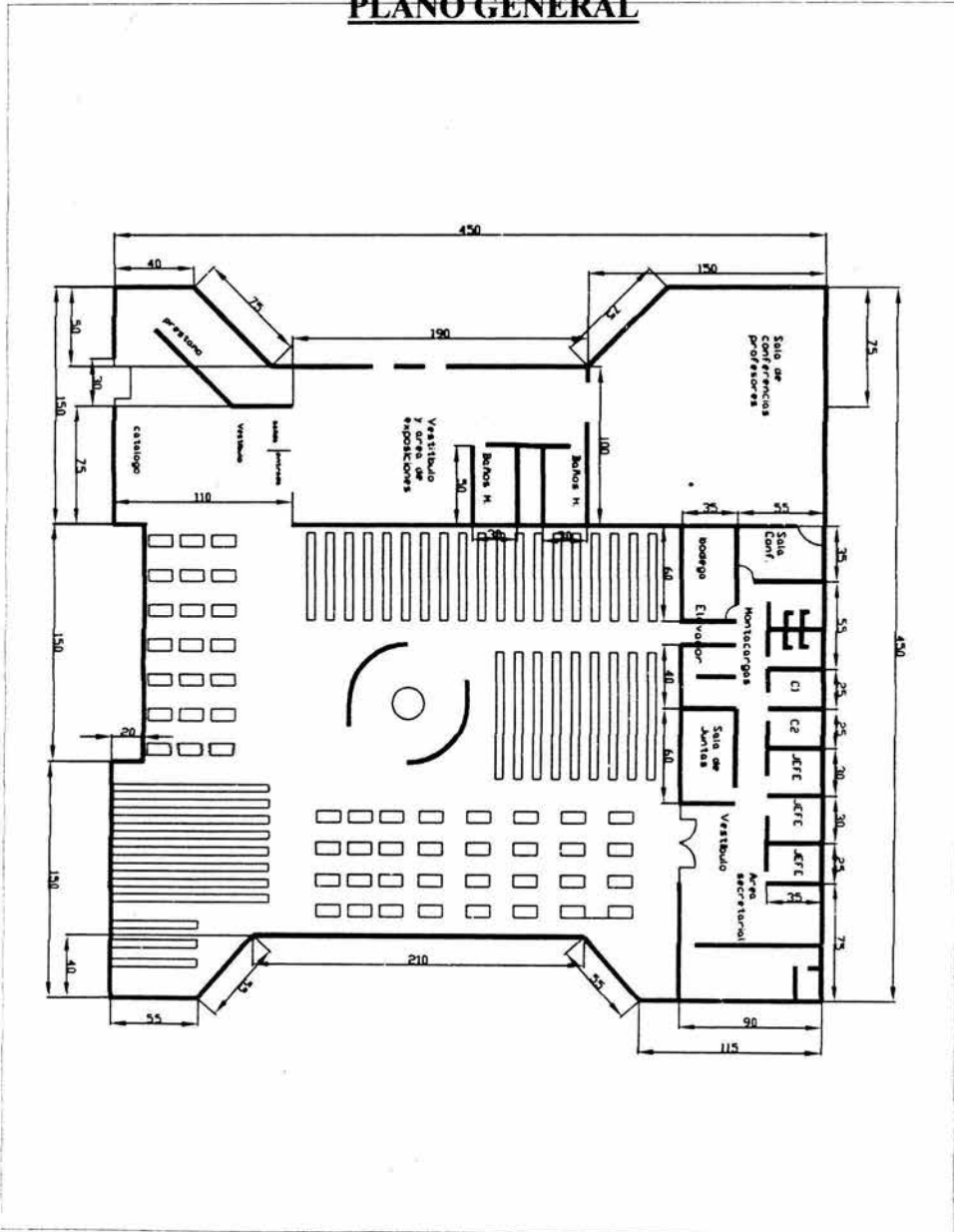
CALCULO

DE

ILUMINACIÓN

“P. ALTA”

PLANO GENERAL



3.2.1 VESTÍBULO

DATOS

Luxes = (E) = 100

Hcc = 3

Reflexión:

Piso 20%

Techo 50%

Pared 50%

1) Selección de lámpara

Lámpara 32 watts T-8

Arranque rápido

Acabado blanco frío

2) Selección de luminario

Serie 6800-232

3050 candelas x lámpara

6100 candelas x luminario

S.C = 1.4

3) Cálculo de candelas

$$I_{0^{\circ}v} = E * D^2$$

$$I_{0^{\circ}v} = 100 * 3^2 = 900 \text{ candelas}$$

4) Cálculo de C.U

$$R.C.R = \frac{5 * Hcc(Largo + Ancho)}{Area}$$

$$R.C.R = \frac{5 * 3 * (5 + 3.5)}{5 * 3.5} = 7.29$$

Se interpolara R.C.R de tabla 1 sacada de la norma para obtener el C.U.

R	7	.33	
C	7.29	X	$\therefore X = .3213$
R	8	.30	

5) Calculo de F.M (factor de mantenimiento)

$$F.M = L.L.D * L.D.D$$

Obteniendo datos de tabla 2

$$F.M = .82 * .86 = .70$$

6) Calculo de numero de luminarios

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{lu min ario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{100 * 17.5}{6100 * .3213 * .70} = 1.27$$

$\therefore 2$ Luminarios

7) Calculo de espaciamento teorico

$$St = \sqrt{\frac{\text{Area}}{N^{\circ} \text{Lu min ario}}}$$

$$St = \sqrt{\frac{17.5}{2}} = 2.96$$

8) Calculo del espaciamento máximo

$$S_{max} = H_{cc} * S.C$$

$$S_{max} = 3m * 1.4 = 4.2 m$$

9) Calculo de No de columnas

$$\text{No de columnas} = \frac{\text{Ancho}}{St}$$

$$\text{No de columnas} = \frac{5}{2.96} = 1.69$$

∴ 2 columnas

10) Calculo de No de renglones

$$\text{No de renglones} = \frac{\text{No de lu min arios}}{\text{No de columnas}}$$

$$\text{No de renglones} = \frac{2}{2} = 1$$

∴ 1 renglon

11) Calculo espaciamento real

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{5}{2} = 2.5 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

$$Y = \frac{3.5}{1} = 3.5 \text{ m}$$

12) Comprobación de espaciamentos

S real ≤ S máximo

3.5 m ≤ 4.2 m ∴ cumple la condicion

3.2.2 PASILLO

DATOS

Luxes = (E) = 100

Hcc = 3

Reflexión:

Piso 20%

Techo 50%

Pared 50%

1) Selección de lámpara

Lámpara 32 watts T-8

Arranque rápido

Acabado blanco frío

2) Selección de luminario

Serie 6800-232

3050 candelas x lámpara

6100 candelas x luminario

S.C = 1.4

3) Cálculo de candelas

$$I_{0^\circ v} = E * D^2$$

$$I_{0^\circ v} = 100 * 3^2 = 900 \text{ candelas}$$

4) Cálculo de C.U

$$R.C.R = \frac{5 * Hcc(Largo + Ancho)}{Area}$$

$$R.C.R = \frac{5 * 3 * (19 + 2)}{19 * 2} = 8.29$$

Se interpolara R.C.R de tabla 1 sacada de la norma para obtener el C.U.

R	8	.30	
C	8.29	X	$\therefore X = .2942$
R	9	.28	

5) Calculo de F.M (factor de mantenimiento)

$$F.M = L.L.D * L.D.D$$

Obteniendo datos de tabla 2

$$F.M = .82 * .86 = .70$$

6) Calculo de numero de luminarios

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{lu min ario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{100 * 38}{6100 * .2942 * .70} = 3.02$$

\therefore 4 Luminarios

7) Calculo de espaciamento teorico

$$St = \sqrt{\frac{\text{Area}}{N^{\circ} \text{Lu min ario}}}$$

$$St = \sqrt{\frac{38}{4}} = 3.08$$

8) Calculo del espaciamento máximo

$$S_{max} = H_{cc} * S.C$$

$$S_{max} = 3m * 1.4 = 4.2 m$$

9) Calculo de No de columnas

$$\text{No de columnas} = \frac{\text{Ancho}}{St}$$

$$\text{No de columnas} = \frac{2}{3.08} = .63$$

∴ 1 columnas

10) Calculo de No de renglones

$$\text{No de renglones} = \frac{\text{No de l u m i n a r i o s}}{\text{No de columnas}}$$

$$\text{No de renglones} = \frac{4}{1} = 4$$

∴ 1 renglon

11) Calculo espaciamento real

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{2}{1} = 2 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

$$Y = \frac{19}{4} = 4.75 \text{ m}$$

12) Comprobación de espaciamentos

$$S \text{ real} \leq S \text{ máximo}$$

$$4.75 \text{ m} \leq 4.2 \text{ m}$$

3.2.3 VESTIBULO Y AREA DE EXPOSICIONES

DATOS

Luxes = (E) = 600

Hcc = 3

Reflexión:

Piso 20%

Techo 50%

Pared 50%

1) Selección de lámpara

Lámpara 32 watts T-8

Arranque rápido

Acabado blanco frío

2) Selección de luminario

Luminario Refractogrid cat 82-432

3050 candelas x lámpara

12200 candelas x luminario

S.C = 1.25

3) Calculo de candelas

$$I_{0^{\circ}v} = E * D^2$$

$$I_{0^{\circ}v} = 600 * 3^2 = 5400 \text{ candelas}$$

4) Calculo de C.U

$$R.C.R = \frac{2.5 * Hcc * Perimetro}{Area}$$

$$R.C.R = \frac{2.5 * 3 * 58}{152.50} = 2.85$$

Se interpolara R.C.R de tabla 1 sacada de la norma para obtener el C.U.

R	2	.60	
C	2.85	X	$\therefore X = .590$
R	3	.54	

5) Calculo de F.M (factor de mantenimiento)

$$F.M = L.L.D * L.D.D$$

Obteniendo datos de tabla 2

$$F.M = .82 * .86 = .70$$

6) Calculo de numero de luminarios

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{lu min ario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{600 * 152.5}{12200 * .549 * .70} = 19.52$$

\therefore 20 Luminarios

7) Calculo de espaciamento teorico

$$St = \sqrt{\frac{\text{Area}}{N^{\circ} \text{Lu min ario}}}$$

$$St = \sqrt{\frac{152.5}{20}} = 2.76$$

8) Calculo del espaciamento máximo

$$S_{max} = H_{cc} * S.C$$

$$S_{max} = 3m * 1.25 = 3.75 m$$

9) Calculo de No de columnas

$$\text{No de columnas} = \frac{\text{Ancho}}{St}$$

$$\text{No de columnas} = \frac{10}{2.76} = 3.6$$

∴ 4 columnas

10) Calculo de No de renglones

Nota:

Se calcula numero de luminarios para area regular, esto ayuda a obtener una buena distribucion.

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{lu min ario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{600 * 190}{12200 * .549 * .70} = 24.32$$

∴ 24 Luminarios

$$\text{No de renglones} = \frac{\text{No de lu min arios}}{\text{No de columnas}}$$

$$\text{No de renglones} = \frac{24}{4} = 6$$

∴ 6 renglones

11) Calculo espaciamiento real

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{10}{4} = 2.5 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

$$Y = \frac{19}{6} = 3.16 \text{ m}$$

12) Comprobación de espaciamientos

S real \leq S máximo

$$3.16 \text{ m} \leq 3.75 \text{ m}$$

3.2.4 VESTÍBULO Y CATALOGO

DATOS

Luxes = (E) = 400

Hcc = 4.5

Reflexión:

Piso 20%

Techo 50%

Pared 50%

1) Selección de lámpara

Lámpara 32 watts T-8

Arranque rápido

Acabado blanco frío

2) Selección de luminario

Luminario Refractogrid cat 82-432

3050 candelas x lámpara

12200 candelas x luminario

S.C = 1.25

3) Calculo de candelas

$$I_{0^{\circ}v} = E * D^2$$

$$I_{0^{\circ}v} = 400 * 4.5^2 = 8100 \text{ candelas}$$

4) Calculo de C.U

$$R.C.R = \frac{2.5 * Hcc * Perimetro}{Area}$$

$$R.C.R = \frac{2.5 * 4.5 * 50}{141.25} = 3.98$$

Se interpolara R.C.R de tabla 1 sacada de la norma para obtener el C.U.

R	3	.54	
C	3.98	X	∴ X = .4812
R	4	.48	

5) Calculo de F.M (factor de mantenimiento)

$$F.M = L.L.D * L.D.D$$

Obteniendo datos de tabla 2

$$F.M = .82 * .86 = .70$$

6) Calculo de numero de luminarios

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{lu min ario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{400 * 141.25}{12200 * .4812 * .70} = 13.74$$

∴ 14 Luminarios

7) Calculo de espaciamento teorico

$$St = \sqrt{\frac{\text{Area}}{N^{\circ} \text{Lu min ario}}}$$

$$St = \sqrt{\frac{141.25}{14}} = 3.17$$

8) Calculo del espaciamento máximo

$$S_{max} = H_{cc} * S.C$$

$$S_{max} = 4.5 \text{ m} * 1.25 = 5.62 \text{ m}$$

9) Calculo de No de columnas

$$\text{No de columnas} = \frac{\text{Ancho}}{\text{St}}$$

$$\text{No de columnas} = \frac{16}{3.7} = 4.3$$

∴ 4 columnas

10) Calculo de No de renglones

Nota:

Se calcula numero de luminarios para area regular, esto ayuda a obtener una buena distribucion.

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{lu min ario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{400 * 165}{12200 * .4812 * .70} = 16.06$$

∴ 16 Luminarios

$$\text{No de renglones} = \frac{\text{No de lu min arios}}{\text{No de columnas}}$$

$$\text{No de renglones} = \frac{16}{4} = 4$$

∴ 4 renglones

11) Calculo espaciamiento real

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{16}{4} = 4 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

$$Y = \frac{11}{4} = 2.75 \text{ m}$$

12) Comprobación de espaciamientos

S real \leq S máximo

4 m \leq 5.62 m \therefore cumple la condición

3.2.5 CONSULTA

DATOS

Luxes = (E) = 400

Hcc = 4.5

Reflexión:

Piso 20%

Techo 10%

Pared 30%

1) Selección de lámpara

Lámpara 32 watts T-8

Arranque rápido

Acabado blanco frío

2) Selección de luminario

Luminario Refractogrid cat 82-432

3050 candelas x lámpara

12200 candelas x luminario

S.C = 1.25

3) Calculo de candelas

$$I_{0^{\circ}v} = E * D^2$$

$$I_{0^{\circ}v} = 400 * 4.5^2 = 8100 \text{ candelas}$$

4) Calculo de C.U

$$R.C.R = \frac{2.5 * Hcc * Perimetro}{Area}$$

$$R.C.R = \frac{2.5 * 4.5 * 135.75}{954.35} = 1.6$$

Se interpolara R.C.R de tabla 1 sacada de la norma para obtener el C.U.

R	1	.64		
C	1.60	X	∴	X = .592
R	2	.56		

5) Calculo de F.M (factor de mantenimiento)

$$F.M = L.L.D * L.D.D$$

Obteniendo datos de tabla 2

$$F.M = .82 * .86 = .70$$

6) Calculo de numero de luminarios

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{lu min ario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{400 * 954.35}{12200 * .592 * .70} = 75.5$$

∴ 76 Luminarios

El área de anaqueles es 403 m², nuestra área a considerar será:
954.35 – 403 = 551.35 m²

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{400 * 551.35}{12200 * .592 * .70} = 43.6$$

∴ 44 Luminarios

7) Calculo de espaciamento teórico

$$St = \sqrt{\frac{\text{Area}}{N^{\circ} \text{Lu min ario}}}$$

$$St = \sqrt{\frac{551.35}{44}} = 3.54$$

8) Calculo del espaciamento máximo

$$S_{max} = H_{cc} * S.C$$

$$S_{max} = 4.5 \text{ m} * 1.25 = 5.62 \text{ m}$$

9) Calculo de No de columnas

$$\text{No de columnas} = \frac{\text{Ancho}}{St}$$

$$\text{No de columnas} = \frac{36}{3.54} = 10.17$$

∴ 10 columnas

10) Calculo de No de renglones

Nota:

Se calcula numero de luminarios para área regular, esto ayuda a obtener una buena distribución.

$$N^{\circ} \text{Luminarias} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{lu min ario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarias} = \frac{400 * 1080}{12200 * .592 * .70} = 85.45$$

∴ 86 Luminarios

$$\text{No de renglones} = \frac{\text{No de lu min arios}}{\text{No de columnas}}$$

$$\text{No de renglones} = \frac{86}{10} = 8.6$$

∴ 9 renglones

11) Cálculo espaciamento real

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{36}{10} = 3.6 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

$$Y = \frac{26}{9} = 2.9 \text{ m}$$

12) Comprobación de espaciamentos

S real \leq S máximo

3.6 m \leq 5.62 m \therefore cumple la condición

NOTA: Al eliminar las áreas y las luminarias sobrantes, quedan las luminarias necesarias para la iluminación de acuerdo a los cálculos.

3.2.6 “ANAQUELES “A” ”

DATOS

Luxes = (E) = 400

Hcc = 1.75

Reflexión:

Piso 20%

Techo 50%

Pared 10%

1) Selección de lámpara

Lámpara 32 watts T-8

Arranque rápido

Acabado blanco frío

2) Selección de luminario

Serie 6800-232

3050 lúmenes x lámpara

6100 lúmenes x luminario

S.C = 1.4

3) Cálculo de candelas

$$I_{0^\circ v} = E * D^2$$

$$I_{0^\circ v} = 400 * 1.75^2 = 1225 \text{ candelas}$$

4) Cálculo de C.U

$$R.C.R = \frac{5 * Hcc(Largo + Ancho)}{\text{Area}}$$

$$R.C.R = \frac{5 * 1.75 * (8 + 1)}{8 * 1} = 9.84$$

Se interpolará R.C.R de tabla 1 sacada de la norma para obtener el C.U.

R	9	.21	
C	9.84	X	∴ X = .1932
R	10	.19	

5) Calculo de F.M (factor de mantenimiento)

$$F.M = L.L.D * L.D.D$$

Obteniendo datos de tabla 2

$$F.M = .82 * .86 = .70$$

6) Calculo de numero de luminarios

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{lu min ario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{400 * 8}{6100 * .1932 * .70} = 3.87$$

∴ 4 Luminarios

7) Calculo de espaciamento teórico

$$St = \sqrt{\frac{\text{Area}}{N^{\circ} \text{Lu min ario}}}$$

$$St = \sqrt{\frac{8}{4}} = 1.41$$

8) Calculo del espaciamento máximo

$$S_{max} = H_{cc} * S.C$$

$$S_{max} = 1.75m * 1.4 = 2.45 m$$

9) Calculo de No de columnas

$$\text{No de columnas} = \frac{\text{Ancho}}{\text{St}}$$

$$\text{No de columnas} = \frac{1}{1.41} = .71$$

∴ 1 columnas

10) Calculo de No de renglones

$$\text{No de renglones} = \frac{\text{No de lu min arios}}{\text{No de columnas}}$$

$$\text{No de renglones} = \frac{4}{1} = 4$$

∴ 4 renglones

11) Calculo espaciamento real

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{1}{1} = 1 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

$$Y = \frac{8}{4} = 2 \text{ m}$$

12) Comprobación de espaciamentos

S real ≤ S máximo

2 m ≤ 2.45 m ∴ cumple la condición

“ANAQUELES “B” ”

DATOS

Luxes = (E) = 400

Hcc = 1.75

Reflexión:

Piso 20%

Techo 50%

Pared 10%

1) Selección de lámpara

Lámpara 32 watts T-8

Arranque rápido

Acabado blanco frío

2) Selección de luminario

Serie 6800-232

3050 lumenes x lámpara

6100 lumenes x luminario

S.C = 1.4

3) Calculo de candelas

$$I_{0^{\circ}v} = E * D^2$$

$$I_{0^{\circ}v} = 400 * 1.75^2 = 1225 \text{ candelas}$$

4) Calculo de C.U

$$R.C.R = \frac{5 * Hcc(Largo + Ancho)}{Area}$$

$$R.C.R = \frac{5 * 1.75 * (6+1)}{6 * 1} = 10.21$$

Se interpolara R.C.R de tabla 1 sacada de la norma para obtener el C.U.

R	10	.19	
C	10.21	X	∴ X = .1858
R	11	.17	

5) Calculo de F.M (factor de mantenimiento)

$$F.M = L.L.D * L.D.D$$

Obteniendo datos de tabla 2

$$F.M = .82 * .86 = .70$$

6) Calculo de numero de luminarios

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{lu min ario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{400 * 6}{6100 * .1858 * .70} = 3.02$$

∴ 3 Luminarios

7) Calculo de espaciamento teórico

$$St = \sqrt{\frac{\text{Area}}{N^{\circ} \text{Lu min ario}}}$$

$$St = \sqrt{\frac{6}{3}} = 1.41$$

8) Calculo del espaciamento máximo

$$S_{max} = H_{cc} * S.C$$

$$S_{max} = 1.75m * 1.4 = 2.45 m$$

9) Calculo de No de columnas

$$\text{No de columnas} = \frac{\text{Ancho}}{St}$$

$$\text{No de columnas} = \frac{1}{1.41} = .71$$

∴ 1 columnas

10) Calculo de No de renglones

$$\text{No de renglones} = \frac{\text{No de lu min arios}}{\text{No de columnas}}$$

$$\text{No de renglones} = \frac{3}{1} = 3$$

∴ 3 renglones

11) Calculo espaciamiento real

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{1}{1} = 1 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

$$Y = \frac{6}{3} = 2 \text{ m}$$

12) Comprobación de espaciamientos

$$S_{\text{real}} \leq S_{\text{máximo}}$$

2 m ≤ 2.45 m ∴ cumple la condición

“ANAQUELES “C” ”

DATOS

Luxes = (E) = 400

Hcc = 1.75

Reflexión:

Piso 20%

Techo 50%

Pared 10%

1) Selección de lámpara

Lámpara 32 watts T-8

Arranque rápido

Acabado blanco frío

2) Selección de luminario

Serie 6800-232

3050 lúmenes x lámpara

6100 lúmenes x luminario

S.C = 1.4

3) Cálculo de candelas

$$I_{0^\circ} = E * D^2$$

$$I_{0^\circ} = 400 * 1.75^2 = 1225 \text{ candelas}$$

4) Cálculo de C.U

$$R.C.R = \frac{5 * Hcc(Largo + Ancho)}{\text{Area}}$$

$$R.C.R = \frac{5 * 1.75 * (10 + 1)}{10 * 1} = 9.625$$

Se interpolara R.C.R de tabla 1 sacada de la norma para obtener el C.U.

R	9	.21	
C	9.625	X	∴ X = .1976
R	10	.19	

5) Calculo de F.M (factor de mantenimiento)

$$F.M = L.L.D * L.D.D$$

Obteniendo datos de tabla 2

$$F.M = .82 * .86 = .70$$

6) Calculo de numero de luminarias

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{lu min ario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{400 * 10}{6100 * .1976 * .70} = 4.74$$

∴ 5 Luminarios

7) Calculo de espaciamento teórico

$$St = \sqrt{\frac{\text{Area}}{N^{\circ} \text{Lu min ario}}}$$

$$St = \sqrt{\frac{10}{5}} = 1.41$$

8) Calculo del espaciamento máximo

$$S_{max} = H_{cc} * S.C$$

$$S_{max} = 1.75m * 1.4 = 2.45 m$$

9) Calculo de No de columnas

$$\text{No de columnas} = \frac{\text{Ancho}}{St}$$

$$\text{No de columnas} = \frac{1}{1.41} = .71$$

∴ 1 columnas

10) Calculo de No de renglones

$$\text{No de renglones} = \frac{\text{No de lu min arios}}{\text{No de columnas}}$$

$$\text{No de renglones} = \frac{5}{1} = 5$$

∴ 5 renglones

11) Calculo espaciamento real

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{1}{1} = 1 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

$$Y = \frac{10}{5} = 2 \text{ m}$$

12) Comprobación de espaciamentos

S real ≤ S máximo

2 m ≤ 2.45 m ∴ cumple la condición

3.2.9 “BODEGA” Y “SALA DE JUNTAS”

DATOS

Luxes = (E) = 100

Hcc = 3

Reflexión:

Piso 20%

Techo 50%

Pared 50%

1) Selección de lámpara

Lámpara 32 watts T-8

Arranque rápido

Acabado blanco frío

2) Selección de luminario

Serie 6800-232

3050 candelas x lámpara

6100 candelas x luminario

S.C = 1.4

3) Cálculo de candelas

$$I_{0^{\circ}v} = E * D^2$$

$$I_{0^{\circ}v} = 100 * 3^2 = 900 \text{ candelas}$$

4) Cálculo de C.U

$$R.C.R = \frac{5 * Hcc(Largo + Ancho)}{Area}$$

$$R.C.R = \frac{5 * 3 * (6 + 3.5)}{6 * 3.5} = 6.78$$

Se interpolará R.C.R de tabla 1 sacada de la norma para obtener el C.U.

R	6		.36
C	6.78	X	∴ X = .3366
R	7		.33

5) Calculo de F.M (factor de mantenimiento)

$$F.M = L.L.D * L.D.D$$

Obteniendo datos de tabla 2

$$F.M = .82 * .86 = .70$$

6) Calculo de numero de luminarios

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{lu min ario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{100 * 21}{6100 * .3366 * .70} = 1.46$$

∴ 2 Luminarios

7) Calculo de espaciamento teórico

$$St = \sqrt{\frac{\text{Area}}{N^{\circ} \text{Luminario}}}$$

$$St = \sqrt{\frac{21}{2}} = 3.24$$

8) Calculo del espaciamento máximo

$$S_{max} = H_{cc} * S.C$$

$$S_{max} = 3m * 1.4 = 4.2 m$$

9) Calculo de No de columnas

$$\text{No de columnas} = \frac{\text{Ancho}}{St}$$

$$\text{No de columnas} = \frac{6}{3.24} = 1.85$$

∴ 2 columnas

10) Calculo de No de renglones

$$\text{No de renglones} = \frac{\text{No de lu min arios}}{\text{No de columnas}}$$

$$\text{No de renglones} = \frac{2}{2} = 1$$

∴ 1 renglón

11) Calculo espaciamento real

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{6}{2} = 3 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

$$Y = \frac{3.5}{1} = 3.5 \text{ m}$$

12) Comprobación de espaciamentos

S real ≤ S máximo

3.5 m ≤ 4.2 m ∴ cumple la condición

3.2.10 SALA DE CONFERENCIAS “ B “

DATOS

Luxes = (E) = 100

Hcc = 2

Reflexión:

Piso 20%

Techo 50%

Pared 50%

1) Selección de lámpara

Lámpara 32 watts T-8

Arranque rápido

Acabado blanco frío

2) Selección de luminario

Serie 6800-232

3050 candelas x lámpara

6100 candelas x luminario

S.C = 1.4

3) Cálculo de candelas

$$I_{0^\circ v} = E * D^2$$

$$I_{0^\circ v} = 100 * 2^2 = 400 \text{ candelas}$$

4) Cálculo de C.U

$$R.C.R = \frac{5 * Hcc(Largo + Ancho)}{Area}$$

$$R.C.R = \frac{5 * 3 * (5.5 + 3.5)}{19.25} = 4.67$$

Se interpolara R.C.R de tabla 1 sacada de la norma para obtener el C.U.

R	4	.44	
C	4.67	X	$\therefore X = .4132$
R	5	.40	

5) Calculo de F.M (factor de mantenimiento)

$$F.M = L.L.D * L.D.D$$

Obteniendo datos de tabla 2

$$F.M = .82 * .86 = .70$$

6) Calculo de numero de luminarios

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{luminario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{100 * 19.25}{6100 * .4132 * .70} = 1.09$$

$\therefore 2$ Luminarios

7) Calculo de espaciamento teorico

$$St = \sqrt{\frac{\text{Area}}{N^{\circ} \text{Luminario}}}$$

$$St = \sqrt{\frac{19.25}{2}} = 3.10$$

8) Calculo del espaciamento máximo

$$S_{max} = H_{cc} * S.C$$

$$S_{max} = 3m * 1.4 = 4.2 \text{ m}$$

9) Calculo de No de columnas

$$\text{No de columnas} = \frac{\text{Ancho}}{St}$$

$$\text{No de columnas} = \frac{5.5}{3.10} = 1.77$$

∴ 2 columnas

10) Calculo de No de renglones

$$\text{No de renglones} = \frac{\text{No de lu min arios}}{\text{No de columnas}}$$

$$\text{No de renglones} = \frac{2}{2} = 1$$

∴ 1 renglon

11) Calculo espaciamento real

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{5.5}{2} = 2.75 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

$$Y = \frac{3.5}{1} = 3.5 \text{ m}$$

12) Comprobación de espaciamentos

S real ≤ S máximo

2.75 m ≤ 4.2 m ∴ cumple la condicion

3.2.11 CUBICULO "1", "2" Y JEFE "C"

DATOS

Luxes = (E) = 400

Hcc = 2

Reflexión:

Piso 20%

Techo 50%

Pared 50%

1) Selección de lámpara

Lámpara 32 watts T-8

Arranque rápido

Acabado blanco frío

2) Selección de luminario

Luminario Refractogrid cat 82-432

3050 candelas x lámpara

12200 candelas x luminario

S.C = 1.25

3) Calculo de candelas

$$I_{0^{\circ}v} = E * D^2$$

$$I_{0^{\circ}v} = 400 * 2^2 = 1600 \text{ candelas}$$

4) Calculo de C.U

$$R.C.R = \frac{5 * Hcc(Largo + Ancho)}{Area}$$

$$R.C.R = \frac{5 * 3 * (3.5 + 2.5)}{8.75} = 6.86$$

Se interpolara R.C.R de tabla 1 sacada de la norma para obtener el C.U.

R	6	.40	
C	6.86	X	$\therefore X = .3656$
R	7	.36	

5) Calculo de F.M (factor de mantenimiento)

$$F.M = L.L.D * L.D.D$$

Obteniendo datos de tabla 2

$$F.M = .82 * .86 = .70$$

6) Calculo de numero de luminarios

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{luminario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{400 * 8.75}{12200 * .3656 * .70} = 1.12$$

\therefore 2 Luminarios

7) Calculo de espaciamento teorico

$$St = \sqrt{\frac{\text{Area}}{N^{\circ} \text{Luminario}}}$$

$$St = \sqrt{\frac{8.75}{2}} = 2.09$$

8) Calculo del espaciamento máximo

$$S_{max} = H_{cc} * S.C$$

$$S_{max} = 2 \text{ m} * 1.25 = 2.5 \text{ m}$$

9) Calculo de No de columnas

$$\text{No de columnas} = \frac{\text{Ancho}}{St}$$

$$\text{No de columnas} = \frac{3.5}{2.09} = 1.67$$

∴ 2 columnas

10) Calculo de No de renglones

$$\text{No de renglones} = \frac{\text{No de luminarios}}{\text{No de columnas}}$$

$$\text{No de renglones} = \frac{2}{2} = 1$$

∴ 1 renglon

11) Calculo espaciamento real

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{3.5}{2} = 1.75 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

$$Y = \frac{2.5}{1} = 2.5 \text{ m}$$

12) Comprobación de espaciamentos

S real ≤ S máximo

2.5 m ≤ 2.5 m ∴ cumple la condicion

3.2.12 JEFE "A" Y "B"

DATOS

Luxes = (E) = 400

Hcc = 2

Reflexión:

Piso 20%

Techo 50%

Pared 50%

1) Selección de lámpara

Lámpara 32 watts T-8

Arranque rápido

Acabado blanco frío

2) Selección de luminario

Luminario Refractogrid cat 82-432

3050 candelas x lámpara

12200 candelas x luminario

S.C = 1.25

3) Cálculo de candelas

$$I_{0^\circ v} = E * D^2$$

$$I_{0^\circ v} = 400 * 2^2 = 1600 \text{ candelas}$$

4) Cálculo de C.U

$$R.C.R = \frac{5 * Hcc(Largo + Ancho)}{Area}$$

$$R.C.R = \frac{5 * 2 * (3 + 3.5)}{3 * 3.5} = 6.19$$

Se interpolará R.C.R de tabla 1 sacada de la norma para obtener el C.U.

R	6	.40	
C	6.19	X	∴ X = .3924
R	7	.36	

5) Calculo de F.M (factor de mantenimiento)

$$F.M = L.L.D * L.D.D$$

Obteniendo datos de tabla 2

$$F.M = .82 * .86 = .70$$

6) Calculo de numero de luminarios

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{luminario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{400 * 10.5}{12200 * .3924 * .70} = 1.25$$

∴ 2 Luminarios

7) Calculo de espaciamento teorico

$$St = \sqrt{\frac{\text{Area}}{N^{\circ} \text{Luminario}}}$$

$$St = \sqrt{\frac{10.5}{2}} = 2.29$$

8) Calculo del espaciamento máximo

$$S_{max} = H_{cc} * S.C$$

$$S_{max} = 2 \text{ m} * 1.25 = 2.5 \text{ m}$$

9) Calculo de No de columnas

$$\text{No de columnas} = \frac{\text{Ancho}}{St}$$

$$\text{No de columnas} = \frac{3.5}{2.29} = 1.53$$

∴ 2 columnas

10) Calculo de No de renglones

$$\text{No de renglones} = \frac{\text{No de lu min arios}}{\text{No de columnas}}$$

$$\text{No de renglones} = \frac{2}{2} = 1$$

∴ 1 renglon

11) Calculo espaciamento real

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{3.5}{2} = 1.75 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

$$Y = \frac{3}{1} = 3 \text{ m} \quad \therefore \quad \frac{3}{2} = 1.5$$

12) Comprobación de espaciamentos

$$S_{\text{real}} \leq S_{\text{máximo}}$$

$$1.75 \text{ m} \leq 2.5 \text{ m} \quad \therefore \text{ cumple la condicion}$$

3.2.13 AREA SECRETARIAL SECCION "A" Y "B"

DATOS

Luxes = (E) = 400

Hcc = 2

Reflexión:

Piso 20%

Techo 50%

Pared 50%

1) Selección de lámpara

Lámpara 32 watts T-8

Arranque rápido

Acabado blanco frío

2) Selección de luminario

Luminario Refractogrid cat 82-432

3050 candelas x lámpara

12200 candelas x luminario

S.C = 1.25

3) Calculo de candelas

$$I_{0^{\circ}v} = E * D^2$$

$$I_{0^{\circ}v} = 400 * 2^2 = 1600 \text{ candelas}$$

4) Calculo de C.U

$$R.C.R = \frac{5 * Hcc(Largo + Ancho)}{Area}$$

$$R.C.R = \frac{5 * 2 * (9 + 3.75)}{33.75} = 3.78$$

Se interpolara R.C.R de tabla 1 sacada de la norma para obtener el C.U.

$$\begin{array}{rcl} R & 3 & .54 \\ C & 3.78 & X \quad \therefore X = .4932 \\ R & 4 & .48 \end{array}$$

5) Calculo de F.M (factor de mantenimiento)

$$F.M = L.L.D * L.D.D$$

Obteniendo datos de tabla 2

$$F.M = .82 * .86 = .70$$

6) Calculo de numero de luminarios

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{lu min ario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{400 * 33.75}{12200 * .4932 * .70} = 3.20$$

\therefore 4 Luminarios

7) Calculo de espaciamento teorico

$$St = \sqrt{\frac{\text{Area}}{N^{\circ} \text{Lu min ario}}}$$

$$St = \sqrt{\frac{33.75}{4}} = 2.90$$

8) Calculo del espaciamento máximo

$$S_{max} = H_{cc} * S.C$$

$$S_{max} = 2 \text{ m} * 1.25 = 2.5 \text{ m}$$

9) Calculo de No de columnas

$$\text{No de columnas} = \frac{\text{Ancho}}{\text{St}}$$

$$\text{No de columnas} = \frac{9}{2.90} = 3.1$$

∴ 4 columnas

10) Calculo de No de renglones

$$\text{No de renglones} = \frac{\text{No de lu min arios}}{\text{No de columnas}}$$

$$\text{No de renglones} = \frac{4}{4} = 1$$

∴ 1 renglon

11) Calculo espaciamento real

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{9}{4} = 2.25 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

$$Y = \frac{3.75}{1} = 3.75 \text{ m} \quad \therefore \quad \frac{3.75}{2} = 1.87 \text{ m}$$

12) Comprobación de espaciamentos

S real ≤ S máximo

2.25 m ≤ 2.5 m ∴ cumple la condicion

3.2.14 SALA DE CONFERENCIA "A"

DATOS

Luxes = (E) = 200

Hcc = 2

Reflexión:

Piso 20%

Techo 50%

Pared 50%

1) Selección de lámpara

Lámpara 32 watts T-8

Arranque rápido

Acabado blanco frío

2) Selección de luminario

Luminario Refractogrid cat 82-432

3050 candelas x lámpara

12200 candelas x luminario

S.C = 1.25

3) Calculo de candelas

$$I_{0^{\circ}v} = E * D^2$$

$$I_{0^{\circ}v} = 200 * 2^2 = 800 \text{ candelas}$$

4) Calculo de C.U

$$R.C.R = \frac{2.5 * Hcc * Perimetro}{Area}$$

$$R.C.R = \frac{2.5 * 2 * 57.5}{212.50} = 1.35$$

Se interpolara R.C.R de tabla 1 sacada de la norma para obtener el C.U.

R	1	.67	
C	1.35	X	∴ X = .6455
R	2	.60	

5) Calculo de F.M (factor de mantenimiento)

$$F.M = L.L.D * L.D.D$$

Obteniendo datos de tabla 2

$$F.M = .82 * .86 = .70$$

6) Calculo de numero de luminarios

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{lu min ario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{400 * 212.50}{12200 * .6455 * .70} = 7.70$$

∴ 8 Luminarios

7) Calculo de espaciamento teorico

$$St = \sqrt{\frac{\text{Area}}{N^{\circ} \text{Lu min ario}}}$$

$$St = \sqrt{\frac{212.50}{8}} = 5.15$$

8) Calculo del espaciamento máximo

$$S_{max} = H_{cc} * S.C$$

$$S_{max} = 2 \text{ m} * 1.25 = 2.5 \text{ m}$$

9) Calculo de No de columnas

$$\text{No de columnas} = \frac{\text{Ancho}}{St}$$

$$\text{No de columnas} = \frac{15}{5.15} = 2.91$$

∴ 3 columnas

10) Calculo de No de renglones

$$\text{No de renglones} = \frac{\text{No de luminarios}}{\text{No de columnas}}$$

$$\text{No de renglones} = \frac{8}{3} = 2.66$$

∴ 3 renglones

11) Calculo espaciamento real

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{15}{3} = 5 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

$$Y = \frac{15}{3} = 5 \text{ m}$$

12) Comprobación de espaciamentos

S real ≤ S máximo

5 m ≤ 2.5 m ∴ no cumple la condicion

Nota:

Como el espaciamiento real es mayor al espaciamiento máximo y la condición no se cumple, se determinó aumentar la cantidad de luminarios para cumplir con la condición de espaciamientos.

Se aumentaron de 9 luminarios originales a 33 luminarios, para cumplir la condición.

13) Cálculo espaciamiento real

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{15}{6} = 2.5 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

$$Y = \frac{15}{6} = 2.5 \text{ m}$$

14) Comprobación de espaciamientos

$S_{\text{real}} \leq S_{\text{máximo}}$

$2.5 \text{ m} \leq 2.5 \text{ m} \therefore$ no cumple la condición

3.2.15 BAÑOS "A" (HOMBRES Y MUJERES)

DATOS

Luxes = (E) = 100

Hcc = 3

Reflexión:

Piso 20%

Techo 50%

Pared 50%

1) Selección de lámpara

Lámpara 32 watts T-8

Arranque rápido

Acabado blanco frío

2) Selección de luminario

Serie 6800-232

3050 candelas x lámpara

6100 candelas x luminario

S.C = 1.4

3) Cálculo de candelas

$$I_{0^{\circ}v} = E * D^2$$

$$I_{0^{\circ}v} = 100 * 3^2 = 900 \text{ candelas}$$

4) Cálculo de C.U

$$R.C.R = \frac{5 * Hcc(Largo + Ancho)}{Area}$$

$$R.C.R = \frac{5 * 3 * (6 + 3.5)}{6 * 3.5} = 8$$

De tabla 1 sacada de la norma para obtener el C.U.

$$X = .30$$

5) Calculo de F.M (factor de mantenimiento)

$$F.M = L.L.D * L.D.D$$

Obteniendo datos de tabla 2

$$F.M = .82 * .86 = .70$$

6) Calculo de número de luminarios

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{luminario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{100 * 15}{6100 * .30 * .70} = 1.17$$

∴ 2 Luminarios

7) Calculo de espaciamento teorico

$$St = \sqrt{\frac{\text{Area}}{N^{\circ} \text{Luminario}}}$$

$$St = \sqrt{\frac{15}{2}} = 2.74$$

8) Calculo del espaciamento máximo

$$S_{max} = H_{cc} * S.C$$

$$S_{max} = 3m * 1.4 = 4.2 m$$

9) Calculo de No de columnas

$$\text{No de columnas} = \frac{\text{Ancho}}{St}$$

$$\text{No de columnas} = \frac{5}{2.74} = 1.82$$

∴ 2 columnas

10) Calculo de No de renglones

$$\text{No de renglones} = \frac{\text{No de lu min arios}}{\text{No de columnas}}$$

$$\text{No de renglones} = \frac{2}{2} = 1$$

∴ 1 renglon

11) Calculo espaciamiento real

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{5}{2} = 2.5 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

$$Y = \frac{3}{1} = 3 \text{ m}$$

12) Comprobación de espaciamientos

S real ≤ S máximo

3 m ≤ 4.2 m ∴ cumple la condicion

3.2.16 BAÑOS "B" (HOMBRES Y MUJERES)

DATOS

Luxes = (E) = 100

Hcc = 3

Reflexión:

Piso 20%

Techo 50%

Pared 50%

1) Selección de lámpara

Lámpara 32 watts T-8

Arranque rápido

Acabado blanco frío

2) Selección de luminario

Serie 6800-232

3050 candelas x lámpara

6100 candelas x luminario

S.C = 1.4

3) Calculo de candelas

$$I_{0^{\circ}v} = E * D^2$$

$$I_{0^{\circ}v} = 100 * 3^2 = 900 \text{ candelas}$$

4) Calculo de C.U

$$R.C.R = \frac{5 * Hcc(Largo + Ancho)}{Area}$$

$$R.C.R = \frac{5 * 3 * (2.5 + 3.5)}{2.5 * 3.5} = 10.29$$

Se interpolará R.C.R de tabla 1 sacada de la norma para obtener el C.U.

R	10	.26	
C	10.29	X	∴ X = .2542
R	11	.24	

5) Calculo de F.M (factor de mantenimiento)

$$F.M = L.L.D * L.D.D$$

Obteniendo datos de tabla 2

$$F.M = .82 * .86 = .70$$

6) Calculo de numero de luminarios

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{E * \text{Area}}{\frac{\text{lumenes}}{\text{lu min ario}} * C.U * F.M}$$

$$N^{\circ} \text{Luminarios} = \frac{100 * 8.75}{6100 * .2542 * .70} = 0.81$$

∴ 1 Luminario

7) Calculo de espaciamento teorico

$$St = \sqrt{\frac{\text{Area}}{N^{\circ} \text{Lu min ario}}}$$

$$St = \sqrt{\frac{8.75}{1}} = 2.96$$

8) Calculo del espaciamento máximo

$$S_{max} = H_{cc} * S.C$$

$$S_{max} = 3m * 1.4 = 4.2 m$$

9) Calculo de No de columnas

$$\text{No de columnas} = \frac{\text{Ancho}}{St}$$

$$\text{No de columnas} = \frac{3.5}{2.96} = 1.18$$

∴ 1 columnas

10) Calculo de No de renglones

$$\text{No de renglones} = \frac{\text{No de l u m i n a r i o s}}{\text{No de columnas}}$$

$$\text{No de renglones} = \frac{1}{1} = 1$$

∴ 1 renglon

11) Calculo espaciamento real

$$X = \frac{\text{Ancho}}{\text{No de columnas}}$$

$$X = \frac{3.5}{1} = 3.5 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\text{Largo}}{\text{No de renglones}}$$

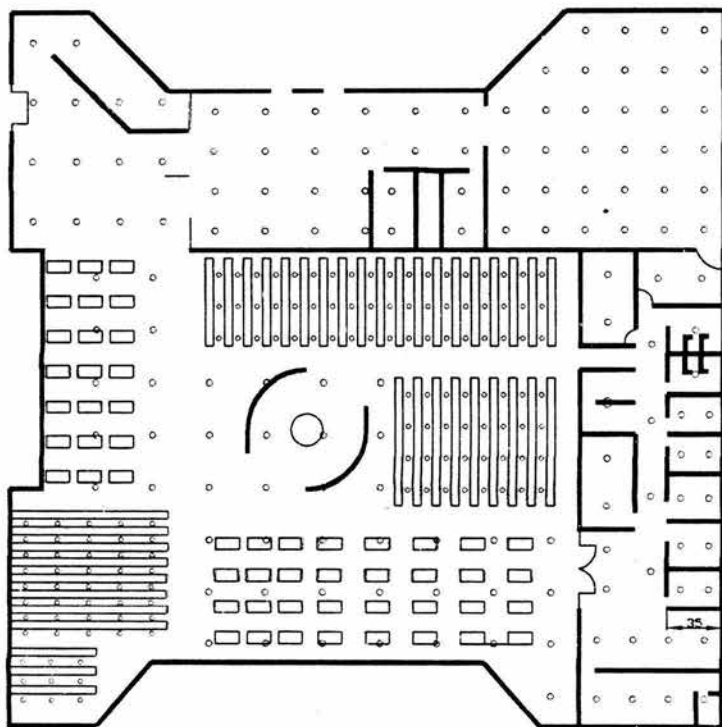
$$Y = \frac{2.5}{1} = 2.5 \text{ m}$$

12) Comprobación de espaciamentos

S real ≤ S máximo

3.5 m ≤ 4.2 m ∴ cumple la condicion

DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS



CALCULO
DE
CONDUCTORES
PARA LA INSTALACION
ELECTRICA
DE
LUMINARIOS
P.BAJA

DATOS GENERALES :

Lámpara 32 watts T-8

Arranque rápido

Acabado blanco frío

$$E_n = 127 \text{ v}$$

$$\text{Cos } \varphi = .95$$

Wmax con protección de 15 amperes

$$W_{\text{max}} = 127 * 15 * .95 = 1809.75$$

DATOS PARA LUMINARIOS DE 2 X 32

Serie 6800-232

Watts por luminario 2 x 32

$$2 \times 32 + (2 \times 32) \times .05 = 67.2 \text{ w}$$

$$I = \frac{W}{E_n * \text{Cos} \varphi} = \frac{67.2}{127 * .95} = .56 * 1.25 = .70 \text{ A}$$

Luminarios que se pueden controlar con una protección de 15 amperes

$$\frac{W_{\text{max}}}{W_{\text{luminario}}} = \frac{1809.75}{67.2} = 26.9 \therefore 26 \text{ luminarios}$$

DATOS PARA LUMINARIOS DE 4 X 32

Luminario Refractogrid cat 82-432

Watts por luminario 4 x 32

$$4 \times 32 + (4 \times 32) \times .05 = 134.4 \text{ w}$$

$$I = \frac{W}{E_n * \text{Cos} \varphi} = \frac{134.4}{127 * .95} = 1.12 * 1.25 = 1.39 \text{ A}$$

Luminarios que se pueden controlar con una protección de 15 amperes

$$\frac{W_{\text{max}}}{W_{\text{luminario}}} = \frac{1809.75}{134.4} = 13.46 \therefore 13 \text{ luminarios}$$

C1 (SELECCIÓN Y ADQUISICIÓN Y SALA DE PROCESOS TECNICOS)

Datos :

24 luminarios 2 X 32

Longitud máxima = 24.5 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = .70A * 24 = 16.8 A$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
10 AWG	30	1	1	30

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 24.5 * 16.71}{5.26 * 127} = 2.45$$

C2 (PASILLOS A, B, C Y CUARTO DE MAQUINAS)

Datos :

11 luminarios 2 X 32

Longitud máxima = 20 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = .70A * 11 = 7.7 A$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
14 AWG	20	1	1	20

Por caída de tension

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 20 * 7.7}{2.08 * 127} = 2.33$$

C3 (SECCION "A" SALA DE COMPUTO)

Datos :

11 luminarios 4 X 32

Longitud maxima = 19.75 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = 1.39 * 11 = 15.29$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
12 AWG	25	1	1	25

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 19.75 * 15.29}{3.3 * 127} = 2.88$$

C4 (SECCION "B" SALA DE COMPUTO)

Datos :

10 luminarios 4 X 32

Longitud máxima = 34 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = 1.39 * 10 = 13.9$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
10 AWG	30	1	1	30

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 34 * 13.9}{5.26 * 127} = 2.83$$

C5 (AREA DE CONSULTA)

Datos :

13 luminarios 4 X 32

Longitud maxima = 36 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = 1.39 * 13 = 18.1$$

Conductor	Conduce (Amperes)	Fct	Fca	Conduce (Amperes)
8 AWG	40	1	.8	32

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 36 * 18.1}{8.3 * 127} = 2.47$$

C6. (PASILLO DE ANAQUELES 1 al 4)

Datos :

24 luminarios 2 X 32

Longitud maxima = 24.5 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = .7 * 24 = 16.8$$

Conductor	Conduce (Amperes)	Fct	Fca	Conduce (Amperes)
10 AWG	30	1	.8	24

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 24.5 * 16.8}{5.26 * 127} = 2.46$$

C7. (AREA DE CONSULTA)

Datos :

10 luminarios 4 X 32

Longitud máxima = 29 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = 1.39 * 10 = 13.9$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
8 AWG	40	1	.8	32

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 29 * 13.9}{8.3 * 127} = 1.53$$

C8. (ANAQUELES 5 al 8)

Datos :

24 luminarios 2 X 32

Longitud maxima = 29 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = .7 * 24 = 16.8$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
10 AWG	30	1	.8	24

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 29 * 16.8}{5.26 * 127} = 2.92$$

C9. (AREA DE CONSULTA)

Datos :

11 luminarios 4 X 32

Longitud maxima = 36 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = 1.39 * 11 = 15.29$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
8 AWG	40	1	.8	32

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 36 * 15.29}{8.3 * 127} = 2.09$$

C10. (AREA DE CONSULTA)

Datos :

13 luminarios 4 X 32

Longitud máxima = 46.5 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = 1.39 * 13 = 18.1$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
6 AWG	55	1	.8	44

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 46.5 * 18.1}{13.3 * 127} = 1.99$$

C11. (AREA DE CONSULTA)

Datos :

13 luminarios 4 X 32

Longitud máxima = 57 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = 1.39 * 13 = 18.1$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
6 AWG	55	1	.8	44

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 57 * 18.1}{13.3 * 127} = 2.44$$

C12. (AREA DE CONSULTA)

Datos :

12 luminarios 4 X 32

Longitud máxima = 46 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = 1.39 * 12 = 16.68$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
6 AWG	55	1	.8	44

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 46 * 16.68}{13.3 * 127} = 1.82$$

C13. (ANAQUELES 9 al 12)

Datos :

24 luminarios 2 X 32

Longitud maxima = 33.5 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = .7 * 24 = 16.8$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
8 AWG	40	1	.8	32

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 33.5 * 16.8}{8.3 * 127} = 2.14$$

C14. (AREA DE CONSULTA)

Datos :

13 luminarios 4 X 32

Longitud máxima = 72 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = 1.39 * 13 = 18.1$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
4 AWG	70	1	.8	56

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 72 * 18.1}{21.15 * 127} = 1.94$$

C15. (AREA DE CONSULTA)

Datos :
 7 luminarios 4 X 32
 Longitud máxima = 55 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = 1.39 * 7 = 9.73$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
8 AWG	40	1	.8	32

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 55 * 9.73}{8.3 * 127} = 2.03$$

C16. (AREA DE CONSULTA)

Datos :
 13 luminarios 4 X 32
 Longitud máxima = 69 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = 1.39 * 13 = 18.1$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
6 AWG	55	1	.8	44

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 69 * 18.1}{13.3 * 127} = 2.96$$

C17, (ANAQUELES 13 al 16)

Datos :

24 luminarios 2 X 32

Longitud maxima = 38 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = .7 * 24 = 16.8$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
8 AWG	40	1	.8	32

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 38 * 16.8}{8.3 * 127} = 2.42$$

C18, (ANAQUELES 17 al 20)

Datos :

24 luminarios 2 X 32

Longitud maxima = 42.5 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = .7 * 24 = 16.8$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
8 AWG	40	1	.8	32

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 42.5 * 16.8}{8.3 * 127} = 2.7$$

C19, (ANAQUELES 21 al 24)

Datos :

24 luminarios 2 X 32

Longitud maxima = 24.5 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = .7 * 24 = 16.8$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
10 AWG	30	1	.8	24

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 24.5 * 16.8}{5.26 * 127} = 2.46$$

C20, (PASILLO DE ANAQUELES 24 al 28)

Datos :

24 luminarios 2 X 32

Longitud maxima = 29 m

Calculo del conductor

Por corriente

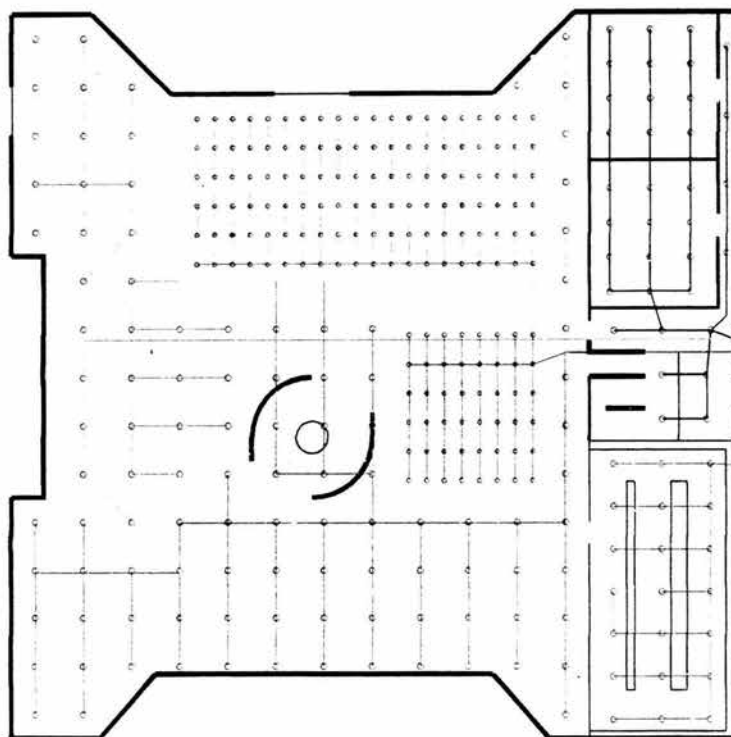
$$I = .7 * 24 = 16.8$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
10 AWG	30	1	.8	24

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 29 * 16.8}{5.26 * 127} = 2.91$$

CONDUCTORES DE LUMINARIAS



CALCULO
DE
CONDUCTORES
PARA LA INSTALACION
ELECTRICA
DE
LUMINARIOS
P.ALTA

DATOS GENERALES :

Lampara 32 watts T-8

Arranque rápido

Acabado blanco frío

$$E_n = 127 \text{ v}$$

$$\text{Cos } \phi = .95$$

Wmax que se puede controlar con una protección de 15 amp

$$W_{\text{max}} = 127 * 15 * .95 = 1809.75$$

DATOS PARA LUMINARIOS DE 2 X 32

Serie 6800-232

Watts por luminario 2 x 32

$$2 \times 32 + (2 \times 32) \times .05 = 67.2 \text{ w}$$

$$I = \frac{W}{E_n * \text{Cos } \phi} = \frac{67.2}{127 * .95} = .56 * 1.25 = .70 \text{ A}$$

Luminarios que se pueden controlar con una protección de 15 amperes

$$\frac{W_{\text{max}}}{W_{\text{luminario}}} = \frac{1809.75}{67.2} = 26.9 \therefore 26 \text{ luminarios}$$

DATOS PARA LUMINARIOS DE 4 X 32

Luminario Refractogrid cat 82-432

Watts por luminario 4 x 32

$$4 \times 32 + (4 \times 32) \times .05 = 134.4 \text{ w}$$

$$I = \frac{W}{E_n * \text{Cos } \phi} = \frac{134.4}{127 * .95} = 1.12 * 1.25 = 1.39 \text{ A}$$

Luminarios que se pueden controlar con una protección de 15 amperes

$$\frac{W_{\text{max}}}{W_{\text{luminario}}} = \frac{1809.75}{134.4} = 13.43 \therefore 13 \text{ luminarios}$$

C1. (CONSULTA)

Datos :

13 luminarios 4 X 32

Longitud maxima = 46.2 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = 1.39 * 13 = 18.1$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
6 AWG	55	1	.8	44

Por caída de tension

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 46.2 * 18.1}{13.3 * 127} = 1.98$$

C2. (ANAQUELES "Pasillos del 1 al 6")

Datos :

24 luminarios 2 X 32

Longitud maxima = 26 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = .70 A * 24 = 16.8$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
10 AWG	30	1	.8	24

Por caída de tension

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 26 * 16.8}{5.26 * 127} = 2.62$$

C3. (ANAQUELES Pasillos del 7 al 13)

Datos :

25 luminarios 2 X 32

Longitud maxima = 31 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = .70 * 25 = 17.5$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
8 AWG	40	1	.8	32

Por caída de tension

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 31 * 17.5}{8.3 * 127} = 2.05$$

C4. (CONSULTA)

Datos :

13 luminarios 4 X 32

Longitud maxima = 59.4 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = 1.39A * 13 = 18.1$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
6 AWG	55	1	.8	44

Por caída de tension

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 59.4 * 18.1}{13.3 * 127} = 2.55$$

C5. (CONSULTA)

Datos :

13 luminarios 4 X 32

Longitud maxima = 46.2 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = 1.39 * 13 = 18.1$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
6 AWG	55	1	.8	44

Por caida de tension

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 46.2 * 18.1}{13.3 * 127} = 1.98$$

C6. (CONSULTA)

Datos :

13 luminarios 4 X 32

Longitud maxima = 69.3 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = 1.39A * 13 = 18.1$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
6 AWG	55	1	.8	44

Por caida de tension

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 69.3 * 18.1}{13.3 * 127} = 2.97$$

C7. (ANAQUELES Pasillos del 14 al 21)

Datos :

24 luminarios 2 X 32

Longitud maxima = 41 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = .70 * 24 = 16.8$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
8 AWG	40	1	.8	32

Por caida de tension

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 41 * 16.8}{8.3 * 127} = 2.61$$

C8. (ANAQUELES Pasillos del 22 al 29)

Datos :

24 luminarios 2 X 32

Longitud maxima = 52 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = .70 * 24 = 16.8$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
6 AWG	55	1	.8	44

Por caida de tension

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 52 * 16.8}{13.3 * 127} = 2.06$$

C9, (ANAQUELES Pasillos del 30 al 34)

Datos :

24 luminarios 2 X 32

Longitud maxima = 75 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = .70 * 24 = 16.8$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
6 AWG	55	1	.8	44

Por caida de tension

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 75 * 16.8}{13.3 * 127} = 2.98$$

C10, (ANAQUELES Pasillos del 35 al 40)

Datos :

24 luminarios 2 X 32

Longitud maxima = 75 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = .70 * 24 = 16.8$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
6 AWG	55	1	.8	44

Por caida de tension

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 75 * 16.8}{13.3 * 127} = 2.98$$

C11. (VESTÍBULO, CATALOGO, Y PRESTAMO)

Datos :

13 luminarios 4 X 32

Longitud maxima = 73.5 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = 1.39 * 13 = 19.46$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
4 AWG	70	1	.8	56

Por caida de tension

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 73.5 * 19.49}{21.15 * 127} = 2.13$$

C12. (VESTÍBULO Y AREA DE EXPOSICIONES)

Datos :

10 luminarios 4 X 32

Longitud maxima = 58.5 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = 1.39A * 10 = 13.92$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
6 AWG	55	1	.8	44

Por caida de tension

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 58.5 * 13.92}{13.3 * 127} = 1.93$$

C13. (VESTÍBULO Y AREA DE EXPOSICIONES)

Datos :

10 luminarios 4 X 32

Longitud maxima = 46 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = 1.39 * 10 = 13.92$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
8 AWG	40	1	.8	32

Por caída de tension

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 46 * 13.92}{8.3 * 127} = 2.43$$

C14. (SALA DE CONFERENCIA DE PROFESORES)

Datos :

11 luminarios 4 X 32

Longitud maxima = 29 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = 1.39A * 11 = 15.31$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
10 AWG	30	1	.8	24

Por caída de tension

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 29 * 15.31}{5.26 * 127} = 2.65$$

C15. (SALA DE CONFERENCIA DE PROFESORES)

Datos :

11 luminarios 4 X 32

Longitud maxima = 25 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = 1.39A * 11 = 15.31$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
10 AWG	30	1	.8	24

Por caida de tension

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 25 * 15.31}{5.26 * 127} = 2.29$$

C16. (SALA DE CONFERENCIA DE PROFESORES)

Datos :

11 luminarios 4 X 32

Longitud maxima = 20 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = 1.39A * 11 = 15.31$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
12 AWG	25	1	.8	20

Por caida de tension

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 20 * 15.31}{3.33 * 127} = 2.90$$

C17. (BODEGA, S. DE CONF. "B", PASILLO, SALA DE JUNTAS, VESTIBULO)

Datos :

12 luminarios 2 X 32

Longitud maxima = 32 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = .70A * 12 = 8.4 A$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
12 AWG	25	1	.8	20

Por caida de tension

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 32 * 8.4}{3.33 * 127} = 2.54$$

C18. (CUBICULO 1 Y 2, Y JEFE A, B, Y C.)

Datos :

10 luminarios 4 X 32

Longitud maxima = 24 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = 1.39A * 10 = 13.90$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
10 AWG	30	1	.8	24

Por caida de tension

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 24 * 13.90}{5.26 * 127} = 2.00$$

C19, (AREA SECRETARIAL Y ESCALERA)

Datos :

9 luminarios 4 X 32

Longitud maxima = 39.5 m

Calculo del conductor

Por corriente

$$I = 1.39A * 9 = 12.51$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
10 AWG	30	1	.8	24

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 39.5 * 12.51}{5.26 * 127} = 2.96$$

C20, (BAÑOS "A" Y "B")

Datos :

6 luminarios 2 X 32

Longitud maxima = 41 m

Calculo del conductor

Por corriente

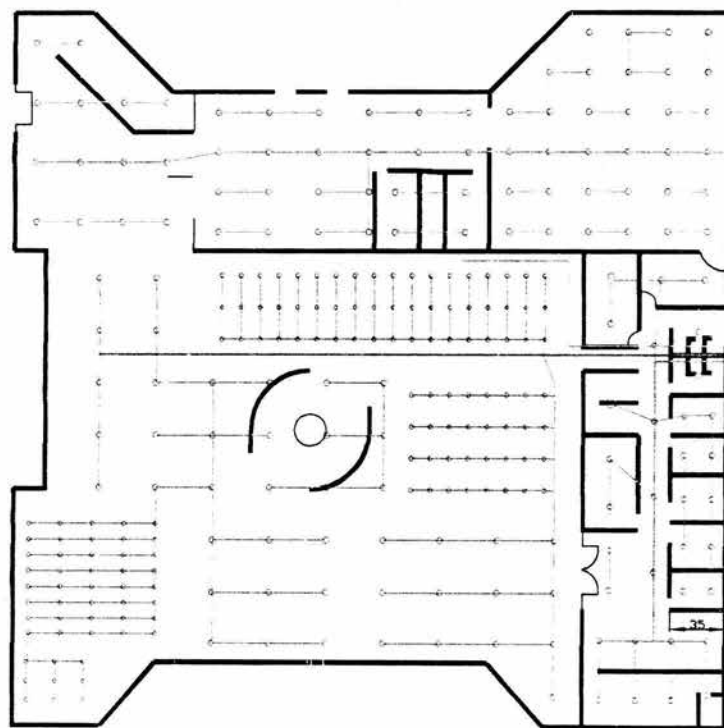
$$I = .70A * 6 = 4.2$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
14 AWG	20	1	.8	16

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 41 * 4.2}{2.08 * 127} = 2.60$$

CONDUCTORES DE LUMINARIAS



CALCULO
DE
CONDUCTORES PARA
INSTALACION ELECTRICA
DE
CONTACTOS
P.BAJA

C21. ("PASILLO A, SELECCIÓN Y ADQUISICIÓN Y SALA DE PROC TEC")

Datos :

12 contactos de uso normal 180 v.a

Longitud máxima = 27.75 m

Calculo del conductor

$$W = 180 \times 12 = 2160 \text{ (para uso normal)}$$

Por corriente

$$I = \frac{W}{E_n} = \frac{2160}{127} = 17 \text{ A}$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
10 AWG	30	1	.8	24

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * E_n} = \frac{4 * 27.75 * 17}{5.26 * 127} = 2.82$$

C22. ("PASILLO B, C Y 9 CONTACTOS DE CONSULTA")

Datos :

12 contactos de uso normal 180 v.a

Longitud máxima = 99 m

Calculo del conductor

$$W = 180 \times 12 = 2160 \text{ (para uso normal)}$$

Por corriente

$$I = \frac{W}{E_n} = \frac{2160}{127} = 17 \text{ A}$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
4 AWG	70	1	.8	56

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 99 * 17}{21.15 * 127} = 2.5$$

C23. (" 8 CONTACTOS DE CONSULTA")

Datos :

8 contactos de uso normal 180 v.a

Longitud máxima = 81.5 m

Calculo del conductor

$$W = 180 \times 8 = 1440 \text{ (para uso normal)}$$

Por corriente

$$I = \frac{W}{En} = \frac{1440}{127} = 11.34 \text{ A}$$

Conductor	Conduce (Amperes)	Fct	Fca	Conduce (Amperes)
6 AWG	55	1	.8	44

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 81.5 * 11.34}{13.3 * 127} = 2.18$$

C24. (CUARTO DE MAQUINAS)

Datos :

12 Contactos de uso continuo 180 v.a

Longitud máxima = 11 m

Calculo del conductor

$$W = 180 \times 12 \times 1.25 = 2700 \text{ (para uso continuo)}$$

Por corriente

$$I = \frac{W}{E_n} = \frac{2700}{127} = 21.25 \text{ A}$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
10 AWG	30	1	.8	24

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * E_n} = \frac{4 * 11 * 21.25}{5.26 * 127} = 1.40$$

C25. (12 CONTACTOS SALA DE COMPUTO)

Datos :

12 Contactos de uso continuo 180 v.a

Longitud máxima = 17 m

Calculo del conductor

$$W = 180 \times 12 \times 1.25 = 2700 \text{ (para uso continuo)}$$

Por corriente

$$I = \frac{W}{E_n} = \frac{2700}{127} = 21.25 \text{ A}$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
10 AWG	30	1	.8	24

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * E_n} = \frac{4 * 17 * 21.25}{5.26 * 127} = 2.16$$

C26. (12 CONTACTOS SALA DE COMPUTO)

Datos :

12 Contactos de uso continuo 180 v.a

Longitud máxima = 21 m

Calculo del conductor

$$W = 180 \times 12 \times 1.25 = 2700 \text{ (para uso continuo)}$$

Por corriente

$$I = \frac{W}{E_n} = \frac{2700}{127} = 21.25 \text{ A}$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
10 AWG	30	1	.8	24

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * E_n} = \frac{4 * 21 * 21.25}{5.26 * 127} = 2.67$$

C27. (12 CONTACTOS SALA DE COMPUTO)

Datos :

12 Contactos de uso continuo 180 v.a

Longitud máxima = 31 m

Calculo del conductor

$$W = 180 \times 12 \times 1.25 = 2700 \text{ (para uso continuo)}$$

Por corriente

$$I = \frac{W}{E_n} = \frac{2700}{127} = 21.25 \text{ A}$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
8 AWG	40	1	.8	32

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 31 * 21.25}{8.3 * 127} = 2.50$$

C28. (12 CONTACTOS SALA DE COMPUTO)

Datos :

12 Contactos de uso continuo 180 v.a

Longitud máxima = 41 m

Calculo del conductor

$$W = 180 \times 12 \times 1.25 = 2700 \text{ (para uso continuo)}$$

Por corriente

$$I = \frac{W}{En} = \frac{2700}{127} = 21.25 \text{ A}$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
6 AWG	55	1	.8	44

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 41 * 21.25}{13.3 * 127} = 2.06$$

C29. (12 CONTACTOS SALA DE COMPUTO)

Datos :

12 Contactos de uso continuo 180 v.a

Longitud máxima = 14.5 m

Calculo del conductor

$$W = 180 \times 12 \times 1.25 = 2700 \text{ (para uso continuo)}$$

Por corriente

$$I = \frac{W}{En} = \frac{2700}{127} = 21.25 \text{ A}$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
10 AWG	30	1	.8	24

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 14.5 * 21.25}{5.26 * 127} = 1.84$$

C30, (12 CONTACTOS SALA DE COMPUTO)

Datos :

12 Contactos de uso continuo 180 v.a

Longitud máxima = 23.25 m

Calculo del conductor

$$W = 180 \times 12 \times 1.25 = 2700 \text{ (para uso continuo)}$$

Por corriente

$$I = \frac{W}{En} = \frac{2700}{127} = 21.25 \text{ A}$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
10 AWG	30	1	.8	24

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 23.25 * 21.25}{5.26 * 127} = 2.96$$

C31. (12 CONTACTOS SALA DE COMPUTO)

Datos :

12 Contactos de uso continuo 180 v.a

Longitud máxima = 14 m

Calculo del conductor

$$W = 180 \times 12 \times 1.25 = 2700 \text{ (para uso continuo)}$$

Por corriente

$$I = \frac{W}{E_n} = \frac{2700}{127} = 21.25 \text{ A}$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
10 AWG	30	1	.8	24

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * E_n} = \frac{4 * 14 * 21.25}{5.26 * 127} = 1.78$$

C32. (12 CONTACTOS SALA DE COMPUTO)

Datos :

12 Contactos de uso continuo 180 v.a

Longitud máxima = 18 m

Calculo del conductor

$$W = 180 \times 12 \times 1.25 = 2700 \text{ (para uso continuo)}$$

Por corriente

$$I = \frac{W}{E_n} = \frac{2700}{127} = 21.25 \text{ A}$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
10 AWG	30	1	.8	24

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 18 * 21.25}{5.26 * 127} = 2.29$$

C33. (12 CONTACTOS SALA DE COMPUTO)

Datos :

12 Contactos de uso continuo 180 v.a

Longitud máxima = 22 m

Calculo del conductor

$$W = 180 \times 12 \times 1.25 = 2700 \text{ (para uso continuo)}$$

Por corriente

$$I = \frac{W}{En} = \frac{2700}{127} = 21.25 \text{ A}$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
10 AWG	30	1	.8	24

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 22 * 21.25}{5.26 * 127} = 2.79$$

C34. (12 CONTACTOS SALA DE COMPUTO)

Datos :

12 Contactos de uso continuo 180 v.a

Longitud máxima = 30 m

Calculo del conductor

$$W = 180 \times 12 \times 1.25 = 2700 \text{ (para uso continuo)}$$

Por corriente

$$I = \frac{W}{En} = \frac{2700}{127} = 21.25 \text{ A}$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
8 AWG	40	1	.8	32

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 30 * 21.25}{8.3 * 127} = 2.41$$

C35, (12 CONTACTOS SALA DE COMPUTO)

Datos :

12 Contactos de uso continuo 180 v.a

Longitud máxima = 23.75 m

Calculo del conductor

$$W = 180 \times 12 \times 1.25 = 2700 \text{ (para uso continuo)}$$

Por corriente

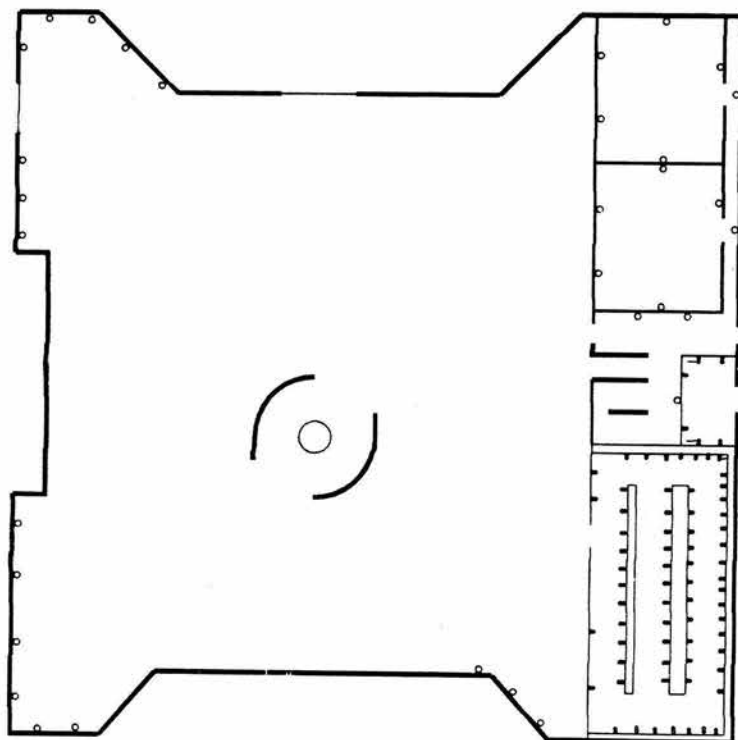
$$I = \frac{W}{En} = \frac{2700}{127} = 21.25 \text{ A}$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
8 AWG	40	1	.8	32

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 23.75 * 21.25}{8.3 * 127} = 1.91$$

CONDUCTORES PARA CONTACTOS



CALCULO
DE
CONDUCTORES PARA
INSTALACION ELECTRICA
DE
CONTACTOS
P.ALTA

C21, (AREA SECRETARIAL)

Datos :

4 Contactos de uso continuo 180 v.a

9 contactos de uso normal 180 v.a

Longitud máxima = 43.5 m

Calculo del conductor

$$W = 180 \times 4 \times 1.25 = 900 \text{ (para uso continuo)}$$

$$W = 180 \times 9 = 1620 \text{ (para uso normal)}$$

$$W_T = 900 + 1620 = 2520$$

Por corriente

$$I = \frac{W}{E_n} = \frac{2520}{127} = 19.84A$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
6 AWG	55	1	.8	44

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * E_n} = \frac{4 * 43.5 * 19.84}{13.3 * 127} = 2.04$$

C22, (VESTÍBULO Y “CONSUNTA Y CATALAGO”)

Datos :

13 contactos de uso normal 180 v.a

Longitud máxima = 73 m

Calculo del conductor

$$W = 180 \times 13 = 2340 \text{ (para uso normal)}$$

Por corriente

$$I = \frac{W}{E_n} = \frac{2340}{127} = 18.42$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
4 AWG	70	1	.8	56

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * E_n} = \frac{4 * 73 * 18.42}{21.15 * 127} = 2.00$$

C23. (JEFE "B" Y "C")

Datos :

4 Contactos de uso continuo 180 v.a

8 contactos de uso normal 180 v.a

Longitud máxima = 28 m

Calculo del conductor

$$W = 180 \times 4 \times 1.25 = 900 \text{ (para uso continuo)}$$

$$W = 180 \times 8 = 1440 \text{ (para uso normal)}$$

$$W_T = 900 + 1440 = 2340$$

Por corriente

$$I = \frac{W}{E_n} = \frac{2340}{127} = 18.42A$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
8 AWG	55	1	.8	44

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * E_n} = \frac{4 * 28 * 18.42}{8.3 * 127} = 1.96$$

C24. (VESTÍBULO, CATALOGO, Y PRESTAMO.)

Datos :

8 Contactos de uso continuo 180 v.a

5 contactos de uso normal 180 v.a

Longitud máxima = 77.5 m

Calculo del conductor

$W = 180 \times 8 \times 1.25 = 1800$ (para uso continuo)

$W = 180 \times 5 = 900$ (para uso normal)

$W_T = 1800 + 900 = 2700$

Por corriente

$$I = \frac{W}{E_n} = \frac{2700}{127} = 21.26A$$

Conductor	Conduce (Amperes)	Fct	Fca	Conduce (Amperes)
4 AWG	70	1	.8	56

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * E_n} = \frac{4 * 77.5 * 21.26}{21.15 * 127} = 2.45$$

C25. (VESTIBULO Y AREA DE EXPOSICIONES)

Datos :

10 contactos de uso normal 180 v.a

Longitud máxima = 62.5 m

Calculo del conductor

$W = 180 \times 10 = 1800$ (para uso normal)

Por corriente

$$I = \frac{W}{E_n} = \frac{1800}{127} = 14.17A$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
6 AWG	55	1	.8	44

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 62.5 * 14.17}{13.3 * 127} = 2.10$$

C26. (SALA DE CONFERENCIA DE PROFESORES Y BAÑOS "A")

Datos :

13 contactos de uso normal 180 v.a

Longitud máxima = 41 m

Calculo del conductor

$$W = 180 \times 13 = 2340 \text{ (para uso normal)}$$

Por corriente

$$I = \frac{W}{En} = \frac{2430}{127} = 18.42A$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
8 AWG	40	1	.8	32

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 41 * 18.42}{8.3 * 127} = 2.86$$

C27. (SALA DE CONF. "B" Y BODEGA)

Datos :

12 contactos de uso normal 180 v.a

Longitud máxima = 19 m

Calculo del conductor

$$W = 180 \times 12 = 2160 \text{ (para uso normal)}$$

Por corriente

$$I = \frac{W}{E_n} = \frac{2160}{127} = 17.01A$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
10 AWG	30	1	.8	24

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * E_n} = \frac{4 * 19 * 17.01}{5.26 * 127} = 1.93$$

C28. (SALA DE JUNTAS Y PASILLO)

Datos :

8 contactos de uso normal 180 v.a

Longitud máxima = 22 m

Calculo del conductor

$$W = 180 \times 8 = 1440 \text{ (para uso normal)}$$

Por corriente

$$I = \frac{W}{E_n} = \frac{1440}{127} = 11.34^*$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
12 AWG	25	1	.8	20

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * E_n} = \frac{4 * 22 * 11.34}{3.3 * 127} = 1.49$$

C29, (JEFE "A" Y C 2)

Datos :

4 Contactos de uso continuo 180 v.a

8 contactos de uso normal 180 v.a

Longitud máxima = 17.5 m

Calculo del conductor

$$W = 180 \times 4 \times 1.25 = 900 \text{ (para uso continuo)}$$

$$W = 180 \times 8 = 1440 \text{ (para uso normal)}$$

$$W_T = 900 + 1440 = 2340$$

Por corriente

$$I = \frac{W}{En} = \frac{2340}{127} = 18.4A$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
10 AWG	30	1	.8	24

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * J}{S * En} = \frac{4 * 17.5 * 18.4}{5.26 * 127} = 1.93$$

C30, (C 1, Y BAÑOS "B")

Datos :

2 Contactos de uso continuo 180 v.a

6 contactos de uso normal 180 v.a

Longitud máxima = 12 m

Calculo del conductor

$$W = 180 \times 2 \times 1.25 = 450 \text{ (para uso continuo)}$$

$$W = 180 \times 6 = 1080 \text{ (para uso normal)}$$

$$W_T = 450 + 1080 = 1530$$

Por corriente

$$I = \frac{W}{En} = \frac{1530}{127} = 12.05A$$

Conductor	Conduce (Ampers)	Fct	Fca	Conduce (Ampers)
14 AWG	20	1	.8	16

Por caída de tensión

$$e = \frac{4 * L * I}{S * En} = \frac{4 * 12 * 12.05}{2.08 * 127} = 2.19$$

CONDUTORES PARA CONTACTOS

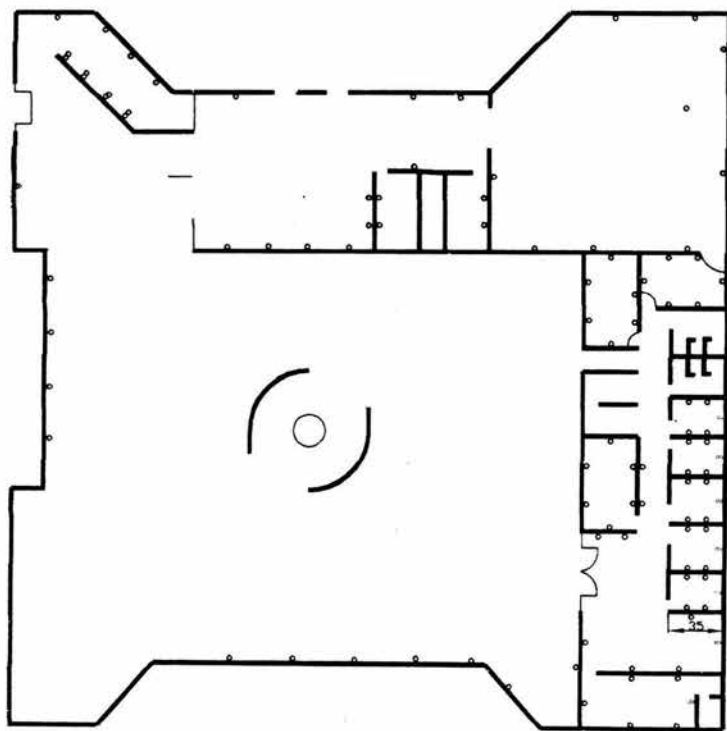


DIAGRAMA UNIFILAR



alim. 1500mcm

alim. 750mcm

circuitos	15A	calibre
c1	✓	10
c2	✓	14
c3	✓	12
c4	✓	10
c5	✓	8
c6	✓	10
c7	✓	8
c8	✓	10
c9	✓	8
c10	✓	6
c11	✓	6
c12	✓	6
c13	✓	8
c14	✓	4
c15	✓	8
c16	✓	6
c17	✓	8
c18	✓	8
c19	✓	10
c20	✓	10
c21	✓	10
c22	✓	4
c23	✓	6
c24	✓	10
c25	✓	10
c26	✓	10
c27	✓	8
c28	✓	6
c29	✓	10
c30	✓	10
c31	✓	10
c32	✓	10
c33	✓	10
c34	✓	8
c35	✓	8
PLANTA ALTA		
c1a	✓	6
c2a	✓	10
c3a	✓	8
c4a	✓	6
c5a	✓	6
c6a	✓	6
c7a	✓	8
c8a	✓	6
c9a	✓	6
c10a	✓	6
c11a	✓	4
c12a	✓	6
c13a	✓	8
c14a	✓	10
c15a	✓	10
c16a	✓	12
c17a	✓	12
c18a	✓	10
c19a	✓	10
c20a	✓	14
c21a	✓	6
c22a	✓	4
c23a	✓	8
c24a	✓	4
c25a	✓	6
c26a	✓	8
c27a	✓	10
c28a	✓	12
c29a	✓	10
c30a	✓	14

BALANCEO DE CARGAS

circuito	4*32	2*32 contactos	amperes	FASES		
				A	B	C
C1		24	16.8	16.8		
C2		11	7.7	7.7		
C3	11		15.29		15.29	
C4	10		13.9	13.9		
C5	13		18.07	18.07		
C6		24	16.8	16.8		
C7	10		18.07	18.07		
C8		24	16.8	16.8		
C9	11		18.07	18.07		
C10	13		18.07	18.07		
C11	13		18.07	18.07		
C12	12		18.07	18.07		
C13		24	16.8	16.8		
C14	13		18.07	18.07		
C15	7		9.73	9.73		
C16	13		18.07	18.07		
C17		24	16.8	16.8		
C18		24	16.8	16.8		
C19		24	16.8		16.8	
C20		24	16.8			16.8
C21		12	16.92	16.92		
C22		12	16.92	16.92		
C23		12	16.92	16.92		
C24		12	16.92		16.92	
C25		12	16.92		16.92	
C26		12	16.92		16.92	
C27		12	16.92		16.92	
C28		12	16.92		16.92	
C29		12	16.92		16.92	
C30		12	16.92		16.92	
C31		12	16.92		16.92	
C32		12	16.92		16.92	
C33		12	16.92		16.92	
C34		8	11.28		11.28	
C35		12	16.92			16.92

PLANTA ALTA

C1	13		18.07		18.07
C2		24	16.8		16.8
C3		25	17.5		17.5
C4	13		18.07		18.07
C5	13		18.07		18.07
C6	13		18.07		18.07
C7		24	16.8		16.8
C8		24	16.8		16.8
C9		24	16.8		16.8
C10		24	16.8		16.8
C11	13		19.46		19.46
C12	10		13.9		13.9
C13	10		13.9		13.9
C14	11		15.29		15.29
C15	11		15.29		15.29
C16	11		15.29		15.29
C17		12	8.4	8.4	
C18	10		13.9		13.9
C19	9		12.51		12.51
C20		6	4.2	4.2	
C21		13	18.33		18.33
C22		13	18.33		18.33
C23		12	16.92		16.92
C24		13	18.33		18.33
C25		10	14.1		14.1
C26		13	18.33		18.33
C27		12	16.92		16.92
C28		8	11.28		11.28
C29		12	16.92		16.92
C30		8	11.28		11.28

TOTAL= 340.05 345.96 354.39

%DESB 4.04

CALCULO
DE
MATERIALES
Y
COSTOS

CUADRO DE MATERIALES PARA CIRCUITOS DE PLANTA BAJA

CIRCUITO NUM.	LUMI. REFLECT. CAT. 82-432	LUMI SERIE 6800-232	APAG. SENCILLO	APAG. 3 VIAS	CONT. 180 VA	CONDUCTORES TIPO AWG (ML)								TUBO CONDUIT 3/4"
						14	12	10	8	6	4	neutro 10	1500	
C1		24	2					74					74	
C2		11	1			38							38	
C3	11		1				39						39	
C4	10								48					48
C5	13								62				62	
C6		24						52					52	
C7	10								52				52	
C8		24							62				62	
C9	11								82				82	
C10	13									72			72	
C11	13									82			82	
C12	12									75			75	
C13		24								75			75	
C14	13										95		95	10
C15	7								45				45	
C16	13									95			95	
C17		24												
C18		24												
C19		24												
C20		24												
C21					12			18					18	
C22					12			25					25	
C23					12				31				31	
C24					12					44			44	
C25					12			18					18	
C26					12			29					29	
C27					12			20					20	
C28					12			25					25	
C29					12			30					30	
C30					12				38				38	
C31					12				32				32	
C32					12			60					60	
C33					12						95		95	
C34					8					76			76	
C35					12			14					14	
ALIM.														3
TOTAL	126	203	4	0	176	38	39	413	404	519	190	1603	3	10

P/U	\$ 954.26	\$ 848.82	\$ 33.65	\$ 30.90	\$ 3.18	\$ 3.94	\$ 5.15	\$ 7.66	\$ 9.92	\$ 14.44	\$ 5.15	\$ 30.60	\$ 32.80
TOTAL	\$ 120,236.76	\$ 172,310.46	\$ 134.60	\$ 5,438.40	\$ 120.84	\$ 153.66	\$ 2,126.95	\$ 3,094.64	\$ 5,148.48	\$ 2,743.60	\$ 8,255.45	\$ 91.80	\$ 328.00

TUBO CONDUIT 1/2"	CAJA	CONECTOR TIPO " T"	COPLES 1/2"	INTERRUPTO R 15A
200		24	48	1
		11	22	1
		11	22	1
		10	20	1
207		13	26	1
		13	26	1
		13	26	1
		13	26	1
		13	26	1
		13	26	1
207		13	26	1
		13	26	1
		13	26	1
		13	26	1
		7	14	1
		13	26	1
52	12	1	24	1
	12	1	24	1
	12	1	24	1
	12	1	24	1
	12	1	24	1
	12	1	24	1
75	12	1	24	1
	12	1	24	1
	12	1	24	1
	12	1	24	1
	12	1	24	1
180	12	1	24	1
	12	1	24	1
	8	1	16	1
	12	1	24	1
3				
924	176	221	764	31

\$ 26.75 \$ 64.52 \$ 74.75 \$ 2.80 \$ 524.72

\$24,717.00 \$11,355.52 \$16,519.75 \$2,139.20 \$16,266.32

CUADRO DE MATERIALES PARA CIRCUITOS DE PLANTA A

CIRCUITO NUM.	LUMI. REFLECT. CAT. 82-432	LUMI. SERIE 6800-232	APAG. CENCILLO	APAG. 3 VIAS	CONT. 180 VA	CONDUCTORES TIPO AWG (ML)						
						14	12	10	8	6	4	750
C1	13									70		
C2		24							59			
C3		25								69		
C4	13									92		
C5	13									79		
C6	13									85		
C7		24										
C8		24										
C9		24										
C10		24										
C11	13										105	
C12	10									81		
C13	10								71			
C14	11							68				
C15	11			2				61				
C16	11							52				
C17		12	2					65				
C18	10		5						44			
C19	9		2						75			
C20		6	4			48						
C21					13					55		
C22					13						112	
C23					12			36				
C24					13						91	
C25					10					67		
C26					13				79			
C27					12			62				
C28					8			48				
C29					12			36				
C30					8	26						
ALIM												8

TOTAL	137	163	13	2	114	74	165	338	253	598	308	8
--------------	-----	-----	----	---	-----	----	-----	-----	-----	-----	-----	---

P/U \$ 954.26 \$ 848.82 \$ 33.65 \$ 39.20 \$ 30.90 \$ 3.18 \$ 3.94 \$ 5.15 \$ 7.66 \$ 9.92 \$ 14.44

TOTAL \$ 130,733.62 \$ 138,357.66 \$ 437.45 \$ 78.40 \$ 3,522.60 \$ 235.32 \$ 650.10 \$ 1,740.70 \$ 1,937.98 \$ 5,932.16 \$ 4,447.52

TOTAL \$ 435,310.81

.LTA

neutro 10	TUBO CONDUIT 3/4"	CAJA	TUBO CONDUIT 1/2"	CONECTOR TIPO " T"	COPLES 1/2"	INTERRUPTOR 15A
70			70	13	26	1
59			59	13	26	1
69			69	13	26	1
92				13	26	1
79			79	13	26	1
85			85	13	26	1
105	5		100	14	28	1
81			81	10	20	1
71			71	10	20	1
68			68	11	22	1
61			61	11	22	1
52			52	11	22	1
65			65	12	24	1
44			44	10	20	1
75			75	9	18	1
48			48	6	12	1
55		13	55	1	26	1
112	5	13	107	1	26	1
36		12	36	1	24	1
91	5	13	86	1	26	1
67		10	67	1	20	1
79		13	79	1	26	1
62		12	62	1	24	1
48		8	48	1	16	1
36		12	36	1	24	1
26		8	26	1	16	1
1736	15	114	1629	192	592	26

\$ 5.15 \$ 32.80 \$ 26.75 \$ 64.52 \$ 74.75 \$ 2.80 \$ 524.72

\$ 8,940.40 \$ 492.00 \$ 3,049.50 \$ 105,103.08 \$ 14,352.00 \$ 1,657.60 \$ 13,642.72

COSTOS APROXIMADOS

ILUMINACION E INSTALACION ELECTRICA P. BAJA	\$ 391,181.43
ILUMINACION E INSTALACION ELECTRICA P. ALTA	\$ 435,310.81
TABLERO GENERAL 30 P	\$ 3,958.19
TABLERO GENERAL 42 P	\$ 4,616.18
INTERRUPTOR DE SEGURIDAD 400A 3P	\$ 16,203.05
TOTAL APROX. DE PROYECTO	\$ 851,269.66

CONCLUSIONES

Se obtuvieron los conocimientos básicos del funcionamiento del ojo y de cómo nuestra mente percibe la luz, para su aprovechamiento en el diseño.

En este proyecto, se encuentran diferentes tipos de actividades a realizar, es por esto que cada una de ellas necesita su óptimo nivel de iluminación.

El diseño propuesto se considera como el más óptimo en cuanto al ahorro de energía, por el uso de lámparas de 32 watts ya que el uso de estas nos garantiza un nivel de iluminación adecuado, y balastos electrónicos por su factor de potencia, ya que entre más alto sea el factor de potencia las pérdidas de energía serán menores.

La correcta aplicación de los criterios de diseño y conocimientos básicos de la norma NOM 001 SEDE 1999. Ayuda a la correcta realización de un proyecto de iluminación e instalación eléctrica.

Los resultados obtenidos son los esperados de acuerdo a los objetivos establecidos para este proyecto. Ya que lo más importante fue incrementar los conocimientos del tema, y aprender a trabajar en equipo para un proyecto práctico y posiblemente real, colaborando así, con la institución, por si en algún futuro desea hacer uso de este.

BIBLIOGRAFÍA.

- 1.- Manual de alumbrado Westinghouse. Ed. LIMUSA.
- 2.- Manual práctico de instalaciones eléctricas T II. P.Richter. Ed. CECSA.
- 3.- Manual de ingeniería eléctrica. Donald G. Fink. Ed. Mc-Graw hill.
- 4.- Física Vol. II Robert Resnick. Ed. CECSA
- 5.- Catálogo condensado 2000 Holophane
- 6.- Principios de iluminación y Niveles de iluminación en México (información técnica)
- 7.-Domine Autocad 2002. José Luis Cogollar Gómez. Ed. Alfa omega.
- 8.- Manual de aplicación del reglamento de instalaciones eléctricas. Enrique Harper. Ed. Limusa.
- 9.- Tabulador general de precios unitarios 2002. Gobierno del DF., Secretaría de obras y servicios.
- 10.- Instalaciones eléctricas Tomo I. Spitta. A.F. (1981). Ed. Dossat.

APENDICES

APENDICE 1. Calibre de Conductores

Tabla 310-16 Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores active en una canalización, cable o directamente enterrado, para una temperatura ambiente de 30 °C

Tamaño nominal mm ²	Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13)						Tamaño nominal AWG/kcmil
	80 °C		75 °C		60 °C		
	TIPOS TW ^a TWD ^a CCE TWD-LV	TIPOS RHW ^a , THHW ^a , THW ^a , THWLS, THMN ^a , XHHW ^a , TT	TIPOS RHM ^a , RHW-2, THHN ^a , THMN ^a , THWLS, THV-2 ^a , XHMW ^a , XHMW-2	TIPOS UF ^a	TIPOS RHW ^a , XHHW ^a , BMAI	TIPOS RHW-2, XHHW, XHMW-2, DRS	
	Cobre			Aluminio			
0.8235	—	—	14	—	—	—	18
1.307	—	—	18	—	—	—	18
2.082	20 ^a	20 ^a	25 ^a	—	—	—	14
3.307	25 ^a	25 ^a	30 ^a	—	—	—	12
5.26	30	35 ^a	40 ^a	—	—	—	10
8.387	40	50	55	—	—	—	8
13.3	55	65	75	40	50	60	6
21.15	75	85	95	55	65	75	4
26.87	85	100	110	65	75	85	3
33.67	95	115	130	75	90	100	2
42.41	110	130	150	85	100	115	1
53.48	125	150	170	100	120	135	1/0
67.43	145	175	195	115	135	150	2/0
85.01	165	200	225	130	155	175	3/0
107.2	185	230	260	150	180	205	4/0
128.67	215	255	290	170	205	230	2/0
152.01	240	285	320	190	230	255	3/0
177.34	260	310	350	210	250	280	350
202.64	280	335	380	225	270	305	400
253.35	320	380	430	260	310	350	600
324.02	355	425	475	295	340	385	600
354.69	385	460	520	310	375	420	700
380.03	400	475	535	320	385	435	750
405.37	410	480	555	330	395	450	800
454.04	435	520	585	355	425	480	900
508.71	455	545	615	375	445	500	1000
633.39	495	590	665	405	485	545	1250
780.07	520	625	705	435	520	585	1500
886.74	545	650	735	455	545	615	1750
1012.42	560	665	750	470	560	630	2000

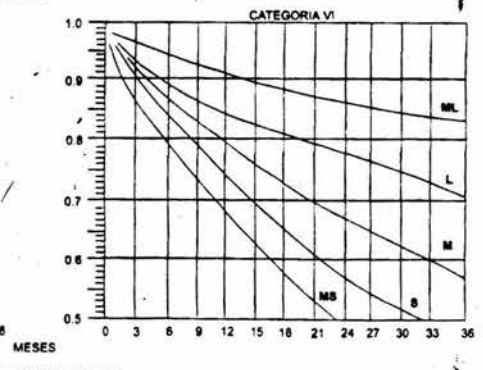
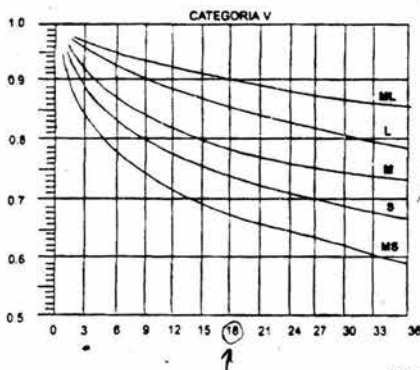
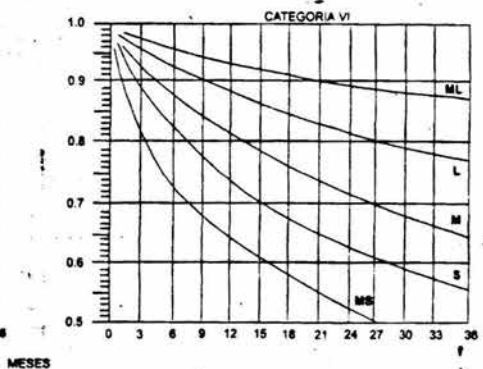
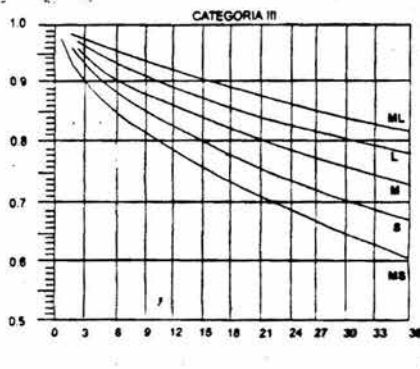
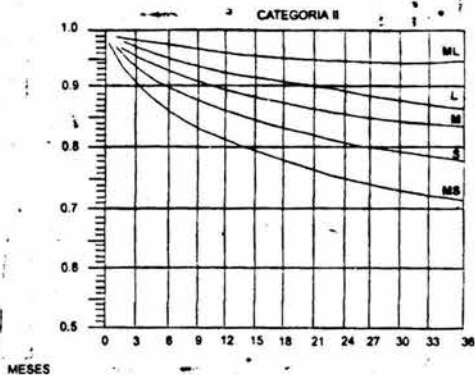
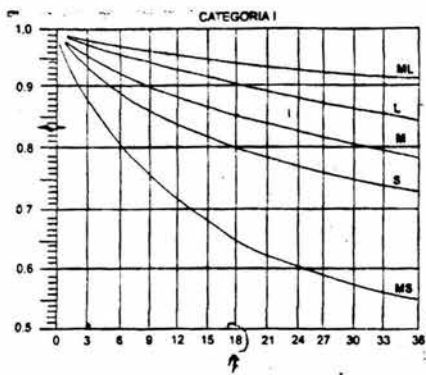
FACTORES DE CORRECCIÓN

Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambiente distintas de 30 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes						Temperatura ambiente en °C
21-25	1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04	21-25
26-30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	26-30
31-35	0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96	31-35
36-40	0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	0.91	36-40
41-45	0.71	0.82	0.87	0.71	0.82	0.87	41-45
46-50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82	46-50
51-55	0.41	0.67	0.76	0.41	0.67	0.76	51-55
56-60	—	0.58	0.71	—	0.58	0.71	56-60
61-70	—	0.33	0.58	—	0.33	0.58	61-70
71-80	—	—	0.41	—	—	0.41	71-80

A menos que se permita otra cosa específicamente en otro lugar de esta NEC la protección contra sobrecalentamiento de los conductores marcados con un asterisco (*), no debe superar 15 A para 2.082 mm² (14 AWG), 20 A para 3.307 mm² (12 AWG) y 30 A para 5.26 mm² (10 AWG), todos de cobre.





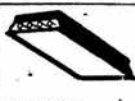



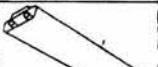
APENDICE 2. Curvas de degradación por suciedad.

CURVAS DE DEGRADACION POR SUCIEDAD EN EL LUMINARIO



ML = MUY LIMPIO
 L = LIMPIO
 M = MEDIO
 S = SUCIO
 MS = MUY SUCIO

APENDICE 3. Categorías de Luminarias.

LUMINARIO TÍPICO	CURVA DE DIST. Y % DE LUMENES		LUMINARIO TÍPICO	CURVA DE DIST. Y % DE LUMENES		LUMINARIO TÍPICO	CURVA DE DIST. Y % DE LUMENES	
	CAT	ESP. MAX.		CAT	ESP. MAX.		CAT	ESP. MAX.
 CANALES PARA 1 O 2 LAMPARAS FLUORESCENTES	V	1.8/1.2 20.5% 56%	 CANALES PARA 2 O 4 LAMPARAS FLUORESCENTES TÍPICAS EMPOTRADA O SOBREPONER CON CONTROLANTE DE ACRILICO PRISMATICO	V	1.4/1.2 0% 65% 60°	 CANALES PARA 4 LAMPARAS FLUORESCENTES CON LOUVER DE PLASTICO DE 45°	V	1.0 0% 50%
 UNIDAD FLUORESCENTE CON REJILLA DE 30 x 30	II	1.0 23.5% 57%	 CANALES PARA 4 LAMPARAS FLUORESCENTES CON DIFUSOR PLANO OPALINO	V	1.2 0% 57.5%			
 UNIDAD FLUORESCENTE CON REJILLA DE 45 x 45	IV	1.0 8% 46%	 CANALES PARA 4 LAMPARAS FLUORESCENTES CON REFRACTOR PRISMATICO DE BAJA LUMINANCIA	V	1.4/1.3 0% 65.5% 50°			
 UNIDAD PARA 2 LAMPARAS FLUORESCENTES CON CONTROLANTE PRISMATICO ENVOLVENTE	V	1.5/1.2 11.5% 58.5%						
 UNIDAD PARA 2 LAMPARAS FLUORESCENTES	V	1.3 8% 37.5%						

APENDICE 4. Coeficiente de utilización para luminarias de 2 x 32

COEFICIENTES DE UTILIZACION HOLOPHANE No. 6800											
PISO	TECHO	CATEGORIA									0%
		80%			50%			10%			
PARED		50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%
	0	.75	.75	.75	.68	.68	.68	.60	.60	.60	.58
	1	.67	.64	.62	.61	.59	.57	.54	.53	.52	.50
	2	.59	.55	.52	.54	.51	.49	.48	.46	.45	.43
	3	.53	.48	.44	.49	.45	.42	.44	.41	.39	.37
R C R	4	.47	.42	.38	.44	.40	.36	.38	.37	.34	.33
	5	.43	.37	.33	.40	.36	.32	.36	.33	.30	.29
	6	.39	.33	.30	.36	.32	.28	.33	.30	.27	.26
	7	.35	.30	.26	.33	.29	.25	.30	.27	.24	.23
	8	.32	.27	.24	.30	.26	.23	.28	.24	.22	.21
	9	.30	.25	.21	.28	.24	.21	.26	.22	.20	.19
	10	.27	.23	.19	.26	.22	.19	.24	.21	.18	.17

APÉNDICE 5. Coeficiente de utilización para luminarias de 4 x 32

COEFICIENTES DE UTILIZACION										
HOLOPHANE No. 82 - 440										
4-40 W / BLANCO FRIO										
TEST 42389										
FRIO	TECHO	30%								
		80%			50%			10%		
PARED		80%	30%	10%	80%	30%	10%	80%	30%	10%
	0	.79	.79	.79	.79	.79	.79	.67	.67	.67
	1	.71	.62	.67	.67	.66	.63	.62	.61	.60
	2	.69	.60	.66	.60	.57	.55	.56	.54	.52
	3	.67	.52	.60	.54	.50	.47	.50	.48	.44
R	4	.61	.48	.42	.48	.44	.41	.46	.43	.40
C	6	.48	.41	.37	.44	.39	.36	.41	.38	.36
R	8	.42	.36	.32	.40	.35	.32	.38	.34	.31
	7	.38	.33	.29	.36	.32	.29	.35	.31	.28
	8	.36	.29	.26	.33	.29	.26	.32	.28	.26
	9	.32	.27	.23	.31	.28	.23	.29	.26	.22
	10	.28	.25	.21	.29	.26	.21	.27	.24	.21

DATOS DE LAMPARAS FLUORESCENTES

WATTS	TIPO	ACABADO	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	Eficacia		BASE	BULBO	LONGITUD EN CENTIME- TROS	ENCENDIDO
					EFICIENCIA LUMENES/ WATTS	FACTOR DE DEPRECIACION (L.L.D.)				
22	CIRCULAR	LUZ DE DIA	895	12,000	41	0.72	4 ALFILERES	T-9	20.96 ∅	RAPIDO
22	CIRCULAR	B. FRIO DE LUJO	875	12,000	40	0.72	4 ALFILERES	T-9	20.96 ∅	RAPIDO
22	CIRCULAR	B. CALDO DE LUJO	785	12,000	36	0.72	4 ALFILERES	T-9	20.96 ∅	RAPIDO
32	CIRCULAR	BLANCO FRIO	1,850	12,000	58	0.82	4 ALFILERES	T-9	30.48 ∅	RAPIDO
32	CIRCULAR	LUZ DE DIA	1,590	12,000	50	0.82	4 ALFILERES	T-9	30.48 ∅	RAPIDO
40	CIRCULAR	BLANCO FRIO	2,850	12,000	68	0.77	4 ALFILERES	T-9	40.64 ∅	RAPIDO
17	TUBULAR	BLANCO CALIDO	1,400	20,000	82	0.80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	60.20	RAPIDO
17	TUBULAR	BLANCO FRIO	1,400	20,000	82	0.80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	60.20	RAPIDO
20	TUBULAR	BLANCO CALIDO	1,300	9,000	65	0.85	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	60.96	CON ARRANCADOR
20	TUBULAR	BLANCO FRIO	1,300	9,000	65	0.85	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	60.96	CON ARRANCADOR
20	TUBULAR	LUZ DE DIA	1,075	9,000	54	0.85	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	60.96	CON ARRANCADOR
21	TUBULAR	LUZ DE DIA	1,030	7,500	49	0.81	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	60.96	INSTANTANEO
30	TUBULAR	LUZ DE DIA	1,900	7,500	63	0.81	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	60.00	CON ARRANCADOR
32	TUBULAR	BLANCO CALIDO	3,050	20,000	95	0.82	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	122.00	RAPIDO
32	TUBULAR	BLANCO FRIO	3,050	20,000	95	0.82	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	122.00	RAPIDO
32	TUBULAR	BLANCO CALIDO	3,050	15,000	95	0.83	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	122.00	INSTANTANEO
32	TUBULAR	BLANCO FRIO	3,050	15,000	95	0.83	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	122.00	INSTANTANEO
32	TUBULAR	B. FRIO DE LUJO	2,700	12,000	84	0.84	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	116.80	INSTANTANEO
32	TUBULAR	BLANCO CALIDO	2,700	12,000	84	0.84	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	116.80	INSTANTANEO
34	TUBULAR	BLANCO LIGERO	2,700	20,000	79	0.80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	121.90	RAPIDO
34	TUBULAR	BLANCO FRIO	2,700	20,000	79	0.80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	121.92	RAPIDO
39	TUBULAR	B. FRIO DE LUJO	3,200	12,000	82	0.82	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	117.00	INSTANTANEO
39	TUBULAR	B. CALIDO DE LUJO	3,200	12,000	82	0.82	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	117.00	INSTANTANEO
39	TUBULAR	BLANCO FRIO	3,100	12,000	77	0.82	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	121.92	INSTANTANEO
39	TUBULAR	LUZ DE DIA	2,600	12,000	64	0.82	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	121.92	INSTANTANEO
40	TUBULAR	BLANCO FRIO	3,150	12,000	79	0.83	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	121.92	RAPIDO
40	TUBULAR	LUZ DE DIA	2,800	12,000	65	0.83	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	121.92	RAPIDO
31	TIPÓ "U" 1 M8	BLANCO FRIO	2,800	20,000	90	0.80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	57.15	RAPIDO
32	TIPÓ "U" 8"	BLANCO FRIO	3,000	20,000	94	0.80	MEDIANA 2 ALFILERES	T-8	57.15	RAPIDO
40	TIPÓ "U" 8"	BLANCO FRIO	2,800	12,000	73	0.84	MEDIANA 2 ALFILERES	T-12	57.15	RAPIDO
59	TUBULAR	BLANCO FRIO	6,000	15,000	102	0.81	SLIMLINE UN ALFILER	T-8	243.84	INSTANTANEO
80	TUBULAR	B. FRIO DE LUJO	6,100	12,000	102	0.82	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	243.84	INSTANTANEO
80	TUBULAR	BLANCO CALIDO	6,100	12,000	102	0.82	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	243.84	INSTANTANEO
75	TUBULAR	BLANCO FRIO	6,300	12,000	84	0.89	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	243.84	INSTANTANEO
75	TUBULAR	LUZ DE DIA	6,450	12,000	73	0.89	SLIMLINE UN ALFILER	T-12	243.84	INSTANTANEO