



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**AREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS
RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES.**

TEMA:

**“CÁLCULO, DISEÑO Y RECONSTRUCCIÓN DE LOS CIRCUITOS DE
ILUMINACIÓN DEL ÀREA DE LA ENERGÌA, LAS INDUSTRIAS Y LOS
RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES”**

Trabajo Técnico previo a la
obtención del título de Tecnólogo
en Electricidad

AUTORES:

Wilson Manuel Romero Díaz

José Luís Peralta Jaramillo

Juan Pablo Toledo Ponce.

DIRECTOR:

Ing. Jorge Maldonado Correa.

Loja - Ecuador

2007

CERTIFICACIÓN

Ing. Jorge Maldonado C.

CATEDRÁTICO DEL ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS
RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

CERTIFICA:

Que el trabajo técnico cuyo tema es **“Cálculo Diseño y Reconstrucción de los Circuitos de Iluminación del Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables de la Universidad Nacional de Loja”**, trabajo presentado previo a la obtención del Título de **“Tecnólogos en Electricidad”**, de los egresados. Wilson Manuel Romero Díaz, José Luis Peralta Jaramillo y Juan Pablo Toledo Ponce.

Fue dirigido, asesorado y prolijamente revisado, por lo que autorizo su presentación final para su posterior sustentación y defensa.

Loja 30 de Octubre del 2006

.....
Ing. Jorge L. Maldonado Correa
Director

I AUTORIA

Las ideas, conceptos, opiniones, cálculos, resultados y demás versiones expuestos en este trabajo, son de absoluta responsabilidad de los autores y el patrimonio de la misma a la Universidad Nacional de Loja.

WILSON M. ROMERO DÍAZ

JOSE LUIS PERALTA JARAMILLO

JUAN PABLO TOLEDO PONCE

II

DEDICATORIA

Quiero dar gracias a Dios por darme la fortaleza de seguir adelante, a mis padres, hermanos y sobrinos quienes me brindaron su apoyo moral y económico, a un gran amigo que siempre me estuvo apoyando, y de manera muy especial a una persona que me estuvo apoyando en las buenas y malas durante el transcurso de mi carrera, a ellos les dedico todo el esfuerzo que realicé en el presente trabajo de tesis.

WILSON ROMERO

El presente trabajo lo dedico con todo cariño a mi familia por su apoyo incondicional y económicamente, a mis maestros por sus sabias enseñanzas y su paciencia para enrumbarme en el bienestar de nosotros y la sociedad.

JOSÉ PERALTA

Yo Juan Pablo Toledo Ponce dedico este trabajo a todas las personas que contribuyeron a que el mismo salga adelante en especial a mi madre que ha estado siempre presente para todo lo necesario.

JUAN PABLO TOLEDO

III

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer en primer lugar a Dios por darnos la fortaleza, sabiduría y entendimiento para seguir adelante en nuestros estudios; también queremos agradecer a nuestro director de Tesis como es el Ing. Jorge Maldonado quien en todo momento compartió sus experiencias y conocimientos para la culminación del presente proyecto de tesis, así mismo a nuestros docentes quienes supieron guiarnos desde el inicio de nuestra carrera, al Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables, y de manera muy especial a la Universidad Nacional de Loja quien nos abrió sus puertas para realizar nuestros estudios académicos y la culminación de la misma.

IV

RESUMEN

El presente trabajo investigativo tiene por objeto corregir y modificar los diferentes sistemas de iluminación que poseen el bloque Central del Área de la Energía, las Industrias y Recursos Naturales No Renovables de la Universidad Nacional de Loja, el cual ha sido realizado bajo los parámetros correctos y modernas normas establecidas por el manual de alumbrado eléctrico.

Para la realización del trabajo hemos tomado en cuenta el sistema de iluminación, niveles de iluminación, la ubicación de luminarias, tipo de conductores y la potencia consumida de los diferentes ambientes que existen en el edificio Central del Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables

Con la culminación del presente, damos a conocer el cambio y los cálculos requeridos para la correcta iluminación de las oficinas y pasillo del bloque central de Área de Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables.

V

SUMMARY

The present investigative work has for object to correct and to modify the different systems of illumination that Not possess the Central block of the Area of Energy Industries and Natural Resources Renewable of the National University of Loja, which has been carried out first floor the correct parameters and norms settled down by the manual of electric illumination.

For the realization of the work we have taken into account the system of illumination, levels of illumination, the location of stars, type of drivers and the consumed power of the different atmospheres that exist in the building Center of the Area of Science and Technology.

With the culmination of the present, we give to know the change and the calculations Not required for the correct illumination of the offices and corridor of the central block of Area of Energy Industries and Natural Resources Renewable, with the purpose of giving a good illumination to educational and pupil

VI INDICE

PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN.....	II
AUTORIA.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
RESUMEN.....	VI
SUMARY.....	VII
INDICE.....	VIII

ESQUEMA DE TESIS

CAPITULO I

1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. RESEÑA HISTORICA.....	1
1.3. OBJETO DE ESTUDIO.....	2
1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.5. OBJETIVOS.....	3
1.6. ANTECEDENTES Y NECESIDADES DE TRABAJO.....	4

CAPITULO II

2.1. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1.1. ILUMINACIÓN.....	5
2.1.2. CONCEPTOS BASICOS.....	5
2.2. SISTEMAS DE ILUMINACIÓN.....	9
2.2.1. ILUMINACIÓN DIRECTA.....	10

2.2.2. ILUMINACIÓN SEMI DIRECTA.....	10
2.2.3. ILUMINACIÓN DIFUSA.....	11

VII

2.2.4. ILUMINACIÓN SEMIINDIRECTA.....	11
2.2.5. ILUMINACIÓN INDIRECTA.....	12

2.3. COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN.....

2.3.1. APARATOS DE ALUMBRADO.....	13
2.3.2. METODOS DE ALUMBRADO.....	13
2.3.3. CONDICIONES PARA UNA BUENA ILUMINACIÓN DE INTERIORES....	14
2.3.4. NORMAS PARA PROYECTOS DE ILUMINACIÓN DE INTERIORES.....	15
2.3.5. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN.....	15

2.4. LUMINARIAS.....

2.4.1. CONCEPTO.....	16
2.4.2. LOS TIPOS DE LÁMPARAS MÁS FRECUENTES.....	17
2.4.2.1. LÁMPARAS INCANDESCENTES.....	17
2.4.2.2. LÁMPARAS FLUORESCENTES.....	18
2.4.2.3. LÁMPARAS HALÓGENAS.....	19
2.4.2.4. LÁMPARAS DE SODIO DE ALTA PRESIÓN.....	20
2.4.2.5. LÁMPARAS DE HALURO METÁLICO.....	21
2.4.2.6. LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO.....	22
2.4.2.7. LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS.....	23
2.4.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS LÁMPARAS.....	24
2.4.3.1. LÁMPARAS INCANDESCENTES.....	24
2.4.3.2. LÁMPARAS FLUORESCENTES.....	24
2.4.3.3. LÁMPARAS HALOGENAS.....	25

2.5. BALASTOS.....

2.5.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DEL BALASTO.....	27
2.5.2. TIPOS DE BALASTOS.....	27
2.5.2.1. BALASTO ELECTROMAGNÉTICO.....	27

2.5.2.2. BALASTOS ELECTRÓNICOS.....	28
2.5.2.2.1. VENTAJAS DE LOS BALASTOS ELECTRÓNICOS.....	28
2.5.3. FACTOR DE POTENCIA DEL BALASTO.....	29
2.6. NIVELES DE ILUMINACIÓN RECOMENDADOS.....	29
2.6.1. NIVEL DE ILUMINACIÓN EN OFICINAS.....	31
2.6.2. NIVEL DE ILUMINACIÓN EN PASILLOS.....	31
2.6.3. SALAS DE REUNIONES Y EXPOSICIONES.....	32
CAPITULO III	
3.1. RESULTADOS.....	33
3.1.1. ESTADO DE SITUACIÓN ANTERIOR.....	33
3.2. CONSTRUCCIÓN Y REDISEÑO DE LOS CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN.....	36
3.2.1. CÁLCULO PARA DETERMINAR EL NIVEL DE ILUMINACIÓN.....	36
3.2.2. CÁLCULO LUMÍNICO CON EL PROGRAMA FACALU (QUICK LUX).....	53
3.2.3. CÁLCULO DEL CALIBRE DE CONDUCTOR UTILIZADO EN LA INSTALACIÓN.....	65
3.2.4. CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN DE LOS CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN.....	65
3.2.5. CIRCUITO ELÉCTRICO PARA LA ILUMINACIÓN DE LAS OFICINAS....	66
CAPITULO IV	
4.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
4.1.1. CONCLUSIONES.....	72
4.1.2. RECOMENDACIONES.....	73
4.1.3. VALORACIÓN ECONÓMICA.....	73
4.1.4 DESCRIPCIÓN DE MATERIALES.....	74
4.1.5. BIBLIOGRAFIA.....	76
4.1.6. ANEXOS.....	

1.1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la iluminación destinada a diversos sectores productivos, empresariales, industriales, y en especial en el ámbito académico implica un proceso muy detallado el cual se inicia desde el estudio del área, su presupuesto, adquisición de materiales hasta la aplicación de lo realizado; todo esto servirá para que las tareas desarrolladas en dicha área sean efectuadas con eficiencia y eficacia, mejorando así la visibilidad, reduciendo el deslumbramiento de los expuestos a dicho espacio de trabajo, que en este caso se aplicará a docentes, empleados y trabajadores del A.E.I.R.N.N.R.

La Iluminación eléctrica, se conforma por numerosos dispositivos que convierten la energía eléctrica en luz. Los tipos de dispositivos de iluminación eléctrica utilizados con mayor frecuencia son las lámparas incandescentes, las lámparas fluorescentes y los distintos modelos de lámparas de arco y de vapor por descarga eléctrica.

En la actualidad existen diversos sistemas de iluminación dentro de los cuales se encuentran, Sistemas de Iluminación General, Direccional, Localizada; los cuales en forma general comprenden la distribución uniforme, dirección determinada de la luz y definición de áreas iluminadas.

1.2. RESEÑA HISTORICA

Una iluminación adecuada es fundamental para el desarrollo de nuestras vidas; durante el día la luz nos la suministra el sol en los lugares donde sus rayos

tienen acceso directo o difuso, pero durante la noche, en aquellos sitios donde no penetra o resulta insuficiente la luz solar nos servimos de la luz eléctrica.

Desde que en 1889 Edison y Swan construyeron las primeras lámparas productoras de luz a partir de una corriente eléctrica, hasta nuestros días la tecnología ha avanzado considerablemente a lo que se refiere a diversidad, aunque conservando la base original, de tal forma que la producción de luz se realiza en la mayoría de los casos mediante lámparas eléctricas.

1.3. OBJETO DE ESTUDIO

Efectuar el Cálculo, diseño y reconstrucción de los circuitos de iluminación en el Edificio Central del Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables de la Universidad Nacional de Loja.

1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- El Edificio Central del Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables de la Universidad Nacional de Loja, ubicado en el sector de la Argelia, Ciudad Universitaria Falconí Espinosa (ANEXO 1), no cuenta con los circuitos de iluminación modernos, técnicamente seleccionados acorde a ambientes destinados a tareas de oficinas académicas.

- El bloque cuenta con doce oficinas y un hall ó pasillo, de los cuales dos son centros de cómputo, las mismas que han sido modificadas como proyecto de tesis y también cuenta con una aula virtual (ANEXO 3),
- Las oficinas cuentan con 2 a 3 luminarias de 2x40w y de 1x40w de tipo industrial, con encendido rápido y balasto magnético las mismas que están incorrectamente ubicadas y en mal estado. (ANEXO 4)
- El conductor instalado es de 12AWG y 14AWG de cobre sólido y con empates de conductor gemelo, los interruptores se encuentran en mal estado y con 1. 65m de altura (ANEXO 5).
- Se puede indicar que el promedio de luxes en las oficinas es bajo, los niveles de iluminación oscilan entre 164 a 221 Lux, y el pasillo entre 0.64 a 0.87 Lux, todo esto se puede comprobar con ayuda de un artefacto llamado **Luxometro**

1.5. OBJETIVOS

- Mejorar las condiciones lumínicas de los diferentes ambientes para un desarrollo eficaz de las labores administrativas.
- Ubicar luminarias en las diferentes oficinas que existen en el edificio Central del Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables.

- Mejorar el grado de incidencia (Lux) del sistema lumínico del Bloque Central del Área.
- Contrastar los cálculos teóricos de los niveles de iluminación con los obtenidos en el Software QUICK-LUX.

1.6. ANTECEDENTES Y NECESIDADES DE TRABAJO

El estudio que se ha realizado, constituye la Reconstrucción de los circuitos de iluminación en interiores, el mismo que dará el servicio a las oficinas del bloque central del Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables de la Universidad Nacional de Loja.

Para ello se tomó en cuenta los niveles de iluminación, estado de las luminarias, la ubicación de las mismas, revisión de interruptores, cableado y el estado del tablero de distribución.

Una vez realizado el estudio y cálculos de los diferentes ambientes tal como rigen las Leyes de Alumbrado Eléctrico en Interiores; se procedió a la ejecución del presente trabajo Técnico que consta en el “Calculo, Diseño y Reconstrucción de los Circuitos de Iluminación del Bloque Central del Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables” de la Universidad Nacional de Loja.

2.1.- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.1. ILUMINACIÓN

Es la densidad de flujo luminoso sobre una superficie, el símbolo utilizado para definirla es la letra E, y la unidad de iluminación es el Lux (lx). Un lux es la iluminación en un punto (A) sobre una superficie que dista, en dirección perpendicular, un metro de una fuente puntual uniforme de una candela.

Hay muchas maneras de crear luz pero el método normalmente utilizado en la iluminación general es la conversión de energía eléctrica en luz. “Los ambientes de trabajo bien iluminados son imprescindibles para evitar trastornos visuales. Sin embargo, algunas personas relacionan el confort visual únicamente con la cantidad de luz cuando, en realidad, aquél depende de otros factores como la calidad o la estabilidad de las fuentes lumínicas.

Una iluminación inadecuada puede causar fatiga ocular, cansancio, dolor de cabeza, estrés, accidentes laborales y posiciones incómodas para ver entre la luz intensa y la sombra. Asimismo, la falta de luz es el origen de la mayor parte de los problemas oculares relacionados con el trabajo.

El propósito de la mayor parte de las instalaciones de alumbrado es procurar la visibilidad y obtener una iluminación que permita leer, trabajar, pasear o conseguir efectos decorativos; siendo el ojo humano el instrumento que evalúa las sensaciones de luz.

La visión debe ser cómoda y los objetos deben recibir una iluminación tal que permita su observación con mayor o menor detalle sin fatiga ni esfuerzo.

2.1.2. CONCEPTOS BÁSICOS:

- **LUX (lx).**- Unidad de iluminancia del sistema internacional, que equivale a la iluminancia de una superficie que recibe un flujo luminoso de un lumen por metro cuadrado.

- **LUMEN (lm)**.- Unidad de flujo luminoso del sistema internacional, que equivale al flujo luminoso emitido por una fuente puntual uniforme situada en el vértice de un ángulo sólido de un estereorradián y cuya intensidad es una candela.
- **ILUMINANCIA** Se define iluminancia como el flujo luminoso recibido por una superficie (TABLA 1). Su símbolo es E y su unidad el lux (lx) que es un lm/m².

$$E = \frac{\Phi}{S} \quad (\text{Ec. 2.1})$$

Donde: E = Iluminancia

Φ = Flujo luminoso

S = Superficie

Mediodía en verano	100.000 Lux.
Mediodía en invierno	20.000 Lux.
Oficina bien iluminada	400 a 800 Lux.
Calle bien iluminada	20 Lux.
Luna llena con cielo claro	0,25 a 0,50 Lux.

Tabla. 1. Ejemplos de Iluminación

- **FLUJO LUMINOSO**.-Es la medida de la potencia luminosa que se podrá definir como la energía luminosa radiada al espacio por una unidad de tiempo, ésta característica permite relacionar el flujo luminoso con la potencia eléctrica consumida, es un dato muy importante para evaluar su rendimiento. (Tabla 2).

Lámpara de incandescencia de 60 W.	730 Lm.
Lámpara fluorescente de 65 W. "blanca"	5.100 Lm.
Lámpara halógena de 1000 W.	22.000 Lm.
Lámpara de vapor de mercurio 125 W.	5.600 Lm.
Lámpara de sodio de 1000 W.	120.000 Lm.

Tabla. 2. Ejemplo de Flujos Luminosos

- **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).

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \quad (\text{Ec. 2.2})$$

Donde: I = Intensidad Luminosa

Φ = Flujo Luminoso

ω = Potencia

- **LUMINANCIA.**- La Luminancia representa la sensación visiva percibida por el ojo humano, cuando viene deslumbrando directamente por la luz producida por una fuente luminosa o reflejada por una superficie, es por lo tanto definible como la intensidad luminosa referente a una superficie. Su símbolo es L y se expresa en cd / m²

(Ec. 2.3)

Donde:

$$L = \frac{I}{S_{\text{aparente}}} = \frac{I}{S \cdot \cos \varphi}$$

- L = Luminancia
- I = Intensidad luminosa
- S = Sección Aparente
- $\cos \varphi$ = Coseno Phi

Es importante destacar que sólo vemos luminancias, no iluminancias.

	Cd / m ²
Sol de medio día	16 * 10 ⁹
Puesto del sol	6 * 10 ⁶
Cielo nublado	2000
Cielo despejado	8000
Lámpara fluorescente de 18w	4000
Lámpara fluorescente de 60w	5 * 10 ⁶

Tabla.3.Algunos valores de luminancia (cd / m²)

- **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 el rendimiento luminoso mejor será la lámpara y menos gastará. La unidad es el lumen por watt (lm/W).

(Ec. 2.4)

$$\eta = \frac{\Phi}{w}$$

Donde:

- η Rendimiento Luminoso
- Φ Flujo Luminoso
- w Potencia

Tipo de lámpara	Potencia	Rendimiento luminoso
	nominal [W]	lm/W
Incandescente común 40 W/220V	40	11
Fluorescente L 40 W/20	40	80
Mercurio de alta presión 400 W	400	58
Halogenuros metálicos 400 W	360	78
Sodio a alta presión 400 W	400	120
Sodio a baja presión 180 W	180	183

Tabla. 4. Rendimiento luminoso

Magnitud	Fórmula	Unidad
Flujo luminoso	Φ	Lumen
Eficiencia Lumiosa	$\rho = \Phi/W$	Lumen/watio
Illuminancia (nivel de iluminación)	$E = \Phi/S$	Lumen / m ² = Lux
Intensidad luminosa	$I = \Phi/\omega$	Candela
Luminancia	$L = I/S$	Candela / m ²

Tabla. 5. Fórmulas

2.2.- SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

Esta se clasifica según la distribución del flujo luminoso por encima o por debajo de la horizontal. Si la mayor parte del flujo luminoso se envía hacia abajo se produce una iluminación directa; por lo contrario si este flujo se envía al techo, para que llegue a la superficie iluminada después de proyectarse en el mismo y en las partes, tenemos la iluminación indirecta.

Los demás sistemas de iluminación pueden considerarse como formas intermedias que la luz emitida se radia tanto hacia arriba como hacia abajo, como se demuestra en la tabla. 6

SISTEMAS DE ILUMINACION	DISTRIBUCION DEL FLUJO LUMINOSO EN %	
	HACIA ARRIBA	HACIA ABAJO
ILUMINACION DIRECTA	0 - 10	100 – 90
ILUMINACION SEMIDIRECTA	10 – 40	90 – 60
ILIMINACION DIFUSA	40 – 60	60 – 40
ILUMINACION INDIRECTA	60 – 90	40 – 10
ILUMINACION SEMIDIRECTA	90 – 100	10 – 0

Tabla. 6 Sistemas de Iluminación

2.2.1. *ILUMINACION DIRECTA*.- La iluminación directa produce sombras duras y profundas, y existe el peligro de deslumbramiento al situarse dentro del campo visual (manantiales luminosos de gran intensidad luminosa y poca superficie emisora). Se precisa disponer de viseras o placas que corten la posición luminosa que pudiera llegar directamente a la vista del observador. (fig. 1)

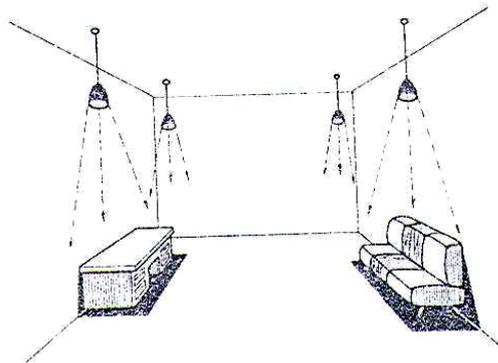


Fig. 1 Iluminación Directa

2.2.2. *ILUMINACIÓN SEMIDIRECTA*.- Para conseguir una iluminación semidirecta a partir de los aparatos de alumbrado para iluminación directa, basta añadir un vidrio difusor adecuado. En este tipo de iluminación la mayor parte del flujo luminoso se dirige directamente hacia la superficie que se trata

de iluminar, una pequeña parte a dicha superficie previa (reflexión en techo y paredes).

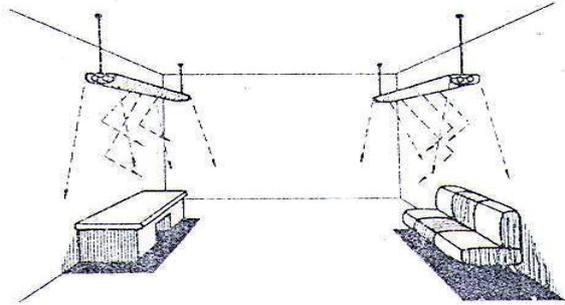


Fig. 2 Iluminación Semidirecta

2.2.3. ILUMINACIÓN DIFUSA.- Se llama también iluminación mixta, donde una parte del flujo luminoso se dirige directamente hacia abajo, mientras que la otra mitad se dirige hacia el techo y llega por lo tanto a la otra superficie que ha de iluminar después de reflejarse varias veces por techo y paredes. Con este sistema se consigue iluminar por completo las sombras al hacer más extensas las superficies luminosas.

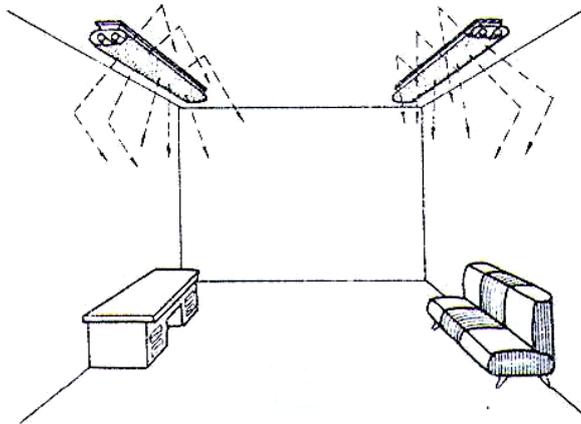


Fig. 3 Iluminación Difusa

2.2.4. ILUMINACIÓN SEMIINDIRECTA.- Se denomina también semídifusa, una pequeña parte se recibe directamente por la superficie iluminada, la mayor parte de dicho flujo se envía hacia el techo para así llegar finalmente a la superficie que se ha de iluminar.

El rendimiento es bajo por que en las sucesivas reflexiones que sufre la luz antes de llegar a la superficie que se trate de iluminar, para poder elevar el rendimiento luminoso, es necesario que las paredes y el techo han de estar pintadas con colores claros que son los que poseen un elevado poder de reflexión.

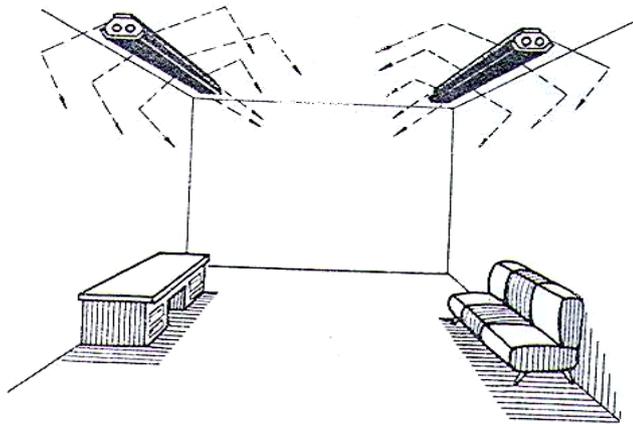


Fig. 4 Iluminación Semiindirecta

2.2.5. ILUMINACIÓN INDIRECTA.- Hablando económicamente esta es una de las más caras de todas pero su efecto luminoso es el mayor de todos, pues la iluminación de los efectos es muy suave y sin contraste de brillo, carece totalmente de deslumbramiento y esto exenta de sombras siendo la más semejante a la luz natural.

Casi todo el flujo se dirige al techo, el manantial luminoso queda completamente oculto a los ojos del observador y este no percibe ninguna zona luminosa; solamente aprecia zonas iluminadas.

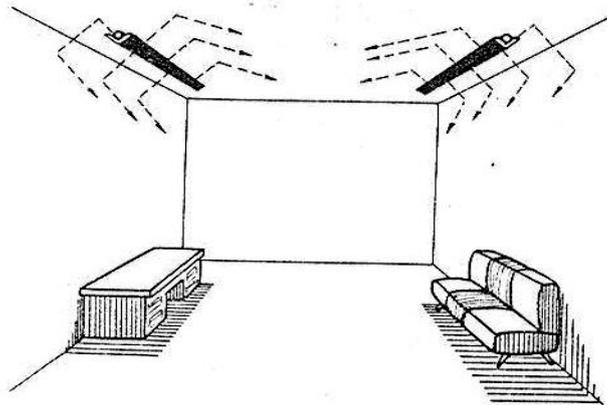


Fig. 5 Iluminación Indirecta

2.3. COMPARACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACION

Desde el punto de vista económico la iluminación directa es la más conveniente ya que las pérdidas por absorción en paredes, techos y aparatos de alumbrado se reducen a un mínimo; por esta razón es la más apropiada para fábricas, oficinas, talleres etc. donde se requiera un gran rendimiento y una iluminación barata.

2.3.1. APARATOS DE ALUMBRADO.- Basados en la refracción, reflexión y difusión de la luz, estos aparatos modifican las características luminosas de las lámparas fluorescentes de tal forma que las nuevas características se ajustan al sistema de iluminación deseada.

2.3.2. METODOS DE ALUMBRADO.- En cualquiera de los métodos de alumbrado se puede aplicar los diferentes tipos de iluminación, sin confundir los métodos de alumbrado con los sistemas de iluminación.

Estos métodos de iluminación son:

- **ALUMBRADO GENERAL:** Es el método más empleado en oficinas generales, aulas, etc. y en especial donde se pretenda asegurar buenas condiciones de alumbrado.
- **ALUMBRADO GENERAL LOCALIZADO:** En industrias las máquinas se agrupan en sitios determinados, desde los equipos de alumbrado enlacen niveles de iluminación elevados y al mismo tiempo se asegure sobre los pasillos y zonas circulantes a las máquinas, una iluminación general que elimine la luminancia y contraste para mantener buenas condiciones de seguridad.
- **ALUMBRADO INDIVIDUAL:** Este método se precisa cuando se requiere un gran nivel de iluminación en zonas de trabajo donde se requiere una precisión de la tarea o trabajo individual.
- **ALUMBRADO COMBINADO:** Es el que consta de un alumbrado general del taller y de un alumbrado individual en cada máquina, en este caso se debe tener en cuenta la relación de luminancias entre zonas de trabajo y el ambiente general.

2.3.3. *CONDICIONES PARA UNA BUENA ILUMINACIÓN EN INTERIORES.*- Una buena iluminación, si se trata de alumbrado industrial, es un factor de productividad y de rendimiento en el trabajo, además que aumenta la seguridad del personal; en el caso de alumbrado comercial, es un decisivo factor de atracción para el público; finalmente, en el caso de alumbrado doméstico se mejora el confort visual y hace más agradable y acogedora la vida familiar.

Una buena iluminación de interiores a de cumplir cuatro condiciones esenciales como son:

- a) Suministrar una cantidad de luz suficiente.
- b) Eliminar todas las causas de deslumbramiento.
- c) Prever aparatos de alumbrado apropiado para cada caso particular

- d)** Utilizar fuentes luminosas que aseguren una satisfactoria distribución de los colores.

2.3.4. NORMAS PARA PROYECTOS DE ILUMINACIÓN DE INTERIORES.- Por lo general, los datos básicos son los planos del local; por ejemplo, locales para industrias, locales comerciales, oficinas, etc. (generalmente se adoptará como plano útil de trabajo una superficie situada 0,85 m del suelo); En todos los casos, el orden que se debe seguir para realizar un proyecto de iluminación de interiores es el siguiente:

- a)** Determinación del nivel de iluminación (Tabla 8)
- b)** Elección del tipo de lámpara.
- c)** Elección del sistema de iluminación y de los aparatos de alumbrado.
- d)** Elección de altura.
- e)** Distribución de los aparatos de alumbrado.
- f)** Cálculo del flujo total que se ha de producir

2.3.5 DETERMINACION DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN.- El nivel de iluminación necesaria para conseguir una visión eficaz, rápida y confortable de la tarea encomendada, depende de ciertos números de factores, entre los que podemos contar:

- a)** Magnitud en los detalles de los objetos que se trata de discernir.
- b)** Distancia de estos objetos al órgano visual del observador.
- c)** Factores de reflexión de los observados.
- d)** Contraste entre los detalles y los fondos donde se destacan.
- e)** Rapidez de los movimientos de los objetos observados.

2.4. LUMINARIAS

Cualquier luminaria debe cumplir los siguientes requisitos:

- Hacer de soporte y de conexión eléctrica para las lámparas que alberga.
- Controlar y distribuir la luz emitida por las lámparas.

- Mantener la temperatura de la lámpara dentro de los límites preescritos.
- Ser de fácil instalación y mantenimiento.
- Tener un aspecto agradable.
- Resultar económico.

2.4.1. CONCEPTO DE 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 deben 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.

Las luminarias permiten orientar el flujo emitido por las lámparas. En las aulas, se trata generalmente de dirigir este flujo hacia abajo (hacia las mesas de los alumnos) y de iluminar paredes y techos, de manera que no parezcan demasiado oscuros.

2.4.2. LOS TIPOS DE LÁMPARAS MÁS FRECUENTES (ANEXO 8)

En luminotecnia se han implementado diferentes tipos de lámparas de acuerdo al principio con que estas trabajen, existen dos tipos fundamentales, las lámparas incandescentes y las lámparas de descarga, dado una de ellas presenta ventajas y desventajas que determinan el uso que se les va a dar. En la tabla # 7 se muestra una clasificación general.

<ul style="list-style-type: none">• INCANDESCENTES<ul style="list-style-type: none">▪ Argón nitrógeno▪ Halógeno Yodo Cuarzo (Vapor de Na. – Luz Mixta)
<ul style="list-style-type: none">• DESCARGA<ul style="list-style-type: none">▪ Alta Presión (Vapor de Na.- Vapor de Hg)▪ Baja Presión (Vapor de Sodio. – fluorescentes)

Tabla 7. Clasificación General de las Lámparas Eléctricas

2.4.2.1.- LÁMPARAS INCANDESCENTES

Se usan principalmente para alumbrado interior (casas, oficinas, negocios) debido a su bajo costo, la facilidad de su instalación y a que funcionan en cualquier posición. No obstante su rendimiento es bajo debido a que una gran parte de la energía consumida se transforma en calor.

Su funcionamiento se basa en el hecho de que un conductor atravesado por una corriente eléctrica se calienta hasta alcanzar altas temperaturas, emitiendo

radiaciones luminosas. Cuanto mayor es la temperatura mayor es la emisión, por lo que el material se lleva hasta una temperatura cercana a la de fusión.

La más común es la lámpara de filamento, compuesta por tres partes: el bulbo, la base y el filamento. El filamento, que es de hilos de tungsteno arrollados, permitiendo alcanzar los 2100°C. Está colocado dentro de una ampolla en la que se ha hecho el vacío (en la ampolla de este tipo de lámparas no hay aire, ni ningún otro tipo de gas). Este tipo de lámparas se especifican por la potencia eléctrica que consumen (potencia nominal) y la cantidad de luz que producen, teniendo una vida útil de alrededor de 1000 horas. (ANEXO 7)

2.4.2.2.- LÁMPARAS FLUORESCENTES

Se componen de un tubo de vidrio que contiene una pequeña cantidad de mercurio y de gas argón. Al circular la corriente eléctrica por dos electrodos situados a ambos lados del tubo, se produce una descarga eléctrica entre ellos, que al pasar a través del vapor de mercurio produce radiación ultravioleta. Esta radiación excita una sustancia fluorescente con la que se recubre la parte interior del tubo, transformando la radiación ultravioleta en radiación visible, que en función de la sustancia fluorescente utilizada puede tener distintos tonos y colores.

Tienen un mayor rendimiento que las lámparas incandescentes, pero son más caras y requieren un equipo complementario. Este equipo complementario se encarga de limitar la corriente y desencadenar el proceso de generación del arco eléctrico entre los dos electrodos que da lugar a la radiación visible. Para limitar la corriente se debe colocar en serie un dispositivo que limite la corriente máxima que lo atraviesa. Para ello, se usa una impedancia inductiva (bobina) denominada balasto o reactancia. Esta bobina produce un desfase negativo de la corriente, por lo que se suele colocar un condensador en paralelo con la línea para mejorar el factor de potencia del conjunto.

La vida útil de estas lámparas es del orden de las 7500 horas, dependiendo fundamentalmente del número de veces que se enciende y apaga. A mayor

número de ciclos de arranque, menor vida útil. Por lo tanto, no debe utilizarse para servicios intermitentes.

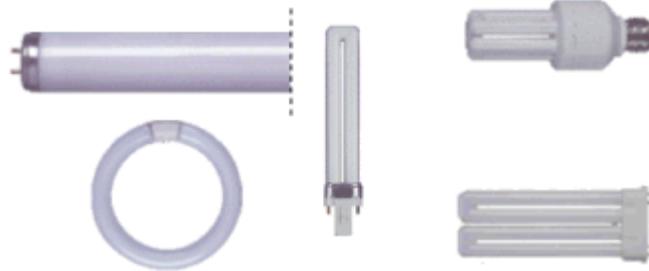


Fig. 6 Lámparas y tubos fluorescentes

2.4.2.3. LÁMPARAS HALÓGENAS

Las lámparas halógenas producen luz pasando corriente a través de un filamento de alambre delgado pero, estos filamentos operan a temperaturas mayores, las cuales a su vez aumentan la eficacia (LPW) en más de un 20 %. La temperatura del calor es también mayor, produciendo luz “más blanca” que las lámparas incandescentes estándar. Las lámparas halógenas se encuentran disponibles en una variedad de formas y tamaños y pueden ser usadas de manera efectiva en una variedad de aplicaciones de iluminación, incluyendo iluminación de acentuación y de mostrador, faros delanteros de coches e iluminación proyectada exterior. Véase fig.7

La lámpara de descarga de alta intensidad se basa en la luz emitida por medio de un gas o vapor que ha sido excitado por medio de una corriente eléctrica. Es necesario un balasto para encender la lámpara y regular su operación. Las lámparas de descarga tienen ventajas arrolladoras en la eficiencia en energía sobre los incandescentes en donde es aplicable. La de sodio de alta presión, de haluro metálico y de vapor de mercurio son clasificados como lámparas de descarga de alta intensidad.

Las lámparas de halógeno responden a un concepto nuevo de lámparas incandescentes. Tienen una envoltura de cuarzo que es la base de sus muchas ventajas, entre las cuales están, construcción compacta, resistencia a los choques térmicos, alta eficacia y un casi perfecto mantenimiento de luz durante toda su vida. En estas lámparas se emplea el yodo, a fin de producir un ciclo químico con el tungsteno sublimado, para mantener el bulbo limpio. Se utilizan para focos, aviación, fotografía, efectos especiales, fotocopias, y otras aplicaciones donde convengan sus características.

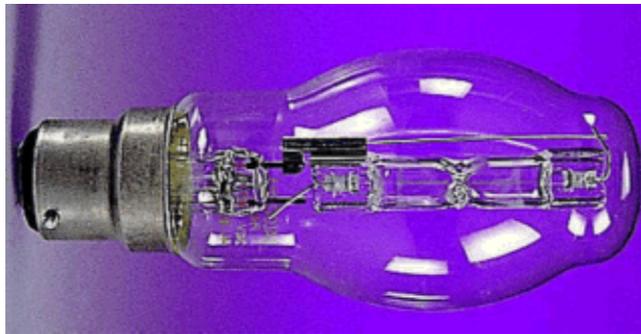


Fig. 7 Lámparas halógenas

2.4.2.4. LÁMPARAS DE SODIO DE ALTA PRESIÓN

Las lámparas de sodio de alta presión son altamente eficientes, (hasta 140 lúmenes por vatio) como se demuestra en la fig. 8, y producen un tibio color dorado. Excelente para iluminar grandes áreas, éstas son a menudo usadas en la iluminación de caminos, iluminación proyectada, oficinas, centros comerciales, áreas de recepción, parques, usos de iluminación industrial y algunas otras comerciales. Una versión de lujo ha mejorado la presentación del color para las paliaciones de interiores y exteriores.

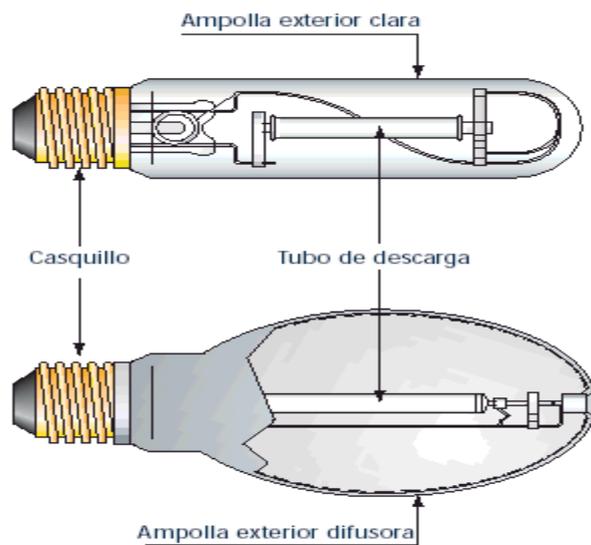


Fig. 8 Sodio a alta presión

2.4.2.5. LÁMPARAS DE HALURO METÁLICO

Las lámparas de haluro metálico de alta presión son también muy eficientes (hasta 115 lúmenes por vatio) y producen una luz blanca, viva con propiedades de presentación del color de buena a muy buena. Estas proporcionan buen control óptico y son usadas en instalaciones de iluminación en exteriores de alta calidad como iluminación proyectada y aplicaciones de iluminación para deportes, y en tiendas detallistas, recepción y otros espacios públicos y comerciales. (Fig. 9)

Los miembros más nuevos de la familia de haluro metálico son llamados haluro metálico cerámico (CMH). Estos excitantes y nuevos diseños brindan apariencia de calor tipo halógeno, alta eficiencia y cualidades del calor de control superior, expandiendo el uso de haluro metálico a áreas de color mucho más críticas en aplicaciones de tiendas detallistas, comerciales e incluso residenciales.

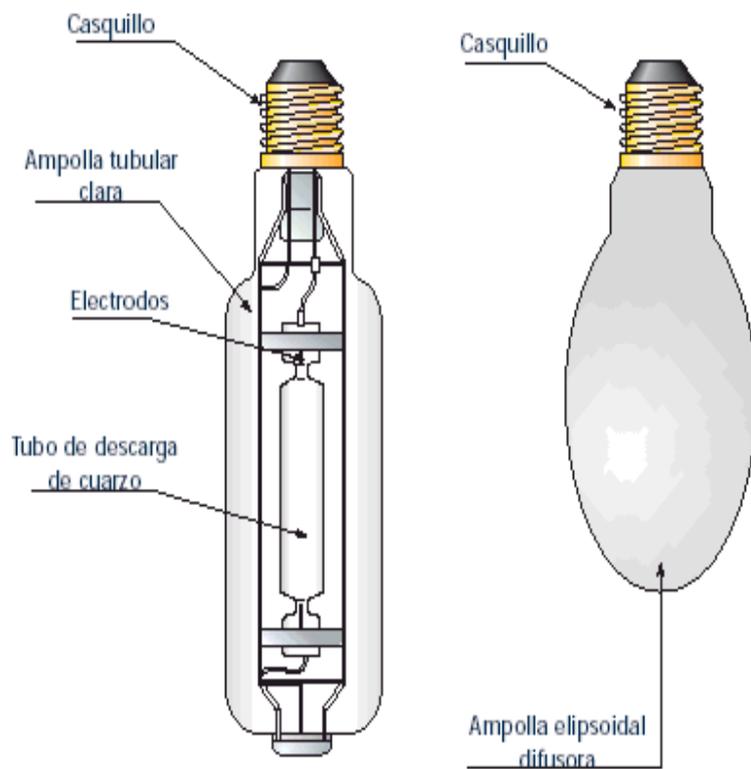


Fig. 9 Haluros metálicos

2.4.2.6. LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO

Las lámparas de mercurio son los miembros más antiguos de la familia de descarga de alta intensidad (Fig. 10). Aunque no son tan eficientes en cuanto a energía como las lámparas de haluro metálico y las de sodio a alta presión, éstas siguen siendo usadas en una variedad de aplicaciones tales como la iluminación de caminos, de seguridad y para jardines, así como algunas aplicaciones en interiores donde la calidad del color es crítica.

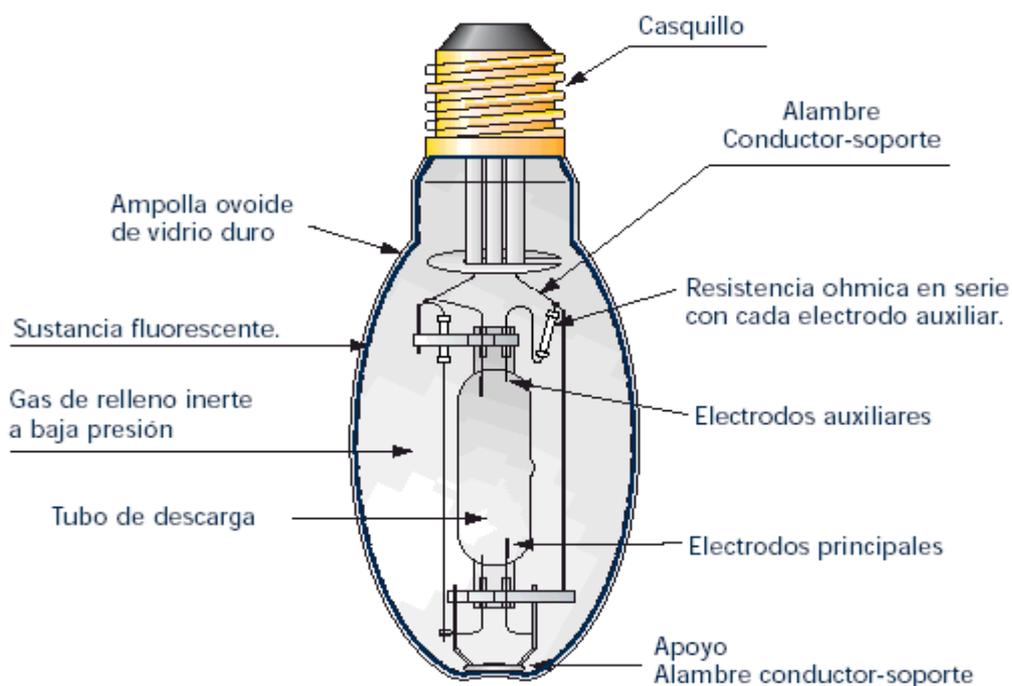


Fig. 10 Vapor de mercurio

2.4.2.7. LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS

La línea de iluminación GE (General Eléctric) de lámparas fluorescentes representa un importante adelanto en la tecnología fluorescente. Debido a sus diámetros más pequeños y sus configuraciones plegadas, las lámparas fluorescentes compactas brindan alto rendimiento de la luz en tamaños mucho más pequeños que las lámparas fluorescentes lineales convencionales.

Disponibles en una variedad de diseños de conexión (se requiere el balasto por separado) y de balasto empotrado, las lámparas fluorescentes compactas han llevado al diseño de luminarias de la nueva generación para un rango completo de aplicaciones comerciales e industriales, y brindan ahorro en energía y repuestos de vida más larga para los focos incandescentes. De hecho, las lámparas fluorescentes compactas pueden brindar los mismos lúmenes que un foco incandescente a casi cuarto del costo.

2.4.3.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS LÁMPARAS

2.4.3.1. LÁMPARAS INCANDESCENTES

VENTAJAS

- Tamaño compacto.
- Bajo costo inicial
- Flujo luminoso inalterable con la temperatura circundante.
- No utiliza accesorios de arranque o reactores.
- Flujo luminoso controlable en una gran variedad de distribución luminosa.

DESVENTAJAS:

- Corta vida útil (de 750 a 1000 horas).
- Baja eficiencia (20 lm/W)
- Gran disipación de calor.

2.4.3.2. LÁMPARAS FLUORESCENTES.

VENTAJAS:

- Alta eficiencia, más de 67 lúmenes por vatio.
- Gran duración, más de 5000 horas en comparación con las incandescentes.
- Realce de algunos colores como el azul, violeta, verde y opacamiento del rojo y el anaranjado (lo cual en algunos casos puede ser una desventaja).

DESVENTAJAS:

- Su gran tamaño en relación con su potencia.
- Necesitan un reactor o balasto que le permita regular su potencia.
- El balasto produce armónico de 3º y 5º orden

La longitud del filamento de una lámpara incandescente limita la cantidad de corriente eléctrica que pasa a través de la lámpara, regulando la emisión de luz. Sin embargo, la lámpara fluorescente, con el arco reemplazando el filamento, necesita un dispositivo eléctrico adicional para regular el consumo de potencia. Este dispositivo, necesario para la operación de la lámpara fluorescente, es llamado balasto.

2.4.3.3. LÁMPARAS HALÓGENAS.

VENTAJAS:

Menores dimensiones de la lámpara para conseguir temperatura necesaria mínima de 250 °C, lo que impone la utilización de un vidrio más resistente (casi siempre cuarzo).

- Mayor rendimiento luminoso (22 lm/w), con más larga duración, así como una iluminancia más elevada.

DESVENTAJA:

- La luminosidad sola puede controlarse dentro de los límites impuestos por las temperaturas de operación.

2.5. BALASTOS

Es un dispositivo que por medio de inductancias, capacitancias y resistencias (electromagnético) y elementos de estado sólido (electrónico), limita la corriente de los tubos fluorescentes al valor necesario para su funcionamiento correcto y también, en el momento debido, suministra la tensión y corriente de arranque requeridas; en el caso de tubos de arranque rápido, provee el calentamiento del cátodo de baja tensión. (Fig. 11)

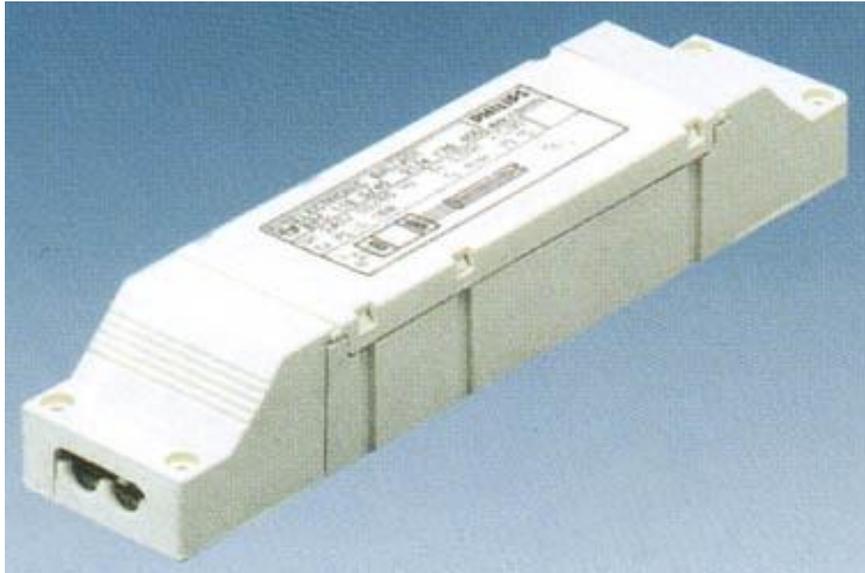


Fig. 11 Balasto

En muchos casos, puede formar parte de tales balastos los condensadores para supresión de perturbaciones radioelétricas y los condensadores para corregir el factor de potencia. (Fig. 12)



Fig. 12 Arranque

2.5.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DEL BALASTO.

El voltaje requerido para encender la lámpara depende de la longitud y el diámetro de ésta, para lámparas largas se requiere altos voltajes. Cada lámpara fluorescente debe ser operada por un balasto, que es diseñado específicamente para proveer el conveniente voltaje requerido para arrancar y operar las mismas

En todo sistema de iluminación fluorescente, el balasto cumple tres tareas básicas:

- Proveer el voltaje adecuado para formar un arco entre los dos electrodos.
- Regular la corriente eléctrica que circula a través de la lámpara para producir una luz estable.
- Suplir el voltaje requerido para una operación adecuada de la lámpara y compensar las variaciones en la alimentación.

En sistemas fluorescentes de arranque rápido, el balasto debe cumplir una tarea adicional, proveer continuamente voltaje para mantener caliente los electrodos de la lámpara, a un nivel recomendado por el fabricante, mientras que la lámpara funciona. Si el electrodo de una lámpara de arranque rápido no está continuamente caliente, ésta podría deteriorarse prematuramente, reduciendo así vida útil.

2.5.2. TIPOS DE BALASTOS

2.5.2.1 EL BALASTO ELECTROMAGNÉTICO.

El balasto electromagnético consiste básicamente de un núcleo de acero laminado rodeado por dos arrollados de cobre o aluminio. La mayoría de los balastos electromagnéticos tienen como componente un condensador, éste mejora el factor de potencia, de esta forma se puede utilizar más eficientemente la energía.

Para lograr una operación satisfactoria, el núcleo y el arrollado deben ser cuidadosamente diseñados para operar una lámpara de un tipo y tamaño específico. Por lo tanto, el balasto electromagnético no puede operar otras lámparas que no sean aquellas para las cuales fue diseñado.

2.5.2.2. **BALASTOS ELECTRÓNICOS.**

La revolución electrónica ha afectado diversos campos, entre los cuales se encuentra el campo de la iluminación. Por esto la introducción de balastos electrónicos como una alternativa a los modelos de núcleo y arrollado, está afectando el diseño y las especificaciones de los actuales sistemas de iluminación fluorescentes.

Ambos balastos electromagnéticos y electrónicos están diseñados para regular la iluminación de las lámparas fluorescentes. Sin embargo, ellos difieren en su forma de operación y su flexibilidad para adaptarse a varios tipos y tamaños de lámparas. Estas diferencias son relevantes en los balastos disponibles hoy en día en el mercado.

2.5.2.3. **VENTAJAS DE LOS BALASTOS ELECTRÓNICOS.**

Los balastos electrónicos están compuestos de grupos de componentes de estado sólido que convierten líneas normales AC o DC a frecuencias entre 20 y 60 KHz., la cual es usada entonces para ejecutar las funciones del balasto.

Una de las principales ventajas de este tipo de balasto es que gracias a la incorporación de elementos de estado sólido (fuerte) y la operación a altas frecuencias, los balastos electrónicos requieren de menos energía para producir los mismos niveles de iluminación que se logran con los balastos electromagnéticos.

2.5.2.4. FACTOR DE POTENCIA DE EL BALASTO.

El factor de potencia de un balasto, nos indica que tan eficientemente se convierte el voltaje y la corriente reemplazados por la fuente de potencia en vatios de potencia utilizable para la producción de luz.

Las mediciones del factor de potencia indican solamente si se está utilizando la potencia que se le está suministrando al balasto. Ellas no son un indicativo de la habilidad del balasto para suplir luz a través de la lámpara. Los balastos utilizados en aplicaciones comerciales, industriales residenciales deberán ser de alto factor de potencia (mayor o igual a 90 %). Los balastos con bajo factor de potencia (menor o igual a 77%) requieren altas corrientes de línea con la consecuencia de sobrecargar los circuitos.

2.6. 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
------------------------------	-----	-----	-----

Tabla .8 Niveles de Iluminación

2.6.1.- *NIVEL DE ILUMINACIÓN EN OFICINAS*

En el caso de las oficinas el nivel de iluminación recomendado por las tablas en el Manual de Alumbrado (PHILIPS) es 750 - 1000 lux, (Oficinas generales extensas), sin embargo se utilizará otros niveles de iluminación los cuales están dentro del rango de 400 a 500 lux; razón por la cual se tomaron estos últimos como referencia. (ANEXO 2)

Por lo que se sugiere tomar acciones con respecto a esta situación, una de ellas sería utilizar los planos del levantamiento de luminarias y los resultados de los niveles de iluminación, para reubicar las lámparas y de esta forma todas las oficinas cuenten con niveles de iluminación adecuados. Es importante destacar que las oficinas que tienen niveles de iluminación muy por debajo de los valores recomendados, reducirá el rendimiento visual para el trabajo complementario de lectura de documentos.

Otra observación importante es que estas mediciones se toman lo más cercas del plano de trabajo de las personas (computadoras, escritorios, etc.). Muchas veces los escritorios no se encontraban situados cerca de las lámparas, por lo que una solución muy económica sería redistribuir los muebles de trabajo

Se recuerda que cada oficina es un caso aparte, ya que cada una de ellas cuenta con un número y tamaño de lámparas diferentes.

2.6.2. *NIVEL DE ILUMINACIÓN EN PASILLOS:*

Se puede decir que los pasillos cuentan con un nivel de iluminación que oscila entre 100 y 500 lux. El nivel de iluminación recomendado para los pasillos es de 200 a 250 lux, por lo que se sugiere considerar estos resultados y en

algunos casos podría prescindirse de lámparas ubicadas en los pasillos, o colocar las luminarias de menor potencia. Cabe destacar que los pasillos que tienen menos niveles de iluminación son las llamadas áreas de espera, las cuales el manual de alumbrado recomienda un nivel de 100 lux, ya que estas son zonas donde las personas ejecutan actividades que requieran esfuerzo visual, entre estas áreas se encuentra la recepción principal del edificio y las salas de descanso.

2.6.3.- NIVEL DE ILUMINACIÓN EN SALAS DE REUNIONES Y EXPOSICIONES:

Se tomó como referencia los niveles de iluminación de salones de conferencias y exposiciones, ubicados en la sección oficinas. El nivel recomendado es 300 lux.

Todas ellas cuentan con la iluminación requerida, incluso en algunas de ellas poseen equipos de control que facilitan el nivel de iluminación en un momento determinado, ya sea porque se va a presentar una exposición con medios audiovisuales que no requieran mucha iluminación, o porque no es necesario su funcionamiento.

3.1. RESULTADOS

Para la obtención de los resultados hemos tomado en cuenta el sistema de iluminación que se encuentra instalado en la actualidad el número de lámparas ubicadas, el calibre del conductor, los interruptores y los lux todo ello en mal estado, los mismos que no se encuentran en las normas de la instalación eléctricas residenciales.

3.1.1. ESTADO Y SITUACIÓN ANTERIOR

El sistema de iluminación de los diferentes ambientes del bloque central del Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables, no se encuentran en su totalidad, las lámparas no están ubicadas en las condiciones requeridas por las instalaciones eléctricas, sus interruptores se encuentran en mal estado, los conductores oscilan entre los número 12AWG y 14AWG respectivamente, y su tumbado (techo) se encuentra en mal estado. Para la realización de este trabajo hemos tomado como referencia la Oficina # 7, Biblioteca y Hall o Pasillo. (ANEXO 3)

La distribución de las luminarias está de la siguiente manera:

OFICINA # 7

Medidas:

- Largo = 5.40m
- Ancho = 2.40m
- Área Total = 12.96m
- Altura = 3.80
- Altura de Trabajo = 0.80m.

Color

- Pared = Blanco Hueso
- Tumbado = Blanco

Materiales Eléctricos

- Luminarias = 2 (ANEXO 4)
- Interruptores = 1 en mal estado (ANEXO 5).
- Cableado: para lámparas conductor número 12AWG,

En la oficina # 7 existen luminarias de 2 * 40 w con arranque directo.

Ventanales

- Número de ventanas = 1
- Ventanas = Pasa abierta durante las labores académicas.

BIBLIOTECA.

Medidas:

- Largo = 7.95m
- Ancho = 4.95m
- Área Total = 39.35m
- Altura = 3.80
- Altura de Trabajo = 0.80 m.

Color

- Paredes = Blanco Hueso
- Tumbado = Blanco

Materiales Eléctricos

- Luminarias = 3 (ANEXO 4.1)
- Interruptores = 1 en mal estado (ANEXO 5).
- Cableado: para lámparas conductor número 12AWG,

Luminarias

- En Biblioteca existen luminarias de 2 * 40 w con arranque directo.

Ventanales

- Número de ventanas = 3
- Ventanas = 2 abiertas y 1 cerrada en sus labores académicas

HALL Ó PASILLO

Medidas:

- Largo: 13.90m
- Ancho = 12.20m
- Área Total =169.58m
- Altura = 3.80m
- Altura de Trabajo = 0.80 m.

Color

- Paredes = Blanco Hueso
- Tumbado = Blanco

Materiales Eléctricos

- Luminarias = 10 (ANEXO 4.2)
- Interruptores = 1 en mal estado (ANEXO 5).
- Cableado: para lámparas conductor número 14AWG.

Luminarias

- En el Hall ó Pasillo existen luminarias de 2 * 40 w y de 1 * 40 w con arranque directo algunas y otras con balasto

3.2. CONSTRUCCIÓN Y REDISEÑO DE LOS CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN

Los niveles de iluminación utilizados hoy en día tienen que atravesar por un riguroso proceso que abarca, diseño, cálculo y construcción de los circuitos de iluminación; para poder brindar una excelente iluminación a actividades que se realizan concretamente a los docentes y alumnos.

Para esto, se procedió a rediseñar el sistema eléctrico en su totalidad; para lo cual se realizó cálculos de índice de local (K), factor de utilización, número de luminarias, flujo luminoso, coeficientes de reflexión y altura general.

Se realizó todo este proceso debido al incorrecto sistema de iluminación existente en el Edificio central del Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables de la Universidad Nacional de Loja.

3.2.1. CÁLCULO PARA DETERMINAR EL NIVEL DE ILUMINACIÓN

Para realizar los cálculos correspondientes al sistema de iluminación tomamos en cuenta todas las oficinas existentes en el bloque del Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables, las mismas que se encuentran enumeradas (ANEXO 3)

OFICINA # 1

DATOS:

- Longitud = 5,05m
- Anchura = 4,45m

CARACTERISTICAS

- Altura del montaje de la luminaria = 3.80m
- Altura sobre la mesa de trabajo = 1.00m
- Color del techo = Blanco
- Color de paredes = Blanco
- Iluminación media = 500 lux
- Flujo luminoso de la lámpara = 2550 lúmenes

$$k = \frac{l * a}{h (l + a)}$$

$$k = \frac{4.45m * 5.05}{2.80 (4.45 + 5.05)}$$

$$k = 0.84$$

Donde:

- **k** = Índice del local
- **l** = Largo
- **a** = Ancho
- **h** = Altura

FACTOR DE REFLEXIÓN (ANEXO 6)

- Techo = 0.5
- Paredes = 0.3

COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN (ANEXO 6)

- $Nr = 0.36$

FACTOR DE CONSERVACIÓN

- $F_c = 0.75$

FLUJO LUMINOSO TOTAL

$$\Phi_T = \frac{E * S}{\eta * f_m} \quad \Phi_T = \frac{500 * 22.47 \text{m}^2}{0.36 * 0.75}$$

$$\Phi_T = 41611 \text{ lúmenes}$$

Donde:

- Φ_T = flujo luminoso total
- E = iluminancia media deseada (500 lux)
- S = superficie del plano de trabajo
- η = factor de utilización
- f_m = factor de conservación

NÚMERO DE LAMPARAS

$$N = \frac{\Phi_T}{n * \Phi_l} \quad N = \frac{41611}{2 * 2550} = 8 \text{ lum.}$$

Donde:

- N = número de luminarias
- Φ_T = flujo luminoso total
- Φ_l = flujo luminoso de lámpara
- n = número de lámparas por luminaria

OFICINA # 2

DATOS:

- Longitud = 5.10m
- Anchura = 4.80m

CARACTERISTICAS

- Altura del montaje de la luminaria = 3.80m
- Altura sobre la mesa de trabajo = 1.00m
- Color del techo = Blanco
- Color de paredes = Blanco
- Iluminación media = 500 lux
- Flujo luminoso de la lámpara = 2550 lúmenes

$$k = \frac{l * a}{h (1 + a)} \quad k = \frac{5.10m * 4.80m}{2.80m(5.10m + 4.80m)}$$

$$k = 0.88$$

FACTOR DE REFLEXIÓN (ANEXO 6)

- Techo = 0.5
- Paredes = 0.3

COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN (ANEXO 6)

- $N_r = 0.37$

FACTOR DE CONSERVACIÓN

- $F_c = 0.75$

FLUJO LUMINOSO TOTAL

$$\Phi_T = \frac{E * S}{\eta * f_m} \quad \Phi_T = \frac{500 * 24.80m^2}{0.37 * 0.75}$$

$$\Phi T = 44108 \text{ lúmenes}$$

NÚMERO DE LAMPARAS

$$N = \frac{\Phi T}{n * \Phi l} \qquad N = \frac{44108}{2 * 2550} = 8 \text{ lum.}$$

OFICINA # 3

DATOS:

- Longitud = 5.10m
- Anchura = 3.20m

CARACTERISTICAS

- Altura del montaje de la luminaria = 3.80m
- Altura sobre la mesa de trabajo = 1.00m
- Color del techo = Blanco
- Color de paredes = Blanco
- Iluminación media = 500 lux
- Flujo luminoso de la lámpara = 2550 lúmenes

$$k = \frac{l * a}{h (1 + a)} \qquad k = \frac{5.10m * 3.20m}{2.80m(5.10m + 3.20m)}$$

$$k = 0.70$$

FACTOR DE REFLEXIÓN (ANEXO 6)

- Techo = 0.5
- Paredes = 0.3

COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN (ANEXO 6)

- $Nr = 0.29$

FACTOR DE CONSERVACIÓN

- $Fc. = 0.75$

FLUJO LUMINOSO TOTAL

$$\Phi T = \frac{E * S}{\eta * fm} \quad \Phi T = \frac{500 * 16.32m^2}{0.29 * 0.75}$$

$$\Phi T = 37517 \text{ lúmenes}$$

NÚMERO DE LAMPARAS

$$N = \frac{\Phi T}{n * \Phi l} \quad N = \frac{37517}{2 * 2550} = 6lum.$$

OFICINA # 4

DATOS:

- Longitud = 5.10m
- Anchura = 5.30m

CARACTERÍSTICAS

- Altura del montaje de la luminaria = 3.80m
- Altura sobre la mesa de trabajo = 1.00m

- Color del techo = Blanco
- Color de paredes = Blanco
- Iluminación media = 500 lux
- Flujo luminoso de la lámpara = 2550 lúmenes

$$k = \frac{l * a}{h (1 + a)} \qquad k = \frac{5.10m * 5.30m}{2.80m(5.10m + 5.30m)}$$

$$k = 0.92$$

FACTOR DE REFLEXIÓN (ANEXO 6)

- Techo = 0.5
- Paredes = 0.3

COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN (ANEXO 6)

- $N_r = 0.38$

FACTOR DE CONSERVACIÓN

- $F_c = 0.75$

FLUJO LUMINOSO TOTAL

$$\Phi_T = \frac{E * S}{\eta * f_m} \qquad \Phi_T = \frac{500 * 27.03m^2}{0.38 * 0.75}$$

$$\Phi_T = 47410 \text{ lúmenes}$$

NÚMERO DE LAMPARAS

$$N = \frac{\Phi_T}{n * \Phi_l} \qquad N = \frac{47410}{2 * 2550} = 8lum.$$

OFICINA # 5

DATOS:

- Longitud = 5,40m
- Anchura = 2.90m

CARACTERISTICAS

- Altura del montaje de la luminaria = 3.80m
- Altura sobre la mesa de trabajo = 1.00m
- Color del techo = Blanco
- Color de paredes = Blanco
- Iluminación media = 500 lux
- Flujo luminoso de la lámpara = 2550 lúmenes

$$k = \frac{l * a}{h (1 + a)}$$

$$k = \frac{2.90m * 5.40m}{2.80m(2.90m + 5.40m)}$$

$$k = 0.67$$

FACTOR DE REFLEXIÓN (ANEXO 6)

- Techo = 0.5
- Paredes = 0.3

COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN (ANEXO 6)

- $N_r = 0.29$

FACTOR DE CONSERVACIÓN

- $F_c = 0.75$

FLUJO LUMINOSO TOTAL

$$\Phi_T = \frac{E * S}{\eta * f_m}$$

$$\Phi_T = \frac{500 * 15.66m^2}{0.29 * 0.75}$$

$$\Phi T = 36000 \text{ lúmenes}$$

NÚMERO DE LAMPARAS

$$N = \frac{\Phi T}{n * \Phi l} \qquad N = \frac{36000}{2 * 2550} = 5 \text{ lum.}$$

OFICINA # 6

DATOS:

- Longitud = 8.10m
- Anchura = 5.40m

CARACTERISTICAS

- Altura del montaje de la luminaria = 3.80m
- Altura sobre la mesa de trabajo = 1.00m
- Color del techo = Blanco
- Color de paredes = Blanco
- Iluminación media = 500 lux
- Flujo luminoso de la lámpara = 2550 lúmenes

$$k = \frac{l * a}{h (1 + a)} \qquad k = \frac{5.40m * 8.10m}{2.80m(5.40m + 8.10m)}$$

$$k = 1.15$$

FACTOR DE REFLEXIÓN (ANEXO 6)

- Techo = 0.5
- Paredes = 0.3

COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN (ANEXO 6)

- $Nr = 0.45$

FACTOR DE CONSERVACIÓN

- $Fc. = 0.75$

FLUJO LUMINOSO TOTAL

$$\Phi T = \frac{E * S}{\eta * fm} \quad \Phi T = \frac{500 * 43.74m^2}{0.45 * 0.75}$$

$$\Phi T = 64800 \text{ lúmenes}$$

NÚMERO DE LAMPARAS

$$N = \frac{\Phi T}{n * \Phi l} \quad N = \frac{64800}{2 * 2550} = 12lum.$$

OFICINA # 7

DATOS:

- Longitud = 5,40m
- Anchura = 2,40m

CARACTERISTICAS

- Altura del montaje de la luminaria = 3.80m
- Altura sobre la mesa de trabajo = 1.00m

- Color del techo = Blanco
- Color de paredes = Blanco
- Iluminación media = 500 lux
- Flujo luminoso de la lámpara = 2550 lúmenes

$$k = \frac{l * a}{h (1 + a)} \qquad k = \frac{5.40m * 2.40m}{2.80m(5.40m + 2.40m)}$$

$$k = 0.59$$

FACTOR DE REFLEXIÓN (ANEXO 6)

- Techo = 0.5
- Paredes = 0.3

COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN (ANEXO 6)

- $N_r = 0.27$

FACTOR DE CONSERVACIÓN

- $F_c = 0.75$

FLUJO LUMINOSO TOTAL

$$\Phi_T = \frac{E * S}{\eta * f_m} \qquad \Phi_T = \frac{500 * 12.96m^2}{0.27 * 0.75}$$

$$\Phi_T = 32000 \text{ lúmenes}$$

NÚMERO DE LAMPARAS

$$N = \frac{\Phi_T}{n * \Phi_l} \qquad N = \frac{32000}{2 * 2550} = 5lum.$$

OFICINA #8

DATOS:

- Longitud = 7.95m
- Anchura = 4.95m

CARACTERISTICAS

- Altura del montaje de la luminaria = 3.80m
- Altura sobre la mesa de trabajo = 1.00m
- Color del techo = Blanco
- Color de paredes = Blanco
- Iluminación media = 500 lux
- Flujo luminoso de la lámpara = 2550 lúmenes

$$k = \frac{l * a}{h (1 + a)}$$

$$k = \frac{4.95m * 7.95m}{2.80m(4.95m + 7.95m)}$$

$$k = 1.08$$

FACTOR DE REFLEXIÓN (ANEXO 6)

- Techo = 0.5
- Paredes = 0.3

COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN (ANEXO 6)

- $N_r = 0.43$

FACTOR DE CONSERVACIÓN

- $F_c = 0.75$

FLUJO LUMINOSO TOTAL

$$\Phi_T = \frac{E * S}{\eta * f_m}$$

$$\Phi_T = \frac{500 * 39.35m^2}{0.43 * 0.75}$$

$$\Phi T = 61007 \text{ lúmenes}$$

NÚMERO DE LAMPARAS

$$N = \frac{\Phi T}{n * \Phi l} \qquad N = \frac{61007}{2 * 2550} = 10 \text{ lum.}$$

OFICINA # 9

DATOS:

- Longitud = 5.05m
- Anchura = 5.00m

CARACTERISTICAS

- Altura del montaje de la luminaria = 3.80m
- Altura sobre la mesa de trabajo = 1.00m
- Color del techo = Blanco
- Color de paredes = Blanco
- Iluminación media = 500 lux
- Flujo luminoso de la lámpara = 2550 lúmenes

$$k = \frac{l * a}{h (1 + a)}$$

$$k = \frac{5.00m * 5.05m}{2.80m(5.00m + 5.05m)}$$

$$k = 0.89$$

FACTOR DE REFLEXIÓN (ANEXO 6)

- Techo = 0.5

- Paredes = 0.3

COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN (ANEXO 6)

- $N_r = 0.37$

FACTOR DE CONSERVACIÓN

- $F_c = 0.75$

FLUJO LUMINOSO TOTAL

$$\Phi_T = \frac{E * S}{\eta * f_m} \quad \Phi_T = \frac{500 * 25.25m^2}{0.37 * 0.75}$$

$$\Phi_T = 45495 \text{ lúmenes}$$

NÚMERO DE LAMPARAS

$$N = \frac{\Phi_T}{n * \Phi_l} \quad N = \frac{45495}{2 * 2550} = 8lum.$$

HALL Ó PASILLO

DATOS:

- Longitud = 13.90m
- Anchura = 12.20m

CARACTERISTICAS

- Altura del montaje de la luminaria = 3.50m
- Altura sobre la mesa de trabajo = 1.00m
- Color del techo = Blanco
- Color de paredes = Blanco
- Iluminación media = 300 lux
- Flujo luminoso de la lámpara = 2550 lúmenes

$$k = \frac{l * a}{h (1 + a)}$$

$$K = \frac{12.20m * 13.90m}{2.50m(12.20m + 13.90m)}$$

$$k = 2.59$$

FACTOR DE REFLEXIÓN (ANEXO 6)

- Techo = 0.5
- Paredes = 0.3

COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN (ANEXO 6)

- $N_r = 0.66$

FACTOR DE CONSERVACIÓN

- $F_c = 0.75$

FLUJO LUMINOSO TOTAL

$$\Phi_T = \frac{E * S}{\eta * f_m}$$

$$\Phi_T = \frac{300 * 169.58m^2}{0.66 * 0.75}$$

$$\Phi_T = 102775 \text{ lúmenes}$$

NÚMERO DE LAMPARAS

$$N = \frac{\Phi T}{n * \Phi l}$$

$$N = \frac{102775}{2 * 2550} = 20lum.$$

PASILLO ENTRADA

DATOS:

- Longitud = 6.30m
- Anchura = 3.97m

CARACTERISTICAS

- Altura del montaje de la luminaria = 3.80m
- Altura sobre la mesa de trabajo = 1.00m
- Color del techo = Blanco
- Color de paredes = Blanco
- Iluminación media = 300 lux
- Flujo luminoso de la lámpara = 2550 lúmenes

$$k = \frac{l * a}{h (1 + a)}$$

$$K = \frac{3.97m * 6.30m}{2.80m(3.97m + 6.30m)}$$

$$k = 0.86$$

FACTOR DE REFLEXIÓN (ANEXO 6)

- Techo = 0.5
- Paredes = 0.3

COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN (ANEXO 6)

- $N_r = 0.36$

FACTOR DE CONSERVACIÓN

- $F_c = 0.75$

FLUJO LUMINOSO TOTAL

$$\Phi_T = \frac{E * S}{\eta * f_m} \quad \Phi_T = \frac{300 * 25.011 \text{m}^2}{0.36 * 0.75}$$

$$\Phi_T = 27790 \text{ lúmenes}$$

NÚMERO DE LAMPARAS

$$N = \frac{\Phi_T}{n * \Phi_l} \quad N = \frac{27790}{2 * 2550} = 4 \text{ lum.}$$

3.2.2. *CÁLCULO LUMÍNICO CON EL PROGRAMA DE CÁLCULO FACALU (QUICK LUX)*

QUICK-LUX by facalu

Quick-Lux es un software desarrollado por fa.ca.lu para satisfacer las necesidades profesionales referidas al cálculo de iluminación, tomando como datos la fotometría de nuestras luminarias. Aquí encontrará desde cálculo rápido, fotometría, generación de informes, etc. hasta posicionamiento manual de luminarias.

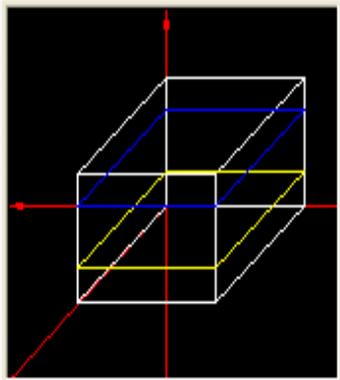
Las herramientas que se brindan, han sido estructuradas, de forma tal que con muy poca información, se obtiene el resultado buscado. Está diseñada para brindar una respuesta rápida, y de muy simple utilización.

Este programa, brindará de manera rápida y muy sencilla, y con muy pocos datos, la cantidad de artefactos necesarios, para iluminar un local.

Con solo especificar las dimensiones del local, y un modelo de artefacto, usted ya obtendrá un resultado.

• PROGRAMA DE CÁLCULO PARA OFICINA 1

Ancho: 4.45 Mts.
 Largo: 5.05 Mts.
 Altura: 3.80 Mts.
 Plano de Trabajo: 1.00 Mts.
 Plano de Montaje: 2.80 Mts.



Reflectancia de la pared: 50 %
 Reflectancia del Techo: 70 %
 Reflectancia del piso: 20 %

Índice del local: 3.8

512-2-36

Luminaria Seleccionada: Datos de la Luminaria: Modificados

512-1-36
 512-136P
 512-2-18
 512-2-36
 512-218P

2 Lámparas de 3330 Lumenes 36 Watts **Fotografía**

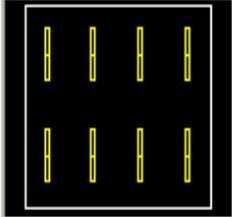
Coefficiente de Mantenimiento: 75 %

Ancho: 18 Cm Largo: 122 Cm Coef. de Utiliz.: 36

Para un nivel de iluminación de 500 Lux, se necesitan por lo menos ... **6.2 Luminarias**

Segun recomendaciones.(IRAM-AADL J2006),se citan por ejemplo:
 Escuelas: Aulas comunes.(500 LUX)

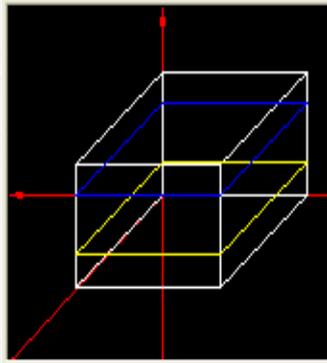
Se aconseja la utilización de **8** Distribuidos según el gráfico original.



Original
 Modificado

- PROGRAMA DE CALCULO PARA OFICINA 2

Ancho: 4.80 Mts.
 Largo: 5.10 Mts.
 Altura: 3.80 Mts.
 Plano de Trabajo: 1.00 Mts.
 Plano de Montaje: 2.80 Mts.



Reflectancia de la pared: 50 %
 Reflectancia del Techo: 70 %
 Reflectancia del piso: 20 %

Índice del local: 3.6

512-2-36

Luminaria Seleccionada: 512-1-36, 512-136P, 512-2-18, **512-2-36**, 512-218P

Datos de la Luminaria: Modificados

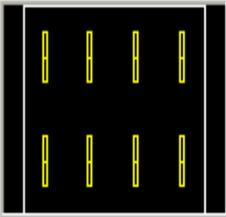
2 Lámparas de 3330 Lúmenes 36 Watts **Fotografía**
 Coeficiente de Mantenimiento: 75 %
 Ancho 18 Cm Largo 122 Cm Coef. de Utiliz. 36

Para un nivel de iluminación de 500 Lux, se necesitan por lo menos ... **6.8 Luminarias**

Segun recomendaciones,(IRAM-AADL J2006),se citan por ejemplo:
 Escuelas: Aulas comunes.(500 LUX)

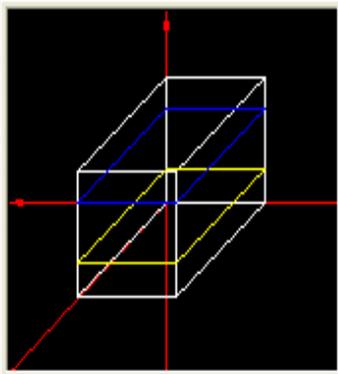
Se aconseja la utilización de **8** Distribuidos según el gráfico original.

Original
 Modificado



- PROGRAMA DE CALCULO PARA OFICINA 3

Ancho: 3.20 Mts.
 Largo: 5.10 Mts.
 Altura: 3.80 Mts.
 Plano de Trabajo: 1.00 Mts.
 Plano de Montaje: 2.80 Mts.



Reflectancia de la pared: 50 %
 Reflectancia del Techo: 70 %
 Reflectancia del piso: 20 %

Índice del local: 4.6

512-2-36

Luminaria Seleccionada: Datos de la Luminaria: Modificados

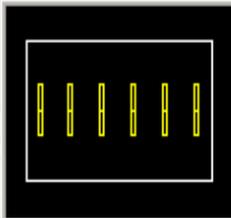
512-1-36
 512-136P
 512-2-18
 512-2-36
 512-218P

2 Lámparas de 3330 Lumenes 36 Watts **Fotografía**
 Coeficiente de Mantenimiento: 75 %
 Ancho 18 Cm Largo 122 Cm Coef. de Utiliz. 32

Si se distribuyen uniformemente 6 Luminarias, se obtendrá un promedio de **587.6 Lux.**

Modo calculo inverso. Determinacion del nivel de iluminacion...

Se aconseja la utilización de **6** Distribuidos según el gráfico original.



Original
 Modificado

• PROGRAMA DE CALCULO PARA OFICINA 4

Ancho: 5.30 Mts.
 Largo: 5.10 Mts.
 Altura: 3.80 Mts.
 Plano de Trabajo: 1.00 Mts.
 Plano de Montaje: 2.80 Mts.

Reflectancia de la pared: 50 %
 Reflectancia del Techo: 70 %
 Reflectancia del piso: 20 %

Índice del local: 3.5

512-2-36

Luminaria Seleccionada: 512-1-36, 512-136P, 512-2-18, **512-2-36**, 512-218P

Datos de la Luminaria: Modificados

2 Lámparas de 3330 Lumenes 36 Watts **Fotografía**

Coeficiente de Mantenimiento: 75 %

Ancha 18 Cm Largo 122 Cm Coef. de Utiliz. 36

Si se distribuyen uniformemente 8 Luminarias, se obtendrá un promedio de **532.2 Lux**

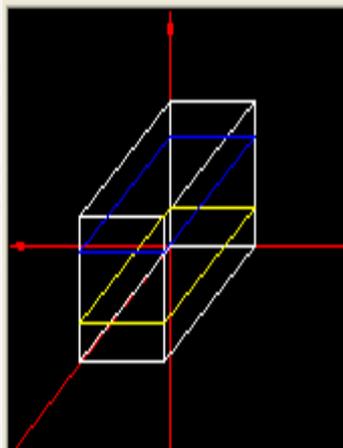
Modo calculo inverso. Determinacion del nivel de iluminacion...

Se aconseja la utilización de **8** Distribuidos según el gráfico original.

Original
 Modificado

• PROGRAMA DE CALCULO PARA OFICINA 5

Ancho: 2.90 Mts.
 Largo: 5.40 Mts.
 Altura: 3.80 Mts.
 Plano de Trabajo: 1.00 Mts.
 Plano de Montaje: 2.80 Mts.



Reflectancia de la pared: 50 %
 Reflectancia del Techo: 70 %
 Reflectancia del piso: 20 %

Índice del local: 4.8

512-2-36

Luminaria Seleccionada: **Datos de la Luminaria:** Modificados

512-1-36
 512-136P
 512-2-18
 512-2-36
 512-218P

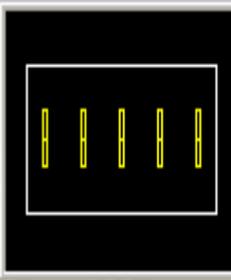
2 Lámparas de 3330 Lumenes 36 Watts **Fotografía**
 Coeficiente de Mantenimiento: 75 %
 Ancho 18 Cm Largo 122 Cm Coef. de Utiliz.: 32

Si se distribuyen uniformemente 5 Luminarias, se obtendrá un promedio de **510.3 Lux**

Modo calculo inverso. Determinacion del nivel de iluminacion...

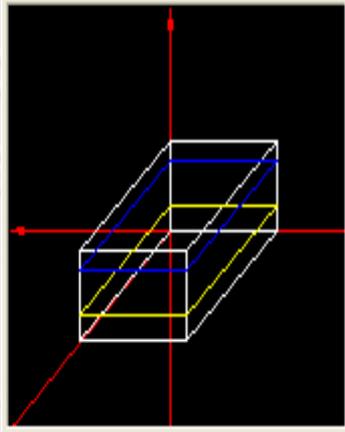
Se aconseja la utilización de **5** Distribuidos según el gráfico original.

Original
 Modificado



• PROGRAMA DE CALCULO PARA OFICINA 6

Ancho: 5.40 Mts.
 Largo: 8.10 Mts.
 Altura: 3.80 Mts.
 Plano de Trabajo: 1.00 Mts.
 Plano de Montaje: 2.80 Mts.



Reflectancia de la pared: 50 %
 Reflectancia del Techo: 70 %
 Reflectancia del piso: 20 %

Índice del local: 2.8

512-2-36

Luminaria Seleccionada: **Datos de la Luminaria:** Modificados

512-1-36
 512-136P
 512-2-18
 512-2-36
 512-218P

2 Lámparas de 3330 Lumenes 36 Watts **Fotografía**

Coefficiente de Mantenimiento: 75 %

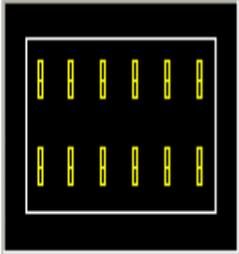
Ancho 18 Cm Largo 122 Cm Coef. de Utiliz. 41

Si se distribuyen uniformemente 12 Luminarias, se obtendrá un promedio de **561.9 Lux**

Modo calculo inverso. Determinacion del nivel de iluminacion...

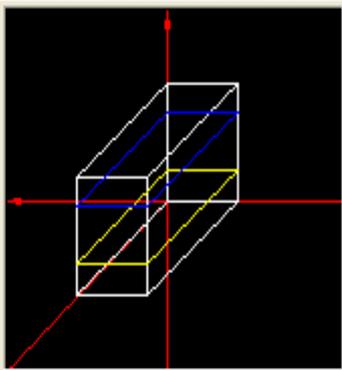
Se aconseja la utilización de **12** Distribuidos según el gráfico original.

Original
 Modificado



• PROGRAMA DE CALCULO PARA OFICINA 7

Ancho: 2.40 Mts.
 Largo: 5.40 Mts.
 Altura: 3.80 Mts.
 Plano de Trabajo: 1.00 Mts.
 Plano de Montaje: 2.80 Mts.



Reflectancia de la pared: 50 %
 Reflectancia del Techo: 70 %
 Reflectancia del piso: 20 %

Índice del local: 5.4

512-2-36

Luminaria Seleccionada: Datos de la Luminaria: Modificadas

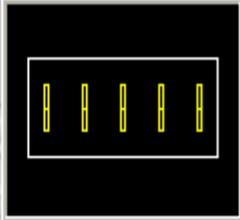
512-1-36
 512-136P
 512-2-18
512-2-36
 512-218P

2 Lámparas de 3330 Lúmenes 36 Watts **Fotografía**
 Coeficiente de Mantenimiento: 75 %
 Ancho 18 Cm Largo 122 Cm Coef. de Utiliz. 32

Si se distribuyen uniformemente 5 Luminarias, se obtendrá un promedio de **616.7 Lux**.

Modo calculo inverso. Determinacion del nivel de iluminacion...

Se aconseja la utilización de **5** Distribuidos según el gráfico original.

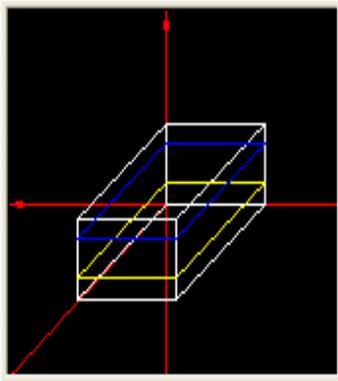


Original
 Modificado

- PROGRAMA DE CALCULO PARA OFICINA 8

Proyectos Informes Ayuda

Ancho: 4.95 Mts.
 Largo: 7.95 Mts.
 Altura: 3.80 Mts.
 Plano de Trabajo: 1.00 Mts.
 Plano de Montaje: 2.80 Mts.



Reflectancia de la pared: 50 %
 Reflectancia del Techo: 70 %
 Reflectancia del piso: 20 %

Índice del local: 3.0

512-2-36

Luminaria Seleccionada: 512-1-36, 512-136P, 512-2-18, **512-2-36**, 512-218P

Datos de la Luminaria: Modificados

2 Lámparas de 3330 Lumenes 36 Watts **Fotografía**

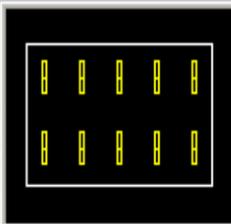
Coefficiente de Mantenimiento: 75 %

Ancho 18 Cm Largo 122 Cm Coef. de Utiliz. 41

Si se distribuyen uniformemente 10 Luminarias, se obtendrá un promedio de **523.7 Lux.**

Modo calculo inverso. Determinacion del nivel de iluminacion...

Se aconseja la utilización de **10** Distribuidos según el gráfico original.



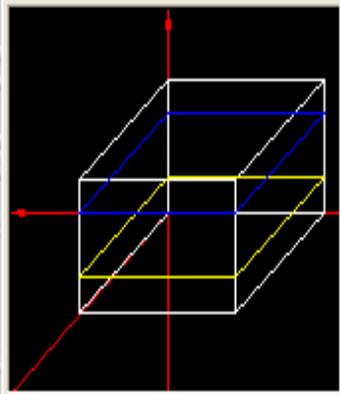
Original
 Modificado

• PROGRAMA DE CALCULO OFICINA 9

Proyectos Informes Ayuda

Ancho: 5.00 Mts.
 Largo: 5.05 Mts.
 Altura: 3.80 Mts.

Plano de Trabajo: 1.00 Mts.
 Plano de Montaje: 2.80 Mts.



Reflectancia de la pared: 50 %
 Reflectancia del Techo: 70 %
 Reflectancia del piso: 20 %

Índice del local: 3.6

512-2-36

Luminaria Seleccionada: Datos de la Luminaria: Modificados

512-1-36
 512-136P
 512-2-18
 512-2-36
 512-218P

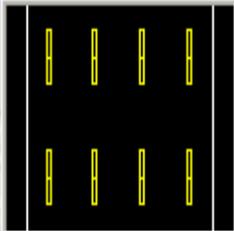
2 Lámparas de 3330 Lumenes 36 Watts **Fotografía**

Coefficiente de Mantenimiento: 75 %
 Ancho: 18 Cm Largo: 122 Cm Coef. de Utiliz.: 36

Si se distribuyen uniformemente 8 Luminarias, se obtendrá un promedio de **569.7 Lux.**

Modo calculo inverso. Determinacion del nivel de iluminacion...

Se aconseja la utilización de **8** Distribuidos según el gráfico original.



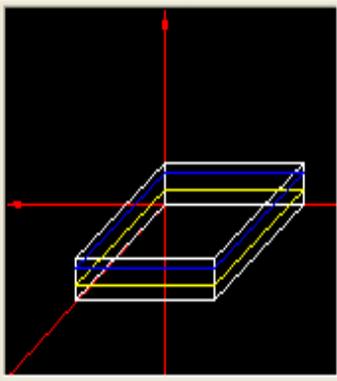
Original
 Modificado

- PROGRAMA DE CALCULO PARA HALL Ó PASILLO

Proyectos Informes Ayuda

Ancho: 12.20 Mts.
 Largo: 13.90 Mts.
 Altura: 3.50 Mts.

Plano de Trabajo: 1.00 Mts.
 Plano de Montaje: 2.50 Mts.



Reflectancia de la pared: 50 %
 Reflectancia del Techo: 70 %
 Reflectancia del piso: 20 %

Índice del local: 1.2

512-2-36

Luminaria Seleccionada: Datos de la Luminaria: Modificados

512-136P
 512-2-18
 512-2-36
 512-218P
 512-236P

2 Lámparas de 3330 Lumenes 36 Watts **Fotografía**

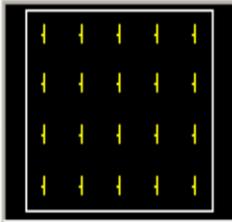
Coefficiente de Mantenimiento: 75 %
 Ancho: 18 Cm Largo: 122 Cm Coef. de Utiliz.: 56

Si se distribuyen uniformemente 20 Luminarias, se obtendrá un promedio de **329.9 Lux.**

Modo calculo inverso. Determinacion del nivel de iluminacion...

Se aconseja la utilización de **20** Distribuidos según el gráfico original.

Original
 Modificado

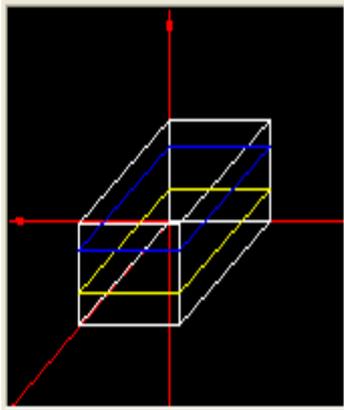


- PROGRAMA DE CALCULO PARA PASILLO ENTRADA

Proyectos Informes Ayuda

Ancho: 3.97 Mts.
 Largo: 6.30 Mts.
 Altura: 3.50 Mts.

Plano de Trabajo: 1.00 Mts.
 Plano de Montaje: 2.50 Mts.



Reflectancia de la pared: 50 %
 Reflectancia del Techo: 70 %
 Reflectancia del piso: 20 %

Índice del local: 3.1

512-2-36

Luminaria Seleccionada: **Datos de la Luminaria:** Modificados

512-136P
 512-2-18
 512-2-36
 512-218P
 512-236P

2 Lámparas de 3330 Lumenes 36 Watts **Fotografía**

Coefficiente de Mantenimiento: 75 %

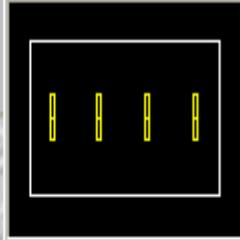
Ancho 18 Cm Largo 122 Cm Coef. de Utiliz. 41

Si se distribuyen uniformemente 4 Luminarias, se obtendrá un promedio de **327.5 Lux**

Modo calculo inverso. Determinacion del nivel de iluminacion...

Se aconseja la utilización de **4** Distribuidos según el gráfico original.

Original
 Modificado



3.2.3. CÁLCULO DEL CALIBRE DE CONDUCTOR UTILIZADO EN LA INSTALACIÓN

Para determinar el calibre de conductor utilizamos la siguiente expresión:

$$S = \pi / 4 * D^2 \qquad S = 3.1416 / 4 * (2.053)^2$$

$$S = 3.22 \text{ mm}^2$$

Donde:

- S = Es la sección del conductor (mm²).
- D = Diámetro del conductor.
- π = Phi (3.1416).
- 4 = Es un valor constante.

Según la tabla de conductores (ANEXO 10), la sección 3.22 mm² corresponde al conductor número 12 AWG – TW Cu sólido, el cual utilizaremos para la instalación de los circuitos de alimentación.

3.2.4. CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN DE LOS CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN.

En la planificación de Instalaciones de suministro eléctrico se debe tener en cuenta las caídas de tensión producidas en los conductores.

No basta calcular los conductores únicamente con corriente, es decir, se debe seleccionar el calibre de un conductor de acuerdo con la corriente que circulará por él. También es necesario que la caída de voltaje no exceda los valores establecidos por el reglamento de Instalaciones eléctricas; las mismas que son (del 2% la caída de voltaje en instalaciones residenciales y del 3 ó 4% en instalaciones industriales).

La caída de tensión se la realiza de la siguiente manera:

$$e\% = \frac{4 * L * I}{V * S}$$

$$e\% = \frac{4 * 9m * 15A}{120v * 3.22mm^2} = 1.39$$

$$e\% = 1.39 \%$$

Donde:

- e % = Es la caída de tensión (%)
- V = Es el voltaje (V)
- S = Es la sección del conductor (mm²)
- I = Intensidad (A)
- L = La Longitud (m)

La caída de tensión total del circuito es 1.39 %

3.2.5. CIRCUITO ELÉCTRICO PARA LA ILUMINACIÓN DE LAS OFICINAS.

Para realizar el cálculo de los circuitos en las oficinas, se tomó en cuenta los datos e información anteriormente descrita.

El circuito uno que corresponde a las oficinas número 5-6-7 (ANEXO 3), constan con luminarias tipo industrial con reflector de aluminio de 2 * 40w, y con una potencia de 1360w.

El circuito dos conformados por las oficinas 2-3-4 (ANEXO 3), cada uno de ellos con luminarias descritas anteriormente, la potencia de las oficinas es de 1120w.

Para el pasillo (ANEXO 3), se tomo en cuenta el circuito número tres, constan con luminarias tipo industrial de 2 * 40w con arranque directo y reflector de aluminio, con la potencia de 1280w.

El circuito número cuatro correspondiente al pasillo de entrada, oficinas 1-8-9 (ANEXO 3), con luminarias descritas anteriormente, la potencia de éste circuito es de 1760w.

A continuación se describe el procedimiento:

OFICINAS 5-6-7

CIRCUITO 1

Este circuito está compuesto por luminarias de $2 * 40w = 80w$

$$\text{Oficina \# 5 (P)} = 3 * 80w = 240w$$

$$\text{Oficina \#6 (P)} = 10 * 80w = 800w$$

$$\text{Oficina \#7 (P)} = 4 * 80w = 320w$$

$$\mathbf{Pt\ 1 = 1360\ w}$$

$$I = \frac{P}{V} \cos\varphi \quad I = \frac{1360w}{120v} * 1$$

$$\mathbf{I = 15A}$$

Donde:

- P = es la potencia (W)
- I = es la intensidad (A)
- V = es el voltaje (v)
- Cos φ = es el coseno Phi que en éste caso será de 1
- Pt = Potencia total

OFICINAS 2-3-4

CIRCUITO 2

Está compuesto por luminarias de $2 * 40w = 80w$

Oficina # 2 (P) = $4 * 80w = 320w$

Oficina # 3 (P) = $4 * 80w = 320w$

Oficina # 4 (P) = $6 * 80w = 480w$

Pt 2 = 1120w

$$I = \frac{P}{V} * \cos\phi \quad I = \frac{1120w}{120v} * 1$$

I = 10A

PASILLO

Para los circuitos del pasillo se realizó el cálculo del número de luminarias que serán montadas, el rediseño de su instalación, para de ésta manera obtener un nivel apropiado de iluminación, acorde a los luxes requeridos.

CIRCUITO 3

Este circuito está compuesto por iluminación de $2*40w = 80w$

Pasillo (P) = $16 * 80w = 1280w$

Pt 3 = 1280w

$$I = \frac{P}{V} * \cos\varphi$$

$$I = \frac{1280w}{120v} * 1$$

$$\mathbf{I = 10A}$$

PASILLO ENTRADA Y OFICINAS 1-8-9

CIRCUITO 4

Este circuito está compuesto por luminarias de 2*40w = 80w

Oficinas # 1 (P) = 6 * 80w = 480w

Oficina # 9 (P) = 6 * 80w = 480w

Oficina # 8 (P) = 8 * 80w = 640w

Pasillo Entrada (P) = 2 * 80w = 160w

$$\mathbf{Pt 4 = 1760w}$$

$$I = \frac{P}{V} * \cos\varphi$$

$$I = \frac{1760w}{120v} * 1$$

$$\mathbf{I = 15A}$$

POTENCIA TOTAL INSTALADA (PT)

Se define como la cantidad de trabajo desarrollado en una unidad de tiempo.

La potencia se representa con la letra P y su unidad es el watio, que se representa con la letra w.

$$PT = Pt 1 + Pt 2 + Pt 3 + Pt 4$$

$$PT = 1360w + 1120w + 1280w + 1760w$$

$$PT = 5520w$$

INTENSIDAD TOTAL (It)

La intensidad de corriente es la cantidad de electricidad que atraviesa un conductor en un tiempo. La unidad de intensidad de corriente eléctrica es el amperio, el símbolo que empleamos para la intensidad es **I** y para su unidad es la letra **A**

$$It = \frac{PT}{V} * \cos\varphi$$

$$I = \frac{5520w}{120v} * 1$$

$$It = 40A$$

4.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1.1. CONCLUSIONES

- Al realizar los cálculos correspondientes comprobamos que el sistema de iluminación del bloque central del Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables es bajo de acuerdo a las Leyes de Alumbrado de Interiores, los mismos que oscilan entre 164 a 221 Lux y lo recomendable es de 300 a 500 lux en oficinas; perjudicando a las personas que están expuestas a este medio para realizar sus actividades.
- Con un correcto rediseño, y construcción de los circuitos de iluminación realizados en dicho bloque, el nivel lumínico mejoró, de 380 Lux la mínima y 450 Lux la máxima, obteniendo de esta manera la iluminación uniforme de las oficinas.
- Mediante la distribución correcta de las luminarias obtuvimos mejor utilización de la luz, aprovechando todos los espacios, evitando perjuicios a las personas que trabajan en el Edificio Central.
- Se contrastó los datos del cálculo con los resultados que arrojaron del software de iluminación Quick – Lux

4.1.2. RECOMENDACIONES

- Establecer un mantenimiento anual de las luminarias, interruptores, para evitar imperfectos por falta de mantenimiento, dicho mantenimiento debe estar bajo la supervisión de personal capacitado para impedir daños personales y a los objetos.
- La aplicación de este tipo de evaluaciones o rediseños de iluminación es recomendable para otras áreas, universidades, colegios, escuelas, donde docentes y alumnos lo requieran.

4.1.3. VALORACIÓN ECONÓMICA

Al realizar un análisis económico del trabajo desarrollado, el cual está centrado en el diseño de circuitos de iluminación de las oficinas del edificio central del Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables de la U.N.L. donde docentes y estudiantes serán las personas beneficiadas, ya que el trabajo realizado se lo ha elaborado en base a procedimientos técnicos, utilizados en la actualidad.

Debemos tomar en cuenta que con la implementación de este sistema se pone de manifiesto los conocimientos adquiridos por nosotros como estudiantes, por lo que hemos aportado con datos técnicos, reales, apropiados para este tipo de instalación, el cual servirá como modelo para los estudiantes y personas

particulares que deseen aplicar niveles de iluminación adecuados, correctos y acordes al lugar donde se encuentren desarrollando sus actividades.

Al hacer la valoración económica de implementar este sistema de iluminación y tomando en cuenta las condiciones en que se encuentran las oficinas, tuvimos que realizar un presupuesto de todo lo que utilizaremos en dicho trabajo.

4.1.4. DESCRIPCIÓN DE MATERIALES, HERRAMIENTAS Y GASTOS EXTRAS

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CANTIDAD	VALOR U.	TOTAL
LUMINARIAS DE 2 X 40W	94	15.00	1410.00
INTERRUPTORES	16	1.50	24.00
CANALETAS 24 x 12	6	1.20	7.20
CINTA AISLANTE	5	0.80	4.00
CONDUCTOR AWG # 12	4	34.00	136.00
CONDUCTOR AWG # 14	6	38.00	228.00
TORNILLOS	100	0.05	5.00
TACOS FISCHERS	100	0.02	2.00
CAJA DE BREAKERS	1	60.00	60.00
TOTAL			1873.20

DESCRIPCIÓN DE HERRAMIENTAS	CANTIDAD	VALOR U.	TOTAL
ALICATES	3	3.50	10.50
TALADRO	1	43.00	43.00
MULTIMETRO	1	25.00	25.00
FLEXOMETRO	1	1.50	1.50
DESTORNILLADORES	3	2.00	6.00
PLAYOS	3	5.00	15.00
LUXOMETRO	1(sem)	5	25.00
TOTAL			126.00

GASTOS EXTRAS	CANTIDAD	VALOR U.	TOTAL
TRANSPORTE	40(días)	1.50	60.00
ANDAMIOS	15(días)	3.00	45.00
BORRADOR Y EMPASTADO DE TESIS	6	15.00	90.00
MANO DE OBRA	15 (días)	15.00	225.00
TOTAL			420.00

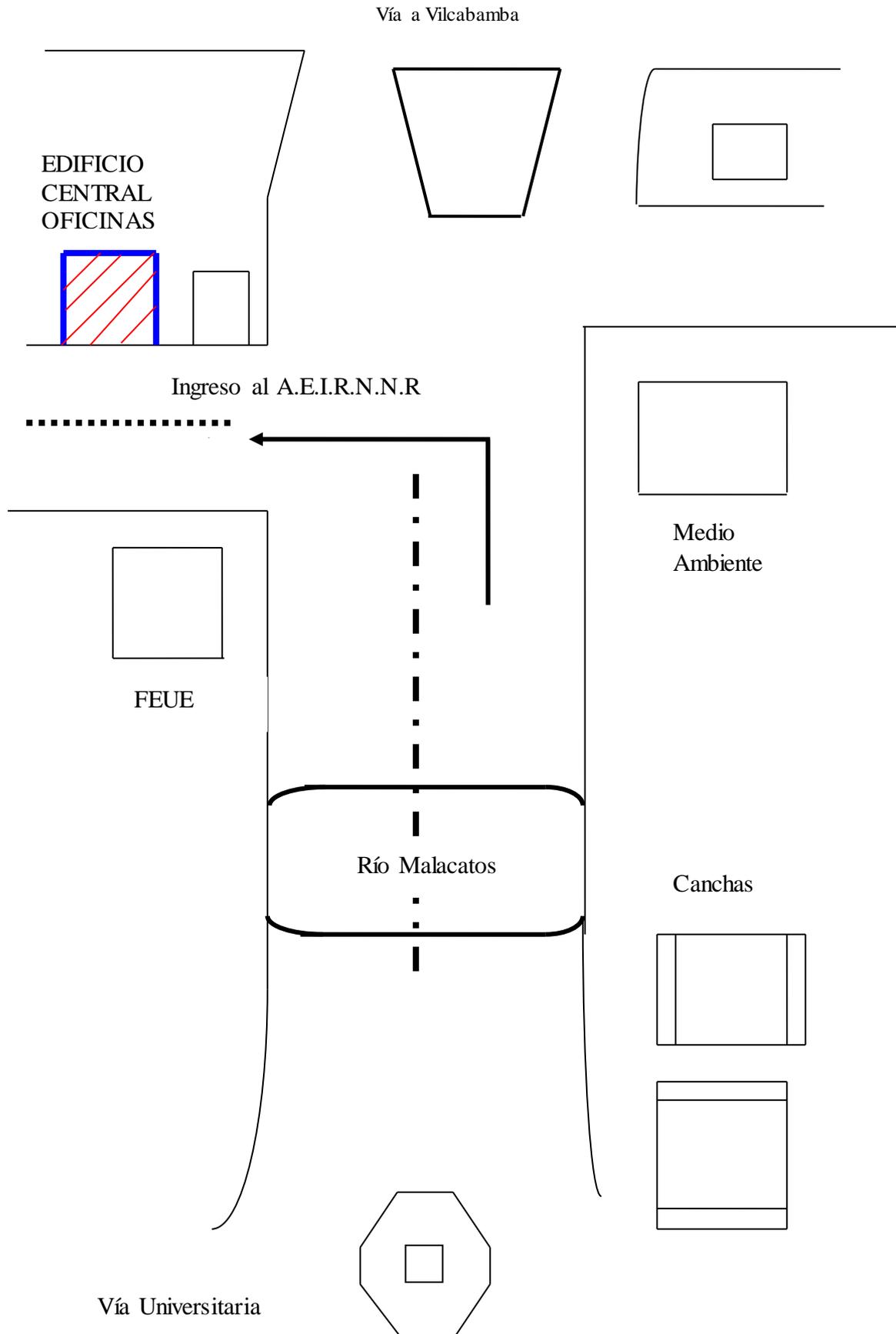
TOTAL GASTOS DEL PROYECTO	
DESCRIPCIÓN	SUB TOTAL
MATERIALES	1873.20
HERRAMIENTAS	126.00
EXTRAS	420.00
TOTAL	2419.20 U.S.D

4.1.5. BIBLIOGRAFIA

- Rolando Valdivieso R, Franco Toro, Eduardo Flores V.
Tema: Diseño y Cálculo de los Circuitos de Iluminación, Fuerza y Construcción de los circuitos de Iluminación, Fuerza y Datos de la Sala # 2 de Computación
Trabajo de tesis. Año. 2003
- Guamán E Julio, Diógenes Huanca entre otros.
Tema: Cambio de niveles de iluminación en el bloque de aulas # 1, del Área de Energía, Industrias y Recursos Naturales No Renovables de la U.N.L.
Trabajo de tesis. Año 2005
- Gonzalo B, Álvarez, A Miguel A, Malo V, Julio R, Jiménez S
Tema: Diseño y construcción de un tablero didáctico para instalaciones eléctricas residenciales.
Trabajo de tesis. Año 1998
- WWW. Google. com
 - Luminotecnia
 - Sistemas de iluminación
 - Instalaciones eléctricas
 - Cálculo de iluminación de interiores
- Centro de Ingeniería y diseño de Alumbrado de N. V. PHILIPS. 1988. Manual de Alumbrado Tercera Edición. Madrid España (Pag. 327)

4.1.6. ANEXOS

ANEXO 1



ANEXO 2

2. Oficinas y Establecimientos públicos

Locales comunes a todas las categorías

Vestibulos; habitaciones de paso: Iluminación general interior . . .	150	500
--	-----	-----

Oficinas y administraciones:

Teneduría de libros, mecanografía, contabilidad, máquinas de calcular, ficheros y archivadores.	300	600
Oficinas privadas y trabajos generales de oficina distintos a los anteriores.	200	--
Salas de dibujo: Mesas	500	1.000
Alumbrado general	150	300
Oficinas de información, salas de recepción, salas de espera	150	500
Archivos	100	--

Establecimientos públicos:

Iglesias: Altares, santuarios, cerros.	100	--
Naves	70	--
Dependencias	50	--
Bibliotecas: Estanterías (Alumbrado vertical).	100	200
Salas de libros	100	200
Salas de lectura.	100	200
Mesas de lectura	300	500
Museos y Galerías: Alumbrado general interior	100	--
Vitrinas. Alumbrado especial.	500	--
Sobre los cuadros	100	200

Establecimientos de enseñanza:

Salas de conferencias, anfiteatros, salas de reuniones	200	500
Gimnasios	150	300

ANEXO 3



ANEXO 4



ANEXO 4. 1



ANEXO 4. 2

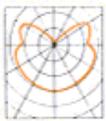
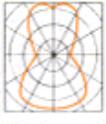
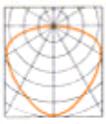
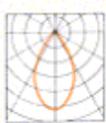


ANEXO 5



ANEXO 6

Factor de Utilización de Algunas Luminarias

Tipo de iluminación	Luminarias	Índice del local K	Techo							
			75 %			50 %			30 %	
			Paredes						30 %	10 %
			50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %
semidirecta 	zócalo solo o con cubierta difusora 	0,50 ÷ 0,70	0,28	0,22	0,18	0,26	0,21	0,16	0,20	0,17
		0,70 ÷ 0,90	0,35	0,29	0,25	0,33	0,27	0,24	0,26	0,24
		0,90 ÷ 1,10	0,39	0,33	0,30	0,37	0,32	0,28	0,30	0,27
		1,10 ÷ 1,40	0,45	0,36	0,33	0,40	0,36	0,32	0,33	0,30
		1,40 ÷ 1,75	0,49	0,42	0,37	0,43	0,39	0,34	0,37	0,33
		1,75 ÷ 2,25	0,56	0,50	0,44	0,49	0,44	0,40	0,42	0,38
		2,25 ÷ 2,75	0,60	0,55	0,50	0,53	0,48	0,44	0,47	0,44
2,75 ÷ 3,50	0,64	0,59	0,54	0,56	0,51	0,47	0,50	0,47		
3,50 ÷ 4,50	0,68	0,62	0,59	0,61	0,56	0,53	0,54	0,52		
4,50 ÷ 6,50	0,70	0,65	0,62	0,65	0,62	0,60	0,58	0,57		
mixta 	difusores 	0,50 ÷ 0,70	0,26	0,23	0,21	0,23	0,21	0,19	0,19	0,17
		0,70 ÷ 0,90	0,32	0,29	0,27	0,28	0,26	0,24	0,23	0,21
		0,90 ÷ 1,10	0,37	0,33	0,31	0,31	0,29	0,27	0,26	0,24
		1,10 ÷ 1,40	0,40	0,36	0,34	0,34	0,31	0,30	0,28	0,26
		1,40 ÷ 1,75	0,42	0,39	0,36	0,36	0,33	0,32	0,30	0,28
		1,75 ÷ 2,25	0,46	0,43	0,40	0,41	0,38	0,35	0,32	0,30
		2,25 ÷ 2,75	0,50	0,46	0,43	0,44	0,40	0,39	0,34	0,33
2,75 ÷ 3,50	0,52	0,48	0,45	0,46	0,44	0,41	0,37	0,36		
3,50 ÷ 4,50	0,55	0,52	0,49	0,48	0,46	0,45	0,39	0,38		
4,50 ÷ 6,50	0,57	0,54	0,51	0,49	0,47	0,46	0,42	0,41		
directa 	reflectores de haz amplio 	0,50 ÷ 0,70	0,38	0,32	0,28	0,37	0,32	0,28	0,31	0,28
		0,70 ÷ 0,90	0,46	0,42	0,38	0,46	0,41	0,38	0,41	0,38
		0,90 ÷ 1,10	0,50	0,46	0,43	0,50	0,46	0,43	0,46	0,43
		1,10 ÷ 1,40	0,54	0,50	0,48	0,53	0,50	0,47	0,49	0,47
		1,40 ÷ 1,75	0,58	0,54	0,51	0,56	0,53	0,50	0,52	0,50
		1,75 ÷ 2,25	0,62	0,59	0,56	0,60	0,58	0,56	0,58	0,56
		2,25 ÷ 2,75	0,67	0,64	0,61	0,65	0,63	0,61	0,62	0,61
2,75 ÷ 3,50	0,63	0,66	0,63	0,67	0,65	0,63	0,64	0,62		
3,50 ÷ 4,50	0,72	0,70	0,67	0,70	0,68	0,66	0,67	0,66		
4,50 ÷ 6,50	0,74	0,71	0,69	0,72	0,70	0,68	0,69	0,67		
directa 	reflectores de haz medio 	0,50 ÷ 0,70	0,35	0,32	0,30	0,35	0,32	0,30	0,32	0,30
		0,70 ÷ 0,90	0,43	0,39	0,37	0,42	0,39	0,37	0,39	0,37
		0,90 ÷ 1,10	0,48	0,45	0,42	0,47	0,44	0,42	0,43	0,41
		1,10 ÷ 1,40	0,53	0,50	0,47	0,52	0,49	0,47	0,48	0,46
		1,40 ÷ 1,75	0,57	0,53	0,50	0,55	0,52	0,50	0,52	0,50
		1,75 ÷ 2,25	0,61	0,57	0,55	0,59	0,57	0,54	0,56	0,54
		2,25 ÷ 2,75	0,64	0,61	0,59	0,62	0,60	0,58	0,59	0,57
2,75 ÷ 3,50	0,66	0,63	0,61	0,63	0,61	0,60	0,61	0,59		
3,50 ÷ 4,50	0,63	0,66	0,63	0,66	0,64	0,63	0,63	0,62		
4,50 ÷ 6,50	0,69	0,67	0,66	0,67	0,66	0,64	0,65	0,63		

ANEXO 7

LAMPARAS - VALORES FUNDAMENTALES

TIPO DE LAMPARA	POTENCIA [W]	POTENCIA c/BALASTO [W]	FLUJO [Lm]	CONDENSADOR [μ F]
MIXTAS	160	---	3.100	---
	250	---	5.600	---
	500	---	14.000	---
	500	---	32.500	---
TIPO DE LAMPARA	POTENCIA [W]	POTENCIA c/BALASTO [W]	FLUJO [Lm]	CONDENSADOR [μ F]
ADITIVOS METÁLICOS ELIPSOIDAL	250	275	18.000	32
	400	430	24.000	35
	1.000	1.040	80.000	70
ADITIVOS METÁLICOS TUBULAR	250	275	20.000	32
	400	430	25.000	35
	1.000	1.050	82.000	85
	2.000 (*)	2.080	170.000	60
	3.500 (*)	3.650	300.000	100

* Alimentación de 380 VCA

TIPO DE LAMPARA	POTENCIA [W]	POTENCIA c/BALASTO [W]	FLUJO [Lm]	CONDENSADOR [μ F]
VAPOR DE SODIO ALTA PRESION	50	62	3.300	10
	70	83	5.800	12
	150	170	15.00	20
	250	280	25.000	40
	400	450	48.000	50
	11.000	1.090	120.000	100
TIPO DE LAMPARA	POTENCIA [W]	POTENCIA c/BALASTO [W]	FLUJO [Lm]	CONDENSADOR [μ F]
VAPOR DE SODIO BAJA PRESION	18	25	1.800	5
	35	56	4.800	20
	56	76	8.000	20
	90	113	13.500	26
	135	175	22.500	45
	180	220	33.000	50
TIPO DE LAMPARA	POTENCIA [W]	POTENCIA c/BALASTO [W]	FLUJO [Lm]	CONDENSADOR [μ F]
VAPOR DE MERCURIO	50	59	2.000	7
	80	89	3.800	8
	125	137	6.300	10
	250	266	13.500	18
	400	425	23.000	25
	700	735	40.000	40

	1.000	1.045	55.000	60

TIPO DE LAMPARA	POTENCIA [W]	POTENCIA c/BALASTO [W]	FLUJO [Lm]	CONDENSADOR [μ F]
INCANDESCENTES CLARAS	25	---	230	---
	40	---	430	---
	60	---	730	---
	75	---	960	---
	100	---	1.380	---
	150	---	2.220	---
	200	---	3.150	---
	300	---	5.000	---
	500	---	8.400	---

TIPO DE LAMPARA	POTENCIA [W]	POTENCIA c/BALASTO [W]	FLUJO [Lm]	CONDENSADOR [μ F]
INCANDESCENTES HALOGENAS (Cuarzo - Iodo)	300	---	5.500	---
	500	---	9.500	---
	750	---	16.500	---
	1.000	---	22.000	---
	1.500	---	33.000	---
	2.000	---	44.000	---

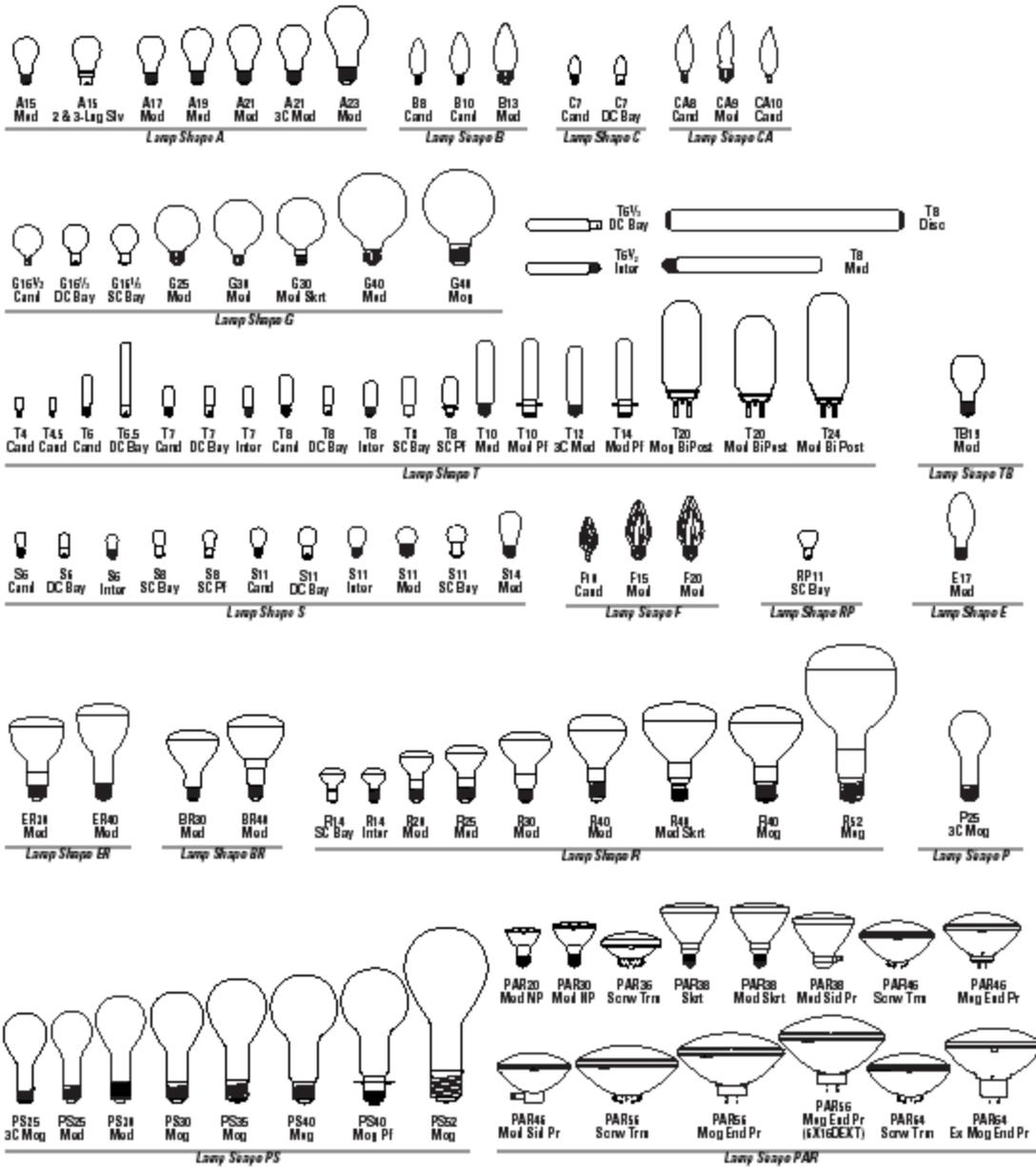
TIPO DE LAMPARA	POTENCIA [W]	POTENCIA c/BALASTO [W]	FLUJO [Lm]	CONDENSADOR [μ F]
TUBO FLUORESCENTE \varnothing 26 mm. Luz Día	18 (20)	27	1.400	3
	36 (40)	45	3.300	3,6
	58 (65)	69	5.200	6

Entre paréntesis se indica a que tubo fluorescente de \varnothing 38 equivale

TIPO DE LAMPARA	POTENCIA [W]	POTENCIA c/BALASTO [W]	FLUJO [Lm]	CONDENSADOR [μ F]
TUBO FLUORESCENTE \varnothing 38 mm. Luz Día	15	24	690	---
	20	30	1.050	2,9
	30	40	1.470	2,9
	40	54	2.500	3,6
	65	83	4.000	6

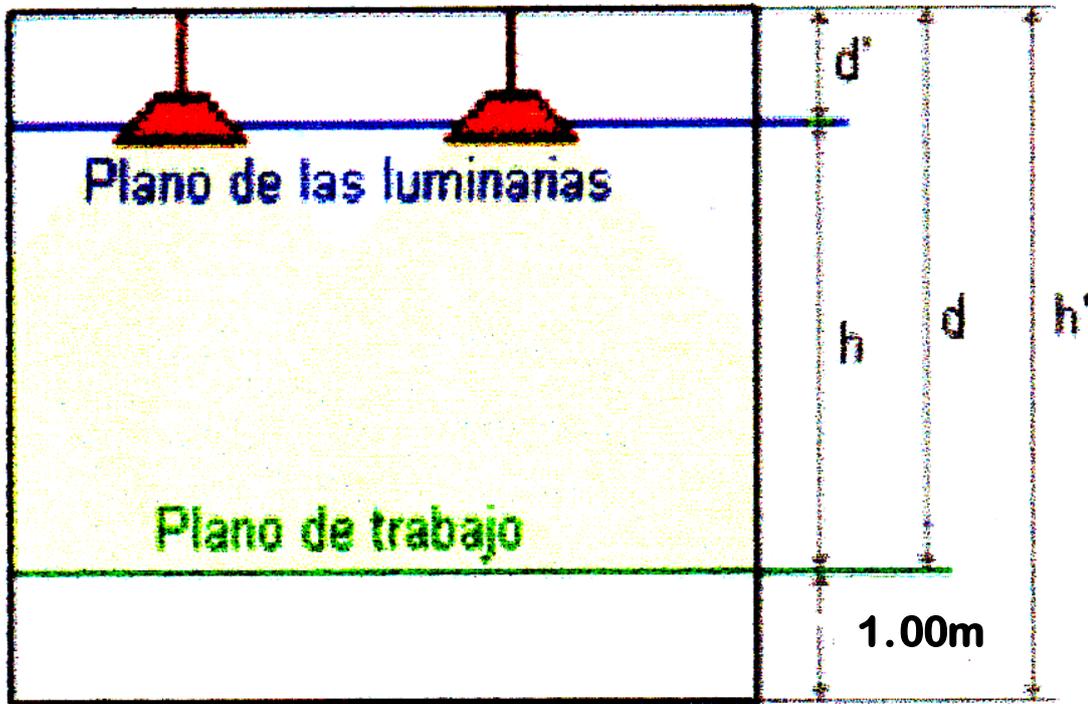
ANEXO 8

CATALOGO DE LÁMPARAS INCANDESCENTES DE GENERAL ELECTRIC



ANEXO 9

ALTURA SOBRE EL PLANO DE TRBAJO



h : Altura de trabajo

h' : Altura del local

d : altura del plano de trabajo al techo

d' : Altura entre el techo y las luminarias

ANEXO 10

TABLA DE CONDUCTORES SEGÚN LA SECCIÓN Y EL DIAMETRO

Calibre AWG	Diam. mm	Área mm ²	Resistencia a 20°C ohm/Km	Tipo
18	1,020	0,823	21,8	Sólido
16	1,290	1,310	13,7	Sólido
14	1,630	2,080	8,6	Sólido
12	2,050	3,310	5,4	Sólido
10	2,590	5,260	3,4	Sólido
8	4,775	8,403	2,2	49/25*
6	5,334	13,575	1,5	133/27*
4	6,257	21,587	0,80	133/25*
2	8,331	34,327	0,50	133/23*
1	9,271	43,282	0,40	133/22*
1/0	11,786	54,581	0,31	133/21*
2/0	12,700	68,858	0,25	133/20*
3/0	12,928	84,286	0,20	259/22*
4/0	15,392	106,289	0,16	259/21*

Estos tamaños son ofrecidos con otras combinaciones de hilos (número y calibre AWG).