



INSTITUTO TECNOLOGICO DE TUXTLA GUTIERREZ

INGENIERIA ELECTRICA

RESIDENCIA

**ESTUDIO DEL SISTEMA DE ILUMINACION DE LAS LUMINARIAS DE LAS
OFICINAS TECNICO-ADMINISTRATIVAS Y SALA DE CONTROL DE C.H
ANGEL ALBINO CORZO**

ASESOR INTERNO

DR. RUBEN HERRERA GALICIA

ASESOR EXTERNO

ING. ALEJANDRO RAMIREZ ARGUELLO

ALUMNO

CRUZ ARREVILLAGA JUAN LUIS

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS, 15/ENE/ 2015

Índice	Pág.
1. Introducción.....	3
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Estado del Arte.....	4
1.3 Justificación	5
1.4 Objetivo	4
1.5 Metodología; Diagrama a Bloques.....	5
2. Fundamento Teórico	5
2.1 Principios Basicos de Iluminacion.....	5
2.2 Tipos de Lamparas.....	10
2.3 Luminarias.....	16
3. Desarrollo	20
3.1 Niveles de Reflexion.....	20
3.2 Ahorro Energetico Instalando Balastros Electrones.....	22
4. Resultados y Conclusiones	26
4.1 Resultados	26
4.2 Conclusiones	49
Referencias	50
ANEXO A	51
ANEXO B.....	58

1. Introducción

1.1 Antecedentes

Es importante examinar la luz en el lugar de trabajo no sólo con criterios cuantitativos, sino también cualitativos, el primer paso es estudiar el puesto de trabajo, la precisión que requieren las tareas realizadas, la cantidad de trabajo, la movilidad del trabajador. La iluminación de los ambientes interiores tiene por objeto satisfacer necesidades como la contribución a crear un ambiente de trabajo seguro, ayudar a realizar tareas visuales y crear un ambiente visual apropiado.

La creación de un ambiente de trabajo seguro tiene que estar en el primer lugar de la lista de prioridades de un centro de trabajo, ya que por lo general, se aumenta la seguridad haciendo que los peligros sean claramente visibles. La realización de la tarea puede mejorarse haciendo que sea más fácil ver todos los detalles, al crear ambientes visuales apropiados, mediante la variación del énfasis de iluminación dado a los objetos y superficies existentes dentro del ambiente interior.

Al elegir un cierto nivel de iluminación para un puesto de trabajo determinado, deberán considerarse puntos muy importantes como lo es la naturaleza del trabajo, la reflectancia del objeto y su entorno inmediato, las diferencias con la luz natural y la necesidad de iluminación diurna, algo muy importante que no se puede dejar pasar, la edad del trabajador.

La luz y el color influyen en nuestra sensación general de bienestar, incluyendo la moral y la fatiga. Con bajos niveles de iluminación, los objetos tienen poco o ningún color o forma y se produce una pérdida de perspectiva. A la inversa, el exceso de luz puede ser tan incómodo como su escasez, por lo que es importante contar con el sistema de luz adecuado.

Se considera que el contacto con el mundo exterior contribuye a la sensación de bienestar. La introducción de controles de iluminación automáticos, junto con la atenuación de altas frecuencias en las lámparas fluorescentes, ha permitido proporcionar a los ambientes interiores una combinación controlada de luz natural y luz artificial, con lo que se logra la reducción de costos energéticos.

En la percepción del carácter de un ambiente interior influyen el brillo y el color de sus superficies visibles, tanto interiores como exteriores. Las condiciones de iluminación general de un ambiente interior pueden conseguirse utilizando luz natural o iluminación artificial o lo más probable con una combinación de ambas, a partir de estas consideraciones y con referencia a las actividades de prevención de riesgos requeridos por el Sistema de Administración de Seguridad y Salud.

En el Trabajo (SASST), basado en la Norma Mexicana NMX-SAST-001-IMNC-2008, y en apego a la política de seguridad y salud en el trabajo implementada en la Dirección de Operación, La Gerencia Regional de Producción Sureste solicita a la Gerencia de Seguridad Industrial, el estudio de iluminación de las diversas áreas que conforman la Central Hidroeléctrica Ángel Albino Corzo (Peñitas).

1.2 Estado del Arte

Jaime Márquez Ramírez, en el estado de Hidalgo, de la Universidad Tecnológica de Tula Tepeji, presenta un estudio de uso racional de la energía en un sistema de iluminación con nuevas tecnologías en manufacturas Kaltex, s. a de C.V. el estudio se basa en mejorar el rendimiento lumínico a través de la sustitución de las luminarias por lámparas leds con mejor iluminación y ahorro de energía.

F. Murillo, G. Sierra, B. Martínez, J.M. Murillo, G. Guisa, A. Córdoba, E. López, de la Unam, en el 2008, elaboran la automatización del sistema de iluminación del espectrógrafo Boller & ch. Se trata de un sistema de iluminación para comparación consta de dos lámparas una de cobre-argón y otra de bulbo de neón, un arreglo periscópico, permite introducir la fuente de comparación al eje óptico del espectrógrafo.

Félix Rodrigo Villegas Valenzuela, Gabriel Núñez Román, en cd Obregón Sonora, en el 2005, realizan el estudio de iluminación de la planta de sales del valle del parque industrial de cd Obregón Sonora, consiste en realizar un estudio de campo con el objetivo de conocer la situación real en la que se encuentra la planta, permitiendo de esta manera obtener un diagnóstico preciso que logra en función de ello.

Utilizando productos y tecnologías de alta eficiencia energética, la iluminación sigue siendo el mayor consumidor de energía, consumiendo alrededor del 37% de la energía del edificio. Al combinar el Control Inteligente de Iluminación y las tecnologías de Iluminación de alta Eficiencia Energética con el resto de los sistemas de administración de un edificio, se puede reducir drásticamente el consumo energético, además de optimizar los costos operativos.

Lo que aquí se propone como proyecto, es analizar la luminosidad de las lámparas de cada una de las oficinas de la central peñitas. Con la ayuda de un luxómetro debidamente calibrado y determinar si el alumbrado es o no el indicado para un ambiente de trabajo cómodo, de lo contrario sustituir cada una de estas lámparas por otras que verdaderamente cumplan con lo requerido apegado a la norma Mexicana NOM-025-STPS-2008.

1.3 Justificación

El siguiente trabajo se lleva a cabo con la finalidad de formar parte de la cadena de ahorro energética, la CFE como distribuidora de electricidad y con el conocimiento de los gastos y mejoras que pudieran aplicarse día con día en el consumo eléctrico y tomando en cuenta el desgaste de sus trabajadores, propone la tarea de mejorar la calidad de alumbrado en sus oficinas y contribuir al ahorro de energía dentro de sus instalaciones.

1.4 Objetivo del Estudio

Determinar el nivel de Iluminación y reflexión en las áreas y puestos de trabajo, de las diversas áreas que conforman la Central Hidroeléctrica Peñitas en cumplimiento con la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo”.

1.5. Metodología; Diagrama a Bloques

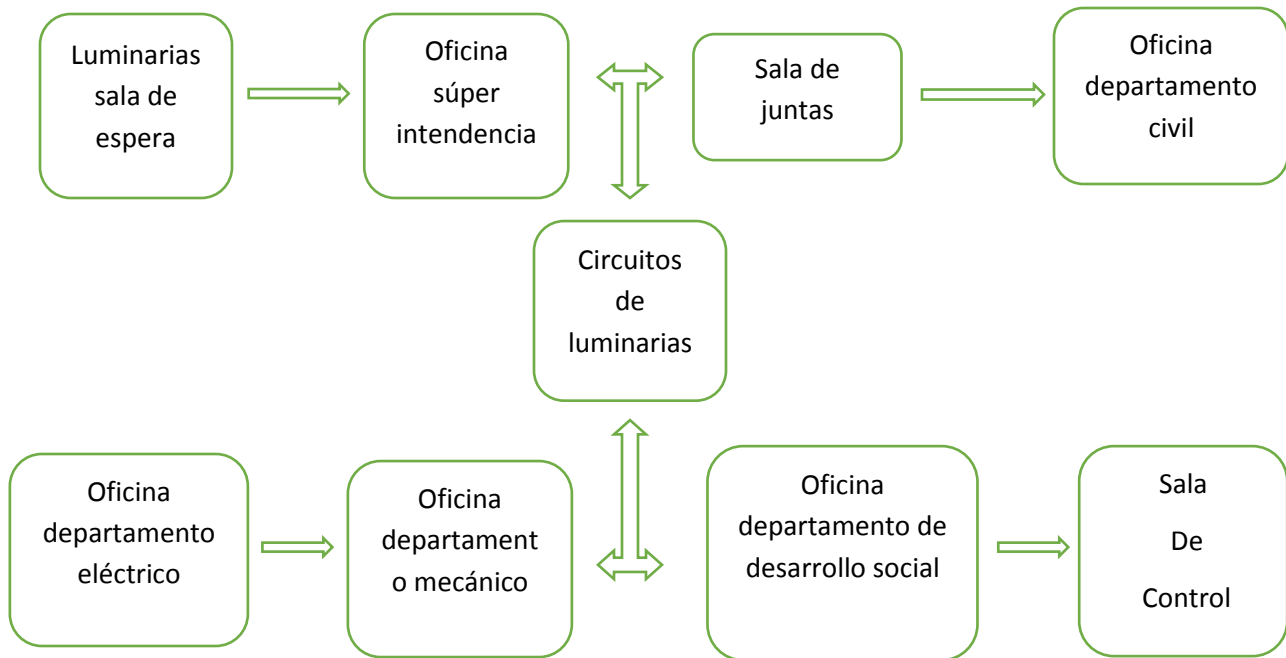


Fig.1.1 Diagrama a bloques de las áreas programadas a inspeccionar y mejorar el alumbrado.

El diagrama a bloques de la figura 1.1 nos muestra un esquema de cómo se dividen cada una de las oficinas de la C.H. Ángel Albino Corzo Peñitas. En cada una de estas se elabora un análisis detallado de la calidad lumínica que se está teniendo, en apego a la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo”, con la ayuda de un luxómetro debidamente calibrado se analizara cada uno de los espacios mencionados.

2. Fundamento Teórico

2.1 Principios Básicos de Iluminación

La iluminación en lo que respecta al área industrial debe tener presente un gran número de luminarias ya que deben abarcar espacios muy grandes y extensos, también deben poseer características distintas a luminarias convencionales o residenciales como poseer mayor potencia, brillo, incandescencia y aceptar los cambios bruscos de niveles de tensión.

Estos tipos de luminarias se crearon con el fin de facilitar los procesos producidos de distinto trabajos industriales, además de relacionar la cantidad de luz utilizada con respecto a las labores realizadas. Para esto es necesario analizar la tarea visual a desarrollar y determinar la cantidad y tipo de iluminación que proporcione el máximo rendimiento visual y cumpla con las exigencias de seguridad y comodidad.

También seleccionar el equipo de alumbrado que proporcione la luz requerida de la manera satisfactoria. La comprensión de algunos de los términos fundamentales en la tecnología de la iluminación es básica para la práctica del buen diseño. Con

este propósito, a continuación se revisan los términos y conceptos más importantes en relación a los diferentes tipos de luminarias.

Intensidad Luminosa.- Candela es la unidad de intensidad y es análoga a la presión en el sistema hidráulico. Describe la cantidad de luz en una unidad de ángulo. Esta unidad de ángulo sólido se llama steradian. Mientras la luz se aleja de la fuente, el ángulo sólido cubre un área más y más grande; pero el ángulo permanece así como la cantidad de luz que contiene. Por lo tanto, la intensidad en una dirección dada es constante independientemente de la distancia.

Iluminancia E.- La iluminancia es la cantidad de luz que incide en la unidad de área y es medida en Footcandles pies candela o luxes. Es definida por la intensidad I en candelas, dirigida hacia un punto P, dividida por el cuadrado de la distancia D de la fuente luminario a la superficie a iluminar en el área requerida de la zona de trabajo industrial, formula 2.1.

$$E = \frac{I}{D^2} \quad (2.1)$$

A medida que el área cubierta por un ángulo sólido dado se hace más grande con la distancia desde la fuente, el flujo de luz permanece igual. La densidad de iluminación de la luz en la superficie disminuye, tanto, como el inverso de la distancia al cuadrado. Esta fórmula (2.2) es válida sólo si la superficie receptora es perpendicular a la dirección de la fuente.

$$E = \frac{I \cos \theta}{D^2} \quad (2.2)$$

Luminancia L.- La luminancia, frecuentemente llamada “brillantez”, es el nombre dado a lo que vemos. “La brillantez” es una sensación subjetiva que varía de muy tenue u oscuro a muy brillante. De una forma objetiva, se refiere a ella como luminancia, definida como la intensidad en una dirección dada dividida por un área proyectada tal como la ve un observador. Se refiere a la luminancia de una de dos maneras, ya sea relacionada a una luminaria o a una superficie.

La luminancia directa o brillantez de luminario a varios ángulos de visión es un factor mayor en la evaluación de confort visual de una instalación que use esos luminarios. En general, es deseable minimizar la brillantez de luminarios con montaje de techo en los ángulos verticales altos, 60°-90°. Cuando la intensidad está en candelas, y el área proyectada está en metros, la unidad de luminancia es candelas por metro cuadrado cd/m².

Exitancia M.- Por lo general, se desea calcular la cantidad de luz reflejada en las superficies del cuarto; muchas son difusas por naturaleza y como resultado el término correcto a usar es Exitancia (M), donde: Exitancia = iluminancia x factor de reflexión $M = E \times p$ Donde E = Iluminancia en pies candela p = es el factor de reflexión de la superficie expresado como la fracción de luz reflejada sobre la luz incidente M = es la Exitancia resultante en pies candela.

Característica de la Lámpara.- El diseño de un buen sistema de iluminación es la elección de una fuente de luz, cada una con su combinación única de características operativas. Una de las pocas características de lámpara que el diseñador de iluminación debe considerar cuando escoge una fuente de luz,

deben incluir la eficacia, o lúmenes por vatio watt, color; vida de la lámpara; y depreciación de lumen de la lámpara.

A pesar de que hay cientos de lámparas en el mercado hoy en día, estas pueden ser clasificadas por construcción y características operativas: incandescente, fluorescente y alta intensidad de descarga (HID). Las lámparas HID pueden ser agrupadas en cuatro clases principales: sodio de alta presión, aditivos metálicos, mercurio, sodio de baja presión. También incluye las características de las lámparas de Leds.

Lámparas Incandescentes.- Lámparas incandescentes desde que fueran inventadas, la tecnología ha cambiado mucho produciéndose sustanciosos avances en la cantidad de luz producida, el consumo y la duración de las lámparas. Su principio de funcionamiento es simple, se pasa una corriente eléctrica por un filamento hasta que este alcanza una temperatura tan alta que emite radiaciones visibles por el ojo humano.

La Incandescencia.- Todos los cuerpos calientes emiten energía en forma de radiación electromagnética figura 2.1. Mientras más alta sea su temperatura mayor será la energía emitida y la porción del espectro electromagnético ocupado por las radiaciones emitidas. Si el cuerpo pasa la temperatura de incandescencia una buena parte de estas radiaciones caerán en la zona visible del espectro y obtendremos luz.

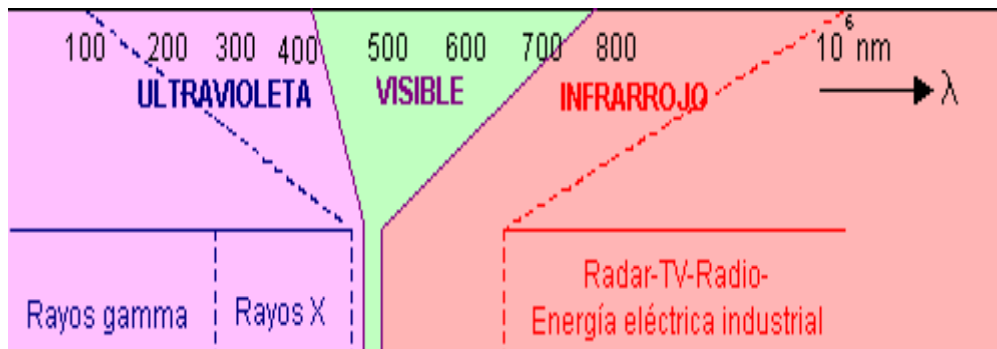


Fig. 2.1 Espectro electromagnético.

La incandescencia se puede obtener de dos maneras, ya sea sólida como una antorcha de madera, líquida como en una lámpara de aceite o gaseosa como en las lámparas de gas. La segunda es pasando una corriente eléctrica a través de un hilo conductor muy delgado como ocurre en las bombillas corrientes. Tanto de una forma como de otra, obtenemos luz y calor, ya sea calentando las moléculas de aire o por radiaciones infrarrojas.

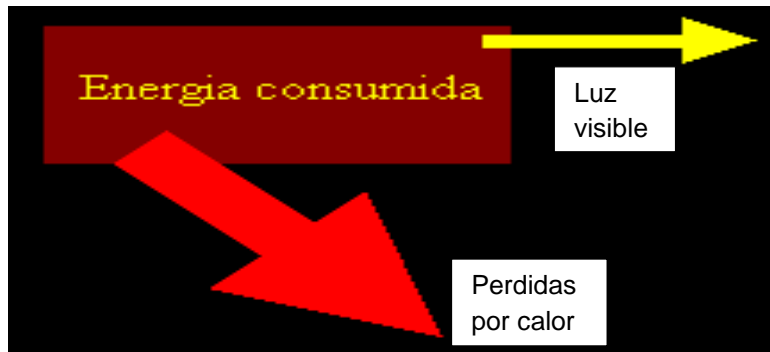


Fig. 2.2 Rendimiento de una lámpara incandescente.

En general los rendimientos de este tipo de lámparas son bajos debido a que la mayor parte de la energía consumida se convierte en calor fig.2.2. La producción de luz mediante la incandescencia tiene una ventaja adicional, y es que la luz emitida contiene todas las longitudes de onda que forman la luz visible o dicho de otra manera, su espectro de emisiones es continuo.

Características de una Lámpara Incandescente.- Entre los parámetros que sirven para definir una lámpara tenemos las características fotométricas: la intensidad luminosa, el flujo luminoso y el rendimiento o eficiencia. Además de estas, existen otros que nos informan sobre la calidad de la reproducción de los colores y los parámetros de duración de las lámparas fig.2.3.

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

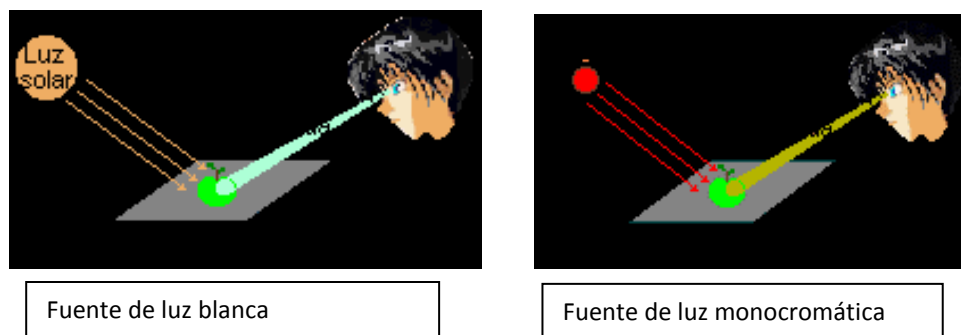


Fig.2.3 Efecto del color de la fuente sobre el color de los objetos.

Características de Duración.- La duración de una lámpara viene determinada básicamente por la temperatura de trabajo del filamento. Mientras más alta sea esta, mayor será el flujo luminoso pero también la velocidad de evaporación del

material que forma el filamento. Las partículas evaporadas, cuando entren en contacto con las paredes se depositarán sobre estas, ennegreciendo la ampolla.

De esta manera se verá reducido el flujo luminoso por ensuciamiento de la ampolla. Pero, además, el filamento se habrá vuelto más delgado por la evaporación del tungsteno que lo forma y se reducirá, en consecuencia, la corriente eléctrica que pasa por él, la temperatura de trabajo y el flujo luminoso. Esto seguirá ocurriendo hasta que finalmente se rompa el filamento. A este proceso se le conoce como depreciación luminosa.

La Vida Individual.- Es el tiempo transcurrido en horas hasta que una lámpara se estropea, trabajando en unas condiciones determinadas. La vida promedio es el tiempo transcurrido hasta que se produce el fallo de la mitad de las lámparas de un lote representativo de una instalación, trabajando en unas condiciones determinadas.

La Vida Útil.- Es el tiempo estimado en horas tras el cual es preferible sustituir un conjunto de lámparas de una instalación a mantenerlas. Esto se hace por motivos económicos y para evitar una disminución excesiva en los niveles de iluminación en la instalación debido a la depreciación que sufre el flujo luminoso con el tiempo. Este valor sirve para establecer los periodos de reposición de las lámparas de una instalación.

La Vida Media.- Es el tiempo medio que resulta tras el análisis y ensayo de un lote de lámparas trabajando en unas condiciones determinadas. La duración de las lámparas incandescentes está normalizada; siendo de unas 1000 horas para las normales, para las halógenas es de 2000 horas para aplicaciones generales y de 4000 horas para las especiales.

Factores Externos que Influyen en el Funcionamiento de las Lámparas.- Los factores externos que afectan al funcionamiento de las lámparas son la temperatura del entorno dónde esté situada la lámpara y las desviaciones en la tensión nominal en los bornes. La temperatura ambiente no es un factor que influya demasiado en el funcionamiento de las lámparas incandescentes, pero sí se ha de tener en cuenta para evitar deterioros en los materiales fabricados.

En las lámparas normales hay que tener cuidado de que la temperatura de funcionamiento no exceda de los 200 °C para el casquillo y los 370 °C para el bulbo en el alumbrado general ver fig.2.4. Esto será de especial atención si la lámpara está alojada en luminarias con mala ventilación. En el caso de las lámparas halógenas es necesaria una temperatura de funcionamiento mínima en el bulbo de 260° C para garantizar el ciclo regenerador del wolframio.

Las variaciones de la tensión se producen cuando aplicamos a la lámpara una tensión diferente de la tensión nominal para la que ha sido diseñada. Cuando aumentamos la tensión aplicada se produce un incremento de la potencia

consumida y del flujo emitido por la lámpara pero se reduce la duración de la lámpara. Análogamente, al reducir la tensión se produce el efecto contrario.

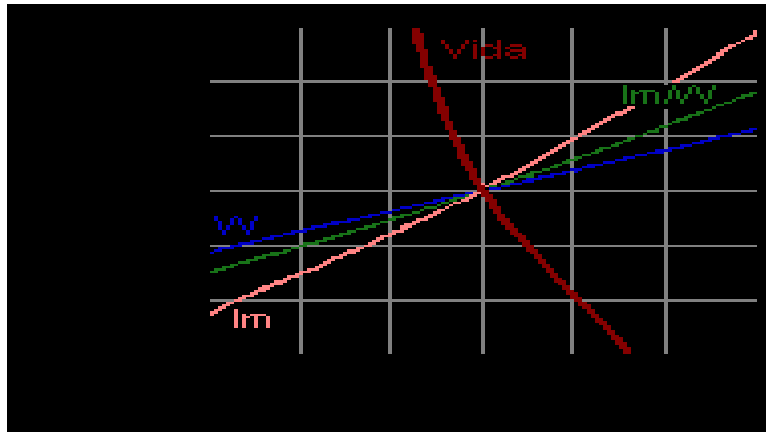


Fig.2.4 Efecto de las variaciones de tensión (%) sobre las características de funcionamiento de las lámparas incandescentes.

2.2 Tipos de Lámparas

Existen dos tipos de lámparas incandescentes: las que contienen un gas halógeno en su interior y las que no lo contienen: Lámparas no halógenas, entre las lámparas incandescentes no halógenas podemos distinguir las que se han rellenado con un gas inerte de aquellas en que se ha hecho el vacío en su interior. La presencia del gas supone un notable incremento de la eficacia luminosa de la lámpara dificultando la evaporación del material del filamento.

Las lámparas incandescentes tienen una duración normalizada de 1000 horas, una potencia entre 25 y 2000 W y unas eficacias entre 7.5 y 11 lm/W para las lámparas de vacío y entre 10 y 20 para las rellenas de gas inerte. En la actualidad predomina el uso de las lámparas con gas, reduciéndose el uso de las de vacío a aplicaciones ocasionales en alumbrado general con potencias de hasta 40 w la tabla 2.1 describe cada una.

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

Tabla 2.1 Lámparas no halógenas.

Lámparas Halógenas de Alta y Baja Tensión.- En las lámparas incandescentes normales, con el paso del tiempo, se produce una disminución significativa del flujo luminoso. Esto se debe, en parte, al ennegrecimiento de la ampolla por culpa

de la evaporación de partículas de Wolframio (Tungsteno) del filamento y su posterior condensación sobre la ampolla.

Agregando una pequeña cantidad de un compuesto gaseoso con halógenos (cloro, bromo o yodo), normalmente se usa el CH_2Br_2 , al gas de relleno consigue establecer un ciclo de regeneración del halógeno que evita el ennegrecimiento. Cuando el tungsteno se evapora se une al bromo formando el bromuro de wolframio (WBr_2). Como las paredes de la ampolla están muy calientes (más de $260\text{ }^\circ\text{C}$) no se deposita sobre estas y permanece en estado gaseoso.

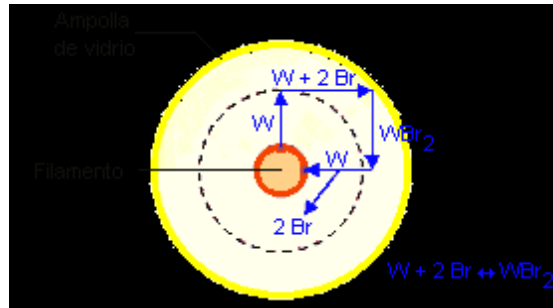


Fig. 2.5 Ciclo del halógeno.

El funcionamiento de este tipo de lámparas requiere de temperaturas muy altas para que pueda realizarse el ciclo del halógeno fig.2.5. Por eso, son más pequeñas y compactas que las lámparas normales y la ampolla se fabrica con un cristal especial de cuarzo que impide manipularla con los dedos para evitar su deterioro. Tienen una eficacia luminosa de 22 lm/W con una amplia gama de potencias de trabajo ($150\text{ a }2000\text{ W}$) según el uso al que estén destinadas.

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

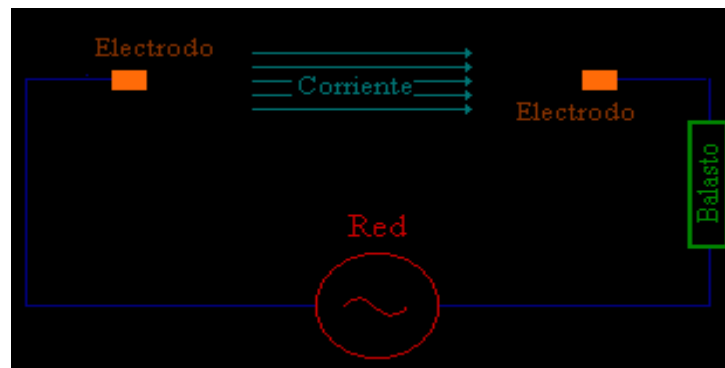


Fig.2.6 Funcionamiento de una lámpara de descarga.

En el interior del tubo, se producen descargas eléctricas como consecuencia de la diferencia de potencial entre los electrodos. Estas descargas provocan un flujo de electrones que atraviesa el gas. Cuando uno de ellos choca con los electrones de las capas externas de los átomos les transmite energía y pueden suceder dos cosas en la fig.2.6 se observa el ciclo.

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

La otra posibilidad es que el electrón no reciba suficiente energía para ser arrancado. En este caso, el electrón pasa a ocupar otro orbital de mayor energía. Este nuevo estado acostumbra a ser inestable y rápidamente se vuelve a la situación inicial. Al hacerlo, el electrón libera la energía extra en forma de radiación electromagnética, principalmente ultravioleta (UV) o visible.

Un electrón no puede tener un estado energético cualquiera, sino que sólo puede ocupar unos pocos estados que vienen determinados por la estructura atómica del átomo. Como la longitud de onda de la radiación emitida es proporcional a la diferencia de energía entre el estado inicial y final del electrón y los estados posibles no son infinitos, es fácil comprender que el espectro de estas lámparas sea discontinuo.

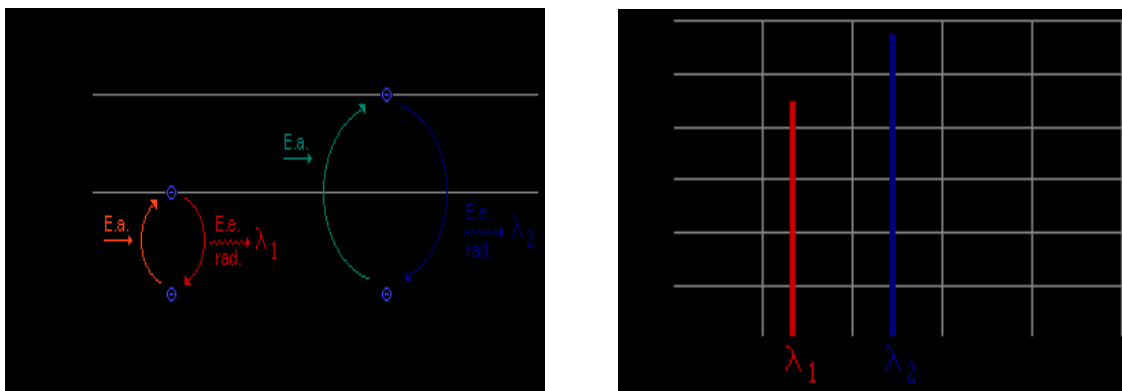


Fig. 2.7 Relación entre los estados energéticos de los electrones y las franjas visibles en el espectro.

La consecuencia de esto es que la luz emitida por la lámpara no es blanca. Por lo tanto, la capacidad de reproducir los colores de estas fuentes de luz es, en general, peor que en el caso de las lámparas incandescentes que tienen un espectro continuo. Es posible, recubriendo el tubo con sustancias fluorescentes, mejorar la reproducción de los colores y aumentar la eficacia de las lámparas convirtiendo las nocivas emisiones ultravioletas en luz visible fig.2.7.

Elementos Auxiliares.- Para que las lámparas de descarga funcionen correctamente es necesario, en la mayoría de los casos, la presencia de unos elementos auxiliares: cebadores y balastos. Los cebadores o ignitores son dispositivos que suministran un breve pico de tensión entre los electrodos del tubo, necesario para iniciar la descarga y vencer así la resistencia inicial del gas a la corriente eléctrica.

Tras el encendido, continua un periodo transitorio durante el cual el gas se estabiliza y que se caracteriza por un consumo de potencia superior al nominal. Balastos, por contra, son dispositivos que sirven para limitar la corriente que atraviesa la lámpara y evitar así un exceso de electrones circulando por el gas que aumentaría el valor de la corriente hasta producir la destrucción de la lámpara.

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

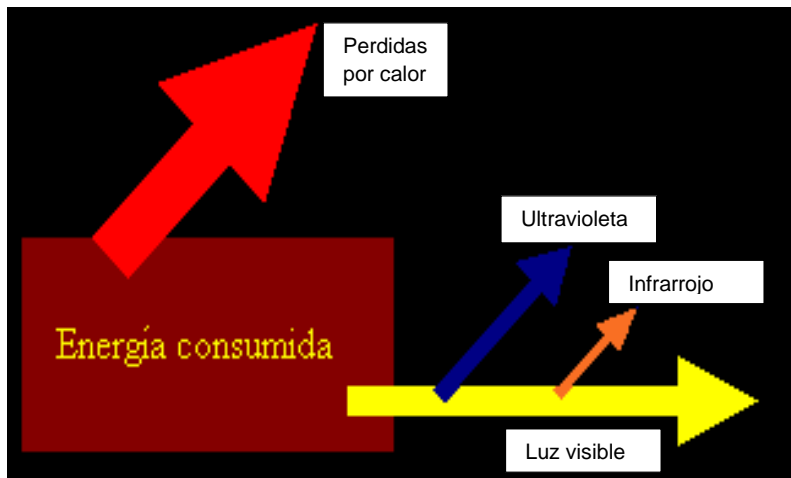


Fig. 2.8 Balance energético de una lámpara de descarga.

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

Tabla 2.2 Eficacia de las lámparas.

Características de Duración de las Lámparas.- Hay dos aspectos básicos que afectan a la duración de las lámparas. El primero es la depreciación del flujo. Este

se produce por ennegrecimiento de la superficie del tubo donde se va depositando el material emisor de electrones que recubre los electrodos. En aquellas lámparas que usan sustancias fluorescentes otro factor es la pérdida gradual de la eficacia de estas sustancias como se muestra en la fig.2.8 y la tabla 2.2.

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

Tabla 2.3 Características de duración de las lámparas.

Lámparas fluorescentes.- Las lámparas fluorescentes son lámparas de vapor de mercurio a baja presión (0.8 Pa) la tabla 2.3 muestra la vida útil. En estas condiciones, en el espectro de emisión del mercurio predominan las radiaciones ultravioletas en la banda de 253.7 Longitud de onda (nm). Para que estas radiaciones sean útiles, se recubren las paredes interiores del tubo con polvos fluorescentes que convierten los rayos ultravioletas en radiaciones, figura 2.9.

De la composición de estas sustancias dependerán la cantidad y calidad de la luz, y las cualidades cromáticas de la lámpara. En la actualidad se usan dos tipos de polvos; los que producen un espectro continuo y los trifósforos que emiten un espectro de tres bandas con los colores primarios. De la combinación de estos tres colores se obtienen una luz blanca que ofrece un buen rendimiento de color sin penalizar la eficiencia como ocurre en el caso del espectro continuo.

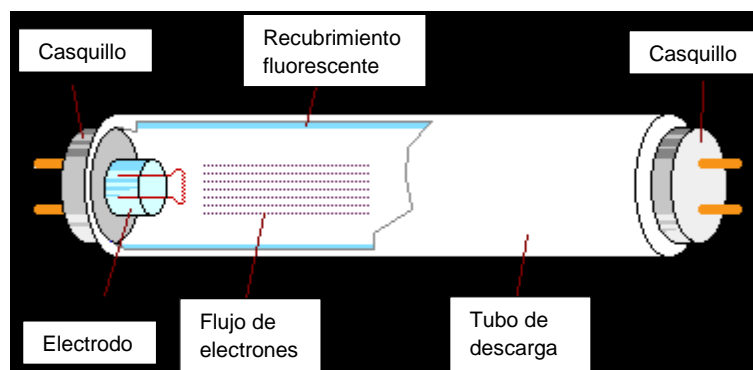


Fig.2.9 Lámpara fluorescente.

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

La eficacia de estas lámparas depende de muchos factores: potencia de la lámpara, tipo y presión del gas de relleno, propiedades de la sustancia fluorescente que recubre el tubo, temperatura ambiente. Esta última es muy importante porque determina la presión del gas y en último término el flujo de la lámpara. La eficacia oscila entre los 38 y 91 lm/W dependiendo de las características de cada lámpara, ver fig. 2.10.

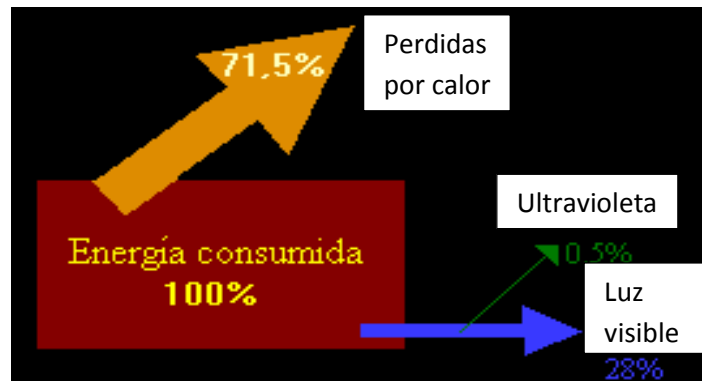


Fig.2.10 Balance energético de una lámpara fluorescente.

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

El rendimiento en color de estas lámparas varía de moderado a excelente según las sustancias fluorescentes empleadas. Para las lámparas destinadas a usos habituales que no requieran de gran precisión su valor está entre 80 y 90. De igual forma la apariencia y la temperatura de color varía según las características concretas de cada lámpara para ello se describen en la tabla 2.4.

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

Tabla 2.4 Rendimiento de color de las lámparas.

Las lámparas fluorescentes necesitan para su funcionamiento la presencia de elementos auxiliares. Para limitar la corriente que atraviesa el tubo de descarga utilizan el balasto y para el encendido existen varias posibilidades que se pueden resumir en arranque con cebador o sin él. En el primer caso, el cebador se utiliza para calentar los electrodos antes de someterlos a la tensión de arranque.

En el segundo caso tenemos las lámparas de arranque rápido en las que se calientan continuamente los electrodos y las de arranque instantáneo en que la ignición se consigue aplicando una tensión elevada. Han aparecido las lámparas fluorescentes compactas que llevan incorporado el balasto y el cebador. Son lámparas pequeñas con casquillo de rosca o bayoneta pensadas para sustituir a las lámparas incandescentes con ahorros de hasta el 70% de energía.

2.3 Luminarias

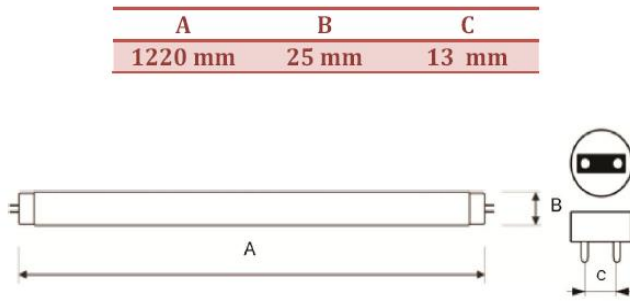
Lámpara fluorescente aurora v de 32 w clave 1337.- La tecnología aurora t-8 trabaja de dos formas para producir mejor luz y más brillantez. El tubo de menor diámetro incrementa la eficacia hasta 94 lúmenes por watt contra solo 65 de luz de día t-12 convencional sustituye lámparas de 40 y 39 watts, cumpliendo con las mejores expectativas en el ámbito de los trabajadores, la figura 2.11 muestra la descripción clara de la lámpara.

Es un hecho que nosotros deseamos ver los objetos tal como se ven bajo la luz natural del sol y el cielo. Una lámpara aurora t-8, 5000°k con un irc de 85 % ofrece la visión fría y brillante de la luz natural del día. Su luz se combina muy bien con la luz de las ventanas y proporciona excelente rendimiento de color, lo cual le da confort y bienestar al trabajador.

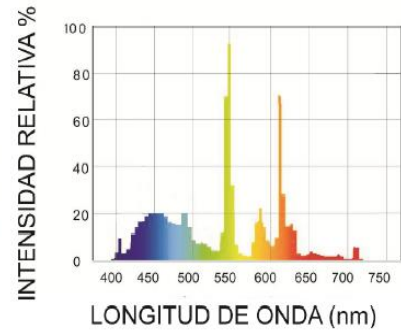


Clave	1337
Descripción	Lámpara Fluorescente Aurora V
Tipo de encendido	Arranque Instantáneo
Identificación del bulbo	T-8 (Ocho octavos de pulgada o 25 mm)
Longitud	4 pies (48 pulgadas o 1219 mm)
Potencia Nominal	32 Watts (+ - 10%)
Tipo de Cátodo	Tripe WS-6 (Watt-Saver Super Stick)
Lúmenes iniciales	3050
Forma del bulbo	Tubo recto
Temperatura de Color	5000 grados Kelvin
Índice de Rendimiento Cromático	85%
Vida media	30,000
Garantía	24 Meses
Contenido promedio de mercurio	3.5 mg
Temperatura idónea de funcionamiento	25 ° C
Identificación de la Base	Médium BiPin (Dos Pernos G13)

Dimensiones:



ESPECTRO DE COLOR AURORA V



Elaboró: Emmanuel Ramírez Álvarez
Ingeniería y Soporte

Fig. 2.11 Datos de Lámparas.



FICHA TECNICA

DURO DE MEXICO, S.A. DE C.V.
 OFICINAS CENTRALES Y DE VENTAS FORANEAS
 Av. Uno No. 498, Parq. Industrial Cartagena
 54918 Tultitlán, Edo. de México, Tel: (55) 5899 2740 Fax: (55) 5888 1466
LADA SIN COSTO: 01 (800) 400 3876
 E-mail: iluminacion@duromex.com.mx

**BALASTRO ELECTRONICO DE ALTA FRECUENCIA
 MULTIVOLTAJE Y DIMENSIONES REDUCIDAS**

PARA (1 ó 2) LÁMPARAS F32T8, (2) F25T8, (2) F17T8, (1) F40T8 Y (2) F25T12.
 TAMBIEN LÁMPARAS TIPO U, T-8 EQUIVALENTES

WATTS LAMPARA	LAMPARAS		VOLTS	WATTS DE ENTRADA	AMPERES NOMINALES DE LINEA	FACTOR DE POTENCIA	FACTOR DE BALASTRO	FACTOR DE EFICACIA DE BALASTRO	DISTORSION TOTAL DE ARMONICAS
	TIPO	#							TOTAL
32	F32T-8	2	120	59	0.50	>.98	.88	1.49	< 10%
32	F32T-8	2	277	58	0.25	>.98	.88	1.52	< 10%
32	F32T-8	1	120	36	0.33	>.98	1.05	2.89	< 10%
32	F32T-8	1	277	36	0.16	>.95	1.05	2.92	< 15%
25	F25T-8	2	120	48	0.41	>.98	.90	1.88	< 10%
25	F25T-8	2	277	48	0.21	>.95	.90	1.88	< 15%
17	F17T-8	2	120	34	0.32	>.98	.91	2.68	< 10%
17	F17T-8	2	277	34	0.16	>.95	.91	2.68	< 15%
40	F40T-8	1	120	45	0.37	>.98	1.03	2.31	< 15%
40	F40T-8	1	277	44	0.18	>.90	1.03	2.36	< 15%
25	F25T12	2	120	46	0.41	>.98	.92	2.00	< 10%
25	F25T12	2	277	45	0.17	>.95	.92	2.04	< 15%

*DATOS MEDIDOS A 60 Hz.

CLAVE: 2758

- * **VOLTAJE DE LINEA:** 108-305 VOLTS C.A.
- * **ARRANQUE INSTANTÁNEO EN PARALELO**

- * **OPERACION DE LAS LAMPARAS EN PARALELO**
- * **CORRECCION ACTIVA DEL FACTOR DE POTENCIA**

SEGURIDAD

- NO PCB'S
- UL (CLASE-P, TIPO 1, INTEMPERIE)
- CERTIFICADO CSA

NORMAS:

- ANSI C82.11- 1993
- ANSI C62.41- 1991
- FCC PARTE 18 (CLASE A) PARA EMI Y RFI
- CSA 654 PARA BALASTROS DE ALTA EFICIENCIA

APLICACIONES

- * **TEMPERATURA MINIMA DE ENCENDIDO** 0°F, -18°C
- * **MAXIMA TEMPERATURA AMBIENTE:** 105°F, 40°C
- * **RANGO DE SONIDO:** A+ (<26 DECIBELES)
- * **MONTAJE REMOTO:** 5.50 MTS. CON CONDUCTOR 18AWG

MEDIDAS

LARGO:	24	CMS
ANCHO:	3.8	CMS
ALTO:	2.5	CMS
PESO:	½	KG

LONGITUD DE LOS CABLES

BLANCO, NEGRO	64	CMS
ROJO	122	CMS
AZUL	79	CMS

GARANTIA: 3 AÑOS INSTALADA Y USADA EN CONDICIONES NORMALES DE USO INDICADAS
* **EL BALASTRO DEBE ESTAR CONECTADO A TIERRA FISICA**
VOLTAJE PELIGROSO: DESCONECTAR TODA ENTRADA DE ENERGIA ANTES DE INSTALAR O CAMBIAR LAS LÁMPARAS

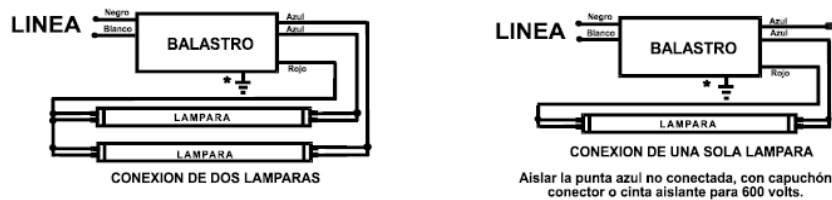


Fig. 2.12 Datos de Balastos.

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. A nivel de óptica, la luminaria es responsable del control y la distribución de la luz emitida por la lámpara. Es importante, que en el diseño de su sistema óptico se cuide la forma y distribución de la luz, ver fig. 2.12.

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 tal como se ve en la fig. 2.13 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.

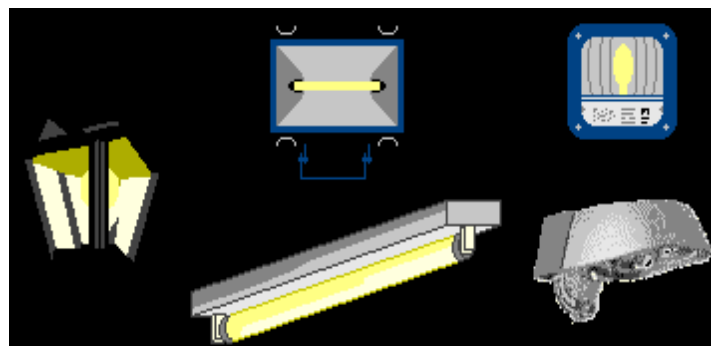


Fig. 2.13 Ejemplo de Luminarias.

Clasificación Según las Características Ópticas de la Lámpara.- Dentro de la fig. 2.14 se aprecia una primera manera de clasificar las luminarias, es según el porcentaje del flujo luminoso emitido por encima y por debajo del plano horizontal que atraviesa la lámpara. Es decir, dependiendo de la cantidad de luz que ilumine hacia el techo o al suelo. Según esta clasificación se distinguen seis clases.

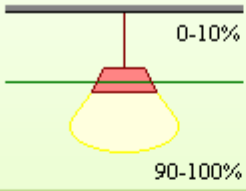
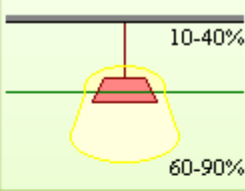
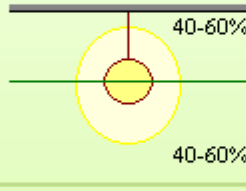
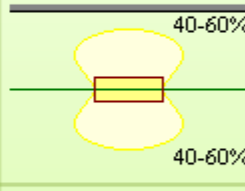

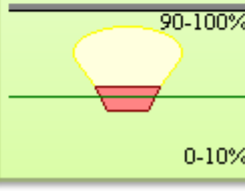
Directa		Semi-directa	
General difusa		Directa-indirecta	
Semi-indirecta		Indirecta	

Fig.2.14 Clasificación centro de investigación en energía (CIE) según la distribución de la luz.

Otra clasificación posible es atendiendo al número de planos de simetría que tenga el sólido fotométrico, fig. 2.15. Así, podemos tener luminarias con simetría de revolución que tienen infinitos planos de simetría y por tanto nos basta con uno de ellos para conocer lo que pasa en el resto de planos con dos planos de simetría (transversal y longitudinal) como los fluorescentes y con un plano de simetría (el longitudinal) como ocurre en las luminarias de alumbrado diario.

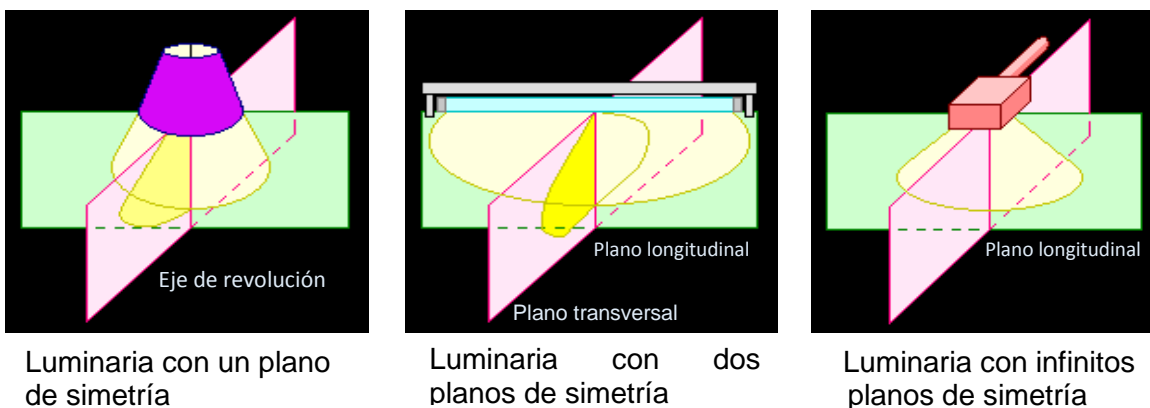


Fig. 2.15 Plano de simetría de las luminarias.

3. Desarrollo

3.1 Niveles de Reflexión

Los niveles de reflexión a analizar dentro de un área de trabajo están dados por la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo”, norma que rige estrictamente los niveles luminarios que una oficina de trabajo debe tener, para mantener un ambiente de trabajo cómodo y evitar el desgaste mayor de los trabajadores, ver tabla 3.1.

Tarea visual del puesto de trabajo	Área de trabajo	Niveles mínimos de iluminación (lux)
En exteriores : distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos	Áreas generales exteriores: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Áreas generales interiores: almacenes de poco movimiento, pasillos, escalera , estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén ; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual. Recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Áreas de servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho , casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailera.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas .	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500

procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.		
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas y acabado con pulidos finos.	Áreas de proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulido fino	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Procesos de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: De bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados; Exactas, muy prolongadas, y Muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño.	2,000

Tabla 3.1 Niveles Mínimos de Iluminación.

concepto	Niveles máximos permisibles de reflexión kf (%)
Plano de trabajo	50
Paredes	60

Tabla 3.2 Niveles Máximos Permisibles del Factor de Reflexión.

Para la evaluación de las áreas de Trabajo se toma como referencia la metodología indicada en la "NOM-025-STPS-2008", llevando a cabo las siguientes actividades: Para el reconocimiento de las Áreas y puestos de Trabajo; Se recaba la información técnica y administrativa que permite seleccionar los puntos de medición para evaluar el nivel de iluminación, apegado a los niveles máximos y mínimos permisibles del factor de reflexión, ver fig. 3.2.

Plano de distribución de áreas, luminarias y equipo, Descripción del proceso de trabajo, Descripción de los puestos de trabajo, número de trabajadores. Para la evaluación de los niveles de iluminación; se procede como se indica en el

apéndice “A” de la NOM-025-STPS-2008 y se tomaron las lecturas por cada puesto y plano de trabajo en hojas de campo.

Evaluación de los Niveles de Reflexión; se procede como se indica en el apéndice “B” de la NOM-025-STPS-2008 y se toman las lecturas por cada puesto y plano de trabajo en hojas de campo. Se realiza la toma de lecturas utilizando el equipo de medición de intensidad luminosa “luxómetro” y se registra en las hojas de campo, posteriormente se efectúa la comparación de los niveles de Iluminación y Reflexión obtenidos.

Con respecto a la **Tabla 3.1** (Niveles Mínimos de Iluminación) y **Tabla 3.2** (Niveles Máximos Permisibles del Factor de Reflexión) de la NOM-025-STPS-2008, a fin de identificar las áreas de oportunidad en las áreas de trabajo con respecto a los niveles mínimos de iluminación y máximos de reflexión, para poder implementar medidas de control, en beneficio y confort a los trabajadores.

Equipo y Material
Luxómetro digital
Marca: Lutrón
Modelo: LX-1108
Serie: Q120719
Fecha de calibración: 30 abril 2014
Hojas de Campo

Tabla 3.3 Equipo.

Para efectuar la medición de los niveles de Iluminación y Reflexión, se utiliza un luxómetro debidamente calibrado para no cometer errores ya que es el instrumento de medición que permite medir simple y de forma rápida la iluminación real y no subjetiva de un ambiente laboral, en la figura 3.3 se muestran los datos de calibración del luxómetro a utilizar. Lo que lo hace apropiado para la puesta en marcha de este trabajo.

3.2 Ahorro Energético Instalando Balastos Electrónicos

La mayor parte de los sistemas de iluminación presentes dentro de la C.H Peñitas no cuenta con un control apropiado, que le permita ahorrar parte de la energía destinada para sus lámparas. Haciendo de ello un gasto extra cuando no se le requiere su uso, es decir que el gasto energético es igual cuando están o no presentes sus colaboradores. Haciendo un mal uso de energía eléctrica y por ende aumenta el gasto de dicho servicio aun cuando no se le requiera del todo.

La selección de lámparas correspondientes, que conforman una Central Hidroeléctrica son muy variadas; esto se debe a que cada tipo de lámpara proyecta una luz distinta al lugar donde se le requiere; como lo puede ser para el área de operadores donde hay estantes con cableado de los generadores, el tipo

de iluminación dista mucho a la correspondiente a una oficina donde no se requiere estar iluminado las 24 hrs del día.

Para crear un control en el gasto energético se propone, después de analizar el alumbrado de la central peñitas, un sistema que permita el ahorro energético destinado a iluminación de un centro de trabajo. Un control de ajuste de nivel lumínico permitido apegado a la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, “Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo” para lograr el confort, y ahorro energético dentro de la central.

Diseñar un balastro electrónico que permita apagarse mientras no se requiera y regular automáticamente la intensidad luminosa de una lámpara fluorescente de manera inteligente, para mejorar el ahorro de energía y el nivel de Iluminación y reflexión en las áreas y puestos de trabajo, que conforman la Central Hidroeléctrica Peñitas en cumplimiento con la NOM-025-STPS-2008 “**Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo**” ver figura 3.1.

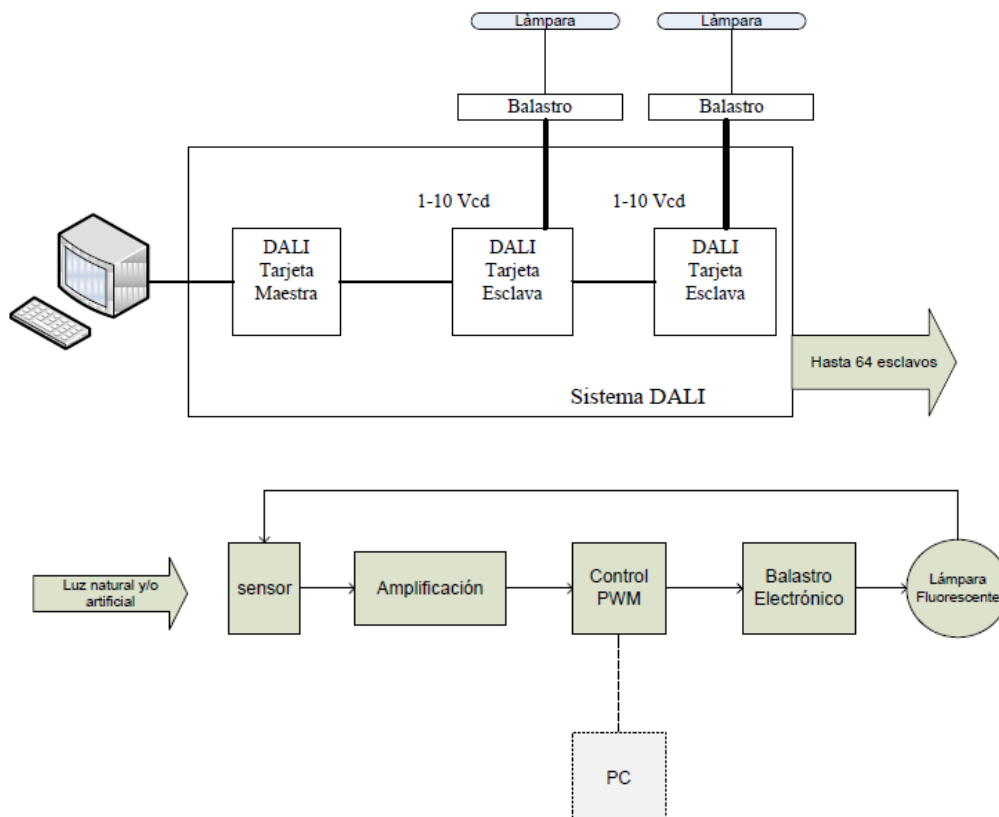


Fig.3.1 Diagrama de la composición de un balastro inteligente.

Sensor foto emisivos: son sensores construidos especialmente con diodos de tubo al vacío los cuales generan una corriente I que es proporcional a la intensidad de la fuente de la luz que actúa sobre su superficie sensible. Los sensores foto emisivos se clasifican en dos categorías: tubos fotoeléctricos y tubos fotomultiplicadores. Estos dispositivos se basan en el efecto fotoeléctrico para su operación.

Amplificación: en este caso la amplificación la usamos con la finalidad de ampliar o aumentar la corriente que proporciona el sensor conectado a la fotocelda, este se encarga de enviar la información de procesamiento al control que se está usando, en este caso PWM instalado dentro de una pc con la que distribuimos la información al balastro.

Control PWM: La modulación por ancho de pulsos (también conocida como PWM, siglas en inglés de *pulse-width modulation*) es la señal o fuente de energía técnica en la que se modifica el ciclo de trabajo de la señal periódica, recibida para transmitir información a través del canal de comunicaciones usado para controlar la cantidad de energía que se envía a la carga.

Balastro electrónico: son diseñados para un voltaje de corriente alterna de alta frecuencia que va de los 20 a los 30 kHz. A esta frecuencia, las lámparas fluorescentes operan con mayor eficiencia. Contando con la mejora de la eficacia del balastro obtienen ventajas adicionales en las instalaciones entre ellas cero perdidas por calor debida que operan a temperatura ambiente.

Lampara fluorescente: Es de las mas usadas en los sistemas de iluminacion, parecida ala lampara incandescente, podemos encontrar diferentes tamaños ,tipos, potencias, formas, colores, voltajes de alimentacion, y diseños de aplicacionespecifica la mas comun es la de precalentamiento que es un tipo de catodo de calentamiento consistente de un tubo de vidrio sellado,que contiene una mezcla de gas inerte y vapor de mercurio.

Pc: el sistema se conecta ala pc personal u en el area de control donde el mismo operador dentro de la central pueda encargarse de acceder a ela y activar o desactivar la luz de las diferentes areas en los momentos que esta se encuentre con personal oh vacia sin necesidad de estar pasando por cada una de las areas, dentro de las oficinas de trabajo.

Características de las Lámparas Fluorescente.- tamaño: las lámparas lineales de tubo son de tamaño grande, por lo tanto, se requiere una luminaria grande para sostenerla. El accesorio de iluminación también cubre al balastro. La concentración y el control de luz exacta son difíciles de implementar para una fuente tubular, las lámparas fluorescente generalmente se aplican para la iluminación de áreas general.

Eficiencia: es mucho mayor que la de una lámpara incandescente. Entre el 16 y 20% de la energía que es suministrada llega a ser luz visible, el resto de la energía es convertida en calor y una pequeña cantidad de energía luz ultravioleta. Esto sin tomar en cuenta la energía que se pierde en el balastro el cual convierte la energía en calor. De hecho una de las funciones del accesorio que acompaña a la lámpara es compensar la pérdida de calor debido al balastro.

Eficacia: en el área profesional de la iluminación no se usa término eficiencia cuando se hace referencia a la salida que proporciona la lámpara. En lugar de eso utilizan el término eficacia como medida en lúmenes por watt de potencia. Esta es una medida de cuánta energía de entrada es convertida en luz visible. Pero esta es expresada en términos de iluminación.

Duración: las lámparas fluorescentes tienen una excepcional duración sin embargo es afectada por el número de veces en que la lámpara se enciende y apaga, la conmutación tiende a desgastar el cátodo. Una lámpara fluorescente promedio encendida continuamente durará por más de 30,000 horas, por tres horas de encendido de encendido por comienzo, esta durará 18,000 horas.

Debido a la potencia disipada por el efecto Joule, para equipos de mayor potencia se utilizan reactancias inductivas. Un inductor perfecto no generaría pérdidas por efecto Joule, limitando la corriente a través del inductor sin generar rendimientos más bajos. En realidad, un inductor tiene cierta resistencia interna, y consecuentemente las pérdidas por efecto Joule se minimizan pero no se eliminan.

Un inductor es utilizado en los balastos para proporcionar las adecuadas condiciones de arranque y funcionamiento eléctrico para alimentar una lámpara fluorescente, lámpara de neón o de descarga de alta intensidad (HID). Las ventajas de este sistema es que su reactancia limita la potencia disponible a la lámpara con pérdidas de potencia mínimas en el inductor y que el pico de tensión que se produce cuando la corriente que pasa a través del inductor es rápidamente interrumpida.

Sensores de Luz.- En la figura siguiente se muestra el espectro de respuesta aproximado de algunos sensores de luz de estado sólido utilizados en el área electrónica. El tipo de sensor seleccionado para un propósito dado es determinado en parte por la respuesta espectral requerida para una aplicación específica dentro del ramo eléctrico o electrónico, fig. 3.2.

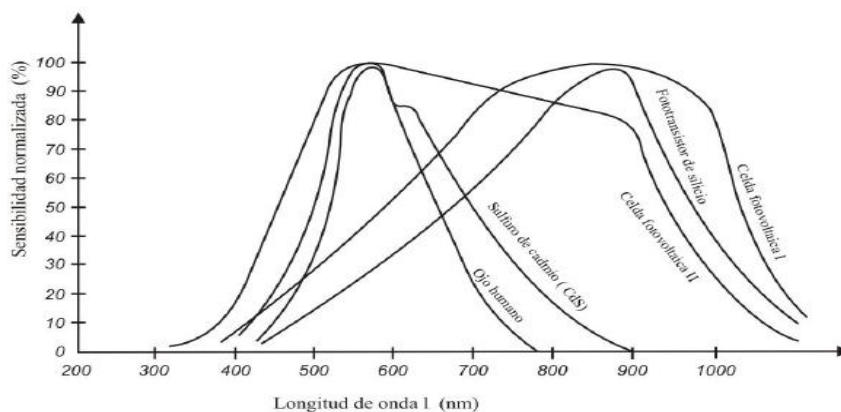


Fig.3.2 Respuesta espectral de diferentes sensores de luz.

El LDR light-dependent resistor, resistor sensible a la luz.- La resistividad de algunos materiales depende de la intensidad de luz incidente, efecto resistivo. Un resistor de material semejante es el resistor dependiente de luz LDR o también conocido como foto resistor. La sensibilidad a la luz depende de la longitud de onda de esta, y es mayor a 680nm, luz roja. El LDR no opera por debajo de los 400nm y arriba de los 850nm.

La resistencia aparece con valor finito: esta se conoce como resistencia oscura del LDR la cual puede ser mayor que 10mΩ. La resistencia clara es usualmente

definida como la resistencia de una intensidad de 1000lux: esta puede variar de 30 a 300Ω para diferentes tipos. Los foto resistores cambian su valor de resistencia lentamente, ver fig. 3.3. El tiempo de respuesta de oscuro a claro es de 10 ms, de claro a oscuro la resistencia varia cerca de 200kΩ/s.

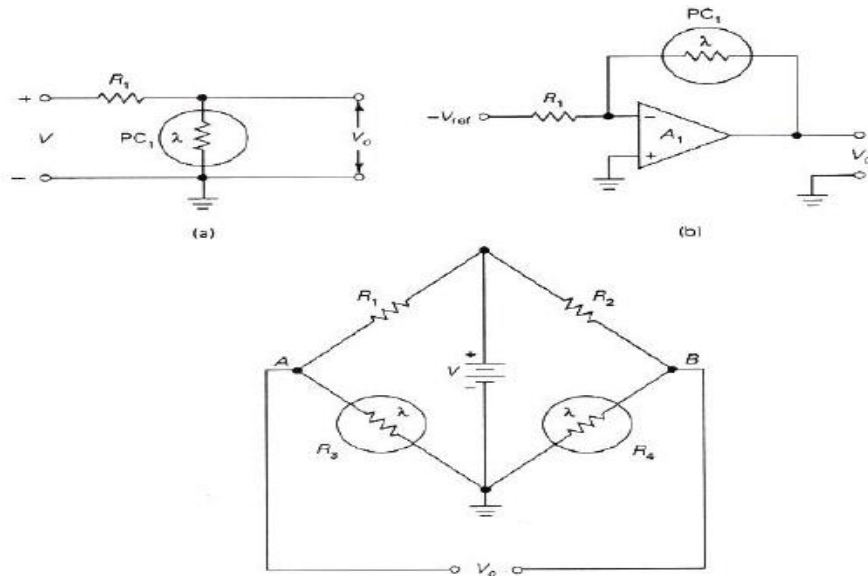


Fig.3.3 Circuito con foto resistor.

Celdas Fotovoltaicas.- Una celda fotovoltaica es un dispositivo en el cual se genera una diferencia de potencial eléctrica y así se hace fluir una corriente en un circuito externo por la incidencia de luz sobre su superficie. Las celdas fotovoltaicas se construyen con un disco de metal recubierto con una capa de óxido de cobre a su vez está cubierto con una capa semitransparente que deja pasar la luz y colecta los electrones emitidos.

os.

Existen celdas similares hechas de selenio. En la celda de selenio una capa de selenio fotosensible es cubierta en una placa de hierro, acero o aluminio. En ambas forma de celdas fotovoltaicas de metal el delgado aislante forma una capa de barrera. Cuando la luz ilumina la capa de barrera, los fotones incidentes de luz son absorbidos y en el proceso los electrones son emitidos.

La existencia de electrones libres causa una diferencia de potencial que aparece a través de la capa de barrera con el resultado que el selenio es el lado negativo, mientras que la película delgada transparente de metal es el lado positivo. La celdas de selenio producen una salida de 0.2 a 0.6 v cd, y 0.45 v cd debajo de los 2000 pies-candelas de iluminación.

4. Resultados y Conclusiones

4.1 Resultados

Con la ayuda del luxómetro debidamente calibrado y apegado a las condiciones de iluminación se tomaron las medidas en cada una de las instalaciones dentro de las Oficinas de Súper Intendencia, lo que nos ayudó a conocer las condiciones de

luz de esta área. Los resultados se muestran en la tabla 4.1 y con ello se concluye el cumplimiento irregular de las condiciones de iluminación en esta área de trabajo.

Punto de medición	Ubicación	nivel de iluminación encontrado (lux)	nivel mínimo de iluminación (tabla 1 nom-025-stps 2008) (lux)	cumple con la norma
1.	sala de espera	98.8	300	No
2.	secretaria superintendencia	68.4	300	No
3.	Impresora	60.8	200	No
4.	oficina superintendente p.c.	359.1	300	Si
5.	escritorio superintendente	566.2	300	Si
6	sala de juntas	397.1	300	Si
7.	sala de juntas	372.4	300	Si
8	sala de juntas	347.7	300	Si
9.	sala de juntas	395.2	300	Si
10.	departamento civil	240.4	300	No
11.	departamento civil	481.7	300	Si
12.	departamento civil	118.8	300	No
13.	departamento eléctrico	216.6	300	No
14.	jefe del departamento eléctrico	375.3	300	Si
15.	jefe del departamento eléctrico	408.5	300	Si
16.	departamento mecánico	114.0	300	No
17.	jefe del departamento mecánico	60.8	300	no
18.	jefe del departamento mecánico	67.5	300	no
19.	secretaria superintendencia	137.8	300	No
20.	Impresora	76.0	200	No
21	Secretaria	90.3	300	No
22.	departamento de desarrollo social	133.0	300	no
23.	departamento de desarrollo social	394.3	300	si
24.	Copiadora	103.6	200	No
25.	departamento de control	185.3	300	No
26.	departamento de control	258.4	300	No
27.	departamento de control	178.6	300	No
28.	departamento de control	272.7	300	No

Tabla 4.1 Nivel de iluminación (lux) por puestos de trabajo de la central hidroeléctrica ángel albino corzo (peñitas).

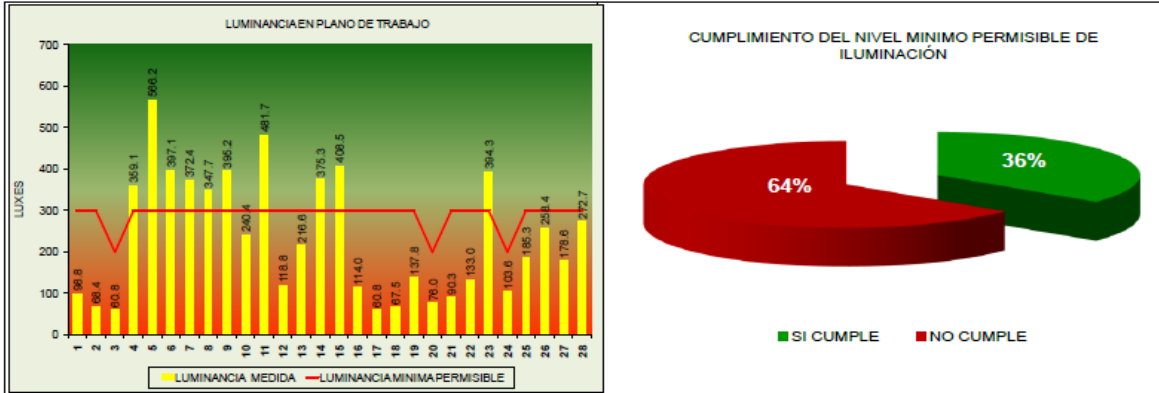


Fig. 4.1 grafica de condiciones de iluminación.

Las gráficas de la figura 4.1 muestran los valores registrados en marcando el grado de cumplimiento del Nivel Mínimo de Iluminación Permisible en plano de trabajo del área, de acuerdo a lo establecido en la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo”, se observa un cumplimiento del 36% .

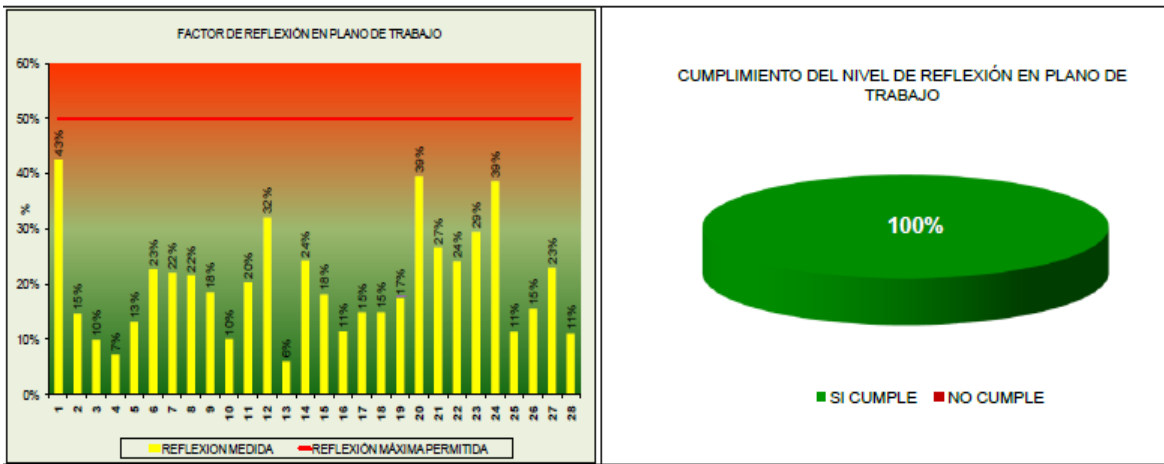


Fig. 4.2 factores de reflexión.

En cuanto al Factor de Reflexión K_f en Plano de Trabajo, la figura 4.2 muestra los valores graficados, obtenidos en la medición de acuerdo a la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo”, donde se obtuvo un 100% de cumplimiento con los niveles máximos permisibles de reflexión ópticos.

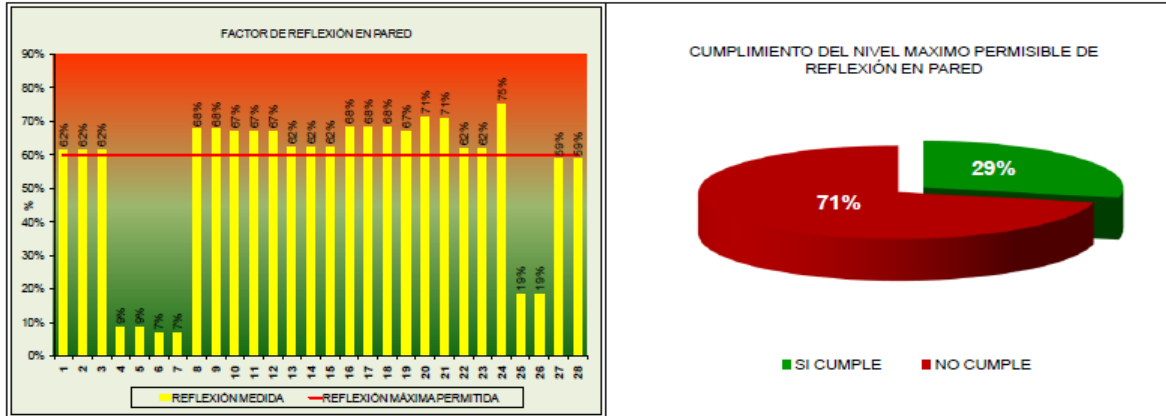


Fig. 4.3 Factor de reflexión en pared.

Las Gráficas de la figura 4.3 muestran los valores obtenidos para el Factor de Reflexión K_f en Pared, según los requerimientos de la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo”, donde se obtuvo un 29 % de cumplimiento.

Punto de medición	ubicación	nivel de iluminación encontrado (lux)	nivel mínimo de iluminación (tabla 1 nom-025-stps 2008) (lux)	cumple con la norma
29.	Superintendencia de producción pc	87.4	300	No
30.	Superintendencia de producción pc	154.9	300	No
31.	Sala de reunión	191.9	300	No
32.	Departamento de seguridad industrial	115.9	300	No
33.	Departamento de seguridad industrial	250.8	300	No
34.	Departamento de seguridad industrial	202.4	300	No
35.	Departamento de protección y medición	100.7	300	No
36.	Departamento de protección y medición	127.3	300	No
37.	Departamento de protección y medición	205.2	300	No
38.	Departamento de informática	230.9	300	No
39.	Departamento de informática	238.5	300	No
40.	Departamento de informática	124.5	300	No

Tabla 4.2 Continuación oficinas superintendencia general.

A continuación se obtienen las medidas de reflexión dentro del resto de las áreas de las oficinas de súper intendencia, se toman los diferentes puntos de trabajo desde iluminación dentro del plano de trabajo hasta el cumplimiento de nivel de reflexión en pared apegado a la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo”, se observa un incumplimiento del 100%, tabla 4.2.

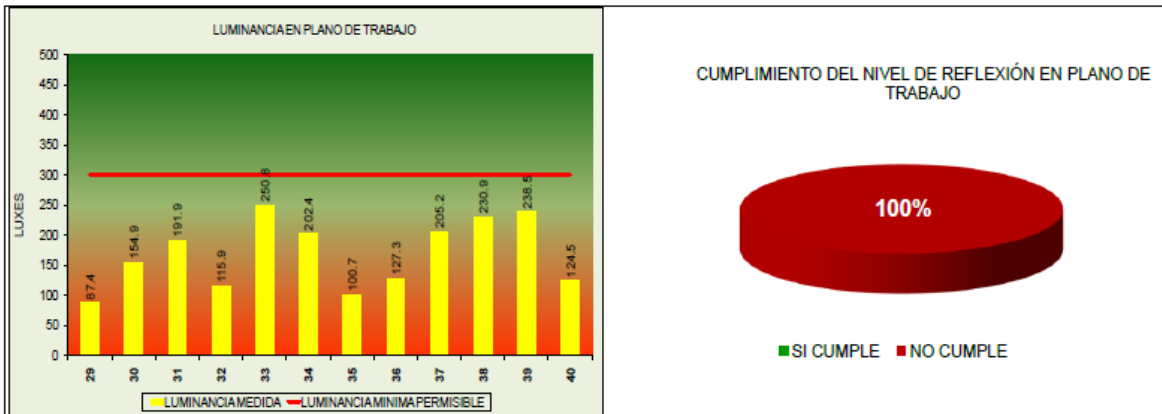


Fig. 4.4 Iluminación de plano de trabajo.

En las Gráficas de la figura 4.4 se muestran los valores y el grado de cumplimiento del Nivel Mínimo de Iluminación Permisible en plano de trabajo del área, de acuerdo a lo establecido en la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo”, se observa un incumplimiento del 100%.

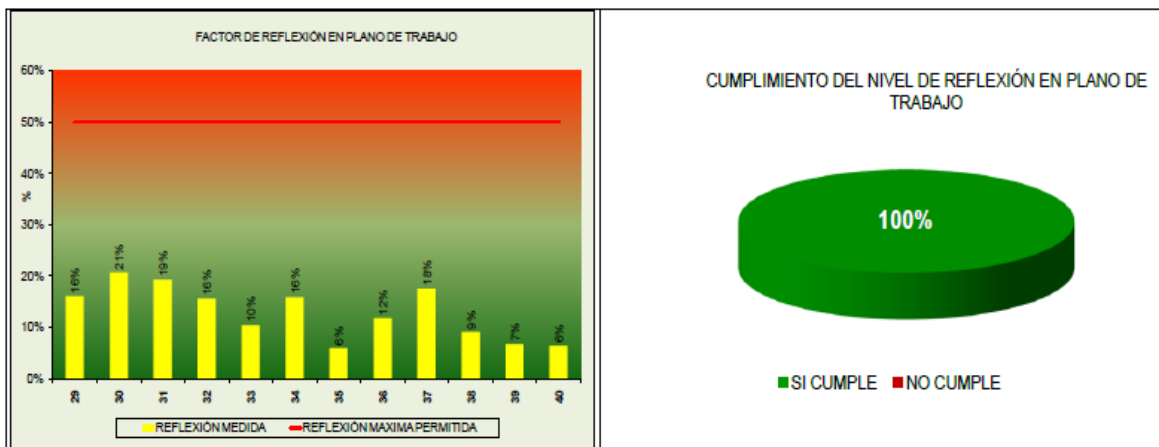


Fig. 4.5 Cumplimiento del factor k_f .

En cuanto al Factor de Reflexión k_f en Plano de Trabajo, las Gráficas de la figura 4.5 muestran los valores obtenidos en la medición de acuerdo a la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo”, donde se obtuvo un 100% de cumplimiento con los niveles máximos permisibles de reflexión.

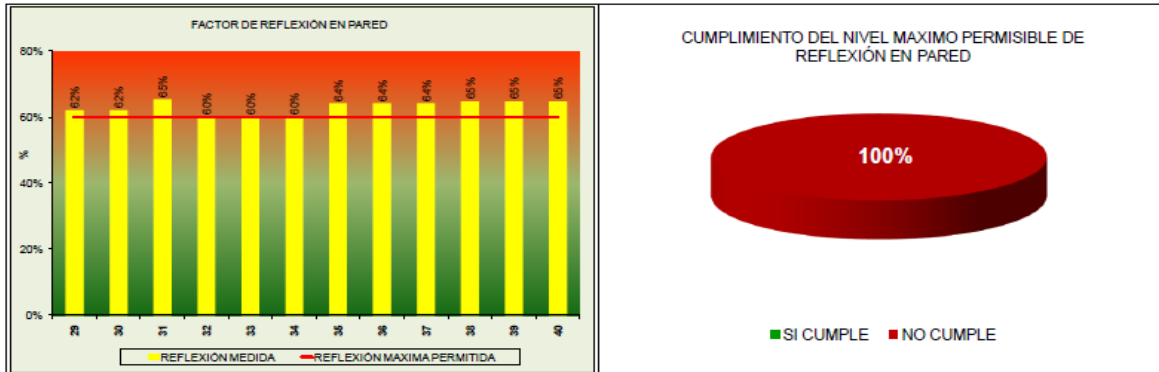


Fig. 4.6 factor de reflexión kf.

Las Gráficas incluidas en la figura 4.6 hacen mención de los valores obtenidos para el Factor de Reflexión Kf en Pared, según los requerimientos de la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo”, donde se obtuvo un 100 % de incumplimiento.

En apego a los resultados obtenidos en cada una de las oficinas se toman los listados formando una tabla en la que se registran los datos de cada uno de los lugares que cumplen o no con la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo”, donde se obtuvo un 100 % de incumplimiento, y se obtiene el grado de luminosidad con la que este cuenta, la tabla 4.3 hace referencia a los resultados obtenidos.

Punto de medición	Ubicación	nivel de iluminación encontrado (lux)	nivel mínimo de iluminación (tabla 1 nom-025-stps 2008) (lux)	cumple con la norma
41.	site	242.3	200	Si
42.	secretaria de tesorería	176.7	300	No
43.	secretaria de tesorería	166.3	300	No
44.	Tesorería	69.4	300	No
45.	tesorería	120.7	300	No
46.	secretaria del administrador	109.3	300	No
47.	secretaria del administrador	69.4	300	No
48.	jefe de administración	73.2	300	No
49.	jefe de administración	125.4	300	No
50.	secretaria de personal	191.9	300	No
51.	secretaria de personal	160.6	300	No
52.	departamento de personal p.c	131.1	300	No
53.	departamento de personal p.c	228.0	300	No

54.	secretaria de personal	176.7	300	No
55.	impresora	153.0	200	No
56.	archivo	147.3	100	Si

Tabla 4.3 Continuación de las oficinas de superintendencia general.

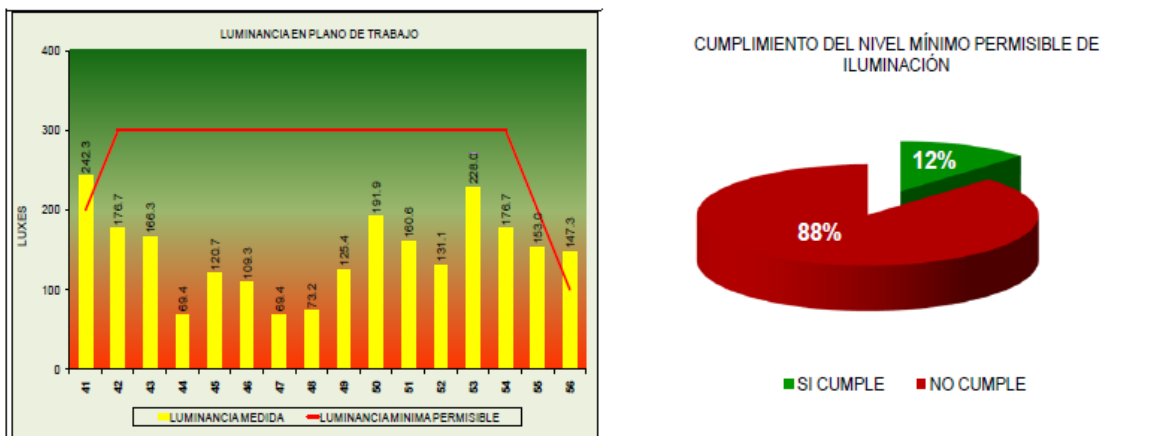


Fig. 4.7 Nivel de iluminación permisible.

En las Gráficas de la figura 4.7 se muestran los valores y el grado de cumplimiento del Nivel Mínimo de Iluminación Permisible en plano de trabajo del área, de acuerdo a lo establecido en la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo”, se observa un cumplimiento del 12 %.

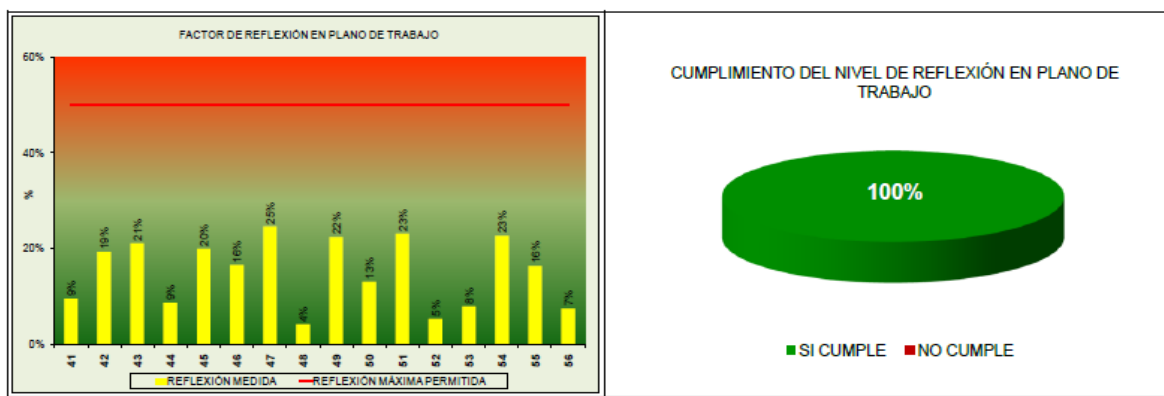


Fig. 4.8 Factor k_f .

En cuanto al Factor de Reflexión K_f en Plano de Trabajo, la figura 4.8 muestra los valores obtenidos en la medición de acuerdo a la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo”, donde se obtuvo un 100% de cumplimiento con los niveles máximos permisibles de reflexión.

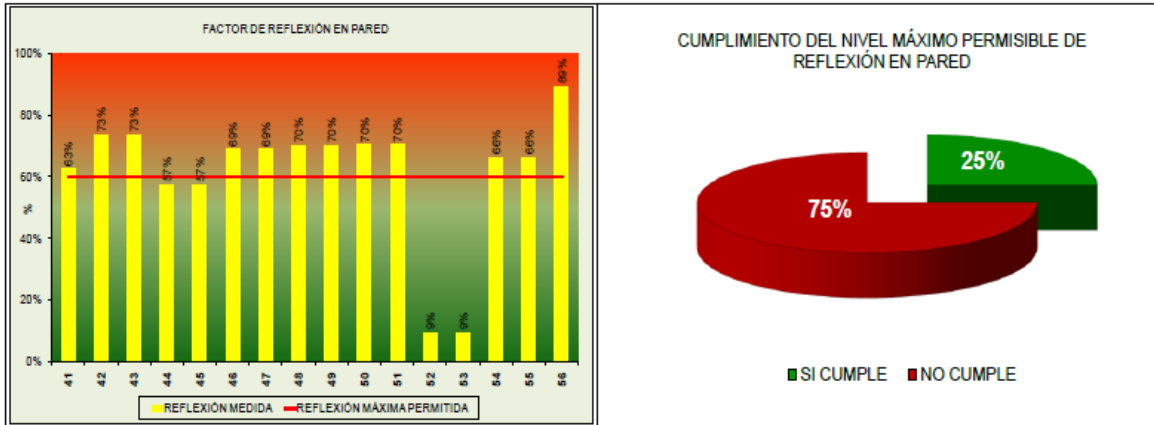


Fig. 4.9 Factor de reflexión.

Las Gráficas integradas en la figura 4.9 muestran los valores obtenidos para el Factor de Reflexión K_f en Pared, según los requerimientos de la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo”, donde se obtuvo un 25 % de cumplimiento.

Punto de medición	Ubicación	nivel de iluminación encontrado (lux)	nivel mínimo de iluminación (tabla 1 nom-025-stps 2008) (lux)	cumple con la norma
57.	Escritorio	596.6	200	Si
58.	pantallas de monitoreo de control	866.4	200	Si
59.	tablero It 93920	993.7	200	Si
60.	tablero It 9393	804.7	200	Si
61.	tablero It 9397	876.9	200	Si
62.	tablero It 73900	62.7	200	No
63.	multimedidor oph-gen neta u-4	89.3	200	No
64.	multimedidor oph-gen bruta u-4	150.1	200	No
65.	multimedidor oph-gen neta u-2	116.9	200	No
66.	multimedidor oph-gen neta u-1	93.1	200	No
67.	multimedidor oph-cto-4010	99.8	200	No
68.	tableros de control-451 dag u4	118.8	200	No
69.	tablero de control-451 dag u-3	65.6	200	No
70.	tablero de control-451 dag u-2	315.4	200	Si
71.	tablero de control-300 g u1	61.8	200	No
72.	tablero sincronizador u-4	198.6	200	No
73.	interruptor banco de baterías #2	206.2	200	Si

74.	tablero u-2	213.8	200	Si
75.	tablero sis t-1	192.9	200	No
76.	cargador de baterías 250 vcd	596.6	200	Si
77.	sistema de microondas	866.4	200	Si
78.	tablero lt 93930 pea-mpii	993.7	200	Si
79.	conmutador telefónico	804.7	200	Si
80.	registrador de fallas lt 230 kv	876.9	200	Si
81.	esquema protecciones drm lt 9393	62.7	200	No

Tabla 4.4 Resultados Cuarto de control.

Dentro del cuarto de control de la C.H Ángel Albino Corzo Peñitas, se tomaron las medidas con el luxómetro, dando como resultados un incumplimiento irregular de la calidad lumínica tanto dentro del factor kf como factor de percepción en pared, los resultados se muestran dentro de la tabla 4.4.

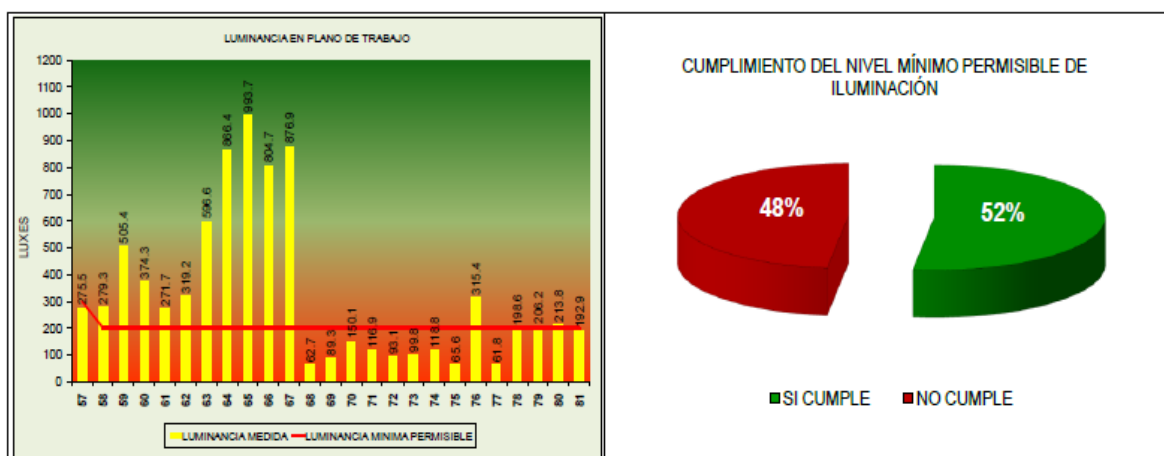


Fig. 4.10 Nivel mínimo de luminosidad.

La figura 4.10 hace referencia a las gráficas que muestran los valores y el grado de cumplimiento del Nivel Mínimo de Iluminación Permissible en plano de trabajo del área, de acuerdo a lo establecido en la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo”, se observa un cumplimiento del 52 %.

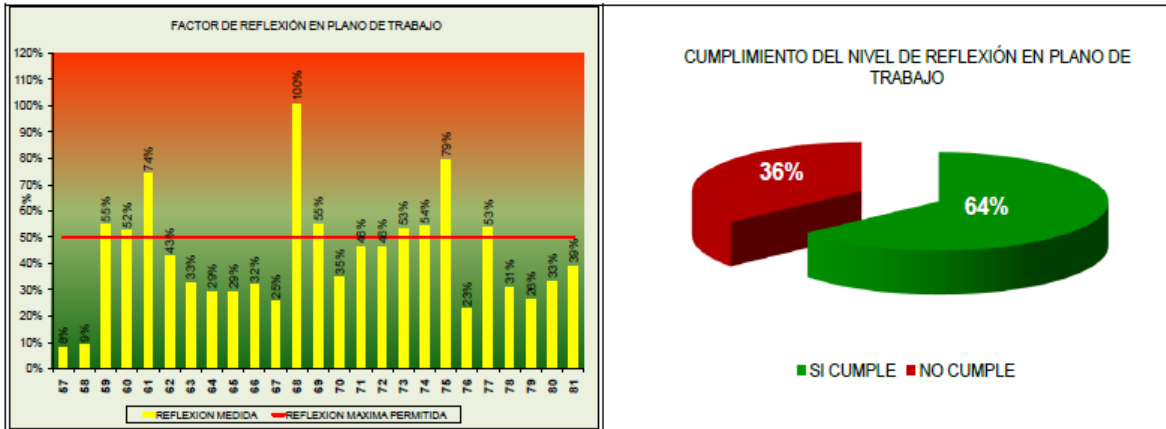


Fig. 4.11 Factor de Reflexión Kf.

En cuanto al Factor de Reflexión Kf en Plano de Trabajo, la figura 4.11 muestra los valores obtenidos en la medición de acuerdo a la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo”, donde se obtuvo un 64 % de cumplimiento con los niveles máximos permisibles de reflexión.

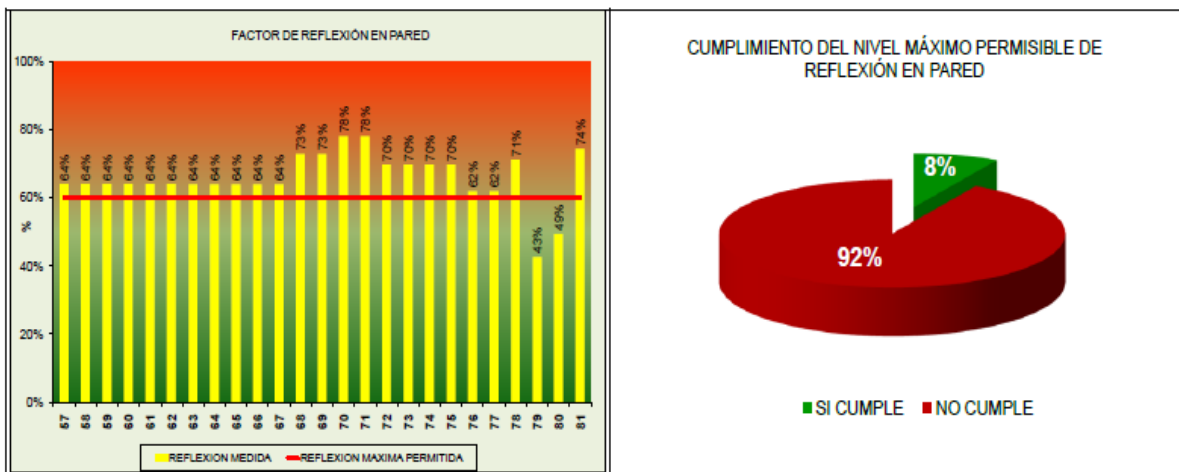


Fig. 4.12 Factor de Reflexión Kf en Pared.

Las Gráficas de la tabla 4.12 hacen referencia a los valores obtenidos para el Factor de Reflexión Kf en Pared del cuarto de control, según los requerimientos de la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo”, donde se obtuvo un 8 % de cumplimiento ver tabla 4.12.

Informe Fotográfico del Alumbrado Existente en la C.H. Peñitas en el Área Correspondiente Oficinas Técnicas, Administrativas y Sala de Tableros con ello percibimos el grado de luminosidad que hay dentro de estos lugares y el tipo de lámparas que en su momento fueron sustituidas para mejorar la calidad de iluminación, figura 4.13.





Fig.4.13 Aluminado actual sala de tableros C.H, peñitas.

Se analiza también el alumbrado de las oficinas brindando al lector un informe fotográfico con la luminosidad del área y las muestras de las luminarias con las que se contaba dentro de la C.H Peñitas, y así dar un enfoque diferente al trabajo a realizar, ver figuras 4.14.





Fig.4.14 Alumbrado actual oficinas técnicas de la c.h. peñitas.

Después de concluir con un análisis de iluminación antes de hacer cambios dentro de la central se concluye que los resultados obtenidos no van de acuerdo al nivel

de calidad en intensidad lumínica dentro de un centro de trabajo, en apego a la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo”, donde se obtuvo un 8 % de cumplimiento.

Para cumplir con las condiciones de la norma NOM-025-STPS-2008 se llevó a cabo un cambio de luminarias dentro de cada una de las áreas de la C.H Ángel Albino Corzo Peñitas, con características diferentes y de mayor calidad y con ahorro de energía. Lo cual nos permitió cumplir con resultados favorables al realizar de nuevo las mediciones, los resultados se observan en la tabla 4.5.

Punto de medición	ubicación	nivel de iluminación encontrado (lux)	nivel mínimo de iluminación (tabla 1 nom-025-stps 2008) (lux)	cumple con la norma
1.	sala de espera	301.6	300	Si
2.	secretaria superintendencia	300.0	300	Si
3.	Impresora	302.0	200	Si
4.	oficina superintendente p.c.	301.2	300	Si
5.	escritorio superintendente	300.2	300	Si
6	sala de juntas	300.8	300	Si
7.	sala de juntas	301.1	300	Si
8	sala de juntas	302.0	300	Si
9.	sala de juntas	300.0	300	Si
10.	departamento civil	259.9	300	Si
11.	departamento civil	302.1	300	Si
12.	departamento civil	301.0	300	Si
13.	departamento eléctrico	300.9	300	Si
14.	jefe del departamento eléctrico	300.1	300	Si
15.	jefe del departamento eléctrico	259.9	300	Si
16.	departamento mecánico	302.1	300	Si
17.	jefe del departamento mecánico	304.4	300	Si
18.	jefe del departamento mecánico	300.4	300	Si
19.	secretaria superintendencia	258.9	300	Si
20.	Impresora	200.3	200	Si
21	Secretaria	259.9	300	Si
22.	departamento de desarrollo social	303.3	300	Si
23.	departamento de desarrollo social	300.1	300	Si
24.	Copiadora	199.9	200	Si
25.	departamento de control	300.6	300	Si
26.	departamento de control	301.1	300	Si

27.	departamento de control	302.3	300	Si
28.	departamento de control	300.8	300	Si

Tabla 4.5 Nivel de iluminación (lux) por puestos de trabajo de la central hidroeléctrica ángel albino corzo (peñitas).

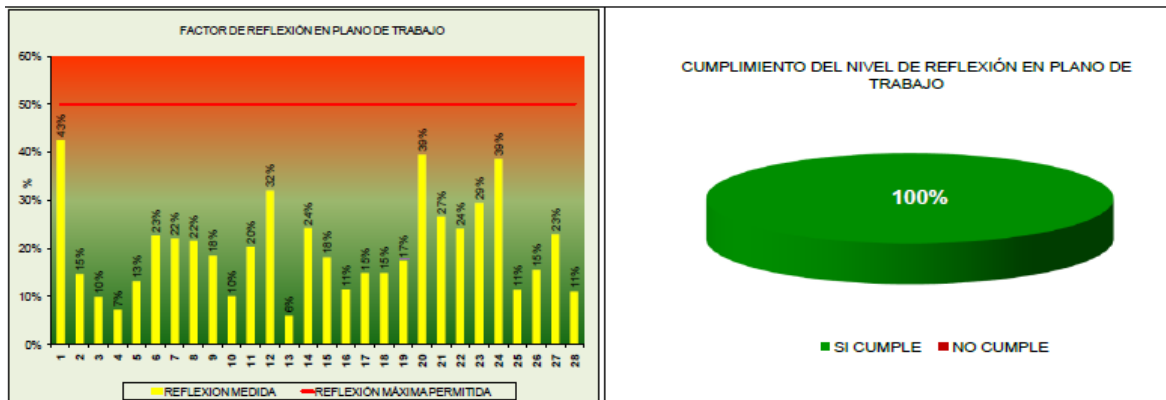


Fig. 4.15 Factor de Reflexión Kf en Plano de Trabajo.

En cuanto al Factor de Reflexión Kf en Plano de Trabajo, las Gráficas de la figura 4.15 muestran los valores obtenidos en la medición de acuerdo a la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo”, donde se obtuvo un 100% de cumplimiento con los niveles máximos permisibles de reflexión óptica.

Punto de medición	ubicación	nivel de iluminación encontrado (lux)	nivel mínimo de iluminación (tabla 1 nom-025-stps 2008) (lux)	cumple con la norma
29.	Superintendencia de producción pc	350.1	300	Si
30.	Superintendencia de producción pc	341.1	300	Si
31.	Sala de reunión	301.2	300	Si
32.	Departamento de seguridad industrial	306.0	300	Si
33.	Departamento de seguridad industrial	300.5	300	Si
34.	Departamento de seguridad industrial	320.1	300	Si
35.	Departamento de protección y medición	309.0	300	Si
36.	Departamento de protección y medición	302.1	300	Si
37.	Departamento de protección y	305.6	300	Si

	medición			
38.	Departamento de informática	317.6	300	Si
39.	Departamento de informática	320.1	300	Si
40.	Departamento de informática	301.2	300	Si

Tabla 4.6 Continuación oficinas superintendencia general.

Dentro de las oficinas de súper intendencia se observa un cambio mejorado de la calidad de iluminación en todos los aspectos. Reflexión kf en pared, reflexión en plano de trabajo de mayor calidad y con mejor luminosidad dentro del área de dispersión, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 4.6.

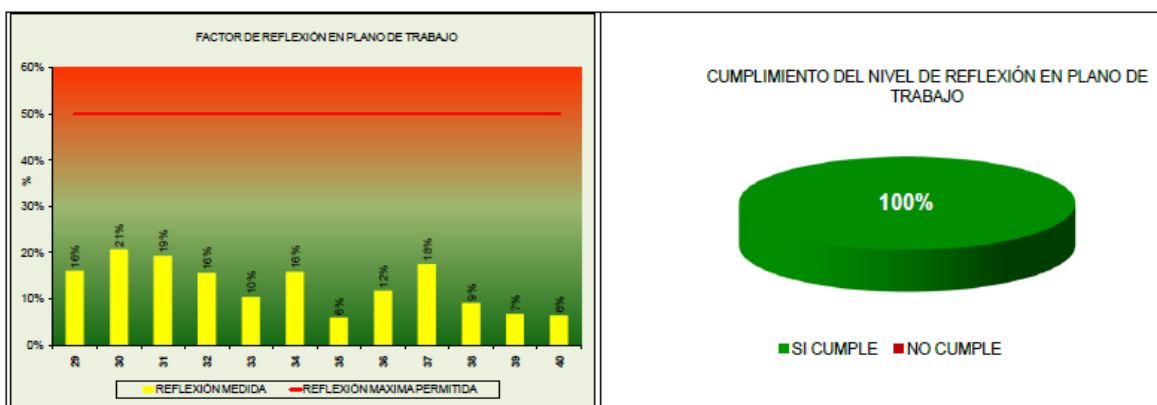


Fig. 4.16 Factor de Reflexión Kf en Plano de Trabajo.

En cuanto al Factor de Reflexión Kf en Plano de Trabajo, las Gráficas de la figura 4.16 muestran los valores obtenidos en la medición de acuerdo a la NOM-025-STPS-2008 "Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo", donde se obtuvo un 100% de cumplimiento con los niveles máximos permisibles de reflexión.

Punto de medición	ubicación	nivel de iluminación encontrado (lux)	nivel mínimo de iluminación (tabla 1 nom-025-stps 2008) (lux)	cumple con la norma
41.	site	200.0	200	Si
42.	secretaria de tesorería	301.1	300	Si
43.	secretaria de tesorería	302.2	300	Si
44.	Tesorería	303.0	300	Si
45.	tesorería	300.3	300	Si
46.	secretaria del administrador	310.1	300	Si
47.	secretaria del administrador	320.2	300	Si

48.	jefe de administración	301.0	300	Si
49.	jefe de administración	326.6	300	Si
50.	secretaria de personal	312.6	300	Si
51.	secretaria de personal	300.9	300	Si
52.	departamento de personal p.c	300.1	300	Si
53.	departamento de personal p.c	300.6	300	Si
54.	secretaria de personal	313.2	300	Si
55.	impresora	214.6	200	Si
56.	archivo	99.9	100	Si

Tabla 4.7 Continuación de las oficinas de superintendencia general.

Cabe mencionar que dentro de las oficinas de súper intendencia general los resultados obtenidos fueron excelentes después de la sustitución de luminarias ya que el cumplimiento de luminosidad tanto mínimo como máximo se obtuvo en el rango que la no la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo”, donde se obtuvo un 100% de cumplimiento con los niveles máximos permisibles de reflexión, ver tabla 4.7.

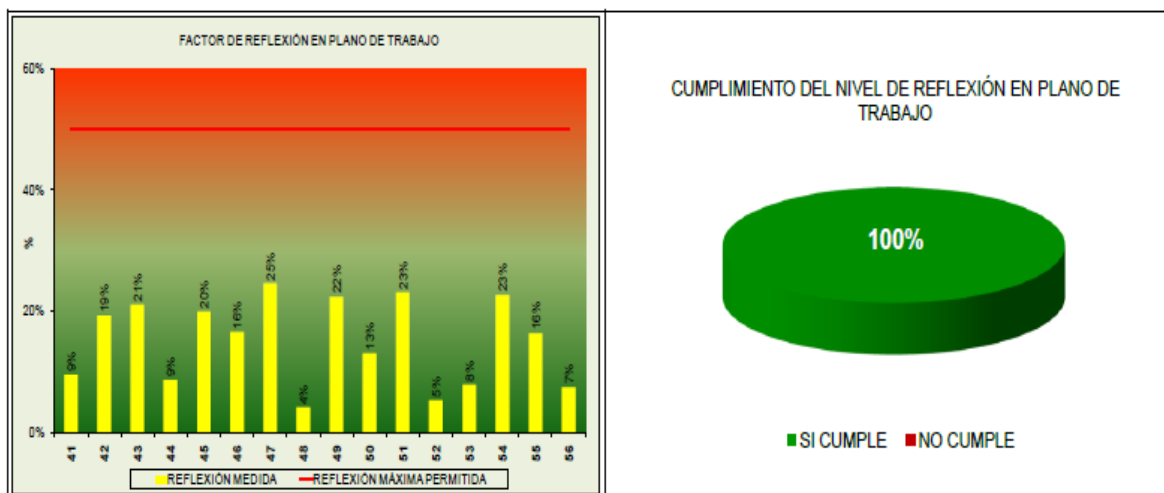


Fig. 4.17 Factor de Reflexión Kf en Plano de Trabajo.

En cuanto al Factor de Reflexión Kf en Plano de Trabajo, las Gráficas de la figura 4.17 muestran los valores obtenidos en la medición de acuerdo a la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo”, donde se obtuvo un 100% de cumplimiento con los niveles máximos permisibles de reflexión.

Punto de	ubicación	nivel de iluminación	nivel mínimo de iluminación (tabla	cumple con la norma
----------	-----------	----------------------	------------------------------------	---------------------

medición		encontrado (lux)	1 nom-025-stps 2008) (lux)	
57.	Escritorio	200.1	200	Si
58.	pantallas de monitoreo de control	215.0	200	Si
59.	tablero lt 93920	200.9	200	Si
60.	tablero lt 9393	201.2	200	Si
61.	tablero lt 9397	202.3	200	Si
62.	tablero lt 73900	205.6	200	Si
63.	multimedidor oph-gen neta u-4	201.9	200	Si
64.	multimedidor oph-gen bruta u-4	200.1	200	Si
65.	multimedidor oph-gen neta u-2	202.6	200	Si
66.	multimedidor oph-gen neta u-1	215.1	200	Si
67.	multimedidor oph-cto-4010	207.0	200	Si
68.	tableros de control-451 dag u4	210.9	200	Si
69.	tablero de control-451 dag u-3	219.1	200	Si
70.	tablero de control-451 dag u-2	230.1	200	Si
71.	tablero de control-300 g u1	199.9	200	Si
72.	tablero sincronizador u-4	211.2	200	Si
73.	interruptor banco de baterías #2	200.9	200	Si
74.	tablero u-2	201.0	200	Si
75.	tablero sis t-1	200.9	200	Si
76.	cargador de baterías 250 vcd	206.1	200	Si
77.	sistema de microondas	205.5	200	Si
78.	tablero lt 93930 pea-mpii	203.1	200	Si
79.	conmutador telefónico	201.1	200	Si
80.	registrador de fallas lt 230 kv	200.5	200	Si
81.	esquema protecciones drm lt 9393	220.1	200	Si

Tabla 4.8 Resultados Cuarto de control.

Dentro de la tabla 4.8 podemos observar a detalle y comparar los resultados del nivel óptico de iluminación en esta área. En el análisis del principio y el análisis del después del cambio de luminarias de mayor calidad. Se observa un cumplimiento mejorado y con las condiciones adecuadas para un área de trabajo cómodo.

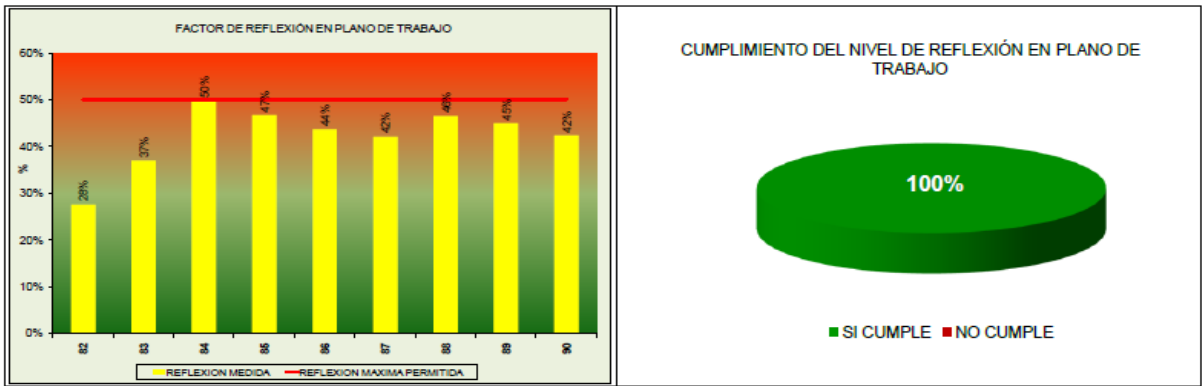


Fig. 4.18 Factor de Reflexión Kf en Pared.

Las Gráficas de la figura 4.18 muestran los valores obtenidos para el Factor de Reflexión Kf en Pared, según los requerimientos de la NOM-025-STPS-2008 “Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo”, donde se obtuvo un 100% de cumplimiento.



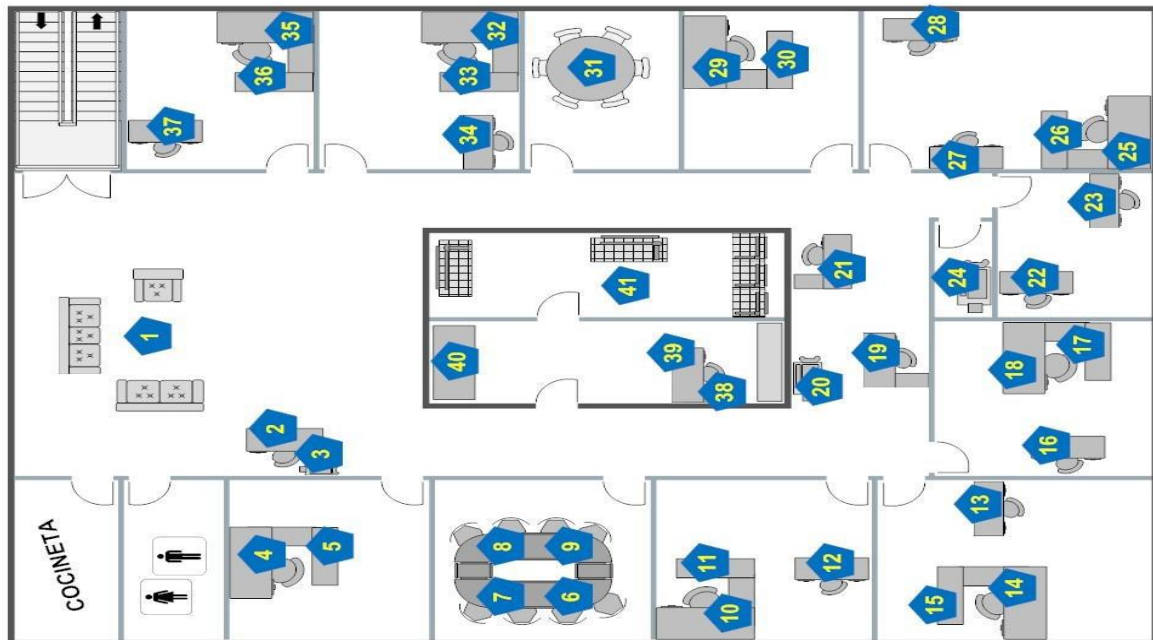


Fig.4.19 Informe Fotográfico de Cambios de luminarias.

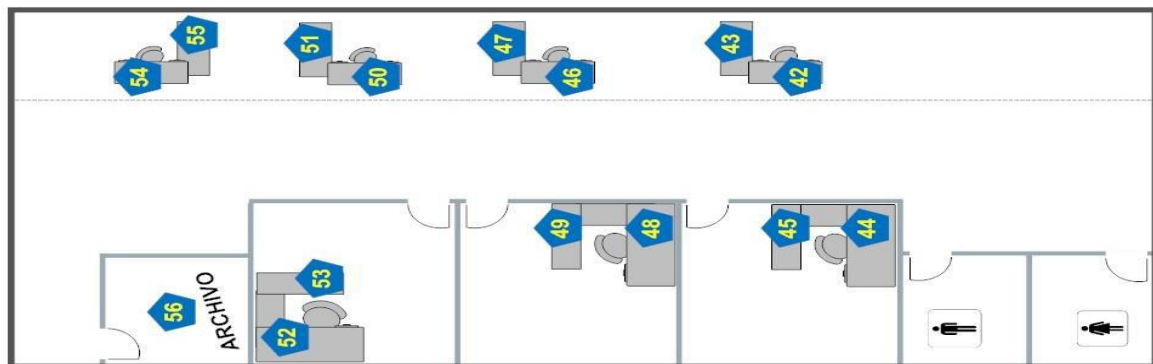
Se realizó un informe fotográfico del momento en que se sustituyeron las luminarias y el nuevo modelo de lámparas a utilizar. Estas cuentan con un balastro que permite un menor consumo de energía y una rejilla que enfoca la luz así el área de trabajo de la persona ayudando así a que la cantidad de luz no se

disperse y cause la oscuridad en el área donde se requiere de mayor luminosidad, ver figura 4.19.

Localización de Puntos de Medición.- Para mayor reconocimiento del lugar y tener una idea más clara de cómo se encuentran integradas cada una de las áreas donde se realizaron las lecturas y análisis de iluminación, se elaboró un plano en AutoCAD de cada una de las partes de la C.H peñitas mostrando la composición y ubicación de las oficinas donde también fueron sustituidas las luminarias, ver figuras 4.20, 4.21, 4.22 y 4.23.

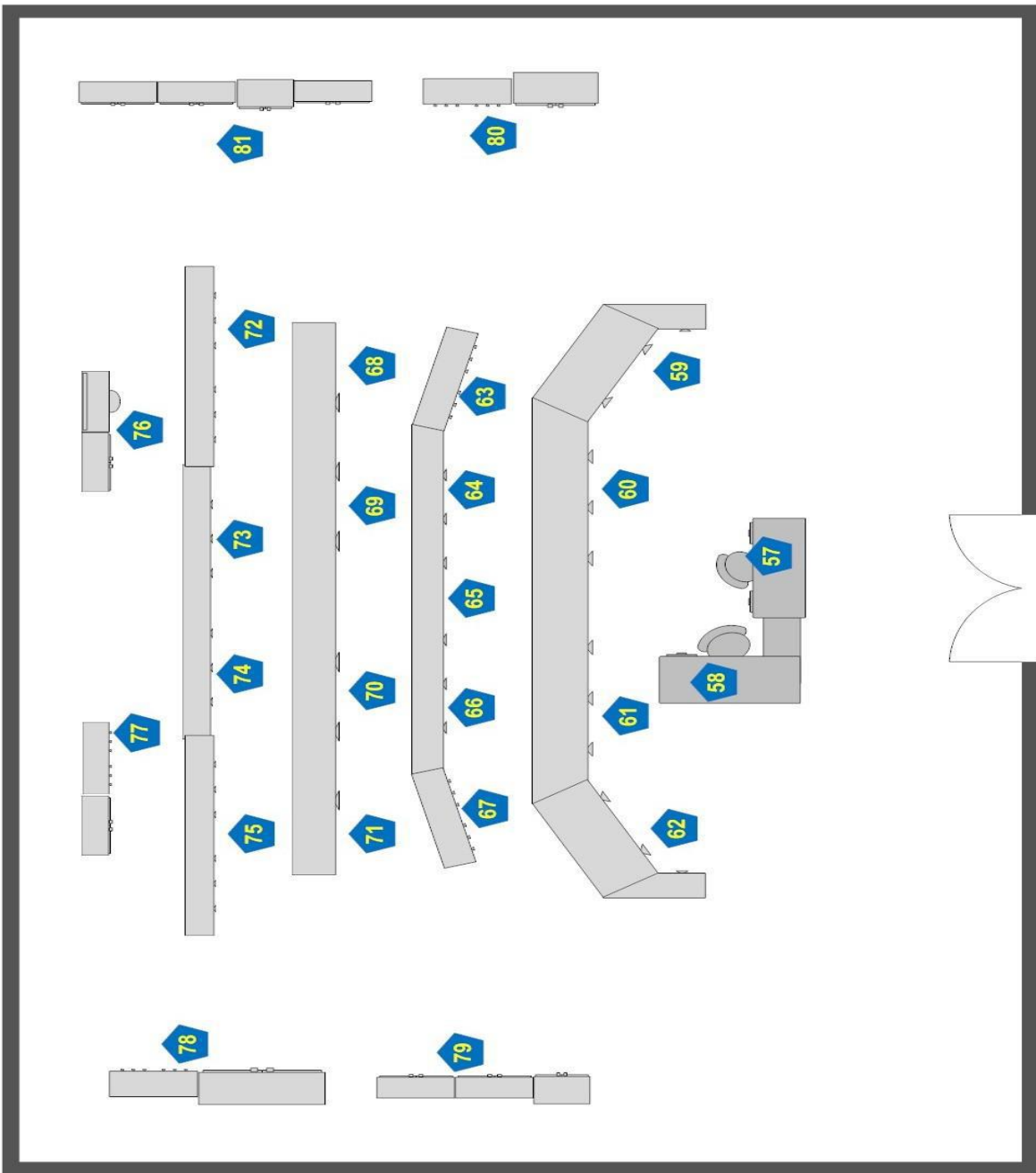


Primer Piso



Planta Alta

Fig.4.20 Oficinas administrativas.



Cuarto de Control

Fig. 4.21 cuarto de control.

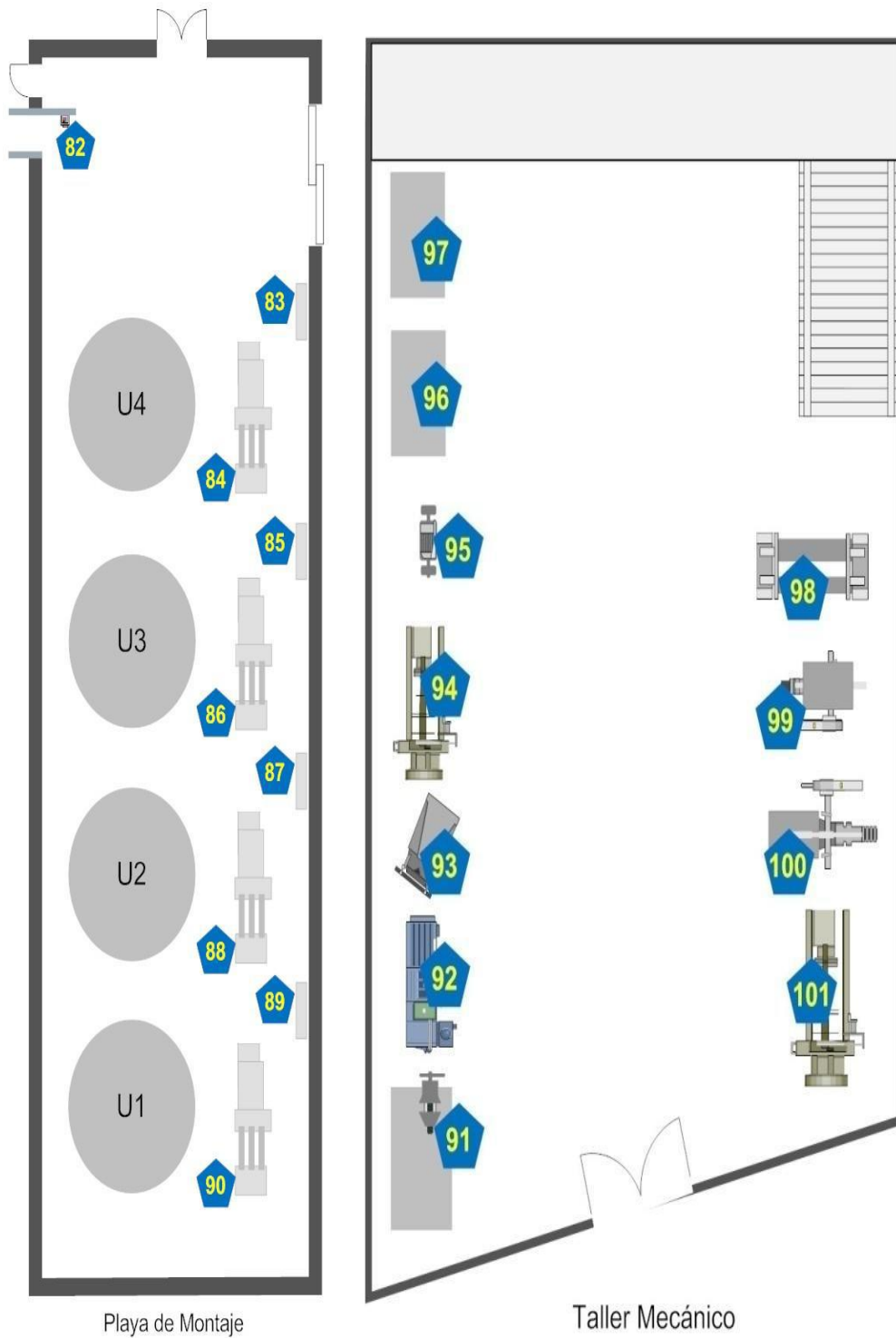
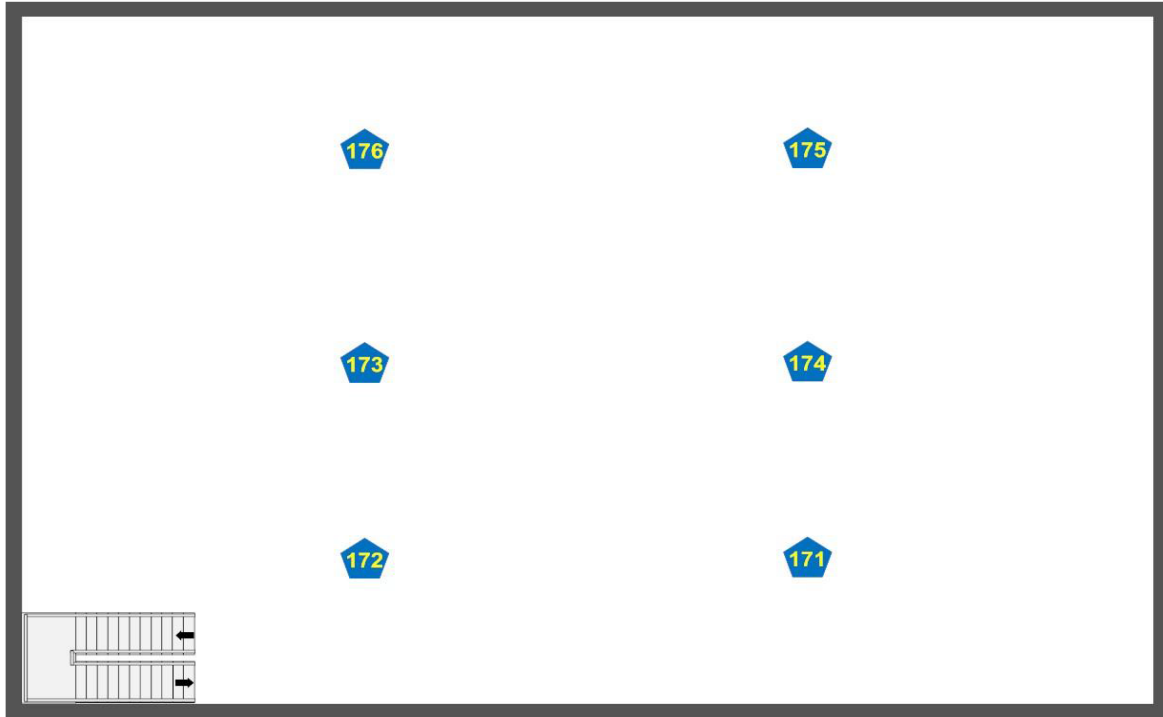


Fig.4.22 Playa de montaje y taller mecánico.



Piso de Charolas

Fig. 4.23 piso de charolas.

4.2 Conclusiones

La Central Hidroeléctrica Ángel Albino Corzo “Peñitas”, cumple en un 98% con los niveles mínimos permisibles de iluminación en plano de trabajo, referido en la Norma Oficial Mexicana **NOM-025-STPS-2008**, “Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo”. Lo que la coloca en una de las primeras instalaciones con un nivel de lumínica apropiado.

En cuanto al Factor de Reflexión K_f en Plano de Trabajo cumple con un 97% y por lo que respecta al factor de Reflexión K_f en Pared cumple con un 89%. Existen casos de edificaciones donde el setenta por ciento de los gastos de operación corresponden al pago por consumo de energía eléctrica. Las soluciones que permitan disminuir este porcentaje representan una oportunidad para elevar la competitividad de dichas empresas.

Se implementó un sistema que regula de manera automatizada el porcentaje de potencia entregado a una sección de lámparas y puede ser calibrado de manera periódica auxiliándose de un luxómetro y sistema operativo operado desde un monitor. El sistema representa una mejora en la eficiencia de iluminación y un logro en ahorro en el consumo de energía eléctrica.

Referencias

- [1] Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de Iluminación en los centros de trabajo.
- [2] Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008. Colores y Señales de Seguridad e Higiene e identificación de Riesgos por Fluidos Conducidos por Tuberías.
- [3] Enciclopedia de Seguridad y Salud en el Trabajo capítulo 46 “Iluminación”
- [4] Share, Net Market: Mobile/Tablet Operating System Market Share. <http://marketshare.hitslink.com/operating-system-market-share.aspx?qprid=8&qpcustomd=1>.
- [5] Dirección Web de App Inventor. <http://beta.appinventor.mit.edu/>. Enck, William, Damien Octeau, Patrick McDaniel y Swarat Chaudhuri.
- [6] Application Security. En Proceedings of the 20th USENIX Security Symposium, August 2011. <http://www.enck.org/pubs/enck-sec11.pdf>.
- [7] HERNANDEZ, S., Metodología de la investigación., 6a. ed., México Distrito Federal – México., McGraw., 1997., Pp-297.
- [8] P. Nussbaum, J. L. Ron, D. Seguro, G. Casaravilla. “Controlador de Flujo Lumínico para Alumbrado Público”. Proceedings of’s, Encuentro de Potencia, Instrumentación y Medidas, IEEE, URUGUAY, 2000.
- [9] Sergio Briseño M., Ignacio Morande S, “DALI Interfaz de Iluminación Direccional Digital”, Chile, 2007.
- [10] Ficha Philips no.23, Philips Touch and dim, una solución simple para regular el Alumbrado Fluorescente.
- [11] Control Basado en la Lógica Difusa para Balastro Integrado con Control de Intensidad Luminosa y CFP”. México junio, 2010
- [12] Ericsson, Intelligent Energy Management for Improved Efficiency, First Presented at Digital Power Forum 2007.
- [13] Tony Givargis, Frank Vahid, “Embedded System Design, A, Unified Hardware/Software Introduction”. John Wiley & sons, 2002.
- [14] Pablo E. Realpozo del Castillo. “Ahorro de Energía Eléctrica de México Avances y Prospectivas 2006-2012”, México, 2007.

ANEXO A.- 1. Reconocimiento de las Condiciones de Iluminación

1.1. El propósito del reconocimiento es identificar aquellas áreas del centro de trabajo y las tareas visuales asociadas a los puestos de trabajo, asimismo, identificar aquellas donde exista una iluminación deficiente o exceso de iluminación que provoque deslumbramiento.

Para lo anterior, se debe realizar un recorrido por todas las áreas del centro de trabajo donde los trabajadores realizan sus tareas visuales, y considerar, en su caso, los reportes de los trabajadores, así como recabar la información técnica.

1.2 Para determinar las áreas y tareas visuales de los puestos de trabajo debe recabarse y registrarse la información del reconocimiento de las condiciones de iluminación de las áreas de trabajo, así como de las áreas donde exista una iluminación deficiente o se presente deslumbramiento y, posteriormente, conforme se modifiquen las características de las luminarias o las condiciones de iluminación del área de trabajo, con los datos siguientes:

- a) Distribución de las áreas de trabajo, del sistema de iluminación (número y distribución de luminarias), de la maquinaria y del equipo de trabajo;
- b) Potencia de las lámparas;
- c) Descripción del área iluminada: colores y tipo de superficies del local o edificio;
- d) Descripción de las tareas visuales y de las áreas de trabajo. Descripción de los puestos de trabajo que requieren iluminación localizada.
- e) La información sobre la percepción de las condiciones de iluminación por parte del trabajador al patrón.

2. Evaluación de los Niveles de Iluminación

2.1 A partir de los registros del reconocimiento, se debe realizar la evaluación de los niveles de iluminación en las áreas o puestos de trabajo de acuerdo con lo establecido en el Apéndice A.

2.2 Determinar el factor de reflexión en el plano de trabajo y paredes que por su cercanía al trabajador afecten las condiciones de iluminación, según lo establecido en el Apéndice B, y compararlo contra los niveles máximos permisibles del factor de reflexión de la Tabla 2.

Tabla 2
Niveles Máximos Permisibles del Factor de Reflexión

Concepto	Niveles Máximos Permisibles de Reflexión, Kf
Paredes	60%
plan de trabajo	50%

Nota: Se considera que existe deslumbramiento en el área y puesto de trabajo, cuando el valor de la reflexión (Kf) supere los valores establecidos en la Tabla 2.

2.3 La evaluación de los niveles de iluminación debe realizarse en una jornada laboral bajo condiciones normales de operación, se puede hacer por áreas de trabajo, puestos de trabajo o una combinación de los mismos.

Apéndice A.- Evaluación de los Niveles de Iluminación

A.1 Objetivo: Evaluar los niveles de iluminación en las áreas y puestos de trabajo seleccionados.

A.2 Metodología: De acuerdo con la información obtenida durante el reconocimiento, se establecerá la ubicación de los puntos de medición de las áreas de trabajo seleccionadas, donde se evaluarán los niveles de iluminación.

A.2.1 Cuando se utilice iluminación artificial, antes de realizar las mediciones, se debe de cumplir con lo siguiente:

- a)** Encender las lámparas con antelación, permitiendo que el flujo de luz se estabilice; si se utilizan lámparas de descarga, incluyendo lámparas fluorescentes, se debe esperar un periodo de 20 minutos antes de iniciar las lecturas. Cuando las lámparas fluorescentes se encuentren montadas en luminarias cerradas, el periodo de estabilización puede ser mayor;
- b)** En instalaciones nuevas con lámparas de descarga o fluorescentes, se debe esperar un periodo de 100 horas de operación antes de realizar la medición.
- c)** Los sistemas de ventilación deben operar normalmente, debido a que la iluminación de las lámparas de descarga y fluorescentes presentan fluctuaciones por los cambios de temperatura.

A.2.2 Cuando se utilice exclusivamente iluminación natural, se debe realizar al menos las mediciones en cada área o puesto de trabajo de acuerdo con lo siguiente:

- a)** Cuando no influye la luz natural en la instalación ni el régimen de trabajo de la instalación, se deberá efectuar una medición en horario indistinto en cada puesto o zona determinada, independientemente de los horarios de trabajo en el sitio;
- b)** Cuando sí influye la luz natural en la instalación, el turno en horario diurno (sin periodo de oscuridad en el turno o turnos) y turnos en horario diurno y nocturnos (con periodo de oscuridad en el turno o turnos), deberán efectuarse 3 mediciones en cada punto o zona determinada distribuidas en un turno de trabajo que pueda presentar las condiciones críticas de iluminación de acuerdo a lo siguiente:

0 Una lectura tomada aproximadamente en la primera hora del turno;

0 Una lectura tomada aproximadamente a la mitad del turno, y

0 Una lectura tomada aproximadamente en la última hora del turno.

- c) Cuando sí influye la luz natural en la instalación y se presentan condiciones críticas, efectuar una medición en cada punto o zona determinada en el horario que presente tales condiciones críticas de iluminación.

A.2.3 Ubicación de los puntos de medición.

Los puntos de medición deben seleccionarse en función de las necesidades y características de cada centro de trabajo, de tal manera que describan el entorno ambiental de la iluminación de una forma confiable, considerando: el proceso de producción, la clasificación de las áreas y puestos de trabajo, el nivel de iluminación requerido en base a la Tabla 1 del Capítulo 7, la ubicación de las luminarias respecto a los planos de trabajo, el cálculo del índice de áreas correspondiente a cada una de las áreas, la posición de la maquinaria y equipo, así como los riesgos informados a los trabajadores.

A.2.4 Las áreas de trabajo se deben dividir en zonas del mismo tamaño, de acuerdo a lo establecido en la columna A (número mínimo de zonas a evaluar) de la Tabla A1, y realizar la medición en el lugar donde haya mayor concentración de trabajadores o en el centro geométrico de cada una de estas zonas; en caso de que los puntos de medición coincidan con los puntos focales de las luminarias, se debe considerar el número de zonas de evaluación de acuerdo a lo establecido en la columna B (número mínimo de zonas a considerar por la limitación) de la Tabla A1. En caso de coincidir nuevamente el centro geométrico de cada zona de evaluación con la ubicación del punto focal de la luminaria, se debe mantener el número de zonas previamente definido.

Tabla A1
Relación entre el Índice de Área y el número de Zonas de Medición

Índice de área	A) Número mínimo de zonas a evaluar	B) Número de zonas a considerar por la limitación
IC < 1	4	6
1 < IC < 2	9	12
2 < IC < 3	16	20
3 < IC	25	30

El valor del índice de área, para establecer el número de zonas a evaluar, está dado por la ecuación siguiente:

$$IC = \frac{(x)(y)}{h(x+y)}$$

Donde:

IC = índice del área.

x, y = dimensiones del área (largo y ancho), en metros.

h = altura de la luminaria respecto al plano de trabajo, en metros.

En donde x es el valor de índice de área (IA) del lugar, redondeado al entero superior, excepto que para valores iguales o mayores a 3 el valor de x es 4. A partir de la ecuación se obtiene el número mínimo de puntos de medición.

En pasillos o escaleras, el plano de trabajo por evaluar debe ser un plano horizontal a $75 \text{ cm} \pm 10 \text{ cm}$, sobre el nivel del piso, realizando mediciones en los puntos medios entre luminarias contiguas.

A.2.5 En el puesto de trabajo se debe realizar al menos una medición en cada plano de trabajo, colocando el luxómetro tan cerca como sea posible del plano de trabajo y tomando precauciones para no proyectar sombras ni reflejar luz adicional sobre el luxómetro.

A.3 Instrumentación

A.3.1 Se debe usar un luxómetro que cuente con:

- a) Detector para medir iluminación;
- b) Corrección cosenoidal;
- c) Corrección de color, detector con una desviación máxima de $\pm 5\%$ respecto a la respuesta espectral fotópica, y
- d) Exactitud de $\pm 5\%$ (considerando la incertidumbre por calibración).

A.3.2 Se debe verificar el luxómetro antes y después de iniciar una evaluación conforme lo establezca el fabricante y evitar bloquear la iluminación durante la realización de la evaluación.

A.3.3 El luxómetro deberá contar con el certificado de calibración de acuerdo a lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Las lecturas serán válidas mientras los resultados obtenidos en el luxómetro no cambien de acuerdo con los requisitos establecidos en los párrafos siguientes:

A.3.3.1 Debe asegurarse que se cumpla con el inciso d) de la sección A.3.1., ya que la calibración no implica el ajuste del instrumento y por tanto, por sí sola, no garantiza que se realicen las mediciones con la exactitud requerida. Debido a lo anterior se deberá verificar y registrar en el informe el error que comete el instrumento y aplicar el factor de corrección si es necesario, además de corregir los resultados de la medición.

A.3.3.2 Cuando el luxómetro tenga variaciones en la coincidencia de sus lecturas se debe someter para su certificación al laboratorio. La forma de respaldar la veracidad del luxómetro será a través del registro de mediciones realizadas midiendo los niveles de iluminación que produce una lámpara incandescente, que únicamente será utilizada para este fin, a distancias conocidas. Las lecturas obtenidas durante la verificación deberán coincidir con las lecturas de referencia

que deberán haber sido obtenidas al momento de que se recibió el luxómetro después de su certificación, una vez que se haya aplicado el factor de corrección reportado en el certificado.

A.3.3.3 El reporte de verificación debe contener la fecha de su realización, la intensidad de corriente a la que se operó la lámpara incandescente, las condiciones ambientales al momento de la verificación, las distancias a las cuales se midieron los niveles de iluminación y los valores de iluminancia indicados por el instrumento para cada distancia.

A.3.3.4 En caso de que el luxómetro haya sufrido una caída, se le dio uso rudo o estuvo expuesto a condiciones extremas de temperatura y humedad, se debe someter a una nueva verificación y elaborar el reporte de verificación.

Apéndice B.- Evaluación del factor de Reflexión

B.1 Objetivo: Evaluar el factor de reflexión de las superficies en áreas y puestos de trabajo seleccionados

B.2 Metodología: Los puntos de medición deben ser los mismos que se establecen en el Apéndice A.

B.2.1 Cálculo del factor de reflexión de las superficies:

- a) Se efectúa una primera medición (E1), con la fotocelda del luxómetro colocada de cara a la superficie, a una distancia de 10 cm ± 2 cm, hasta que la lectura permanezca constante;
- b) La segunda medición (E2), se realiza con la fotocelda orientada en sentido contrario y apoyada en la superficie, con el fin de medir la luz incidente, y
- c) El factor de reflexión de la superficie (Kf) se determina con la ecuación siguiente:

$$K_f = \frac{E_1}{E_2} (100)$$

15. Vigilancia: La vigilancia en el cumplimiento de la presente Norma, corresponde a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

16. Bibliografía

16.1. Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio de 1992, México.

16.2. Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 21 de enero de 1997, México.

16.3. Conocimientos Básicos de Higiene y Seguridad en el Trabajo, Ruiz Iturregui, José Ma., Editorial Deusto, 1978, Madrid, España.

16.4. Encyclopedia of Occupational Health and Safety, International Labour Office, Geneva. Third Edition 1983, Fourth Impresion, 1991.

16.5. Física General, Zemanski, Mark W., Sears, Francis W. Editorial Aguilar, 1966, México.

16.6. Guide on Interior Lighting, 2o. Edition, International Commission on Illumination. CIE 29.2 86, 1998, Vienna, Austria.

16.7. I.E.S. Lighting Handbook. 1995, Illuminating Engineering, Society, USA.

16.8. Iluminación Interna, Vittorio Re. Editorial Marcombo, S.A., 1979, Barcelona, España.

16.9. Luminotecnia, Enciclopedia CEAC de Electricidad. Dr. Ramírez V., José, Editorial CEAC, S.A., 1972, México.

16.10. Manual de Ingeniería, Perry, J.H.; Perry, R.H. Editorial Labor, S.A., 1966, Madrid, España.

16.11. Manual del Alumbrado, Westinghouse. Editorial Dossat, S.A., 1985, Madrid, España.

16.12 Principios de Iluminación y Niveles de Iluminación en México. Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación, Asociación Civil. Revista Ingeniería de Iluminación, mayo-junio 1967, México.

16.13. The Industrial Environment. It's Evaluation & Control. U.S. Department of Health, Education, and Welfare Public Health Service; Center for Disease Control; National Institute for Occupational Safety and Health, 1973, USA.

16.14. Iluminación interna, el instalador cualificado, Vottirio Re, Editorial Marcobo, Boixareu Editores 1979, Barcelona, España.

16.15. Técnicas de iluminación en fotografía y cinematografía, Bernal Francisco, Omega, 2003 Barcelona.

17. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma no concuerda con ninguna norma internacional, por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

Guía de Referencia "I". Métodos para Evaluar los niveles de Iluminación

El contenido de esta guía es un complemento para la mejor comprensión de la Norma y no es de cumplimiento obligatorio.

Método IES

Se utiliza para evaluar el nivel de iluminación promedio en el área de trabajo, con base en la geometría del área y la disposición de las luminarias, cuando:

El área sea regular y las luminarias se hallen simétricamente espaciadas en dos o más filas.

El área sea regular con una luminaria colocada simétricamente.

El área sea regular con una fila de luminarias.

El área sea regular con una o más lámparas continuas.

El área es regular con una fila de luminarias continuas.

El área es regular con techo luminoso.

Con este método, las mediciones se toman en unos pocos puntos del lugar de trabajo considerado representativo de las mediciones que podrían llevarse a cabo en otros puntos de igual condición, con base en la regularidad del área del lugar y la simetría en la distribución de las luminarias.

Método de la Constante del Salón.- Se utiliza para evaluar el nivel de iluminación promedio en el lugar de trabajo a partir de cierto número de mediciones y puntos de medición en función de la constante del salón, K, que viene dada por donde L es el largo del salón, A el ancho y h la altura de las luminarias sobre el plano útil.

$K = (A * L) / [h (A + L)]$ Constante del Salón	No. Mínimo de Puntos de Medición
< 1	4
1 y < 2	9
2 y < 3	16
3	25

Determinación de la Iluminación Promedio (Ep)

Cuando se realizan mediciones con el propósito de verificar los valores correspondientes a una instalación nueva, se deben tomar las precauciones necesarias para que las evaluaciones se lleven a cabo en condiciones apropiadas (tensión nominal de alimentación, temperatura ambiente, elección de lámparas, etc.) o para que las lecturas del medidor de iluminancia se corrijan teniendo en cuenta estas condiciones.

El cálculo del nivel promedio de iluminación para el método de la constante del salón, se realiza con la siguiente expresión:

$$E_p = 1/N (E_i)$$

Donde:

E_p = Nivel promedio en lux.

E_i = Nivel de iluminación Medido en lux en cada punto.

N = Número de medidas realizadas.

Método de evaluación en plano de trabajo: aplicable a tareas específicas, en especial aquellas que requieren niveles mayores de iluminación por la dificultad del tamaño, contraste y tiempo de la tarea.

ANEXO B.- Cotización Compras de Luminarias en la C.H ángel Albino Corzo Peñitas

PARTIDA	CANTIDAD	CLAVE	WATTS	DESCRIPCION	PREC. UNITARIO	IMPORTE
1	270	1337	32	LAMPARA FLUORESCENTE AURORA V, SISTEMA T-8	\$160.65	\$ 43,375.50
2	135	2758	2X32	BALASTRO ELECTRONICO MULVOLTAJE 108/305 V.	\$475.00	\$ 64,125.00
3	135	5254	2X32	LAMINA FULL DOS	\$312.00	\$ 42,120.00
4	135	5272	2X32	KIT DE CONVERSIÓN T-8 SIN COSTO	S/C	S/C
				VENTAJAS Y BENEFICIOS: LARGA VIDA EN LÁMPARAS DE MÁS DE 30,000 HORAS USO. DRAMÁTICO AHORRO DE ENERGÍA Y PRODUCE MAYOR LUMINOSIDAD CON RESPECTO A LAS CONVENCIONALES.. PRODUCTOS GARANTIZADOS POR DURO DE MÉXICO: 36 MESES(LAMPARA Y BALASTRO). IDEAL PARA SUBSTITUIR LAMPS. DE T-12 A T-8, DE ACUERDO A LA NORMA-028, CREADA PARA AYUDAR AL MEDIO-AMBIENT.		
CONDICIONES COMERCIALES:					SUB-TOTAL	\$ 149,620.50
TIEMPO DE ENTREGA: 15 DIAS.				CONTRA ENTREGA DE MERCANCIA: 15 DIAS.	I.V.A.	\$ 23,939.28
FORMA DE PAGO:				GARANTÍA DE REPOSICIÓN SIN CARGO	TOTAL	\$ 173,559.78

La Vida efectiva de las lámparas "Duro-Test" y de los balastos, luminarios y demás accesorios para la iluminación vendidos por DURO DE MEXICO, S.A. DE C.V.; varía de 400 a 33,000 horas, dependiendo del tipo y del uso para el cual fueron diseñadas y manufacturadas. DURO DE MEXICO, S.A. DE C.V. garantiza la reposición sin cargo de las lámparas y accesorios cuya vida efectiva no llegue a lo establecido en sus listas de precios y especificaciones. De acuerdo con los términos de la garantía, las lámparas y accesorios que no llenen este requisito serán repuestas sin cargo para el comprador original, siempre y cuando sean devueltas a DURO DE MEXICO, S.A. DE C.V. dentro del período de garantía establecido en las listas de precios y especificaciones, que varían entre 5 (cinco) y 36 (treinta y seis) meses, contados a partir de la fecha de la factura correspondiente. Los clientes pueden devolver dichas lámparas o accesorios únicamente para ser repuestos y no para el reembolso del importe pagado según factura. Esta garantía de reposición sin cargo, ampara exclusivamente mercancía por DURO DE MEXICO, S.A. DE C.V. dentro de la República Mexicana.

DURO DE MEXICO, S.A. DE C.V.

JOAQUIN CRUZ MALPICA
ASESORÍA Y VENTAS.

AV. FRAY VICTOR MA. FLORES 25, COL. MAGIST. TUXTLA GUTZ. CHIS. TEL-FAX (01) 961 61 264 25.

E-mail: jlepoldocruz@hotmail.com CEL.(044) 961 24 8 19 23.