



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

TEMA:

“DISEÑO Y MONTAJE DE UN TABLERO DE CONTROL PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LA ILUMINACIÓN EN LAFARGE CEMENTOS”

Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Tecnólogo en la Especialidad de Electricidad.

AUTORES:

CADENA REYES JUAN CARLOS
MORALES MUÑOZ CRISTIAN GEOVANNY

DIRECTOR:

ING. HERNÁN PÉREZ

Ibarra, 2012

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

Luego de haber sido designado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, he aceptado con satisfacción participar como director de la tesis del siguiente tema “**DISEÑO Y MONTAJE DE UN TABLERO DE CONTROL PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LA ILUMINACIÓN EN LAFARGE CEMENTOS**”. Trabajo realizado por los señores egresados: **JUAN CARLOS CADENA REYES** y **CHRISTIAN GEOVANNY MORALES MUÑOZ**, previo a la obtención del Título de Tecnólogo en la especialidad de Electricidad.

A ser testigo presencial, y corresponsable directo del desarrollo del presente trabajo de investigación, que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sustentado públicamente ante el tribunal que sea designado oportunamente.

Esto es lo que puedo certificar por ser justo y legal.

Ing. Hernán Pérez
DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios porque ha sido mi compañero inseparable en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.

A mi esposa Adriana porque representó gran esfuerzo y ahínco en momentos de decline y agotamiento, a mi hija Isabella por ser mi mayor motivo de superación y para que vea en mí un ejemplo a seguir.

A mis padres quienes han motivado mi formación académica.

Finalmente a aquellos familiares y amigos que marcaron cada etapa de este camino universitario y que me ayudaron con sus consejos y frases de motivación para la culminación de la tesis.

Juan Carlos Cadena

AGRADECIMIENTO

En la terminación de este trabajo queremos agradecer a Dios por permitirnos cumplir un anhelo más en nuestras vidas.

A la Universidad Técnica del Norte por brindarnos la oportunidad de formarnos profesionalmente. A las autoridades y docentes de la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología, de manera muy especial a nuestro Director el Ing. Hernán Pérez ya que dedicó su tiempo, conocimientos, experiencia en el desarrollo de este logro

A nuestras familias y amigos por el apoyo incondicional, por su colaboración y motivación para la culminación del presente.

Juan Carlos Cadena y Cristian Morales

INDICE

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE.....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
RESUMEN.....	x
SUMMARY.....	xi
CAPITULO I.....	1
1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.4. DELIMITACIÓN.....	3
1.5. OBJETIVOS.....	3
1.6. JUSTIFICACIÓN.....	4
CAPITULO II.....	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. SISTEMAS DE CONTROL AUTOMÁTICO.....	5
2.1.1. Necesidad y aplicaciones de los sistemas automáticos de control	6
2.2. LA ILUMINACIÓN	6
2.2.1. La luz	7
2.2.2. Propiedades de la luz:.....	7
2.3. LÁMPARAS DE DESCARGA.....	11
2.4. EQUIPOS DE AUTOMATIZACIÓN.....	20
2.5. ALUMBRADO DE EXTERIORES	25
2.5.1. Iluminancia	25
2.5.2. Luminancia	25
2.5.3. Criterios de calidad.....	27
2.5.4. Niveles de iluminación recomendados	30
2.5.5. Cálculo de instalaciones de alumbrado	32

2.5.5.1.	Cálculo de iluminancias.....	32
2.5.5.2.	Cálculo de luminancias	40
CAPITULO III		42
3.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	42
CAPITULO IV.....		46
4.	ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS....	46
4.1.	ENTREVISTA REALIZADA AL SR LUIS CERVANTES – INSPECTOR PLANIFICADOR ELÉCTRICO LAFARGE CEMENTOS	46
4.2.	CÁLCULOS DE LA DISTANCIA ENTRE LUMINARIAS EXISTENTES.....	48
4.3.	CÁLCULO DE LA ILUMINANCIA MEDIA MÉTODO DE LOS NUEVE PUNTOS.....	50
4.4.	CÁLCULO DE UNIFORMIDADES	50
CAPÍTULO V.....		51
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
5.1.	CONCLUSIONES	51
5.2.	RECOMENDACIONES	52
CAPÍTULO VI.....		53
6.	PROPUESTA.....	53
6.1.	TEMA	53
6.2.	JUSTIFICACIÓN.....	53
6.3.	OBJETIVOS.....	54
6.3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	54
6.3.2.	OBJETIVO ESPECÍFICO	54
6.4.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	54
6.4.1.	Introducción.....	54
6.4.2.	Diseño de iluminación	55
6.4.2.	Cálculos del diseño	56
6.4.3.	Cables para alimentación	57
6.5.	DISEÑO DE TABLEROS ELÉCTRICOS	58
6.6.	CANALIZACIÓN.....	61
6.7.	MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN	61

BIBLIOGRAFÍA.....	62
LINCOGRAFÍA.....	62
Anexo # 1.....	63
Anexo # 2.....	64
Anexo # 3.....	65
Anexo # 4.....	68
Anexo # 5.....	71
Anexo # 6.....	76

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Fig. 1: La Bombilla	7
Fig. 2: Tipos de Reflexión	9
Fig. 3: La Refracción.....	9
Fig. 4: La Transmisión	10
Fig. 5: Primer plano de una lámpara de vapor de mercurio de 175 W.....	13
Fig. 7: Lámpara con halogenuros metálicos	14
Fig. 9: Lámpara de luz de mezcla.....	16
Fig. 11: Lámpara de vapor de sodio a baja presión.....	17
Fig. 13: Lámpara de vapor de sodio a alta presión	19
Fig. 14: Intensidad luminosa	25
Fig. 15: Intensidad luminosa	26
Fig. 16: Intensidad luminosa	29
Fig. 17: Unilateral Tresbolillo Pareada y Suspendida	30
Fig. 18 : Cálculo de separación de iluminancias	33
Fig. 19: Diagrama del proceso para el cálculo de separación de iluminancias	33
Fig. 20: Curvas del factor de utilización	35
Fig. 21: Curvas del factor de utilización	36
Fig. 22: Disposición unilateral de las luminarias	38
Fig. 23: Distribución de puntos en una disposición unilateral	39
Fig. 24: Puntos para el cálculo de las luminarias.....	40
Fig. 25: Luminancia de un punto de la calzada.....	41
Fig. 26: Gráfico de cálculos.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipo de radiación	10
Tabla 2: Lámpara fluorescente	12
Tabla 3: Intensidad luminosa.....	28
Tabla 4: Niveles de iluminación	31
Tabla 5: Criterio de las iluminancias	31
Tabla 6: Datos de entada.....	34
Tabla 7: Datos de entada.....	34
Tabla 8: Disposición de las luminarias.....	34
Tabla 9: Factor de mantenimiento	34
Tabla 10: Factor de mantenimiento.....	37
Tabla 11: Niveles De Iluminación	56

RESUMEN

La presente investigación tesina denominada “DISEÑO Y MONTAJE DE UN TABLERO DE CONTROL PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LA ILUMINACIÓN EN LAFARGE CEMENTOS”, ha sido metodológicamente desarrollada en seis capítulos. Una vez analizado en problema y realizada una breve descripción de la empresa Lafarge en el capítulo uno se pudo determinar que la empresa no cuenta con un sistema de Iluminación Automatizado en la banda transportadora de materiales. En el capítulo dos “Marco Teórico” se explica conceptos básicos investigados en libros, fuentes de internet y entrevistas que permitieron obtener toda la información necesaria para la realización de este proyecto. En el capítulo tres se expone la Metodología de Investigación que se utilizó para el desarrollo de esta tesina y en el capítulo cuatro se encuentra todo el Análisis, interpretación y discusión de los resultados que se obtuvieron una vez ya impletado el tablero de control automático. Se hace especial énfasis en el capítulo cinco puesto que en el se encuentran las conclusiones y recomendaciones que se han obtenido una vez finalizado e implementado el proyecto. Para finalizar se expone el capítulo sexto donde se encuentra la propuesta para la realizar la instalación del tablero de control automatizado e inteligente y como se realizó la misma.

SUMMARY

This research thesis entitled "DESIGN AND INSTALLATION OF A CONTROL PANEL FOR THE AUTOMATION OF LIGHTING LAFARGE CEMENT", has been developed in methodologically six chapters. After analyzing a problem and performed a brief description of the company Lafarge in chapter one it was determined that the company does not have an Automated lighting system on the conveyor belt material. In chapter two "theoretical framework" explains basic concepts investigated in books, internet sources and interviews, we have obtained all the information necessary for the realization of this project. Chapter three presents the research methodology that was used for the development of this thesis and Chapter four is all the analysis, interpretation and discussion of the results obtained after impletado and automatic control board. Special emphasis in chapter five as found in the conclusions and recommendations that have been made and implemented after completion of the project. To finish exposed Donce chapter six is the proposal to install automated control panel and smart and as done the same.

CAPITULO I

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. ANTECEDENTES

La empresa Lafarge S.A. se encuentra ubicada en la ciudad de Otavalo, en la provincia de Imbabura, fue creada en 1974, con la participación de los sectores público y privado, para la producción de cemento, contribuyendo de esta manera al desarrollo industrial del Ecuador, generando fuentes de trabajo directa e indirectamente en la zona norte del país.

En el año 1980 se produce el primer saco de cemento, producto que desde un inicio ha cumplido y superado las normativas de calidad, siendo prontamente favorecido por la preferencia y confianza del sector de la construcción y de la población.

Desde el año 1994 y dentro del programa de modernización del país, esta importante empresa pasa a ser administrada por el sector privado, consolidándose como una de las empresas más eficientes del Ecuador.

Por su capacidad de producción y monto de las inversiones se ubica como la segunda empresa cementera del país.

En diciembre de 2004, la exitosa trayectoria de Cementos Selva Alegre S.A., es fortalecida al ser adquirida por el Grupo LAFARGE. En esta nueva etapa Cementos Selva Alegre S.A., se propone seguir creciendo, ubicar a la seguridad como su principal vector para lograr resultados, continuar con su aporte al progreso y desarrollo de país, apoyar a su entorno, desarrollar personas, procurar el desarrollo sustentable y asumir una nueva visión como parte de una empresa integrada al grupo más grande del mundo en materiales de construcción LAFARGE.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, todas las industrias se encuentran en un proceso de automatización, en todas sus áreas, con el fin de optimizar su producción y de esta manera ser más eficientes.

Todo esto no podría ser posible si no se contara con la energía eléctrica, que es la que mueve a casi todas las industrias del mundo, además la energía eléctrica es de gran utilidad a la sociedad tanto como a la industria, ya que también brinda iluminación y el poder acceder a la utilización de artefactos electrodomésticos.

En la industria o la empresa, la iluminación es un factor de mucha importancia, debido a que influye en la calidad de trabajo y el desempeño de los trabajadores, por lo tanto es parte del progreso.

Debido a la situación del subdesarrollo tecnológico existente en nuestra provincia, el desinterés de parte de las empresas o agencias que se dedican a prestar servicios de trabajos tecnológicos, y por otra parte la necesidad de los trabajadores eléctricos por que se mejoren estos servicios ya que no cuenta con la aplicación de nuevas técnicas de iluminación.

El problema se plantea a partir de la necesidad de obtener conocimientos de iluminación automática con elementos inteligentes, de una forma diferente a la convencional, saliéndose de un sistema manual; a una automática que permita iluminar la planta cementera en horarios nocturnos, de forma eficiente y apropiada desde un punto de vista técnico y adecuado.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La ineficiente iluminación que cuenta la planta cementera y el tiempo que se tarda en activar la iluminación en las áreas de trabajo en horarios

nocturnos, dificultan la operatividad de los procesos de trabajo, monitoreo e inspecciones que se realizan en la producción de cemento, por lo que se requiere la implementación de un tablero de sistema de control de encendido de luminarias automático, que permita optimizar el alumbrado e iluminar las áreas de trabajo.

1.4. DELIMITACIÓN

- **Delimitación Espacial**

La tesina está proyectada para implementar un tablero de control automatizado, y su funcionamiento será realizado desde el cuarto eléctrico en los circuitos de los arrancadores de iluminación exterior de las bandas transportadoras en la empresa LAFARGE Cementos de la línea 1.

- **Delimitación Temporal**

El presente trabajo se llevó a cabo durante el lapso de 1 año (2010 - 2011). Durante este tiempo se realizó tanto el trabajo teórico como el práctico.

1.5. OBJETIVOS

- **General**

Diseñar y realizar un tablero con un sistema automático e inteligente de iluminación en el exterior de las bandas transportadoras en la empresa LAFARGE Cementos de la línea 1.

- **Específicos**

- ✓ Tener mayor conocimiento de las nuevas tecnologías en asunto de iluminación automatizada.
- ✓ Realizar una inspección del sistema de alumbrado y del proceso de producción de la empresa LAFARGE para conocer en qué lugares se puede implantar el presente proyecto.
- ✓ Diseñar el circuito del sistema de iluminación inteligente.

- ✓ Implantar el sistema de iluminación inteligente.

1.6. JUSTIFICACIÓN

Gran parte de las actividades humanas se realizan en el interior de edificios con una iluminación natural, con frecuencia insuficiente. Por ello es inevitable la presencia de una iluminación artificial que avale el desarrollo de dichas actividades; igualmente, en las industrias que fabrican productos en los cuales realizan actividades nocturnas y requiere afluencia de iluminación, la iluminación es un campo muy amplio que abarca todos los aspectos de nuestras vidas desde el ámbito doméstico hasta el trabajo o el comercio.

Frecuentemente, las tareas ejecutadas en un área de trabajo cambian con el tiempo, mientras que los sistemas de alumbrado permanecen iguales o son modificados para cubrir las nuevas necesidades. Algunos sistemas pueden haber sido instalados para minimizar costos iniciales sin importar su eficiencia o si fueron diseñados antes de la llegada de nuevas tecnologías, además hay que tomar en cuenta que el paso del tiempo provoca sobre las instalaciones de alumbrado una disminución progresiva en los niveles de iluminancia.

El proyecto de cualquier instalación de alumbrado lleva consigo la consideración de numerosas variables: ¿Cuál es la actividad que el trabajador realiza en este espacio de la empresa? ¿Cuál es la cantidad y calidad de la iluminación necesaria para realizar las actividades visuales? Las respuestas a estas preguntas determinan la cantidad de luz necesaria y los mejores medios para conseguirla. Debido a esto, es que antes de tomar cualquier decisión para modificar un sistema de alumbrado existente, se debe realizar una inspección con el objetivo de identificar los niveles de iluminancia necesarias para cada área de trabajo dependiendo de las actividades a desarrollarse, la eficiencia de las luminarias, su distribución y estado físico.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. SISTEMAS DE CONTROL AUTOMÁTICO

La iluminación comenzó desde tiempos de la prehistoria cuando el hombre descubrió el fuego y de ahí en adelante el hombre ha venido perfeccionando las técnicas de la iluminación para hoy en día llegar a obtener sistemas automatizados e inteligentes para el servicio de la iluminación.

Los sistemas de control automático son objetos o sistemas que, al recibir una señal de entrada, realizan alguna función de forma automática sin la intervención de las personas. Un sistema automático de control es un conjunto de componentes físicos conectados o relacionados entre sí, de manera que regulen o dirijan su actuación por sí mismos, es decir sin intervención de agentes exteriores (incluido el factor humano), corrigiendo además los posibles errores que se presenten en su funcionamiento.

El desarrollo de los sistemas de control automáticos ha supuesto que los objetos de consumo posean una autonomía tal que funcionan prácticamente sin intervención de las personas, no solo en la industria, sino también, y de forma más acusada, en el hogar. Así, aparatos como microondas, frigoríficos, sistemas de calefacción y aire acondicionado, alarmas antirrobo, ordenadores, etc., son aparatos que se usan habitualmente, mejorando la calidad de vida de las personas y realizando funciones de forma automática.

Actualmente, cualquier mecanismo, sistema o planta industrial presenta una parte actuadora, que corresponde al sistema físico que realiza la

acción, y otra parte de mando o control, que genera las órdenes necesarias para que esa acción se lleve o no a cabo.

2.1.1. Necesidad y aplicaciones de los sistemas automáticos de control

En los procesos industriales:

- Aumentando las cantidades y mejorando la calidad del producto.
- Reduciendo los costes de producción.
- Fabricando artículos que no se pueden obtener por otros medios.

En los hogares:

- Mejorando la calidad de vida.

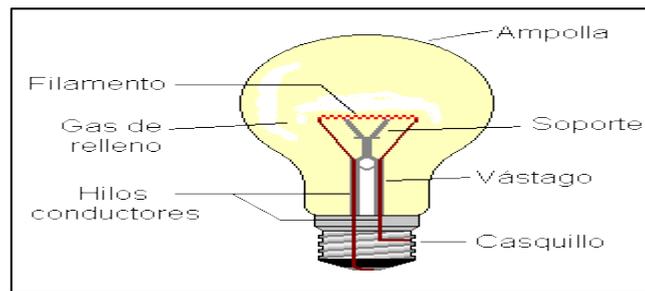
Para los avances tecnológicos

- Automoción.

2.2. LA ILUMINACIÓN

Según una publicación de la página web <http://www.educar.org/inventos/iluminacion.asp> “Bastó con que el hombre prehistórico descubriera el fuego, para que comprendiera que no sólo le serviría para lograr calor y cocer alimentos, sino que lograba mediante las llamas iluminar sus cavernas en las noches.”

Según EGAN Mary 2001 dice “Cuando, en 1841, realizó Molen la primera lámpara de filamento incandescente llevando al rojo blanco un corto alambre de platino atravesado por la corriente, estaba lejos, sin duda, de suponer el verdadero alcance de sus experimentos.”



FUENTE: <http://edison.upc.edu/curs/llum/lamparas/graficos/1-3graf1.gif>

Fig. 1: La Bombilla

Se puede decir que la iluminación es un sistema cuya principal finalidad es ayudar a la visualización en niveles aceptables de eficacia, comodidad y seguridad.

2.2.1. La luz

Según el autor CEMBRANOS Florencio en 2007 página 37 dice “La luz es la energía radiante, en forma de ondas electromagnéticas que estimulan el sentido de la vista.”

La luz es una radiación que se irradia en forma de ondas. Las ondas que se pueden propagar en el vacío se llaman ondas electromagnéticas. Por lo tanto la luz es una radiación electromagnética.

2.2.2. Propiedades de la luz:

Cuando la luz encuentra un obstáculo en su camino choca contra la superficie de este y una parte es reflejada. Si el cuerpo es opaco el resto de la luz será absorbida.

Si es transparente una parte será absorbida como en el caso anterior y el resto atravesará el cuerpo transmitiéndose. Así pues, se tiene tres posibilidades:

- Reflexión
- Transmisión-refracción
- Absorción

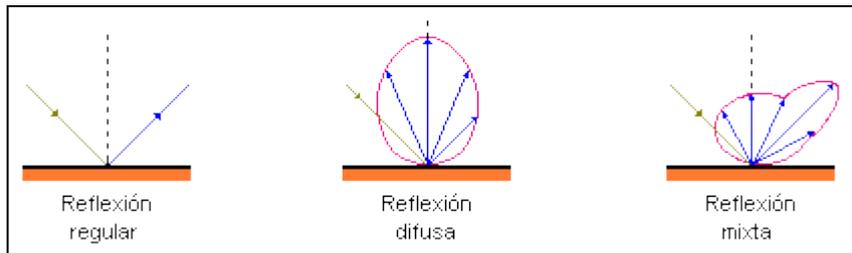
Para cada una se define un coeficiente que nos da el porcentaje correspondiente en tanto por uno. Son el factor de reflexión (ρ), el de transmisión (τ) y el de absorción (α) que cumplen:

$$\begin{aligned} \rho + \alpha + \tau &= 1 && \text{cuerpos transparentes} \\ \rho + \alpha &= 1 && \text{cuerpos opacos (} \tau=0 \text{)} \end{aligned}$$

La luz tiene también otras propiedades, como la polarización, la interferencia, la difracción o el efecto fotoeléctrico, pero estas tres son las más importantes en luminotecnica.

- **La reflexión** es un fenómeno que se produce cuando la luz choca contra la superficie de separación de dos medios diferentes (ya sean gases como la atmósfera, líquidos como el agua o sólidos)

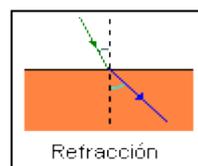
La dirección en que sale reflejada la luz viene determinada por el tipo de superficie. Si es una superficie brillante o pulida se produce la reflexión regular en que toda la luz sale en una única dirección. Si la superficie es mate y la luz sale desperdigada en todas direcciones se llama reflexión difusa. Y, por último, está el caso intermedio, reflexión mixta, en que predomina una dirección sobre las demás. Esto se da en superficies metálicas sin pulir, barnices, papel brillante, etc.



FUENTE: http://edison.upc.edu/curs/llum/luz_vision/luz.html#refraccion

Fig. 2: Tipos de Reflexión

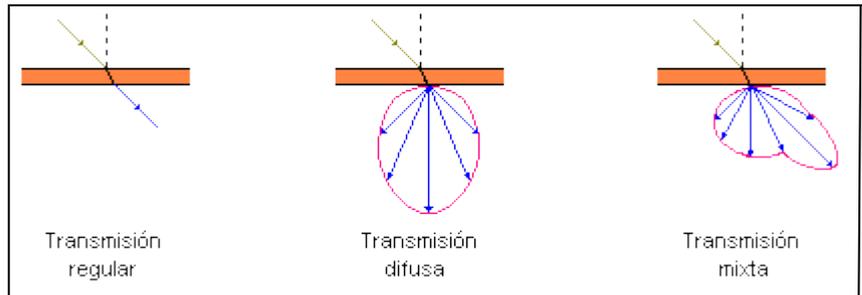
- **La refracción** se produce cuando un rayo de luz es desviado de su trayectoria al atravesar una superficie de separación entre medios diferentes según la ley de la refracción. Esto se debe a que la velocidad de propagación de la luz en cada uno de ellos es diferente.



FUENTE: http://edison.upc.edu/curs/llum/luz_vision/luz.html#refraccion

Fig. 3: La Refracción

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



FUENTE: http://edison.upc.edu/curs/llum/luz_vision/luz.html#refraccion

Fig. 4: La Transmisión

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

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

FUENTE: http://edison.upc.edu/curs/llum/luz_vision/luz.html#refraccion

Tabla 1: Tipo de radiación

Cuando la luz blanca choca con un objeto una parte de los colores que la componen son absorbidos por la superficie y el resto son reflejados. Las componentes reflejadas son las que determinan el color que percibimos. Si la luz refleja todas es blanco y si las absorbe todas es negro. Un objeto es rojo porque refleja la luz roja y absorbe las demás componentes de la luz blanca.

Si iluminamos el mismo objeto con luz azul lo veremos negro porque el cuerpo absorbe esta componente y no refleja ninguna. Queda claro, entonces, que el color con que percibimos un objeto depende del tipo de luz que le enviamos y de los colores que este sea capaz de reflejar.

2.3. LÁMPARAS DE DESCARGA

Según la página web ww.construmatica.com/construpedia “Es una fuente luminosa que produce luz mediante una descarga eléctrica en gases o vapores metálicos presentes en el interior de la ampolla.”

Estas lámparas son aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a los dispositivos generadores de luz (llamados a su vez lámparas, bombillas o focos).

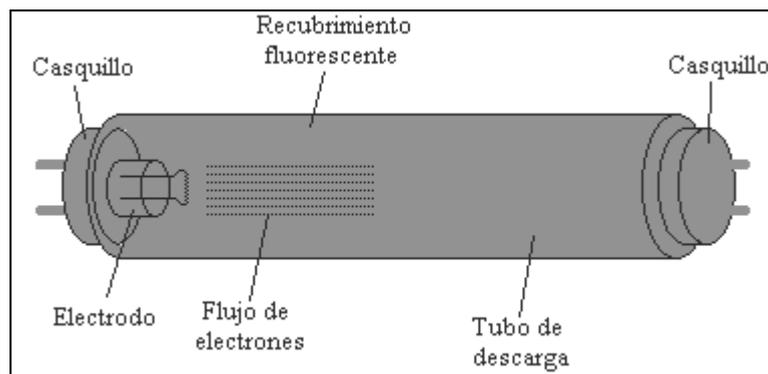
2.3.1. TIPOS DE LÁMPARAS

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

- **Lámparas fluorescentes.**

Según <http://www.sabelotodo.org/electrotecnia/lamparafluorescente>. “Las lámparas fluorescentes están formadas por un tubo cilíndrico (recto o curvado) de vidrio, recubierto interiormente por un material fluorescente al que se le ha practicado vacío parcial (baja presión interior). En los extremos del tubo se colocan filamentos recubiertos de un material emisor de electrones (generalmente mercurio)”

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



FUENTE: <http://edison.upc.edu/curs/llum/lamparas/ldesc2.html>

Tabla 2: 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.

- **Lámpara de mercurio a alta presión**

Para Peter Bastian (2005) página 443 “Las lámparas de vapor de mercurio de alta presión consisten en un tubo de descarga de cuarzo relleno de vapor de mercurio, el cual tiene dos electrodos principales y uno auxiliar para facilitar el arranque”



FUENTE:

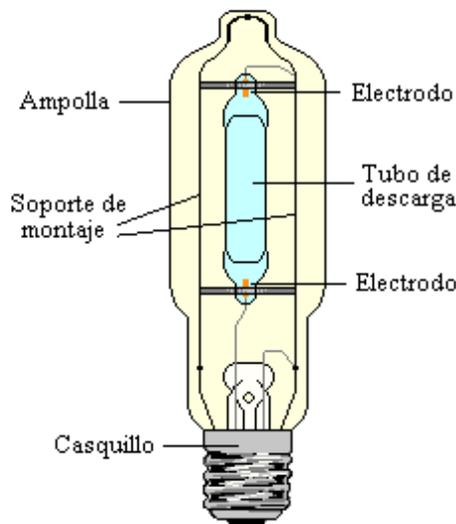
http://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%A1mpara_de_vapor_de_mercurio

Fig. 5: Primer plano de una lámpara de vapor de mercurio de 175 W.

En estas lámparas la descarga se produce en un tubo de descarga que contiene una pequeña cantidad de mercurio y un relleno de gas inerte para asistir al encendido. Una parte de la radiación de la descarga ocurre en la región visible del espectro como luz, pero una parte también se emite en la región ultravioleta. Cubriendo la superficie interior de la ampolla exterior, con un polvo fluorescente que convierte esta radiación ultravioleta en radiación visible.

- Lámparas con halogenuros metálicos

Para la página web es.wikipedia.org “Las lámparas de haluro metálico, también conocidas como lámparas de aditivos metálicos, lámparas de halogenuros metálicos, lámparas de mercurio halogenado o METALARC, son lámparas de descarga de alta presión, del grupo de las lámparas llamadas HID (*High Intensity Discharge*). Son generalmente de alta potencia y con una buena reproducción de colores, además de la luz ultravioleta. Originalmente fueron creadas en los años 1960 para el uso industrial de estas pero hoy se suelen aplicar en la industria tanto como el hogar”



FUENTE: <http://edison.upc.edu/curs/llum/lampara-luminaria/lampara-descarga-clases.html>

Fig. 6: Lámpara con halogenuros metálicos

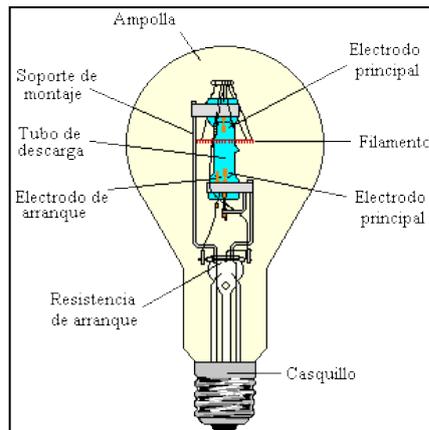
Las lámparas de halogenuros metálicos son lámpara de descarga de gran intensidad lumínica, similar a la de vapor de mercurio, Son lámparas en las cuales una descarga eléctrica genera luz en una atmósfera química de mercurio y gases raros a alta presión.

- **Lámparas de luz de mezcla**

Según <http://edison.upc.edu/curs/llum/lampara-luminaria/lampara-descarga-clases.html> “Las lámparas de luz de mezcla son una combinación de una lámpara de mercurio a alta presión con una lámpara incandescente y, habitualmente, un recubrimiento fosforescente. El resultado de esta mezcla es la superposición, al espectro del mercurio, del espectro continuo característico de la lámpara incandescente y las radiaciones rojas provenientes de la fosforescencia.”

Las lámparas de luz mezcla corresponden en su construcción a las de vapor de mercurio de alta presión, pero disponen de un filamento incandescente adicional en el envoltorio de vidrio exterior que está conectado en serie con el tubo de descarga. El filamento incandescente adopta aquí el papel de un limitador de corriente, de modo que una reactancia exterior sería innecesaria. Además, se completa la ausencia de la parte de rojo del espectro del mercurio mediante la luz de color blanco cálido del filamento incandescente, por lo que se mejora la reproducción cromática. Su eficacia se sitúa entre 20 y 60 lm/W y es el resultado de la combinación de la eficacia de una lámpara incandescente con la de una lámpara de descarga. Estas lámparas ofrecen una buena reproducción del color con un rendimiento en color de 60 y una temperatura de color de 3600 K.

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



FUENTE: SOCELEC pág. 294

Fig.: Lámpara de luz de mezcla

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

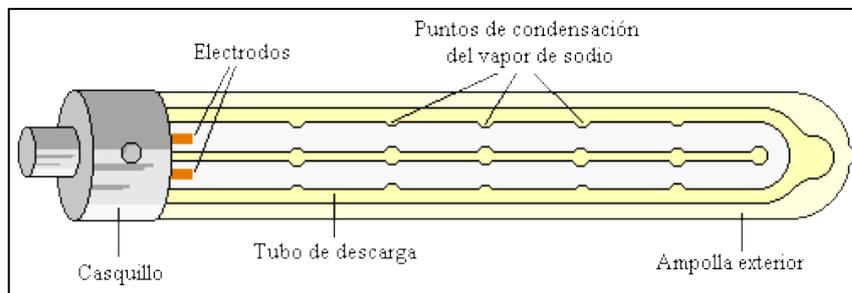
- **Lámparas de vapor de sodio a baja presión**

Según la página web es.scribd.com/doc/71447670/27/Lamparas-de-vapor-de-sodio-de-baja-presion “Las lámparas de vapor de sodio de baja presión son comparables a las fluorescentes en cuanto a su construcción y función. En lugar de utilizar vapor de mercurio se estimula aquí vapor de sodio”

Lámpara de sodio cuya presión es relativamente baja produciendo una luz potente, monocromática y amarillenta. Se la emplea en lugares donde se debe iluminar eficazmente sin necesidad de realzar el color

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

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



FUENTE: <http://edison.upc.edu/curs/llum/lamparas/ldesc2.html>

Fig. 7: Lámpara de vapor de sodio a baja presión

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

El tiempo de arranque de una lámpara de este tipo es de unos diez minutos. Es el tiempo necesario desde que se inicia la descarga en el tubo en una mezcla de gases inertes (neón y argón) hasta que se

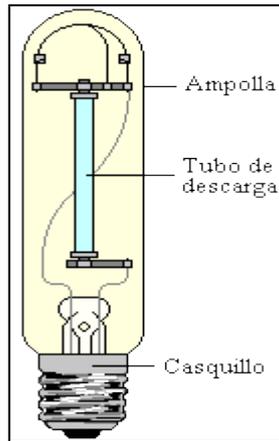
vaporiza todo el sodio y comienza a emitir luz. Físicamente esto se corresponde a pasar de una luz roja (propia del neón) a la amarilla característica del sodio. Se procede así para reducir la tensión de encendido.

- **Lámparas de vapor de sodio a alta presión**

Para <http://es.scribd.com/doc/71447670/27/Lamparas-de-vapor-de-sodio-de-baja-presion> “Al igual que ocurre con el vapor de mercurio, también en las descargas de vapor de sodio se puede ampliar el espectro de la luz emitida mediante el aumento de la presión del vapor. Con la presión suficientemente alta se obtiene un espectro casi continuado con unas propiedades mejoradas de la reproducción cromática; en vez de la luz monocromáticamente amarilla de la lámpara de vapor de sodio de baja presión se produce una luz de color amarillento hasta blanco cálido con una reproducción cromática de moderada a buena”

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

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



FUENTE: <http://edison.upc.edu/curs/llum/lamparas/ldesc2.html>

Fig. 8: Lámpara de vapor de sodio a alta presión

- **Lámpara de inducción**

La página web [es.wikipedia.org/wiki/L%C3%A1mpara_de_inducci](http://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%A1mpara_de_inducci%C3%B3n) manifiesta que “Se basa en la descarga eléctrica en un gas a baja presión, prescindiendo de electrodos para originar la ionización, que se sustituyen por una bobina de inducción sin filamentos y una antena acopladora (cuya potencia proviene de un generador externo de alta frecuencia). Ambos elementos crean un campo electromagnético que introduce la corriente eléctrica en el gas, provocando su ionización.”

Las lámparas de inducción usan una bobina de inducción sin filamentos y una antena acopladora, la cual consiste en tecnología de aplicar una descarga de frecuencia para proveer soluciones de iluminación.

El centro de la lámpara es la bobina de inducción a la cual le provee potencia un generador de alta frecuencia. El ensamble de vidrio circundante contiene un material electrón-Ion plasma y esta relleno con un gas inerte. La porción interior del vidrio esta recubierta con un recubrimiento de fósforo el cual es similar al que se encuentra en las

lámparas fluorescentes. La antena transmite la energía generada por el primario de la bobina de un sistema de inducción al gas que se encuentra dentro de la lámpara, por lo cual se crea una radiación ultravioleta, la cual es luego transformada a fuentes visibles de luz por medio del recubrimiento de fósforo en la superficie de vidrio.

- **Características técnicas de las lámparas de inducción**

Las principales características técnicas de la lámpara de inducción:

1. Larga vida de las lámparas.
2. Uso a largo plazo sin mantenimiento.
3. Alto factor de potencia.
4. Alta eficiencia luminosa.
5. Frecuencia de trabajo: 230 kHz
6. Flujo luminoso constante.
7. Luz suave sin parpadeo.
8. El contenido de mercurio sólido no supera 5 mg, muy inferior al de las lámparas fluorescentes u otras lámparas que contienen mercurio (como las lámparas de descarga de vapor de mercurio).
9. Aplicando una tecnología única y patentada, se encienden rápidamente e incluso se pueden encender a -25 °C
10. El balastro cuenta con la función de protección automática a corto circuito.
11. La potencia es constante y no se ve afectada por los cambios del voltaje.

2.4. EQUIPOS DE AUTOMATIZACIÓN

La necesidad de optimizar el uso de la energía eléctrica en instalaciones de alumbrado, conlleva a la búsqueda de soluciones técnicas que, sin renunciar a las exigencias de confort y calidad visual, permitan un uso racional de la energía, en este sentido cualquier gasto innecesario de

energía implica un perjuicio económico para la empresa y consecuencias negativas en general.

2.4.1. TEMPORIZADORES

En lugares exteriores como las escaleras, pasillos o garajes o patios se necesitará luz durante un corto espacio de tiempo para subir, ir del ascensor a la vivienda o entrar en el coche. Esa es la función que realizan los temporizadores: cerrar un circuito de alumbrado durante un tiempo determinado.

- Por su instalación pueden ser:

- Mecanismo saliente.-Generalmente es estanco para poderlo utilizar en garajes, se activan girando un potenciómetro que poco a poco vuelve a su posición original y apaga la luz.
- Modulares.-Para instalar en la caja de distribución, se activa mediante los pulsadores situados en los descansillos y suelen utilizarse para comandar la luz de la escalera.
- Minuterías fondo de caja.- como su nombre indica se colocan detrás del pulsador de encendido en el fondo de la caja y por su menor potencia suelen mandar la luz de pasillo.

-Por su funcionamiento pueden ser:

- Electroneumáticos.-Al accionar el pulsador se alimenta la bobina y atrae un pistón que cierra el contacto del circuito de alumbrado y al volver el pistón a su posición de reposo se abre el circuito, con la regulación del escape de aire del pistón se pueden obtener temporizaciones de 30 segundos a varios minutos.
- De motor síncrono.-Un pequeño motor síncrono cierra dos contactos desde su puesta en rotación alimentado por el cierre de un pulsador, uno de los contactos asegura la alimentación del motor después de que se

deja de pulsar, mientras que el otro asegura el mando del alumbrado, finalmente al cumplirse el tiempo reglado una leva abre los contactos.

- Electrónica.-Su funcionamiento se basa en la duración de carga de un condensador a través de un circuito r-c; el reglado de la resistencia es el que determina el tiempo de carga y por lo tanto de alumbrado.

2.4.2. CONTACTORES

Según VALLEJO Horacio en la edición 2008 dice “Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos).”

Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden.

- **Partes del contactor**
 - ✓ Carcasa
 - ✓ Electroimán
 - ✓ Bobina
 - ✓ Núcleo
 - ✓ Espira de sombra
 - ✓ Armadura
 - ✓ Contactos
 - ✓ Relé térmico

✓ Resorte

- **Funcionamiento**

Los contactos principales se conectan al circuito que se quiere gobernar. Asegurando el establecimiento y cortes de las corrientes principales y según el número de vías de paso de corriente podrá ser bipolar, tripolar, tetrapolar, etc. realizándose las maniobras simultáneamente en todas las vías.

Los contactos auxiliares son de dos clases abiertos, NA, y cerrados, NC. Estos forman parte del circuito auxiliar del contactor y aseguran las autoalimentaciones, los mandos, enclavamientos de contactos y señalizaciones en los equipos de automatismo.

Cuando la bobina del contactor queda excitada por la circulación de la corriente, esta mueve el núcleo en su interior y arrastra los contactos principales y auxiliares, estableciendo a través de los polos, el circuito entre la red y el receptor. Este arrastre o desplazamiento puede ser:

- ✓ Por rotación, pivote sobre su eje.
- ✓ Por traslación, deslizándose paralelamente a las partes fijas.
- ✓ Combinación de movimientos, rotación y traslación.

Cuando la bobina deja de ser alimentada, abre los contactos por efecto del resorte de presión de los polos y del resorte de retorno de la armadura móvil.

Si se debe gobernar desde diferentes puntos, los pulsadores de marcha se conectan en paralelo y el de parada en serie.

- **Criterios para la elección de un contactor**

Se debe tener en cuenta algunas cosas, como las siguientes:

- ✓ El tipo de corriente, la tensión de alimentación de la bobina y la frecuencia.

- ✓ La potencia nominal de la carga.
- ✓ Si es para el circuito de potencia o de mando y el número de contactos auxiliares que necesita.
- ✓ Para trabajos silenciosos o con frecuencias de maniobra muy altas es recomendable el uso de contactores estáticos o de estado sólido.

- **Ventajas de los contactores**

Los contactores presentan ventajas en cuanto a los siguientes aspectos, por los que se recomienda su utilización: automatización en el arranque y paro de motores, posibilidad de controlar completamente una máquina, desde varios puntos de maniobra o estaciones, se pueden maniobrar circuitos sometidos a corrientes muy altas, mediante corrientes muy pequeñas, seguridad para personal técnico, dado que las maniobras se realizan desde lugares alejados del motor u otro tipo de carga, y las corrientes y tensiones que se manipulan con los aparatos de mando son o pueden ser pequeños, control y automatización de equipos y máquinas con procesos complejos, mediante la ayuda de aparatos auxiliares (como interruptores de posición, detectores inductivos, presostatos, temporizadores, etc.), y un ahorro de tiempo a la hora de realizar algunas maniobras.

A estas características hay que añadir que el contactor:

- ✓ Es muy robusto y fiable, ya que no incluye mecanismos delicados.
- ✓ Se adapta con rapidez y facilidad a la tensión de alimentación del circuito de control (cambio de bobina).
- ✓ Facilita la distribución de los puestos de paro de emergencia y de los puestos esclavos, impidiendo que la máquina se ponga en marcha sin que se hayan tomado todas las precauciones necesarias.
- ✓ Protege el receptor contra las caídas de tensión importantes (apertura instantánea por debajo de una tensión mínima).
- ✓ Funciona tanto en servicio intermitente como en continuo.

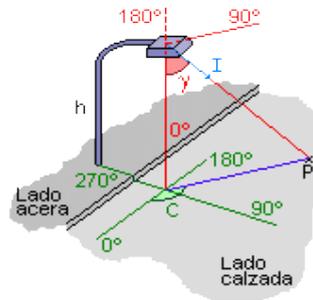
2.5. ALUMBRADO DE EXTERIORES

2.5.1. Iluminancia

La iluminancia indica la cantidad de luz que llega a una superficie y se define como el flujo luminoso recibido por unidad de superficie:

$$E = \frac{d\Phi}{dw}$$

Si la expresamos en función de la intensidad luminosa nos queda como:



FUENTE: <http://edison.upc.edu/curs/llum/lamparas/ldesc2.html>

Fig. 9: Intensidad luminosa

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

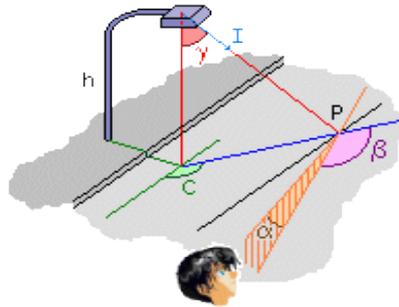
Donde I es la intensidad recibida por el punto P en la dirección definida por el par de ángulos (C, γ) y h la altura del foco luminoso. Si el punto está iluminado por más de una lámpara, la iluminancia total recibida es entonces:

$$E_H = \sum_{i=1}^n \frac{I(C_i, \gamma_i)}{h_i^2} \cdot \cos^3 \gamma_i$$

2.5.2. Luminancia

La luminancia, al contrario de la anterior, es una medida de la luz que llega a los ojos procedente de los objetos y es la responsable de excitar la retina provocando la visión. Esta luz proviene de la reflexión que sufre la

iluminancia cuando incide sobre los cuerpos. Se puede definir, pues, como la porción de intensidad luminosa por unidad de superficie que es reflejada por la calzada en dirección al ojo.



FUENTE: <http://edison.upc.edu/curs/llum/lamparas/ldesc2.html>

Fig. 10: Intensidad luminosa

$$L = q(\beta, \gamma) \cdot E_H$$

Donde q es el coeficiente de luminancia en el punto P que depende básicamente del ángulo de incidencia γ y del ángulo entre el plano de incidencia y el de observación β . El efecto del ángulo de observación α es despreciable para la mayoría de conductores (automovilistas con campo visual entre 60 y 160 m por delante y una altura de 1,5 m sobre el suelo) y no se tiene en cuenta. Así pues, nos queda:

$$L = \frac{I(C, \gamma) \cdot \cos^3 \gamma}{h^2} \cdot q(\beta, \gamma)$$

Por comodidad de cálculo, se define el termino:

$$r(\beta, \gamma) = q(\beta, \gamma) \cdot \cos^3 \gamma$$

Quedando finalmente:

$$L = \frac{I(C, \gamma) \cdot r(\beta, \gamma)}{h^2}$$

Y si el punto está iluminado por más de una lámpara, resulta:

$$L = \sum_{i=1}^n \frac{I(C_i, \gamma_i) \cdot r(\beta_i, \gamma_i)}{h_i^2}$$

Los valores de $r(\beta, \gamma)$ se encuentran tabulados o incorporados a programas de cálculo y dependen de las características de los pavimentos utilizados en la vía.

2.5.3. Criterios de calidad

Para determinar si una instalación es adecuada y cumple con todos los requisitos de seguridad y visibilidad necesarios se establecen una serie de parámetros que sirven como criterios de calidad. Son la luminancia media (L_m , L_{AV}), los coeficientes de uniformidad (U_0 , U_L), el deslumbramiento (TI y G) y el coeficiente de iluminación de los alrededores (SR).

- Coeficientes de uniformidad

Como criterios de calidad y evaluación de la uniformidad de la iluminación en la vía se analizan el rendimiento visual en términos del coeficiente global de uniformidad U_0 y la comodidad visual mediante el coeficiente longitudinal de uniformidad U_L (medido a lo largo de la línea central).

$$U_0 = L_{\min} / L_m$$

$$U_L = L_{\min} / L_{\max}$$

- Deslumbramiento

El deslumbramiento producido por las farolas o los reflejos en la calzada, es un problema considerable por sus posibles repercusiones. En sí mismo, no es más que una sensación molesta que dificulta la visión pudiendo, en casos extremos, llegar a provocar ceguera transitoria. Se hace necesario, por tanto, cuantificar este fenómeno y establecer unos criterios de calidad que eviten estas situaciones peligrosas para los usuarios.

Se llama deslumbramiento molesto a aquella sensación desagradable que sufrimos cuando la luz que llega a nuestros ojos es demasiado intensa. Este fenómeno se evalúa de acuerdo a una escala numérica, obtenida de estudios estadísticos, que va del deslumbramiento insoportable al inapreciable.

G	Deslumbramiento	Evaluación del alumbrado
1	Insoportable	Malo
3	Molesto	Inadecuado
5	Admisible	Regular
7	Satisfactorio	Bueno
9	Inapreciable	Excelente

FUENTE: <http://edison.upc.edu/curs/llum/lamparas/ldesc2.html>

Tabla 3: Intensidad luminosa

Donde la fórmula de G se calcula a partir de características de la luminaria y la instalación.

Actualmente no se utiliza mucho porque se considera que siempre que no se excedan los límites del deslumbramiento perturbador, este está bajo control.

El deslumbramiento perturbador se produce por la aparición de un velo luminoso que provoca una visión borrosa, sin nitidez y con poco contraste, que desaparece al cesar su causa. No obstante, este fenómeno no lleva necesariamente asociado una sensación incómoda como el deslumbramiento molesto. Para evaluar la pérdida de visión se utiliza el criterio del incremento de umbral (TI) expresado en tanto por ciento:

$$TI = 65 \cdot \frac{L_v}{(L_m)^{0.5}}$$

Donde L_v es la luminancia de velo equivalente y L_m es la luminancia media de la calzada.

- **Coeficiente de iluminación en los alrededores**

El coeficiente de iluminación en los alrededores (*Surround Ratio*, SR) es una medida de la iluminación en las zonas limítrofes de la vía. De esta manera se asegura que los objetos, vehículos o peatones que se encuentren allí sean visibles para los conductores. SR se obtiene calculando la iluminación media de una franja de 5 m de ancho a cada lado de la calzada.



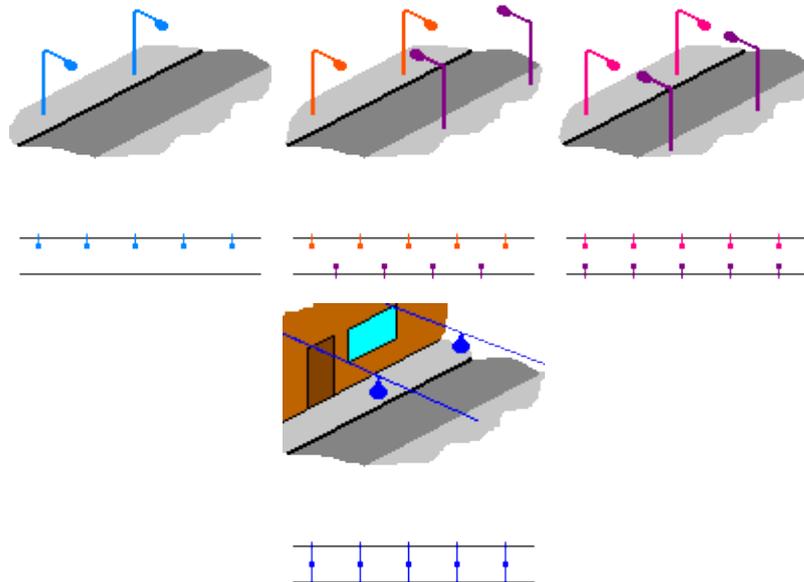
FUENTE: <http://edison.upc.edu/curs/llum/lamparas/ldesc2.html>

Fig. 11: Intensidad luminosa

- **Disposición de las luminarias en la vía**

Para conseguir una buena iluminación, no basta con realizar los cálculos, debe proporcionarse información extra que oriente y advierta al conductor con suficiente antelación de las características y trazado de la vía. Así en curvas es recomendable situar las farolas en la exterior de la misma, en autopistas de varias calzadas ponerlas en la mediana o cambiar el color de las lámparas en las salidas.

En los tramos rectos de vías con una única calzada existen tres disposiciones básicas: unilateral, bilateral tresbolillo y bilateral pareada. También es posible suspender la luminaria de un cable transversal pero sólo se usa en calles muy estrechas.



FUENTE: <http://edison.upc.edu/curs/llum/lamparas/ldesc2.html>

Fig. 12: Unilateral Tresbolillo Pareada y Suspendida

La distribución unilateral se recomienda si la anchura de la vía es menor que la altura de montaje de las luminarias. La bilateral tresbolillo si está comprendida entre 1 y 1.5 veces la altura de montaje y la bilateral pareada si es mayor de 1.5.

Relación entre la anchura de la vía y la altura de montaje

Unilateral	$A/H < 1$
Tresbolillo	$1 \leq A/H \leq 1.5$
Pareada	$A/H > 1.5$
Suspendida	Calles muy estrechas

2.5.4. Niveles de iluminación recomendados

Los niveles de iluminación recomendados dependen de las normativas en vigor en cada territorio, aunque muchas de ellas toman como referencia los valores aconsejados por la CIE. Según esta, las vías se dividen en

cinco tipos de acuerdo con las características del tráfico, de la vía y de los alrededores.

Valores recomendados por la CIE							
Tipo de vía	Entorno	Categoría	Luminancia media Lm (cd/m ²)	Coeficientes de uniformidad		Control del deslumbramiento	
				Glob al U ₀	Longitudi nal UL	Moles to G	Perturba dor TI
A		A	≥ 2	≥ 0.4	≥ 0.7	≥ 6	≤ 10 %
B	Claro	B1	≥ 2			≥ 5	
	Oscuro	B2	≥ 1			≥ 6	
C	Claro	C1	≥ 2		≥ 0.5	≥ 5	≤ 20 %
	Oscuro	C2	≥ 1			≥ 6	≤ 10 %
D	Claro	D	≥ 2			≥ 4	≤ 20 %
E	Claro	E1	≥ 1			≥ 4	
	Oscuro	E2	≥ 0.5			≥ 5	

FUENTE: CIE

Tabla 4: Niveles de iluminación

Los valores indicados en la tabla son luminancias, no iluminancias, pues recordemos que son estas las responsables de provocar la sensación de visión.

En distancias cortas, menos de 60 m, no se pueden aplicar los métodos de cálculos de las luminancias y se utiliza el criterio de las iluminancias.

Categoría	Nivel medio iluminancia E _m (lux)	Coef global uniformidad U ₀
C0	≥ 50	≥ 0.4
C1	≥ 30	
C2	≥ 20	
C3	≥ 15	
C4	≥ 10	
C5	≥ 7.5	

FUENTE: SOCELEC pág. 294

Tabla 5: Criterio de las iluminancias

El número de la categoría de la zona de conflicto (Cx) no será menor que el de la vía de mayor categoría (Mx) que confluya en la zona.

2.5.5. Cálculo de instalaciones de alumbrado

Debido a la gran cantidad de factores que intervienen en la iluminación de vías públicas (deslumbramiento, características de los pavimentos, condiciones meteorológicas, etc.) y en la percepción de estas, el cálculo del alumbrado público ha sido siempre una tarea muy compleja.

Por ello, en un principio los cálculos se enfocaron a determinar unas condiciones de iluminancia sobre la calzada que proporcionaran una buena visibilidad dentro de los márgenes establecidos por los organismos competentes.

A medida que se fue desarrollando la informática y aumentaron las capacidades de procesamiento de datos, los cálculos se fueron orientando hacia la determinación de luminancias. Esto no hubiera sido posible sin la existencia de ordenadores que permiten ejecutar y aplicar los métodos de cálculo numérico en un tiempo razonable.

Así pues, se agrupan los métodos en:

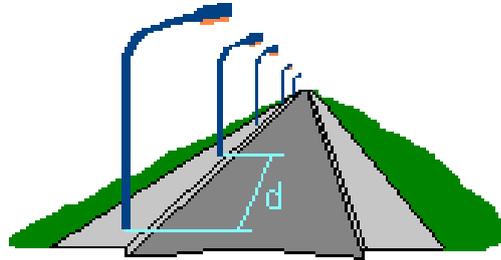
- Cálculo de iluminancias
 - ✓ Método de los lúmenes o del factor de utilización
 - ✓ Métodos numéricos. El método de los nueve puntos
- Cálculo de luminancias

2.5.5.1. Cálculo de iluminancias

- **Método de los lúmenes o del factor de utilización**

La finalidad de este método es calcular la distancia de separación adecuada entre las luminarias que garantice un nivel de iluminancia medio determinado. Mediante un proceso iterativo, sencillo y práctico, se

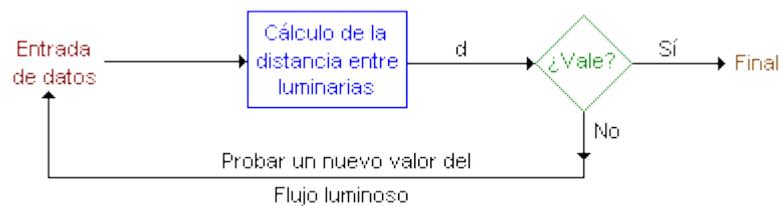
consiguen unos valores que aunque no son muy precisos, sí sirven de referencia para empezar a aplicar otros métodos.



FUENTE: www.monografias.com/trabajos71.html

Fig. 13 : Cálculo de separación de iluminancias

El proceso a seguir se puede explicar mediante el siguiente diagrama de bloques:



FUENTE: www.monografias.com/trabajos71.html

Fig. 14: Diagrama del proceso para el cálculo de separación de iluminancias

- **Datos de entrada**

- ✓ Determinar el nivel de iluminancia media (E_m). Este valor depende de las características y clase de pavimento , clase de vía, intensidad del tráfico, etc. Como valores orientativos se puede usar:

Tipo de vía	Iluminancia media (lx)	Luminancia media (cd/m ²)
A	35	2
B	35	2
C	30	1.9
D	28	1.7
E	25	1.4

Fuente: Autores

Tabla 6: Datos de entada

- ✓ Escoger el tipo de lámpara (vapor de mercurio, sodio...) y la altura de montaje necesarias sin exceder el flujo máximo recomendado en cada intervalo.

Flujo de la lámpara (lm)	Altura (m)
$3000 \leq \Phi_L < 10000$	$6 \leq H < 8$
$10000 \leq \Phi_L < 20000$	$8 \leq H < 10$
$20000 \leq \Phi_L < 40000$	$10 \leq H < 12$
≥ 40000	≥ 12

Fuente: Autores

Tabla 7: Datos de entada

- ✓ Elegir la disposición de luminarias más adecuada según la relación entre la anchura de la calzada y la altura de las luminarias.

Disposición	Relación anchura/altura
Unilateral	≤ 1
Tresbolillo	$1 < A/H \leq 1.5$
Pareada	> 1.5

Fuente: Autores

Tabla 8: Disposición de las luminarias

- ✓ Determinar el factor de mantenimiento (f_m) dependiendo de las características de la zona (contaminación, tráfico, mantenimiento...). Normalmente esto es difícil de evaluar y se recomienda tomar un valor no superior a 0.8 (habitualmente 0.7).

Características de la vía	Luminaria abierta	Luminaria cerrada
Limpia	0.75	0.80
Media	0.68	0.70
Sucia	0.65	0.68

Fuente: Autores

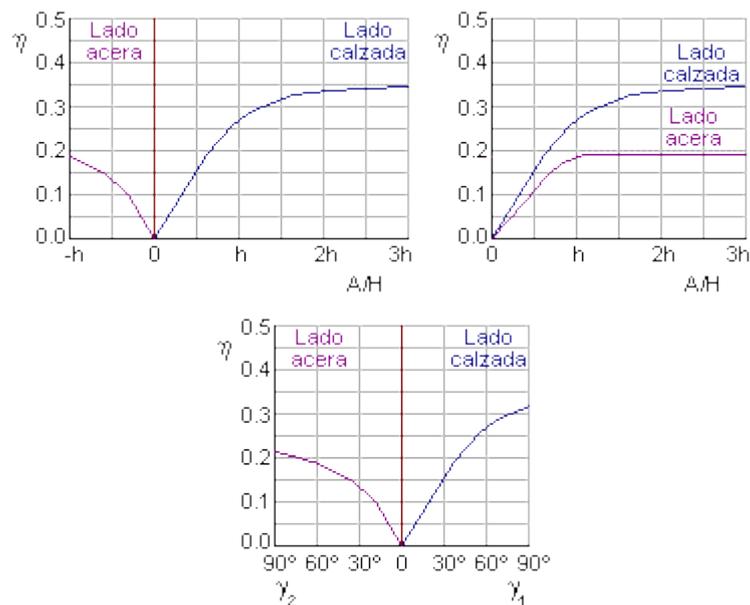
Tabla 9: Factor de mantenimiento

- ✓ Calcular el factor de utilización (η).

El factor de utilización es una medida del rendimiento del conjunto lámpara-luminaria y se define como el cociente entre el flujo útil, el que llega a la calzada, y el emitido por la lámpara.

$$\eta = \frac{\Phi_{\text{útil}}}{\Phi_L}$$

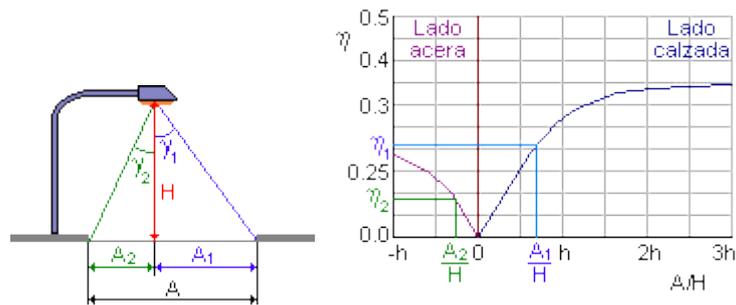
Normalmente se representa mediante curvas que suministran los fabricantes con las luminarias. Estas curvas se puede encontrarlas en función del cociente anchura de la calle/altura (A/H), la más habitual, o de los ángulos γ_1 , γ_2 en el lado calzada y acera respectivamente.



FUENTE: www.monografias.com/trabajos71.html

Fig. 15: Curvas del factor de utilización

De los gráficos se puede observar que hay dos valores posibles, uno para el lado acera y otro para el lado calzada, que se obtienen de las curvas.



FUENTE: www.monografias.com/trabajos71.html

Fig. 16: Curvas del factor de utilización

$$A = A_1 + A_2$$

$$\eta = \eta_1 + \eta_2$$

Por tanto, para obtener el factor de utilización total de la sección transversal de la calle habrá que sumar los coeficientes del lado acera y del lado calzada, aunque en otros casos la cosa puede ser diferente.

- **Cálculo de la separación entre luminarias**

Una vez fijados los datos de entrada, se puede proceder al cálculo de la separación (d) entre las luminarias utilizando la expresión de la iluminancia media.

$$E_m = \frac{\eta \cdot f_m \cdot \Phi_L}{A \cdot d}$$

donde:

- ✓ E_m es la iluminancia media sobre la calzada que queremos conseguir.
- ✓ η es el factor de utilización de la instalación.
- ✓ f_m es el factor de mantenimiento.
- ✓ Φ_L es el flujo luminoso de la lámpara.
- ✓ A es la anchura a iluminar de la calzada que en disposición bilateral pareada es la mitad ($A/2$) y toda (A) en disposiciones unilateral y tresbolillo.

- ✓ Unilateral o tresbolillo
- ✓ Bilateral
- ✓ A
- ✓ A/2

✓ d es la separación entre las luminarias.

- **Comprobación**

Finalmente, tras las fases anteriores, entrada de datos y cálculo, solo queda comprobar si el resultado está dentro de los límites. Si es así habremos acabado y si no variaremos los datos de entrada y volveremos a empezar. Si la divergencia es grande es recomendable cambiar el flujo de la lámpara.

A modo orientativo se puede usar la siguiente tabla que da la relación entre la separación y la altura para algunos valores de la iluminancia media.

E_m (lux)	separación / altura
$2 \leq E_m < 7$	$5 \leq d/h < 4$
$7 \leq E_m < 15$	$4 \leq d/h < 3.5$
$15 \leq E_m \leq 30$	$3.5 \leq d/h < 2$

Fuente: Autores

Tabla 10: Factor de mantenimiento

- **Métodos numéricos**

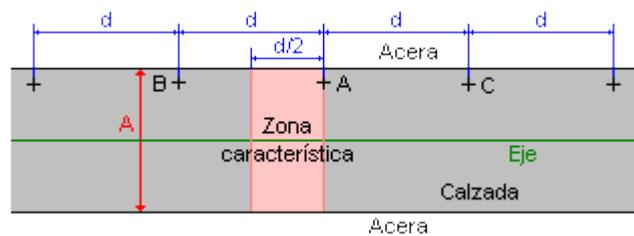
Los métodos numéricos se basan en la idea de que no es preciso calcular la iluminancia en todos los puntos de la calzada para tener una idea exacta de la distribución luminosa, sino que basta con hacerlo en unos cuantos puntos representativos llamados nodos. Para ello, dividiremos la zona a estudiar en pequeñas parcelas llamadas dominios, cada una con su correspondiente nodo, en las cuales supondremos la iluminancia uniforme. La iluminancia total de la calzada se calculará como una media ponderada de las iluminancias de cada dominio

El número de particiones que hagamos dependerá de la precisión que queramos obtener. En nuestro caso trabajaremos con el criterio de los nueve puntos que es el más sencillo, aunque la mecánica de trabajo es la misma siempre independientemente del número de dominios que tengamos.

Los métodos numéricos son herramientas de cálculo muy potentes pero que requieren mucho tiempo para su ejecución. Por ello es imprescindible el concurso de ordenadores para aplicarlos.

- **Método de los nueve puntos**

Supongamos un tramo de vía recta con disposición unilateral de las luminarias y separadas una distancia d .

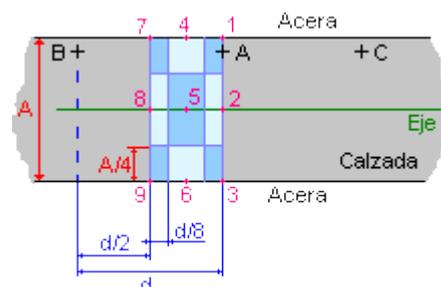


FUENTE: www.monografias.com/trabajos71.html

Fig. 17: Disposición unilateral de las luminarias

Debido a las simetrías existentes en la figura, bastará con calcular las iluminancias en la zona señalada. En el resto de la calzada estos valores se irán repitiendo periódicamente.

Para hacer los cálculos, la zona se divide en nueve dominios con otros tantos puntos.



FUENTE: www.monografias.com/trabajos71.html

Fig. 18: Distribución de puntos en una disposición unilateral

El valor medio de las iluminancias será para este caso:

$$E_m = \frac{E_1 + 2E_2 + E_3 + 2E_4 + 4E_5 + 2E_6 + E_7 + 2E_8 + E_9}{16}$$

Se puede demostrar fácilmente que la expresión anterior de E_m es también válida para las disposiciones tresbolillo y bilateral pareada.

Para calcular las iluminancias sobre cada nodo sólo consideraremos la contribución de las luminarias más próximas despreciándose el resto por tener una influencia pequeña.

La iluminancia en cada punto vale entonces:

$$E_i = E_{iA} + E_{iB} + E_{iC}$$
$$E_m = \frac{E_1 + 2E_2 + E_3 + 2E_4 + 4E_5 + 2E_6 + E_7 + 2E_8 + E_9}{16}$$

Además de E_m se puede calcular los coeficientes de uniformidad media y extrema de las iluminancias

$$\text{Uniformidad media} = E_{\min} / E_m$$

$$\text{Uniformidad extrema} = E_{\min} / E_{\max}$$

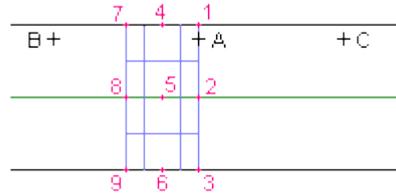
Para calcular las iluminancias se puede proceder de dos maneras:

La otra posibilidad es recurrir a un método gráfico. En él, los valores de las iluminancias se obtienen por lectura directa de las curvas isolux. Para ello necesitaremos:

1. Las curvas isolux de la luminaria (fotocopiadas sobre papel vegetal o transparencias)
2. La planta de la calle dibujada en la misma escala que la curva isolux.

3. Una tabla para apuntar los valores leídos.

El procedimiento de cálculo es el siguiente. Sobre el plano de la planta situamos los nueve puntos y las proyecciones de los centros fotométricos de las luminarias sobre la calzada



FUENTE: www.monografias.com/trabajos71.html

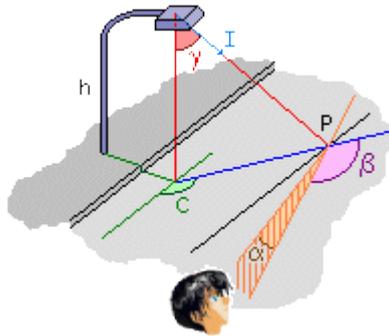
Fig. 19: Puntos para el cálculo de las luminarias

A continuación se superpone sucesivamente la curva isolux sobre el plano de manera que su origen quede situado sobre la luminaria y los ejes estén correctamente orientados ($0-180^\circ$ paralelo al eje de la calzada y $90^\circ-270^\circ$ perpendicular al mismo). Se leen los valores de la luminancia en cada punto y se apuntan en la tabla, a continuación se suman los valores relativos para cada punto y se calculan los valores reales. Finalmente calculamos la iluminancia media y los factores de uniformidad media y extrema.

2.5.5.2. Cálculo de luminancias

La luminancia de un punto de la calzada que percibe un observador depende básicamente de la iluminancia recibida en dicho punto proveniente de las luminarias de la calle, de las características reflectantes del pavimento y de la posición del observador. Visto esto, y en especial teniendo en cuenta que los observadores, los usuarios de la vía, van variando su posición, resulta fácil comprender la dificultad de determinar las luminancias. Por ello, en la actualidad, el cálculo de luminancias está orientado al empleo de métodos numéricos ejecutados por ordenador.

Como ya sabemos, la luminancia de un punto de la calzada vista por un observador e iluminado por más de una luminaria se puede expresar como:



FUENTE: www.monografias.com/trabajos71.html

Fig. 20: Luminancia de un punto de la calzada

$$L = \sum_{i=1}^n \frac{I(C_i, \gamma_i) \cdot r(\beta_i, \gamma_i)}{h_i^2}$$

Donde $r(\beta, \gamma)$ es un factor que depende de las características reflectivas del pavimento.

Para efectuar los cálculos, el observador se sitúa 60 metros, en el sentido de la marcha, por delante de la primera fila de puntos que forman la partición que se ha realizado en la vía y a una altura de 1.5 m sobre el suelo.

Los métodos consisten en determinar las luminancias de los puntos de la calzada previamente escogidos. Una vez determinadas podremos calcular la luminancia media y los factores de uniformidad de la calzada. Así comprobaremos si se cumplen los criterios especificados en las recomendaciones. Existen métodos manuales para el cálculo de la iluminación por el método del punto por punto aplicando gráficos (con diagramas iso-r e isocandela o con diagramas iso-q e isolux) pero están en desuso por ser métodos lentos, tediosos y poco fiables debido a que es fácil equivocarse durante su empleo.

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 INVESTIGACIÓN

La investigación es una actividad humana orientada a la obtención de nuevos conocimientos y, por esa vía, ocasionalmente dar solución a problemas o interrogantes.

3.1.1 TIPOS DE INVESTIGACIÓN

3.1.1.1 Investigación documental

Se caracteriza por el empleo predominante de registros gráficos y sonoros como fuentes de información. Generalmente se le identifica con el manejo de mensajes registrados en la forma de manuscritos e impresos, por lo que se le asocia normalmente con la investigación archivística y bibliográfica. El concepto de documento, sin embargo, es más amplio. Cubre, por ejemplo: las enciclopedias, diccionarios, artículos, revistas, tesis, informes técnicos, monografías, libros de texto, publicaciones periódicas de la especialidad, folletos, ensayos; además películas, diapositivas, planos y discos.

La investigación documental fue aplicada en el presente trabajo, ya que es la que se realiza, como su nombre lo indica, apoyándose en fuentes de carácter documental, esto es, en documentos de cualquier especie tales como, las obtenidas a través de fuentes bibliográficas, hemerográficas o archivísticas; la primera se basa en la consulta de libros, la segunda en artículos o ensayos de revistas y periódicos, y la tercera en documentos

que se encuentran en archivos como cartas oficios, circulares, expedientes, etcétera.

Esta investigación se la empleó como un instrumento que permitió organizar, de manera lógica y sistemática, las actividades que se requirieron para realizar la labor de investigación.

3.1.1.2 Investigación tecnológica

La investigación tecnológica es la actividad que, a través de la aplicación del método científico, está encaminada a descubrir nuevos conocimientos (investigación básica); para el diseño o mejoramiento de un producto, proceso industrial o maquinaria y equipo.

Esta investigación se aplicó en el presente trabajo con la finalidad de obtener conocimiento útil para resolver el problema tecnológico concreto que surge en las necesidades de la empresa a investigarse en este caso LAFARGE CEMENTOS S.A.,

3.1.1.3 Investigación descriptiva

La investigación descriptiva se ocupa de estudiar los hechos en tiempo presente, es decir aquellos que ocurren en la actualidad. El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas

Mediante esta investigación se pudo conocer como esta en la actualidad la iluminación de la banda transportadora de materia prima (caliza, arcilla y arena), para poder determinar su principal problema y de esta manera darle una solución real y factible.

3.1.2 MÉTODOS

3.1.2.1 Método Analítico

Este método implica el análisis (descomposición), esto es la separación de un todo en sus partes o en sus elementos constitutivos. Se apoya en que para conocer un fenómeno es necesario descomponerlo en sus partes. El juicio analítico implica la descomposición del fenómeno, en sus partes constitutivas. Es una operación mental por la que se divide la representación totalizadora de un fenómeno en sus partes.

Mediante este método analítico, se logró conocer más del objeto de estudio, con lo cual se puede: explicar, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías.

3.1.2.2 Método Sintético

El método sintético implica la síntesis (reunión), esto es, unión de elementos para formar un todo. El juicio sintético, consiste en unir sistemáticamente los elementos heterogéneos de un fenómeno con el fin de reencontrar la individualidad de la cosa observada. El método sintético es el utilizado en todas las ciencias experimentales ya que mediante ésta se extraen las leyes generalizadoras

Este método se aplicó para relacionar hechos aparentemente aislados y formular una sola teoría que unifiquen los diversos elementos para así establecer una explicación tentativa que someterá a prueba.

3.1.2.3 Método Inductivo

Método de conocimiento que permite obtener un enunciado general a partir de enunciados que describen casos particulares. La inducción se

considera completa cuando se han observado todos los casos particulares, por lo que la generalización a la que da lugar se considera válida.

Este método se utilizó con el fin de recopilar información particular, la misma que se obtuvo mediante la observación, entrevista realizada al inspector eléctrico. Este método ayudó a orientar para la toma de decisiones precisas y oportunas.

3.1.2.4 Método Deductivo

La deducción va de lo general a lo particular. El método deductivo es aquel que parte los datos generales aceptados como valederos, para deducir por medio del razonamiento lógico, varias suposiciones, es decir; parte de verdades previamente establecidas como principios generales, para luego aplicarlo a casos individuales y comprobar así su validez.

La utilización de este método fue de gran importancia ya que partió de un marco general de referencia como son las formas de automatización de la iluminación, a través del marco teórico, lo que permitió proponer una nueva solución al problema observado.

CAPITULO IV

4. ANALISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. ENTREVISTA REALIZADA AL SR LUIS CERVANTES – INSPECTOR PLANIFICADOR ELÉCTRICO LAFARGE CEMENTOS

El señor Luis Cervantes cumple con el cargo de Inspector Planificador Eléctrico de la Empresa Lafarge Cementos S.A. siendo entre sus funciones:

- Repasar y revisar equipos e instalaciones eléctricas
- Crear órdenes de trabajo al personal eléctrico en caso de fallas de los equipos eléctricos
- Vigilar y supervisar al personal eléctrico
- Hacer pedidos de repuestos, herramientas y suministros eléctricos.
- Realizar informes del funcionamiento del sistema eléctrico en la empresa.

¿Cómo se activaba y desactivaba la iluminación de la banda transportadora de materiales?

Anteriormente la activación de la iluminación de la banda transportadora de materiales se la realizaba en forma manual, es decir el eléctrico de turno de las noches se encargaba de activar el switch de encendido ubicado en el cuarto eléctrico en los circuitos de los arrancadores de iluminación exterior y la desactivación se la realizaba de la misma forma.

¿Qué tipo de problemas presentaba la iluminación en la banda transportadora de materiales?

La activación y desactivación manual de la iluminación presentaba muchos inconvenientes ya que en el horario nocturno solo labora un eléctrico el cual debe cumplir con un sin número de funciones adicionales por ende al ser el único autorizado para manipular los equipos ubicados en el cuarto eléctrico no se da abasto sobre todo cuando se presentan problemas de funcionamiento en algún equipo o instalación de otras áreas de trabajo.

Es por esta razón que la mayoría de ocasiones el eléctrico se olvidaba de encender y apagar la iluminación dificultando así la tarea de inspección en la banda. Es importante recalcar que en ésta área de la empresa no trabaja personal únicamente se realiza inspecciones visuales en determinados lapsos de tiempo.

¿Cree usted que la empresa se benefició con la implementación de la automatización de la iluminación de la banda?

Desde un principio la empresa Lafarge autorizó esta implementación porque a través de este sistema se ve beneficiada en muchos aspectos entre los cuales se puede destacar el ahorro de energía ya que la iluminación en la banda transportadora es exacta de 6 de la tarde a 6 de la mañana evitando así que las lámparas estén encendidas innecesariamente en horarios donde se puede aprovechar la luz natural.

Otro aspecto es que a largo plazo se podrá evidenciar un ahorro en el cambio de lámparas porque serán utilizadas apropiadamente además que el eléctrico de turno podrá dedicarse a otras funciones despreocupándose de la manipulación de la iluminación.

¿La automatización de la iluminación fue la solución real para el problema que se presentaba?

Si, debido a que se encontraba complicaciones por la inexistencia de luz eléctrica en el horario nocturno demorando la inspección visual de la

transportación de los materiales para la elaboración del cemento y además existía el consumo de fluido eléctrico a horas no deseadas.

Actualmente se cuenta con una iluminación más eficiente y en horario exacto; ya no existen las quejas repetidas del inspector de materiales argumentando que no puede cumplir sus funciones a cabalidad.

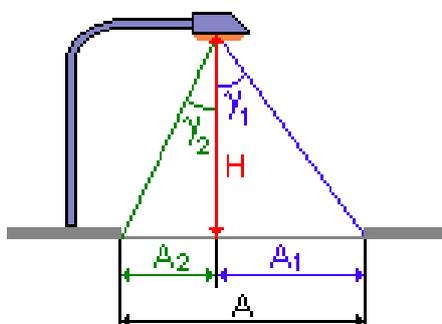
¿Cuál cree usted que es el siguiente paso luego de la implementación de la automatización de la iluminación de la banda transportadora?

Sería bueno que se pueda implementar la automatización no solamente mediante un Timer sino con la utilización de Sensores que permitan detectar la presencia humana para realizar la activación de la iluminación.

¿Existe alguna otra área en donde sería importante implementar este sistema de automatización de la iluminación?

Al ser una empresa tan grande se encuentran muchas necesidades tecnológicas no solamente en el área eléctrica sino en todas las áreas; para empezar sería bueno implementar la automatización en toda el área de producción que es una de las que trabaja en horario nocturno.

4.2. CÁLCULOS DE LA DISTANCIA ENTRE LUMINARIAS EXISTENTES



FUENTE: Autores

Fig. 21: Gráfico de cálculos

$$d = \frac{\eta \cdot f_m \cdot \Phi_L}{E_m \cdot A} = \eta = \frac{\Phi_{\text{útil}}}{\Phi_L}$$

$$E_m = \frac{\eta \cdot f_m \cdot \Phi_L}{A \cdot d}$$

$$(\eta) = \eta_1 + \eta_2$$

$$(\eta) = A_1/h = 4/8 = 0.5 - \eta_1 = 0.20$$

$$(\eta) = A_2/h = 1/8 = 0.125 - \eta_2 = 0.04$$

$$(\eta) = 0.24$$

- E_m es la iluminancia media sobre la calzada que queremos conseguir.
- η es el factor de utilización de la instalación.
- f_m es el factor de mantenimiento.
- Φ_L es el flujo luminoso de la lámpara.
- A es la anchura a iluminar de la calzada que en disposición bilateral pareada es la mitad ($A/2$) y toda (A) en disposiciones unilateral y tresbolillo.

Datos:

$$E_m = 30.95$$

$$(\eta) = 0.24$$

$$f_m = 0.9$$

$$\Phi_L = 12700 \text{ (250w)}$$

$$A = 5\text{mts}$$

$$d = \frac{\eta \cdot f_m \cdot \Phi_L}{E_m \cdot A} =$$

$$(d) = 0.24 \cdot 0.9 \cdot 12700 / 30.95 \cdot 5$$

$$(d) = 2743,2 / 154.75$$

$$(d) = 17.7\text{m}$$

$$E_m = \frac{\eta \cdot f_m \cdot \Phi_L}{A \cdot d}$$

$$E_m = 0,24 \cdot 0,9 \cdot 12700 / 5 \cdot 17,7$$

$$E_m = 2743,2 / 88,5$$

$$E_m = 32,04 \text{ lx}$$

4.3. CÁLCULO DE LA ILUMINANCIA MEDIA MÉTODO DE LOS NUEVE PUNTOS

$$E_m = \frac{E_1 + 2E_2 + E_3 + 2E_4 + 4E_5 + 2E_6 + E_7 + 2E_8 + E_9}{16}$$

$$E_m = \frac{60,9 + (2) \cdot 39,3 + 28 + (2) \cdot 39,8 + (4) \cdot 31,8 + (2) \cdot 20 + 28,9 + (2) \cdot 20,3 + 11,4}{16}$$

$$E_m = \frac{60,9 + 78,6 + 28 + 79,6 + 127,2 + 40 + 28,9 + 40,6 + 11,4}{16}$$

$$E_m = \frac{495,2}{16}$$

$$E_m = 30.95$$

4.4. CÁLCULO DE UNIFORMIDADES

$$U_m = \frac{E_{\min}}{E_m}$$

$$U_m = \frac{11,4}{30,95}$$

$$U_m = 0.36$$

$$U_{\text{ext}} = \frac{E_{\min}}{E_{\max}}$$

$$U_{\text{ext}} = \frac{11,4}{60,9}$$

$$U_{\text{ext}} = 0.18$$

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Inexistencia de una iluminación de calidad y en horarios exactos en la banda transportadora de materia prima (caliza, arcilla y óxido de hierro) para la producción de cementos en de LAFARGE CEMENTOS S.A.
- Existencia de un sin número de artículos disponibles en el mercado para la automatización de la iluminación.
- Mala distribución de postes en la banda transportadora de materiales.
- Existencia de luminaria obsoleta en los postes de la banda transportadora.

5.2. RECOMENDACIONES

- Implementación de un sistema de automatización para el encendido de las luminarias de la banda transportadora de materia prima.
- Investigación y selección de los materiales más óptimos para la automatización de la iluminación a través de calidad y precios.
- Para LAFARGE se recomienda cambiar los postes existentes a 8 metros de altura de los de 3 ya existentes con el fin de que toda la banda transportadora de material de caliza, arcilla y óxido de hierro tenga la suficiente iluminación y que la separación de los mismos no sean cada 10 metros sino solo cada 6 metros.
- Un paso posterior a la implementación de este sistema es reemplazar las lámparas de mercurio por lámparas leds.
- Tiene mucha importancia la aplicación de las normas de seguridad industrial durante la implementación del presente proyecto con el fin de evitar accidentes.
- Como complementación al diseño planteado, podrían instalarse alarmas en las zonas controladas para avisar que las lámparas están por apagarse 15 minutos antes de la acción. Con esto se informa al usuario del evento que ocurrirá y se le da opción a que pueda modificar los tiempos programados si lo requiere.

CAPÍTULO VI

6. PROPUESTA

6.1. TEMA

“DISEÑO Y MONTAJE DE UN TABLERO DE CONTROL PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LA ILUMINACIÓN EL LAFARGE CEMENTOS”

6.2. JUSTIFICACIÓN

El alumbrado de energía representa uno de los rubros de egresos más significativos en la mayoría de los edificios comerciales e institucionales y, a menudo, hay oportunidades para obtener grandes ahorros de energía. Sin embargo, se debe tener cuidado en no comprometer el rendimiento visual haciendo cambios en el sistema de alumbrado los cuales puedan reducir el rendimiento de los trabajadores y volver negativo cualquier otro ahorro por una baja productividad, ya que es necesario entender que el objetivo principal de los sistemas de iluminación es proporcionar un nivel de luz adecuado para realizar tareas visuales.

Actualmente, se han establecido medidas para reducir la demanda y el consumo de energía eléctrica en sistemas de iluminación a través de utilización de lámparas más eficientes; el uso de reflectores eliminando una lámpara de cada dos y el uso de automatismos para controlar el sistema de alumbrado.

Una vez realizada la inspección en LAFARGE S.A. se determina que el desarrollo de un sistema de iluminación como el planteado en este proyecto tiene su justificación porque:

- ✓ Se tendría un servicio automático e inteligente.

- ✓ Implementar el estudio en cambio de lámparas de potencia.
- ✓ Se podrá economizar la energía eléctrica.
- ✓ Se brindará un servicio excelente al usuario.
- ✓ No se tendrá complicaciones por la inexistencia de luz y el consumo de luz a horas no deseadas.
- ✓ Las lámparas tendrían más larga duración, por el uso apropiado.

6.3. OBJETIVOS

6.3.1. OBJETIVO GENERAL

Instalar un tablero con un sistema automático e inteligente de iluminación el mismo que será manipulado desde el cuarto eléctrico en los circuitos de los arrancadores de iluminación exterior de las bandas transportadoras en la empresa LAFARGE Cementos de la línea 1.

6.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

- ✓ Investigar los dispositivos electrónicos de iluminación existentes en el mercado que ayuden a reducir el consumo eléctrico.
- ✓ Seleccionar los materiales a utilizar basando en las necesidades visuales laborales y en el objetivo de reducción económico en el rubro de energía eléctrica.
- ✓ Realizar los respectivos cálculos de luminotecnia para la adecuada ubicación de la luz artificial.
- ✓ Diseñar el tablero de automatización a través de la elaboración de diagramas.
- ✓ Instalar el sistema automático en los exteriores de LAFARGE S.A.

6.4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

6.4.1. Introducción

En la actualidad los lugares de trabajo son sitios en los cuales los empleados y sus necesidades son lo primordial en el diseño de un sistema de iluminación, es por esto que se busca que la iluminación brinde las condiciones óptimas para la comodidad visual y exigir

soluciones que generen ambientes agradables, ergonómicamente correctos y energéticamente racionales.

• **Selección del sistema de iluminación, fuentes de luz y luminarias.-**

Las lámparas escogidas para el diseño de un sistema de iluminación serán aquellas cuyas características (fotométricas, cromáticas, consumo energético, economía de instalación y mantenimiento, etc.) se adapte mejor a las necesidades y características de cada instalación (nivel de iluminación, dimensiones del local, ámbito de uso, potencia de la instalación, etc.)

6.4.2. Diseño de iluminación

• **Predeterminación de niveles de iluminación**

El primer paso a seguir en un proyecto de alumbrado es determinar los niveles de iluminación requeridos en cada área del proyecto, así se muestra a continuación los niveles recomendados para las áreas encontradas en la planta industrial.

TAREA VISUAL DEL PUESTO DE TRABAJO	AREA DE TRABAJO	NIVELES MINIMOS DE ILUMINACION (LUX)
En exteriores: distinguir el área de transito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Áreas generales exteriores: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de transito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Áreas generales interiores: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de	Áreas de servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y	200

piezas, trabajo en banco y máquina.	despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailera.	
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y maquina, 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 e inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de computo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
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.	1000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Áreas de proceso de gran exactitud.	2000

FUENTE: <http://edison.upc.edu/curs/llum/lamparas/ldesc2.html>

Tabla 11: Niveles De Iluminación

6.4.2. Cálculos del diseño

Para determinar el número de luminarias requeridas en la actualidad existen herramientas que facilitan el cálculo de sistemas de iluminación

dentro de los que se puede encontrar software como: Calculux, Philips, LightGear 3.0, Hubbell, DIALux entre otras.

Para la elección del software se basó en las siguientes características: fácil utilización, elección de luminarias y/o lámparas de marcas conocidas en el Ecuador, de libre distribución y sin servicio de suscripción. El programa DIALux4.10 cumplió con estas características además que se puede tener una vista 3D de las áreas diseñadas, exportación de los resultados del diseño a formatos PDF y RTF. Además que es un software completo, actualizado y técnicamente avanzado para el cálculo de proyectos profesionales de iluminación. Con DIALux se pueden realizar cálculos energéticos, tomar como base los datos CAD de otros programas arquitectónicos y exportar cómodamente sus resultados al programa original, con la posibilidad de documentar los resultados en visualizaciones fotorrealistas.

Una vez ingresados los datos en el programa se obtiene como resultados que la distribución y altura de los postes de iluminación actual no es la más optima ya que existirían espacios dentro de la banda que cuentan con muy poca iluminación, pero aún así podríamos decir que la misma no requiere de iluminación por completo ya que esta banda es automatizada y no requiere de la supervisión visual constante. (Anexo 3)

Debido a lo mencionado anteriormente se ha realizado un nuevo cálculo en el programa mencionado anteriormente con el cual se puede mejorar la iluminación de toda la banda transportadora de material. (Anexo 4)

6.4.3. Cables para alimentación

Para la alimentación del alumbrado se considera la misma instalación con la que contaba la empresa que es: conductor tipo sucre 3 x 14 AWG y para la alimentación individual de cada una de las luminarias conductor de

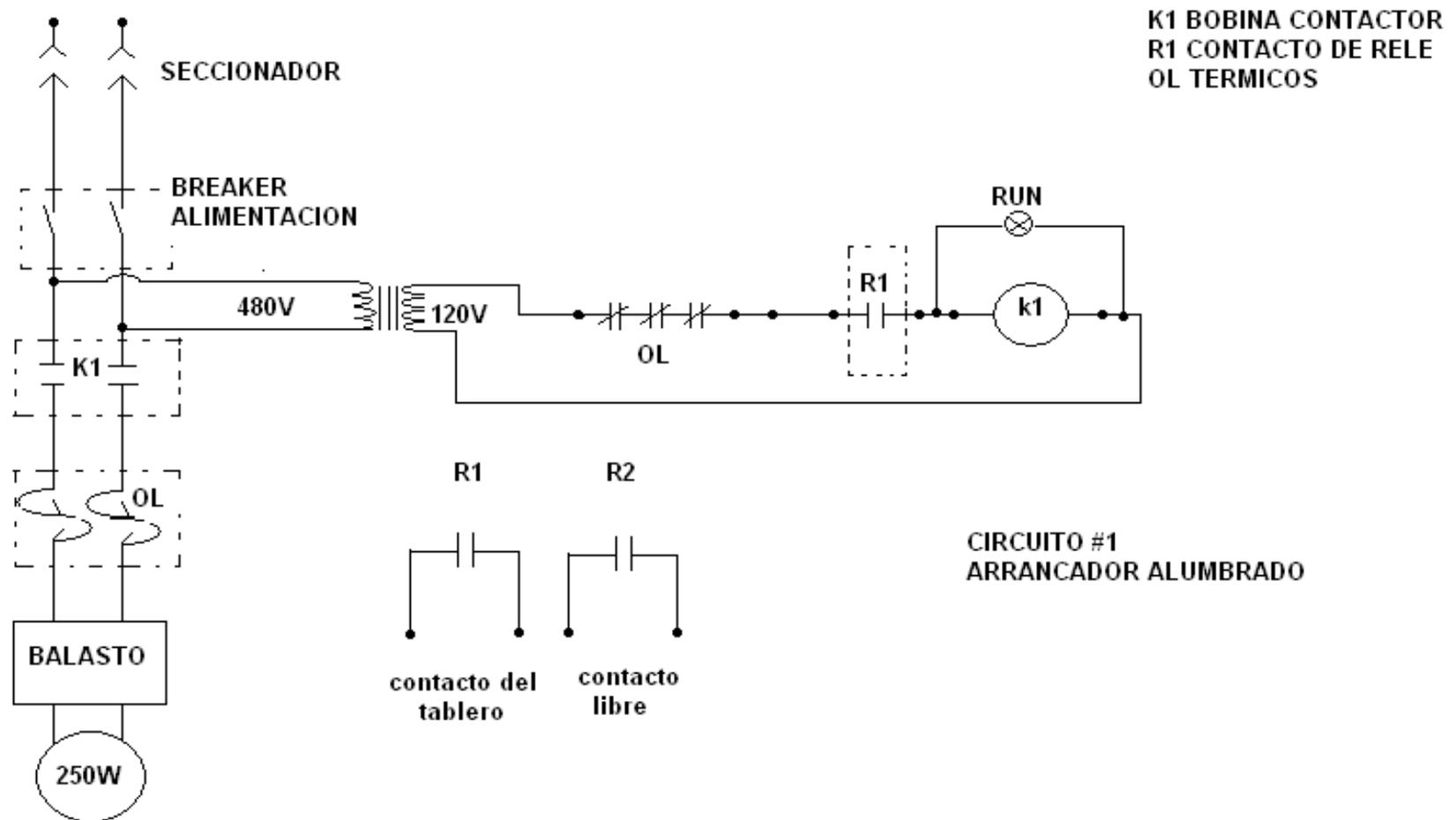
cobre sólido aislado cuyo calibre es de 10 AWG. que soportan hasta los 15amps.

6.5. DISEÑO DE TABLEROS ELÉCTRICOS

Una vez realizado el diseño de iluminación el siguiente paso es la elaboración del tablero principal a continuación se detalla su ubicación.

El tablero principal de distribución será ubicado en el cuarto eléctrico debido a que este lugar se encuentran cerca del transformador (440/220 vac) asignado para los circuitos de iluminación y fuerza, además su localización permite un fácil acceso para su futuro mantenimiento que será realizado únicamente por personal autorizado. Con unas medidas de 40 x 30 x 20cm.

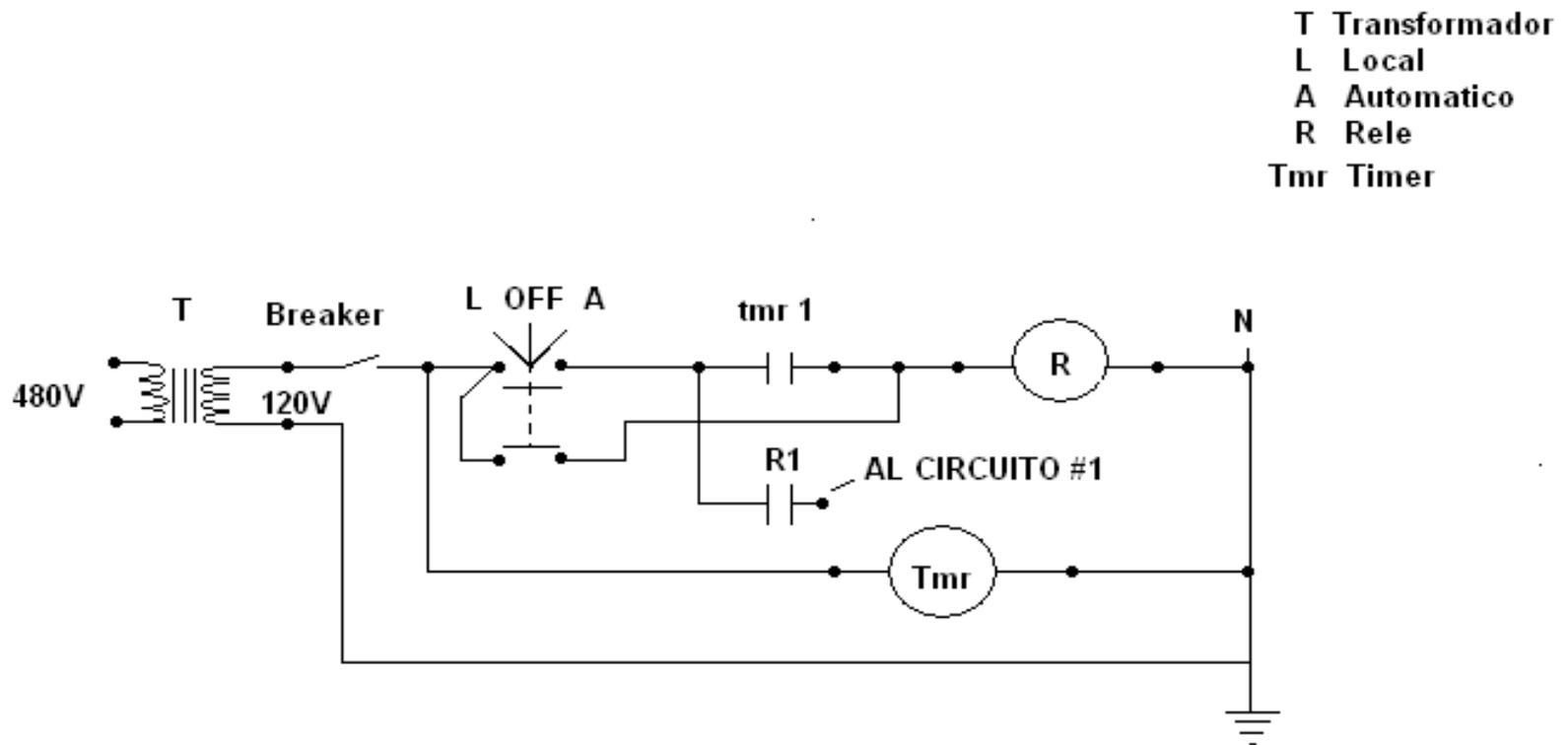
Diagrama de fuerza y control de arrancador de alumbrado



Fuente: Los autores

Fig. 27: Diagrama de fuerza y de control de arrancador de alumbrado

Diagrama del circuito de control de alumbrado automatizado



Fuente: Los autores

Fig. 27: Diagrama del circuito de control de alumbrado automático

6.6. CANALIZACIÓN

Para la canalización de este proyecto se eligió los siguientes tipos:

Tubeconduit de aluminio: será usado en la distribución de los circuitos de iluminación de cuartos eléctricos para su montaje se utilizarán accesorios tales como: codos, te's cajas de empalme y derivación, cajas de registro, etc., los cuales facilitarán la distribución de los conductores eléctricos, el diámetro de la tubería conduit será de 1.

Canalización metálica: conducirá los alimentadores y los circuitos de iluminación de los subtableros eléctricos que se encuentren distanciados del tablero principal, el uso de este tipo de canalización además de ser económico permite un fácil mantenimiento de los conductores y es la más adecuada para estructuras industriales.

6.7. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Una instalación eléctrica bien proyectada y ejecutada no debe generar grandes conflictos para su mantenimiento, sin embargo debe primar el cuidado y verificar el estado del alumbrado, horas de uso y vida útil de las lámparas ya que debido al paso del tiempo la acumulación de polvo o suciedad sobre las lámparas y luminarias, así como también la depreciación del flujo de las lámparas son agentes que afectan directamente en el costo del consumo de energía y de la inversión inicial de un sistema de iluminación.

En este caso la solución es una limpieza de lámparas y luminarias cada cierto tiempo, donde el intervalo de esta limpieza dependerá del tipo de luminaria y del grado de acumulación de polvo.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ **PÉREZ CORTÉS y PARRA VICTORINO** - Implementación de tableros de control (indicadores) en el área de mejora continua en una empresa, Edición electrónica gratuita. 2011
- ✓ **EGAN, Mary.** –Canadá – Conceptos de arquitectura Luminosa tercera edición – Editorial Dulminson 2001
- ✓ **VALLEJO, HORACIO** México – Saber Electrónica –Editorial Andina S.A. 2007
- ✓ **OGATA, KATSUHIKO** (2003) Ingeniería de Control Moderno, Prentice Hall, Madrid.
- ✓ **SÁNCHEZ CARMONA ARTURO** (2004) Automatización y flexibilidad de la industria, México D. F.
- ✓ **BASTIAN PETER**, Electrotecnia ciclos formativos Editorial Akall, 2005
- ✓ **CEMBRANOS FLORENCIO** (2007) Automatismos eléctricos, neumáticos e hidráulicos, editorial Paraninfo S.A. España

LINCOGRAFÍA

- ✓ SA, es.wikipedia.org/wiki/Contactor
- ✓ SA, es.wikipedia.org/wiki/Controlador_l%C3%B3gico_programable
- ✓ SA, /www.rocatek.com/forum_plc1.php
- ✓ S.A. INTERNET, (Google) Lámparas de Descarga, S/S.A. INTERNET, Sensores de viviendas, timers, S/n
- ✓ www.lighting.philips.com, Catálogo de lámparas y luminarias
- ✓ www.osram.com, Catálogo de lámparas y luminarias
- ✓ www.energuia.com, Ahorro de energía
- ✓ www.monografias.com/trabajos71/concepto-historia-lamparas-electricas/concepto-historia-lamparas-electricas2.shtml
- ✓ http://edison.upc.edu/curs/llum/lamparas/ldesc2.html
- ✓ www.educar.org/inventos/iluminación.asp
- ✓ www.construmatica.com/construpedia/lampara_de_descarga
- ✓ www.sabelotodo.org/electrotecnia/lamparafluorescente
- ✓ SA es.scribd.com/doc/71447670/27

ANEXOS

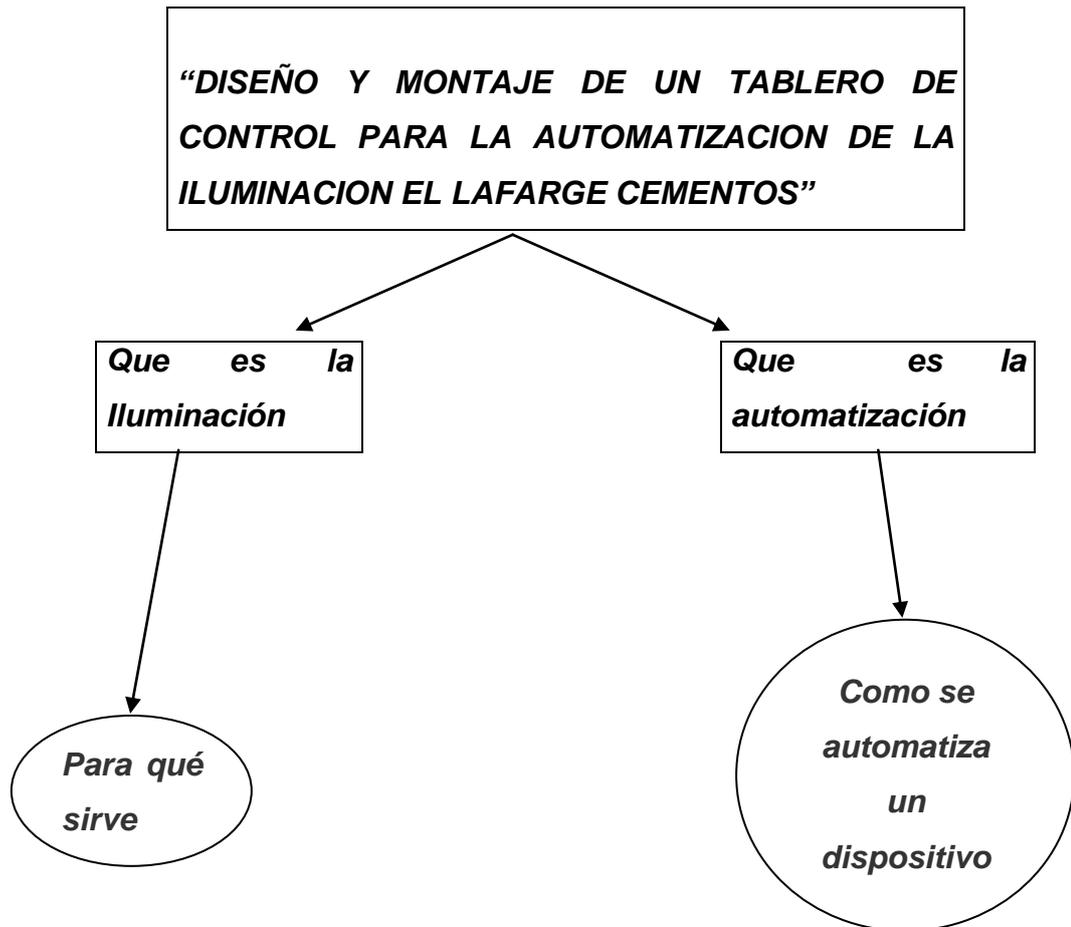
Anexo # 1

Matriz de coherencia

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL
<ul style="list-style-type: none">• Como diseñar e implantar un sistema de iluminación inteligente y automatizada con timers.	<ul style="list-style-type: none">• Dar una solución práctica e inteligente, en el encendido de luminarias para poder solucionar el problema de iluminación en la empresa LAFARGE.
SUBPROBLEMAS / INTERROGANTES	OBJETIVOS ESPECIFICOS
<ol style="list-style-type: none">1. Cómo funcionan los timers2. Qué clase de lámpara consumen3. Qué sistema de iluminación se instalara.4.Cuál es el circuito de iluminación con timers	<ul style="list-style-type: none">- Encender automáticamente las luminarias.- Bajar el consumo de energía debido a la automatización del Encendido y apagado de luminarias.- Cuáles son las características de los elementos

Anexo # 2

Árbol de problemas



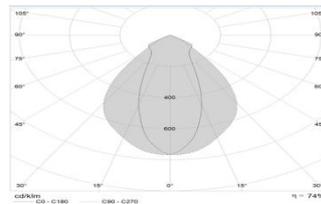
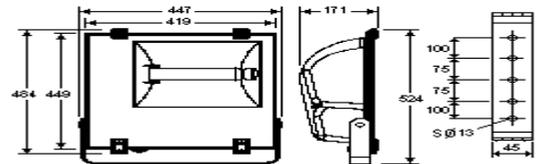
Anexo # 3

Cálculos de luminotecnia mediante el Programa Dialux versión 4.10

Datos:

1. LÁMPARAS DE MERCURIO:

HavellsSylvania	0039867	SYLVEO2	EXT	SHP-TS	250W
N°	de	artículo:		0039867	
Flujo	luminoso	(Luminaria):		23680	lm
Flujo	luminoso	(Lámparas):		32000	lm
Potencia	de	las luminarias:		286.0	W
Clasificación	luminarias	según CIE:		100	
Código CIE	Flux:	76	97	100	75
Lámpara:	1 x SHP-TS 250W		(Factor de corrección 1.000).		



Distribución Lumínica

2. Altura de postes: 3 m.
3. Separación entre postes: 10 m.
4. Ancho de la banda transportadora: 1.50 m.

RESULTADOS OBTENIDOS:

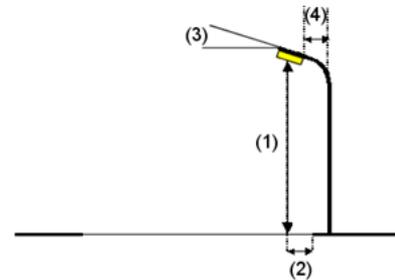
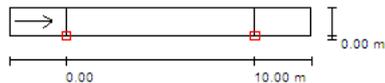
Calle 2 / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Calzada 1 (Anchura: 1.500 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

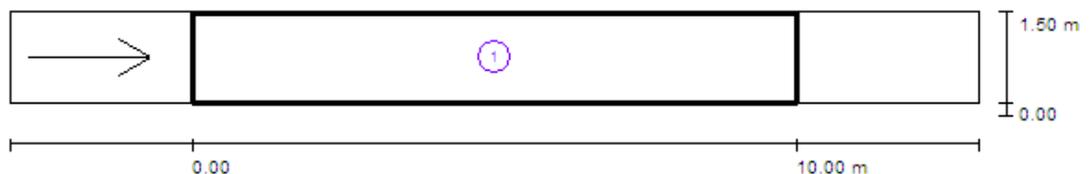
Factor mantenimiento: 0.80

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	HavellsSylvania 0039867 SYLVEO2 EXT SHP-TS 250W	
Flujo luminoso (Luminaria):	23680 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Lámparas):	32000 lm	
Potencia de las luminarias:	286.0 W	con 7.73
Organización:	unilateral abajo	70°: cd/klm
Distancia entre mástiles:	10.000 m	con 2.54
Altura de montaje (1):	3.171 m	80°: cd/klm
Altura del punto de luz:	3.000 m	con 0.00
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m	90°: cd/klm
Inclinación del brazo (3):	0.0 °	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
		Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
Longitud del brazo (4):	0.650 m	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G6.
		La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

Banda transportadora de material / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.80

Escala 1:115

Lista del recuadro de evaluación

- Recuadro de evaluación Calzada 1
 Longitud: 10.000 m, Anchura: 1.500 m
 Trama: 10 x 3 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME1 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	14.42	0.14	0.05	/	0.85
Valores de consigna según clase:	≥ 2.00	≥ 0.40	≥ 0.70	≤ 10	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✗	✗	/	✓

Banda transportadora de material / Rendering (procesado) en 3D



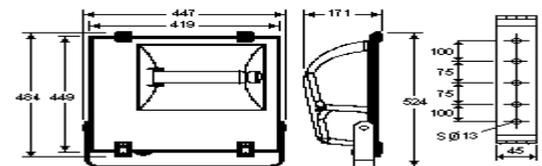
Anexo # 4

Cálculo recomendado de luminotecnia mediante el Programa Dialux versión 4.10

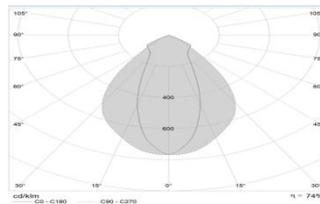
Datos:

1. LÁMPARAS DE MERCURIO:

HavellsSylvania 0039867 SYLVEO2 EXT SHP-TS 250W
N° de artículo: 0039867
Flujo luminoso (Luminaria): 23680 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 32000 lm
Potencia de las luminarias: 286.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 76 97 100 100 75
Lámpara: 1 x SHP-TS 250W (Factor de corrección 1.000).



Distribución Lumínica



RESULTADOS OBTENIDOS:

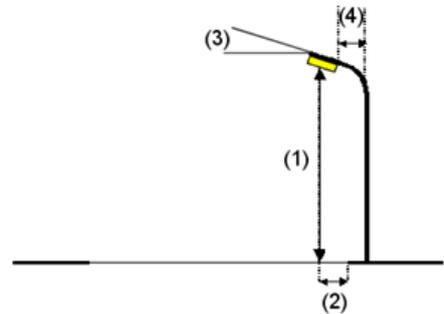
Banda / Datos de planificación

Perfil de la banda

Calzada 1 (Anchura: 1.500 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

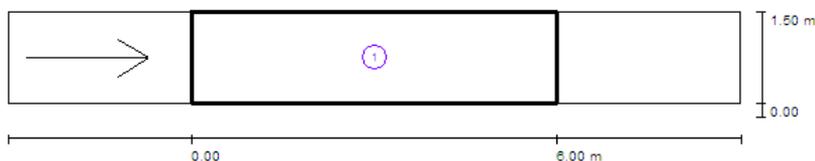
Factor mantenimiento: 0.80

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	HavellsSylvania 0039867 SYLVEO2 EXT SHP-TS 250W	
Flujo luminoso (Luminaria):	23680 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Lámparas):	32000 lm	
Potencia de las luminarias:	286.0 W	con 7.73
Organización:	unilateral abajo	70°: cd/klm
Distancia entre mástiles:	6.000 m	con 2.54
Altura de montaje (1):	8.171 m	80°: cd/klm
Altura del punto de luz:	8.000 m	con 0.00
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m	90°: cd/klm
Inclinación del brazo (3):	0.0 °	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Longitud del brazo (4):	0.650 m	Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
		La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G6.
		La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

Banda / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.80

Escala
1:86

Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Calzada 1
Longitud: 6.000 m, Anchura: 1.500 m
Trama: 10 x 3 Puntos

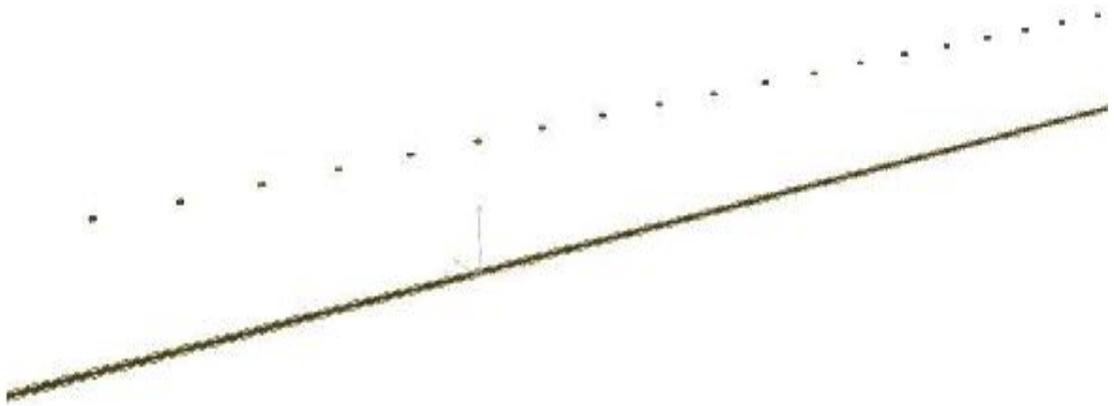
Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME1 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	10.61	0.81	0.72	/	0.96
Valores de consigna según clase:	≥ 2.00	≥ 0.40	≥ 0.70	≤ 10	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	/	✓

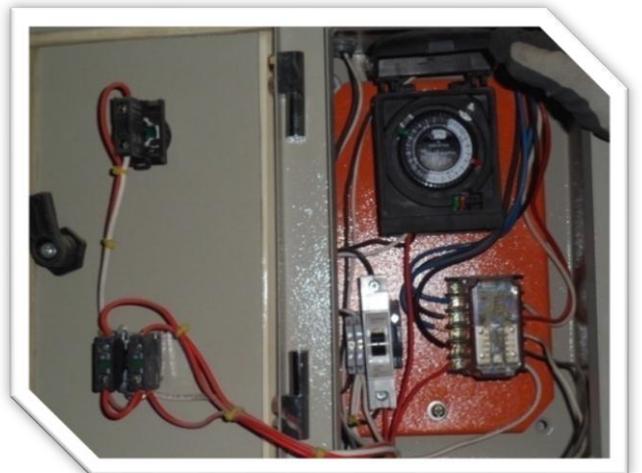
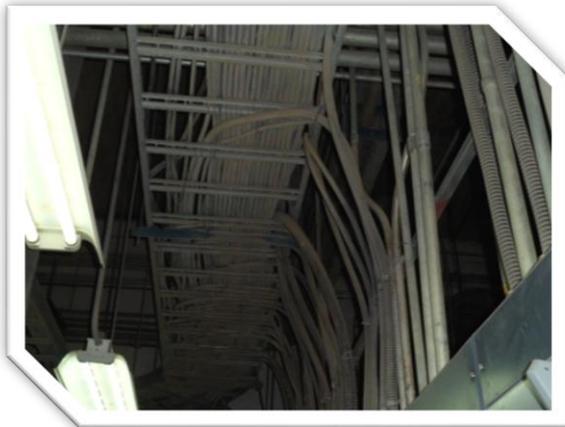
Banda / Rendering (procesado) en 3D

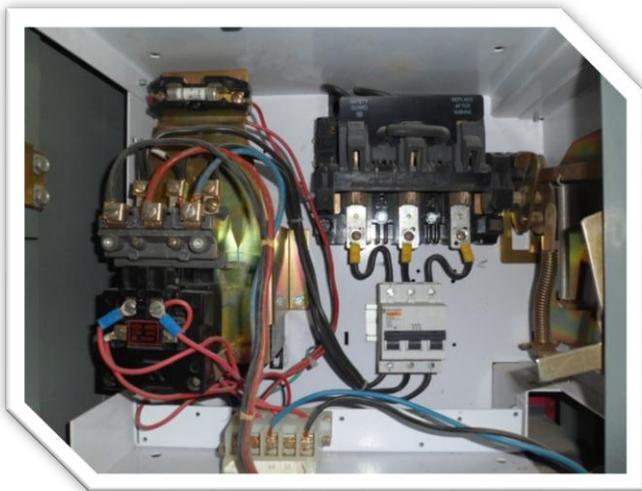


Anexo # 5

FOTOGRAFÍA DE LA EMPRESA Y LA INSTALACIÓN DEL PRESENTE PROYECTO











Anexo # 6

CERTIFICADO DE LAFARGE



CERTIFICADO

Certifico que el señor Cristian Geovanny Morales Muñoz portador de la cédula de identidad No. 100285671-2 y el señor Juan Carlos Cadena Reyes portador de la cédula de identidad N° 100252043-3, realizaron su proyecto de tesis con el tema: **“Diseño y montaje Tablero Control para automatización de iluminación 480V Planta Industrial Línea 1”**.

Los trabajos principales realizados fueron:

- Estudios de circuitos de alumbrado de 480 voltios existentes
- Realización del plan de modificación
- Preparación de materiales para modificaciones y automatizaciones
- Inhalación, puesta en marcha
- Seguimiento de funcionamiento

Los interesados demostraron responsabilidad, colaboración y cumplimiento. El trabajo lo desarrolló satisfactoriamente, cumpliendo las normas y reglamentos de Seguridad y exigencias de nuestra Empresa.

Los señores en mención pueden hacer uso de este documento conforme a los términos indicados en esta certificación y sin que esto represente riesgo alguno para Lafarge Cementos S.A.

Otavaló 23 de Marzo del 2012



LUIS CERVANTES
INSPECTOR PLANIFICADOR ELECTRICO
LAFARGE CEMENTOS S.A.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Luis Cervantes', written over a horizontal line.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1002520433		
APELLIDOS Y NOMBRES:	CADENA REYES JUAN CARLOS		
DIRECCIÓN:	Cristobal Gomezjurado 3-32 y Elías Almeida		
EMAIL:	jccr_1983@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	2954863	TELÉFONO MÓVIL:	0998244488

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“DISEÑO Y MONTAJE DE UN TABLERO DE CONTROL PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LA ILUMINACIÓN EN LAFARGE CEMENTOS”
AUTOR (ES):	CADENA REYES JUAN CARLOS Y MORALES MUÑOZ CHRISTIAN GEOVANNY
FECHA: AAAAMMDD	2012/11/20
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	TECNÓLOGO EN LA ESPECIALIDAD DE ELECTRICIDAD
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Hernán Pérez

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, CADENA REYES JUAN CARLOS, con cédula de identidad Nro. 1002520433, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 20 días del mes de noviembre del 2012

EL AUTOR:ACEPTACIÓN:

(Firma).....(Firma)

Nombre: CADENA REYES JUAN CARLOS

Nombre: **ING. BETTY CHÁVEZ**

C.C.: 1002520433

Cargo: **JEFE DE BIBLIOTECA**

Facultado por resolución de Consejo Universitario _____



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, CADENA REYES JUAN CARLOS, con cédula de identidad Nro. 1002520433 , manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado **“DISEÑO Y MONTAJE DE UN TABLERO DE CONTROL PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LA ILUMINACIÓN EN LAFARGE CEMENTOS”** que ha sido desarrollado para optar por el título de tecnólogo es la especialidad de Electricidad; en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

(Firma)

Nombre: CADENA REYES JUAN CARLOS

Cédula: 1002520433

Ibarra, a los 20 días del mes de noviembre del 2012



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

4. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1002856712		
APELLIDOS Y NOMBRES:	MORALES MUÑOZ CHRISTIAN GEOVANNY		
DIRECCIÓN:	San Roque, Calle Bolivar s/n		
EMAIL:	cristiangeovy@yahoo.com		
TELÉFONO FIJO:	2906807	TELÉFONO MÓVIL:	0984950546

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“DISEÑO Y MONTAJE DE UN TABLERO DE CONTROL PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LA ILUMINACIÓN EN LAFARGE CEMENTOS”
AUTOR (ES):	CADENA REYES JUAN CARLOS Y MORALES MUÑOZ CHRISTIAN GEOVANNY
FECHA: AAAAMMDD	2012/11/20
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	TECNÓLOGO EN LA ESPECIALIDAD DE ELECTRICIDAD
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Hernán Pérez

5. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, MORALES MUÑOZ CHRISTIAN GEOVANNY, con cédula de identidad Nro. 1002856712, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

6. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 19 días del mes de noviembre del 2012

EL AUTOR:ACEPTACIÓN:

(Firma).....(Firma)

Nombre: MORALES MUÑOZ CHRISTIAN GEOVANNY Nombre: **ING. BETTY CHÁVEZ**

C.C.: 1002856712

Cargo: **JEFE DE BIBLIOTECA**

Facultado por resolución de Consejo Universitario _____



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, MORALES MUÑOZ CHRISTIAN GEOVANNY, con cédula de identidad Nro. 1002856712 , manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado **“DISEÑO Y MONTAJE DE UN TABLERO DE CONTROL PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LA ILUMINACIÓN EN LAFARGE CEMENTOS”** que ha sido desarrollado para optar por el título de Tecnólogo en la especialidad Electricidad;, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

(Firma)

Nombre: MORALES MUÑOZ CHRISTIAN GEOVANNY

Cédula: 1002856712

Ibarra, a los 20 días del mes de noviembre del 2012