Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez"
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
SEDE UNIVERSITARIA DEL MUNICIPIO DE PALMIRA

Mejora al Sistema de Iluminación del Taller de Maquinado de la Empresa Azucarera Elpidío Gómez Guzmán.

Tesis en opción al título de: **Ingeniero Industrial**.

Por

Autor: **Juan Pulido Vega.**

Tutor: **Ing. Orfilio Fernández Ramírez .**

Cienfuegos, 2009

RESUMEN

Para realizar una adecuada labor preventiva lo más importante es identificar y conocer los riesgos. El riesgo es la combinación de la probabilidad de que ocurra un daño y la gravedad de las consecuencias de éste.

Las organizaciones deben ser capaces de identificar las situaciones peligrosas, por lo que es necesario conocer cómo se manifiestan los peligros y los riesgos asociados a ellos.

La iluminación, a diferencia de otros riesgos físicos del ambiente de trabajo, no se caracteriza por una relación directa entre su intensidad y los daños que produce en el organismo humano. Es decir, que el riesgo asociado a ella está caracterizado por su insuficiencia o deficiencia, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo.

En la Empresa Azucarera Elpidío Gómez Guzmán existe un taller de maquinado en el cual han tenido lugar 7 accidentes en el periodo 2006-2009, lo que representa el mayor índice de ocurrencia de dicha entidad. Para estudiar estas causas se ha desarrollado esta investigación la cual tiene como **Objetivo General**: aplicar una metodología de análisis y mejora del sistema de iluminación del taller de maquinado de la Empresa Azucarera Elpidío Gómez, para garantizar una adecuada iluminación de los diferentes puestos de trabajo y con ello la disminución de los riesgos laborales.

Mediante la aplicación de la metodología analizada se realiza un diagnostico de los riesgos laborales y de la situación actual del sistema de iluminación de taller de maquinado de la Empresa Azucarera Elpidío Gómez, así como se realiza una propuesta de mejora del sistema de iluminación del Taller de Maquinado.

Para ello se utilizaron diferentes técnicas de recopilación de información, análisis estadísticos y métodos matemáticos para el cálculo de los niveles de iluminación necesarios en el taller.

ÍNDICE

Contenido	Pág.
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	
CAPITULO1: CONSIDERACIONES TEÓRICAS SOBRE LOS RIESGOS Y LA ILUMINACIÓN	**8**
1.1. El Objetivo y la Misión de la Seguridad y Salud en el Trabajo en la Empresa.	**9**
1.2.- La Prevención de Riesgos en el Trabajo	**10**
1.3. El Proceso de Identificación, Evaluación y Control de los Riesgos	**13**
1.3.1.- El proceso visual	**15**
1.4.- Maquinas herramientas.	**15**
1.5.- Iluminación, su importancia y objetivos	**16**
1.5.1.- Iluminación Natural	**17**
1.5.2.- Iluminación Artificial	**18**
1.6.- Evaluación de los Sistemas de Iluminación.	**18**
1.6.1.- Nivel de iluminación	**19**
1.6.2.- Ley principal de la iluminación	**20**
1.6.3.- Iluminación general uniforme.	**21**
1.6.4.- Iluminación general localizada.	**22**
1.7.- El Efecto estroboscopio.	**24**
1.8. Magnitudes y unidades	**25**
1.9.- Las Mediciones de la iluminación	**26**
1.10. Tipos de Lámparas más comunes	**26**
CAPITULO II: DIAGNOSTICO DEL SISTEMA ACTUAL DE ILUMINACIÓN EN EL TALLER DE MAQUINADO	**29**
2.1. Introducción	**29**
2.2. Caracterización de la Empresa Azucarera Elpidío Gómez	**29**
2.2.1.- Antecedentes y características generales	**29**
2.2.2. Dirección estratégica de la Empresa Azucarera Elpidío Gómez.	**32**
2.2.3. Caracterización de la Fuerza de Trabajo.	**34**
2.3.- Proceso de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo.	**35**
2.3.1. Análisis de la Accidentalidad y Siniestralidad en la Empresa	**36**
2.4. Caracterización del Taller de Maquinado de la Empresa.	**37**
2.5. Diagnostico y evaluación de Factores de Riesgos en el Taller de Maquinado.	**38**
2.6. Diagnostico del sistema actual de iluminación en el taller de maquinado.	**41**

2.7. Análisis de la situación actual. **44**
2.8. Propuesta de mejoras en el sistema de iluminación del taller de maquinado. **45**
2.8.1. Mejora en el sistema de alumbrado general del taller de maquinado. **45**
2.8.2. Calculo de la cantidad de lámparas en el alumbrado general. **46**
2.8.2.1. Calculo de la superficie a iluminar. **46**
2.8.2.2. Calculo del índice del local **47**
2.8.2.3. Calculo del coeficiente de utilización. **47**
2.8.3. Determinación del emplazamiento de las luminarias. **48**
2.8.3.1. Calculo de la distancia entre luminarias en el montaje. **49**
2.8.4. Calculo del sistema de iluminación localizado. Método punto por punto. **49**
2.8.5. Selección de la sección del conductor a utilizar en el montaje de las luminarias. **52**
CONCLUSIONES GENERALES **54**
RECOMENDACIONES **55**
BIBLIOGRAFÍA **56**
ANEXO

INTRODUCCIÓN

El hombre, como el resto de las especies vivientes es producto de un largo proceso de evolución y adaptación que comienza con la aparición del primer organismo unicelular y que por supuesto aún no ha terminado. En muchos aspectos no tenemos de que envanecernos: no estamos entre los animales más grandes o más fuertes, ni tenemos una visión tan aguda como el águila, un olfato tan sensible como el perro, ni la asombrosa capacidad de orientación de la paloma. Tampoco tenemos un cerebro tan grande como el del elefante o el del delfín. Lo que nos hace únicos es precisamente el desarrollo del cerebro, ocurrido en el contexto de la actividad social humana y en especial en el proceso de trabajo.

El hombre, se ha dicho, es un **ser bio-psico-social** y por tanto el trabajo se desarrolla en un sustrato de esa naturaleza, siendo necesario considerar las exigencias y transformaciones que durante el trabajo se operan en cada uno de esos niveles, cada uno de los cuales contiene al anterior, pero no puede reducirse al mismo.

El hombre, como ser natural vive mejor en condiciones de iluminación natural bajo ciertos parámetros a controlar, y toda iluminación de tipo artificial debe ser objeto de adaptación a las características del hombre.

Para realizar una adecuada labor preventiva lo más importante es identificar y conocer los riesgos.El riesgo es la combinación de la probabilidad de que ocurra un daño y la gravedad de las consecuencias de éste.

Cuando observamos un piso lleno de grasa, quizás no pensamos de inmediato en la probabilidad de caída de un trabajador, a pesar de que estamos frente a la situación peligrosa, que es el piso lleno de grasa. Si se trata de un cable eléctrico sin aislamiento (pelado), debemos ser capaces de identificar la probabilidad de electrocución de un trabajador y en consecuencia, actuar sobre las causas para su eliminación.

En síntesis, para ser capaces de identificar las situaciones peligrosas, es necesario conocer cómo se manifiestan los peligros y los riesgos asociados a ellos.

La iluminación, a diferencia de otros riesgos físicos del ambiente de trabajo, no se caracteriza por una relación directa entre su intensidad y los daños que produce en el organismo humano. Es decir, que el riesgo asociado a ella está caracterizado por su insuficiencia o deficiencia, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo.

En ocasiones se tiende a confundir el concepto de luz con el de iluminación, lo que resulta erróneo. Ya que puede existir una cantidad de luz muy grande en un puesto o local de trabajo y

sin embargo, no lograr la iluminación que satisfaga las necesidades de la tarea visual con calidad y seguridad.

Las influencias del medio que rodea al equipo afectan sus condiciones creando riesgos adicionales. Ello sucede con la maquinaria eléctrica que en medios húmedos, los equipos cercanos al mar, etc. También las zonas donde no puede llegar bien la luz o expuestas a vibraciones son zonas de riesgos técnicos. El uso de pantallas, lacas, tratamientos antivibratorios y otros pueden neutralizarlos.

Dados estos situaciones analizadas el **Problema científico** de está investigación se basa: en el taller de maquinado de la Empresa Azucarera Elpidío Gómez existe deficiencia en el sistema de iluminación de los diferentes puestos de trabajo, afectando las condiciones laborales de los trabajadores y la calidad de los servicios prestados.

Para solucionar tal problema la **Hipótesis** planteada consiste en que mediante la aplicación de una metodología para analizar y mejorar el sistema de iluminación en el taller de maquinado de la Empresa Azucarera Elpidío Gómez, se puede garantizar una adecuada iluminación de los diferentes puestos de trabajo y con ello la disminución de los riesgos laborales.

Para cumplir con la hipótesis definida se plantea el **Objetivo General** siguiente:

Aplicar una metodología de análisis y mejora del sistema de iluminación del taller de maquinado de la Empresa Azucarera Elpidío Gómez, para garantizar una adecuada iluminación de los diferentes puestos de trabajo y con ello la disminución de los riesgos laborales.

Para alcanzar el objetivo general propuesto se han definido los **Objetivos Específicos** siguientes:

1. Realizar análisis bibliográfico sobre el tema de seguridad y salud en especial lo referente a riesgos laborales y dentro de ellos la iluminación de los puestos de trabajo como factor de riesgo.
2. Aplicar metodología para conocer y diagnosticar el estado actual del sistema de iluminación en el Taller de Maquinado de la Empresa Azucarera Elpidío Gómez.
3. Realizar las propuestas de mejoras para garantizar la correcta iluminación de los diferentes puestos de trabajo del taller de maquinado de la Empresa Azucarera Elpidío Gómez.

Para darle cumplimiento a los objetivos específicos trazados el trabajo quedo estructurado de la siguiente manera:

Capitulo I: Consideraciones generales sobre la Seguridad y Salud del Trabajo.

En este capitulo se aborda lo referente a seguridad y salud del trabajo en particular la iluminación como factor de riesgo laboral, se hace referencia a los distintos tipos de luminaria, se analiza las diferentes variantes del método de los lúmenes utilizado en el diseño de sistema de alumbrado.

Capitulo II: Diagnostico del sistema actual de Iluminación en el Taller de Maquinado.

Este capitulo se inicia con la caracterización general de la empresa y del taller de maquinado como una de sus áreas más criticas. Mediante la aplicación de la metodología analizada en el capitulo I se realiza un diagnostico de los riesgos laborales y de la situación actual del sistema de iluminación de taller de maquinado de la Empresa Azucarera Elpidío Gómez. Además se realiza una propuesta de mejora del sistema de iluminación del Taller de Maquinado.

CAPITULO1: CONSIDERACIONES TEÓRICAS SOBRE LOS RIESGOS Y LA ILUMINACIÓN

El trabajo constituye más de un tercio de la vida útil del ser humano, de ahí que las relaciones del hombre con su actividad laboral resulten decisivas para todo el sistema de acciones de la vida en general además de regular las posibilidades de inserción social.

Las condiciones en que el hombre trabaja, los efectos sobre su equilibrio psicofisiológico y las posibilidades de consumo determinan la vulnerabilidad individual. Esta relación tiene un carácter histórico, el cual debe ser analizado para lograr un conocimiento realista de los efectos que sobre la salud ha presentado el trabajo, al menos en los períodos históricos más recientes.

Con el transcurso de la historia el desarrollo de la humanidad y a medida que la fuerza laboral dejo de ser esclava y pasó a ser fuerza de trabajo asalariada, fueron cambiando las concepciones sobre el trato que se le daba a esta. La fuerza laboral se ha convertido en el principal recurso de cualquier empresa en el mundo, sin dejar de reconocer que en algunas empresas en países del tercer mundo existen situaciones laborales precarias, la mayoría de las empresas presta gran atención a la situación laboral de su fuerza de trabajo, disminuyendo los riesgos laborales y con ello los costos por la ocurrencia de accidentes o enfermedades profesionales ligadas a estos.

Existen antecedentes de la asociación del trabajo con la salud de los trabajadores desde los albores de la medicina, aunque es a partir del siglo XVIII que se puede identificar una relación entre el trabajo y el estado de salud con la publicación en Italia en 1700 del primer trabajo sobre las enfermedades de los trabajadores realizado por Bernardino Ramazzini quien estudia, por primera vez de forma sistemática, las enfermedades originadas en todos los sectores de trabajo de aquella época. Uno de los principios postulados de quién se ha dado en llamar “Padre de la Medicina del Trabajo”, es frente a cada enfermo formular la pregunta ¿**EN QUE UD TRABAJA**?. Su vigencia se conserva hasta nuestros días y refleja un punto clave dentro del análisis integral del paciente.

En la actualidad, cada año ocurren millones de accidentes que ocasionan lesiones en los trabajadores y hasta la muerte, y cada día se detecta enfermedades cuya causa está en la actividad laboral que se realiza. Estos elementos provocan el dolor de los lesionados, su familia, y, muchas ocasiones, por las magnitudes que han alcanzado, hasta dolor en la sociedad (Rodríguez, 2007).

El enfoque actual de la seguridad y salud en el mundo, las prioridades que le otorgan las organizaciones internacionales, en particular, la Organización Internacional del Trabajo (**OIT**), y la necesidad de reducir o eliminar los efectos negativos, en cuanto a accidente y enfermedades

profesionales, han obligado en los últimos años a dar un cambio en esta temática, integrándola a la actividad empresarial como sistema, a partir de su importancia para el logro de los objetivos estratégicos de la organización y el incremento de la calidad de vida de los trabajadores (Rodrigues,2007).

En Cuba, esta actividad ha transitado por cuatro etapas fundamentales: la primera, antes del triunfo de la Revolución, cuando se legislación vigente solo establecía algunos servicios médicos curativos para centros de trabajo de importancia y seguros sociales a muy pocos trabajadores, que no cubrían todos los riesgos; la segunda, entre 1959 y 1990, cuando se dicta un conjunto importante de legislaciones, donde se destacan la ley No.13de protección e higiene del trabajo (PHT), promulgada en 1976, y las bases generales para la organización de (PHT), que marcaron un avance importante en esta actividad en el pías; la tercera se corresponde con los años de la década de los noventas, cuando, al igual que otra actividades, sufrió un deterioro significativo. En la etapa de recuperación del país a finales de los noventas e inicio del 2000 se revitaliza con fuerza la actividad de la seguridad y salud ocupacional, aplicándose nuevos conceptos de seguridad integrada e integral (Rodríguez, 2007).

En el presente capítulo se desarrolla el marco teórico referencial que aborda aspectos relacionados con la gestión de riesgo laboral, se analiza la iluminación como factor de riesgo, tipos de luminarias, alumbrados y los efectos de esta en la salud. Se realiza un análisis y valoraciones del autor de la presente investigación de diferentes variantes del método de los lúmenes, utilizado en el diseño de alumbrado general

1.1. El Objetivo y la Misión de la Seguridad y Salud en el Trabajo en la Empresa.

Se ha demostrado que las malas condiciones de trabajo provocan no sólo lesiones al trabajador, (con las consecuentes pérdidas materiales), sino, además, el deterioro del clima organizacional, fluctuación, pérdidas de tiempo y poca productividad.

¿Hasta dónde el incremento de la productividad puede ser el resultado de un mejoramiento sistemático de las condiciones de trabajo y resultado de una mayor motivación, participación y sentido de pertenencia de los trabajadores?

Esta pregunta ha sido formulada por muchos estudiosos de esta disciplina y se han propuesto diferentes respuestas. La mayoría de las instituciones que se dedican a la Seguridad y Salud en el Trabajo en la actualidad, reconocen la relación entre ésta y la productividad (Torrens, 2007).

Durante las dos últimas décadas, los conocimientos acerca de la Seguridad y Salud en el Trabajo, integrados a toda la actividad de la empresa y vinculados a los programas de calidad total, han permitido que el mejoramiento de las condiciones de trabajo se vea como un

elemento clave en el incremento de la eficiencia, y no como un elemento aislado, o como un programa más de mejoramiento de las condiciones de trabajo.

En 1985, en un Congreso Nacional de Seguridad, celebrado en Nueva Orleáns, Estados Unidos, el reconocido experto Frank E. Bird, (Bird, F.1985) señalaba que:

"Al integrar la Seguridad a las tareas administrativas existentes, lo que podría ser trabajo adicional en Seguridad, se transforma en la manera correcta de hacer el trabajo".

En la actualidad, la seguridad y salud en el trabajo continúa responsabilizada con la integridad y salud del trabajador, pero su alcance va más allá de prevenir el accidente, la enfermedad o el agotamiento. Su acción tiende a tomar un sentido más amplio, como factor de motivación y eficiencia de los trabajadores, sobre la base de integrar sus principios y tareas al sistema de gestión de los recursos humanos y en general, a las distintas actividades y funciones de la empresa.

Es reconocido actualmente que la prevención de los riesgos en el trabajo constituye una función de toda la empresa.

Expertos de la OIT, recomiendan un grupo de medidas para modificar las formas tradicionales de actuar en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo, entre las que se destacan (Torrens, 2007; Rodríguez, 2007):

- Adoptar una política de Seguridad en la que se refleje la importancia que tiene para la empresa, la responsabilidad de la dirección, la necesidad de crear una cultura preventiva con la participación de los trabajadores y el compromiso de todos los niveles de la empresa
- Adoptar una organización de la prevención que establezca las responsabilidades y relaciones en el trabajo, que permita el análisis de las causas de riesgo, el necesario trabajo interdisciplinario, y su carácter participativo.
- Disponer y hacer cumplir las normas de procedimiento, estableciendo la distinción entre: normas organizativas, de control, de cooperación y comunicación.
- Aplicar la auditoria interna. (inspección a equipos, instalaciones etc.)
- Desarrollar la evaluación como herramienta para reorientar las acciones.

1.2.- La Prevención de Riesgos en el Trabajo

Existen diferentes tipos o categorías de riesgos de acuerdo a nivel del mismo (**ver Anexo 1**). Por ejemplo, es diferente el riesgo derivado de la contaminación por una sustancia tóxica fácilmente perceptible como el amoníaco, al que provocan sustancias como el plomo, manganeso, etc. cuyo efecto acumulativo, a largo plazo provoca otras afectaciones (Torrens, 2007; Rodríguez, 2007).

El riesgo grave e inminente es aquel que resulta probable y puede racionalmente materializarse en un futuro inmediato y supone un daño grave para la salud. También es importante conocer otros riesgos, como el denominado riesgo residual, que es aquel riesgo remanente que queda después de que ha sido tomada una medida protectora y el riesgo tolerable, que es el aceptado en un contexto dado, basado en valores y criterios predeterminados.

El **"riesgo**" no se ve o percibe, lo que se ve, percibe o deduce es la situación peligrosa, que es la circunstancia por la cual las personas, los bienes o el ambiente están expuestos a uno o más peligros. Asimismo, el **peligro** se define como la fuente potencial de un daño en términos de lesión o enfermedad a personas, daño a la propiedad, al entorno del lugar de trabajo o una combinación de estos, de manera que en una **situación peligrosa** pueden presentarse uno o más peligros.

Los riesgos, en general, se pueden clasificar en 5 grandes grupos: Físicos, Químicos, Biológicos, Psicofisiológicos y Psico-sociales (Leyva, 2003).

Clasificación de los riesgos según la forma en que se pueden presentar

1. Golpes, fracturas y otros daños por caídas de personas en el mismo nivel. En lugares de paso o superficies de trabajo o caídas sobre o contra objetos, debido a resbalones por la disminución de la fricción de los pisos, desequilibrios, etc.
2. Golpes, fracturas y otros daños por caídas de personas a distinto nivel. Desde alturas como edificios, andamios, escaleras, máquinas, vehículos, etc. En profundidades como excavaciones, aberturas de tierra, etc.
3. Golpes y otros daños por caídas de objetos por desplome o derrumbamiento. en edificios, muros, andamios, escaleras, mercancías apiladas, etc. Por hundimientos de masas de tierra, aludes, etc.
4. Daños por caídas durante la manipulación de objetos. Transportándose o elevándose manual o mecánicamente.
5. Lesiones debido a la caída de objetos desprendidos. Son aquellos que están a una altura superior a los posibles afectados.
6. Lesiones al pisar sobre objetos. Objetos cortantes o punzantes, como clavos y chapas, etc.
7. Golpes o contactos con elementos móviles de las máquinas. El trabajador, estático o en movimiento se puede golpear, cortar, enganchar, etc.
8. Golpes contra objetos fijos. El trabajador en movimiento, se puede golpear, enganchar, rozar, etc.
9. Golpes o cortes con objetos y herramientas. Golpes, cortes, punzamientos, etc. No se incluyen las caídas de objetos.

10. Daños debido a fragmentos o partículas. Proyección sobre el cuerpo de fragmentos o partículas voladoras, procedentes de máquinas, herramientas o por la acción mecánica de fragmentación, etc. Se incluyen las salpicaduras de sustancias líquidas.
11. Atrapamientos por o entre objetos. Atrapamiento o aplastamiento de cualquier parte del cuerpo por elementos de máquinas o entre objetos, piezas o materiales.
12. Atrapamiento por vuelcos de máquinas o vehículos. Atrapamiento o aplastamiento por vuelcos de carretillas, tractores, vehículos, grúas y otras máquinas.
13. Esfuerzos excesivos, falsos movimientos o inadecuadas posturas. Esfuerzos físicos excesivos al levantar objetos, empujar objetos o tirar de ellos, al manipular o lanzar objetos. Ejecutar falsos movimientos o adoptar posturas incómodas o riesgosas, uso excesivo de la voz, la vista, el intelecto, etc.
14. Estrés térmico o malestar por frío. Alteraciones fisiológicas al encontrarse el trabajador en un ambiente excesivamente caliente o muy frío.
15. Daños debido a la humedad. Humedad en exceso que puede crear trastornos respiratorios u otros, influyendo la sensibilidad individual del trabajador.
16. Quemaduras o molestias debido a contactos térmicos. Contactos de cualquier parte del cuerpo con sustancias u objetos muy calientes o muy fríos.
17. Daños debido a contactos eléctricos. Contactos directos o indirectos con algún elemento sometido a la tensión eléctrica.
18. Efectos debidos a la exposición a sustancias químicas nocivas. Inhalación, contacto, ingestión o absorción de estas sustancias en forma de aerosoles, vapores, gases, polvos, etc.
19. Efectos provocados por las sustancias corrosivas o cáusticas. Contacto directo o salpicaduras que pueden causar daños en la piel, ojos, etc.
20. Daños debido a la exposición a las radiaciones. Exposición a radiaciones ionizantes o no ionizantes.
21. Lesiones debido a explosiones. Por un aumento brusco del volumen de una sustancia, por reacciones químicas violentas, rotura de recipientes a presión, combustión de productos químicos inflamables, etc.
22. Lesiones debido a sustancias explosivas y municiones.
23. Daños provocados por incendios. Quemaduras y otras consecuencias, incluida la muerte.
24. Daños y molestias debido a la exposición a agentes físico-ambientales. Exposición prolongada a factores como el ruido, las vibraciones, la deficiente iluminación, el deslumbramiento, etc.

25. Daños y enfermedades provocadas por agentes biológicos. Exposición a microorganismos patógenos como virus, bacteria, hongos, parásitos, etc.
26. Daño antisocial. Robos, intrusos, etc.
27. Daños por catástrofes. Sucesos graves, repentinos e importantes acaecidos a una colectividad, donde se producen amenazas serias imprevistas para la salud pública.

Factores técnicos, organizativos y humanos

Por lo general, en toda organización empresarial, existen factores internos y factores externos que inciden o pueden incidir sobre la seguridad y salud en el trabajo. Estos factores en general tienen un origen técnico, organizativo o humano y pueden, según las circunstancias ser causas de riesgo (Pérez, 2007; Leyva, 2007).

- **Factores técnicos**: Estos factores están asociados a las condiciones materiales de instalaciones, equipos, máquinas, herramientas y otros medios de trabajo, así como a las energías, presiones, etc. a que trabajan, a la toxicidad y efectos biológicos y otros daños vinculados a la materia prima, productos y al ambiente de trabajo en general.
- **Factores organizativos**: Estos factores están asociados a la organización del trabajo y los servicios y a la gestión de la seguridad y salud en el trabajo.
- **Factores Humanos**: Son factores asociados a la conducta del hombre, debido a fallas u omisiones de los trabajadores que pueden propiciar la aparición de riesgos en el trabajo.

1.3. El Proceso de Identificación, Evaluación y Control de los Riesgos

La identificación, evaluación y control de los riesgos es un proceso mediante el cual se identifican las situaciones peligrosas, los peligros y los riesgos vinculados con ellos y a partir de esto se procede a su evaluación. Esta evaluación puede ser cuantitativa o cualitativa, en correspondencia con las características de las situaciones peligrosas.

El procedimiento metodológico que permite desarrollar la prevención de riesgos en el trabajo se resume en la **figura 1.1**, que de una manera sencilla presenta la forma de realizar la aplicación específica en las empresas (Pérez, 2007;Leyva, 2007).

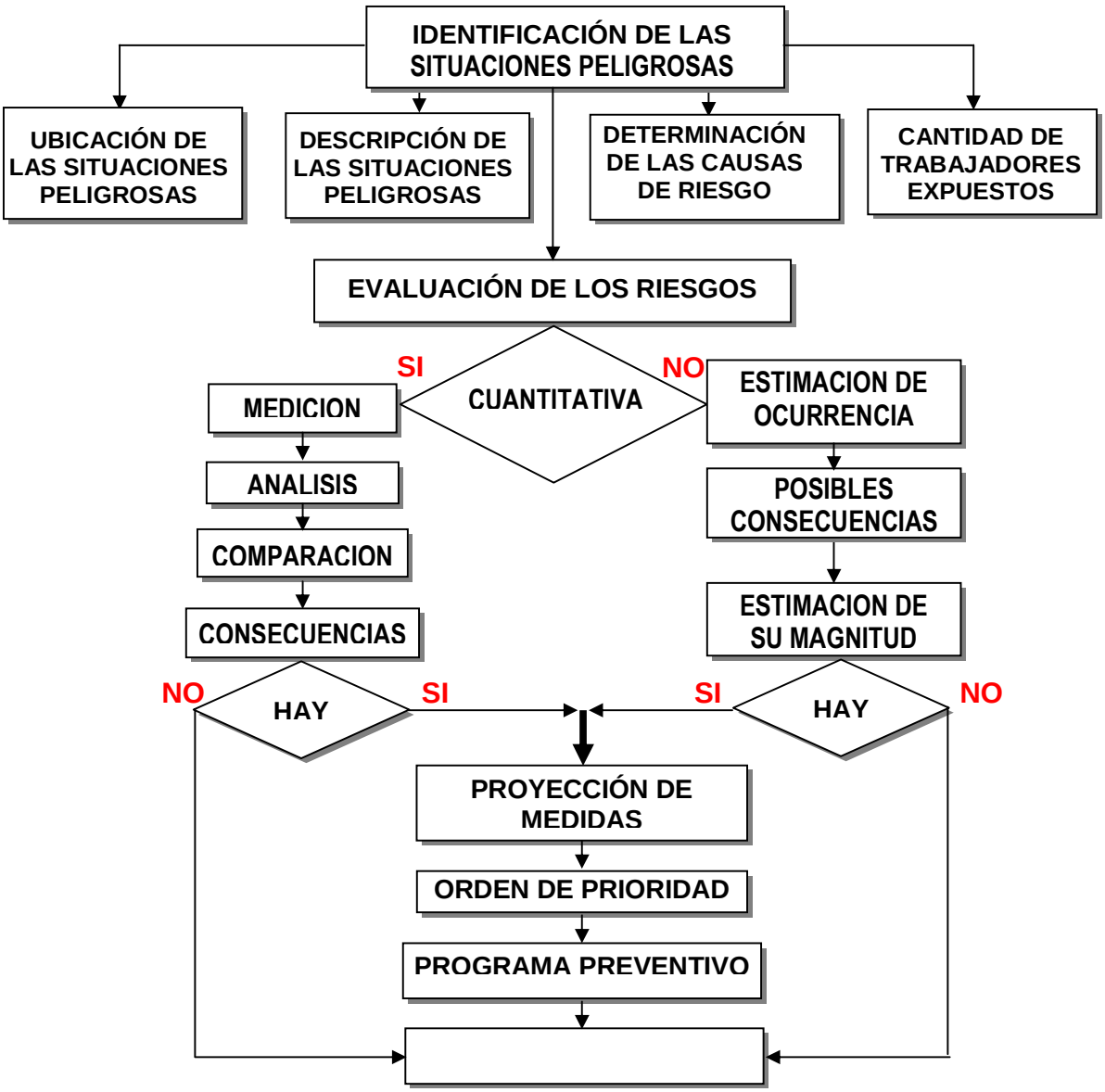
La identificación de las situaciones peligrosas es aconsejable hacerla en dos etapas:

1. **Etapa Participativa**: Esta es la etapa en que se utiliza la participación de los trabajadores y puede realizarse entregando en cada área a los jefes directos y trabajadores, encuestas o listas de aquellas situaciones peligrosas o peligros que pueden estar presentes en cualquier área o puesto de trabajo, donde el trabajador expresará sus criterios sobre aquellos situaciones que lo afectan o puedan afectar. En algunos lugares de trabajo

pequeños, se pueden emplear otras técnicas de recolección de información como la entrevista, discusión en grupo y otras.

2. **Etapa Valorativa**: Recogida la información, se procederá a su análisis por el personal evaluador, para determinar la percepción de los trabajadores sobre las situaciones peligrosas y proceder a continuación a verificar por áreas y puestos de trabajo la existencia de las mismas y la inclusión de aquellas que no hayan sido detectadas o la exclusión de aquellas que han sido sobredimensionadas por los trabajadores.

Figura 1.1: Procedimiento para la identificación, evaluación y control de riesgos



(**Fuente: Libro de seguridad y salud en el trabajo, la Habana, 2007**)

1.3.1.- El proceso visual

Para que se efectúe la sensación visual debe existir una fuente luminosa que incida sobre un receptor del rayo de luz. Ese receptor visual es el ojo humano.

- **Agudeza visual**

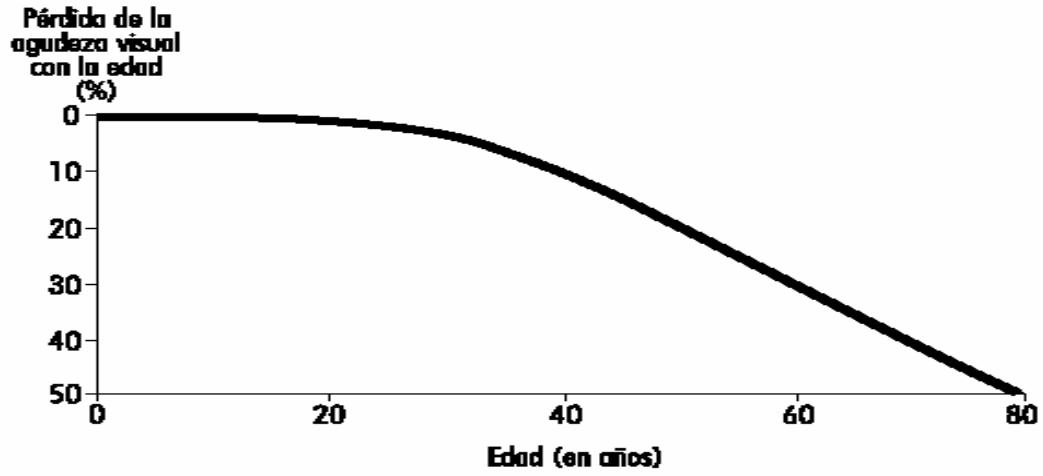
Esta es la facultad que tiene el ojo humano de distinguir con precisión los diferentes detalles de un objeto, como la forma, tamaño, color y sus relaciones con el espacio que lo rodea.

Una adecuada agudeza visual nos permite realizar mejor la tarea laboral, actuar con precisión y no cometer errores que puedan provocar un accidente. Entre los factores que favorecen la agudeza visual están (FAC. Ing. Industrial, 2003):

- Niveles adecuados de iluminación en el campo visual. A mejor iluminación, mejor visión.
- Ausencia de deslumbramiento, adecuados contrastes de colores, con el fondo del objeto o con otros objetos que lo rodean,
- La distancia a que se encuentra el objeto y su tamaño. A mayor distancia o menor tamaño es menor la agudeza visual.
- La edad, estado emocional, la hipertensión arterial, la diabetes y otras patologías que deben ser objeto de chequeos médicos porque pueden entorpecer la agudeza visual.

En la **figura 1.2.** aparece la relación de pérdida de la agudeza visual con la edad (OIT, 2003).

Figura 1.2: Relación Edad - Agudeza visual



(**Fuente: Enciclopedia de Seguridad y Salud. OIT, 2003**.)

1.4.- Maquinas herramientas.

Las máquinas herramientas con frecuencia, generan factores de riesgos que provocan accidentes y contaminación del ambiente (acústica, térmica, radioactiva, etc.). Ello puede ocurrir por (Pérez, 2007; Leyva, 2007):

- Factores de diseño
- Factores de operación
- Factores de mantenimiento

En general, las causas de riesgos mas frecuentes son:

- Falta de guarderas.
- Diseños que no respetan los valores antropométricos.
- Diseños no ergonómicos, en general.
- Falta de mantenimiento.
- **Falta de iluminación localizada en determinados puntos de operación.**
- Mala distribución de las máquinas en el taller.
- No respeto a las distancias mínimas ínter máquinas.

Los sistemas de iluminación deben proporcionar ante todo comodidad visual, para la tarea que se desarrollará dentro del local que se iluminaran. Es necesario considerar que cada actividad requiere de sus propias condiciones luminosas, así no son los mismos requerimientos luminosos cuando se circula por un pasillo que cuando se ensambla un equipo; tampoco se requiere de las mismas condiciones cuando se ensambla en reloj que cuando se ensambla una equipo de grandes dimensiones.

Es necesario considerar también la calidad adecuada de la luz que se requiere emplear, en este sentido es imprescindible considerar tanto la temperatura de color como el índice de rendimiento de color adecuado.

1.5.- Iluminación, su importancia y objetivos

La iluminación es uno de los principales factores ambientales, que tiene como principal finalidad facilitar la visualización de las cosas dentro de su contexto espacial, de modo que el trabajo se pueda realizar en unas condiciones aceptables de eficacia, comodidad y seguridad (Grandjean,1988).

La iluminación, a diferencia de otros riesgos físicos del ambiente de trabajo, no se caracteriza por una relación directa entre su intensidad y los daños que produce en el organismo humano. Es decir, que el riesgo asociado a ella está caracterizado por su insuficiencia o deficiencia, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo.

En ocasiones se tiende a confundir el concepto de luz con el de iluminación, lo que resulta erróneo. Ya que puede existir una cantidad de luz muy grande en un puesto o local de trabajo y sin embargo, no lograr la iluminación que satisfaga las necesidades de la tarea visual con calidad y seguridad.

En los casos que la iluminación no cumpla con los requerimientos visuales pueden originarse.

- Fatiga visual o general.
- Dolores de cabeza.
- Disminución del bienestar.
- Disminución de la agudeza visual.
- Pérdida paulatina de la visión.
- Disminución de capacidad laboral.
- Pérdidas de productividad y calidad.
- Aumento del número de errores en las operaciones.
- Propensión a la ocurrencia de accidentes de trabajo.

Estos efectos repercuten no solo en los obreros, sino también en la propia actividad laboral; ejemplos: pérdida de productividad y calidad del producto o servicio y aumento de errores en la operación.

De ahí que se pueda afirmar que si se logra los objetivos de la iluminación, las consecuencias repercuten favorablemente no solo sobre las personas, reduciendo la fatiga y la tasa de errores y de accidentes, sino además contribuyen a aumentar la calidad y cantidad del trabajo

Existen algunos ejemplos donde se ha podido demostrar la relación de un factor y la eficiencia. Granjean (1988) vinculó la iluminación y la eficiencia de la industria de confecciones, donde se observó que la reducción de los costos de los desperdicios es evidente con el incremento de la intensidad luminosa.

Los sistemas de iluminación industrial pueden clasificarse en varios grupos según el tipo de división que se haga y atendiendo a las fuentes de iluminación, en: iluminación natural e iluminación artificial (Marsán, 2007).

1.5.1.- Iluminación Natural

Como el hombre es un ser natural, percibe con mayor facilidad los efectos naturales, por ello es que la mayor sensibilidad del ojo humano en una longitud de onda cercana a los 555 nm, que corresponde a un color verde - amarillo. Todo parece indicar que cuando el sol era la única fuente de luz existente, el hombre tuvo que adaptarse a la luz difusa del día.

.

Siempre debemos tratar de utilizar, y más que utilizar, aprovechar el empleo de la luz natural, pero considerando tanto sus ventajas como sus limitaciones.

El uso de la luz natural nos permite ahorros energéticos y en horas determinadas del día puede resultar de mucha utilidad en zonas de estancia de algunos tipos de enfermos por sus cualidades terapéuticas y antibacterianas. Otra aplicación pudiera ser para zonas de sacado de productos y materias primas e incluso en áreas que por las características del proceso de trabajo se requieran distinguir ciertas tonalidades especiales que sólo la ofrezca la luz natural.

Dentro de sus limitaciones está el hecho de que en horas nocturnas o en días nublados no podemos disponer de los niveles de iluminación requeridos o se puede dar el caso de que las ventanas o lucernario habilitados para su aprovechamiento no puedan ser distribuidos en toda la zona de permanencia de los trabajadores y tenga entonces que complementarse con la iluminación artificial.

El uso de cristales u otros medios para la entrada de luz deben ubicarse, preferentemente en la fachada norte de las edificaciones. Llamamos la atención sobre el uso de tejas traslúcidas. Las mismas deben ser utilizadas bajo la asesoría de un especialista o conocedor sobre su correcta aplicación práctica en las condiciones climáticas de nuestro país. No deben ser de dimensiones tales emitan gran cantidad de luz en una zona o puesto de trabajo, dado que eso provoca, además de un excesivo calor, deslumbramiento e incomodidad visual por destellos intensos. Es recomendable ubicar estas tejas en techos altos, por lo menos de 7 m, para reducir la ganancia calórica en los puestos de trabajo.

1.5.2.- Iluminación Artificial

La iluminación artificial es aquella provocada por medios ajenos a los efectos solares. En ella se incluye el diseño y empleo de una pira, una vela, un farol de aceito o de gas hasta una bombilla incandescente o las más actuales lámparas, ya sean a base de sustancias como el sodio, el mercurio, argón, criptón, haluro u otro tipo de material o combinación de ellos.

Estos sistemas se pueden clasificar según la **distribución luminosa** y según la **distribución de las luminarias**. Aclaremos que una luminaria es el conjunto que soporta una o más lámparas y los elementos complementarios para el adecuado funcionamiento y efecto deseado de las lámparas

1.6.- Evaluación de los Sistemas de Iluminación.

La evaluación de los sistemas de iluminación se realiza a partir de los límites recomendados o establecidos. Para Cuba, la norma cubana (**NC 190-001-011:81**) establece los requisitos generales higiénico sanitarios en cuanto a los niveles de iluminación que se aplican a los puestos de trabajo y actividades.

El área más importante donde cumplir los requisitos de iluminación lo constituye el plano de trabajo, que es la superficie de referencia formada por un plano sobre el que normalmente se trabaja.

1.6.1.- Nivel de iluminación

El nivel de iluminación es la densidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie. Se determina por la relación entre el flujo luminoso que recibe la superficie y el área de esta. La unidad es el Lux o **Lumen / m^2**.

La ecuación del nivel de iluminación es: **$E = \Phi / S$**

Donde:

E = Nivel de iluminación

Φ = Flujo luminoso

S = Área de la superficie

La distribución de la iluminación, lo mismo que el nivel luminoso, debe ser determinada en el proyecto de instalación. Tanto en la iluminación de tipo general como en la que tiene por objetivo realizar cómodamente las tareas laborales.

Tabla 1. Niveles mínimos de iluminación para planos de trabajo.

Características del trabajo visual según el tamaño menor del objeto de diferenciación	**Contraste del objeto con el fondo**	**Nivel de iluminación (lux)**	
		General + suplementaria	**General**
Exactitud mayor por debajo de 1 mm	Pequeño	≥ 2 000	**500**
	Mediano	1 000	**300**
	grande	750	
Exactitud menor entre 1 y 5 mm	Pequeño	1000	
	Mediano	750	
	Grande	400	**200**
Trabajo grueso, 5 mm	Pequeño	500	
	Mediano	300	**150**
	Grande	200	
Observación general del desarrollo del proceso de producción o estado de los equipos			
Trabajo en almacenes con objetos grandes y materiales a granel			**100**

(**Fuente, Norma Cubana, 19-01-11,1981**)

La cantidad adecuada de luz no asegura por si sola una buena iluminación. La buena calidad es tan importante como la cantidad, y generalmente es más difícil de conseguir.

Los factores a tener en cuenta en la calidad del alumbrado son muchos y complejos, pero el deslumbramiento, la relación de brillo, la difusión y el color puede considerarse como la más importante (Westinghouse,1973).

Por supuesto, los niveles de iluminación deben llegar con la calidad adecuada a toda el área considerada, en la cantidad requerida al plano de trabajo y que sea recibida en la dirección más útil. Los niveles mínimos de iluminación establecidos para los planos de trabajo se muestran en la **tabla 1**, que fue tomado de la norma cubana NC, 19-01-11,1981.

1.6.2.- Ley principal de la iluminación

Esta ley establece que la iluminación de una superficie situada perpendicularmente a la radiación luminosa es directamente proporcional a la intensidad de la fuente e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que la separa de la misma (Marsán, 2007; Padilla, 2007). Es decir que: $\mathbf{E = I / D^2}$

Más de un autor puntualiza que esta ley sólo se aplica cuando la distancia de la fuente luminosa a la superficie sobre la cual se quiere calcular el nivel de iluminación es al menos diez veces mayor que el diámetro de la fuente y si esta es de forma irregular se debe tomar su mayor dimensión transversal.

Ley del coseno: Esta ley establece que la iluminación es proporcional al coseno del ángulo de incidencia de los rayos luminosos en el punto iluminado. (Rodríguez, 2007)

Es decir $\mathbf{E = I .cos \infty / D^2}$

Ley del inverso del cuadrado de la distancia: Esta ley establece que para una misma fuente de luz, los niveles de iluminación obtenidos en diferentes superficies son inversamente proporcionales al cuadrado de la distancia existente respecto a dicha fuente.

Es decir que: $\mathbf{E_1 / E_2 = D_1 / D_2}$

En bibliografía según la distribución luminosa, los sistemas se clasifican atendiendo a las proporciones o por cientos en que la luminaria dirige la luz por encima y por debajo de la dirección horizontal. (**Ver Anexo 2**) (Agüero, B. Iluminación, 1985.)

Según la distribución de las luminarias en el área a iluminar (Agüero, Iluminación, 1985), los sistemas artificiales se pueden clasificar en generales, generales localizados y suplementarios. (**Ver Anexo 3**)

1.6.3.- Iluminación general uniforme.

Las fuentes de luz se distribuyen uniformemente sin tener en cuenta la ubicación de los puestos de trabajo. El nivel medio de iluminación debe ser igual al nivel de iluminación necesario para la tarea que se va a realizar. Sistemas utilizados principalmente en lugares de trabajo donde no existen puestos fijos (Agüero, Iluminación, 1985).

Los sistemas de alumbrado general deben cumplir en lo fundamental tres características según (Westinghouse, 1973):

- Estar equipado con dispositivos antibrillos
- Distribuir una fracción de la luz hacia el techo y la parte superior de las paredes
- Las fuentes de luz deben instalarse a la mayor altura posible, para minimizar los brillos y conseguir una iluminación lo mas homogénea posible.

Para determinar la cantidad de lámparas que de un local se utiliza la expresión:

Cantidad de lámparas= NI. S /CU. FL. FC

Donde:

NI: Nivel de iluminación requerido sobre el plano de trabajo-lx.

S: Superfície que se debe iluminar .

FL: Flujo luminoso en la lámpara seleccionada-lm/lámpara.

CU: Coeficiente de utilización.

FC: Factor de conservación o mantenimiento.

- **Nivel de iluminación.**

Como se expreso anteriormente el nivel de iluminación necesario depende de las características de la tarea visual en los que pueden obtenerse los niveles de iluminación mínimos recomendados en la NC 19–01–11 “Iluminación. Requisitos higiénicos sanitarios” y en el “Manual de Alumbrado” de la Westinghouse, respectivamente. (**Ver Anexo 4**)

- **Superficie que se debe iluminar.**

La superficie a iluminar depende de las dimensiones del local. **S = largo x ancho**

- **Flujo luminoso.**

Para determinar el flujo luminoso es necesario decidir previamente el tipo de iluminación a utilizar (Directo, Semidirecto, General Difuso, Directo – Indirecto, Semi – Indirecto, Indirecto).

Para decidir el tipo de lámpara a utilizar es importante tener en cuenta eficiencia de la misma, es decir los lúmenes emitidos por potencia (Watts) consumida.

- **Coeficiente de utilización.**

El coeficiente de utilización es el cociente de los lúmenes que llegan al plano de trabajo y los totales generados por la lámpara y es función de:

1. El tipo de luminaria.
2. La relación de cavidad.
3. Las reflectancias del techo y las paredes.

Este valor se obtiene de las tablas de coeficientes de utilización de fabricante (**Ver anexo 5**).

Con la ayuda de las tablas, se puede determinar la demanda de potencia (kW) por m^2 de nuestras instalaciones o de un proyecto de iluminación y comparar con la demanda límite permitida.

El nivel luminoso producido por una instalación de alumbrado se determina por un análisis de las condiciones bajo las que el sistema funcionará. En las tablas del Manual de la Westinghouse los factores de mantenimiento se determinan para las siguientes tres condiciones:

1. **Factor de mantenimiento bueno. –** Cuando las condiciones atmosféricas son buenas, las luminarias se limpian frecuentemente y las lámparas se reponen por el sistema de sustitución en grupos.
2. **Factor de mantenimiento medio**. – Cuando existen condiciones atmosféricas menos limpias, la limpieza de las luminarias no es frecuente y solo se sustituyen las lámparas cuando se funden.
3. **Factor de mantenimiento malo. –** Cuando la atmósfera es bastante sucia y la instalación tiene una conservación deficiente.

1.6.4.- Iluminación general localizada.

Tipos de iluminación con fuentes de luz instaladas en el techo y distribuidas teniendo en cuenta dos aspectos: las características de iluminación de los equipos y las necesidades de iluminación de cada puesto de trabajo. Indicado para aquellos espacios o áreas de trabajo que necesitan un alto nivel de iluminación y requiere conocer la ubicación futura de cada puesto de trabajo con antelación a la fase de diseño (Agüero, Iluminación, 1985).

Alumbrado localizado

Este tipo de alumbrado se emplea, cuando se necesita una iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar un trabajo concretos recurre a este método, cuando el nivel de

iluminación que se requiere es muy alto, cuando hay obstáculos que tapan la luz proveniente del alumbrado general, cuando no sea necesaria de manera permanente o para personas con problemas visuales (Agüero, Iluminación, 1985).

Para el cálculo del alumbrado localizado se utiliza la expresión: **E=I / D**

Donde:

E: Nivel de iluminación en el punto que es preciso iluminar – Lx.

I: Intensidad luminosa en la fuente (candelas –cd).

D: Distancia de la fuente al punto que se debe iluminar (m).

Cuando se emplea el alumbrado localizado, un elemento que se debe cuidar es que la relación entre la tarea visual y el fondo no sea muy alta, pues en caso contrario se podría producir deslumbramiento molesto.

Reflectancias:

En caso de existir cavidad de techo debe corregirse la reflectancia del mismo de acuerdo a las tablas de reflectancia efectiva de cavidad. Las reflectancias influyen directamente en la determinación del Coeficiente de Utilización de una luminaria; en el manejo de este formato debe asignarse el valor indicado en la tabla para pinturas en techo, 50% del valor indicado para paredes y 20% para colores de piso.

Pérdidas:

- **Factor de balastro**: Este valor depende de la reactancia con que opera el balastro, debido a esta reactancia las lámparas pierden cierto porcentaje de su luminosidad. El valor correcto de este factor debe de ser proporcionado por los fabricantes, la Asociación de Balastras de U.S.A. especifica un valor de 0.95 para balastros de lámparas fluorescentes (westinghouse, 1973).
- **Degradación luminosa o Depreciación de los Lúmenes de las Lámparas**: La degradación gradual de la luminosidad producida por el paso del tiempo es diferente para cada tipo y calidad de lámpara. Recomendamos consultar datos de lámparas proporcionados antes, este valor se reporta como D.L.L.
- **Depreciación por Polvo en el Luminario (D.P.L.)**: Este valor varía con el tipo de luminaria y el ambiente en que trabaja, para determinarlo deben consultarse las curvas de depreciación por polvo, según categoría, tipo de ambiente y ciclo de limpieza (**Ver anexo 5**).

- **Depreciación por Suciedad del Local**: este factor es una compensación a las pérdidas ocasionadas por la suciedad en la reflectancia de las superficies del local. A este índice se le denomina D.P.S.L y se determina mediante el uso de tablas (**Ver anexo 6**).
- **Lámparas inutilizadas**: Es la relación entre las lámparas fuera de servicio y el total de lámparas instaladas.
- **Factor de Perdidas Totales (FPT)**: Es el producto de todas las pérdidas de iluminación.

El Espaciamiento.

Los fabricantes reportan un factor o criterio de espaciamiento que debe multiplicarse por la altura de montaje para obtener el espaciamiento máximo entre luminarias. Cuando las luminarias no son simétricas en su geometría y curva de distribución, algunos fabricantes asignan diferentes criterios de espaciamiento laterales (Alemañy, 1986).

El espaciamiento máximo, es la altura de montaje por el criterio de espaciamiento de la luminaria.

Espaciamiento Máximo = Criterio de Espaciamiento x Altura de Montaje

Resultados

Iluminación recomendada: En el valor señalado por alguna Sociedad de Especialistas en iluminación se puede apreciar los niveles de iluminación recomendados según (NOM -025-STRS -1994) para diferentes tipos de funciones. (**Ver Anexo 7**)

1.7.- El Efecto estroboscopio.

La característica de toda la fuente de luz funcionando en corriente alterna, es una variación de la emisión luminosa con la variación cíclica de la corriente. El filamento de una lámpara incandescente retiene bastante calor, por lo que un descenso, de la emisión luminosa, al pasar por el punto cero la intensidad de la corriente, pasa desapercibido, excepto, ocasionalmente, cuando lámparas de poca potencia se hacen trabajar con redes de 25 ciclos.

El arco de una lámpara de mercurio funcionando con corriente alterna de 50 ciclos se extingue 100 veces por segundo. Esto origina que la visión la haga el ojo en una serie de ojeadas sucesivas con el resultado de que el objeto que se mueve rápidamente con movimiento uniforme puede parecer que se mueve en forma intermitente, o a tirones (efecto estroboscopio).

Este efecto frecuentemente pasa desapercibido, y en la mayor parte de las instalaciones no es inconveniente grabe. En los casos en que el efecto estroboscopio deba ser reducido, puede

hacerse mediante el funcionamiento de parejas de lámparas sobre reactancias dobles (lead-lag); conectando la lámpara de 3 en 3 sobre las distintas fases de una red trifásica; o usando lámparas incandescente en combinación con la de mercurio (Manual de alumbrado 1968).

1.8. Magnitudes y unidades

A continuación, se muestran las tres magnitudes más importantes de la iluminación con sus correspondientes unidades de medida. (Agüero, Iluminación, 1983).

Flujo luminoso: es la cantidad de luz emitida por una fuente en todas direcciones. La unidad de medida es el Lumen y se determina en función de la sensibilidad espectral del ojo humano.

$$\Phi = M_{\lambda} . V_{\lambda}$$

Donde:

Φ = energía espectral de una fuente recibida por el ojo

$\mathbf{M}_{\lambda}$ = emisión espectral de una fuente de luz

$\mathbf{V}_{\lambda}$ = sensibilidad espectral del ojo humano

Intensidad luminosa: Es la densidad de la luz dentro de un pequeño ángulo sólido en una dirección determinada o el flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido. Se mide en candelas o en Lumen / estereorradián. La ecuación que la identifica es: **I = Φ / W**

Donde:

I = Intensidad luminosa

Φ = Flujo luminoso

W = Angulo sólido

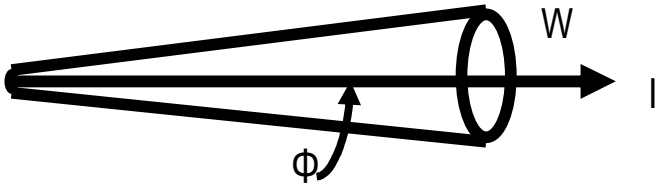


Figura 1.3: La intensidad luminosa.

El deslumbramiento: es cualquier brillo que produzca molestias, interferencia en la visión o fatiga visual. Como es difícil valorar matemática mente los distintos elementos del deslumbramiento, se han establecido ciertos factores determinantes.

En el deslumbramiento influyen los siguientes factores (Pinuelo Rico 2002):

- **Luminancia de la fuente de luz.-** la máxima luminancia tolerable por observación directa es de 7.500 cd/m2.
- **Ubicación de la fuente de luz.-** el deslumbramiento se produce cuando la fuente de luz se encuentra en un ángulo de 45 grados con respecto a la línea de visión del observador.

- **Distribución de luminancias entre diferentes objetos y superficies.-** cuando mayores sea la diferencia de Luminancia entre objetos situados en el campo de visión, mas brillo se crearan y mayor será el deterioro de la capacidad de ver provocado por los efectos ocasionados en los procesos de adaptación de la visión
- **Tiempo de exposición.-** incluso la fuente de luz de baja Luminancia pueden provocar deslumbramientos si se prolonga demasiado la exposición.

1.9.- Las Mediciones de la iluminación

El medio de medición empleado para determinar el nivel de iluminación y otros parámetros, tanto directamente como para efectuar el cálculo de los demás, es el **luxómetro**. Un **luxómetro**, en general, consiste en un instrumento provisto de una celda fotoeléctrica y de un microamperímetro, al incidir la luz sobre la celda, se establece una diferencia de potencial eléctrico y una corriente que es proporcional a la intensidad de luz incidente. Hay diferentes tipos y modelos de luxómetros, según su propósito y precisión. Algunos emplean baterías para su funcionamiento y otras celdas solares (Agüero, B. Iluminación, 1987).

Los luxómetros deben estar provistos de un filtro corrector, que permita aproximar la curva de sensibilidad espectral de la celda a la cueva de sensibilidad del ojo humano. Este proceso es preferible hacerlo con un corrector del ángulo de incidencia. Muchos autores recomiendan que los luxómetros deban ser objeto de verificación por instituciones metrológicas competentes

1.10. Tipos de Lámparas más comunes

Las fuentes luminosas o lámparas son aquellos objetos artificiales capaces de emitir radiaciones electromagnéticas con longitudes de onda visibles para el ojo humano. Las fuentes luminosas artificiales de mayor importancia en nuestra época son las lámparas, estas las podemos clasificar en la siguiente manera (Marsán, 2007).

Dentro de los tipos de lámparas más comunes citas en la bibliografía se encuentran:

- **Lámparas Incandescentes**

A través de un filamento metálico de cierta resistencia eléctrica (frecuentemente tungsteno, alojado al vacío dentro de una ampolleta de vidrio en la atmósfera de un gas inerte), se hace pasar corriente eléctrica, lo que produce que el filamento llegue a un punto de incandescencia emitiendo así radiaciones luminosas y caloríficas Las radiaciones electromagnéticas emitidas por una lámpara incandescente son en promedió 90% infrarrojas y 10% visibles, esto las convierte como buenas fuentes de calor. La construcción de un foco incandescente es

relativamente sencilla, su funcionamiento también es simple y sin necesidad de aditamentos como balastros o reactores (**Ver Anexo 8**).

- **Lámparas Fluorescentes**

La luz de produce debido al fenómeno de fluorescencia por medio de una descarga eléctrica dentro de un tubo cuya longitud es mucho mayor que su diámetro, en una atmósfera de vapor de mercurio a baja presión. La radiación de mercurio en estas condiciones no es visible, por lo que se utilizan polvos fluorescentes, los cuales tienen la propiedad de cambiar la longitud de onda ultravioleta del arco a longitudes de onda dentro del espectro visible **(Ver Anexo 9)**

La lámpara fluorescente posee la ventaja no producir la luz desde un mismo punto focal, sino de hacerlo en forma suave y difusa por toda su extensión sin producir resplandores ni sombras acentuadas.

Por ello su luz aparece fresca y más eficiente reduciendo el esfuerzo visual. La limitación de uso de lámparas fluorescentes se encuentra sobre todo en su altura de montaje, ya que para alturas superiores a los 3 metros su aprovechamiento es reducido drásticamente.

- **Lámparas de Vapor de Mercurio**

Estas lámpara pertenecen a la familia identificada como lámpara de alta intensidad de descarga **(Ver Anexo 10**) (HID). La luz se produce al paso de una corriente eléctrica a través de un gas de mercurio gasificado de baja presión .Las lámparas de alta intensidad de descarga llevan un tuvo de descarga gaseosa que va alojado en el interior de un bulbo protector., este tuvo de descarga opera a presiones y densidades de corriente de magnitudes suficiente alta para producir la

Radiación visible, cuando en su electrodo se aplica una tención que da lugar a un arco eléctrico que posteriormente ioniza el gas. Esto vaporiza el mercurio, calentándose rápidamente la lámpara.

La cantidad de mercurio puro que contiene una lámpara se gradúa con exactitud, también se incluye gas argón para facilitar la descarga eléctrica. Las lámparas producen una luz verde azulada blanquecina debido a la ausencia de radiaciones rojas que provoca la combinación mercurio argón.

- **Lámparas de Vapor de Sodio en Alta Presión (VSAP)**

Estas lámparas funcionan bajo el mismo principio que las de Vapor de Mercurio (**Ver Anexo 11**) pero varían en sus componentes y geometría. Sus componentes son sodio, mercurio y un gas noble que puede ser argón o xenón, el principal productor de la luz es el sodio que a diferencia

de las lámparas de mercurio se encuentra en alta presión, el mercurio en este caso es un corrector de color y controlador de voltaje, el xenón es empleado para iniciar la descarga eléctrica.

Poseen una alta eficacia luminosa pero con bajo rendimiento del color. Requieren de un periodo de calentamiento de 3 a 4 minutos para lograr su completa brillantez, si existe una interrupción momentánea el tiempo de reencendido es casi de un minuto. La función de arranque se efectúa por la intervención de un circuito electrónico llamado ignitor, que trabaja en conjunto con los componentes magnéticos del balastro. Estas lámparas producen una luz dorada blanquecina provocada por el predominio del sodio y la corrección de color del mercurio.

- **Lámparas de Vapor de Sodio en Baja Presión (VSBP)**

El principio de operación es el mismo que las demás lámparas de descarga (**Ver Anexo 12)**, empero el gas de sodio se encuentra a baja presión y su geometría es de mayores dimensiones llegando a presentar una longitud mayor a un metro. Este tipo de fuentes luminosas es el de mayor eficacia luminosa; pero también las de menor rendimiento de color tan solo 20%, por ello su brillantez es totalmente monocromática en diferentes tonos de amarillo.

Para iluminación de seguridad, las lámparas de sodio de baja presión ofrecen la mayor eficacia luminosa. Debido a que en el espectro de frecuencias que emite esta lámpara está presente únicamente el color amarillo, se puede aplicar a lugares con mucha niebla y lugares con contaminación ya que el ojo es más sensible a este color y facilita su visión.

CAPITULO II: DIAGNOSTICO DEL SISTEMA ACTUAL DE ILUMINACIÓN EN EL TALLER DE MAQUINADO

2.1. Introducción

Por lo general, en toda organización empresarial, existen factores internos y factores externos que inciden o pueden incidir sobre la seguridad y salud en el trabajo. Estos factores en general tienen un origen técnico, organizativo o humano y pueden, según las circunstancias ser causas de riesgo.

La identificación y evaluación de los riegos constituye el punto de partida para definir ulteriores acciones en materia de seguridad. En el capitulo 2 de la presente investigación se realiza una caracterización general de la Empresa Azucarera Elpidío Gómez, realizando un análisis de la accidentalidad y la siniestralidad en el periodo 2006-2009, determinando mediante el diagnostico cuales de las unidades de la empresa presentan mayor incidencia en los accidentes de trabajo, así como las causas y factores de riesgo que originaron los mismos.

2.2. Caracterización de la Empresa Azucarera Elpidío Gómez

2.2.1.- Antecedentes y características generales

La Empresa Azucarera Elpidío Gómez perteneciente al Grupo Empresarial Agroindustrial de Cienfuegos, se encuentra ubicada geográficamente en el municipio de Palmira, sus áreas cañeras limitan al norte con la Empresa Azucarera 5 de Septiembre, por el sur al igual que por el este lo hace con la Empresa Agropecuaria Espartaco, así como por el oeste con la Empresa Azucarera 14 de Julio. Esta compuesta por 10 unidades productoras, de ellas 6 Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC) y 4 Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA), además cuenta con 6 Unidades Estratégicas de Base (UEB Mantenimiento, UEB Servicios Generales, UEB Servicios Técnicos Agrícolas, UEB Producción de Alimentos, UEB Fábrica de Azúcar y un Centro Gestor).

La zona histórica de Portugalete surge entre 1830-1845, caracterizándose por extensiones de plantaciones cañeras y la presencia de ingenios de pequeñas producciones de azúcar.

El 27 de Octubre de 1873 se funda el central Portugalete por Don Soler Escarza Urioste, emigrante español que hizo fortuna en la plaza de comercio en Cienfuegos. En el transcurso de la colonia y la neocolonia el central tuvo tres administraciones:

- 1873 - 1923: Familia Escarza.
- 1923 - 1937: Bank of Canadá.
- 1937 - 1961: Compañía Azucarera Luzárraga S.A.

Con el triunfo revolucionario de 1959, este central sufrió varias transformaciones en las actividades de la industria y en el batey para lograr un mejor bienestar de sus vecinos. En el año 1961 se nacionaliza el ingenio y cambia su nombre de Portugalete por el de “Elpidio Gómez Guzmán”, líder azucarero quién fuera obrero del mismo y se destacó en una lucha tenaz por defender a los obreros de esta industria.

Entre 1961 y 1963 comienzan a decrecer las producciones de azúcar, en el año 1962 solamente produjo 16813.9 toneladas de azúcar, debido a la falta de abastecimientos, la escasez de fuerza de trabajo y las dificultades con la maquinaria, sobre todo en el área del basculador y en la segunda máquina de moler por malas condiciones de su base.

A pesar de esta situación se comienzan a estabilizar las producciones azucareras, reflejándose a partir de la zafra 64 - 65, donde se molieron 19.577,1 arroba de caña, para una producción de 28.796 toneladas en ciento diecinueve días de zafra, el recobrado se comportó al 83,20 y el rendimiento B -96 al 12.79 %.

Para la cuarta zafra del pueblo se realizaron algunas inversiones tales como, la instalación de una caldera, con el objetivo de solucionar la baja presión existente y la construcción de una nueva chimenea e instalación de un trasbordador en el batey.

Para la preparación de la zafra del 70 se realizaron un gran número de inversiones en las áreas que se muestran a continuación:

- **Planta de moler**: se instaló un molino y una máquina de moler.
- **Generación de vapor**: se reconstruyeron las calderas.
- **Clarificación del jugo**: se instalaron nuevas estaciones de calentadores (Honolulo).
- **Evaporadores**: estos se instalaron nuevos.
- **Cristalización**: se instaló un nuevo tacho.
- **Manipulación de azúcar**: se eliminó el sistema de envase en saco, adecuándose el sistema para azúcar a granel.

Toda esta inversión unida al esfuerzo de los trabajadores condujo a que el central alcanzara el mayor volumen de producción de azúcar desde su fundación, siendo de 50056 toneladas de azúcar, así como altos índices de producción de bagazo, miel final y otros derivados, con un consumo de petróleo al 69,27 % de lo previsto, representando un ahorro de 101741 gal.

En 1983 el ingenio se convierte en el Complejo Agroindustrial “Elpidío Gómez Guzmán”. Cuando llega el período especial se presentan serias dificultades y entre 1998 y 1999 el central no muele, motivado por la insuficiencia de caña. En el área industrial se aprovecha esta cobertura para realizar la compactación del proceso, montar una nueva caldera (Evelma) con

capacidad de 20 toneladas de vapor por hora y se realizan trabajos de reparación y conservación del central incluyendo desde la maquinaria industrial hasta la edificación.

En el año 2002 por estrategia del Gobierno y el Grupo Empresarial Agroindustrial (G.E.A) pasa a ser Empresa Azucarera "Elpidío Gómez Guzmán", con una nueva estructura la cual se encuentra dentro del proceso de cambios realizados en el sector, proceso que es conocido como "Tarea Álvaro Reinoso", pero la situación económica desfavorable dentro del MINAZ lleva al cierre temporal del central ddesde el 1ro de mayo del 2004 hasta terminar el año 2006. Durante este período el Ministerio de Finanzas y Precios emite un subsidio anual por concepto de fábrica paralizada, específicamente en este último año su monto fue de $ 2.559.402 siendo emitido a través de un análisis de los gastos incurridos en la actividad industrial, mostrándose estos en los estados financieros, para de esta manera subsanar las operaciones de la entidad.

La plantilla de la empresa está conformada por 481 trabajadores, de los cuales 327 son obreros, 53 de servicios, 70 técnicos, 4 administrativos y 27 dirigentes. El 77.96 % de la fuerza laboral es de sexo masculino y solo un 22.04 % es de sexo femenino y presentan 61 empleados con menos de 30 años de edad, lo que evidencia un fuerte envejecimiento en la fuerza laboral, resaltando además que 38 de ellos son obreros, 16 técnicos, 5 de servicios y 2 dirigentes.

- ✓ Se insertaron en el nuevo programa de superación un total de 116 trabajadores, de los cuales 59 pertenecen al área fabricación de azúcar, representando el 50.86 % del total de trabajadores matriculados.

La dirección del MINAZ emite la Resolución No. 222/2006, dada en la Habana el 30 de julio del 2006 y firmada por Ulises Rosales del Toro, a través de la cual se plantea la reorganización de la Dirección Empresarial y con ella la reapertura del central Elpidio Gómez en el año 2007, proceso que le permitirá buscar la eficiencia requerida en la producciones de caña, azúcar y sus derivados y el aseguramiento de la nueva misión de producir alimentos para la población (diversificación), contando con un personal comprometido con su trabajo, responsable y asumiendo todas las tareas e indicaciones emitidas.

Esta industria actualmente cuenta con una capacidad potencial de molida de 2880 ton./día en 3 turnos de 8 horas cada uno, con un bloque energético de 85 toneladas de vapor/hora a 17 Kg./cm^2 y 320℃ en vinculación con una planta eléctrica de 3 MW que cubre las necesidades industriales y permite la entrega al Servicio Eléctrico Nacional (**SEN**) de más de 1.8 KW por tonelada de caña molida.

Posee un tandem parcialmente electrificado y una casa de calderas en la que se han introducido novedosas técnicas para la compactación del proceso, cristalización, clarificación y

centrifugación con el objetivo de incrementar la calidad del azúcar. Se producen alrededor de 287 ton./día de azúcar.

Aproximadamente el 88 % de la caña molida proviene del corte mecanizado, las variedades de caña predominantes son: C 86-12, C 86-156, provenientes de 2 centros de acopio, de Cambodia y San Francisco.

Para contribuir a dar de manera definitiva un salto cualitativo y cuantitativo en este renglón de la economía del país y que lleve implícito lo reglamentado en las resoluciones del Ministerio de Economía y Planificación (MEP), por consiguiente la Resolución No.2496 del 15 de Septiembre del 2005 donde es modificado el objeto empresarial de las empresas azucareras integradas al Grupo Empresarial Agroindustrial de Cienfuegos, subordinado al Ministerio del Azúcar.

2.2.2. Dirección estratégica de la Empresa Azucarera Elpidío Gómez.

Bajo estas condiciones queda oficialmente establecido el **objeto empresarial** de la Empresa Azucarera Elpidío Gómez, quedando de la siguiente manera:

1. Producir y comercializar de forma mayorista y en ambas monedas, azucares a las empresas operadoras de azucares y sus derivados y de ingeniería y servicios azucareros, TECNOAZUCAR, de acuerdo a las regulaciones establecidas por el Ministerio del Azúcar.
2. Producir y comercializar de forma mayorista y en moneda nacional semilla de caña.
3. Producir y comercializar de forma mayorista azucares y mieles, derivados, subproductos tales como, ceniza, cachaza, bagazo, residuos agrícolas de la cosecha y otros provenientes de la agroindustria, en pesos moneda nacional.
4. Producir y comercializar de forma mayorista en moneda nacional energía eléctrica para el sistema de la Unión Eléctrica Nacional.
5. Prestar servicios de reparación, mantenimiento y montaje industrial en moneda nacional a las entidades del sistema del Ministerio del Azúcar.
6. Producir y comercializar de forma mayorista y en moneda nacional leche vacuna y animales de ganado mayor según las regulaciones establecidas por los Ministerios de la Agricultura e Industria Alimenticia.
7. Producir y comercializar de forma mayorista semillas varias derivadas de los subproductos de cosechas agrícolas en moneda nacional.
8. Ofrecer servicios de corte, alza y tiro de la caña a las entidades agropecuarias en moneda nacional.
9. Brindar servicios de asesoría en asuntos agrícolas a las entidades agropecuarias en moneda nacional.

10. Brindar servicios de **maquinado**, instrumentación, carpintería y pailería a las entidades agropecuarias en moneda nacional y a terceros en ambas monedas. A éstos últimos cuando existan capacidades eventualmente disponibles, sin efectuar nuevas inversiones con este propósito y cumpliendo con las regulaciones vigentes al respecto.
11. Brindar servicios de preparación de suelos a las entidades agropecuarias en moneda nacional y a terceros en ambas monedas. A éstos últimos cuando existan capacidades eventualmente disponibles, sin efectuar nuevas inversiones con este propósito y cumpliendo con las regulaciones vigentes al respecto.
12. Producir y comercializar de forma minorista productos del autoconsumo y otras producciones complementarias de la agroindustria a los trabajadores en moneda nacional.
13. Brindar servicios de alimentación a los trabajadores en moneda nacional. Ofrecer servicios personales a los trabajadores y sus familiares en moneda nacional.
14. Prestar servicios de alquiler de locales temporalmente disponibles en moneda nacional.

La **misión** de la Empresa para el año **2010** está fundamentada en *garantizar la recuperación cañera y no cañera, la producción y comercialización de azúcares y derivados en el territorio cienfueguero, así como en Cuba. Suministrando a sus clientes una producción de azúcar en la cantidad, calidad y momentos demandados obteniendo altos rendimientos industriales y agrícolas, satisfaciendo las exigencias del mercado, contando con un personal de basta experiencia en el sector, seguridad, alto grado de pertenencia, ética y comprometimiento con la dirección de la empresa y el país, sin ocasionar daños al Medio Ambiente y elevando el conocimiento de sus trabajadores*.

Su **Visión** consiste en: *Ser líderes dentro del Grupo Empresarial Agroindustrial de Cienfuegos, con efectividad empresarial en la producción de sus productos y los servicios que preste; debiendo insertarse por su excelencia y competitividad en el lugar idóneo para este fin, con el objetivo de fundamentarse como una verdadera empresa en perfeccionamiento empresarial*.

Sus principales **debilidades** son:

- Escasa proyección de cuadros y reservas para desarrollar su trabajo.
- Indisciplina tecnológica que afecta la eficiencia de la Empresa.
- Mal uso de recursos como: fertilizantes, herbicidas, combustibles y equipos.
- No existe sistema de riego para las producciones agrícolas.
- El control a la agricultura tiene dificultades, incluyendo el control de la calidad que se hace a la producción cañera.
- Las condiciones de trabajo no son buenas, hay escasez de materiales y equipos de transporte.

- Dificultades para el pago de la caña a los proveedores según la calidad de la caña.
- La Empresa tiene pérdidas.
- Mala calidad en el proceso de mantenimiento.
- Uso deficiente de la contratación económica y poco alcance de la misma sobre todo para la contratación de la caña a los proveedores.

Sus principales **fortalezas** son:

- Capacidad potencial para aceptar incrementos en la demanda.
- Estabilidad en los principales indicadores de eficiencia.
- Tradición y experiencia en la industria azucarera.
- Aporte de energía neta al sistema electro energético nacional.
- Calidad del azúcar en comparación con otras empresas de azucareras.

Se con las siguientes **Amenazas:**

- Proveedor centralizado que no garantiza los insumos en el tiempo requerido.
- Limitaciones regulatorias para desarrollar la diversificación industrial.
- Incremento gradual del precio de los insumos.
- Existencia de empresas que brindan una mejor atención al hombre.
- Exceso de centralización por parte del ministerio para el uso de los recursos financieros en la empresa.
- Insuficiente producción cañera por parte de los productores a los cuales estamos asociados.

Las principales **Oportunidades** que tiene son:

- Existencia de personal calificado en el entorno de instituciones de educación técnica, media, superior, científica y consultores de experiencia.
- Apoyo de los máximos dirigentes del país a los cambios que se llevan a cabo en el sector.
- Mercado insatisfecho para las producciones que desarrollamos.
- Posibilidad de establecer proyectos de colaboración con otras organizaciones.

Principales **clientes** de la Empresa Azucarera Elpidío Gómez.

• Conazúcar.	• Tecnoazúcar.	• Empresa Acopio Cienfuegos.

2.2.3. Caracterización de la Fuerza de Trabajo.

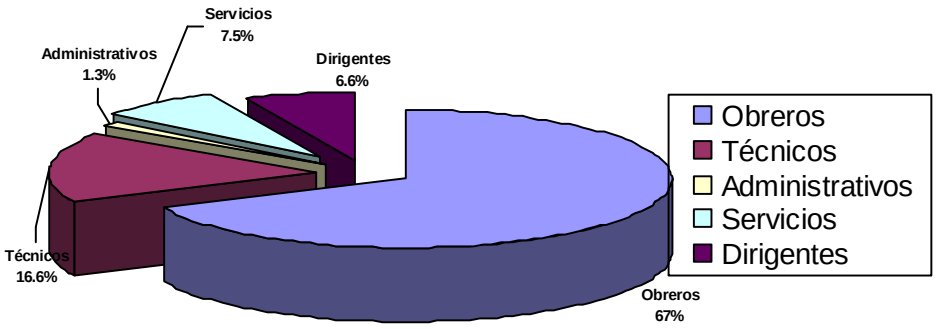
La empresa cuenta en la actualidad con **680 trabajadores** los cuales están divididos en diferentes categorías ocupacionales como se puede observar en la **tabla 2.1**.

Tabla 2.1: Cantidad de trabajadores por Categorías Ocupacionales

Categoría	Cantidad	%
Obrero	**462**	**67**
Servicio	**51**	**7.5**
Administrativo	**9**	**1.3**
Técnico	**113**	**16.6**
Dirigente	**45**	**6.6**
Total	**680**	**100**

En la **figura 2.1** se puede apreciar que el **67%** del total de trabajadores de la empresa son obreros, **16.6%** técnicos, **7.5%** servicios, **6.6%** dirigente y 1.3% administrativo.

Figura 2.1: Representación de las categorías ocupacionales en la Empresa.



Es una empresa con un gran potencial obrero que labora en disímiles tipos de actividades relacionadas con la producción agroindustrial de la caña de azúcar y sus derivados. Actividades que por lo general se realizan en situaciones difíciles y con equipos de maquinado o motores que representan un alto riesgo de accidentes para el trabajador.

2.3.- Proceso de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

Para el análisis de la situación actual en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo se utilizo como principal herramienta las entrevistas a trabajadores y directivos, además se uso técnicas tales como revisión de documentos y encuestas a empleados.

Estos elementos en la Organización están definidos de una manera subjetiva a criterio de los trabajadores y la Dirección de Recursos Humanos, puesto que se establecieron sin el concurso de técnicas de recopilación de información y de análisis relacionadas con el diagnostico de la situación actual**.**

2.3.1. Análisis de la Accidentalidad y Siniestralidad en la Empresa

El análisis de la accidentalidad y la siniestralidad en el proceso de prevención de riesgos laborales se hace basado en la **tabla 2.2** de accidentalidad donde se especifican el año del accidente, las causas, el área donde ocurre el accidente, categorización de la lesión, la edad del accidentado y el costo de la empresa y los índices establecidos por años en un resumen desde el año 2006 hasta el 2009.

Tabla 2.2: Tabla de accidentalidad en el periodo 2006-2009

Año	Cantidad	Tipo	Causa	Área	Categoría	Edad	Costo
2006	**4**	Heridas	Conducta del hombre	Taller de maquinado	Leve	26 años	425.82
		Heridas	Conducta del hombre	Hornos	Leve	20 años	217.91
		Fractura de pie	organizativa	Tanden	Leve	48 años	562.71
		Fractura de mano	Organizativa	Taller de maquinado	Grave	24 años	700.00
2007	**3**	Quemaduras	Conducta del hombre	Planta eléctrica	Grave	34 años	842.31
		Lesiones en los ojos	Conducta del hombre	Taller de maquinado	Leve	21 años	288.73
		Fractura de brazo	Organizativa	Casa de calderas	Leve	38 años	505.14
2008	**4**	Heridas	Técnicas	Taller de maquinado	Leve	51años	321.16
		Quemaduras	Conducta del hombre	Basculador	Leve	38 años	412.25
		Heridas	Conducta del hombre	Taller de maquinado	Leve	41años	198.53
		Fractura dedos de la mano	Técnica	Taller de maquinado	Leve	47 años	325.00
2009	**3**	Heridas	Conducta del hombre	Hornos	Leve	45años	295.68
		Lesionas en los ojos	Organizativa	Casa de caldera	Leve	31 años	54.21
		Fractura dedo de la mano	Conducta del hombre	Taller de maquinado	Leve	44 años	289.00

(**Fuente, datos aportados por el área de recursos humanos**)

Como se puede apreciar el **Taller de Maquinado** ha sido el área de mayor incidencia de accidentes en el periodo que se analiza con un total de **7 accidentes** del total reportado en los últimos años.

Además el taller de maquinado a diferencia de las demás áreas de accidente de la empresa es una actividad donde se labora a pesar de que la industria no realice operaciones de molienda en un periodo dado.

Como se representa en la **figura 2.2** el porcentaje de accidente del Taller de Maquinado alcanza el **50%** de los ocurridos en la Empresa en el periodo 2006-2009. Por tanto se puede establecer que de erradicarse los accidentes en dicha área se disminuyen en un 50% los accidentes de la empresa en general.

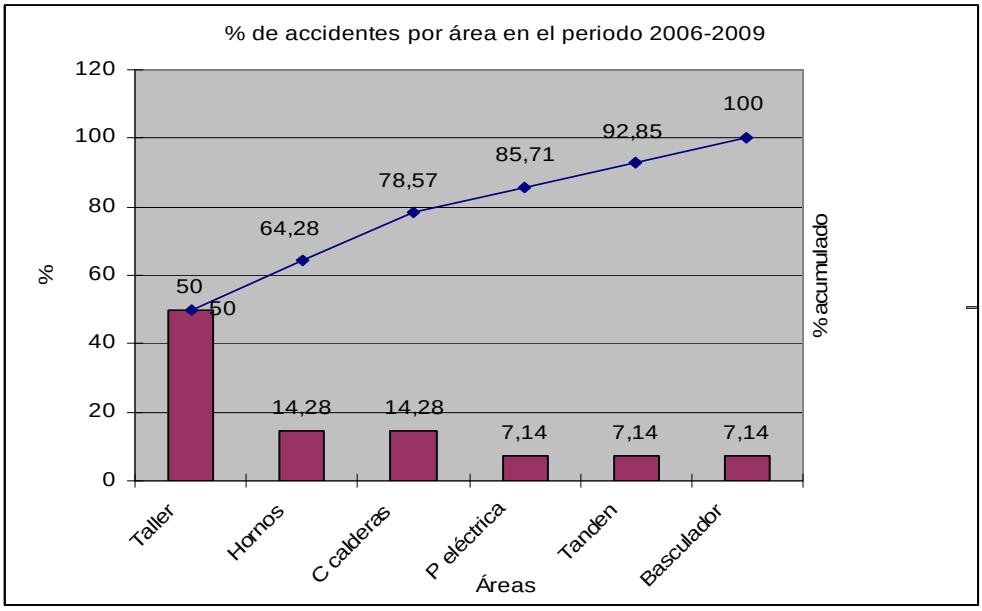


Figura 2.2: Grafico representativo del % de accidente por área en el periodo 2006-2009

Después de haber realizado un análisis de la accidentalidad y la siniestralidad en la Empresa Azucarera Elpidío Gómez, se puede demostrar que, el taller de maquinado es el área de mayor ocurrencia de accidente en el periodo analizado, por lo que esta investigación se dirige al análisis de está área.

2.4. Caracterización del Taller de Maquinado de la Empresa.

El taller de maquinado de la empresa tiene como función prestar servicios técnicos a la fabrica de azúcar, unidades productoras, unidad de servicio, unidad de autoconsumo y puede prestar servicios a terceros, se subordina directamente a la unidad de mantenimiento de dicha empresa y consta con una plantilla de acuerdo con los datos aportados por el área de recursos humanos la cual esta compuesta por **21 puestos de trabajos** de ellos solo **16 cubiertos** lo que representa un **80%** de la plantilla cubierta apreciándose que existe un déficit de trabajadores en dicho taller.

Los principales cargos existentes en la plantilla del taller son:

- Jefe de departamento del taller integral -1
- Mecánico diesel “A” -1
- Electricista “A” automotor -1

- Mecánico integral agroindustrial B (jefe de brigada) -1
- Mecánico integral agroindustrial B - 2
- Op maquina herramienta A (jefe de brigada) -2
- Op maquina herramienta A -4
- Op maquina herramienta B -3
- Soldador B -1
- Ponchero -1
- Ayudante -1
- Auxiliar económico -1

En el taller de maquinado se encuentran montadas **14 maquinas herramientas** divididas en **cinco tornos** (los torno 1 y 2 se utilizan para trabajos finos de banco y maquina, los tornos 3, 4 y 5 para trabajos medios de banco y maquina), **dos recortadores** (para trabajo medio de banco y maquina), un **taladro de mesa**, un **taladro radial**, una **afiladora mecánica**, un **cepillo cincinatti**, una **afiladora de pedestal**, una **segueta mecánica** y una **prensa hidráulica** (estas maquinas que no se especifica su función, se utilizan para trabajos bastos de banco y maquina). Todos organizados de forma espacial sin mantener un orden lógico del proceso o las actividades que se realizan. (**Ver Anexo 13**)

2.5. Diagnostico y evaluación de Factores de Riesgos en el Taller de Maquinado.

Para el análisis de la situación actual en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo en el taller de maquinado se realizó el análisis de siniestralidad laboral en el taller de maquinado identificándose las causas, cantidad de accidentes, así como la categorización de las lesiones durante el periodo analizado a partir de los datos que aparecen en la tabla 2.2 de accidentalidad, en la **figura 2.3** representa el porcentaje de las causas de los accidentes en esta área.

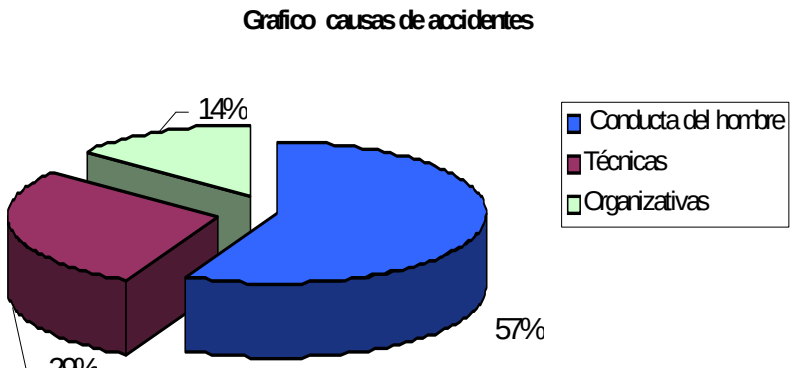
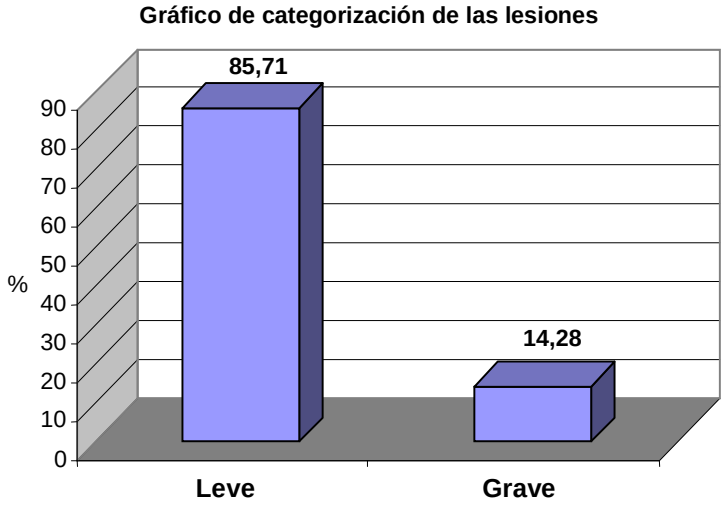


Figura 2.3: Grafico representativo de las causas de accidentes en el taller de maquinado.

En la **figura 2.3** podemos apreciar que es la conducta del hombre la principal causa de accidentalidad en el área con un 57% de incidencia, las causas técnicas representan el 29% de los accidentes y las organizativas el 14%.

En la **figura 2.4** representa la categorización de las lesiones ocurridas a los accidentados en el periodo analizado predominando los accidentes leves con 85.71% seguido de los graves con 14.28% del total.

Figura 2.4: Comportamiento de las categorías de las lesiones.



Análisis de la opinión de los empleados.

Para determinar las situaciones peligrosas se realizaron encuestas personalizadas a los empleados del taller. La aplicación de la encuesta se realiza de forma anónima, garantizando que muchas situaciones peligrosas las cuales no son fáciles de detectar si no se cuenta con una prolongada permanencia en el puesto de trabajo o una gran experiencia en las operaciones, se identifiquen por los propios trabajadores. En algunas casos, las situaciones peligrosas se manifiestan en horarios extra-laborales y solo un número reducido de personas las conoce, de ahí la importancia de la participación de la mayor cantidad de trabajadores, fundamentalmente de experiencia en la actividad que se analizan (MTSS, 2001).

El objetivo de la encuesta que se presenta es proporcionar un medio que facilite esta evaluación de las condiciones de cada puesto. No pretende cubrir de manera exhaustiva todos los condicionantes en el mundo del trabajo, sino que se trata de que el propio trabajador pueda realizar un primer análisis de los principales problemas presentes en su trabajo. Se trata de determinar, en un primer diagnóstico, que factores deben ser modificados para mejorar una determinada situación laboral. (**Ver Anexo 14**)

Es importante que esta valoración pueda ser realizada por distintas personas que se encuentren en puestos similares de tal manera que el contraste de los resultados obtenidos permita una visión menos parcializada y más objetiva de la realidad.

Para la realización de la encuesta se les entregaron al **100% de trabajadores** y jefes del taller un modelo consistente en una lista de riesgos que puede estar presente en cualquier puesto de trabajo. Cada uno de éstos se calificará en una escala del 0 al 4 y el trabajador expresará sus criterios sobre aquellos riesgos que lo puedan afectar, de la siguiente manera:

0	1	2	3	4
No hay riesgo	**Riesgo pequeño**	**Riesgo mediano**	**Riesgo alto**	**Riesgo muy alto**

Una vez procesada la encuesta, se analizan las tablas de frecuencia obtenidas del análisis de fiabilidad de las mismas (**Ver Anexo 15**), obteniendo como resultado que de los riesgos analizados los trabajadores coinciden que el de mayor incidencia es el referido a los daños y molestias provocados por la falta de iluminación, como se puede apreciar en la **figura 2.4**, del total de trabajadores encuestado el **56,3%** consideran la iluminación como un **riesgo alto**, el **25.0%** lo considera un **riesgo poco alto**, el **12.5%** un **riesgo medio** y **6.3%** lo considera **riesgo bajo**. (**Ver Anexo 16**)

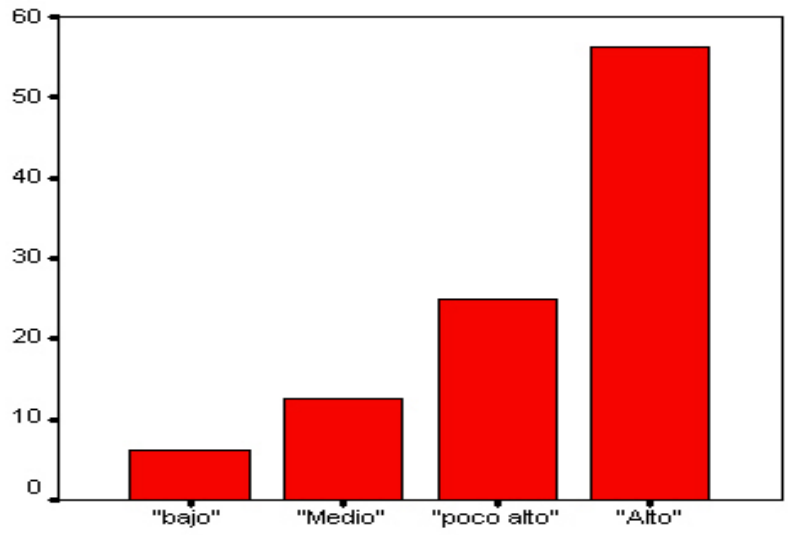


Figura 2.4: Evaluación del riesgo de iluminación en el área por los Trabajadores.

Conociendo que los trabajadores consideran como factor de riesgo alto los daños vinculados a la falta de iluminación, se procede a realizar un diagnostico del sistema actual de iluminación en el taller de maquinado.

2.6. Diagnostico del sistema actual de iluminación en el taller de maquinado.

La evaluación de los sistemas de iluminación se realiza a partir de los límites recomendados o establecidos. Para Cuba, la norma cubana **NC 190-001-011:81** establece los requisitos generales higiénico sanitarios en cuanto a los niveles de iluminación que se aplican a los puestos de trabajo y actividades, con excepción de los trabajos en minas bajo tierra, alcantarillados, canalizaciones subterráneas de energía y combustibles y otros con características similares.

El área más importante donde cumplir los requisitos de iluminación lo constituye el plano de trabajo, que es la superficie de referencia formada por un plano sobre el que normalmente se trabaja y en el cual se muestra la distribución en planta de los puestos de trabajo en el taller de maquinado. (**Ver anexo 16**)

Levantamiento de la información del sistema de iluminación en estudio se realizo según la norma, NOM-007-enero-1995.

Para realizar esta actividad se tiene un formato (**Tablas 2.6 y 2.7**) donde se vacía toda la información requerida del sistema de iluminación actual. El formato incluye los aspectos que se describe a continuación:

- **Denominación del inmueble o área**. Nombre con el que se identifica el inmueble ya sea edificios, oficinas, pabellones, talleres, maquinas, laboratorios. Indica también el nivel o piso, se refiere a la ubicación del lugar, dentro del edificio de donde se hace el levantamiento.
- **Fecha**. Día en que se efectúa el levantamiento.
- **Localización de la luminaria**. Área donde se encuentran las luminarias consideradas (Taller).
- **Dimensiones del local**. Dimensiones del local mencionado en el punto anterior.
- **Costumbres de uso**. Cuantas horas diarias y mensuales se utiliza la iluminación.
- **Color del local**. Color del local referido en los puntos anteriores. Tipo de luminaria y potencia de lámpara y balastro. Se refiere al tipo de luminarias por el tipo de lámparas que contenga (incandescente, fluorescente, de alta descarga, vapor de Hg o sodio alta y baja presión, etc.) indicando cantidad de lámparas y potencia.
- **Cantidad de luminaria**. Es el número de luminarias que se encuentran en el total referido en los puntos anteriores, indicando los que están fuera de servicio y los totales.
- **Nivel de iluminación**. Es el nivel de iluminación o iluminancia en luxes del local ya referido.

Tabla 2.6: información requerida del sistema de iluminación actual.

Nombre del inmueble: Taller de maquinado **Fecha**: 13 de octubre 2009

Localización de la luminaria	Dimensiones			Costumbre de uso				Color del local			Tipo de luminaria y potencia
	Ancho	Largo	Alto	Horas al día		Días al mes		Piso	Techo	Pared	
				Zafra	No zafra	Zafra	No zafra				
Taller	9.0m	42m	4.58m	16h	8h	30	24	Gris	Blanco	Blanco	Mercurio 250 w
Torno 1	0.80m	2.70m	1.10m	8h	8h	30	24	-	-	-	Flouresen 40 w
Torno 2	0.80m	2.70m	1.10m	8h	8h	30	24	-	-	-	Flouresen 40 w
Torno 3	0.80m	2.70m	1.10m	16h	8h	30	24	-	-	-	Flouresen 40 w
Torno 4	1m	4.80m	1.10m	8h	8h	30	24	-	-	-	Flouresen 40 w
Torno 5	1m	4.80m	1.10m	16h	8h	30	24	-	-	-	Flouresen 40 w
Taladro radial 1	1.10m	2.60m	1m	8h	8h	30	24	-	-	-	No tiene iluminación
Taladro radial 2	1.10m	2.60m	1m	-	-	-	-	-	-	-	No tiene iluminación
Prensa hidráulica	1.20m	1.50m	1m	1.25h	1.25h	30	24	-	-	-	No tiene iluminación
Recortador 1	1.10m	2.40m	1.10m	16h	8h	30	24	-	-	-	No tiene iluminación
Recortador 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	No tiene iluminación
Segueta mecánica	1.0m	1.50m	0.50m	3h	3h	30	24	-	-	-	No tiene iluminación
Afiladora en pedestal	0.60m	0.60m	1.10m	2h	2h	30	24	-	-	-	No tiene iluminación
Afiladora mecánica	0.40m	2.20m	1.0m	0.40h	0.20h	16	8	-	-	-	No tiene iluminación
Cepillo Cincinatti	0.80	5.0m	1.10m	4h	6h	18	24	-	-	-	No tiene iluminación

(**Fuente, NOM-007-enero-1995**)

Tipo de control de luminaria. Se indicará como se operan, es decir que tipo de interruptor las controla y dónde se localiza, si es a través de apagador individual o interruptor en tablero.

Tipo de gabinete y difusor. Se deberá indicar si es gabinete rectangular, cuadrado, cónico, etc. con sus dimensiones, además el tipo de montaje (empotrado, sobrepuesto ó suspendido), mencionando si lleva acrílico y de que tipo es.

Observaciones. En esta columna se anotarán las características especiales de las luminarias, local, tipo de montaje. Ejemplo: En talleres las luminarias pueden estar suspendidas, en ese caso se debe indicar la distancia del techo a la luminaria.

Tabla 2.7: Información requerida del sistema de iluminación actual.

Localización de la luminaria	Cantidad de luminarias		Nivel de iluminación (luxeb)		Tipo de control de luminaria	Observaciones
	Fuera de servicio	Total	Actual	Recomend.		
Taller) alumbrado general	3	6	30	500	Interruptor general	un interruptor general para todo el sistema de iluminación
Torno 1		1	2000	2000	Interruptor general	Para las maquinas herramientas alumbrado general + suplementario
Torno 2		1	2000	2000	Interruptor general	-----
Torno 3		1	1700	1000	Interruptor general	-----
Torno 4		1	1500	1000	Interruptor general	
Torno 5		1	1600	1000	Interruptor general	
Taladro radial			30	500		La iluminación en este puesto de trabajo es la del alumbrado general
Taladro mesa			30	500		La iluminación en este puesto de trabajo es la del alumbrado general
Prensa hidráulica			30	500		La iluminación en este puesto de trabajo es la del alumbrado general
Recortador 1			30	500		La iluminación en este puesto de trabajo es la del alumbrado general
Recortador 2			30	500		La iluminación en este puesto de trabajo es la del alumbrado general
Segueta mecánica			30	500		La iluminación en este puesto de trabajo es la del alumbrado general
Afiladora en pedestal			30	500		La iluminación en este puesto de trabajo es la del alumbrado general
Afiladora mecánica			30	500		La iluminación en este puesto de trabajo es la del alumbrado general
Cepillo Cincinatti			30	500		La iluminación en este puesto de trabajo es la del alumbrado general

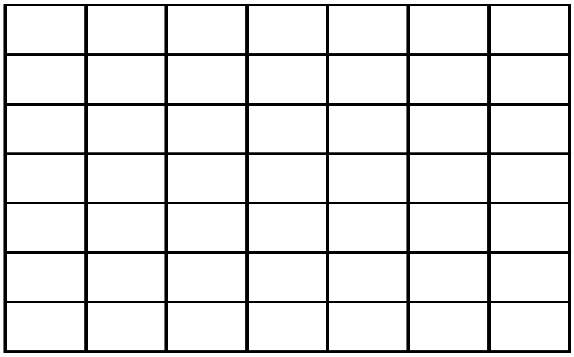
(**Fuente, NOM-007-enero-1995**)

Para tomar la lectura actual se tubieron en cuenta los siguientes puntos:

a) Realizar la medición sin luz natural (de preferencia de noche) con toda la iluminación disponible en operación.

b) Formar una malla imaginaria, **Figura 2.5**, con cuadros de un metro de lado y en cada nodo tomar una lectura, la célula fotosensible del luxómetro deberá colocarse a la altura del plano de trabajo, la lectura reportada es el promedio de todas. Se debe emplear luxómetro con carátula que cubra un rango de 0 –1,000 luxes.

Figura 2.51: Malla imaginaria de Iluminación



(Fuente, NOM-007-enero-1995)

2.7. Análisis de la situación actual.

Después de haber realizado el levantamiento del sistema actual de iluminación del taller de maquinado se puede caracterizar de manera clara, es decir, las dimensiones y colores del local, las actividades que se realizan en el mismo, el tipo de lámparas instaladas, el tipo de luminarias y el estado de deterioro de ellos, el nivel de iluminación actual, el tiempo de uso del sistema de iluminación y el tipo de control.

Estos elementos nos permiten determinar que:

- Los colores de las paredes y techo son colores claros pero presentan un alto grado de suciedad lo que provoca bajos niveles de reflectancia en el local.
- Los niveles de iluminación están por debajo de las normas establecidas para este tipo de local y el alumbrado suplementario no cumple los requerimientos de los puestos de trabajo.
- El control de encendido y apagado de las lámparas es general para todo el alumbrado del taller, lo que no permite desconectar el alumbrado del puesto de trabajo sobre el que no se este laborando.
- Se utiliza en el alumbrado general lámparas de mercurio a baja altura por lo que se violan las normas establecidas (NC 19-01-11,1981) para este tipo de alumbrado.
- El alumbrado general esta ubicado en una posición que produce deslumbramiento al personal que se encuentra en la operación de las maquinas.
- No existe simetría entre las lámparas no lográndose niveles de iluminación iguales en todo el local, la altura de las lámparas no es la adecuada.

- No se utiliza lámparas reflectoras en el alumbrado general del taller para lograr mayor eficiencia en el nivel de iluminación de dicho local. El estado de las luminarias así como el factor de mantenimiento es malo.
- Se utiliza lámparas fluorescentes en las maquinas herramientas provocando efecto electroscópico en el momento de la operación.

Toda esta información permite establecer que el sistema de iluminación del taller de maquinado no es el adecuado para las operaciones que se realizan en dicha área. Por tal razón se realiza la propuesta de mejoras en el sistema de iluminación del Taller de Maquinado.

2.8. Propuesta de mejoras en el sistema de iluminación del taller de maquinado.

Los sistemas de iluminación deben proporcionar ante todo comodidad visual, para la tarea que se desarrollará dentro del local que se iluminara. Es necesario considerar que cada actividad requiere de sus propias condiciones luminosas, así no son los mismos requerimientos luminosos cuando se circula por un pasillo que cuando se ensambla un equipo; tampoco se requiere de las mismas condiciones cuando se ensambla un reloj que cuando se ensambla una equipo de grandes dimensiones.

Es necesario considerar también la calidad adecuada de la luz que se requiere emplear, en este sentido es imprescindible considerar tanto la temperatura de color como el índice de rendimiento de color adecuado.

Existen múltiples intentos de demostrar la relación entre la mejora de los factores ambiéntales y la de la eficacia o el desempeño en el trabajo. Esto resulta difícil, sobre todo, porque se dificulta determinar la incidencia específica de un factor aislado. Sin embargo, existen algunos ejemplos donde se ha podido demostrar la relación de un factor y la eficacia. Grandjean, (1988) vinculó la iluminación y la eficacia en la industria de confecciones, donde se observó que la reducción de los costos de los desperdicios es evidente con el incremento de la intensidad luminosa.

2.8.1. Mejora en el sistema de alumbrado general del taller de maquinado.

Para mejorar el sistema del alumbrado general en el taller de maquinado de la Empresa Azucarera Elpidío Gómez se procederá a utilizar el método de los lúmenes según Westinghouse, cuyo principio fundamental es la distribución homogénea del flujo luminoso en toda la superficie del local.

Para el cálculo del sistema de iluminación general en dicho taller el primer paso es la selección de las lámparas y luminarias a utilizar.

En este caso se propone la utilización de lámparas flourecente del tipo TLRS 40w /33-640 SLV los datos técnicos de estas lámparas se pueden analizar en la **tabla 2.8**.

Tabla 2.8: Características técnicas del tipo de lámpara TL-RS (TL Rapad Stara).

Características Técnicas del tipo de lámpara TL-RS (TL Rapid Start Standard Colours)

Preferid Selection						
Product ID	*Packagin Configuration*	*Net weight per piece*	*Cap/Base*	*Colour Designation*	*Colour Temperatura (K)*	*Colour Rendering Index (Ra)*
TL-RS 20w/33-640 SLV	25	118	G13	Cool White	4 100	63
TL-RS 20w/54-765 SLV	25	118	G13	Cool Daylinght	6 200	72
TL-RS 40w/33-640 SLV	25	222	G13	Cool White	4 100	63
TL-RS 40w/54-765 SLV	25	222	G13	Cool Daylinght	6 200	72
TL-RS 65w/33-640 SLV	25	274	G13	Cool White	4 100	63
TL-RS 65w/54-765 SLV	25	274	G13	Cool Daylinght	6 200	72

SLV: Sleeve packaging.

Product ID	*Lamp Voltaje (V)*	*Lamp Wattage EM (W)*	*Lamp Curreent EM (A)*	*Luminous Flux Lamp EM (lm)*	*Luminous Efficacy Lamp EM (lm/w)*	*Luminance Average EM (cd/cm²)*	*Energy Efficiency label*	*European order code (EOC) 8711500*
1	57	19,3	0,37	1 100	57	0,59	B	71956040
2	57	19,3	0,37	1 000	52	0,53	B	71964540
3	101	39,0	0,43	2 850	73	0,73	B	72009240
4	101	39,0	0,43	2 500	64	0,64	B	72027640
5	110	64,0	0,67	4 650	73	0,94	B	72063440
6	110	64,0	0,67	4 100	64	0,83	B	72069640

Leyenda:
1: TL-RS 20w/33-640 SLV **2:** TL-RS 20w/54-765 SLV **3:** TL-RS 40w/33-640 SLV
4: TL-RS 40w/54-765 SLV **5:** TL-RS 65w/33-640 SLV **6:** TL-RS 65w/54-765 SLV

(**Fuente; Anexo 28 tesis Patridge. V; 2007-2008**)

2.8.2. Calculo de la cantidad de lámparas en el alumbrado general.

Para determinar la cantidad de lámparas en el taller se utilizo la expresión:

Cantidad de lámparas = (NI x S)/(CU x FL x FC)

El nivel de iluminación (**NI**) requerido para el alumbrado general en este local es de **500 Lx** que es el nivel mínimo de iluminación requerido para trabajos bastos de banco y maquina.

2.8.2.1. Calculo de la superficie a iluminar.

La superficie que se debe iluminar (S) en dicho taller es de 42m de largo por 9m de ancho, aplicando la expresión: **S= L x A; S= 42m x 9m; S= 378 m²**

La superficie a iluminar en el taller de maquinado es de **378 m²**

El flujo luminoso (FL) de las lámparas flourescente del tipo TLRS 40w /33-640 SLV según la **tabla 2.8** es de **2850 lux/ lámpara.**

El coeficiente de utilización (CU), este depende de la reflexión de paredes, techo, piso y color.

2.8.2.2. Calculo del índice del local

Para determinar el coeficiente de utilización calculamos el índice del local:

Donde:

RL= ancho. Largo/hm. (Ancho + largo)

RL= 9m. 42m /6m. (9m + 42m

RL= 1.23

La relación del local es 1.23.

Donde:

RL es la relación del local.

hm es la altura del montaje de las lámparas sobre el plano de trabajo

Con el valor de la relación del local buscamos en la **tabla 2.9** el índice del local obteniendo la letra código que en este caso es **G**.

Tabla 2.9: Relación entre el índice del local (IL) y la relación del local (RL).

Relación del local	Índice del local
Menos de 0.7	J
De 0.7 a 0.9	I
De 0.9 a 1.12	H
De 1.12 a 1.38	G
De 1.38 a 1.75	F
De 1.75 a 2.25	E
De 2.25 a 2.75	D
De 2.75 a 3.50	C
De 3.50 a 4.50	B
Mas de 4.50	A

Fuente: NC 19-01-11 (1981)

2.8.2.3. Calculo del coeficiente de utilización.

Después de haber obtenido el índice del local se busca el % de reflexión del techo y paredes para obtener el coeficiente de utilización (CU) que es de 0.53, este valor se obtiene con un factor de conservación o mantenimiento de 0.50.

Con estos datos procedemos a calcular la cantidad de lámparas necesarias para obtener el nivel de iluminación requerido en el alumbrado general del taller de maquinado.

Cantidad de lámparas= $\frac{\mathbf{500\ lx/m^2 \cdot 378\ m^2}}{\mathbf{2850\ lx \cdot 0.53 \cdot 0.50}}$

Cantidad de lámparas= 250 lámparas

Para lograr el nivel de iluminación requerido (500lx) en el taller de maquinado se necesitan 250 lámparas.

Para determinar el número de luminarias a montar en el taller de maquinado se tiene en cuenta el numero de lámparas por luminaria que en este caso es 2 lámparas/luminarias, dividiendo 250 lámparas entre **2** se obtiene **125 luminarias**.

Después de haber obtenido el número de luminarias necesarias para lograr el nivel de iluminación requerido procedemos a determinar la distribución o emplazamiento de las luminarias en el techo del local.

2.8.3. Determinación del emplazamiento de las luminarias.

Para determinar el emplazamiento de las lámparas proponemos 5 filas de luminaria.

Obteniendo: **Número de luminaria por fila = 125 / 5= 25 luminarias por fila**

El método de los lúmenes plantea que la distancia entre luminarias tanto por fila (DLF) como por columna (DF) debe ser ≤ a la distancia máxima (Dmax), que se plantea en el (**Anexo 6)** del coeficiente de utilización.

Aplicando la expresión. **DLF=L / NLF y DF= A / NF**

Donde:

DLF: Es la distancia entre luminarias por fila.

DF: Es la distancia entre luminarias por columnas.

L: Largo del local.

A: Ancho del local.

NLF: Cantidad de luminarias por filas.

NF: Cantidad de filas.

Se Calcula el DLF= 42m/ 25 l/f DLF= 1,68 y DF= 9m / 5fl DF= 1,8

En la tabla del coeficiente de utilización la distancia máxima (Dmax) recomendada para este tipo de luminaria es 1.4 la altura del montaje por lo que:

Dmax= 1,4 * 6m = 8,4 m

Del resultado de este cálculo se obtiene que el DLF y el DF son menores que la distancia máxima recomendada, lo que significa que con 5 filas de luminarias y 25 luminarias por fila se logra la distribución homogénea de la iluminación en el local objeto de estudio. Finalmente se determinaron las distancias entre las luminarias. (**Ver Anexo 17**)

2.8.3.1. Calculo de la distancia entre luminarias en el montaje.

Distancia entre dos lámparas por columnas.

Para el calculo de la distancia entre dos lámparas por columnas dividimos el ancho del local entre el # de fila.

Ancho del local / # de fila =9 m /5 =1.8m

La distancia entre lámparas por columnas es de 1.8m.

Distancia entre dos lámparas por fila.

Para el calculo de la distancia entre dos lámparas por fila se divide el largo del local entre el # de columnas. Largo del local / # de columna = 42 m / 25 =1.68m

La distancia por fila entre lámparas por fila obtenida fue de **1.68m.**

Distancia entre la última luminaria y las paredes por fila.

En el calculo de la distancia por fila de la ultima luminaria a las paredes dividimos el largo del local entre dos por el # columna. Largo del local / 2 # de columna = 42 m/ 2 x 25 = 0.84

La distancia por fila entre la última luminaria y la pared obtenida fue de **0.84m**.

Distancia por columna entre la última luminaria y las paredes.

En el calculo de la distancia por columna de la ultima luminaria a las paredes dividimos el ancho del local entre dos por el # fila. Ancho del local / 2 # de columna = 42 m/ 2 x 25 = 0.90

La distancia por columna entre la última luminaria y la pared obtenida fue de **0.90m**.

2.8.4. Calculo del sistema de iluminación localizado. Método punto por punto.

En el taller de maquinado existen maquinas que requieren un nivel de iluminación muy alto por el nivel de precisión con que se trabaja, como se puede apreciar en la **tabla 2.7** del sistema de iluminación actual los tornos 1 y 2 se utilizan para trabajo fino de banco y maquina necesitándose 2000lx, los tornos 3, 4, 5 para trabajos medios de banco y maquina necesitándose 1000lx según nivel de iluminación requerido de las demás maquinas no

requieren sistema de iluminación localizado, el sistema de iluminación general satisface las necesidades de estos puestos.

Para el cálculo del alumbrado localizado de los tornos 1 y 2 se propone una lámpara incandescente concentradora R-40 de 75w con un flujo luminoso de 2500 cd y un diámetro de 0,2m según la curva de distribución luminosa de lámparas incandescentes reflectoras del (**Ver Anexo 18**)**.**

Para determinar la distancia que se debe conectar la lámpara del puesto de trabajo despejamos la función: **$E = I / d^2$**

Donde:

E: Nivel de iluminación en el punto que es preciso iluminar-lx.

I: Intensidad luminosa en la fuente (candelas)-cd.

d: Distancia de la fuente al punto que se debe iluminar(m).

Obteniendo: $d^2 = I / E$

Se calcula la distancia a que se debe colocar la lámpara en el alumbrado localizado para el torno 1 teniendo en cuenta que el alumbrado suplementario es la suma del alumbrado localizado y el general **(LST, 2007).**

Si se necesitan 2000lm para el torno 1, se cumple que: 2000lx – 500lx= 1500lx

En el alumbrado localizado para el torno 1se necesitan **1500lx.**

$d^2 = I / E$

$d^2 = 2500cd/1500lx$

$d^2 = \sqrt{1.67} = 1.29m$

La distancia a que se debe colocar la lámpara sobre el puesto de trabajo es de **1.2m.**

Para determinar si se puede considerar puntiforme (haz de luz con ángulo de 0 grado) la fuente de luz sobre el plano de trabajo se multiplica el diámetro de la lámpara por 5 si el resultado es menor que la distancia que se debe colocar la lámpara del puesto de trabajo se considera puntiforme según **(LST, 2007)** obteniendo**.**

0,2 x 5=1,0

1,0≤1,29 La fuente de luz se considera puntiforme.

Para el torno 1 se cumple el calculo del 1, estos presentan igual características.

Para los tornos 3, 4 y 5 se aplica el mismo procedimiento diferenciándose en la cantidad de iluminación necesaria para el trabajo que en ellos se realiza, en este caso 1000lx.

1000lx – 500lx=500lx

En el alumbrado localizado de los tornos 3, 4 y 5 existe un déficit de 500lx

Si realizamos el cálculo para lámpara incandescente concentradora R-40 de 75w con un flujo luminoso de 2500 cd y un diámetro 0,2m obtenemos:

$d^2 = I / E$

$d^2 = 2500cd/500lx$

$d^2 = \sqrt{5} = 2,24m$

L a distancia a la que se debe colocar la fuente de luz sobre el torno es de **2,24m**

0,2 x 5=1,0

1,0≤2,24m La fuente de luz se considera puntiforme.

La fuente que alimenta las lámparas de las maquinas herramientas se encuentra en la pizarra de control de cada equipo.

En la **tabla 2.9** se realiza una comparación entre la cantidad de lámparas y nivel de iluminación del sistema de alumbrado actual y el recomendado.

Tabla 2.9: Tabla comparativa de cantidad de lámparas y nivel de iluminación actual y recomendado.

Localización de la luminaria	Cantidad de luminarias		Nivel de iluminación (luxeb)	
	actual	recomendado	Actual	Recomendado
Taller) alumbrado general	3	125	50	500
Torno 1		1	2000	2000
Torno 2		1	2000	2000
Torno 3		1	1700	1000
Torno 4		1	1500	1000
Torno 5		1	1600	1000

Taladro radial			50	500
Taladro mesa			50	500
Prensa hidráulica			50	500
Recortador 1			50	500
Recortador 2			50	500
Segueta mecánica			50	500
Afiladora en pedestal			50	500
Afiladora mecánica			50	500
Cepillo Cincinatti			50	500

2.8.5. Selección de la sección del conductor a utilizar en el montaje de las luminarias.

Para el montaje de las luminarias es necesario determinar las distancias en metros de conductor a utilizar así como el calculo de la sección del conductor que alimentara estos circuitos, para esto tomamos los datos de las lámpara propuestas, en la tabla 3.1.

Para la lámpara fluorescente del tipo TLRS 40w /33-640-SLV la corriente demandada es 0.43 A por unidad, el voltaje 110V y la potencia 40W.

En este trabajo proponemos la utilización de 3 circuitos con interruptores independientes para poder desconectar o conectar las luminaria, manteniendo siempre el nivel de iluminación que satisfaga las necesidades en el momento que se este laborando.

La corriente por circuito (Ic) la obtenemos dividiendo el número de luminarias (NL) entre 3 circuito y el resultado de la división se multiplica por 0,43 A/L.

NL= 125L / 3 C

NL=41,6L = 42L/c

El número de luminarias por circuito es 42.

Determinamos la corriente demandada en cada circuito.

Ic= 42L/c. 0.43A/L

Ic= 18,6A/c

La corriente demandada por circuito es de 18,6 Amperes.

Para determinar la sección del conductor que se debe usar en cada circuito del sistema de iluminación, se determinaron las capacidades de corrientes permisibles a través de conductores de cobre recubiertos con los tipos de aislamientos mas utilizados. (**Ver Anexo 18)**

Para una demanda de corriente de 18,6 amperes por circuito el conductor que se debe utilizar es de una sección de 3,3m². En este caso los conductores no trabajan en condiciones críticas, por lo que no es necesario tener en cuenta el factor de temperatura ni el factor del número de cables por un conductor.

Para la alimentación de las luminarias son necesarios 526 m de cable con sección 3,3m². El interruptor por cada circuito es de 30 A.

CONCLUSIONES GENERALES

De los análisis realizados y los resultados obtenidos en la investigación se han arribado a las conclusiones siguientes:

- De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada los factores de riesgo constituyen un eslabón fundamental en la ocurrencia de los accidente, la iluminación constituye un factor de riesgo de gran importancia por su incidencia negativa sobre la productividad del trabajo y los daños que provoca a la salud de los trabajadores, por lo que se hace necesario mejorar los sistemas de iluminación en el Taller de Maquinado de la Empresa Azucarera Elpidío Gómez.
- De las tecnologías revisadas de los sistemas de iluminación el método de los lúmenes es más utilizado para diagnosticar el sistema de iluminación existente en el Taller de Maquinado de la Empresa Azucarera Elpidío Gómez.
- La evolución de la accidentalidad y siniestralidad en la Empresa Azucarera Elpidío Gómez nos permite determinar que el taller de maquinado es él área de mayor accidentalidad en la empresa durante el periodo analizado.
- El diagnostico y evaluación de los factores de riesgo permite determinar las causas que inciden directamente en la accidentalidad en el puesto de trabajo.
- Mediante el análisis con los empleados del taller de maquinado proporciono la evaluación de las condiciones laborales de cada puesto de trabajo.
- Dados los análisis y cálculos realizados del sistema de iluminación del taller se obtuvo que en la actualidad no satisface las necesidades del área de trabajo (existen **60 lux**). Mientras que con las mejoras propuestas se deben lograr alcanzar los niveles de iluminación necesarios (se proponen **500 lux**), para el tipo de actividad que se realiza en el taller.

RECOMENDACIONES

De las conclusiones y resultados obtenidos se realizan las siguientes recomendaciones:

- Realizar un análisis económico y de factibilidad de los resultados obtenidos en la propuesta de mejora realizada en el Taller de Maquinado, para complementar las decisiones de inversión relacionadas.
- Ampliar este tipo de estudio a otras áreas donde han ocurrido accidentes en la Empresa para evaluar si la ocurrencia de los mismos es producto de las mismas causas.

BIBLIOGRAFÍA

Alemany, A. (1986). *Climatología, iluminación y Acustica.* La Habana: ISPJAG.

autores, C. d. (2007). *Seguridad y Salud en el Trabajo.* Felix Varela.

B, A. (1983). *Instituto de Proteccion del Trabajo .*

Castellano, J. M. (2007). *Seguridad y Salud del Trabajo.* La Habana: Felix Varela.

Corcoran, K. R. (1968). *Circuitos de Corriente Alterna.* la Habana: revolucionaria.

Delgado, A. P. (2000). *Procedimiento para la investigación de los accidentes de trabajo informe, Instituto de Estudio e Investigación del Trabajo.* La Habana.

Fac, I. I. (2003). Conferencia de iluninacion. Ciudad de La Habana.

Gonzalez, I. R. (2007). *Seguridad y Salud del Trabajo.* La Habana: Felix Varela.

Grandjean. (1988). *Fitting the thask to de man.* USA: Taylor and Francis.

Melo, J. L. (s.f.). *Importancia de la iluminación*. Obtenido de www.estrucpan.com.ar

Mendes, C. P. (2007). *Seguridad y Salud del Trabajo, Editorial .* La Habana: Felix Varela.

NOM-025-STRS, Niveles y Condiciones de Iluminación que deben tener los centros de trabajo. (1994).

Norma Cubana 19-01-11:Iluminación. Requisitos Generales Higienico Sanitarios. (1973).

Pedro, S. (25 de Marzo de 2005). *Seguridad y Salud del Trabajo*. Obtenido de www.jisha.or/enalish/

Pedro, S. (s.f.). *Seguridad y Salud en el Trabajo*. Obtenido de www.jisha.ar/enalish/

STPHENK. (1960). *Electric circuit análisis.* London: Cleaver- Hume Press .

Torrens, O. (2003). *La Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo en el marco de la Gestión de Recursos Humanos en la Empresa MTSS.* La Habana .

Trabajo, O. I. (2003). *Tipos de Lamparas e Iluminación, Enciclopedia de Seguridad y Salud.*

Vismar Patridge Cabrera, M. D. (2008). *Aplicación de un procedimiento para el analisis y diseños de iluminación en la Empresa Municipal de Gastronomia Cienfuegos .* Cienfuegos: Trabajo de Diploma.

Anexo 1: Niveles de riesgo definidos en la Bibliografía.

PROBABILIDAD	CONSECUENCIAS		
	LIGERAMENTE DAÑINO	**DAÑINO**	**EXTREMADAMENTE DAÑINO**
BAJA	Riesgo trivial	Dañino	Riesgo moderado
MEDIA	Riesgo tolerable	Riesgo moderado	Riesgo importante
ALTA	Riesgo moderado	Riesgo importante	Riesgo intolerable

Anexo 2: Clasificación de los sistemas de distribución luminosa.

TIPO DE SISTEMA	PORCIENTO DE LA DISTRIBUCIÓN LUMINOSA	
	HACIA ABAJO	HACIA ARRIBA
Directos	90 - 100	0 - 10
Semidirectos	60 - 90	10 - 40
Directo - indirecto	40 - 60	40 - 60
General difuso	40 - 60	40 - 60
Semidirecto	10 - 40	60 - 90
Indirecto	0 - 10	90 - 100

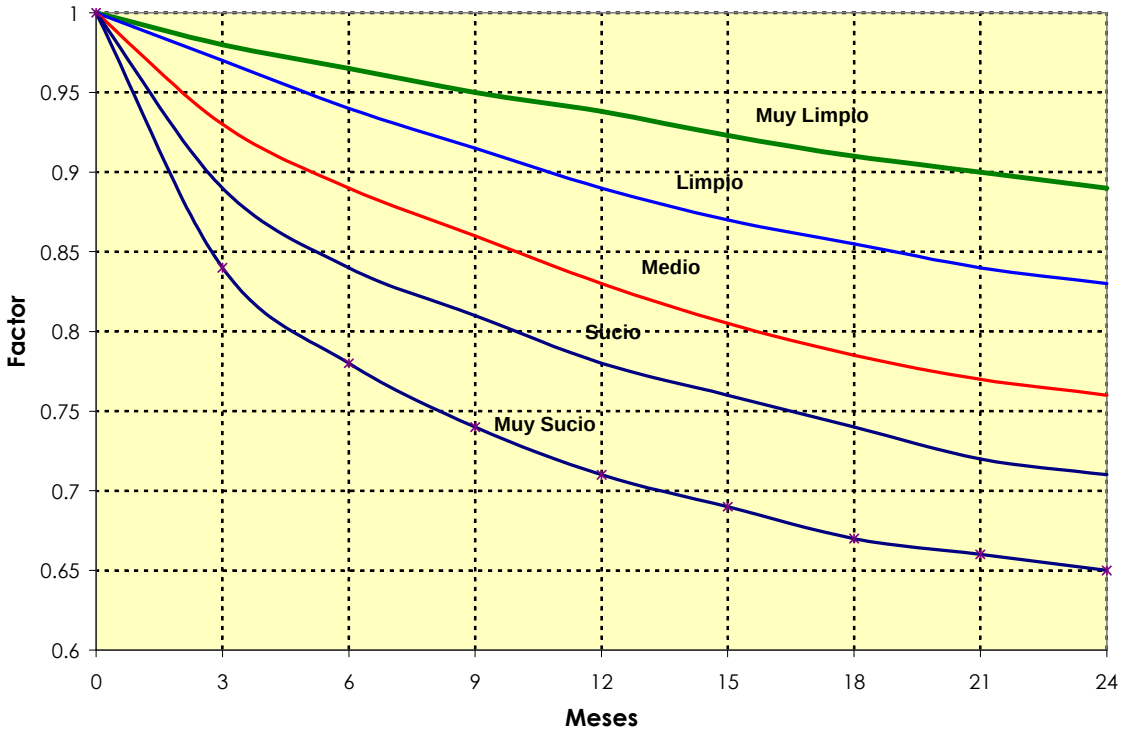
Anexo 3: Sistemas según la distribución de las luminarias.

TIPO DE SISTEMA	DESCRIPCIÓN
General	Las luminarias se disponen más o menos simétricas y uniformemente en el techo del local a iluminar, logrando una iluminación uniforme.
General Localizado	Algunas luminarias se agrupan o concentran en zonas que requieren mayor iluminación.
Suplementario	Se coloca, en el propio puesto de trabajo, una luminaria, que junto con los sistemas anteriores, garantiza un alto nivel de iluminación en el punto específico donde se desarrolla la tarea laboral.

Anexo 4: Tabla de coeficiente de reflexión de varios colores. **Fuente: NC 19-01-11 (1981)**

Color	Coeficiente
Blanco	0.75 a 0.85
Beige	0.62 a 0.70
Amarillo claro	0.60 a 0.70
Amarillo oscuro	0.50 a 0.60
Rojo claro	0.40 a 0.50
Rojo oscuro	0.15 a 0.30
Berbellón	0.15
Verde claro	0.45 a 0.65
Verde oscuro	0.05 a 0.30
Azul claro	0.40 a 0.60
Azul oscuro	0.05 a 0.20
Azul cobalto	0.15
Pardo	0.12 a 0.25
Gris claro	0.40 a 0.60
Gris oscuro	0.15 a 0.25
Negro	0.01
Marrón claro	0.30 a 0.40
Marrón oscuro	0.10 a 0.20
Rosado	0.45 a 0.55

Anexo 5: Depreciación por Polvo en el Luminario. Categoría V.



Anexo 6: Factores de Depreciación por Suciedad del Local (DPSL)

		Tipos de Distribución del Luminario																			
		Directo				**Semi-directo**				**Directo-Indirecto**				**Semi-indirecto**				**Indirecto**			
	Depreciación por Polvo en el Luminario (1-Factor),%	*10*	*20*	*30*	*40*	*10*	*20*	*30*	*40*	*10*	*20*	*30*	*40*	*10*	*20*	*30*	*40*	*10*	*20*	*30*	*40*
	1	.98	.96	.94	.92	.94	.87	.80	.76	.94	.87	.80	.76	.94	.87	.80	.73	.90	.80	.70	.60
	2	.98	.96	.94	.92	.96	.92	.88	.83	.94	.87	.80	.75	.94	.87	.79	.72	.90	.80	.69	.59
	3	.98	.95	.93	.90	.96	.91	.87	.82	.94	.86	.79	.74	.94	.86	.78	.71	.90	.79	.68	.58
R	4	.97	.95	.92	.90	.95	.90	.85	.80	.94	.86	.79	.73	.94	.86	.78	.70	.89	.78	.67	.56
C	5	.97	.94	.91	.89	.94	.90	.84	.79	.93	.86	.78	.72	.93	.86	.77	.69	.89	.78	.66	.55
L	6	.97	.94	.91	.88	.94	.89	.83	.78	.93	.85	.78	.71	.93	.85	.76	.68	.89	.77	.66	.54
	7	.97	.93	.90	.87	.93	.88	.82	.77	.93	.84	.77	.70	.93	.84	.76	.68	.89	.76	.65	.53
	8	.96	.93	.89	.86	.93	.87	.81	.75	.93	.84	.76	.69	.93	.84	.76	.68	.88	.76	.64	.52
	9	.96	.93	.88	.85	.93	.87	.80	.74	.93	.84	.76	.68	.93	.84	.75	.67	.88	.75	.63	.51
	10	.96	.93	.87	.83	.93	.86	.79	.72	.93	.84	.75	.67	.92	.83	.75	.67	.88	.75	.62	.50

Anexo 7: Niveles de iluminación recomendado para diferente puestos de trabajo.

SOMBREROS, MANUFACTURA DE	
Teñido, tensado, galoneado, limpiado y refinado	**600**
Formado, calibrado, realzado, terminado y planchado	**1100**
Cosido	**3000**
SOLDADURA	
Iluminación general	**300**
Soldadura Manual de precisión con arco	**6000**
TABACO, PRODUCTOS DE	
Secado, desmondamiento (iluminación general)	**200**
Clasificación y selección	**1100**
TALLERES MECANICOS	
Trabajo burdo de maquinaria y banco	**300**
Trabajo mediano de maquinaria y bancos, máquinas automáticas ordinarias, esmerilado burdo, pulido mediano	**600**
Trabajo fino de maquinaria y banco, maquinas automáticas finas, esmerilado mediano, pulido fino	**3000**
Trabajo extra-fino de maquinaria y esmerilado fino	**6000**
TALLERES TEXTILES, ALGODÓN	
Abridoras, mezcladoras, batientes	**200**
Cardas y estiradoras	**300**
Pabiladoras, veloces, tróciles, cañoneros	**300**
Enrolladores y Engomadores:	
Telas crudas	**300**
Mezclillas	**900**
Inspección:	
Telas crudas (volteadas a mano)	**600**
Atado automático	**900**
Telares	**600**
Repaso y atado a mano	**1100**
TALLERES TEXTILES LANA Y ESTAMBRE	
Abridoras, mezcladoras y batientes	**200**
Clasificación	**600**
Cardado, peinado y repeinado	**300**
Estirado:	
Hilo blanco	**300**
Hilo de color	**600**
Tróciles:	
Hilo blanco	**300**
Hilo de color	**600**
Torzales	**300**
Devanado:	
Hilo blanco	**200**

Anexo 8: Representación de una Lámpara Incandescente.

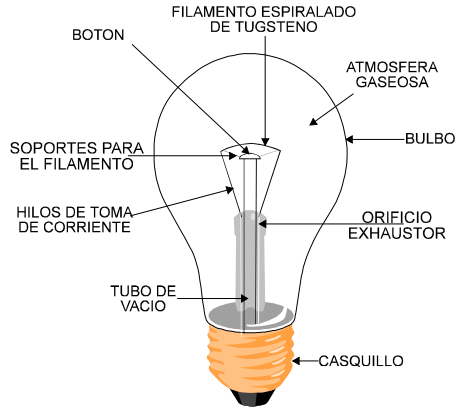


Tabla Datos de Lámparas Incandescentes

POTENCIA Watt	FLUJO LUMINOSO lumenes	EFICACIA lum/W	VIDA horas	DEPRECIACION LUMINOSA
10	78	7.8	1,000	90.0%
15	120	8.0	1,000	90.0%
25	250	10.0	1,000	90.0%
40	415	10.4	1,000	87.5%
50	440	8.8	1,000	90.0%
60	675	11.3	1,000	93.0%
75	1,090	14.5	1,000	92.0%
100	1,410	14.1	1,000	90.5%
150	2,200	14.7	1,000	89.5%
200	3,250	16.3	1,000	90.0%
300	5,290	17.6	1,000	89.0%
500	10,100	20.2	1,000	89.0%
1,000	19,500	19.5	1,000	82.0%

Anexo 9: Representación de una Lámpara Fluorescente

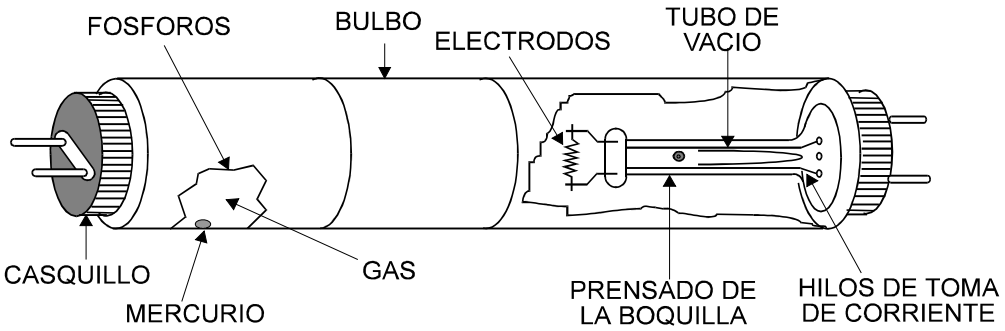


Tabla de datos lámpara flouresente.

POTENCIA Watt	FLUJO LUMINOSO lumenes	EFICACIA lum/W	VIDA horas	DEPRECIACION LUMINOSA	OBSERVACIONES
20	1,300	65.0	9,000	72.0%	AR Blanco Frío
20	1,075	53.8	9,000	72.0%	AR Luz de Día
21	1,030	49.0	7,500	81.0%	AI Luz de Día
22	1,050	47.7	12,000	72.0%	AR Circular B. Frío
22	850	38.6	12,000	72.0%	AR Circular L. d/Día
32	1,900	59.4	12,000	82.0%	AR Circular B. Frío
32	1,500	46.9	12,000	82.0%	AR Circular L. d/Día
39	3,000	76.9	9,000	82.0%	AI Blanco Frío
39	2,500	64.1	9,000	82.0%	AI Luz de Día
40	2,900	72.5	12,000	84.0%	AR TIPO U BF
40	3,150	78.8	12,000	83.0%	AR Blanco Frío
40	2,600	65.0	12,000	83.0%	AR Luz de Día
75	6,300	84.0	12,000	89.0%	AI Blanco Frío
75	5,450	72.7	12,000	89.0%	AI Luz de Día

Anexo 10: Representación de una Lámpara de Vapor de Mercurio

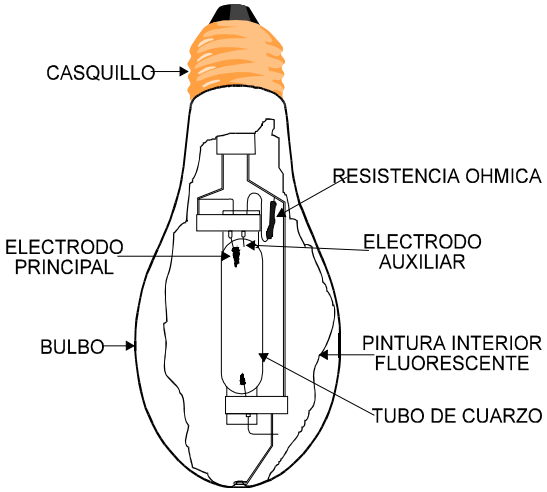
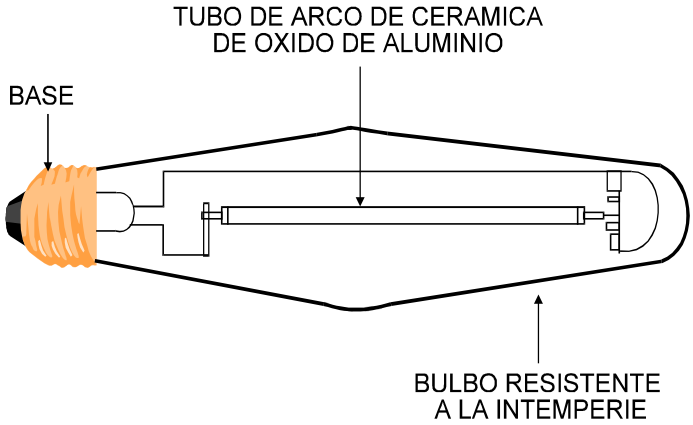


Tabla de Datos de las Lámparas de Mercurio

POTENCIA Watt	FLUJO LUMINOSO lumenes	EFICACIA lum/W	VIDA horas	DEPRECIACION LUMINOSA
100	4,200	42.0	24,000	82.0%
175	8,600	49.1	24,000	89.0%
250	12,100	48.4	24,000	84.0%
400	22,500	56.3	24,000	86.0%
1,000	63,000	63.0	24,000	77.0%

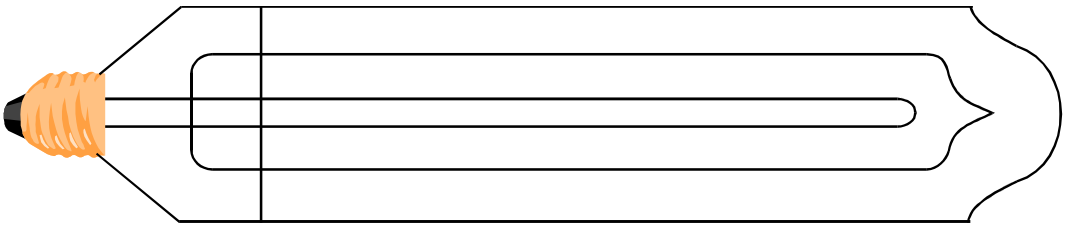
Anexo 11: Representación de una Lámpara de Vapor de Sodio en Alta Presión



POTENCIA Watt	FLUJO LUMINOSO lumenes	EFICACIA lum/W	VIDA horas	DEPRECIACION LUMINOSA
35	2,250	64.3	24,000	90.0%
50	4,000	80.0	24,000	90.0%
70	6,300	90.0	24,000	90.0%
100	9,500	95.0	24,000	90.0%
150	16,000	106.7	24,000	90.0%
250	28,500	114.0	24,000	90.0%
400	50,000	125.0	24,000	90.0%
1,000	140,000	140.0	24,000	90.0%

Tabla de Datos de Lámparas de VSAP

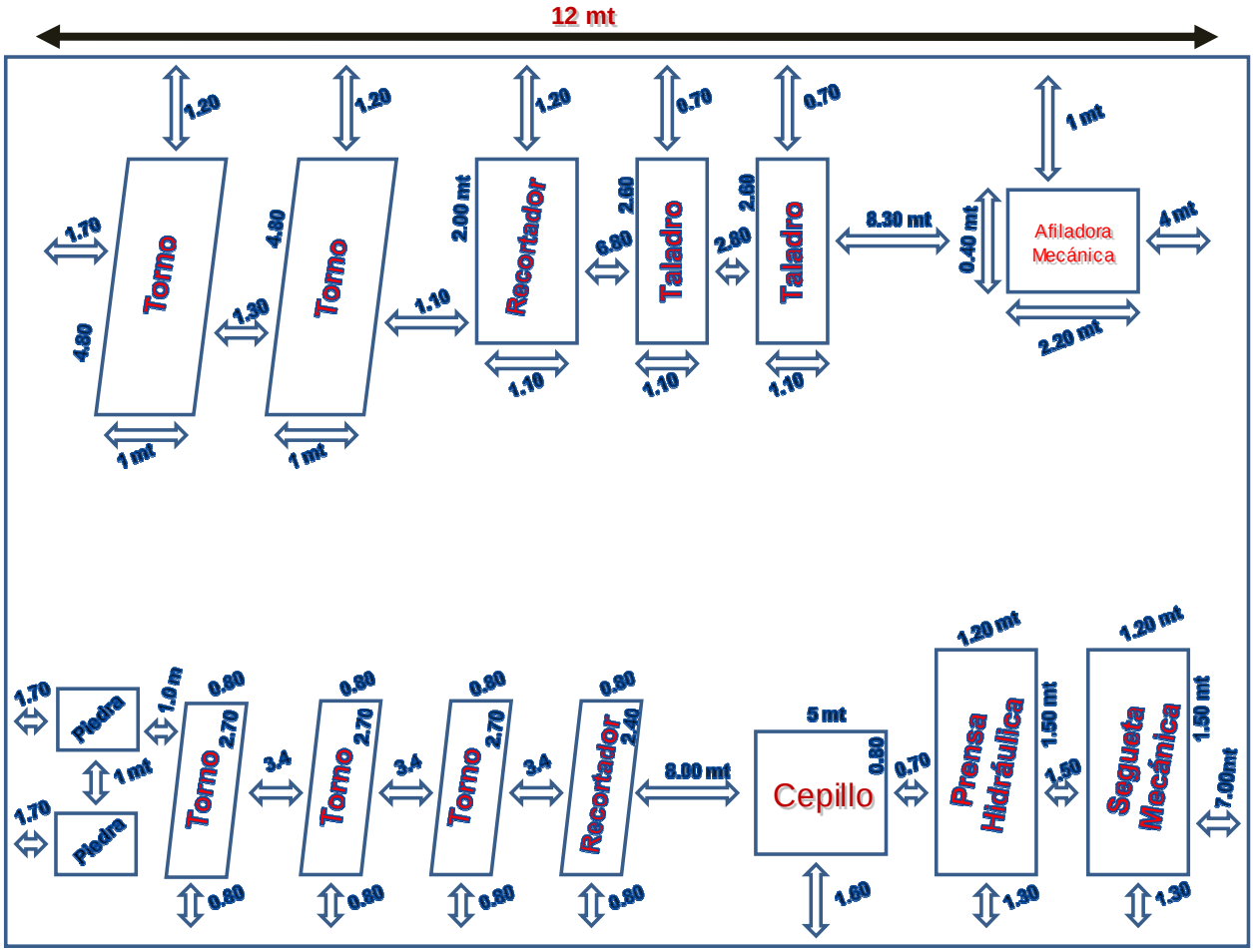
Anexo 12: Representacion de una Lámpara de Vapor de Sodio en Baja Presión



POTENCIA Watt	FLUJO LUMINOSO lumenes	EFICACIA lum/W	VIDA horas	DEPRECIACION LUMINOSA
18	1,800	100.0	10,000	100.0%
35	4,800	137.1	24,000	100.0%
55	8,000	145.5	24,000	100.0%
90	13,500	150.0	24,000	100.0%
135	22,500	166.7	24,000	100.0%
180	33,000	183.3	24,000	100.0%

Tabla de Datos de Lámparas de VSBP

Anexo 13: Distribución en planta del taller de maquinado



Anexo 14: Modelo de encuestas a empleados.

LISTA DE POSIBLES RIESGOS	0	1	2	3	4
1. Quemaduras y otros daños provocados por Incendios.					
2. Heridas y otras lesiones debido a la falta de medios de protección.					
3. Intoxicaciones agudas o crónicas y otros efectos provocados por Agentes Químicos.					
4. Infecciones debido al trabajo con Microorganismos vivos.					
5. Efectos nocivos provocados por Radiaciones Ionizantes o Radioisótopos (Rayos X, Alfa, Beta, Gamma)					
5. Quemaduras y otros daños por Radiaciones no Ionizantes. (Ultravioletas, Infrarrojas, Laser)					
7. Daños provocados por Descargas Eléctricas.					
8. Daños y molestias provocados por Iluminación Inadecuada(Insuficiente, Excesiva, Reflejos,sombras,etc)					
9. Sordera, y otros daños provocados por el Ruido.					
10. Daños provocados por las Vibraciones.					
11. Daños provocados por Microclima Inadecuado(Calor, Frío, Humedad, Escasa Ventilación, etc)					
12. Daños provocados por Sobrecarga Física(Trabajar de Pie, Posición Forzada, Cargar Objetos Pesados, Jornada Excesiva, etc.)					
13.Daños provocados por la Sobrecarga Psíquica (Monotonía, Repetitividad,Ritmos Inadecuados,etc)					
14. Daños debidos a la Carga Psicosocial(Arbitrariedades, Jefatura Autoritaria, Incomunicación, Problemas de Relaciones entre Compañeros, etc).					
15. Daños debido a la Falta de Seguridad (Caídas, Cortes, Golpes, Quemaduras, etc.)					
16. Riesgos debido a la Escasa o Nula Información sobre los riesgos existentes.					
17. Otros(Señalar a cual o cuales se refiere)					
(EN ESTE APARTADO EL TRABAJADOR PODRA EXPRESAR CUALQUIER ELEMENTO QUE ESTIME IMPORTANTE EN ESTE CAMPO DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO QUE CONSIDERE LE ESTA AFECTANDO SU SALUD Y QUE NO APARECE EN LA LISTA)					

(Fuente: MTSS, mayo 2001)

Anexo 15: Análisis de fiabilidad de las encuestas.

R E L I A B I L I T Y A N A L Y S I S - S C A L E (A L P H A)

N of Cases = 16,0

Analysis of Variance

Source of Variation	Sum of Sq.	DF	Mean Square	F	Prob.
Between People	18,5000	15	1,2333		
Within People	348,5000	240	1,4521		
Between Measures	160,1250	15	10,6750	12,7505	,0000
Residual	188,3750	225	,8372		
Nonadditivity	8,1955	1	8,1955	10,1886	,0016
Balance	180,1795	224	,8044		
Total	367,0000	255	1,4392		
Grand Mean	1,3125				

Tukey estimate of power to which observations must be raised to achieve additivity = -,1046

Hotelling's T-Squared = 11448,9703 F = 50,8843 Prob. = ,1096

Degrees of Freedom: Numerator = 15 Denominator = 1

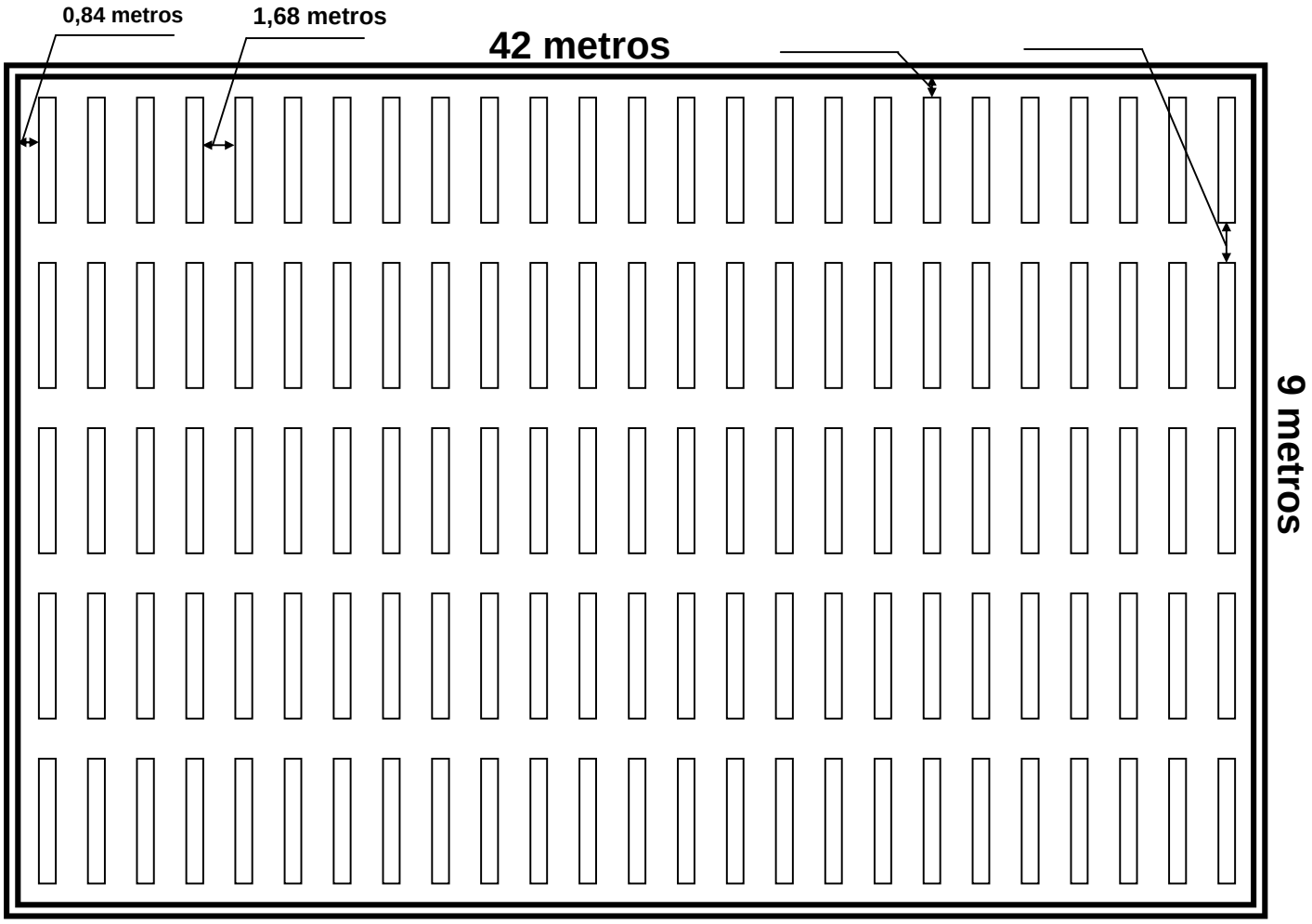
Reliability Coefficients 16 items

Alpha = ,8212 Standardized item alpha = ,0986

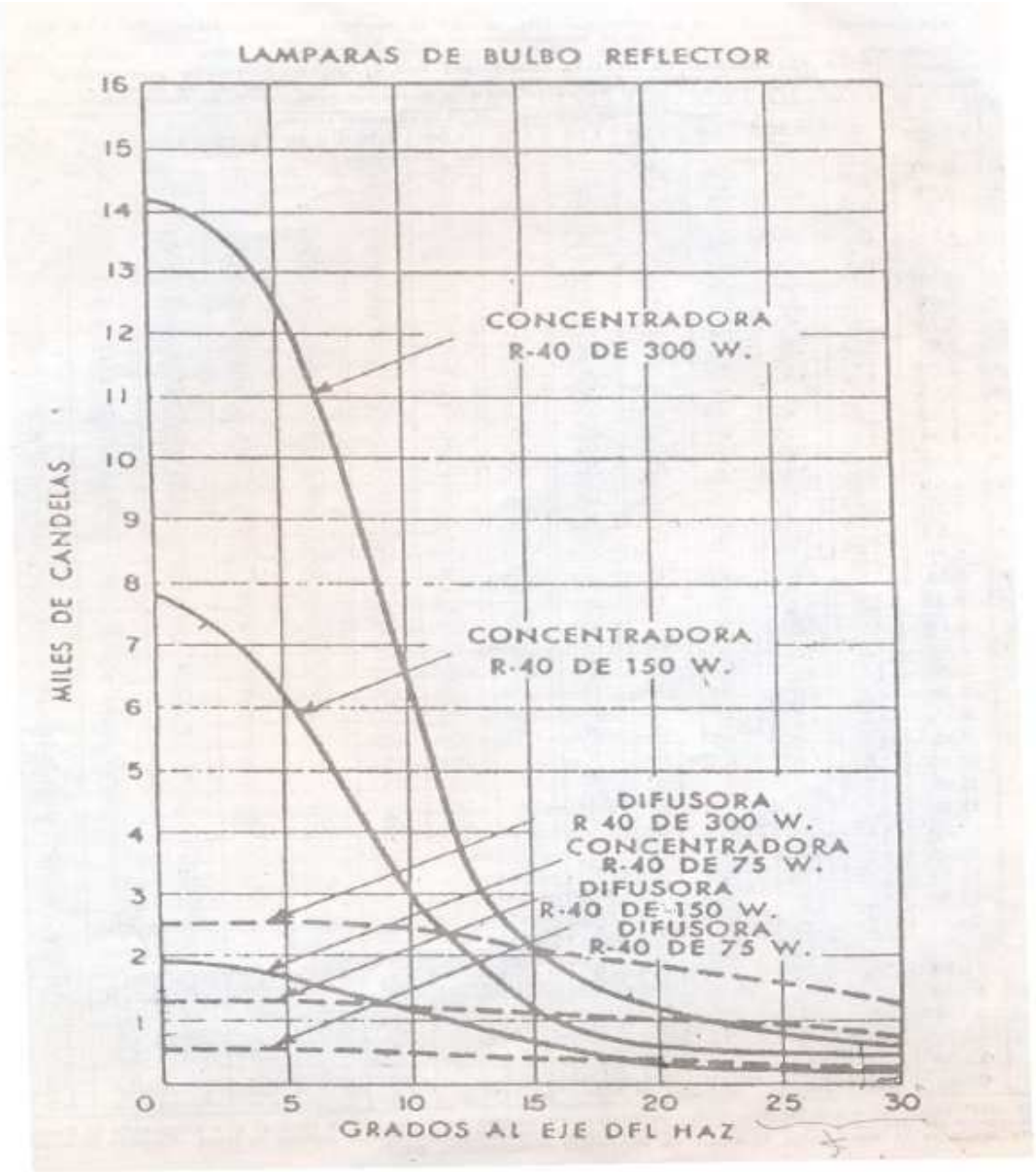
Anexo 16: Análisis de frecuencias de las encuestas realizadas

Estadísticos Descriptivos																
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
Media	1,00	1,50	,25	,25	,19	,38	1,31	3,25	1,44	1,19	1,63	2,00	2,25	1,13	1,56	1,69
Moda	1	2	0	0	0	0	1(a)	4	2	2	2	2	2	1	1	1
Desv. típ.	,966	1,095	,577	,577	,544	,719	,704	1,125	,727	,834	1,088	1,033	1,291	,885	1,094	1,138
Varianza	,933	1,200	,333	,333	,296	,517	,496	1,267	,529	,696	1,183	1,067	1,667	,783	1,196	1,296
a Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.																

Anexo 17: Emplazamiento o distribución de las luminarias con el nuevo sistema de iluminación en el Taller.



Anexo 18: Capacidades de corriente permisible a través de conductores de cobre recubiertos con los tipos de aislamientos más utilizados.

Sección transversal del conductor mm²	Nº AWG o mil circular	Amperes
2.1	14	15
3,3	12	20
5,2	10	30
8,4	8	40
13,3	6	55
21,2	4	70
26,6	3	80
33,6	2	95
42,4	1	110
53,1	0	125
67,7	00	145
85,2	000	165
107,5	0000	195
126,7	250 000	215
152,0	300 000	240
177,3	350 000	260
202,7	400 000	280
253,4	500 000	320
304,0	600 000	355
354,7	700 000	385
380,0	750 000	400
405,4	800 000	410
456,0	900 000	435
506,7	1000 000	455
633,4	1250 000	495
760,1	1500 000	520
886,7	1750 000	545
1013,4	2000 000	560

Anexo 19: Curva de distribución luminosa de lámparas incandesentes reflectoras.