



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN
PARA UNA EMPRESA DE MOLDES PLÁSTICOS, EN EL ÁREA
DE PRODUCCIÓN**

Mario Roberto Ramírez López
Asesorado por: Inga. Alba Maritza Guerrero de López

Guatemala, octubre de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN
PARA UNA EMPRESA DE MOLDES PLÁSTICOS, EN EL ÁREA
DE PRODUCCIÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARIO ROBERTO RAMÍREZ LÓPEZ

ASESORADO POR: INGA. ALBA MARITZA GUERRERO DE LÓPEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Inga. Karla Lizbeth Martínez Vargas
EXAMINADOR	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADOR	Ing. Carlos Alex Olivares Ortiz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Fuente inagotable de luz, que siempre ha iluminado mi camino, fuente de sabiduría que me ha acompañado desde el inicio de mi vida, a Él sea la gloria.

Mi padre Manuel Antonio Ramírez López

Por su esfuerzo, por su apoyo, sostén y ayuda en todo momento; y ser siempre el ejemplo de mi vida, toda mi admiración.

Mi madre Sonia Elelís López Menéndez

Por ser pilar fundamental, que con su esfuerzo, su ayuda y dedicación a sido posible lograr este objetivo.

Mi hermana Ruth Anabella

Por su apoyo, por compartir momentos alegres y momentos difíciles que con la ayuda de Dios han sido superados.

Mi abuelita Luz De Maria Menéndez (En su memoria)

Por el cariño que me brindo en mi niñez y adolescencia.

Mis abuelitos Juan Ángel e Isidra Antonia

Por su cariño y apoyo

Mis tíos, Romelia, Eduardo(QPD), Francisco, Hugo, Miguel, María Ana

Por su cariño incondicional, en especial mi tía *Romelia*

Mis primos

Por su cariño, y en especial a Luís Antonio, Maricela e Hijos, por su apoyo brindado durante mi carrera

Mi familia en general

Por su apoyo Incondicional

AGRADECIMIENTOS A:

Mis padrinos ingeniera Alba Maritza Guerrero López de Spínola, doctora María Fidelia Gordillo Pineda y doctor Danilo Arroyave R.

Porque son y serán ejemplo base en mi vida profesional.

Ingeniero William Aguilar

Por su enseñanza, consejos y confianza.

Ingeniera Alba Guerrero

Por su tiempo, dedicación y confianza, mi admiración y respeto

Sr. Leví Hidalgo

Por su colaboración en la realización de este trabajo

Molmarca (Sr. Miguel Cruz y Sra. Ileana F. de Cruz)

Por su ayuda en Trabajo realizado

Ingeniero Jorge Gómez

Por su amistad y apoyo brindado

Mis amigos en general

Por vivencias compartidas

Usted

Especialmente

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN
PARA UNA EMPRESA DE MOLDES PLÁSTICOS, EN EL ÁREA
DE PRODUCCIÓN**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 15 de noviembre de 2005.

MARIO ROBERTO RAMÍREZ LÓPEZ

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1 MARCO TEÓRICO	1
1.1 Industria de moldes plásticos en Guatemala	1
1.2 Maquinaria utilizada en la fabricación de moldes plásticos	3
1.3 Diagrama de operaciones para la fabricación de un molde plástico	9
1.4 Iluminación industrial	13
1.4.1 Visibilidad	13
1.4.2 Iluminancia	14
1.4.3 Distribución de la luz	15
1.4.4 Tipos de luminarias industriales	16
1.4.5 Color	18
1.4.6 Reflejo	20
1.5 Ventilación industrial	21
1.5.1 Temperatura	22
1.5.2 Método de ventilación	23
1.5.3 Mediciones	24

2 DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LAS CONDICIONES DEL ENTORNO DE TRABAJO

2.1	Descripción del área de fabricación de moldes plásticos	27
2.2	Descripción del proceso de fabricación de moldes plásticos	28
2.2.1	Descripción física de cada maquina que se utiliza en proceso de fabricación de moldes plásticos	31
2.2.2	Gráfica de distribución de maquinaria	33
2.3	Descripción del área de trabajo	33
2.4	Personal involucrado en el proceso de fabricación de moldes plásticos	34
2.5	Diagnóstico de las luminarias que se encuentran en el taller	35
2.5.1	Gráfica de la distribución actual de luminarias en el taller	36
2.6	Diagnóstico de las formas de ventilación del área de trabajo	36

3 DISEÑOS DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA DE MOLDES PLÁSTICOS

3.1	Análisis de factores para la determinación del diseño de Iluminación en el área de producción	39
3.1.1	Nivel lumínico adecuado	39
3.1.2	Uniformidad	41
3.1.3	Ausencia de deslumbramiento	41
3.1.4	Graduación de sombras	42
3.1.5	Color de la luz	42
3.1.6	Método de diseño a utilizar	42
3.1.7	Tipos de luminarias	56

3.1.8	Distribución de luminarias	61
3.1.9	Materiales necesarios para la implementación del diseño	61
3.2	Análisis de factores para la determinación del diseño de ventilación del área de fabricación de moldes plásticos	62
3.2.1	Análisis del área física del taller	62
3.2.2	Análisis de los métodos de ventilación apropiados para el taller	63
3.2.3	Material necesario para la implementación del diseño	70
3.3	Medidas de seguridad e higiene en el área de trabajo	70
3.3.1	Equipo de protección personal	71
3.3.2	Diseño de rótulos de información	73
3.3.3	Delinear áreas de trabajo y zonas de peligro	75
3.3.4	Diseño de reglamentos de seguridad industrial	77

4 IMPLEMENTACIÓN DE DISEÑOS EN EL ÁREA DE TRABAJO

4.1	Costos globales de implementación	79
4.2	Actividades necesarias para la implementación del diseño de iluminación	80
4.2.1	Tiempo necesario y cronograma de actividades de la implementación	80
4.2.2	Mano de obra necesaria	82
4.2.3	Supervisión en la implementación	82
4.3	Actividades necesarias para la implementación del diseño de ventilación	83
4.3.1	Tiempo necesario y cronograma de actividades de la implementación	83
4.3.2	Mano de obra necesaria	84

4.3.3	Supervisión en la implementación	84
4.4	Actividades necesarias para la implementación de medidas de seguridad	85
4.4.1	Tiempo necesario y cronograma para la Implementación	85
4.4.2	Mano de obra necesaria	86
4.4.3	Supervisión	86
5	SEGUIMIENTO Y MEJORA DE LAS ÁREAS DE TRABAJO	
5.1	Modelo de monitoreo de funcionamiento de luminarias y ventilación	87
5.2	Capacitación	88
5.3	Modelo de inspección en las áreas de trabajo	89
5.4	Control estadístico de accidentes en el área de trabajo	89
	CONCLUSIONES	91
	RECOMENDACIONES	93
	BIBLIOGRAFÍA	95
	APÉNDICES	97

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Torno convencional con todas sus partes	5
2.	Máquina fresadora vertical de columna y rodilla	7
3.	Diagrama de operaciones para fabricación de un molde plástico por método de soplado	10
4.	Diagrama de operaciones para fabricación de un molde plástico por método de inyección	11
5.	Diagrama de operaciones para fabricación de un molde plástico por método de termoformado	12
6.	Reflectancia recomendada para superficies de habitaciones y muebles en oficinas	15
7.	Tipos de luminarias industriales	18
8.	Armadura tipo <i>Warren</i>	28
9.	Distribución recomendada para los 3 ventiladores axiales de pared	68
10.	Distribución de rótulos de seguridad en el área de producción	75

TABLAS

I.	Ejemplos de procesos mecánicos desbastados	4
II.	Característica emocional y psicológica de los colores	19
III.	Porcentaje de reflexión en el tono de color	20
IV.	Perdida de calor a través de paredes	24

V.	Valores óptimos de temperatura, humedad y velocidad del aire	25
VI.	Descripción física de la maquinaria en el área de trabajo	32
VII.	Estado actual de lámparas en el área de producción	35
VIII.	Tabla de niveles de iluminación (Lux)	40
IX.	Tabla de altura de suspensión de lámparas	41
X.	Tabla de coeficientes de utilización (K)	43
XI.	Tabla de reflectancias efectivas de Cavidad del Cielo (Pcc) y de Piso (Pcp).	44
XII.	Coeficientes de utilización para algunas luminarias típicas	45
XIII.	Coeficientes de utilización para algunas luminarias típicas	45
XIV.	Coeficientes de factores de multiplicación para reflectancias	46
XV.	Tabla de factores de peso de nivel de iluminación	47
XVI.	Tabla de niveles de reflexión según color	47
XVII.	Tabla de porcentajes de reflectancia según el color	47
XVIII.	Tabla de potencias en kilowatts de aparatos eléctricos	58
XIX.	Tabla comparativa de costos de inversión y consumo eléctrico de lámparas	60
XX.	Volumen de aire necesario por persona/hora/m ³	63
XXI.	Sobrepresiones estáticas generadas por ventiladores	64
XXII.	Renovaciones de aire necesario según el lugar	65
XXIII.	Tipo de ventilador según caudal de aire necesario a renovar	67
XXIV.	Dimensiones en milímetros de ventiladores de tipo monofasico	68
XXV.	Datos técnicos de los ventiladores monofasicos	69
XXVI.	Tabla de inversión de compra en ventiladores	70
XXVII.	Colores universales de seguridad	76
XXVIII.	Costos globales en implementación de diseños	79

LISTA DE SÍMBOLOS

Φ	Flujo lumínico total
RR	Factor relación ambiente
K	Coeficiente de utilización
K'	Coeficiente de mantenimiento
RCA	Relación cavidad ambiente
RCC	Relación cavidad cielo
RCP	Relación cavidad piso
Q	Caudal

GLOSARIO

Accidente	Acontecimiento inesperado o imprevisto que interrumpe o interfiere el proceso ordenado de una actividad que se este realizando.
Armadura	Refuerzo de hierro que sirve para sostener el techo de un edificio.
Calor	Fuerza que se manifiesta dilatando los cuerpos, llegando a fundir los sólidos y evaporar los líquidos comunicándose de unos a otros hasta nivelar su temperatura.
Caudal	Cantidad de aire medido en m ³ /s.
Color	Impresión que los rayos de luz reflejados por un cuerpo producen en el sensorio común por medio de la retina del ojo.
Distribución de la luz	Porcentaje de distribución de luz en un área de trabajo.
Extinguidor	Dispositivo que contiene agente químico capaz de combatir el fuego.
Flujo Luminoso	Cantidad de iluminación medida en luxes.

Fluorescente	Propiedad de algunas sustancias de hacerse luminosas o desprender fulgor propio.
Fresadora	Máquina con herramientas de tipo circular continuo, constituida por una serie de buriles y cuchillas espaciados entre si y que trabajan uno después del otro.
Iluminación	Cantidad de luz relegada en una superficie de trabajo.
Lámparas	Dispositivo emisor de luz.
Luxes	Índice de medición de la iluminación.
Mantenimiento	Programación de revisión y conservación de un dispositivo.
Rectificadora	Máquina que permite la reducción de una pieza de metal a la medición requerida.
Reflejo	Cambio de dirección de la luz.
Sistema	Conjunto o serie de procesos relacionados entre si.
Taladro	Instrumento agudo y cortante que tiene como función el realizar perforaciones en metales o madera.
Temperatura	Grado de mayor o menor calor en los cuerpos.

Torno

Máquina que consiste en un cilindro capaz de girar alrededor de su eje por la acción de palancas o ruedas.

Ventilación

Renovar el aire de un lugar de trabajo.

RESUMEN

El primer capítulo de este trabajo, presenta una generalización de la industria de fabricación de moldes para plásticos, su historia y los diferentes procesos para su fabricación. Adicionalmente, el tipo de maquinaria empleada para la fabricación del molde para plásticos. En el primer capítulo también se presentan conceptos básicos sobre los diseños a desarrollar, ventilación e iluminación.

El segundo capítulo describe la situación actual de la empresa específicamente en el área de producción, maquinaria actual, deficiencias en la iluminación, ventilación y medidas de seguridad. Se describe el tipo de personal que labora en la fabricación de moldes para plásticos.

El tercer capítulo contiene los diseños propuestos de iluminación, ventilación y medidas de seguridad para la empresa. Los diseños se realizan en base a las deficiencias expuestas en el área de trabajo. Dichos diseños son encaminados a mejorar las condiciones de trabajo para el personal, el aumento de la productividad y la reducción de costos en la empresa.

El cuarto capítulo trata de la implementación de los diseños en mención, mano de obra, tiempo para la implementación, costos globales, y la descripción de las actividades necesarias para su realización.

El quinto capítulo trata de las medidas de seguimiento y mejora de las áreas de trabajo, mediante el uso de controles específicos que contribuyen al

mantenimiento preventivo de los diseños. Asimismo controles de tipo estadísticos de accidentes en las áreas de trabajo para un análisis de progreso en medidas de seguridad.

Los capítulos resumen en sí, diseños que contribuyen a mejorar las condiciones en un área de trabajo y la forma de reducir la resistencia al cambio por parte de los trabajadores.

OBJETIVOS

GENERAL

Diseñar un sistema de iluminación y ventilación en el área de producción de una empresa dedicada a la fabricación de moldes plásticos, para el mejoramiento de las condiciones de trabajo. Se persigue que estas sean cómodas y seguras para los operarios.

ESPECÍFICOS

- 1 Determinar la situación actual del área de trabajo en la fabricación de moldes plásticos, identificando los factores positivos y negativos del área.
- 2 Describir los efectos dañinos que se tienen al no tener la iluminación y ventilación adecuada en el área de trabajo.
- 3 Realizar propuestas que ayuden al mejoramiento de medidas de seguridad e higiene dentro del taller, que permitan crear una cultura de orden y limpieza en el taller.
- 4 Diseñar medidas que contribuyan a la disminución de la resistencia al cambio, informando y dando participación a los trabajadores en los procesos de mejoramiento en el taller.

- 5 Proporcionar un flujo de aire adecuado en áreas calientes del taller de moldes plásticos, determinando la temperatura adecuada para el desempeño del operario.
- 6 Proporcionar referencias y aplicarlas en otros entornos de trabajo similares que ayuden al mejor desempeño de los operarios.
- 7 Diseñar medidas de control que contribuyan al funcionamiento eficiente y a la mejora continua de las condiciones en el taller.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la mayoría de empresas en Guatemala no cuenta con condiciones de trabajo adecuadas para el mejor desempeño de los operarios. Lamentablemente la razón por la cual la empresa no invierte en la misma es porque representa erogaciones muy altas, cuyo retorno es a largo plazo. Para que se puedan proporcionar seguridad a los operarios, se requiere controlar el ambiente físico, ya que la mayor parte de accidentes son causados por condiciones inseguras.

Un adecuado diseño de iluminación y ventilación en el área de trabajo permite que se tenga condiciones cómodas y seguras para el desempeño óptimo de cualquier operario. El trabajo en el cual el operario realiza operaciones minuciosas y en especial con maquinaria de algún grado de peligrosidad, puede causar accidentes, también el tener un área de trabajo a una temperatura óptima permite que el operario pueda rendir de mejor forma.

El no tener luminarias adecuadas en cualquier área de trabajo puede causar esfuerzos innecesarios en el sentido de la vista lo cual causa en el operario daños permanentes.

En Guatemala existen leyes que regulan las condiciones mínimas en áreas de trabajo, lamentablemente éstas no se cumplen; por consiguiente, se debe hacer notar las ventajas que se tienen al cumplir estas leyes.

Se diseñaran los sistemas de iluminación y ventilación en el área de trabajo, mediante los principios de estándares de los diseños de trabajo, basados en ingeniería de plantas, ingeniería de métodos, entre otros temas relacionados.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Industria de moldes plásticos en Guatemala

La industria para moldes plásticos comienza a inicios de los años de 1960 y 1961 con la empresa guateplast, que actualmente es una de las más grandes del país.

A raíz de la demanda de productos plásticos se hizo necesario crear moldes para plásticos los cuales eran fundidos y mecanizadas, en ese entonces la maquinaria y las herramientas eran escasas para esa época.

En la década de 1960 el método por inyección se utilizaba en la industria de tapaderas, envases, palanganas, y se expandió a otras industrias fabricando envases para pinturas reemplazando a los envases de metal.

Actualmente la fabricación por soplado se utiliza en la fabricación de envases de cualquier tamaño, desde un gotero hasta un garrafón.

Posteriormente a principios de 1970 se tenía cierta experiencia en la fabricación de moldes, se hicieron moldes mecanizados donde se hacían figuras las cuales ya su fabricación no requería fundición, sino que se utilizaban herramientas más modernas, por ejemplo haciendo un diseño en tercera dimensión.

Otra tecnología muy conocida para esa época era el termoformado, el cual es muy utilizado hoy en día para la fabricación de productos desechables.

En la década de 1980 se hacían moldes con proceso de fundición, el cual con material de yeso piedra, y se fundía antimonio cuya desventaja era su peso,

para la fundición se utilizaba chatarra de motores los cuales se transformaban en lingotes de antimonio.

Finales de la década de 1980 comenzaron a existir una nueva tecnología en maquinaria como lo es el electroerosinado que tenía como función realizar figuras mediante descargas eléctricas utilizando electrodos.

A principios de la década de 1990, se empezaron a utilizar en Guatemala la mecanización de moldes en control numérico computarizado (CNC) en el cual ya no se hacían fundidos los moldes, sustituyendo el antimonio por duraluminio que es de menor densidad, y tiene una mejor transmisión de temperatura en lo que favorece al enfriamiento. Asimismo se inició en 1990 con la importación en el área de metalurgia, teniendo proveedores de Suecia y Estados Unidos, obteniendo mejores aceros para la fabricación de moldes plásticos.

En la actualidad se cuentan con un proceso de endurecimiento completo como un revestimiento.

1.2 Maquinaria utilizada en la fabricación de moldes plásticos:

La maquinaria mínima para la fabricación de moldes plásticos son las siguientes:

- a) Tornos convencionales
- b) Fresadoras
- c) Taladros

a) Tornos convencionales

Son herramientas estacionarias o herramientas que se trasladan sobre la superficie para mover el material de la pieza trabajada, que puede ser forjada, fundida o tipo barra, la herramienta gira mientras el trabajo se mantiene estacionario.

El torno imparte forma cilíndrica, cónica, o esférica a una pieza en rotación, mediante la eliminación de material de esa pieza, en la forma de virutas de desecho. Los procesos que se pueden efectuar en un torno incluyen perforación, barrenado, escariado, rasurado, torneado, pertilado, toscado y corte.

Los tornos convencionales son de poco volumen para producir de uno a diez productos con forma, lo cual también requiere intención y habilidad por parte del operador. A continuación se presenta una tabla resumen de algunos procesos que pueden ser realizados por el torno y otras maquinas.

Tabla I. Ejemplos de procesos mecánicos desbastados

PROCESOS	DESCRIPCIÓN	MAQUINA
Taladro	Produce una perforación cilíndrica	Torno o Taladro
Perforado	Prolonga y endereza una perforación	Torno o taladro
Escariado	Produce un acabado terso en una perforación	Torno o maquina escariadora
Torneado	Reduce el diámetro de un cilindro o produce una forma cilíndrica	Torno
Labrado	Reduce la longitud de un producto	Torno fresadora
Ranurado	Produce una ranura en un producto y da forma	Fresadora
Cepillado	Produce una superficie plana	Fresadora
Roscado	Hace roscado interno en una perforación	Torno, Taladro, maquina roscadora

Fuente: David M. Miller, **Ingeniería Industrial e Investigación de Operaciones**. Pág. 75

Muchos factores alteran la velocidad y avance en el torneado, como por ejemplo el diseño, las condiciones de la maquina herramienta, el material que se corta, montaje de la herramienta de corte, el refrigerante entre otros.

El trabajar una pieza en el torno, se debe determinar el avance expresado en milésimos de pulgada por revolución y las velocidades en pies de superficie por minuto. Para determinar el tiempo de corte, la longitud dado en pulgadas se divide entre el avance en pulgadas por minuto, es decir:

$$T = \frac{L}{F}$$

Donde T= Tiempo de corte en minutos

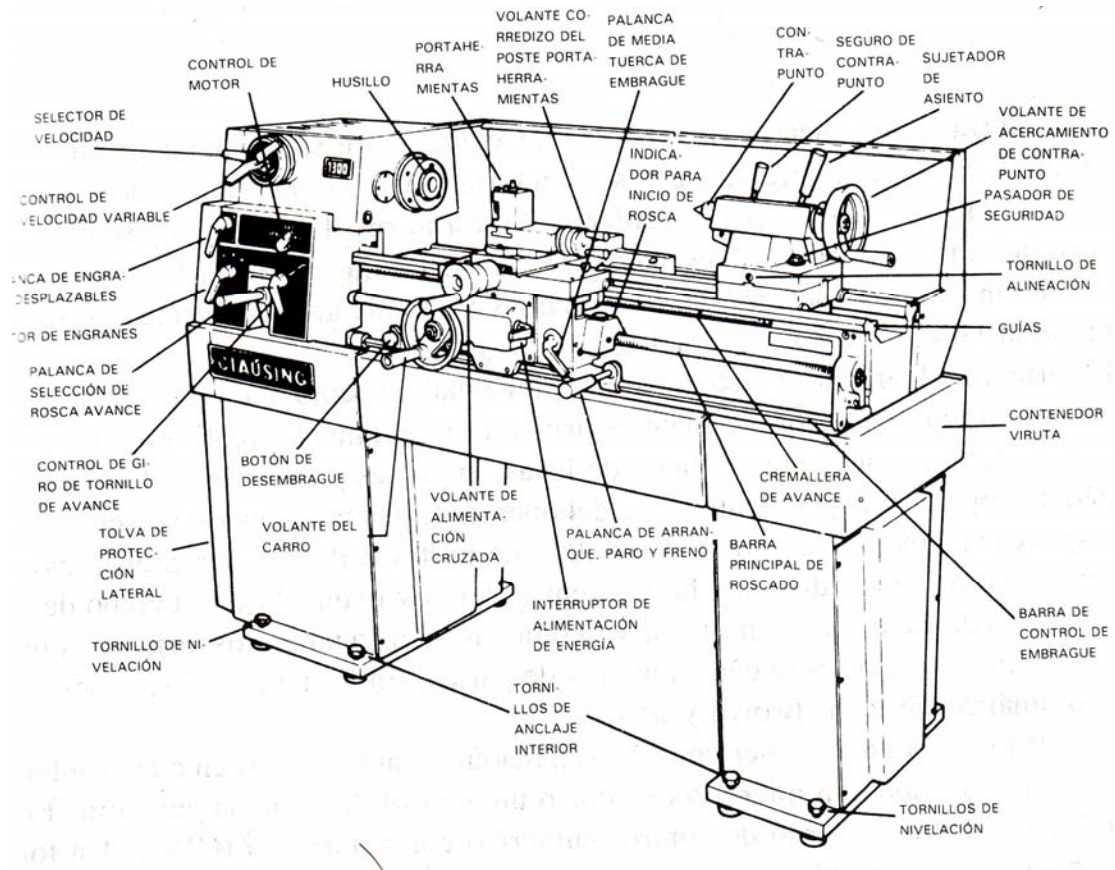
L= longitud total del corte

F= avance en pulgadas por minuto

$$F_m = \frac{3.82(S_f)(f)}{d}$$

donde f = avance en pulgadas por revolución
 S_f = avance en pies de superficie por minuto,
 d = diámetro de trabajo en pulgadas.

Figura 1. Torno convencional con todas sus partes



Fuente: David M. Miller, **Ingeniería Industrial e Investigación de Operaciones**. Pág. 75

b) Fresadora

Esta máquina permite la remoción de material con una cortadora circular giratoria de dientes múltiples, permite maquinar superficies planas e irregulares, además, puede cortar roscas, ranuras y tallar engranes.

En general, la fresadora está diseñada para producir superficies planas o ranuras con cortador giratorio, circular. Mientras que el cortador gira, el material por trabajar se desplaza en dirección éste.

Los factores como la velocidad de corte se expresa en pies de superficie por minuto, el avance o recorrido de la mesa se expresa en milésimas de pulgada por diente, la velocidad de la sierra se determina en revoluciones por minuto, a partir de los pies de superficie por minuto y el diámetro de la cortadora, se usa la siguiente expresión:

$$N_r = \frac{3.82 S_f}{d}$$

Donde N_r = velocidad de la sierra circular en revoluciones por minuto,
 S_f = velocidad de la sierra circular en pies por minuto
 d = diámetro exterior de la sierra circular en pulgadas.

Para determinar el avance del trabajo por medio de la sierra en pulgadas por minuto se usa la siguiente expresión:

$$F_m = f n_t N_r$$

Donde F_m = avance del trabajo a través de la sierra en pulgadas por minuto
 f = avance de la sierra en pulgadas por diente
 n_t = número de dientes en la cortadora,
 N_r = velocidad de la sierra en revoluciones por minuto.

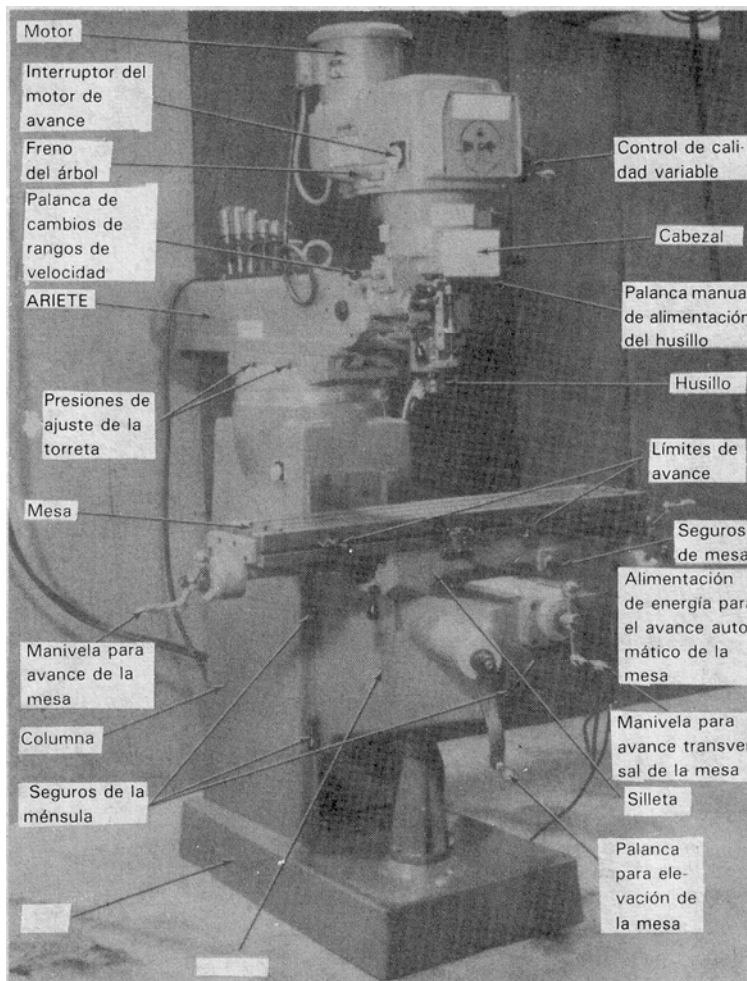
El número de dientes de la sierra circular adecuados para una aplicación específica se puede expresar como:

$$n_t = \frac{F_m}{F_t * N_r}$$

Donde: F_t = grueso de la viruta.

Para calcular el tiempo de corte en las operaciones referentes a fresado, se debe tomar en cuenta la punta de los dientes de la sierra al calcular la distancia total del corte con alimentación automática.

Figura 2. Máquina fresadora vertical de columna y rodilla



Fuente: David M. Miller, **Ingeniería Industrial e Investigación de Operaciones**. Pág. 79

c) Taladro

El propósito principal de un taladro es hacer un agujero cilíndrico, y los secundarios son rimar y escariar. Existen varios tipos de máquinas taladradoras, cada una diseñadas para un ámbito diferente. Estos tipos incluyen:

1. Taladro de columna sencillo
2. Taladro de columna sensible
3. Taladro de columna y torre
4. Taladro de columna radial
5. Taladro de columna múltiple

Una broca es una herramienta en forma de espiga estriada con punta cortante usada para hacer o agrandar un agujero en material sólido. En las operaciones de perforación en superficie plana, el eje de la broca está a 90 grados con la superficie. Cuando una perforación atraviesa una pieza, el analista debe sumar la saliente (punta) de la broca a la longitud del agujero para determinar la distancia total que debe recorrer la broca para hacer el agujero.

Como el estándar comercial para el ángulo incluido de puntas de broca es 118 grados, la saliente de la broca se calcula con la siguiente expresión:

$$L = \frac{r}{\tan A}$$

Donde L = saliente de la broca,

r = radio de la broca

Tan A = tangente de la mitad del ángulo de la punta de la broca.

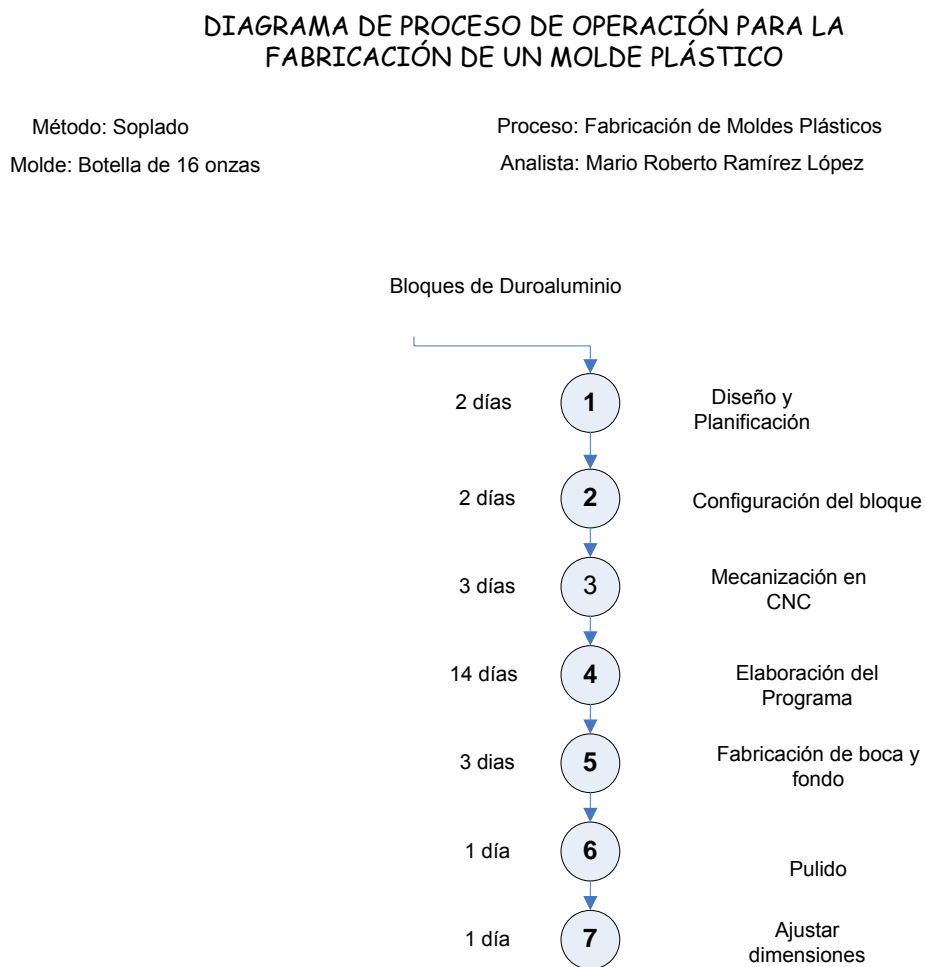
1.3 Diagrama de operaciones para la fabricación de un molde plástico:

Existen varios métodos para la fabricación de un molde entre los más conocidos tenemos:

- a) Método de soplado
- b) Método de inyección
- c) Método de termoformado

a) Método de soplado

Figura 3. Diagrama de operaciones para fabricación de un molde plástico por método de soplado



EVENTO	NÚMERO	TIEMPO
Operaciones	7	26 Días

Fuente: Elaboración propia.

b) Método de inyección:

Figura 4. Diagrama de operaciones para fabricación de un molde plástico por método de inyección.

DIAGRAMA DE PROCESO DE OPERACIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE UN MOLDE PLÁSTICO

Método: Inyección
Molde: Palanganas

Proceso: Fabricación de Moldes Plásticos
Analista: Mario Roberto Ramírez López



EVENTO	NÚMERO	TIEMPO
--------	--------	--------

7 32 Días

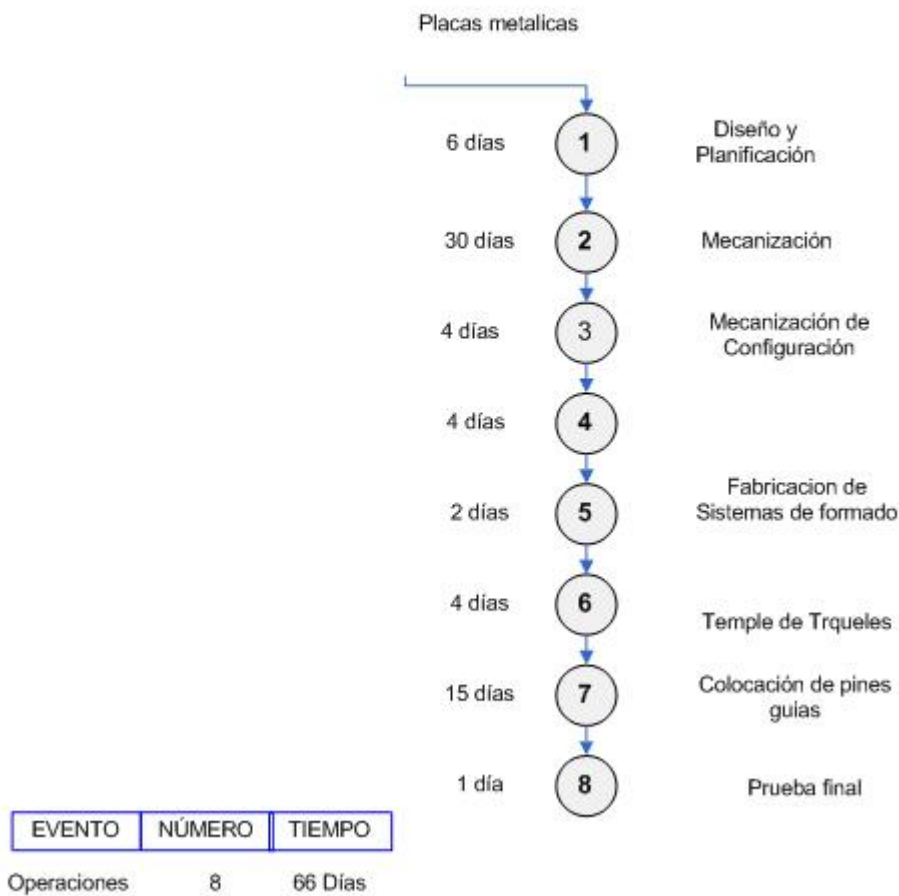
Fuente: Elaboración propia.

c) Método de termoformado

Figura 5. Diagrama de operaciones para fabricación de un molde plástico por método de termoformado

Método: Termoformado
Molde: Plato desechable

Proceso: Fabricación de Moldes Plásticos
Analista: Mario Roberto Ramírez López



Fuente: Elaboración propia.

1.4 Iluminación industrial

La iluminación es la cantidad de luz que llega a una superficie o a una sección, la luz emana de una manera esférica en todas las direcciones desde una fuente. Una cantidad de luz que llega a una sección de esta esfera se mide en pies-candela (fc).

Parte de la luz se absorbe y parte se refleja, esto permite a las personas ver el objeto y proporciona una percepción de brillo.

1.4.1 Visibilidad

El concepto más simple en que se puede definir la visibilidad es la claridad con que las personas pueden ver algo. Existen factores críticos de visibilidad que son:

1. Ángulo visual
2. Contraste

El ángulo visual es el ángulo subtendido al nivel de los ojos por el objeto, mientras que el contraste es la diferencia en luminancia, entre objeto o meta visual y su fondo. El ángulo visual se define en arcominutos (1/60 de grado) para objetos pequeños como:

$$\text{Ángulo visual} = 3483Xh/d$$

Donde h es la altura del objeto o detalle crítico y d es la distancia del objeto al ojo. El contraste se define de varias maneras. Una forma común es:

$$\text{Contraste} = (L_{\max} - L_{\min}) / L_{\max}$$

Donde L es luminancia. Entonces el contraste se relaciona con la diferencia entre luminancias máximas y mínima del objeto y fondo. Observe que el contraste es adimensional.

El tamaño del objeto es el factor que generalmente tiene más importancia en el proceso visual. Cuando más grande es un objeto con relación al ángulo visual (o ángulo subtendido por el objeto desde el ojo) mas rápidamente puede ser visto, el experimento de la figura ilustra este principio, la persona que acerca a un objeto para verlo con mas claridad esta inconscientemente haciendo uso del factor tamaño, al aumentar el ángulo visual.

La agudeza visual expresada como la inversa del ángulo visual en minutos, es una medida de los más pequeños detalles que pueden percibirse.

1.4.2 Iluminancia

Es una magnitud característica del objeto iluminado, ya que indica la cantidad de luz que incide sobre una unidad de superficie del objeto, cuando es iluminado por una fuente de luz.

El nivel de iluminación óptimo para una tarea determinada corresponde al que da como resultado un mayor rendimiento con una mínima fatiga. La iluminancia viene dada por el termino de luxes.

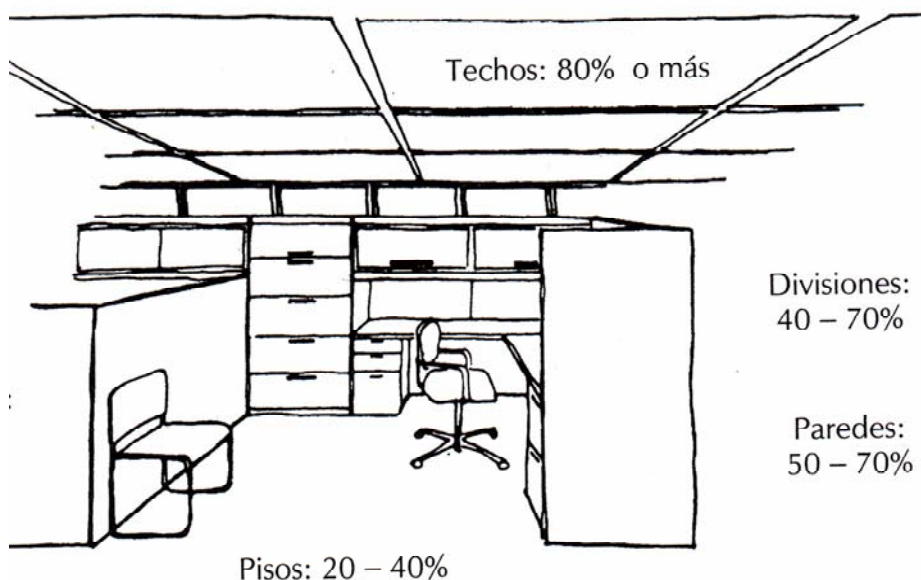
Las cualidades visuales aumentan hasta una iluminación de 1000 lux para estabilizarse hacia los 2000 lux. El nivel de iluminación de un puesto de trabajo se adaptará a la tarea a realizar y tendrá en cuenta la edad del trabajador así como las condiciones reales en que se debe realizar el trabajo.

1.4.3 Distribución de la luz

Las luminarias para la iluminación general se clasifican de acuerdo al porcentaje de luz total emitida arriba y abajo de la horizontal. La luz indirecta ilumina el techo, que a su vez refleja la luz hacia abajo. En este caso los techos deben de ser de una superficie más brillantes que la habitación, con reflectancias que deben de ir mayor al 80%.

Las áreas de una habitación reflejan porcentajes de luz cada vez menores al alejarse del techo hasta llegar del suelo, que debe de reflejar no más de 20% a 40% de la luz, para que no haya reflejos. Para evitar la luminaria excesiva, las luminarias deben distribuirse de manera uniforme en todo el techo.

Figura 6. **Refectancia recomendada para superficies de habitaciones y muebles en oficinas.**



Fuente: Benjamín Nievel, **Ingeniería Industrial**. Pág. 241

1.4.4 Tipos de luminarias industriales

La ubicación de luminarias en áreas de trabajo depende principalmente del lugar del trabajo, la eficiencia que se mide en lúmenes por watt, el cual entre mas alto sea el valor de la eficiencia mayor es la conservación de la energía y el rendimiento de color, el cual es una medida de cómo se aprecia el color con cualquiera de las fuentes de luz artificial, en comparación con su color en una fuente de luz natural. Entre las luminarias más comunes utilizadas en industrias son:

- a) Incandescente
- b) Fluorescente
- c) De mercurio
- d) De haluro metálico
- e) De sodio a alta presión
- f) De sodio a baja presión

a) Incandescente

Es del uso más común, pero el menos eficiente. El costo de las lámparas es bajo, su eficiencia es de 17 a 23 lúmenes por watt, su rendimiento de color es bueno y tiene una vida útil de un año.

b) Fluorescente

La eficiencia y el rendimiento de color varía considerablemente con el tipo de lámpara: Blanco frío, blanco caliente, blanco frío de lujo. La eficiencia de las lámparas varia entre un 50 a 80 lúmenes por watt, su rendimiento de color es de aceptable a bueno, la vida de las lámparas es de 5 a 8 años.

c) De mercurio

Las lámparas de mercurio tienen una eficiencia entre 50 a 55 lúmenes por watt, permitiendo con el tiempo tener mejor eficiencia, su rendimiento de color es de muy deficiente a aceptable, su vida útil es de nueve a doce años.

d) De haluro metálico

La eficiencia de estas lámparas es 80 a 90 lúmenes por watt, el rendimiento de color es adecuado en muchos casos, su rendimiento de color varía entre de aceptable a moderado y tiene una vida útil de uno a tres años.

e) De sodio a alta presión

La eficiencia de estas lámparas es 85 a 125 lúmenes por watt, son fuentes de luz muy eficientes, su rendimiento de color es aceptable y tiene una vida útil de tres a 6 años en promedio, con tasas de encendido de 12 horas al día.

f) De sodio a baja presión

Fuente de luz más eficiente. Su vida útil es de cuatro a cinco años con un promedio de encendido de 12 horas al día. Se emplea para el alumbrado de almacenes, su eficiencia es de 100 a 180 lúmenes por watt, pero su rendimiento de color es deficiente.

Como se muestra en la siguiente figura podremos observar algunas de las luminarias más usadas en edificios industriales.

Figura 7. Tipos de luminarias industriales

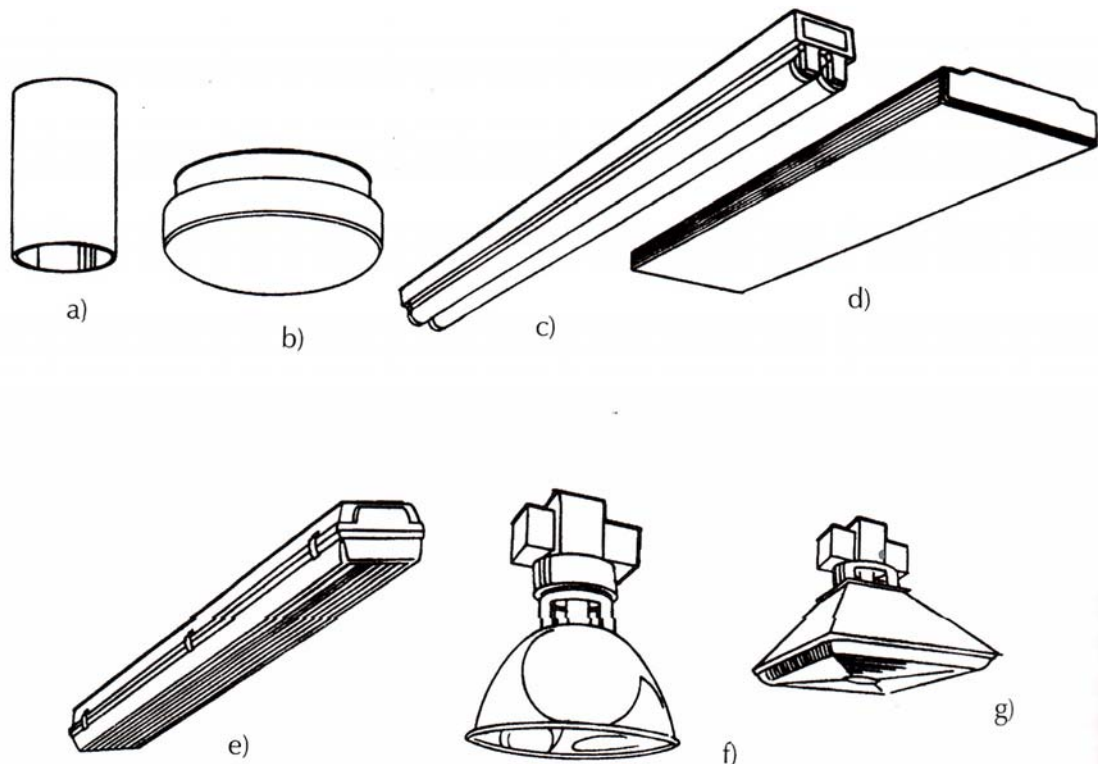


Figura 6-3 Tipos de luminarias industriales para montar en el techo. a) y c) luz hacia arriba, b) y d) difusa, e) lugares húmedos, f) nave alta, g) nave baja.

Fuente: Benjamín Nievel, **Ingeniería Industrial**. Pág. 241

1.4.5 Color

El uso más importante del color es el mejoramiento de las condiciones ambientales de los trabajadores al proporcionarle un bienestar visual, el color como la textura tiene efectos psicológicos en las personas. Los analistas usan los colores para reducir los contrastes fuertes, aumentar la reflectancia, resaltar los peligros y llamar la atención a ciertas características del entorno de trabajo.

A continuación se presentan las siguientes tablas sobre el significado emocional y psicológico de los principios de colores, y el porcentaje de reflexión en el tono de:

Tabla II. Característica emocional y psicológica de los colores.

Color	Característica
Amarillo	Tiene la visibilidad más alta entre todos los colores en casi cualquier condición de iluminación. Tiende a infundir una sensación de frescura y sequedad
Naranja	Tiende a combinar la alta visibilidad del amarillo y la característica de vitalidad e intensidad del rojo. Da una sensación acogedora y a menudo tiene un efecto estimulante de alegría.
Rojo	Color de alta visibilidad con intensidad y vitalidad, sugiere calor estímulo y acción.
Azul	Color de baja visibilidad. Tiende a dirigir la mente a la meditación. Su efecto tiende a ser calmante.
Verde	Color de baja visibilidad. Inspira la sensación de tranquilidad y frescura y estabilidad.
Púrpura y violeta	Colores de baja visibilidad. Se asocian con el dolor, la pasión, el sufrimiento, tiende a producir fragilidad y tristeza

Fuente: Benjamín Nievel, **Ingeniería Industrial**. Pág. 242

Tabla III. Porcentaje de reflexión en el tono de color

Color	Porcentaje de reflexión
Blanco nuevo	88
Blanco viejo	76
Muy claro azul verde	76
Crema	81
Azul	65
Miel	76
Gris	83
Azul verde	72
Claro crema	79
Azul	55
Mediano amarillo	65
Negro	3

Fuente: Benjamín Nievel, **Ingeniería Industrial**. Pág. 242

1.46 Reflejo

El reflejo es el brillo excesivo en el campo de visión. Esta luz excesiva se disipa en la cornea, los anteojos e incluso en los lentes de contacto, disminuye la visibilidad, por lo que requiere tiempo adicional para que los ojos se adapten cuando pasan de lugares iluminados a oscuros. Además, por desgracia, los ojos tienden a dirigirse a la fuente de luz más brillante, conocido como fototropismo.

El reflejo puede ser directo, si lo causan fuentes de luz que se encuentran dentro un campo visual, o bien indirecto, sí alguna superficie en el campo de visión refleja la luz. El reflejo de luz se puede reducir colocando más luminarias

de menor intensidad, con pantallas o difusores en las luminarias, con la superficie de trabajo perpendicular a la fuente de luz, y con el aumento de la luz global para disminuir el contraste.

Es posible reducir el reflejo de alguna superficie con el uso de superficies que no brillan o color mate y con una orientación diferente de la superficie de trabajo o tarea, además de las modificaciones recomendadas para el reflejo directo. También se pueden usar filtros polarizados en la fuente de luz como parte de los anteojos que usan los operarios.

1.5 Ventilación industrial

La maquinaria, las personas o las actividades en una habitación, deterioran el aire interior debido a la liberación de olores y calor, la formación de vapor de agua, la producción de dióxido de carbono y vapores tóxicos. Debe proporcionarse ventilación para diluir estos contaminantes, sacar el aire viciado y dejar entrar el aire fresco. Esto se puede hacer mediante tres enfoques general, local o puntual.

La ventilación o desplazamiento general se entrega a un nivel de 8 a 12 pies (2.4 a 3.6 m), y desplaza el aire caliente que se eleva de equipo, luminarias y trabajadores.

La guía recomendada de requerimientos de aire fresco, basada en el volumen de habitación por persona es de 300 pies³ (8.5 m³) de aire fresco por persona por hora.

1.5.1 Temperatura

La mayor parte de los trabajadores están expuestos al calor excesivo en un momento u otro. En muchas situaciones, se crean ambientes de calor artificial, debido a las demandas de la industria. Quienes trabajan el acero, aluminio y otros están sujetos a cargas de radiación de hornos abiertos y los refractarios. Estas condiciones no están presentes todo el día pero pueden exceder la tensión climática encontrada en las condiciones extremas que ocurren de manera natural por el clima.

Las temperaturas del núcleo presentan un intervalo pequeño alrededor de 37° centígrados. Para un intervalo de 37.8 °-38.9 ° centígrado, el desempeño físico decae de manera abrupta. El intercambio de calor entre el cuerpo y su entorno se puede representar por la siguiente ecuación de balance de calor:

$$S = M \pm C \pm R - E$$

Donde M= aumento de calor por el metabolismo,

C= aumento de calor por convección

R= aumento de calor por radiación

E= pérdida de calor a través de evaporación del sudor.

Para llegar a la neutralidad térmica, S debe de ser cero. Si la suma de varios intercambios de calor da como resultado una ganancia de calor, el calor resultante se almacenará en los tejidos del cuerpo, provocando un problema potencial de tensión.

Una zona de comodidad térmica para áreas donde se realiza trabajo ligero, sedentario durante 8 horas, se define como el intervalo entre 18.9° a 26.1° centígrados.

1.5.2 Método de ventilación

Para el cálculo de la ventilación, existen dos métodos el natural y mecánico.

El método de ventilación natural, es el de crear entradas de caudales de aire que viene del exterior para que se puedan lograr una temperatura optima en el ambiente de trabajo este método consiste en encontrar el volumen de aire necesario que se necesita renovar, mediante este dato se puede diseñar ventanales adecuados al lugar de trabajo.

La fórmula necesaria para lograr en encontrar el volumen necesario es la siguiente:

$$V = \frac{QI}{(0.3118 - (TI - TME))}$$

Donde V= Volumen de aire en m³ que se desea renovar

QI= Calor a eliminar

TI= Temperatura interior que se desea

TME= Temperatura máxima exterior

Calor a eliminar QI

$$QI = CI + C2 + PP$$

CI= Constante de 864 calorías/Kwh

C2= Calor que libera el cuerpo humano a una temperatura de 27° centígrados

PP= Perdida de calor a través de paredes (adimensional)

A continuación se detalla para la variable PP existe una tabla que indica la perdida de calor en paredes según el material de la pared y el espesor.

Tabla IV. Pérdida de calor a través de paredes.

Material	Espesor	PP
Mampostería	80 cm.	1.3
Mampostería	50 cm.	1.8
Pared de ladrillo	45 cm.	1.2
Pared de ladrillo	30 cm.	1.5
Pared de ladrillo	15 cm.	2.2
Pared de ladrillo	45 cm.	1.1
Interpuesta	30 cm.	1.3
Tabique	7 cm.	2.4
Suelo de Tierra	7 cm.	4
Pavimento	7 cm.	3
Techo con cielo raso	7 cm.	1.5
Techo sin cielo raso	7 cm.	2.0
Puerta exteriores	7 cm.	5
Puerta interiores	7 cm.	2
Ventanas sencillas	7 cm.	5
Ventanas dobles	7 cm.	2.3
Techo zinc	7 cm.	2.2
Techo asbesto	7 cm.	10.4
Techo de hormigón	7 cm.	2

Fuente: Sergio Torres, **Ingeniería De Plantas**. Pág. 99

El método mecánico, no es más que utilizar serie de aparatos que ayuden a controlar la temperatura en el ambiente de trabajo, entre ellos se pueden mencionar:

- a) Ventiladores
- b) Extractores de calor
- c) Aire acondicionado etc.

1.5.3 Mediciones

Los parámetros deben medirse simultáneamente y en el mismo lugar. Estos parámetros son los siguientes:

- a) El calor metabólico
- b) La temperatura del aire
- c) La velocidad de movimiento del aire
- d) Contenido de humedad del aire

Los puntos de toma de muestras deben ser de una forma que se pueda representar una exposición a que están sometidos los trabajadores. Cualquiera de estos factores que sean capaces de combinarse y producir un esfuerzo anormal sobre los mecanismos humanos para mantener un clima adecuado.

Las variables que determinan el ambiente térmico las podemos agrupar en climatología ambiental y ventilación industrial.

A continuación se presenta una tabla de mediciones de velocidad del aire y humedad que deben existir en los lugares de trabajo.

Tabla V. Valores óptimos de temperatura, humedad y velocidad del aire

Tipo de trabajo efectuado	Temperatura óptima (°C)	Grado de humedad	Velocidad del aire (m/seg.)
Trabajo intelectual o físico ligero en posición sentado	18 a 24	40% a 70%	0.1
Trabajo moderado en posición de pie	17 a 22	40% a 70%	0.1 a 0.2
Trabajo pesado	15 a 21	30% a 65%	0.4 a 0.5
Trabajo muy pesado	12 a 18	20% a 60%	1.0 a 1.5

Fuente: Benjamín Nievel, **Ingeniería Industrial**. Pág. 345

2. DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LAS CONDICIONES DEL ENTORNO DE TRABAJO

En este capítulo se presenta un diagnóstico del área de producción, en el cual se reflejarán datos importantes para los diseños de ventilación e iluminación, además, de mejorar otros aspectos en dicha área.

2.1 Descripción del área de fabricación de moldes plásticos

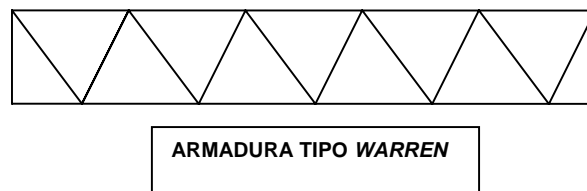
El entorno de trabajo de producción cuenta con un área de 180 m² (12mX15m). El techo es conformado de armadura tipo *Warren*; este tipo de armadura es ideal para techos planos con cierta pendiente, con una cubierta de láminas galvanizada de peso ligero e impermeable.

La estructura del edificio es de acero estructural con una combinación de concreto; Las paredes son de block de cemento pintados de color blanco, adicionalmente, los pisos son de concreto armado que es ideal para un área de producción, debido al peso de la maquinaria. Por último, la puerta es de tipo metálica de dos hojas.

Las ventajas de este tipo de construcción es que por el tipo de proceso que se realiza soportan cargas altas y además se adecua a los tipos de procesos, una desventaja del edificio son las pocas entradas de aire natural.

A continuación se visualiza el tipo de armadura *Warren* con que se constituye el techo:

Figura 8. Armadura tipo Warren



Fuente: Sergio Torres, **Ingeniería De Plantas**. Pág. 81

2.2 Descripción del proceso de fabricación de moldes plásticos

El proceso de fabricación de moldes plásticos es dependiente al tipo de proceso con que se realice, como se ha mencionado con anterioridad, el proceso puede realizarse de tres formas distintas, por inyección, soplado, termoformado.

El proceso de soplado¹ comienza con un diseño y una planificación de las diferentes actividades a realizar, estas tareas tienen un tiempo aproximado de dos días, es importante el diseño y la planificación para el éxito de la fabricación del molde.

En la planificación, se realizan las siguientes actividades:

- a) Dibujo en tercera dimensión
- b) Codificación del programa
- c) Cálculo de velocidad, revoluciones y avances de herramienta
- d) Sistema promedio de trabajo de herramienta
- e) Programación de tiempo

1. Ver diagrama de flujo de operaciones Pág. 9 inciso 3.

La siguiente operación es trabajar en un bloque de duroaluminio en el cual se crea y se configura el cuerpo del molde en base al diseño. Esta operación se utiliza maquinaria como tornos y fresadoras, el tiempo para la realización de la operación es de dos días.

Después de crear el cuerpo del molde en el bloque de duroaluminio, la operación medular es la de mecanización, que consiste en dar la figura al molde en base al diseño realizado esto se logra mediante una maquina CNC (Control Numérico por Computadora).

Este tipo de maquinaria permite obtener ahorros sustanciales en los costos de mano de obra y ventajas como la reducción de inventario en el proceso, menor desperdicio de material, entre otros.

Las siguiente operación en el proceso es el de fabricar el fondo y boca del molde, el cual tiene una duración de 3 días.

Las últimas actividades son de pulido y ajuste de dimensiones del molde, como cavidades, distancia entre centros, entre otros. El tiempo para la realización de estas operaciones tarda dos días.

El siguiente proceso es el de inyección, el cual es muy utilizado en la fabricación de palanganas plásticas. Se describe a continuación el proceso de fabricación de un molde para palanganas plásticas.

La primera operación al igual que el proceso de soplado es el de diseño y planificación, de esta operación depende el éxito de la fabricación del molde, al igual que el proceso de soplado tiene un tiempo de dos días.

La operación de mecanización se hace para dos bloques de acero, y consiste en dar forma al bloque en base al diseño planificado, la mecanización de los bloques tiene una duración de diez días.

A continuación se mecaniza la cavidad y macho de los bloques y dar un grosor determinado, dicha operación tiene un promedio de diez días para su realización.

Después de la operación de mecanización, sigue la elaboración de refrigeración que consiste en la creación de agujeros que tienen por objetivo dar paso a la circulación de agua que permite el enfriamiento de los bloques, la operación tiene una duración de tres días.

Las últimas operaciones consisten en la fabricación de válvulas expulsión y pines guías de los bloques y tienen un tiempo de duración de seis días, utilizando tornos y fresadoras para su realización.

El último proceso es el de termoformado, y el molde fabricado más común por este proceso es el molde para tapaderas plásticas. A continuación, se describe la fabricación de un molde para tapaderas plásticas.

Al igual que en los procesos anteriores el diseño y planificación es el factor importante en la realización del molde, esta operación tiene un tiempo de seis días para su terminación.

El proceso de mecanización se hace en conjunto de 8 placas, que consiste en la realización de agujeros, roscas, entradas y salidas de aire. Por último se procede a mecanizar la configuración deseada. Estas operaciones tienen tiempo en conjunto de treinta y cuatro días.

Después de la operación de mecanización se fabrican los sistemas de expulsión y formado del molde y tienen un tiempo de seis días para su realización.

La siguiente operación consiste en el temple de troqueles machos y hembras además de la rectificación y ajuste al bloque, esta operación tiene una duración de cuatro días.

La última operación consiste en la colocación de pines guías con rodamiento de tipo cojinete, los cuales no se encuentran en el mercado nacional, por tal motivo se deben importar de Europa, esta operación tiene un tiempo de 15 días para su realización.

2.2.1 Descripción física de cada máquina que se utiliza en el proceso de fabricación de molde plásticos.

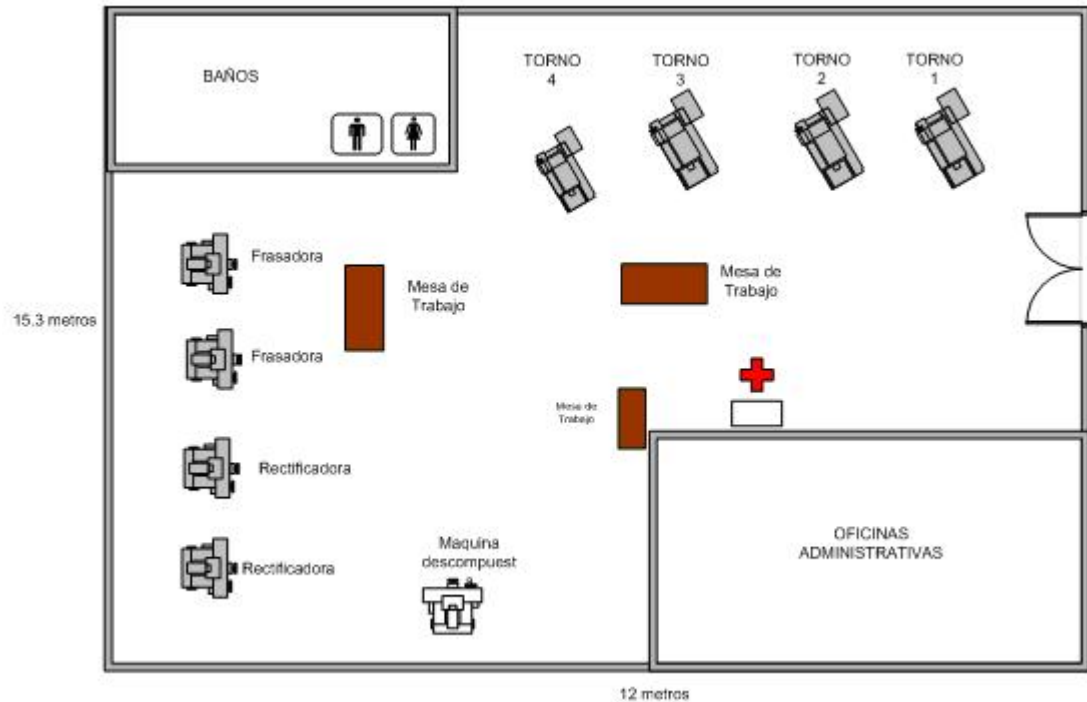
En la tabla VI se describe el tipo de maquinaria para el proceso de fabricación de moldes para plásticos, y su función principal en el proceso en el área de producción:

Tabla VI. Descripción física de la maquinaria en el área de trabajo

CANTIDAD	MÁQUINA	MODELO	FUNCIÓN
1	Torno	Monofap 180 E	Creación de piezas cilíndricas, roscas, ajustes en diámetros, etc.
1	Torno	Tovagliery & C TOV 440	Creación de piezas cilíndricas, roscas, ajustes en diámetros, etc.
1	Torno	Tovagliery & C TOV 400	Creación de piezas cilíndricas, roscas, ajustes en diámetros, etc.
1	Torno	Sin Shin	Creación de piezas cilíndricas, roscas, ajustes en diámetros, etc.
1	Fresadora	Kondia	Escuadrar, creación de agujeros en diferentes posiciones, engranajes, piezas etc.
1	Rectificadora	Doall	De tipo hidráulico para rectificación de superficies planas
1	Rectificadora	Gallmeyer & Livingston No. 5-556-4	De tipo hidráulico para rectificación de superficies planas.
1	Fresadora CNC	Bridgeport de 1984	Mecanización de piezas en especial proceso de soplado

Fuente: Elaboración propia.

2.2.2 Gráfica de Distribución de maquinaria.



La ubicación de la maquinaria no sigue un lineamiento basado en el proceso de producción del molde. El proceso de fabricación es en función de la maquinaria a utilizar y la disposición de las mismas.

2.3 Descripción del área de trabajo.

Las dimensiones del lugar son de 12 metros por 15 metros, con una altura de 3.9 metros. Las paredes están pintadas de color blanco y el techo es de color marrón. El área mencionada no tiene entrada de aire natural, debido a los edificios en las que se encuentra rodeado.

En referencia a iluminación se tiene 12 lámparas fluorescentes en distintos tamaños, que en próximos capítulos se describe. Actualmente el área cuenta con 9 maquinas entre tornos, fresadoras y rectificadoras.

En referencia a iluminación se tiene 12 lámparas fluorescentes en distintos tamaños, que en próximos capítulos se describe. Actualmente el área cuenta con 9 maquinas entre tornos, fresadoras y rectificadoras.

En los próximos capítulos se describe ampliamente aspectos de área de trabajo que contribuye en la planificación de medidas de seguridad para minimizar accidentes en las áreas de trabajo.

Al mejorar el espacio físico contribuirá a que los trabajadores puedan tener un lugar más confortable y agradable en el desempeño de las labores dando como resultado el mejoramiento de la productividad.

2.4 Personal involucrado en el proceso de fabricación de moldes plásticos.

La empresa cuenta con doce personas en el área de producción de un nivel académico de Básico y diversificado. En el personal existen conductas que no contribuyen a las mejoras para la empresa, algunos de estas conductas se presentan a continuación:

- a) Falta de utilización de equipo de protección.
- b) Desorden de las herramientas en los lugares asignados correspondientes.
- c) Resistencia al cambio.
- d) No atención al reglamento de la empresa

Las conductas anteriores son las deficiencias mas evidentes en el taller en cuanto al recurso humano, lamentablemente en Guatemala y en algunas empresas es común ver estas deficiencias de carácter humano, el tener que obedecer reglamentos es para ellos más un estorbo que beneficio.

En los próximos capítulos se propondrán mejoras de este tipo de deficiencias que no contribuyen a la productividad y a la seguridad de una empresa.

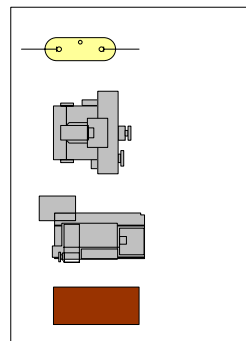
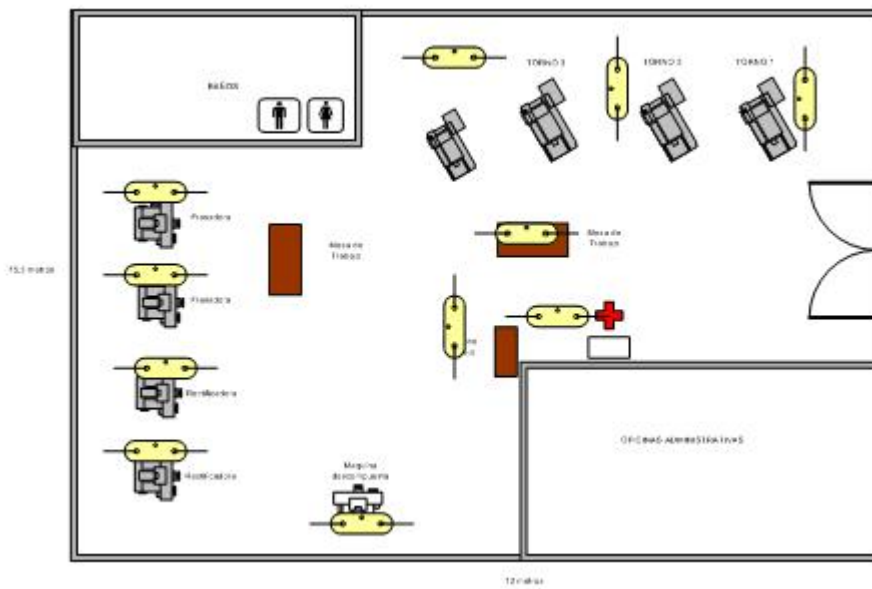
2.5 Diagnóstico de las luminarias que se encuentran en el taller

En el área de producción se cuenta actualmente con un tipo de luminarias o lámparas de sodio con un rendimiento lumínico de 30 a 60 lúmenes/watts colocadas a una distancia de un metro a nivel del techo, el consumo por cada tubo o candela es de 45 watts. A continuación se detalla un listado de las lámparas ubicadas en el área de trabajo y el estado de las mismas.

Tabla VII. Estado actual de lámparas en el área de producción

Cantidad de Luminarias	Cantidad y longitud de candelas en las luminarias	Estado de las candelas
5	2 de 1.8 metros	Todas en Buen estado
2	4 de 1.2 metros	2 Buen estado y 2 mal estado
5	2 de 1.2 metros	Todas en Buen estado

Fuente: Elaboración propia.



2.6 Diagnóstico de las formas de ventilación en el área de trabajo

Con respecto a la renovación de aire del área de trabajo la empresa solo cuenta con una entrada de aire que es la puerta principal que comunica con el exterior, esta puerta cuenta con las siguientes dimensiones: 2.6 metros de largo por 2.9 metros de altura, obteniendo un área de 7.54 metros cuadrados, que es un área demasiado pequeña para la renovación de aire necesaria. Adicional a la entrada de aire, se cuenta con dos ventiladores de 6 Hz de 3 velocidades marca TMT, que se encuentran ubicados en el suelo.

entrada de aire, se cuenta con dos ventiladores de 6 Hz de 3 velocidades marca TMT, que se encuentran ubicados en el suelo.

La renovación de aire en el área es inapropiada debido por calor que produce la maquinaria y por la cantidad de personas que laboran en el área.

3. DISEÑOS DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA DE MOLDES PLÁSTICOS

3.1 Análisis de factores para la determinación del diseño de iluminación en el área de producción

Una iluminación correcta es aquella que permite distinguir las formas, los colores, los objetos en movimiento y apreciar los relieves, y que todo ello, además, se haga fácilmente y sin fatiga, es decir, que asegure el confort visual permanentemente.

Para ubicar adecuadamente las luminarias en el interior del área de trabajo debemos determinar el tipo de iluminación que se quiere tener es decir un tipo de iluminación directa.

La iluminación directa es aquella en la cual, la fuente luminosa está dirigida directamente hacía el área de trabajo o el área a iluminar. Este detalle nos ayudara a determinar valores claves en el diseño de iluminación.

3.1.1 Nivel lumínico adecuado

Para determinar un nivel lumínico adecuado, debe ser en base al tipo de trabajo que se realiza y la dificultad con que se realiza, en la siguiente tabla se indica los niveles de iluminación adecuado para el área de producción:

Tabla VIII. Tabla de niveles de iluminación (lux)

Norma	Americana
TABLA DE MUY DIFÍCIL VISIÓN: Trabajos de mucha precisión (mecánica, precisión, relojería, armado electrónico, etc.)	10000 A 20000
TAREAS DE DIFÍCIL VISIÓN: Trabajos de precisión (Contabilidad, dibujo, lectura o escritura continua)	5000 A 10000
TAREAS DE MAS FÁCIL VISIÓN: Trabajos prolongados, Oficinas, colegios, talleres, comercio, etc.	1000 A 5000
TAREAS DE VISIÓN ORDINARIA: Operación de máquinas automáticas, que requieren solo visión intermitente.	500 A 1000
TAREAS DE VISIÓN OCASIONAL: Lavanderías, depósitos, recepción, bodegas de materiales pequeños, etc.	200 A 300
TAREAS DE VISIÓN GENERAL: Corredores, bodegas de materiales gruesos, escaleras, etc.	100 A 200

Fuente: Donald Fink, **Manual de Ingeniería Eléctrica**. Pág. 58

Con base a la tabla anterior se concluye que el tipo de trabajo esta enfocado a tareas visión ordinaria, teniendo los niveles lumínicos de 500 a 100 luxes. Este dato servirá mas adelante en el diseño.

3.1.2 Uniformidad

La uniformidad es procurar que la iluminación sea lo mas balanceado, evitando los contrastes muy fuertes, esto se relaciona en especial con el numero de lámparas y la forma en que se distribuyan en el área de producción. Para lograr esta uniformidad existen dos normas, las normas alemanas y americanas, que recomiendan la altura de suspensión de las lámparas, que es el espaciamiento de las lámparas sobre el plano de trabajo que se detalla en la tabla siguiente:

Tabla IX. Tabla de altura de suspensión de lámparas

NORMA	ALTURA DE SUSPENSIÓN EN METROS
ALEMANA	1.5 a 2.5
AMERICANA	2 y 3

Fuente: Donald Fink, **Manual de Ingeniería Eléctrica**. Pág. 61

Se toma de base la norma americana debido a los estándares similares que maneja latinoamérica.

3.1.3 Ausencia de deslumbramiento

El factor a evitar es el deslumbramiento, es importante en el diseño de iluminación debido que provoca disminución de funcionalidad en el ojo, produciendo molestias, inseguridad en el trabajo y riesgos de accidente en especial por el tipo de maquinaria en que se esta trabajando. Para reducir el deslumbramiento se utilizan lámparas con difusores y se colocan fuera del ángulo visual normal.

3.1.4 Graduación de sombras

La graduación de sombras esta relacionado con la uniformidad esto quiere decir que el lugar iluminado debe estar por lo general desprovisto de sombras, debido a la percepción en tres dimensiones, con el objetivo es evitar sombras fuertes que puedan dificultar los detalles de los objeto.

3.1.5 Color de la luz

Aunque pareciera que este factor no fuera de importancia, influye mucho en los detalles de los objetos, ya que la iluminación en el lugar debe ser lo más parecido a la luz natural para evitar distorsiones.

3.1.6 Método de diseño a utilizar

Los principales métodos para el diseño de iluminación son:

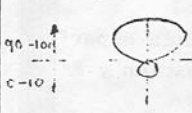
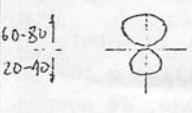
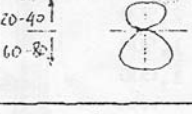
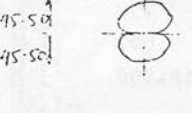
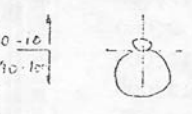
- a) Punto por punto
- b) Curvas isolux
- c) Utilización
- d) Cavidad zonal

Los primeros dos métodos están enfocados a la iluminación de exteriores, mientras que los dos últimos métodos son para diseños de iluminación de interiores, los cuales se aplicaran.

Para la utilización de estos métodos se utilizan las siguientes tablas:

Tabla X. Tabla de coeficientes de utilización (K)

TABLA DE COEFICIENTES DE UTILIZACION.(K)

Distribución Típica	Techo	claro		semiclaro		claro	
	Paredes	claro	semicl.	claro	oscuro	claro	oscuro
	Piso	oscuro		claro		semiclaro	
	RR						
I 	0.6	.27	.21	.17	.11	.23	.22
	1.0	.39	.33	.26	.28	.42	.35
	2.0	.55	.49	.36	.29	.60	.52
	3.0	.61	.56	.40	.34	.69	.62
	5.0	.63	.64	.44	.39	.78	.72
SI 	0.6	.24	.19	.17	.11	.24	.19
	1.0	.35	.30	.26	.19	.37	.31
	2.0	.49	.44	.36	.29	.53	.47
	3.0	.55	.50	.40	.34	.61	.55
	5.0	.60	.57	.45	.39	.68	.63
SD 	0.6	.34	.28	.31	.24	.35	.29
	1.0	.48	.42	.44	.36	.50	.43
	2.0	.64	.59	.58	.51	.69	.62
	3.0	.70	.66	.63	.57	.78	.72
	5.0	.75	.72	.68	.63	.86	.81
G 	0.6	.26	.21	.23	.16	.27	.22
	1.0	.38	.33	.33	.26	.40	.34
	2.0	.53	.48	.44	.38	.57	.51
	3.0	.59	.55	.49	.44	.65	.59
	5.0	.64	.61	.54	.49	.73	.68
D 	0.6	.34	.28	.33	.24	.35	.28
	1.0	.49	.42	.47	.37	.51	.43
	2.0	.65	.60	.63	.55	.71	.64
	3.0	.72	.67	.69	.63	.80	.74
	5.0	.78	.75	.75	.71	.89	.85

Fuente: Donald Fink, **Manual de Ingeniería Eléctrica**. Pág. 64

Tabla XI. Tabla de reflectancias efectivas de cavidad del cielo (Pcc) y de piso (Pcp)

Reflectancia Piso o cielo	90				80				70				50				30			
	90	70	50	30	80	70	50	30	70	50	30	70	50	30	65	50	30	10	50	
0	90	90	90	90	80	80	80	80	70	70	70	50	50	50	30	30	30	30	10	
0.1	90	89	88	87	79	79	78	78	69	69	68	59	49	48	30	30	29	29	10	
0.2	89	88	86	85	79	78	77	76	68	67	66	49	48	47	30	29	29	28	10	
0.3	89	87	85	83	78	77	75	74	68	66	64	49	47	46	30	29	28	27	10	
0.4	88	86	83	81	78	76	74	72	67	65	63	48	46	45	30	29	27	26	11	
0.5	88	85	81	78	77	75	73	70	66	64	61	48	46	44	29	28	27	25	11	
0.6	88	84	80	76	77	75	71	68	65	62	59	47	45	43	29	28	26	25	11	
0.7	88	83	78	74	76	74	70	66	65	61	58	47	44	42	29	28	26	24	11	
0.8	87	82	77	73	75	73	69	65	64	60	56	47	43	41	29	27	25	23	11	
0.9	87	81	76	71	75	72	68	63	63	59	55	46	43	40	29	27	25	22	11	
1.0	86	80	74	69	74	71	66	61	63	58	53	46	42	39	29	27	24	22	11	
1.1	86	79	73	67	74	71	65	60	62	57	52	46	41	38	29	26	24	21	11	
1.2	86	78	72	65	73	70	64	58	61	56	50	45	41	37	29	26	23	20	12	
1.3	85	78	70	64	73	69	63	57	61	55	49	45	40	36	29	26	23	20	12	
1.4	85	77	69	62	72	68	62	55	60	54	48	45	40	35	28	26	22	19	12	
1.5	85	76	68	61	72	68	61	54	59	53	47	44	39	34	28	25	22	18	12	
1.6	85	75	66	59	71	67	60	53	59	53	45	44	39	33	28	25	21	18	12	
1.7	84	74	65	58	71	66	59	52	58	51	44	44	38	32	28	25	21	17	12	
1.8	84	73	64	56	70	65	58	50	57	50	43	43	37	32	28	25	21	17	12	
1.9	84	73	63	55	70	65	57	49	57	49	42	43	37	31	28	25	20	16	12	
2.0	83	72	62	53	69	64	56	48	56	48	41	43	37	30	28	24	20	16	12	
2.1	83	71	61	52	69	63	55	47	56	47	40	43	36	29	28	24	20	16	13	
2.2	83	70	60	51	68	63	54	45	55	46	39	42	36	29	28	24	19	15	13	
2.3	83	69	59	50	68	62	53	44	54	46	38	42	35	28	28	24	19	15	13	
2.4	82	68	58	48	67	61	52	43	54	45	37	42	35	27	28	24	19	14	13	
RCC 2.5	82	68	57	47	67	61	51	42	53	44	36	41	34	27	27	23	18	14	13	
2.6	82	67	56	46	66	60	50	41	53	43	35	41	34	26	27	23	18	13	13	
RCP 2.7	82	66	55	45	66	60	49	40	52	43	34	41	33	26	27	23	18	13	13	
2.8	81	66	54	44	66	59	48	39	52	42	33	41	33	25	27	23	18	13	13	
2.9	81	65	53	43	65	58	48	38	51	41	33	40	33	25	27	23	17	12	13	
3.0	81	64	52	42	65	58	47	38	51	40	32	40	32	24	27	22	17	12	13	
3.1	80	64	51	41	64	57	46	37	50	40	31	40	32	24	27	22	17	12	13	
3.2	80	63	50	40	64	57	45	36	50	39	30	40	31	23	27	22	16	11	13	
3.3	80	62	49	39	64	56	44	35	49	39	30	39	31	23	27	22	16	11	13	
3.4	80	62	48	38	63	56	44	34	49	38	29	39	31	22	27	22	16	11	13	
3.5	79	61	48	37	63	55	43	33	48	38	29	39	30	22	26	22	16	11	13	
3.6	79	60	47	36	62	54	42	33	48	37	28	39	30	21	26	21	15	10	13	
3.7	79	60	46	35	62	54	42	32	48	37	27	38	30	21	26	21	15	10	13	
3.8	79	59	45	35	62	53	41	31	47	36	27	38	29	21	26	21	15	10	13	
3.9	78	59	45	34	61	53	40	30	47	36	26	38	29	20	26	21	15	10	13	
4.0	78	58	44	33	61	52	40	30	46	35	26	38	29	20	26	21	15	9	13	
4.1	78	57	43	32	60	52	39	29	46	35	25	37	28	20	26	21	14	9	13	
4.2	78	57	43	32	60	51	39	29	46	34	25	37	28	19	26	20	14	9	13	
4.3	78	56	42	31	60	51	38	28	45	34	25	37	28	19	26	20	14	9	13	
4.4	77	56	41	30	59	51	38	28	45	34	24	37	27	19	26	20	14	8	13	
4.5	77	55	41	30	59	50	37	27	45	33	24	37	27	19	25	20	14	8	14	
4.6	77	55	40	29	59	50	37	26	44	33	24	36	27	18	25	20	14	8	14	
4.7	77	54	40	29	58	49	36	26	44	33	23	36	26	18	25	20	13	8	14	
4.8	76	54	39	28	58	49	36	25	44	32	23	36	26	18	25	19	13	8	14	
4.9	76	53	38	28	58	49	35	25	44	32	23	36	26	18	25	19	13	7	14	
5.0	76	53	38	27	57	48	35	25	43	32	22	36	26	17	25	19	13	7	14	

Fuente: Donald Fink, Manual de Ingeniería Eléctrica. Pág. 66

Tablas XII y XIII. Coeficientes de utilización para algunas luminarias típicas

COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN PARA ALGUNAS LUMINARIAS TÍPICAS.

Distribución típica	P _{cc}	80				70				50			30			10		
		P _p				P _p				P _p			P _p			P _p		
	RCA	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
Coeficientes de utilización, método cavidad zonal, p _{cc} =20																		
	1	.72	.70	.67		.65	.63	.61		.52	.51	.49						
	2	.64	.59	.56		.53	.54	.51		.46	.44	.42						
	3	.56	.51	.47		.51	.47	.43		.41	.38	.35						
	4	.50	.44	.40		.46	.41	.37		.37	.34	.31						
	5	.45	.39	.34		.41	.36	.32		.33	.29	.27						
	6	.40	.34	.30		.37	.31	.28		.30	.26	.23						
	7	.36	.30	.26		.33	.28	.24		.27	.23	.20						
	8	.33	.27	.23		.30	.25	.21		.25	.21	.18						
	9	.30	.24	.20		.27	.22	.19		.22	.18	.16						
	10	.27	.21	.18		.25	.20	.16		.20	.17	.14						
	1	.74	.71	.69		.67	.65	.63		.56	.54	.53						
	2	.65	.61	.57		.60	.56	.53		.50	.47	.45						
	3	.58	.53	.49		.53	.49	.45		.45	.41	.39						
	4	.52	.46	.42		.48	.43	.39		.40	.36	.34						
	5	.47	.40	.36		.43	.38	.34		.36	.32	.29						
	6	.42	.36	.31		.39	.33	.30		.33	.29	.26						
	7	.38	.32	.27		.35	.30	.26		.29	.25	.22						
	8	.34	.28	.24		.31	.26	.23		.27	.23	.20						
	9	.31	.25	.21		.28	.23	.20		.24	.20	.17						
	10	.28	.23	.19		.26	.21	.18		.22	.18	.16						
	1	.89	.86	.83						.73	.76	.74			.65	.64	.63	
	2	.79	.74	.69						.69	.66	.63			.58	.56	.54	
	3	.70	.64	.59						.62	.57	.54			.53	.50	.47	
	4	.62	.56	.51						.55	.50	.46			.47	.44	.41	
	5	.55	.48	.43						.49	.44	.40			.42	.38	.35	
	6	.50	.42	.37						.44	.39	.34			.38	.34	.31	
	7	.45	.37	.33						.40	.34	.30			.34	.30	.27	
	8	.40	.33	.28						.35	.30	.26			.31	.27	.24	
	9	.36	.29	.24						.32	.27	.22			.28	.23	.20	
	10	.33	.25	.21						.29	.24	.20			.25	.21	.18	

Distribución típica	P _{cc}	80				70				50			30			10		
		P _p				P _p				P _p			P _p			P _p		
	RCA	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
Coeficientes de utilización, método cavidad zonal, p _{cc} =20																		
	1	.86	.84	.82	.79	.84	.81	.79	.77	.77	.75	.74	.73	.72	.71	.70	.69	.68
	2	.81	.77	.73	.70	.79	.75	.71	.69	.71	.69	.66	.68	.66	.64	.65	.63	.62
	3	.76	.70	.66	.62	.74	.69	.65	.61	.66	.63	.60	.63	.61	.58	.61	.59	.57
	4	.71	.64	.59	.56	.69	.63	.59	.55	.61	.57	.54	.58	.55	.52	.56	.54	.51
	5	.67	.59	.54	.50	.65	.58	.53	.49	.56	.52	.49	.54	.50	.48	.52	.49	.47
	6	.63	.55	.49	.45	.61	.54	.49	.45	.52	.47	.44	.50	.46	.44	.49	.45	.43
	7	.59	.50	.45	.41	.57	.49	.44	.41	.48	.43	.40	.46	.42	.39	.45	.41	.39
	8	.55	.46	.41	.37	.54	.45	.40	.37	.44	.40	.36	.43	.39	.36	.41	.38	.35
	9	.51	.43	.37	.34	.50	.42	.37	.33	.41	.36	.33	.40	.35	.33	.38	.35	.32
	10	.47	.38	.32	.29	.46	.37	.32	.29	.36	.31	.28	.35	.31	.28	.34	.30	.27
	1	.73	.70	.68	.66	.71	.68	.67	.65	.66	.64	.63	.63	.62	.61	.61	.60	.59
	2	.67	.63	.59	.56	.66	.62	.58	.56	.59	.57	.54	.57	.55	.53	.55	.54	.52
	3	.62	.57	.52	.49	.61	.56	.52	.48	.54	.50	.47	.52	.49	.47	.51	.48	.46
	4	.58	.51	.46	.43	.57	.50	.46	.42	.49	.45	.42	.47	.44	.41	.46	.44	.41
	5	.53	.46	.41	.37	.52	.45	.40	.37	.44	.40	.36	.43	.39	.36	.41	.38	.36
	6	.50	.42	.36	.33	.48	.41	.36	.32	.40	.35	.32	.39	.35	.32	.38	.34	.32
	7	.46	.38	.32	.29	.45	.37	.32	.29	.36	.32	.28	.35	.31	.28	.34	.31	.28
	8	.42	.34	.29	.25	.41	.33	.28	.25	.32	.28	.25	.32	.28	.25	.31	.27	.24
	9	.39	.31	.25	.22	.38	.30	.25	.22	.29	.25	.22	.29	.24	.21	.28	.24	.21
	10	.36	.28	.23	.19	.36	.27	.23	.19	.27	.22	.19	.26	.22	.19	.25	.22	.19
	1	.98	.95	.95						.92	.91	.90			.87	.86	.85	
	2	.94	.91	.89						.89	.87	.86			.85	.84	.83	
	3	.90	.87	.85						.87	.85	.83			.83	.82	.80	
	4	.87	.83	.81						.84	.81	.80			.81	.79	.78	
	5	.83	.80	.77						.81	.78	.75			.79	.77	.75	
	6	.81	.77	.75						.79	.76	.74			.77	.75	.73	
	7	.78	.74	.72						.76	.73	.71			.74	.72	.70	
	8	.75	.72	.69						.74	.71	.69			.72	.70	.68	
	9	.73	.69	.67						.72	.68	.66			.70	.68	.66	
	10	.70	.67	.64						.69	.66	.64			.67	.64	.62	

Fuente: Donald Fink, Manual de Ingeniería Eléctrica. Pág. 67 y 68.

Tablas XIV. Coeficientes de factores de multiplicación para reflectancias

TABLA DE FACTORES DE MULTIPLICACION
PARA REFLECTANCIAS DE CAVIDAD DE PISO DEL 10%.

P _{cc}	80				70				50			30			10			
	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	
RCA	1	.92	.93	.93	.94	.93	.94	.94	.95	.96	.96	.96	.97	.98	.98	.99	.99	.99
	2	.93	.94	.95	.96	.94	.95	.96	.96	.96	.97	.97	.98	.98	.98	.99	.99	.99
	3	.94	.95	.96	.97	.94	.96	.97	.97	.97	.97	.98	.98	.99	.99	.99	.99	.99
	4	.94	.96	.97	.98	.95	.96	.97	.98	.97	.98	.99	.98	.99	.99	.99	.99	.99
	5	.95	.96	.98	.98	.95	.97	.98	.98	.97	.98	.99	.98	.99	.99	.99	.99	1.0
	6	.95	.97	.98	.99	.96	.97	.98	.99	.98	.98	.99	.98	.99	.99	.99	.99	1.0
	7	.96	.97	.98	.99	.96	.97	.98	.99	.98	.99	.99	.98	.99	1.0	.99	.99	1.0
	8	.96	.98	.99	.99	.96	.98	.99	.99	.98	.99	.99	.98	.99	1.0	.99	.99	1.0
	9	.96	.98	.99	.99	.96	.98	.99	.99	.98	.99	1.0	.98	.99	1.0	.99	.99	1.0
	10	.96	.98	.99	.99	.97	.98	.99	.99	.98	.99	1.0	.99	.99	1.0	.99	.99	1.0

TABLA DE FACTORES DE MULTIPLICACION
PARA REFLECTANCIAS DE CAVIDAD DE PISO DEL 30%.

P _{cc}	80				70				50			30			10			
	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	
RCA	1	1.09	1.08	1.07	1.07	1.08	1.07	1.06	1.06	1.05	1.04	1.04	1.03	1.03	1.02	1.01	1.01	1.01
	2	1.08	1.07	1.05	1.05	1.07	1.06	1.05	1.04	1.04	1.03	1.03	1.03	1.02	1.02	1.01	1.01	1.01
	3	1.07	1.05	1.04	1.03	1.06	1.05	1.04	1.03	1.03	1.03	1.02	1.02	1.02	1.01	1.01	1.01	1.00
	4	1.06	1.04	1.03	1.02	1.05	1.04	1.03	1.02	1.03	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00
	5	1.06	1.04	1.03	1.02	1.05	1.03	1.02	1.01	1.03	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00
	6	1.05	1.03	1.02	1.01	1.05	1.03	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00
	7	1.05	1.03	1.02	1.01	1.04	1.03	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00
	8	1.04	1.03	1.01	1.01	1.04	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.00	1.01	1.01	1.00
	9	1.04	1.02	1.01	1.01	1.04	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.00	1.02	1.01	1.00	1.01	1.01	1.00
	10	1.04	1.02	1.01	1.01	1.03	1.02	1.01	1.00	1.02	1.01	1.00	1.01	1.01	1.00	1.01	1.01	1.00

P_{cc} = porcentaje de reflectancia efectiva de cavidad cielo
P_p = porcentaje de reflectancia de paredes
RCA = Relación de Cavidad de Ambiente

Fuente: Donald Fink, **Manual de Ingeniería Eléctrica**. Pág. 69

Para el método de utilización o rendimiento se basa en los siguientes pasos:

- 1) Escoger el nivel lumínico correcto, en base a la tabla VIII el nivel lumínico adecuado era de 500 a 1000 luxes, se tomara para este método 500 luxes, en base a tres factores importantes que se muestra en la siguiente tabla, en el cual

la sumatoria de los factores de peso determinara el rango de iluminancia correcto:

2) debido a que hay entrada de luz natural, esto beneficia a la iluminación del área de producción.

Tabla XV. Tabla de factores de peso de nivel de iluminación

Factor	-1	0	+1
Edad	<40	40-55	>55
Velocidad o Exactitud	No importa	importante	Critico
Reflectancia en los alrededores	>70%	30-70%	>30%

Fuente: Donald Fink, **Manual de Ingeniería Eléctrica**. Pág. 60

La sumatoria de los factores es de -2, mediante la siguiente tabla se concluye:

Tabla XVI. Tabla de niveles de reflexión según color

-2 ó 3	Usar el valor inferior
-1,0,-1	Usar el valor medio
+2 ó -3	Usar el valor superior

Fuente: Donald Fink, **Manual de Ingeniería Eléctrica**. Pág. 60

Mediante este valor podemos tomar el valor de 500 luxes para el nivel lumínico adecuado en el área de producción.

3) Se debe escoger los colores del ambiente, para este método lo mas importante es clasificar los colores en claro, semiclaro, oscuros, para el caso nos basaremos en la siguiente tabla:

Tabla XVII. Tabla de porcentajes de reflectancia según el color

Ubicación	Color	Porcentaje de Reflectancia
Techos	Blanco	70%
	Color claro	50%
	Color medio	30%
Paredes	Color claro	50%
	Color medio	30%
	Color oscuro	10%
Piso	Color claro	30%
	Color medio	20%
	Color oscuro	10%

Fuente: Sergio Torres, Ingeniería de Plantas . Pág. 116

En el área de producción en estudio tenemos los siguientes colores en el ambiente:

- a) Blanco para paredes según tabla su clasificación color claro
- b) Gris claro para el piso según tabla su clasificación color medio
- c) Marrón para el techo según tabla su clasificación color oscuro
- 4) Estimar el coeficiente de mantenimiento, que va relacionado debido a la disminución de luz debido al envejecimiento y oscila entre 0.50 y 0.80, ya que por el tipo de trabajo que es y la maquinaria se puede tomar el valor de 0.8 como coeficiente de mantenimiento, que es lo que comúnmente usan las lámparas fluorescentes.

5) Cálculo de la relación ambiente(RR) con la formula:

$$RR = \frac{W \cdot L}{H(W+L)}$$

Donde: RR= Factor relación ambiente

W= Ancho del lugar a estudiar

L= Longitud total del lugar a estudiar

H= Altura de suspensión de la lámpara sobre la superficie de trabajo

6) Encontrar el coeficiente de utilización (K), que mediante la tabla IX de valores estándar se interpola para encontrar el valor requerido.

7) Se calcula el flujo lumínico total, mediante la siguiente fórmula:

$$\Phi = \frac{E \cdot S}{K \cdot K'}$$

Donde: Φ = Flujo total

E= La iluminancia en luxes

S= Superficie en metros cuadrados

K= Coeficiente de utilización

K'= Factor de mantenimiento

8) Espaciamiento de lámparas

$$D = NA \cdot H$$

Donde: D= Espaciamiento de lámparas

NA= Distancia en metros entre lámpara y pared

H= Altura en metros de trabajo

9) Número de lámparas

$$\text{Ancho} = \frac{W}{D}$$

$$\text{Largo} = \frac{L}{D}$$

10) Flujo luminoso por lámparas

$$\Phi_L = \frac{\Phi}{\# \text{ Lámparas}}$$

Donde: Φ_L = Flujo luminoso por lámpara.

Φ = Flujo luminoso total.

11) # Tubos fluorescentes.

$$\# \text{Tubos} = \frac{QL}{\# \text{ luxes de la lámpara}}$$

Con base a los resultados anteriores se determina el tipo de lámpara a utilizar

Antes de iniciar con el método de utilización debemos tener valores iniciales los cuales presentaremos a continuación:

El tipo de lámpara a utilizar es la fluorescente debido a su eficiencia y bajo costo tiene una duración de 200 horas.

Altura mínima del lugar: 3.60 mts

Longitud total del área de trabajo: 12 mts

Ancho total del área de trabajo: 15.3 mts

Altura de trabajo (desde luminaria hasta el plano de trabajo): 2.2 mts

Coefficiente de mantenimiento: 0.8

Iluminancia en luxes: 500 luxes.

Área total: 147.935 mts². (Área que se desea iluminar debido a que existen dos construcciones dentro del área total) esto sería igual a:

$$\text{Área} = (15.3 \text{ mts} \times 12 \text{ mts}) - (4.10 \text{ mts} \times 6.65 \text{ mts}) - (2.1 \text{ mts} \times 4 \text{ mts}) = 147.935 \text{ mts}^2$$

5) Coeficiente de relación ambiente

$$\text{RR} = \frac{(12.16 \times 12.16)}{2.2 \times (12.16 \text{ m} + 12.16 \text{ m})} = 2.7636$$

6) El coeficiente de utilización según tabla IX:

RR	K
2.0	0.65
2.7636	X
3.0	0.72

$$\frac{2-3}{0.65-0.72} = \frac{2.75-3}{K-0.72}$$

$$14.28 = \frac{2.75-3}{(K-0.72)}$$

$$-K-0.72 = -0.017$$

$$K = 0.702$$

7) El flujo luminoso total

$$\Phi = \frac{(500 \text{ luxes}) \times (147.935 \text{ m}^2)}{(0.7025) \times (0.8)} = 131610.32 \text{ luxes}$$

8) Espaciamiento de lámparas:

$$D = 1.8 \times 2.2 \text{ mts} = 3.07 \text{ mts.}$$

9) Número de lámparas

$$\text{Ancho} = \frac{12.16}{3.07} = 3.96 \text{ aproximado el número es 3 lámparas}$$

$$\text{Largo} = \frac{12.16}{3.07} = 3.96 \text{ aproximado es 3 lámparas}$$

El total de lámparas para el lugar va a oscilar entre 6 o 7 lámparas para lo cual tomaremos 6.

10) Flujo luminoso por lámpara

$$\Phi L = \frac{131610.32}{6} = 21935.05 \text{ lúmenes/lámpara}$$

En base a este resultado buscamos el tipo de lámpara que cumpla con el requerimiento de la cantidad de lúmenes por lámpara para este caso se debe utilizar 6 lámparas HID de Campana de aluminio de 400 Watts cada lámpara. Cada lámpara genera la cantidad de 25,000 lúmenes.

11) # tubos a utilizar por lámpara

$$\# \text{Tubos} = \frac{21935.05 \text{ lúmenes}}{4400 \text{ lúmenes}} = 5 \text{ Tubos por lámpara}$$

El siguiente método a utilizar es el de cavidad zonal este método es similar al anterior y es el mas recomendado por IES, debido a que toma en consideración el ambiente del lugar por tres cavidades o espacios zonales los cuales son: cavidad del cielo, cavidad del ambiente y cavidad del piso; con las dimensiones del ambiente y las alturas de las cavidades zonales, se pueden determinar ciertas relaciones para encontrar las reflectancias efectivas.

Para aplicar este método, se procede de la siguiente forma:

Los pasos del 1 al 4 proceden igual al método de utilización.

- 5) Se determinan las relaciones de cavidad ambiente, de cielo y piso respectivamente:

$$RCA = \frac{5XhcaX(L+W)}{LXW}$$

$$RCC = \frac{5XhccX(L+W)}{LXW}$$

$$RCP = \frac{5XhcpX(L+W)}{LXW}$$

Donde: RCA= Relación cavidad ambiente
 RCC= Relación cavidad cielo
 RCP= Relación cavidad piso
 hca= Altura relación ambiente
 hcc= Altura relación cielo
 hcp= Altura relación piso
 L= Largo
 W= ancho

- 6) Se buscó en la tabla X la reflectancia efectiva para la cavidad del cielo, entrando en la misma con los valores de reflectancia del cielo y de paredes, y la relación e cavidad del cielo (RCC). Después se procede similarmente para encontrar la reflectancia del piso (Pp).

7) Con los valores de relación de cavidad ambiente (RCA) y los de reflectancia efectiva de cavidad del cielo (Pcc) y de reflectancia de paredes (Pp), encontrar e interpolar en las tablas XI y XII, el coeficiente de utilización.

8) Se encuentra el área a cubrir por lámpara

$$D = \frac{\text{Área a iluminar} \times \text{No. De Luxes requeridos para el lugar}}{(\text{Coeficiente de utilización} \times \text{Lúmenes por lámpara} \times \text{Factor de mantenimiento})}$$

$$\text{Área a cubrir por lámpara} = \frac{\text{Área a iluminar}}{D}$$

9) Espaciamiento por lámpara

$$E = \sqrt{\frac{\text{Área a cubrir por lámpara}}{D}}$$

10) Lámparas a lo largo y ancho

$$\text{Ancho} = \frac{W}{E} \qquad \text{Largo} = \frac{L}{E}$$

Donde

W= ancho

L= Largo

Para iniciar con la serie operacional se deben tener los siguientes datos iniciales:

Altura mínima del lugar: 3.60 mts

Longitud total del área de trabajo: 12 mts

Ancho total del área de trabajo: 15.3 mts.

Altura de ambiente (desde luminaria hasta el plano de trabajo): 2.2 mts.

Altura ambiente cielo: 0.20 mts.

Altura ambiente techo: 1.20 mts.

Coeficiente de mantenimiento: 0.80

Iluminancia en luxes: 500 luxes.

Área Total: 147.935 mts²

5) Cavidades zonales:

$$RCA = \frac{5 \times 2.2 \text{ mts} \times (12.16 \text{ mts} + 12.16 \text{ mts})}{(12.16 \text{ mts} \times 112.16 \text{ mts})} = 1.81$$

$$RCC = \frac{5 \times 0.2 \text{ mts} \times (12.16 \text{ mts} + 12.16 \text{ mts})}{(12.16 \text{ mts} \times 112.16 \text{ mts})} = 0.1644$$

$$RCP = \frac{5 \times 1.2 \text{ mts} \times (12.16 \text{ mts} + 12.16 \text{ mts})}{(12.16 \text{ mts} \times 12.16 \text{ mts})} = 0.9868$$

6) En base a la clasificación de porcentaje de reflectancia efectiva se toman los siguientes valores:

Reflectancia de cielo	Reflectancia de pared	Reflectancia de piso
30%	50%	20%

Fuente: Tabla XVI

Estos valores servirán para encontrar la reflectancia efectiva de cavidad del cielo (Pcc) y del piso (Pcp), con los valores respectivos de las relaciones de cavidades se utilizan do los valores de la tabla XI.

Los valores obtenidos para Pcc se encuentran entre 30% utilizando. Para los valores Pcp se encuentran en 11%.

7) En base a los valores encontrados se busca en la tabla XII el coeficiente de utilización:

RCA	K
1.0	0.71
1.80	X
2.0	0.64

Se interpola:

$$\frac{1-2}{0.71-0.64} = \frac{1.8-2}{K-0.64}$$

$$K=0.65$$

$$8) D = \frac{(147.93 \text{ m}^2 \times 500 \text{ Luxes})}{(0.65 \times 2500 \text{ lúmenes} \times 0.8)}$$

$$D = 28.44$$

$$AL = \frac{147.93 \text{ m}^2}{28.44}$$

$$28.44$$

$$AL = 5.2 \text{ m}^2$$

$$9) E = \sqrt{5.2 \text{ m}^2} = 2.28 \text{ m}$$

$$10) W = \frac{12.16}{2.28} = 5.33 \text{ lámparas}$$

$$L = \frac{12.16}{2.28} = 5.33 \text{ lámparas}$$

Total de lámparas a utilizar: de 10 a 11 lámparas

3.1.7 Tipos de luminarias

El tipo de luminarias adecuadas al tipo de trabajo que se realiza en el taller son lámpara fluorescentes, tomando como base los resultados de los métodos de iluminación anteriores se concluye lo siguiente:

En el Método de Utilización las lámparas deben contener 6 lámparas HID 400 watts que producen 25000 lúmenes para cubrir el flujo lumínico necesario para el lugar.

En el método de cavidad zonal se deben utilizar 11 lámparas las cuales deben estar constituidas por 2 tubos de 40 watts de 1.02 mts de largo y que emiten 2500 lúmenes por tubo.

A continuación se realiza un de costos en inversión en compra e instalación de lámparas y consumo mensual de las lámparas.

Para las lámparas HID trabajan con campana de aluminio trabajan a una potencia de 400 Watts con una vida útil de 40,000 horas

Para las lámparas fluorescentes trabajan en promedio de 80 a 90 watts con dos 2 tubos. Con una vida util promedio de 20,000 hras (ver tabla siguiente)

Tabla XVIII. Tabla de potencias en kilowatts de aparatos eléctricos

No.	Tipo de Aparato	Potencia kW	Horas de Uso al Mes (estimación)
1	Estufa eléctrica	4.00	60.00
1	Secadora de ropa	3.50	4.00
1	Lavadora de ropa	3.00	4.00
1	Ducha eléctrica	3.00	20.00
1	Horno tostador	1.50	8.00
1	Plancha	1.00	20.00
1	Cafetera	0.80	9.00
1	Horno de microondas	1.00	30.00
1	Bomba de agua 3/4 HP	0.56	5.00
1	Licuadora	0.40	1.50
1	Secadora de pelo	0.40	1.50
1	Refrigerador 9' (*)	0.30	120.00
1	Máquina de coser	0.20	9.00
1	Televisión	0.08	195.00
1	Equipo de sonido	0.08	120.00
1	Lámpara fluorescente	0.09	180.00
1	Foco a 60 W	0.06	180.00
1	Foco a 100 W	0.10	180.00

Fuente: pagina Web de Empresa Electrica de Guatemala www.eegsa.com

El costo por lámparas HID de tipo de campana e instalación es el siguiente:

Costo de unitario de compra por lámpara: Q 1,111.53

Costo de compra por 6 lámparas: 6X Q1,111.53 = Q 6,669.18

Costo por instalación: Q 1,000.00

Costo total de inversión de lámparas de tipo HID= Costo de compra de lámparas+Costo de Instalación

Costo total de inversión= Q 6,669.18+ Q 1,000.00 =7,669.18.

El costo mensual por consumo eléctrico es el siguiente:

Horas de uso diario: 10 horas

Horas de uso mensual: 240 horas (26 días aproximado)

Costo aproximado por Kwatts hora: Q 1.15

Consumo de kilowatts/h al mes:240 horasX 0.4 Kwatts= 96 Kwatts/lámpara

Costo total por 6 lámparas: 6X96 Kwatts/lámparas X Q 1.15/Kwatts = Q 662.40

El costo por lámparas fluorescentes e instalación es el siguiente:

Costo de unitario de compra por lámpara de 2 tubos de 40 Watts: Q 454.00

Costo de compra por 11 lámparas: 11X Q 354 = Q 4,994.00

Costo por instalación: Q 1,800.00

Costo total de inversión de lámparas fluorescentes= Costo de compra de lámparas+Costo de Instalación

Costo total= Q 4,994.00+ Q 1,800.00 = Q 6,794.00

El costo mensual por consumo eléctrico es el siguiente:

Horas de uso diario: 10 horas

Horas de uso mensual: 240 horas (26 días aproximado)

Costo aproximado por Kwatts hora: Q 1.15

Consumo de kilowatts/h al mes: 240 horas X 0.09 kwatts = 21.6 Kwatts/lámpara

Costo total por 11 lámparas: 11 X 21.6 Kwatts/lámparas X Q 1.15/Kwatts = Q 237.60

A continuación tabla resumen de comparación de inversión de las dos opciones en el diseño:

Tabla XIX. Tabla comparativa de costos de inversión y consumo eléctrico de lámparas

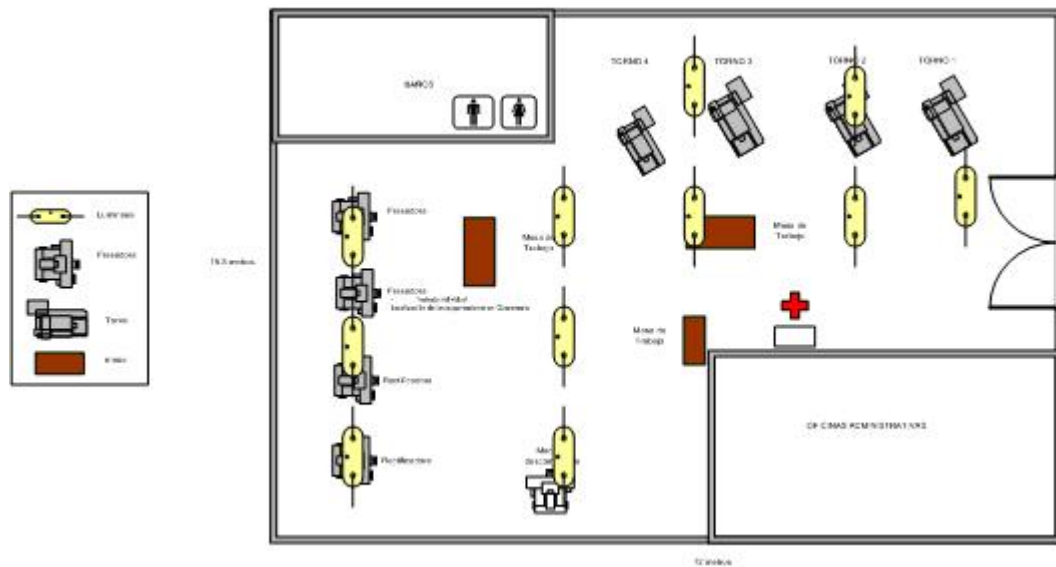
TIPO DE LÁMPARA	CANTIDAD	COSTO DE INVERSIÓN (COMPRA E INSTALACIÓN)	CONSUMO EN WATTS POR LÁMPARA	COSTO ENERGÉTICO MENSUAL	HORAS DE VIDA ÚTIL
Campana HID	6	Q 7,669.18	400	Q 662.40	15000
Fluorescente industrial	11	Q 6,694.00	90	Q 237.60	10000

Fuente: Elaboración propia

En base en lo anterior es recomendable la instalación de lámparas fluorescentes de tipo industrial.

3.1.8 Distribución de luminarias

Con base al análisis de costo anterior se deben distribuir las 11 lámparas como lo muestra la siguiente gráfica:



Gráfica 2. Distribución de lámparas Elaboración propia

3.1.9 Materiales necesarios para la implementación

A continuación detalle de los materiales necesarios para la implementación:

MATERIAL	CANTIDAD
Lámparas de 2X45 watts de 42 plg.	11
Galones de pintura, látex acrílico	5

Trabajos de infraestructura

Trabajos de infraestructura

TRABAJO	MANO DE OBRA INVOLUCRADA
Remodelar el cableado Eléctrico	Electricistas
Pintar paredes del lugar	Pintores de brocha gorda

3.2 Análisis de factores para la determinación del diseño de ventilación del área de fabricación de moldes plásticos.

3.2.6 Análisis del área física del taller

En el área de producción no se cuenta con ningún tipo de ventanas para la entrada de aire natural al lugar lo cual dificulta la renovación de aire necesario por persona, la única entrada de aire natural es por la puerta principal del área de trabajo y sus dimensiones de 2.6 metros de largo por 2.9 metros de alto, en base a esto podemos decir que el área es demasiado pequeña para la renovación de aire en el lugar.

Adicionalmente, se cuenta con dos ventiladores de 3 velocidades por cada ventilador.

Para el volumen de aire necesario por persona tomaremos de base la siguiente tabla:

Tabla XX. Volumen de aire necesario por persona/hora/m³.

Hospitales, Salas generales	60
Hospitales, salas de heridos	100
Hospitales, salas de enfermedades	150
Talleres	60
Industrias insalubres	100
Teatros y salas de reunión	50
Escuela de niños	15
Escuela de Adultos	30
Estaciones Ordinarias	10

Fuente: Sergio Torres, Ingeniería de Plantas . Pág. 116

3.2.2 Análisis de los métodos de ventilación apropiados para el taller

Según análisis previo hay factores que impiden que se pueda desarrollar un método de ventilación debido a que los alrededores del área en estudio se encuentran rodeados de más edificaciones que impiden que se habiliten entradas de aire natural. El método mas apropiado es el de ventilación forzada esto es mediante el uso de dispositivos que en este caso son ventiladores axiales monofásicos, ya que estos se manejan con redes eléctricas de 110 V ideales para este tipo de taller que maneja este tipo de red y ayudara a la renovación de aire del lugar, para este tipo de ventilación solo necesita el caudal de aire a renovar.

$$Q = VXR$$

Donde

Q= Caudal de aire a renovar en m³/h

V= Volumen de aire a renovar en m³

R= Renovaciones de aire por hora

Adicional se necesitan datos de las siguientes tablas para la elección del ventilador:

Tabla XXI. Sobrepresiones estáticas generadas por los ventiladores

Sobrepresiones (N/m²)	Sin entradas de aire natural y sin filtros	Con entradas de aire natural	Con entradas de aire natural y filtros
0	X		
10-30		X	
50-100			X

Fuente: Siemens, Folleto de Ventiladores Siemens. Pág. 2

Tabla XXII. Renovaciones de aire necesario según el lugar

	Renovaciones por hora
Iglesias	1 - 4
Habitaciones de viviendas	3 - 5
Oficinas y despachos	5 - 8
Salas de conferencias, aulas y escuelas	4 - 10
Restaurantes, casinos y comedores	5 - 10
Comercios en general	6 - 10
Cuartos de baño y guardarropas	8 - 10
Salas de acumuladores	8 - 15
Supermercados	8 - 15
Cafés y bares	10 - 12
Salas de espectáculos y baile	10 - 15
Clinicas, hospitales y laboratorios	6 - 10
Clinicas de cirugía y quirófanos	10 - 20
Sanitarios públicos	15 - 20
Salas de enfermos infecciosos	20 - 40
Sótanos y almacenaje	6 - 12
Sótanos de estacionamiento	10 - 15
Cuartos de basura	10 - 20
Cocinas, reposterías y pastelerías	10 - 20
Panaderías	20 - 30
Talleres, fábricas y almacenes	6 - 12
Manufacturas, textiles y del papel	10 - 20
Salas de copias y fotografía	12 - 20
Fábricas de productos insalubres	12 - 25
Tintorerías, lavanderías y salas de máquinas	15 - 20
Centrales eléctricas	15 - 30
Salas de calderas	20 - 30
Fundiciones	20 - 30
Quemadores de basura y residuos	20 - 40
Talleres de pintura	25 - 50
Hornos de cocción	30 - 60

* Valor de orientación para algunos locales comunes en la práctica.

Fuente: Siemens, Folleto de Ventiladores Siemens. Pág. 4

Datos preliminares:

Número de personas en el área: 11 personas

Tipo de proceso: Inyección, Soplado y termoformado

Renovaciones de aire necesarias por persona: 60 hora/m³ (Tabla XX)

Altura del techo: 3.6 m

Longitud: 12 mts

Ancho: 15.3 mts

Renovaciones de aire por hora: 12 para un taller (ver tabla XXII)

Entrada de aire natural: Puerta principal de 2.6 mtsX2.9 mts

Sobrepresión estática: 30 N/m² (Ver tabla XXI)

Volumen: largoXanchoXaltura

Volumen: (12 mt)X(15.3)X(3.6 mts)= 660.96 mts³

$Q = (660.96 \text{ m}^3) \times 12 = 7,931.52 \text{ m}^3/\text{h} = 2.2032 \text{ m}^3/\text{seg}$

Se tomó en cuenta las renovaciones de aire según el lugar ya que debida a la cantidad de personas aplicable, y las renovaciones por personas se utiliza cuando son hospitales, teatros o salas de cine.

Con base a este dato se procede a elegir un tipo de ventilador adecuado mediante la tabla XIX que refiere a ventiladores monofasicos creando una combinación de extractores e inyector de aire.

Tabla XXIII. Tipo de ventilador según caudal de aire necesario a renovar

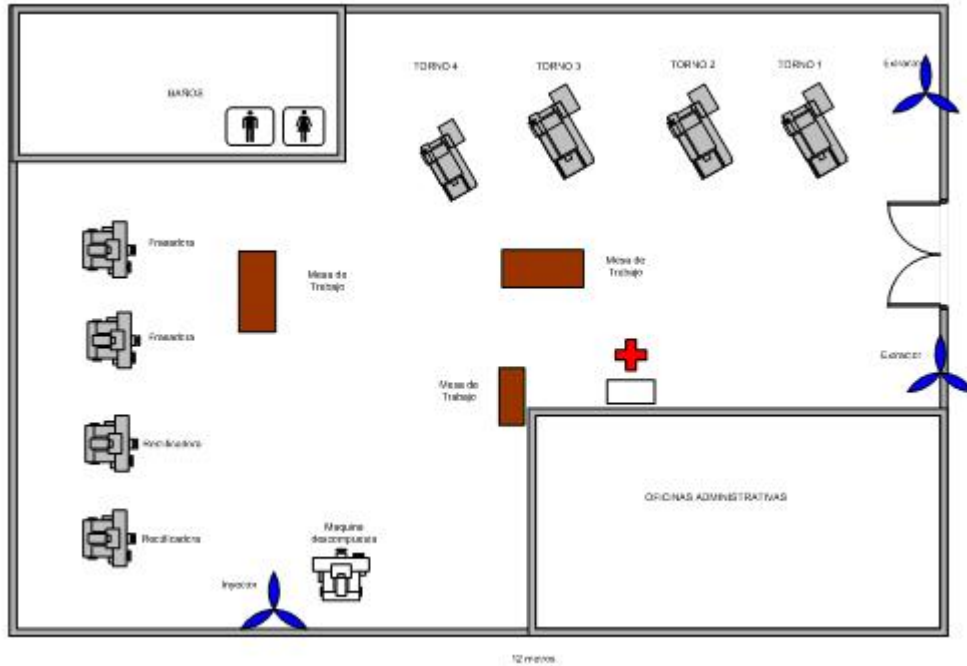
Caudal de aire Q (m/s) impulsado bajo diferentes sobrepresiones estáticas*							
Ventilador tipo	Sobrepresión N/m ²						
	0	30	50	100	150	200	300
2CC2 254	0.38	0.25	0.16				
2CC2 314	0.70	0.60	0.53				
2CC2 354	1.01	0.90	0.87	0.50			
2CC2 404	1.45	1.30	1.18	0.90			
2CC2 504	2.93	2.75	2.70	2.40	2.17	1.80	
2CC2 634	5.33	5.20	5.10	4.76	4.50	4.10	2.45
2CC1 714	8.37	8.20	8.10	7.80	7.80	7.00	6.00
2CC2 506	1.92	1.75	-	-	-		
2CC2 636	3.55	3.32	3.10	2.50	1.65		
2CC2 716	5.27	5.25	4.98	4.48	3.84	3.10	

* Aire impulsado por los ventiladores Siemens.

Fuente: Siemens, Folleto de Ventiladores Siemens. Pág. 2

De acuerdo con la tabla de caudales se pueden elegir varios tipos de ventiladores y la cantidad dependerá el caudal total necesario en el lugar. Se elegirán 3 ventiladores de tipo 2CC2354 ya que sumando los caudales para llegar al caudal calculado, debido a la forma perimetral del lugar y se ubicaran como se muestra en la siguiente gráfica:

Figura 9. Distribución recomendada para los 3 ventiladores axiales de pared.



Gráfica 3. De elaboración propia.

La dimensión general para el modelo electo se detalla en la siguiente tabla XX:

Tabla XXIV. Dimensiones en milímetros de ventiladores de tipo monofásico

Dimensiones generales							
Monofásicos							
Tipo	A	B	C	D	E	F	d
2CC2 254-5YC3	360	340	252	262	145	215	10.5
2CC2 314-5YC3	430	410	318	328	145	238	10.5
2CC2 354-5YC3	465	445	356	366	145	236	10.5
2CC2 404-5YC3	515	490	402	412	145	234	10.5
2CC2 404-5YB6	515	490	402	412	145	205	10.5

Fuente: Siemens, Folleto de Ventiladores Siemens. Pág. 2

Tabla XXV. Datos técnicos de los ventiladores monofásicos

Datos Técnicos					
Tipo	Diámetro mm.	Caudal m3/s	Potencia kW	Intensidad (A)	Nivel Ruido (dB) (A)
Con motor monofásico, 110 V., 4 polos, 1800 RPM					
				110V	
2CC2 254-5YC3	250	0.38	0.050	0.8	62
2CC2 314-5YC3	316	0.70	0.088	1.5	62
2CC2 354-5YC3	350	1.01	0.110	1.9	68
2CC2 404-5YC3	400	1.45	0.220	3.2	74
2CC2 504-5YA3	500	2.93	0.700	8.3	78

Fuente: Siemens, Folleto de Ventiladores Siemens. Pág. 2

La inversión en compra e instalación de los ventiladores es la siguiente:

Costo unitario por ventilador de tipo 2CC2314: Q 1,775.00

Costo de Instalación de 3 Ventiladores: Q2,350.00

Costo total: $3 \times Q1,775.00 + 2350 = Q 7,675.00$

Costo de consumo eléctrico mensual

Horas de uso diario: 10 horas

Horas de uso mensual: 240 horas (26 días aproximado)

Costo aproximado por kwatts hora: Q 1.15

Consumo kilowatts/h al mes: $240 \text{ horas} \times 0.088 \text{ kwatts} = 21.12 \text{ Kwatts/ventilador}$

Costo total por 3 ventiladores: $3 \times 21.12 \text{ Kwatts/ventilador} \times Q 1.15/\text{Kwatts} = Q 63.36$

Tabla XXVI. Tabla de inversión de compra en ventiladores

TIPO DE VENTILADOR	CANTIDAD	COSTO DE INVERSIÓN (COMPRA E INSTALACIÓN)	CONSUMO EN WATTS POR VENTILADOR	COSTO ENERGÉTICO MENSUAL
Campana HID	3	Q 7,675.00	88	Q 63.36

Fuente: Elaboración propia

3.2.3 Material necesario para la implementación del diseño

A continuación detalle de los materiales necesarios para la implementación:

MATERIAL	CANTIDAD
Ventiladores monofásicos de tipo 2CC2 314.	3

Trabajos de Infraestructura

TRABAJO	MANO DE OBRA Involucrada
Crear espació físico en pared para empotramiento de los ventiladores	Albañeles y supervisor de obra civil
Cableado Eléctrico	Electricistas

3.3 Medidas de seguridad e higiene en el área trabajo

Un conjunto de medidas y acciones encaminadas a evitar los accidentes en un lugar específico y adicional las condiciones de trabajo de seguridad e higiene en un lugar específico; en consecuencia las medidas y acciones ayudan a

contribuir al mejoramiento de la calidad del área de los procesos que se realizan en ese lugar.

Cuando los accidentes no se investigan correctamente, las causas específicas que lo produjeron no quedan muy claras lo cual puede producir nuevos accidentes y para eso se deben tomar medidas correctivas que se apliquen en forma adecuada y no con el peligro de que un nuevo accidente vuelva a presentarse.

Las principales causas de accidentes en el trabajo son ocasionados por:

- **Imprudencia:** Cuando un trabajador no mide las consecuencias que puede ocasionar y realiza actos negativos para la empresa.
- **Ignorancia:** Al no tener conocimiento de uso del equipo que se utiliza en la empresa.
- **Descuido:** Cuando el trabajador no atiende a lo que se le asigna.

Los principales accidentes en la industria son ocasionados por:

- **Manejo de maquinarias:** al no estar capacitadas en el manejo de las mismas.
- **Por juego:** al tener un descuido con el uso de materiales inflamables y materiales tóxicos.

3.3.1 Equipo de protección personal

El uso de equipo protector personal es una consideración importante y necesaria en seguridad industrial. Lamentable en nuestro medio los trabajadores no ven con gusto la utilización de estos dispositivos de seguridad personal y la no utilización de estos tipos pueden causar riesgos en el área de trabajo causando accidentes graves, por tal motivo se hace necesario cambiar

de mejor manera el ambiente en el trabajo para reducir lo que denominamos la resistencia al cambio.

Por el tipo de trabajo se es necesario proteger tres áreas del trabajador que son:

- 1) Ojos
- 2) Manos
- 3) Pies

Equipo protección de los ojos:

Es importante la protección de los ojos debido al tipo de desperdicio que puede producir la maquinaria del lugar como lo es el torno y fresadora, por este motivo se recomienda un tipo de Gafa para polvo. Este tipo de gafas son construidas con pantallas laterales especiales para ventilación y salvaguardar los ojos en todas direcciones contra polvos y pequeñas partículas volantes, utilizadas en trabajos con metal entre otros.

Equipo de protección de manos:

El proteger el área de las manos es importante debido a que la mayoría de accidente se produce en esta área por tal motivo, se debe elegir un tipo de protección que se adecue al trabajo, en este caso lo recomendable es la utilización de guantes que protegen contra el calor y materiales con filo

Además de proteger las manos se recomienda proteger el área del antebrazo esto se hace con mangas fabricadas de fibras ideales para proteger contra chispas, electricidad, objetos ásperos y golpes ligeros.

Equipo de protección de pies:

Por el tipo de material que se maneja en el área de trabajo es recomendable un calzado con punta de seguridad que cuenta con una puntera de acero rígido, para ayudar a prevenir las lesiones en los dedos del pie ocasionado por objetos.

3.3.2 Diseño de rótulos de información

La señalización de seguridad es una medida preventiva complementaria de otras a las que no puede sustituir, es una forma básica de prevención que empiezan con la identificación y evaluación de riesgos.

Las medidas para cada rotulo de seguridad será de 42 cm. de longitud por aproximadamente 40 cm. de ancho. El material para este tipo de material es de plástico.

La señalización es importante para la información del trabajador y cualquier otra persona ajena a la empresa. Para el área de estudio toman las señales mas usadas en seguridad como lo son las señales de obligación, señales referente a equipos contra incendio y las de salvamento o evacuación.

Con respecto a señales de obligación toman en cuenta el de usar equipo de protección personal basados en el punto anterior:



Protección obligatoria
de la vista



Protección obligatoria
de los pies



Protección obligatoria
de las manos

Con respecto a señales de equipo contra incendio es el siguiente:



Señal de ubicación de extintores.

Con respecto a señales de de salvamento o socorro se tomaran las siguientes:



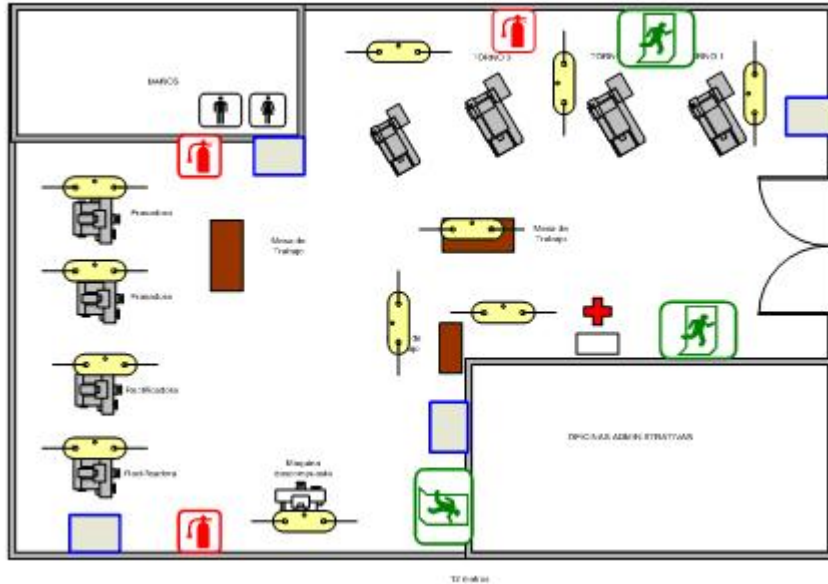
Ruta de evacuación del lugar



Ubicación de botiquín.

A continuación se presenta una grafica que indicara la ubicación de cada señal:

Figura 10. Distribución de rótulos de seguridad en el área de producción



3.3.3 Delinear áreas de trabajo y zonas de peligro.

Para crear un ambiente agradable es aconsejable que las superficies de las paredes sean pintadas con los colores que indique el diseño de iluminación para lograr mejorar factores como luminosidad y en si la apariencia general del lugar. Adicionalmente, se debe delinear zonas de riesgo en el piso y maquinaria entre otros.

Por medida seguridad es importante delinear el área de trabajo es decir donde se realiza el proceso hombre-maquina, por ejemplo donde se encuentran los tornos, fresadoras, etc. Tomando como base los colores universales de seguridad delinearíamos las áreas de riesgo del lugar.

Tabla XXVII. Colores universales de seguridad.

COLOR	SIGNIFICADO
ROJO	Se utiliza exclusivamente en relación con equipo de prevención y combate de incendio
ANARANJADO	Puntos peligrosos de maquinaria que puedan cortar, apretar, causar choque o en su defecto causar lesión.
AMARILLO	Señal universal de precaución. Se utiliza con mayor frecuencia para marcar áreas cuando existen riesgos de tropezar, caer, golpearse contra algo o quedar atrapado entre objetos.
VERDE	Color de seguridad básico, ubicación de equipo de primeros auxilios, rótulos de seguridad.
AZUL	Color preventivo. Es una advertencia específica en contra de utilizar equipo que este en reparación.
MORADO	Indica presencia de radiación.
NEGRO, BLANCO, COMBINACIÓN	Indica sitios de tránsito, pasillos cerrados y ubicación de botes de basura

Fuente: Jhon Grimaldi, La Seguridad Industrial su administración. Pág. 342

El tipo de pintura a utilizar para delinear en las áreas de riesgo ya mencionada debe ser de tipo epóxica debido a que la protección que produce esta pintura es del 100% para varios años dependiendo del cuidado mismo. El color a utilizar es el amarillo, ya que con esto indicamos que dicha área representa un riesgo para cualquier persona ajena al área de trabajo y la franja a pintar en el piso debe de ser aproximadamente de 10 cm. de ancho con un grosor de de 3 a 5

milímetros (recomendado), el área a delinear debe de ser un cuadrado donde se incluya la maquina y el operador.

Como recomendación en las maquinas, los puntos críticos que puedan causar daño al operador deben de pintarse de color anaranjado.

En la entrada de ingreso al área de trabajo se puede pintar una combinación de color negro y blanco para indicar zona de de transito en el lugar de trabajo.

Debido que es un área donde existe mucha maquinaria se recomienda tener extinguidotes contra incendio, el tipo a utilizar debe de ser de polvo químico y de Dióxido de Carbono. Se tomaron en cuenta estos dos tipos extinguidores debido a la eficacia de los mismos para áreas exteriores como interiores.

3.3.4 Diseño de reglamentos de seguridad industrial.

El reglamento de seguridad es el punto de partida para prevenir riesgos en el trabajo; si se desea reducir al mínimo la posibilidad de sufrir un accidente en nuestro lugar de trabajo es necesario establecer un conjunto de actividades que nos permitan recopilar toda la información adecuada para detectar las áreas, así como las condiciones que rodean a los trabajadores en esa zona con el fin de poder emprender las acciones correspondientes necesarias.

El reglamento de seguridad se debe de considerar la formación e información sobre señalización a los trabajadores, indicando la importancia de obedecer las indicaciones. A continuación se representan una serie de recomendaciones para una guía de reglamentos que nos ayudan a realizar prácticas seguras, y que la gerencia de la empresa debe determinar el final que se aplique al área:

1. Trabaje en un área limpia.
2. Procure trabaja en un área bien iluminada y bien ventilada.

3. Identifique que su maquinaria este en buen estado, antes de ponerla en operación.
4. Familiarizase con su maquinaria y equipo antes de tocarla, lea las instrucciones y/o operaciones de control y aclare sus dudas.
5. Verifique que su equipo posea indicaciones visibles, palancas, manuales, etc. En buen estado y que las guardas se encuentren en su sitio.
6. Reporte cualquier anomalía de su equipo.
7. Utilice su equipo de protección personal.
8. Nunca trate de hacer reparaciones improvisadas o riesgosas con su equipo.
9. Si tiene una maquina a su cargo no permita que otra persona no autorizada la utilice.
10. Observe siempre las reglas de políticas de seguridad dentro del área de trabajo.
11. Si va a operar algún equipo o maquinaria no debe de llevar puestos: collares, pulseras, relojes, corbatas, o ropa que pueda atorarse con algún componente durante la operación de la maquinaria.
12. Recuerde que las bromas o juegos dentro del área de trabajo no están permitidas, evite disgustos o llamadas de atención.
13. Informe de cualquier condición de inseguridad que observe en su área.
14. Al terminar de usar su equipo de protección personal guárdelo en el lugar correspondiente.

4 IMPLEMENTACIÓN DE DISEÑOS EN EL ÁREA DE TRABAJO

4.1 Costo globales de implementación

A continuación la tabla de detalles de los costos generales para la implementación de de los diseños en las áreas de trabajo:

Tabla XXVIII. Costos Globales en implementación de diseños

COSTOS GLOBALES EN IMPLEMENTACIÓN DE DISEÑOS

No.	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Diseño de Iluminación				
1	Pintura del área de producción	1	Q1,043.70	Q1,043.70
2	Compra e instalación de Lámparas	11		Q 6,694.00
Diseño de Ventilación				
1	Compra de Ventiladores	3	Q1,775.00	Q5,325.00
2	Obra Civil	1	Q250.00	Q250.00
3	Instalación de Ventiladores	1	Q2,100.00	Q2,100.00
Implementación de Seguridad Industrial				
1	Pintura para delimitación de área	1	Q220.00	Q220.00
2	Rótulos de seguridad Industrial	11	Q735.00	Q735.00
3	Capacitación de Normas de Seguridad	1	Q300.00	Q300.00
4	Mueble especial para almacenar herramientas	1	Q3,500.00	Q3,500.00
5	Compra de Extinguidores tipo BC	3	Q1,450.00	Q4,350.00

COSTO TOTAL DE DISEÑOS

Q20,883.00

Costo de Inversión en Diseño de Iluminación
 Costo de Inversión en Diseño de Ventilación
 Costo de Inversión en Medidas de Seguridad

Q4,103.00

Q7,675.00

Q9,105.00

TOTAL

Q20,883.00

4.2 Actividades necesarias para la implementación del diseño de Iluminación

4.2.1 Tiempo necesario y cronograma de actividades de la implementación

El tiempo necesario para la implementación de actividades se tomo en base a consultas realizadas con distintos proveedores, el rango aproximado para la implementación es de 18 días. El cronograma de actividades para la implementación se muestra en la siguiente tabla:

4.2.2 Mano de obra necesaria

Para la implementación del diseño de iluminación se requiere el involucramiento del personal electricista, un pintor de brocha gorda y personal de la empresa.

Para la instalación de las lámparas en lugar se necesitan 2 electricistas quienes se encargaran en la realización de las actividades ya descritas en el inciso anterior.

Para la supervisión se necesita que el jefe del área sea el encargado de evaluar el trabajo realizado en base al plano aprobado para el diseño.

En base al trabajo realizado para la instalación de las luminarias es necesario que el pintor realice el trabajo de pintar toda el área según el color elegido en el diseño para lograr los resultados esperados.

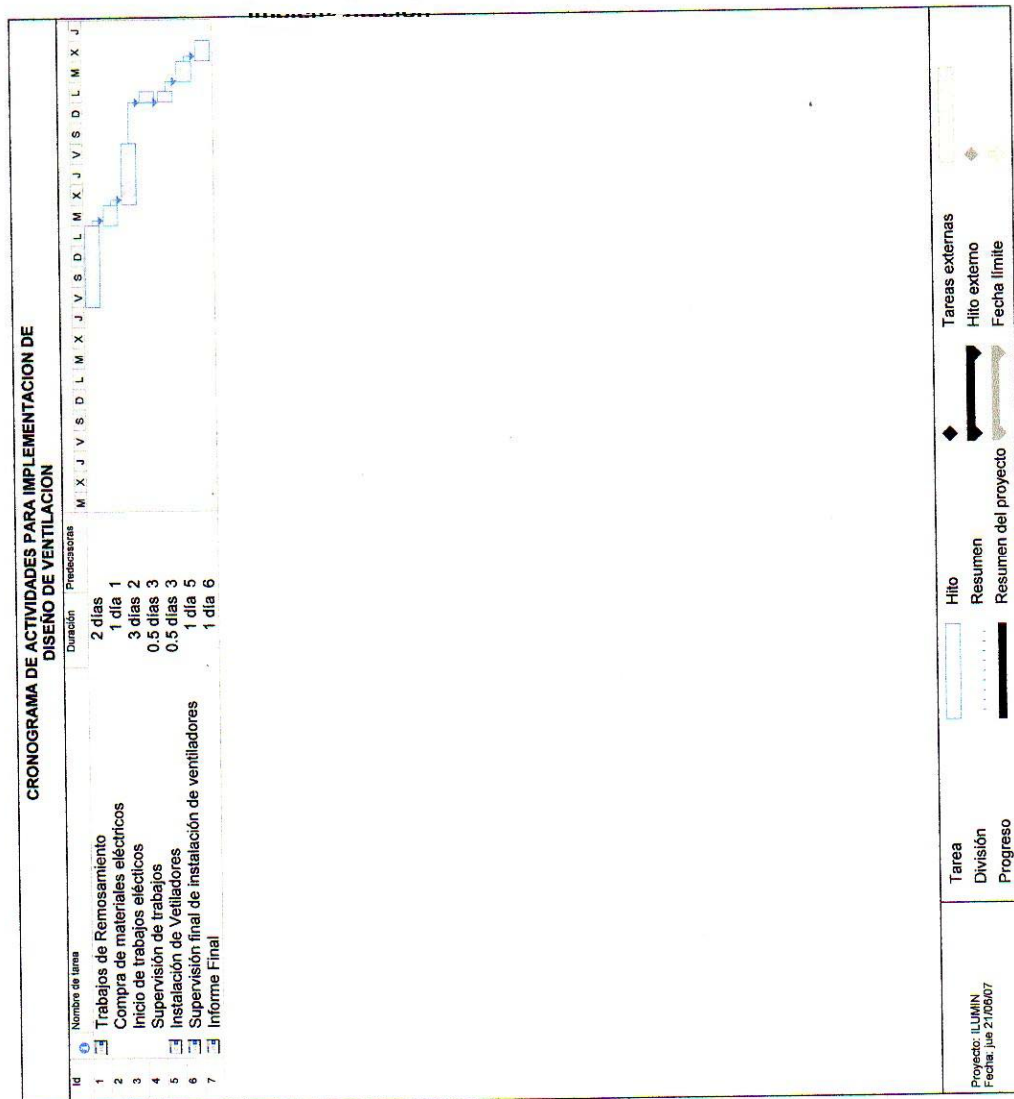
4.2.3 Supervisión de la implementación

En la supervisión es necesario que el jefe o encargado realice según lo estipulado en el cronograma de trabajo y con lo establecido al plano de las lámparas, debido a que los trabajos que se atrasen generan gastos innecesarios que no estén contemplados en los costos previamente establecidos.

En la supervisión es necesario que se lleve una bitácora diaria en donde se indique los avances significativos o problemas surgido en la implementación, esto con el fin de que sean evaluados y corregidos a tiempo.

4.3 Actividades necesarias para la implementación del diseño de ventilación.

4.3.1 Tiempo necesario y Cronograma de actividades de la implementación



4.3.2 Mano de obra necesaria

Para la implementación del diseño de ventilación se requiere el involucramiento de personal técnico en el área de ventiladores, electricista y personal de la empresa.

Para la instalación de los ventiladores en lugar se necesitan un electricista quienes en conjunto realizaran según lo acordado en el estudio.

Para la verificación al igual que el diseño de iluminación se necesita que el jefe del área sea el encargado de evaluar el trabajo realizado en base al diseño.

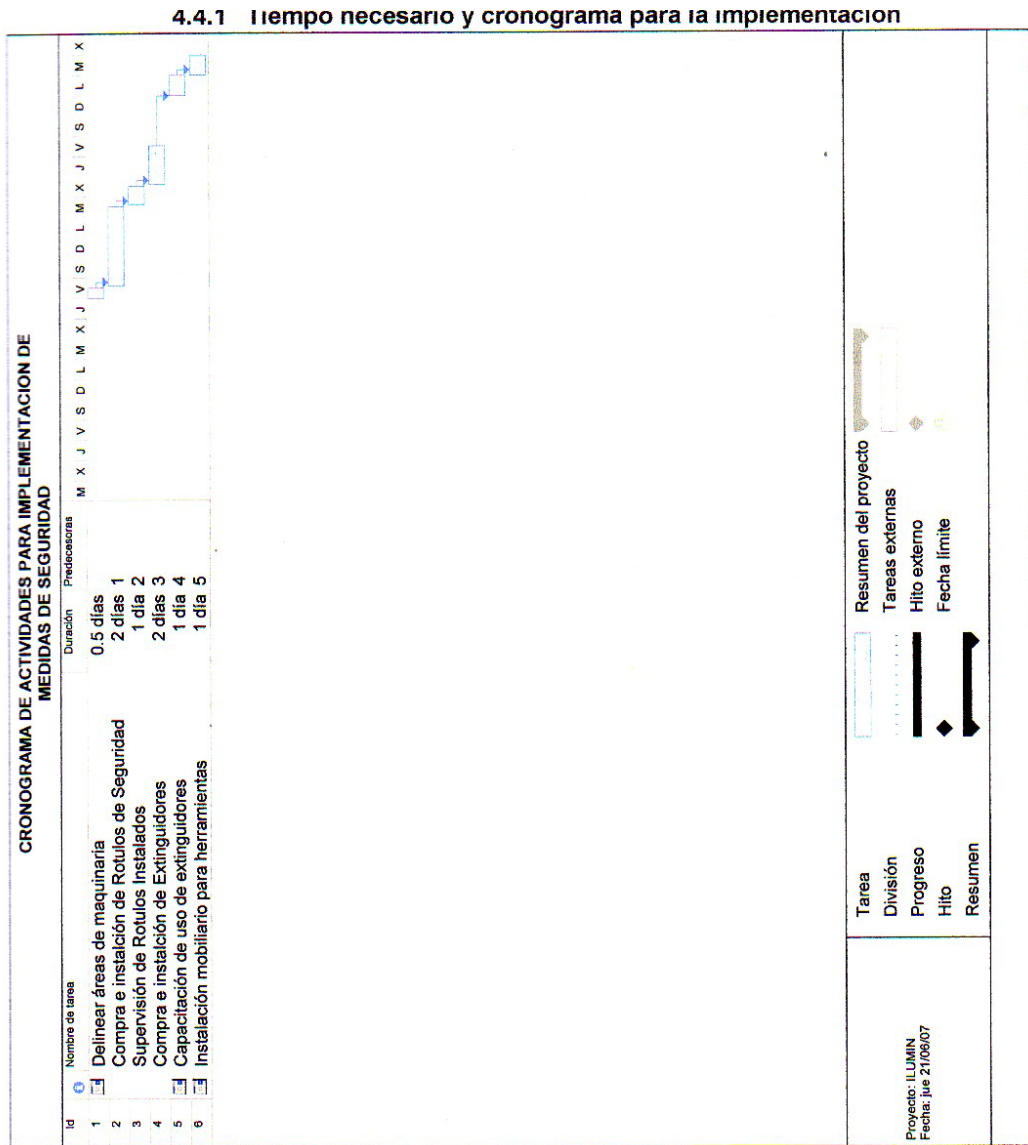
4.3.3 Supervisión en la implementación

En la supervisión es necesario que el jefe o encargado realice según lo estipulado en el cronograma de trabajo y que no existan atrasos por parte de las personas encargadas, En cada instalación es necesario que se verifique la forma en que fueron instaladas las partes desde el cableado eléctrico hasta el ventilador esto con el fin de que no existan empalmes flojos que puedan causar corto circuito y dañe el cableado general de la empresa.

En la supervisión es necesario que se lleve una bitácora diaria en donde se indique los avances significativos o problemas surgidos en la implementación, esto con el fin de que sean evaluados y corregidos a tiempo.

4.4 Actividades necesarias para la implementación de Medidas de Seguridad

4.4.1 Tiempo necesario y cronograma para la implementación



4.4.2 Mano de obra necesaria

Para la implementación de medidas de seguridad requiere el involucramiento de personal de la empresa, los proveedores que darán la capacitación adecuada al personal de trabajo e implementarán la seguridad necesaria.

En referencia a la capacitación se debe realizar como mínimo dos veces al año, esto estará a cargo de la parte administrativa que evaluará y monitoreará la necesidad de la empresa.

4.4.3 Supervisión

En la supervisión es necesario que se designe a un trabajador intermediario entre la empresa y los empleados, esto debido a que en lo referente a seguridad industrial es conveniente hacer conciencia entre los empleados sobre la importancia de seguir un reglamento y políticas propias de la empresa.

Adicionalmente, la persona designada se encargará de supervisar las instalaciones de los rótulos de seguridad y la ubicación adecuada de los extinguidores contra incendio.

En la supervisión se debe crear un informe sobre lo instalado en la empresa, con este informe se puede tener un comparativo de evaluación el tiempo.

5 SEGUIMIENTO Y MEJORAS DE LAS ÁREAS DE TRABAJO

5.1 Modelo de monitoreo de funcionamiento de luminarias y ventilación.

Para monitorear el funcionamiento de las luminarias se debe realizar un mantenimiento preventivo de 2 veces al año debido a que por la eficiencia de este tipo de lámparas de 20000 hrs. por lámpara, no requiere un mantenimiento constante.

El mantenimiento preventivo debe considerar los siguientes puntos:

- Limpieza superficial de cada tubo fluorescente
- Limpieza de balastos y laminas reflectoras
- Medición de corriente en cada Terminal que suministra corriente a cada lámpara.
- Revisión del estado del cableado eléctrico.
- Revisión de caja de flipones.

En este tipo de mantenimiento se evaluará, si es necesario sustituir dispositivos, tubos etc. Las personas involucradas en el mantenimiento son un electricista y un empleado designado por gerencia para el mantenimiento. Dicho mantenimiento debe ser realizado en día en que el personal no se encuentre laborando.

En base a lo anterior se propone este cuadro de control en donde se registrará la información de cada mantenimiento (Ver Apéndice I).

Para el mantenimiento de ventilación se recomienda un mantenimiento preventivo al año para lo cual se debe evaluar los siguientes aspectos:

- Limpieza general de de aspas del ventilador
- Medición y limpieza de los motores de cada ventilador.

En el apéndice II se muestra un modelo de evaluación para el mantenimiento preventivo de cada ventilador:

5.2 Capacitación

Se recomienda programar una capacitación sobre medidas de seguridad. Esto incluye políticas de seguridad, fortalezas y deficiencias obtenidas en periodos de evaluación, manejo y conservación en el uso de extinguidores.

La capacitación se debe realizar una vez cada seis meses con el fin de que exista una retroalimentación. La capacitación debe cumplir una serie pasos para su organización:

- Asegurar la participación de la gerencia, para lograr un compromiso visible de la gerencia para con la seguridad.
- Detallar el plan de capacitación, en donde se determine el objetivo, normas y el método elegido para su implementación
- Crear una mayor conciencia en la importancia de cumplir con los reglamentos de seguridad.

5.3 Modelo de inspección en las áreas de trabajo

En el apéndice III se muestra un modelo para la inspección de las áreas de trabajo según ubicaciones de las maquinarias, este tipo de modelo servirá de base para un control estadístico de accidentes en el área de trabajo.

5.4 Control estadístico de accidentes en áreas de trabajo:

El control estadístico tiene por objetivo que se preste atención al ambiente de trabajo y a los peligros que lo rodean. Con esto se consigue más producción y más seguridad en el trabajo.

Entre las ventajas de implementar un control estadístico de accidentes podemos mencionar:

- Control de lesiones y enfermedades profesionales a los trabajadores
- Control de daños a los bienes de la empresa como instalaciones y materiales
- Menores costos de seguros e indemnizaciones
- Control en las pérdidas de tiempo
- Menor rotación de personal por ausencias al trabajo o licencias médicas
- No se pierde tiempo en cotizaciones para reemplazo de equipos
- Involucramiento, liderazgo, imagen
- Continuidad del proceso normal de producción

En base a las evaluaciones de cada semana se debe determinar las causas de los accidentes, tomar acción para que estos no se repitan en el futuro.

Para el control de los accidentes que produjeron la pérdida en la empresa, es fundamental que exista difusión de la investigación del accidente, en toda la empresa a modo de comunicación integral semanal. Esto tiene por objeto fundamental que el análisis del accidente permita un control de los riesgos por el personal que no estuvo involucrado en el accidente.

En el apéndice IV y V se presentan formatos de control de accidentes en las áreas de trabajo.

CONCLUSIONES

1. Los diseños de iluminación y ventilación propuestos mejoran las condiciones en el área de trabajo, aumentan la productividad y la eficiencia del trabajador. La iluminación y la ventilación adecuada contribuyen al confort del trabajador y reduce un porcentaje en los accidentes en el área de trabajo.
2. Una iluminación adecuada no se mide en función de la cantidad de lámparas que se instalen sino en la distribución de las mismas, como se observó en la distribución actual en el área de producción, en la cual se tenían instaladas demasiadas lámparas que se encontraban mal distribuidas.
3. La mala iluminación en la empresa ocasiona daños en la visión del trabajador, reduciendo su precisión y aumentando la fatiga visual.
4. Las políticas internas en la empresa ayudan a mejorar la forma en que los trabajadores deben de conducirse en sus labores reduciendo los accidentes en el trabajo, las políticas internas deben de ser reforzadas con capacitaciones en instructivos para una mejora continua.
5. La resistencia al cambio en la empresa se disminuye a medida que el trabajador se involucre en la realización de las políticas internas en el área de trabajo. Al tomar en cuenta las recomendaciones y las necesidades del trabajador, contribuirá a que este se identifique con la empresa y entienda la importancia del cambio.

6. El Diseño de ventilación propuesto puede mantener la temperatura entre los 18° a 23°, generando un ambiente confortable para el trabajador. El diseño propuesto busca mantener en el rango de temperatura tomando en cuenta el calor que genera la maquinaria y el cuerpo humano.

7. Los diseños propuestos de iluminación y ventilación son aplicables a cualquier entorno trabajo similar, contribuyendo al mejoramiento del confort del trabajador aumentando la eficiencia y a la vez beneficiándose la misma empresa.

8. Los diseños de ventilación e iluminación están respaldados por controles específicos que ayudan al cumplimiento y mantenimiento de cada diseño, ya que no es suficiente implementar diseños propuestos sin que exista la supervisión adecuada.

RECOMENDACIONES

1. Las medidas físicas del área de trabajo y conocer el tipo de trabajo a realizar son datos primordiales para la implementación de un diseño de iluminación.
2. El mantener un ambiente limpio y confortable en un área de trabajo es responsabilidad de los trabajadores, este tipo de conducta, en el momento que se implemente un diseño de iluminación y ventilación en el área e trabajo, facilita la forma en como se implementen los diseños.
3. Al momento de elegir las lámparas para un área específica de trabajo es importante tener varias opciones, realizando un comparativo en el tiempo de vida, consumo de energía y modelo.
4. Es importante capacitar al personal por lo menos dos veces al año en el tema de seguridad y presentar resultados alcanzados con el cumplimiento de medidas de seguridad.
5. Al personal nuevo de la empresa es importante que se le proporcione la inducción adecuada tanto al trabajo, como a la empresa, haciendo énfasis a importancia de la seguridad en el área.
6. La creación de entradas de aire natural para la renovación es la forma más sencilla y adecuada para un lugar que maneja cierta cantidad de maquinaria.

7. La supervisión adecuada en la implementación de los diseños de iluminación y ventilación permite la reducción de fallas al momento de que se evalúe de forma periódica el funcionamiento de los dispositivos instalados (lámparas, ventiladores).

8. Las creaciones de los controles es importante recavar la información más importante que ayude al mejoramiento del área de trabajo como también el detectar alguna falla que pueda corregirse en el momento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Niebel, Benjamín., Andris Freivalds. **Ingeniería industrial**. 11 ed. México: editorial Alfaomega 2004, 746 pp.
2. Miller, David, J.W. Schmidt. **Ingeniería Industrial e investigación de Operaciones**. México: editorial Limusa 1992, 508 pp.
3. Criollo García, Roberto. **Estudio del Trabajo**. México: editorial McGraw Hill 1995, 155 pp.
4. Tobar Guzmán, Edwin Giovanni. Diseño y automatización del sistema de control de inventarios en el almacén de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Tesis del Ing. Ind. Guatemala, universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 2003, 148 pp.
5. Grimaldi, Jhon., Rolling Simonds. **La Seguridad Industrial su Administración**. México: editorial Alfaomega 1999 350 pp.
6. Cerna, Laza, Dr., **Ingeniería de Seguridad**. México: editorial Porrúa, 1980.
7. Treviño Uribe, Jaime., **Ingeniería de Métodos**. México: editorial ITESM, 1980.
8. Rubio Montes, Carlos Antonio. Consideraciones para la selección e instalación de un sistema de ventilación. Tesis del Ing. Ind. Guatemala, universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 2000, 115 pp

APÉNDICE I

Control de Mantenimiento Preventivo para Iluminación en Área de Trabajo

No. de Mantenimiento

Fecha de mantenimiento

Puntos a Evaluar

Limpeza y Estado de Lámparas de las 11 Lámparas

	Medición de terminal y Funcionamiento de cada lámpara		Limpeza de tubos	Limpeza de Balastro	Observación para el próximo mantenimiento
	Bueno	Malo			
Lámpara 1					
Lámpara 2					
Lámpara 3					
Lámpara 4					
Lámpara 5					
Lámpara 6					
Lámpara 7					
Lámpara 8					
Lámpara 9					
Lámpara 10					
Lámpara 11					

Revisión y estado del cableado Eléctrico		Observación		Revisión y estado de Caja Eléctrica		Observación	
Disposición y funcionamiento del cableado eléctrico				Disposición y funcionamiento de Caja de Flipones			
Bueno				Bueno			
Regular				Regular			
Malo				Malo			
Observaciones Generales				Nombres y Firmas de personas Encargadas del Mantenimiento			

APÉNDICE II

Control de Mantenimiento Preventivo para Ventiladores

No. de Mantenimiento

Fecha de mantenimiento

Puntos a Evaluar

Limpeza y Estado de Ventiladores

	Estado del ventilador		Limpeza de Aspas	Limpeza de Carcaza	Observación para el próximo mantenimiento
	Bueno	Malo			
Ventilador 1					
Ventilador 2					
Ventilador 3					

	Modelo del Motor	Limpeza	Funcionamiento y conexiones		Observación para el próximo mantenimiento
			Bueno	Malo	
Motor 1					
Motor 2					
Motor 3					

Revisión y estado del cableado Eléctrico		Observación	Revisión y estado de Caja Eléctrica	Observación
Disposición y funcionamiento del cableado eléctrico			Disposición y funcionamiento de Caja de Filpones	
			Bueno	
			Regular	
Bueno			Malo	
Regular			Nombres y Firmas de personas Encargadas del Mantenimiento	
Malo				
Observaciones Generales				

APÉNDICE III

Fecha Inspección							
Puntos a Evaluar	Áreas según ubicación de maquinaria						
Funcionamiento de Maquina		Evaluación del operador		Evaluación del área		Puntuación general 1 a 10	Observaciones Generales
Bueno	Malo	Uso de implementos de seguridad		Limpieza del lugar			
		SI	NO	Observación	Buena	Regular	Mala
Maquina 1							
Maquina 2							
Maquina 3							
Maquina 4							
Maquina 5							
Maquina 6							
Maquina 7							
Maquina 8							
Maquina 9							
Maquina 10							
Maquina 11							
Orden de Herramientas		Observaciones Generales/Descripción de Accidentes en áreas de trabajo					
Bueno							
Regular							
Malo							

APÉNDICE IV

COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD

Semana xx/xx/ al xx/xx del 2xxx

Semana

Fecha Accidente	NOMBRE DE ACCIDENTADO	AGENTE MATERIAL	LESION						TIPO DE AGENTES						
			CLASE DE ACCIDENTE (1 A 6)	CABEZA	OJOS	TRONCO	MANO	PIE	HERRAMIENTA	OBJ. PUNZANTES	CORRIENTE ELECTRICA	POLVOS PARTICULAS	SOBRESFUERZOS	ATRAPAMIENTOS	INCENDIO
TOTALES															

1 Caída de personas
2 Caída de Objetos

3. Choque con objeto
4. Golpes

5. Cortes con objetos
6. Contacto con sustancias

APÉNDICE V

		Áreas de Trabajo							Semanas			
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4
Clase de Accidentes	Caida de personas											
	Caida de Objetos											
	Choque con objeto											
	Golpes											
	Cortes con objetos											
	Contacto con sustancias											
Parte Lesionada	Ojos											
	Tronco											
	Miembro superior											
	Mano											
	Miembro inferior											
	Pie											
Agente Material	Maquinaria											
	Herramientas mecánicas											
	Medios de Transporte											
	Herramientas manuales											
	Recipientes Móviles											
	Escaleras											
	Productos Químicos											
	Otros											
TOTALES												

