

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

**"PROPUESTA DE UN PLAN PARA LA MEJORA DE PROCESOS EN UNA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS ABRASIVOS EN EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA"**

TESIS DE GRADO

**ADRIANA LUCIA MORENO MARTINEZ**

CARNET 10629-12

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, JUNIO DE 2018  
CAMPUS CENTRAL

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

**"PROPUESTA DE UN PLAN PARA LA MEJORA DE PROCESOS EN UNA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS ABRASIVOS EN EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA"**

TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA

POR  
**ADRIANA LUCIA MORENO MARTINEZ**

PREVIO A CONFERÍRSELE  
EL TÍTULO DE INGENIERA INDUSTRIAL EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, JUNIO DE 2018  
CAMPUS CENTRAL

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.

VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO

VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS

SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

DECANA: MGTR. KAREN GABRIELA MORALES HERRERA DE ZUNIGA

VICEDECANO: MGTR. OSMAN CARRILLO SOTO

SECRETARIA: MGTR. MARYA ALEJANDRA ORTIZ PATZAN

DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JORGE ALFREDO REDONDO CHACÓN

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

ING. LUIS RICARDO JAVIER GOSSMANN - BARQUERO LEIVA

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. LILIAN MARIA PADILLA ROBLEDO

ING. ANGEL DEIFILIO JAVIER

ING. RONALD FERNANDO MORENO GONZALEZ



Universidad  
Rafael Landívar

Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE INGENIERÍA  
No. 0289-2018

### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado de la estudiante ADRIANA LUCIA MORENO MARTINEZ, Carnet 10629-12 en la carrera LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL, del Campus Central, que consta en el Acta No. 0282-2018 de fecha 23 de mayo de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**"PROPUESTA DE UN PLAN PARA LA MEJORA DE PROCESOS EN UNA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS ABRASIVOS EN EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA"**

Previo a conferírsele el título de INGENIERA INDUSTRIAL en el grado académico de LICENCIADA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 13 días del mes de junio del año 2018.

MGTR. MARYA ALEJANDRA ORTIZ PATZAN, SECRETARIA

INGENIERÍA

Universidad Rafael Landívar



Guatemala, 21 de febrero de 2018

Ingeniero  
Jorge Alfredo Redondo Chacón  
Director de Ingeniería Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad Rafael Landívar  
Campus Central

Distinguido Señor Director:

Respetuosamente me dirijo a usted para presentar el informe final de la tesis titulada: **“PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORA DE PROCESOS EN UNA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS ABRASIVOS EN EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA”**, elaborada por la estudiante *Adriana Lucía Moreno Martínez*, identificada con carnet número 10629-12, de la carrera de Ingeniería Industrial.

En cumplimiento de la confianza depositada en mi persona por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rafael Landívar, para asesorar el citado informe, tengo el agrado de comunicarle que he procedido a su revisión y estimo que reúne los requisitos académicos exigibles por esta Universidad; por lo que emito **OPINIÓN FAVORABLE** a dicho documento, a efecto de que sea aceptado y sea nombrada la terna examinadora del alumno para su Defensa Privada de Tesis, previo a su graduación profesional.

Agradezco su distinción, al nombrarme asesor del presente trabajo y aprovecho para suscribir reiterando las muestras de mi más alta estima.

Deferentemente,



Ing. Luis Ricardo Gossmann-Barquero  
Ingeniero Químico Industrial  
Asesor de Tesis

c.c. Archivo

## RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo del estudio pretendió elaborar un plan de acción que aumente la eficiencia del proceso de corte de lija y las utilidades proyectadas en una distribuidora de lija, enfocándose en la gestión de inventarios, las condiciones ambientales, la eficiencia de la maquinaria y la distribución de la planta, ya que estas áreas fueron juzgadas como áreas de oportunidad prioritarias de la empresa luego de una evaluación exploratoria.

De acuerdo al análisis del proceso actual de corte de lija, se observan áreas de oportunidad en las actividades, como transportes y demoras innecesarias, así como algunos tiempos ociosos invertidos en la transformación de la materia prima.

La proporción de desechos es del 8% adjudicado al desempeño de la maquinaria, por lo que se propone afilar la cuchilla de la guillotina cada 100 pliegos con el fin de obtener la mayor eficiencia y reducir los costos por pérdida.

Según el cálculo la rotación del inventario de la empresa, se observa que la empresa no tiene control sobre el inventario y de hecho el dueño manifiesta que es un área a la que no le presta mucha atención, solamente compra el producto que considera que se hace falta. Se propone implementar una gestión de inventarios que optimice los niveles de producto almacenado.

El área de trabajo tiene oportunidad de mejora en la iluminación, ventilación y temperatura ya que ninguna de las tres condiciones se encuentra adentro de los parámetros recomendados por el Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional para la República de Guatemala, Acuerdo Gubernativo 229-2014.

Posterior a la aplicación de las mejoras propuestas, se estiman los siguientes resultados:

- Optimizar los tiempos de las actividades realizadas y distancias recorridas durante el proceso de transformación de rollo de lija a pliegos de liga.
- Reducir los costos de pérdida por rollo en 95% pasando de Q16.19 a Q0.88.
- Lograr una óptima gestión de inventarios como resultado de comprar 8 rollos por pedido, según el modelo de inventarios sugerido.
- Mejorar la iluminación, ventilación y temperatura del área de trabajo con el fin de aumentar la eficiencia del operario.
- Tener un aumento del 50% de las utilidades de la empresa respecto a las utilidades actuales.

## ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEORICO .....</b>	<b>2</b>
Productos abrasivos .....	2
Lija .....	2
Ingeniería de métodos .....	2
Etapas de aplicación .....	2
Diagrama de causa y efecto.....	3
Diagramas de ingeniería.....	4
Diagrama de operaciones del proceso.....	5
Diagrama de flujo de proceso .....	6
Diagrama de recorrido.....	6
Factores de producción .....	6
Mano de obra .....	6
Materia prima .....	6
Maquinaria .....	6
Eficiencia .....	7
Desperdicio.....	7
Condiciones ambientales.....	7
Iluminación .....	8
Ruido.....	9
Ventilación.....	10
Temperatura.....	11
Gestión de inventarios .....	13
Modelos de inventario .....	13
Modelo EOQ (cantidad económica de pedido).....	13
Modelo de la cantidad de orden de producción.....	14
Modelo de descuento por cantidad .....	16
Costos.....	16
Materiales directos .....	17



Mano de obra directa .....	17
Costos indirectos.....	17
Costos totales .....	17
Costos fijos.....	17
Costos variables.....	17
Costeo .....	17
Sistema de costeo absorbente.....	18
Sistema de costeo directo .....	18
Salario.....	18
Jornada laboral .....	19
Punto de equilibrio operativo .....	19
Demanda .....	20
Capacidad.....	20
Estados financieros .....	20
Estado de resultados .....	21
Balance general .....	21
Estado de resultados proforma .....	22
Utilidad.....	23
Análisis valor presente neto.....	23
Índices financieros .....	24
Plan .....	24
Proceso.....	24
<b>III.    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>25</b>
Objetivos.....	26
Objetivo general .....	26
Objetivos específicos .....	26
Hipótesis.....	26
Variables.....	26
Definición de variables.....	27
Alcances y límites .....	27
Aporte .....	28

<b>IV. MÉTODO.....</b>	<b>29</b>
Sujetos.....	29
Unidad de análisis .....	29
Instrumentos.....	29
Procedimiento.....	30
Diseño y metodología estadística .....	32
<b>V. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>33</b>
Proceso actual.....	34
Gestión actual de inventarios .....	40
Uso de la mano de obra .....	42
Proporción de desechos.....	44
Condiciones ambientales en el área de corte .....	46
Desempeño de la maquinaria .....	50
Análisis de la situación actual.....	53
Diagrama causa y efecto.....	53
Áreas del inventario priorizar del material .....	53
Uso de la mano de obra .....	54
Proporción de Desechos.....	56
Condiciones ambientales en el área de corte .....	57
Desempeño de la maquinaria .....	65
Propuesta .....	70
Inventario .....	78
Uso de mano de obra.....	82
Proporción de desechos.....	85
Condiciones ambientales (propuesta).....	87
Costo por año:.....	92
Desempeño de la maquinaria .....	94
Impactos técnicos y económicos .....	96
Análisis Valor Presente Neto.....	99
Comparación de beneficios.....	101

<b>VI.</b>	<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>103</b>
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>107</b>
<b>VIII.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>109</b>
<b>IX.</b>	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>111</b>
<b>X.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>113</b>

## I. INTRODUCCIÓN

La empresa en estudio importa y distribuye productos abrasivos italianos, ubicada en el departamento de Guatemala. Los productos abrasivos son esenciales para múltiples tareas en la industria ferretera e industria automotriz. El uso de lija es necesario en trabajos de carpintería de madera y en otras superficies como metal, vidrio, plástico y cerámica.

La empresa se dedica a comprar rollos de lija y a transformarlos en pliegos, cortándolos por medio de una guillotina de papel. Las instalaciones están ubicadas en la zona 12 de ciudad de Guatemala, es un complejo de dos pisos. La planta baja funciona como bodega y la planta alta es donde está ubicado el área de trabajo. Solamente se corta lija los días sábados, debido a que solamente compran en rollo la lija roja AE grano 36. El resto de lijas las compran en pliegos.

El presente proyecto surgió tras detectar la necesidad de un plan que mejore el proceso de corte de lija de la empresa, con el fin de optimizar recursos y maximizar utilidades. Para llevarlo a cabo será necesario recopilar información en base en las visitas a la empresa para analizar la situación actual de la empresa a través de herramientas de la ingeniería industrial: diagramas, cálculos, modelos, etc. Teniendo un análisis de la situación actual, se concluirán cuáles son las áreas de oportunidad y se procederá a plantear soluciones encaminadas a la mejora de los procesos de la empresa.

El proyecto se va a presentar como una guía del plan de acción que el dueño y cada uno de los trabajadores deberían de seguir para que, al finalizar su implementación, la mejora se vea reflejada en las utilidades de la empresa.

## II. MARCO TEORICO

### **Productos abrasivos**

Nombre genérico de todas las sustancias y materiales empleados para desgastar o pulimentar por frotamiento, en virtud de su mayor dureza, como el esmeril, el papel lija y la piedra pómez. (Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana, 1950).

### **Lija**

La lija está compuesta por un soporte (papel, tela, fibra), adhesivo y granos. El grano es material abrasivo que se adhiere al soporte. La empresa en investigación ofrece abrasivos como: fibra, carburo de silicio, zirconio, y óxido de aluminio en lija en diferentes presentaciones.

El número de grano corresponde a la cantidad de divisiones por pulgada lineal que tiene el tamiz con el que se ha obtenido. Cuanto menor es el número de grano, mayor es el tamaño del grano.

### **Ingeniería de métodos**

Es el conjunto de procedimientos sistemáticos para analizar las operaciones de un proceso y mejorar el trabajo, haciéndolo más eficiente. Sus elementos son: mano de obra, materia prima, maquinaria, herramientas y energía. Tiene un enfoque moderno en eficiencia, calidad, ahorro, recurso humano. Sus métodos de estudio son: producción por lotes, continua y personalizada.

### **Etapas de aplicación**

La ingeniería de métodos se aplica en 8 pasos:

1. Selección de proyectos: identificar si es un proceso o producto nuevo o diferente, cuellos de botella, dificultades de manufactura y criterios técnicos y financieros.
2. Obtención y presentación de datos: adquirir datos de ingeniería, construir diagramas y obtener requerimientos de producción.

3. Análisis de datos: cuestionar cada detalle, identificar puntos de mejora y preparar soluciones generales.
4. Desarrollar el método ideal: una vez identificados todos los problemas y encontrado las soluciones, se aplican técnicas matemáticas, se construyen pasos para eliminar, combinar y simplificar, se estudia la ergonomía, seguridad y productividad para desarrollar el método ideal para presentar las mejoras.
5. Implantación del método: usar herramientas de toma de decisiones, vencer la resistencia al cambio, vender el método al operario, supervisor y gerente, poner en marcha el método y dar capacitación continua.
6. Análisis del trabajo: descripción de trabajo, acomodo de trabajadores con habilidades distintas y dar seguimiento a la implementación.
7. Establecimiento de tiempo estándar: estudio de tiempo con cronómetro, muestreo de trabajo, datos estándar, fórmulas, estandarizar tiempos y ritmos productivos.
8. Seguimiento al método: verificar ahorros, monitorear y evaluar el desempeño y determinar puntos de mejora.

(Niebel y Freivalds, 2014)

### **Diagrama de causa y efecto**

Es un gráfico útil para encontrar la raíz de un problema creado por Kaoru Ishikawa. Es una herramienta que representa la relación entre un efecto y todas las posibles causas que lo originan. Se dibuja en forma de espina de pescado. Se utilizan 3 divisiones o más para que se considere adecuado.

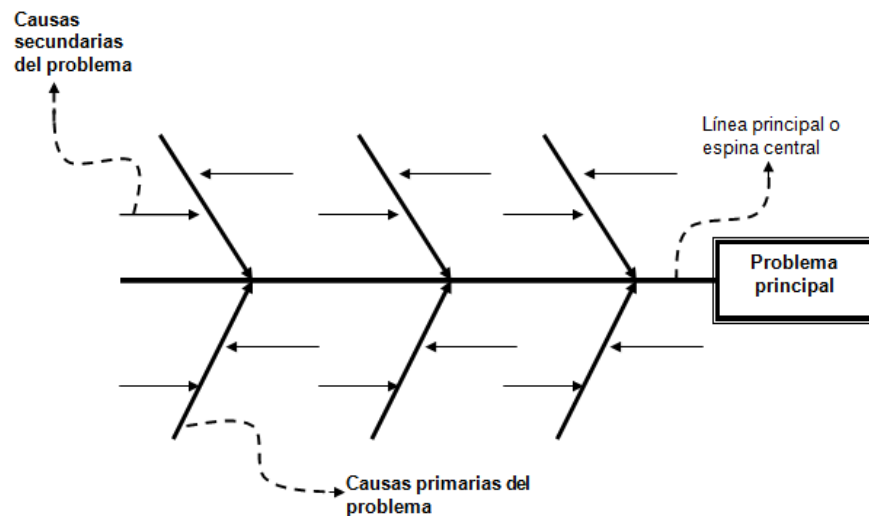
- Cabeza: se coloca el efecto (problema)
- Espinas principales: diferentes categorías de causales
- Espinas menores: causales concretas que se identifiquen

Si conoce la etapa del proceso pero no el tipo de causa, se puede utilizar el método 5m o 6m para identificar las categorías:

- Mano de obra
- Medio ambiente
- Maquinaria
- Materiales
- Método
- Medición

La representación gráfica es la siguiente:

Imagen 1. Diagrama causa-efecto



Fuente: Administración de empresas (2014)

### Diagramas de ingeniería



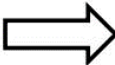



Los diagramas son instrumentos que se utilizan para facilitar la tarea de observar y analizar en forma clara, sencilla y lógica la información de los métodos empleados en una labor. Sirven para comprender como es un proceso e identificar en que parte del proceso existe un problema.

En todos los diagramas deben incluirse encabezados en donde se especifiquen los siguientes elementos:

- Empresa
- Producto
- Proceso
- Método (actual/propuesto)
- Analista
- Fecha

Símbolos usados en la elaboración de estos diagramas para agrupar las acciones que tienen lugar en un proceso:

Imagen 2. Símbolos para diagramas de ingeniería

SÍMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	OPERACIÓN	Indica las principales fases del proceso Agrega, modifica, montaje, etc.
	INSPECCIÓN	Verifica la calidad y/o cantidad.
	TRANSPORTE	Indica el movimiento de materiales. Traslado de un lugar a otro.
	ESPERA	Indica demora entre dos operaciones o abandono momentaneo.
	ALMACENAMIENTO	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén
	COMBINADA	Indica varias actividades simultáneas

Fuente: Ingeniería y educación (2017)

### Diagrama de operaciones del proceso

Gráfico que muestra la secuencia cronológica de las operaciones e inspecciones que forman parte de un proceso. Se colocan solamente las actividades que generan valor al producto, es decir, las actividades productivas, sobre las líneas del proceso. Se debe incluir el tiempo estándar de cada actividad y la descripción.



### **Diagrama de flujo de proceso**

Gráfico que muestra la secuencia lógica de todos los procedimientos de un material, operario o maquinaria. Se registran las operaciones, inspecciones, demoras, transportes y almacenajes junto con el tiempo invertido en cada actividad y distancia recorrida, sin tener en cuenta donde se realiza o quien la efectúa. Es necesario identificar la actividad.

### **Diagrama de recorrido**

Gráfico que muestra el lugar en donde se realizan las actividades dentro de las áreas de trabajo asociadas al proceso de producción. Para ello se utiliza un plano o layout del área de trabajo detallando la escala utilizada. Se dibuja a partir del diagrama de flujo de operaciones o a través del diagrama de operaciones del proceso. Las actividades se enlazan a través de una línea dibujada sobre el plano y no es necesario anotar descripción o tiempos de las actividades.

### **Factores de producción**

#### **Mano de obra**

Recursos humanos que se necesitan durante la elaboración de un bien.

#### **Materia prima**

Recursos materiales que se necesitan para la elaboración de un producto.

#### **Maquinaria**

Conjunto de elementos fijos y móviles que funcionan para realizar un trabajo.

#### **Guillotina**

Máquina que sirve para cortar papel, compuesta de una cuchilla que cae verticalmente guiada por un bastidor.

Imagen 3. Guillotina



Fuente: Mercado Libre (2017).

### **Eficiencia**

Razón de la producción real entre la producción estándar. (Niebel y Freivalds 2014).  
Es la relación que existe entre la producción alcanzada en la empresa, con relación a un estándar apropiado. Esta variable también puede expresarse como la razón de recursos productivos en comparación con los recursos disponibles.

### **Desperdicio**

Es el producto por el que el cliente no está dispuesto a pagar porque no agrega valor.

### **Condiciones ambientales**

Es el ambiente físico que rodea a un trabajador dentro del área de trabajo. Según Niebel, las condiciones ambientales que impactan en el trabajo son: iluminación, ruido, temperatura, ventilación, vibración y radiación.

## Iluminación

Es la cantidad de luz que se encuentra presente en el lugar de trabajo. El riesgo se presenta por la deficiencia o inadecuada iluminación en las áreas de trabajo. El no contar con la cantidad suficiente de luz puede llegar a perjudicar al trabajador en sus labores.

A continuación se presenta una imagen que indica los niveles de iluminación recomendados según zona de trabajo del Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional, publicados en el artículo 167 y reformado en el año 2016:

Imagen 4. Niveles de iluminación recomendados según zona de trabajo

**ARTÍCULO 76.** Se reforma el artículo 167, el cual queda así:

**"ARTÍCULO 167.** Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo deben ser los establecidos en la siguiente tabla, considerando las exigencias visuales de la tarea que se desarrolle:

Zona de Trabajo	Exigencia visual	Nivel mínimo de Luxes en las áreas de trabajo
<b>FABRICAS</b>		
Áreas de tránsito y Pasillos	Baja	100-150
Tanques y Bombas	Baja	100-150
Baños	Baja	100-150
Escaleras y Pasamanos	Media	150-200
Sala de Calderas y Cuartos de Control	Media	150-200
Bandas transportadoras	Media	150-200
Bodegas de Almacenaje y Centros de distribución	Alta	200-500
Bancos de trabajo y Líneas de Producción	Alta	200-500
Empaque de Productos	Alta	200-500
Áreas de Carga	Alta	200-500
Control de Calidad	Alta	500-1000
Laboratorios	Alta	500-1000
<b>OFICINAS</b>		
Escaleras y Pasillos	Baja	100-150
Baños	Baja	100-150
Recepción y Sala de Reuniones	Media	200-500
Bodegas de Materiales	Media	200-500
Trabajo de Oficinistas	Alta	500-1000
Redacción	Alta	1,500-2,000
Archivo	Alta	1,500-2,000
<b>BODEGAS Y TALLERES</b>		
Baños	Baja	100-150
Bodegas de Almacenaje y Centros de distribución	Alta	200-500
Trabajo, Inspección y selección de producto	Alta	1,500-2,000
Trabajo mecánico o manual	Alta	1,500-2,000
<b>COMERCIOS</b>		
Pasillos	Baja	100-150
Recepción	Baja	100-150
Baños	Baja	100-150
Elevadores y gradas eléctricas	Media	200-500
Restaurantes y Cocinas	Alta	1,500-2,000
Vitrinas	Alta	1,500-2,000
<b>HOSPITALES</b>		
Baños	Baja	100-150
Sala de Espera y Corredores	Media	200-500
Laboratorios	Alta	500-1000
Cuarto de Examinación	Alta	1,500-2,000
Quirófano y Sala de Operaciones	Alta	1,000-3,000

Cuando se indican valores de nivel de intensidad luminica es mejor establecer rangos de valor mínimo y máximo, puesto que, tanto el déficit como el exceso tienen efectos perjudiciales en la vista de los usuarios.\*

Fuente: Reglamento de salud y seguridad ocupacional (2016)

## Ruido

El ruido es un sonido indeseable. Cuando se está expuesto a niveles de ruido excesivos, éste representa un riesgo para la salud de los trabajadores en el área de trabajo por lo que se han establecido límites permisibles.

El Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional en el artículo 189, reformado en el año 2016 recomienda las siguientes exposiciones de ruido al día:

Imagen 5: Exposiciones al ruido permitidas

ARTÍCULO 88. Se reforma el artículo 189, el cual queda así:

"ARTÍCULO 189. En los lugares de trabajo cuyo nivel de presión sonora sea superior a los ochenta y cinco decibeles (85dB) (A) para ruido continuo, para ruidos intermitentes o de impacto; las jornadas de trabajo se ajustarán a las disposiciones siguientes:

NPS <sub>eq</sub> (dB (A) lento)	Tiempo de exposición por día		
	Horas	Minutos	Segundos
85	8,00		
86	6,35		
87	5,04		
88	4,00		
89	3,17		
90	2,52		
91	2,00		
92	1,59		
93	1,26		
94	1,00		
95		47,40	
96		37,80	
97		30,00	
98		23,80	
99		18,90	
100		15,00	
101		11,90	
102		09,40	
103		07,50	
104		05,90	
105		04,70	
106		03,75	
107		02,97	
108		02,36	
109		01,88	
110		01,49	
111		01,18	
112			56,40
113			44,64
114			35,43
115			29,12
118			14,06
121			07,03
124			03,52
127			01,76
130			00,88
133			00,44
136			00,22
139			00,11
140			00,05

Después del tiempo límite de exposición y a picos superiores a ciento cuarenta decibeles (140dB) (C), los trabajadores no deben estar expuestos sin el equipo personal de protección auditiva.

Fuente: Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional (2016)

Adicional, Nibel recomienda calcular la dosis de ruido a la que los operarios se exponen.

La dosis de ruido se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$D = 100 \times \left( \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_n}{T_n} \right) \leq 100$$

Donde

D= dosis de ruido

C= tiempo de permanencia bajo los efectos de un nivel de ruido específico

T= tiempo permitido bajo los efectos de un nivel de ruido específico (tabla 6.6 o fórmula)

La tabla 6.6 proporciona valores de T solamente para ciertos tiempos clave, por lo que se calcula el tiempo permitido para cada uno de los valores que se midieron en la parte 1, por medio de la siguiente fórmula:

$$T = 8/2^{(L-90)/5}$$

## Ventilación

Es un medio para controlar el aire y los contaminantes dentro del área de trabajo, además de climatizar el ambiente.

El Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional, en su artículo 169, habla acerca de la ventilación:

Imagen 6. Lineamientos de ventilación

### VENTILACIÓN

**ARTÍCULO 169.** Todos los locales de trabajo deben contar con un sistema de ventilación que asegure la renovación del aire en relación con la calidad del perfil laboral y mantenga la temperatura en niveles tales que no resulte molesta o perjudicial para la salud de los trabajadores, si el proceso lo amerita.

Es prioridad el implementar el funcionamiento de un sistema que permita acondicionar el aire de tal modo que regule tanto la temperatura, la ventilación y circulación del aire. Para que la ventilación sea suficiente debe ser mayor o igual a 50 m<sup>3</sup> por hora y por trabajador; este debe ser calculado estimando una renovación de cuatro (4) a ocho (8) veces por hora en ambientes de oficina. La velocidad de circulación del aire para ambientes confortables debe prevalecer en 0.2 metro por segundo pero en ambientes calurosos debe situarse entre 0.5 y 1 metro por segundo.

En ningún caso el anhídrido carbónico o ambiental podrá sobrepasar la porción de 50/10,000 y el monóxido de carbono de 1/10,000.

Se prohíbe emplear braseros, o sistemas de calor por fuego libre, salvo a intemperie y siempre que no impliquen riesgos de incendios o explosión.

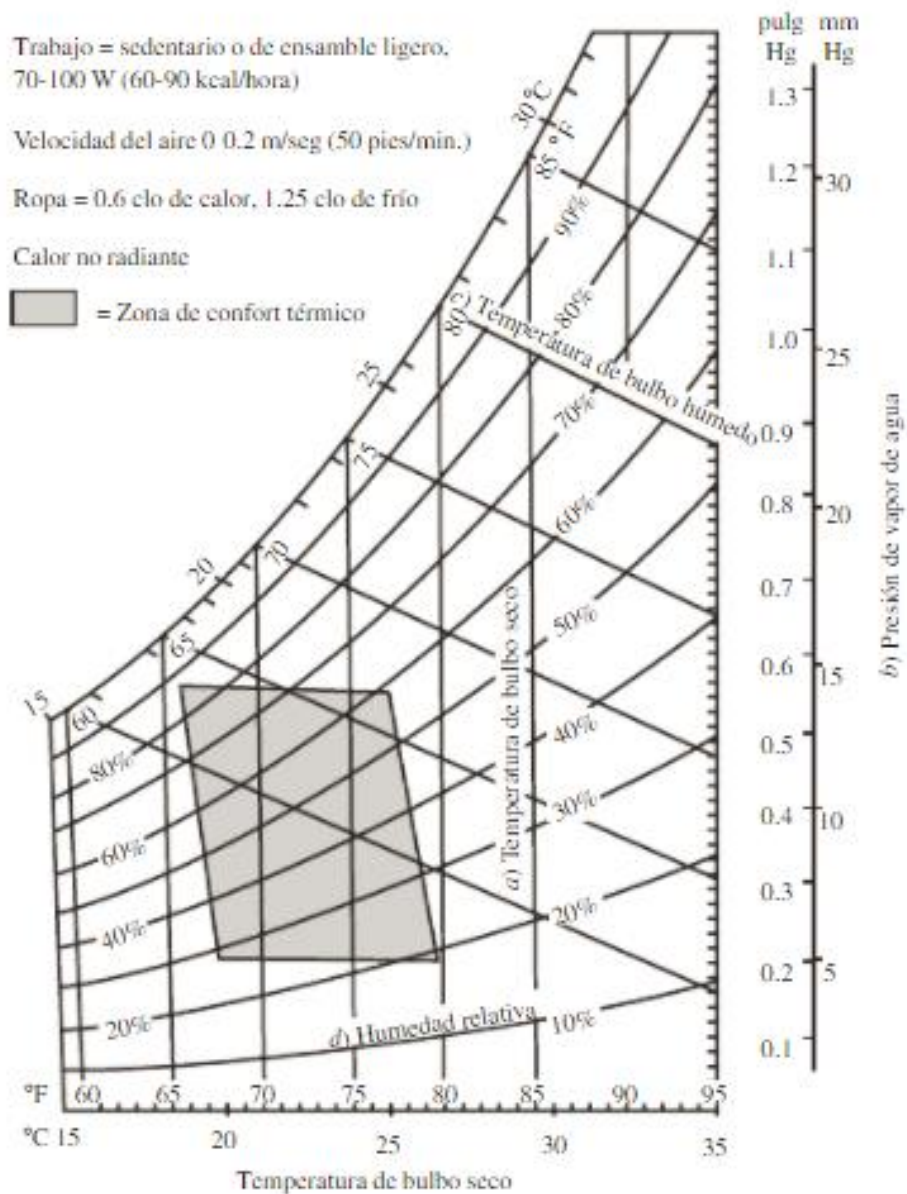
Fuente: Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional (2016)

## Temperatura

Es una magnitud que muestra la cantidad de calor de un cuerpo. Cuando un operario está expuesto a temperaturas altas, en relación a la temperatura ambiente, puede sufrir estrés por calor.

Las zonas de confort térmico se establecen, según Niebel, como la siguiente gráfica:

Imagen 7. Zonas de confort térmico



Fuente: Niebel (2014)

Niebel explica que el índice que más se utiliza actualmente en la industria establezca los límites de exposición al calor y los ciclos de trabajo/descanso con base en la temperatura global de bulbo húmedo o WBGT (wet-bulb globe temperature, Yaglou y Minard, 1957), y en la carga metabólica.

En el caso de ambientes al aire libre con carga solar, el WBGT se define como:

$$WBGT = 0.7(NWB) + 0.2(GT) + 0.1(DB)$$

y para interiores o ambientes al aire libre sin carga solar, el WBGT es:

$$WBGT = 0.7(NWB) + 0.3(GT)$$

Donde:

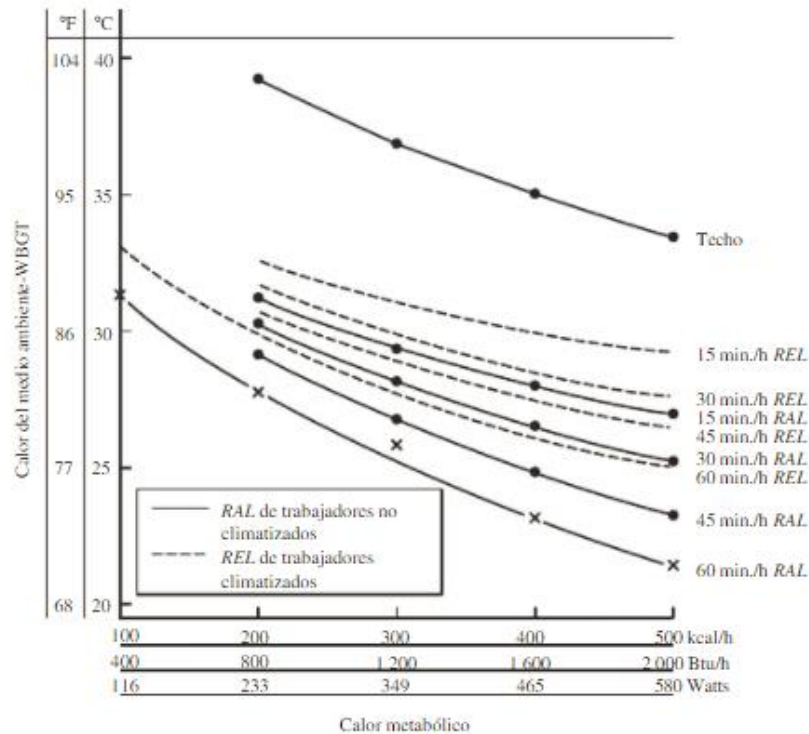
NWB= temperatura natural del bulbo húmedo

GT= temperatura del globo

DB= temperatura del bulbo seco

Los niveles de estrés por calor según Niebel se miden de la siguiente manera:

Imagen 8. Niveles de estrés por calor



Fuente: Niebel (2014)

## **Gestión de inventarios**

El inventario es uno de los activos más caros de muchas empresas; a veces llega a representar el 50 por ciento del capital total invertido. Una empresa puede reducir costes reduciendo su inventario. Las empresas deben conseguir un equilibrio entre la inversión en inventario y el servicio al cliente. (Heizer y Render, 2015).

El objetivo de la gestión de inventarios es reducir al mínimo los niveles de existencias, asegurando la disponibilidad del producto en todo momento.

Si se mantienen niveles adecuados de inventario se tienen los siguientes beneficios:

- Se reducen costos de inversión
- Se reducen costos de materiales
- El cliente se encuentra satisfecho por la existencia de producto
- Operación más eficiente en la planta mediante los niveles de producción

## **Modelos de inventario**

Según Heizer y Render, existen diferentes modelos de inventario según la demanda de producto:

- Demanda independiente frente a demanda dependiente
- Demanda independiente
- EOQ (cantidad económica de pedido)
- Modelo de cantidad de orden de producción
- Modelo de descuento por cantidad

### **Modelo EOQ (cantidad económica de pedido)**

El modelo se utiliza cuando:

1. La demanda es conocida, constante e independiente.
2. El plazo de aprovisionamiento (es decir, el tiempo desde que se cursa el pedido hasta que se recibe la mercancía) es conocido y constante, y en este modelo es cero.



3. La recepción del inventario es instantánea y completa. En otras palabras, la cantidad pedida llega de una vez y en un solo lote.

4. No hay posibilidad de descuentos por cantidad.

5. Los únicos costes variables son el coste de preparar o de efectuar un pedido (coste de lanzamiento) y el coste de mantener el inventario a lo largo del tiempo (coste de posesión o mantenimiento). Estos costes fueron comentados en la sección anterior.

6. Se pueden evitar completamente las roturas de stock si se cursan los pedidos en el momento adecuado.

Para calcular la cantidad económica de pedido se utiliza la fórmula:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Donde:

Q= cantidad pedida

D= demanda anual en unidades

S= costo de pedido de preparación por pedido

H= costo de almacenamiento

### **Modelo de la cantidad de orden de producción**

Este modelo se aplica cuando:

- El inventario fluye continuamente o va acumulándose a lo largo de un periodo de tiempo después de haber lanzado un pedido
- Las unidades se producen y se venden simultáneamente. En estas circunstancias, se tienen en cuenta el ritmo o tasa de producción diaria (o de flujo de inventario) y el ritmo o tasa de demanda diaria.

Para calcular la cantidad de unidades que se deben de pedir por pedido se utiliza la fórmula:

$$Q_p^* = \sqrt{\frac{2DS}{H[1 - (\frac{d}{p})]}}$$

En donde:

Q\*= Número de piezas por orden o pedido

H= Coste de almacenamiento por unidad y año

p=Ritmo o tasa de producción diario

d= Demanda diaria o tasa de consumo

Fórmulas complementarias:

Inventario máximo:  $(p-d) \cdot (Q/p)$

Número de órdenes al año:

$N=(D/Q^*)$

Período en el que se consume el inventario máximo: inventario máximo/d

El costo de almacenamiento por unidad implica los costos asociados a mantener producto dentro de la empresa. Estos costos pueden ser: costos del terreno (alquiler o amortización de deuda), costos de manutención de materiales (depreciación de equipos, electricidad y costos operativos), costos de mano de obra, costos de inversión y costos de desechos.

El costo de preparación implica los costos a los que se incurren cada vez que se realiza una orden. Pueden ser de dos clases:

- Costo de proceso de ordenamiento: tarifas de la realización de la orden y costos administrativos relacionados con la facturación, la contabilidad, la comunicación. Son costos fijos
- Costo de logística entrante: costo de transporte, descarga, inspección y recepción de mercadería. Son costos variables.

### **Modelo de descuento por cantidad**

Es un modelo que se utiliza cuando se desea ofrecer a los clientes descuentos en el precio en función del tamaño del pedido. Es descuento es un precio reducido para los artículos comprados en grandes cantidades.

Para calcular la cantidad económica de pedido se utiliza la fórmula:

$$CT = \frac{D}{Q}S + \frac{QH}{2} + PD$$

Donde:

Q= cantidad pedida

D= demanda anual en unidades

S= costo de pedido de preparación por pedido

P= precio por unidad

H= costo de almacenamiento

(Heizer y Render, 2015).

### **Costos**

Es el dinero que se invierte por la fabricación de un producto o la prestación de un servicio. Se conforma de materiales directos, mano de obra directa y costos indirectos. (Blocher, Stout, Cokins, Chen, 2013)

### **Materiales directos**

Son aquellos que se pueden asignar directamente al artículo o servicio que se está produciendo. El costo se puede cargar porque se puede utilizar la observación directa para medir la cantidad consumida por cada uno.

### **Mano de obra directa**

Trabajo que se asigna a los artículos y servicios que se están produciendo. Se puede utilizar la observación para medir la cantidad de mano de obra empleada para elaborar un producto o servicio y así prorratear los costos.

### **Costos indirectos**

Costos que no se pueden asignar directamente al artículo o servicio que se está produciendo.

### **Costos totales**

Es la suma de los costos fijos y los costos variables. Se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Costos Totales} = \text{Costos Fijos} + \text{Costos Variables}$$

### **Costos fijos**

Son costos constantes a medida que varía el nivel del generador de la actividad.

### **Costos variables**

Son los costos que varían en forma total en proporción directa a los cambios en el generador de actividad.

Para calcular los costos variables se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Costos variables (Y)} = \text{Costo variable por unidad (V)} * \text{Número de unidades (Y)}$$

### **Costeo**

Conjunto de procedimientos para determinar el costo unitario de un bien.

### **Sistema de costeo absorbente**

Se asignan todos los costos de manufactura de los materiales directos, la mano de obra directa y costos indirectos variables y una participación de los costos fijos a cada unidad de producto. Se calculan 3 medidas de utilidad:

- Utilidad Bruta
- Utilidad de operación
- Utilidad Neta.

En este trabajo se utilizó el método de costeo absorbente porque la valuación de los inventarios de producción en proceso y de producto terminado es superior al de costeo directo.

### **Sistema de costeo directo**

Se asignan solo los costos de manufactura variables a nivel de unidad de producto. Solo mano de obra directa, materiales directos y costos indirectos.

### **Salario**

Forma de compensación a los trabajadores a cambio de realizar tareas específicas para una compañía. Una compensación justa induce al trabajador a ser altamente productivos. El salario está compuesto por:

- Salario base: es la cantidad mínima que puede ser retribuida. Según el Ministerio de Trabajo de Guatemala (Acuerdo Gubernativo 297-2017), para el 2018 el salario mínimo es de Q90.16 al día para actividades agrícolas/no agrícolas y Q82.46 al día para actividades de maquila/exportación.
- Bono incentivo: para estimular la eficiencia y productividad. Según el Decreto 78-88, 37-2001) el monto debe ser como mínimo de Q250.00 al mes.
- Bonos por productividad: son bonos variables establecidos por la empresa con el fin de motivar al colaborador en sus actividades laborales.

- Horas extra: es el monto que se debe pagar en compensación al trabajo realizado fuera de la jornada laboral establecida. Se paga al menos 50% más de lo establecido en el salario.
- Cargas laborales: creadas para realizar un cálculo de la mano de obra teniendo en cuenta todos los costos de la empresa. Representa un 41.84% del salario base. Se componen de:
  - Beneficios laborales (IGSS, IRTRA, INTECAP)= 12.67%
  - Bonos anuales (Aguinaldo y Bono 14)= 16.67%
  - Pasivos laborales (Vacaciones e Indemnización)= 12.50%

### **Jornada laboral**

Es el tiempo que un empleado presta servicios a cambio de un salario.

### **Punto de equilibrio operativo**

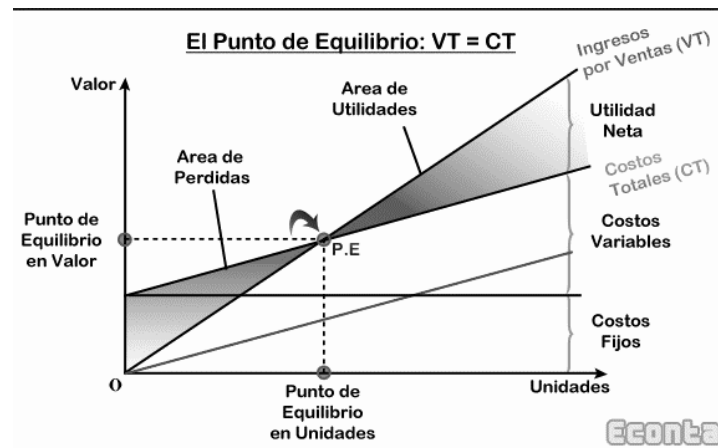
Es el punto en el que los costos e ingresos se intersectan, significa que la cantidad invertida para producir y la cantidad adquirida en las ventas son iguales, por lo que las pérdidas y ganancias son 0. (Mankiw y Gregory, 2009)

Para calcularlo se utiliza la fórmula:

$$PE = \frac{\text{Costo fijo}}{\text{Precio} - \text{Costo variable unitario}}$$

Gráficamente se representa de la siguiente manera:

Imagen 9. Punto de equilibrio



Fuente: Educaconta 2017

### **Demanda**

Es la cantidad de un bien o servicio que una persona desea recibir en un determinado mercado y está dispuesto a pagar a un precio específico. Puede estar influenciado por factores externos a la empresa que está haciendo la oferta, como hábitos, preferencias de consumidor, capacidad económica, etc.

### **Capacidad**

Es el grado de habilidad que tiene un proceso para cumplir con las especificaciones técnicas deseadas. Si la capacidad es alta, el proceso es capaz. Si la capacidad se mantiene estable, el proceso está bajo control. Si la capacidad es baja, el proceso requiere modificaciones para ser adecuado para el trabajo.

### **Estados financieros**

La contabilidad financiera organiza y resume la información económica para que los usuarios puedan emplearla y la prepara en estados financieros y son 3:

1. Estado de Resultados
2. Balance General
3. Estado de flujo de efectivo

Una cuenta es la relación de bienes y sus costos. Es la unidad mínima en un sistema contable. Se agrupan en cuentas en:

- Cuentas de balance: activo, pasivo y capital
- Cuentas de resultados: costos, gastos e ingresos

(Gitman, 2007)

### Estado de resultados

Llamado también estado de pérdidas y ganancias, mide el desempeño en términos de ingresos y gastos durante un cierto lapso. Incluye ingresos, gastos y utilidades retenidas.

Los ingresos y gastos componentes definen la utilidad (renta, resultado, ganancia) puede definirse como el excedente de los ingresos sobre los gastos. Las utilidades retenidas, o ganancias retenidas o reinvertidas, son el capital contable adicional generado por las ganancias o utilidades.

Imagen 10. Estructura del estado de resultados

<b>Estructura del Estado de Resultados</b>
Ventas
(-) Costo de Ventas
Utilidad Bruta
(-) Gastos
Utilidad de Operación
(-) Gastos Financieros
Utilidad antes de impuestos
(-) Impuestos
Utilidad Neta
(-) Pago de Dividendos
Utilidades Retenidas

Fuente: Contabilidad (2017)

### Balance general

Informe contable que muestra la situación financiera de la empresa en un momento determinado. Es una ecuación, en lado izquierdo está el activo (los recursos de la empresa), en lado derecho se lista el pasivo y el capital contable (los recursos



empleados para adquirir el activo). Esta es la ecuación del balance general o ecuación patrimonial. O sea:

$$\text{Activo} = \text{Pasivo} + \text{Capital}$$

La transacción es un evento que repercute en la situación financiera de una empresa y que puede registrarse confiablemente en términos monetarios. Cada transacción tiene impactos iguales en cada lado del balance. El balance debe equilibrarse.

La estructura del informe se muestra en la siguiente imagen:

Imagen 11. Estructura del balance general

ESTRUCTURA DEL BALANCE GENERAL	
ACTIVO	PASIVO Y PATRIMONIO
<b>Activo Corriente</b>	<b>PASIVO</b>
Caja y Bancos	<b>Pasivo Corriente</b>
Cientes	Proveedores
Otras Cuentas por Cobrar	Bancos
Inventarios	Empleados
Gastos Pagados por Anticipado	Estado
<b>Total Activo Corriente</b>	<b>Total Pasivo Corriente</b>
<b>Activo No Corriente</b>	<b>Pasivo No Corriente</b>
Activo Fijo	Deudas a Largo Plazo
Depreciación	<b>Total Pasivo No Corriente</b>
Activo Fijo Neto	<b>Total Pasivo</b>
<b>Total Activo No Corriente</b>	<b>Patrimonio</b>
	Capital
	Utilidades Acumuladas
	<b>Total Patrimonio</b>
<b>TOTAL ACTIVO</b>	<b>TOTAL PASIVO + PATRIMONIO</b>

Fuente: Cmtecnica (2017)

### Estado de resultados proforma

Llamado también estado de resultados proyectado, es un estado financiero de acumulaciones en el que los ingresos, costos y gastos se comparan dentro de periodos de tiempo idénticos.

Es posible formular el presupuesto del estado de resultados proforma y esto permitirá establecer si los planes son o no satisfactorios desde el punto de vista de las utilidades.

Los estados de resultado proforma de una empresa muestran los ingresos y costos esperados para el año siguiente. La técnica más utilizada y sencilla para elaborarlo es el método porcentual sobre las ventas. Consiste en estimar las ventas para luego

establecer el costo de los bienes vendidos, costos de operación y gastos de intereses, en forma de porcentaje de las ventas proyectadas.

Para calcular el valor de las ventas, se puede utilizar el método de mínimos cuadrados.

Se utiliza la ecuación de la recta:

$$y = a + bx$$

Donde

$$b = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{N \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{N}$$

$$c = \frac{b(n)}{\sum y}$$

### **Utilidad**

Es la ganancia actual que la empresa en investigación obtiene luego de descontar de sus ventas netas, los gastos y costos que invierten para comercializar los productos abrasivos. También se va a presentar como utilidad proyectada a la ganancia que se espera obtener una vez aplicado el plan propuesto, con ventas, gastos y costos óptimos.

### **Análisis valor presente neto**

Compara los costos y recursos invertidos en un proyecto para definir si el mismo es rentable o no. Un proyecto será rentable cuando el VPN es mayor a 0, pues significa que el dinero invertido en el proyecto es menor al dinero recibido. Cuando el VPN es 0 quiere decir que no hay ganancias ni pérdidas.

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$VPN = VP(Ingresos) - VP(Egresos)$$

## **Índices financieros**

Los índices financieros sirven para medir la situación financiera de una empresa. Un índice es el resultado de establecer la relación numérica entre dos cantidades, es la comparación de dos cantidades para indicar cuántas veces una de ellas contiene a la otra. En los índices financieros se comparan datos obtenidos en los estados financieros.

### **Rotación de inventarios**

Mide la relación entre el costo de los bienes vendidos y el inventario. Se interpreta como las veces que el inventario se convierte en efectivo o cuentas por cobrar. Se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Rotación de inventarios} = \frac{\text{Costo de los bienes vendidos}}{\text{Inventario}}$$

El resultado sirve para evaluar la gestión de inventarios.

## **Plan**

Es el conjunto de pasos que el dueño y los empleados de la empresa en investigación deberán seguir para mejorar sus procesos.

## **Proceso**

Secuencia de pasos para lograr un objetivo. En este trabajo se define como proceso de estudio el proceso de corte de lija.

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa en estudio fue fundada en Guatemala, en 1991, que se encarga de importar y distribuir productos abrasivos, de origen italiano, en Guatemala. Estos productos son esenciales para múltiples tareas en la industria ferretera, automotriz y carpintera. Se usan en procesos de lijado, pulido y corte en materiales diversos: madera, metal, vidrio, plástico y cerámica, primordialmente.

Actualmente, la empresa cuenta con alrededor de 700 clientes y, aunque el dueño considera que se encuentra en una situación financiera estable, percibe algunas deficiencias en sus procesos y admite que, al resolverlas, podría mejorar su desempeño operativo y financiero.

Los principios de la Ingeniería Industrial indican que todo proceso está sujeto a mejoras y que puede optimizarse. A efecto de la mejora se aplican las herramientas ingenieriles, por medio de un procedimiento lógico y ordenado que incluye la exploración y análisis de procesos y la formulación de propuestas de mejora respaldadas por principios de administración industrial.

El presente proyecto surgió a partir de una evaluación inicial general a los procesos de la empresa, por medio de la cual se detectó, cualitativamente, que existe desperdicio de materiales y momentos de ocio de la mano de obra; por lo que se infiere la necesidad de desarrollar una evaluación profunda y generar un plan de acción para optimizar los procesos de la empresa, con el fin de maximizar la eficiencia en el uso de los recursos y, consecuentemente, las utilidades.

Por lo anterior surge la pregunta: ¿Es posible aumentar la eficiencia en el uso de los recursos y las utilidades proyectadas de la empresa en estudio, aplicando herramientas de Ingeniería Industrial e integrándolas en un plan de acción?

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Elaborar un plan de acción, aplicando herramientas de Ingeniería Industrial, para aumentar la eficiencia de los procesos que, a partir de una evaluación exploratoria, se juzguen como área de oportunidad prioritarias de la empresa en estudio, con el fin de aumentar la eficiencia en el uso de los recursos y las utilidades proyectadas de la empresa.

### **Objetivos específicos**

- Detectar y priorizar áreas de oportunidad de la empresa, a partir de una evaluación exploratoria basada en la información recopilada.
- Plantear soluciones, alineadas a la misión y a la visión de la empresa, en cada una de las áreas de oportunidad detectadas.
- Proyectar impactos técnicos y económicos derivados de la implementación del plan propuesto.

## **Hipótesis**

Este trabajo es de carácter descriptivo por lo que no se plantea una hipótesis.

## **Variables**

Eficiencia

Utilidad

## **Definición de variables**

### **EFICIENCIA**

#### *DEFINICIÓN CONCEPTUAL*

Razón entre la producción real entre la producción estándar. (Niebel y Freivalds 2014).

#### *DEFINICIÓN OPERACIONAL*

Es la relación que existe entre la producción alcanzada en la empresa, con relación a un estándar apropiado. Esta variable también puede expresarse como la razón entre los pliegos de lijas obtenidos y los pliegos de lija que en teoría deberían de obtenerse.

### **UTILIDAD**

#### *DEFINICIÓN CONCEPTUAL*

Ingresos totales menos el costo explícito total. (Mankiw, 2012)

#### *DEFINICIÓN OPERACIONAL*

Es la ganancia actual que la empresa en investigación obtiene luego de descontar de sus ventas netas, los gastos y costos que invierten para comercializar los productos abrasivos. También se va a presentar como utilidad proyectada a la ganancia que se espera obtener una vez aplicado el plan propuesto, con ventas, gastos y costos óptimos.

## **Alcances y límites**

### **Alcances**

- Esta investigación abarcó el análisis de todas las operaciones que se realizan y se involucran con el proceso de transformación de rollos de lija roja AE de grano 36 a pliegos.

- El estudio abarcó cambios en la gestión de inventarios, en las condiciones ambientales y en la distribución de la planta.

### Límites

- Debido a ser la única referencia que necesita un proceso de corte, se analizó solamente una de las referencias que tiene la empresa en su portafolio, la lija roja AE grano 36.
- Dada la falta de aplicación de herramientas de información, no se pudo obtener el historial de inventarios.

### Aporte

- A la empresa, como un plan de acción que deben seguir para aumentar la eficiencia y utilidades de la empresa.
- A la Ingeniería Industrial, como una herramienta de investigación para conceptos clave de mejora de procesos.
- A la Universidad Rafael Landívar, como apoyo para consultar temas relacionados con este estudio.

## IV. MÉTODO

### Sujetos

Los sujetos de esta investigación son los empleados de la empresa. A partir de la aplicación de los instrumentos planteados más abajo, se obtuvo información de estos sujetos, que permitió entender los procesos y necesidades, para detectar áreas de oportunidad. La empresa está conformada por 10 personas:

Tabla 1. Estructura de la empresa

Descripción	Cantidad
<b>Personal administrativo</b>	
Gerente General	1
Secretaria General	1
Analista de Información	1
Coordinador de ventas	1
<b>Personal operativo</b>	
Vendedores locales	2
Vendedores departamentales	3
Operario	1
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>

Fuente: Elaboración propia (2017)

### Unidad de análisis

Las unidades de análisis de esta investigación son las siguientes:

- a. Estados de resultados de los últimos 3 años de la empresa, para disponer información sobre las utilidades y costos de producción.
- b. Registros de inventarios, para verificar el flujo de productos.
- c. Registros de pliegos de lija cortada, para obtener información sobre el desempeño en el proceso de transformación del producto (corte de lija).

### Instrumentos

Con el fin de cumplir los objetivos del presente trabajo de investigación, se utilizaron los siguientes instrumentos de trabajo:



- a. Observaciones directas, para familiarizarse con los procesos y, en su momento, obtener información específica relevante para su análisis.
- b. Hojas de observación, para contar con un registro de los datos obtenidos en las observaciones.
- c. Entrevista directa a los sujetos, para obtener información, según sea el caso, al respecto de su trabajo diario, los procesos ejecutados en la empresa, desempeño de calidad, entre otros.
- d. Cronómetro, para determinar tiempos de proceso de transformación del producto, cuando haga falta.
- e. Luxómetro, para medir la cantidad de luz en el área de trabajo.
- f. Sonómetro, para medir la cantidad de decibeles en el área de trabajo.
- g. Medidor de estrés térmico (QUESTemp), para medir las condiciones de temperatura y ventilación en el área de trabajo.

### **Procedimiento**

Para realizar la presente investigación se siguieron los siguientes pasos:

- I. Se realizó una serie de visitas técnicas, en las que se observaron los procesos y se obtuvieron datos relevantes para conocerlos

En la primera visita se realizó una observación general para familiarizarse con el proceso y se llevó a cabo varias entrevistas a los sujetos, enfocándose en la obtención de datos para entender sus necesidades.

- 1.1. En la segunda visita se obtuvieron datos de las características técnicas del proceso de corte de lija, incluyendo los registros de pliegos de lija cortada, las condiciones ambientales y las condiciones de la maquinaria empleada para los procesos.
- 1.2. En la tercera visita se observó la gestión de los materiales y se obtuvieron los registros de inventarios y los estados de resultados de la empresa.
- 1.3. Se realizaron visitas técnicas adicionales para obtener información más detallada sobre los procesos.

- II. Se procesó y analizó la información recopilada:
- 2.1. Se elaboraron diagramas de operación del proceso, de flujo de proceso y de recorrido, a partir de los cuales se analizaron las operaciones correspondientes al proceso actual de corte de lija
  - 2.2. Se analizó la gestión actual de inventarios, incluyendo indicadores como la rotación de inventarios, entre otros.
  - 2.3. Se analizó el uso de la mano de obra para determinar y cuantificar tiempos ociosos existentes.
  - 2.4. Se calculó la proporción de material de desecho con respecto a la materia prima entrante.
  - 2.5. Se analizó si las condiciones ambientales en el área de corte son adecuadas para el proceso.
  - 2.6. Se analizó si la maquinaria instalada actualmente es apropiada para el proceso de corte.
- III. Con base en el análisis realizado se identificaron y priorizaron las áreas de oportunidad:
- 3.1. Se identificaron las tareas del proceso que requieren eliminación o mejora y se priorizaron por medio del análisis de un diagrama de causa-efecto.
  - 3.2. Se determinó qué áreas del manejo de inventario se deben priorizar.
  - 3.3. Se analizó el efecto de las tareas no productivas en el proceso de corte de lija y se priorizaron las tareas que requieren mayor atención en cuando al uso de mano de obra.
  - 3.4. Se determinó, teniendo en cuenta la información obtenida en las entrevistas, si la proporción de desperdicio era razonable o no.
  - 3.5. Se determinó qué condiciones ambientales no son apropiadas para la realización del proceso de corte de lija y se priorizaron, con base en el potencial impacto en el desempeño.
  - 3.6. Se identificaron los problemas relacionados con el uso actual de la maquinaria en el proceso de corte de lija y se priorizaron las áreas de atención.

- IV. Con base en las áreas de oportunidad priorizadas, se planteará soluciones alineadas a la misión y visión de la empresa, recopilándolas en un plan de mejora:
- 4.1. Se elaboraron diagramas de operación del proceso y de recorrido del método propuesto, en los que se refleja la optimización de tiempos del proceso de corte de lija.
  - 4.2. Se propuso el sistema de inventarios más conveniente de acuerdo a la demanda de los productos de la empresa y se calculó la cantidad óptima de pedido.
  - 4.3. Se propuso una solución para optimizar el uso de la mano de obra.
  - 4.4. Se propuso una serie de diagramas de corte para optimizar el uso de la materia prima y reducir la proporción de desperdicio a niveles aceptables.
  - 4.5. Se propusieron mejoras específicas a las condiciones ambientales, de acuerdo con las reglamentaciones aplicables y recomendaciones bibliográficas sugeridas.
  - 4.6. Se propusieron mejoras en el uso y mantenimiento de la maquinaria.
- V. Con base en las mejoras propuestas, se proyectaron los impactos técnicos y económicos derivados de su implementación, conciliando los resultados previstos en un estado de resultados proforma y se comparó con la situación actual de la empresa.
- VI. Se elaboró una discusión de los resultados obtenidos en donde se evaluó la conveniencia de aplicar el plan propuesto.
- VII. Se elaboraron las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

### **Diseño y metodología estadística**

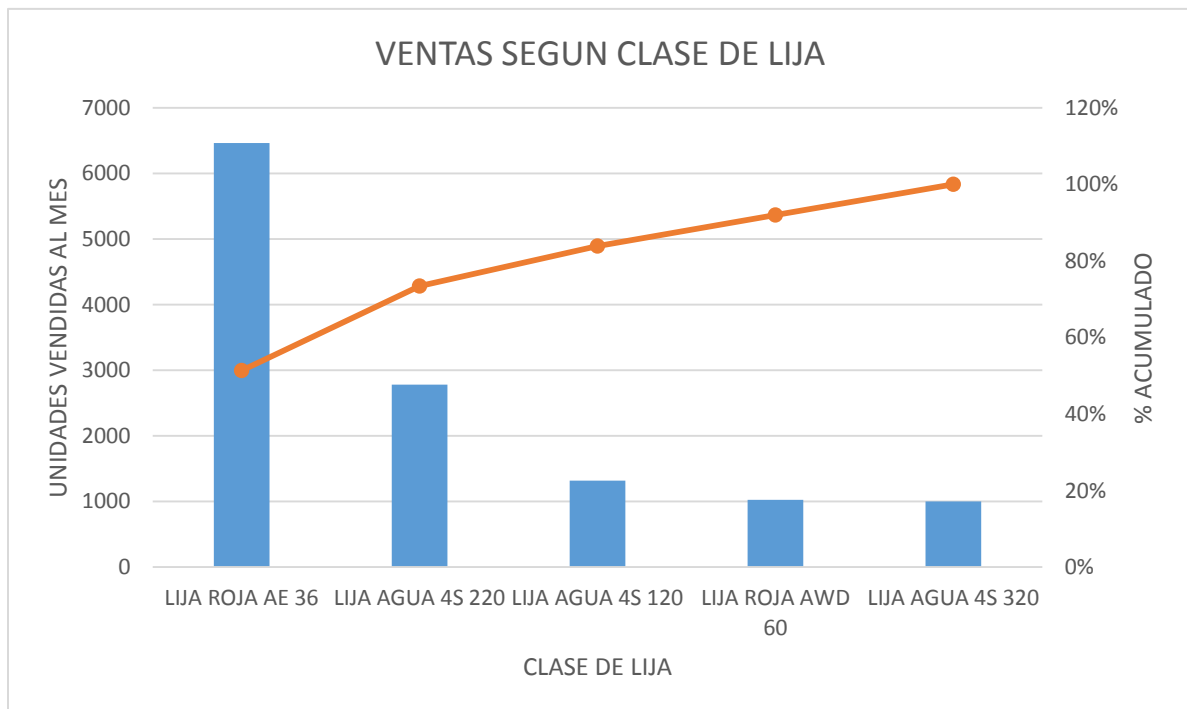
No aplica debido a que no es una investigación experimental.

## V. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

La empresa tiene dentro de su portafolio diferentes clases de lijas y diferentes granos. Para fines de estudio, este trabajo se enfocó en una sola clase de lija: lija roja AE grano 36. Se escogió esta clase de lija porque es la que tiene más demanda y genera mayores utilidades a la empresa.

A continuación se presenta un diagrama de Pareto que muestra la importancia de la lija roja AE grano 36.

Gráfica 1. Diagrama de Pareto de la empresa



Fuente: Elaboración propia (2018)

En el diagrama se evidencia que el 51% de las unidades vendidas son de la lija roja AE grano 36.

### **Proceso actual**

Para el análisis de la situación actual de la empresa se utilizaron tiempos estándares temporales. Según Niebel, se pueden establecer estándares temporales pero estos tienen fecha de caducidad, luego del tiempo establecido, se deben sustituir por tiempos estándares permanentes.

Para obtener un tiempo estándar es necesario que el operario domine a la perfección la técnica de la labor que hace. “Si el analista basa la calificación del operario en los conceptos usuales de producción, el estándar que resulta puede parecer demasiado estricto y es probable que el operario no pueda obtener incentivos. Por otro lado, si el analista considera que la tarea es nueva y el volumen es bajo, y establece un estándar liberal, entonces si se aumenta el tamaño de la orden, o si se recibe una nueva orden para el mismo trabajo pueden ocurrir problemas.” (Niebel, 2014).

El tiempo estándar temporal se obtuvo con el promedio de los tiempos de cada una de las actividades del proceso. No incluye factores de tolerancias, fatigas ni necesidades personales ya que en un futuro se propondrán cambios que cambiarán las condiciones que se tienen. Es una estimación mientras se aplica el plan de mejora. Al proponer una mejora del proceso se deben sustituir estos tiempos mediante un estudio de tiempos.

El número de observaciones que debían realizarse para el estudio se determinó a partir de las actividades individuales, con referencia a la tabla sugerida por Niebel y General Electric.

Imagen 12. Tiempos de ciclos

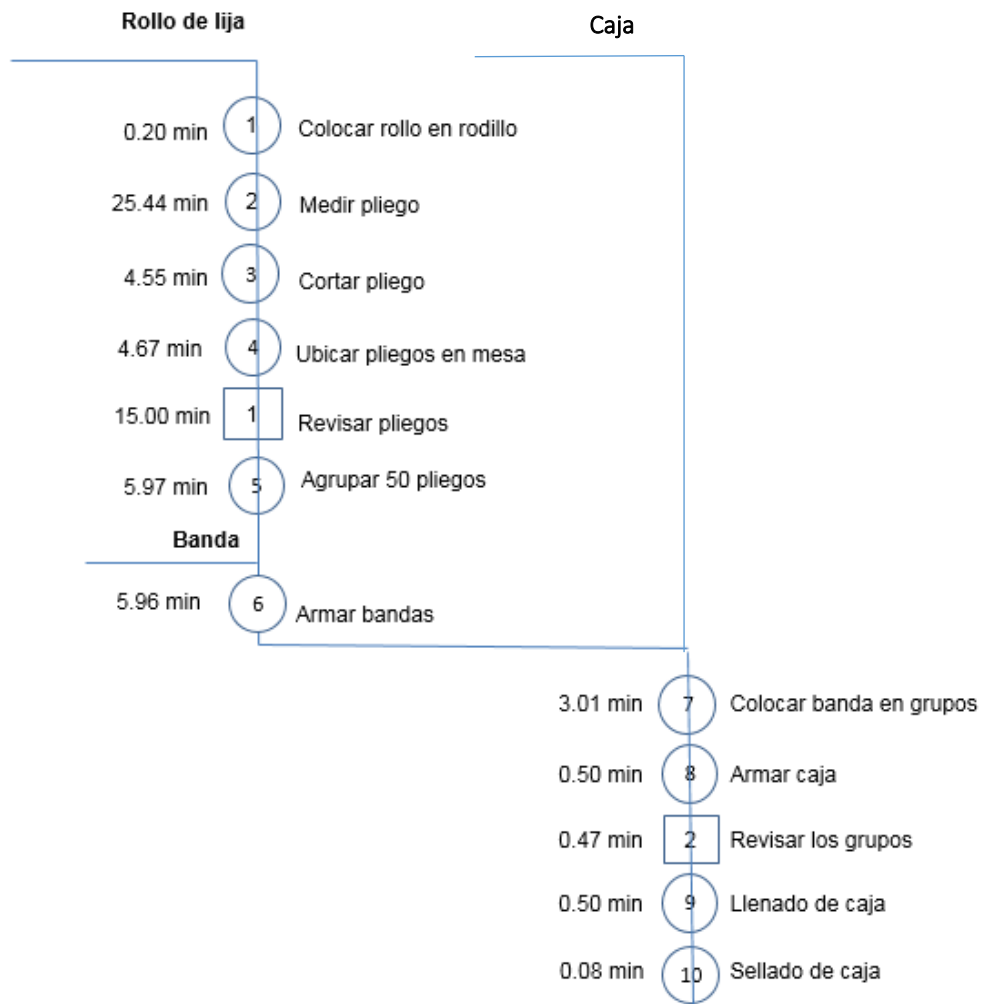
TIEMPO DEL CICLO (min)	OBSERVACIONES A REALIZAR
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00 A 5.00	15
5.00 A 10.00	10
10.00 A 20.00	8
20.00 A 40.00	5
MÁS DE 40.00	3

Fuente: Niebel, 2014

De acuerdo con el estándar temporal así será el número de observaciones que se realizarán para obtener el valor permanente. Por ejemplo, para una tarea que tome 2 minutos, el número de observaciones es 20.

## Diagrama de Operaciones de Proceso

<b>Empresa</b>	Empresa	<b>Analista</b>	Adriana Moreno
<b>Producto</b>	Rollo de lija	<b>Método</b>	Actual
<b>Proceso</b>	Cortar un rollo de lija	<b>Fecha</b>	04-03-17



	Cantidad	Tiempo (min)
Operaciones	10	50.87
Inspecciones	2	15.47
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>66.34</b>

## Diagrama de Flujo de Proceso

Diagrama de flujo de proceso del operario

<b>Empresa</b>	Empresa	<b>Analista</b>	Adriana Moreno
<b>Producto</b>	Rollo de lija	<b>Método</b>	Actual
<b>Proceso</b>	Cortar un rollo de lija	<b>Fecha</b>	18-03-17

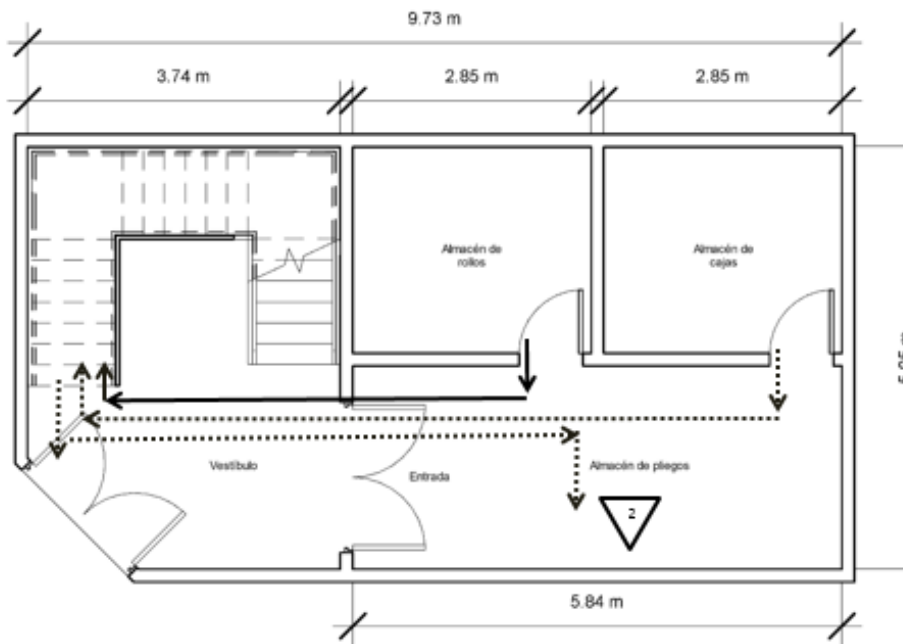
No.	Descripción de la actividad	Símbología					Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones
1	Traslado a cuarto de trabajo	○	□	→	▽	D	2.03	36	Recorrido del primer nivel al segundo nivel
2	Colocar rollo en rodillo	●	□	→	▽	D	0.20		
3	Medir pliego	●	□	→	▽	D	25.44		
4	Cortar pliego	●	□	→	▽	D	4.55		
5	Ubicar pliegos en mesa de inspección	●	□	→	▽	D	4.67		
6	Revisar pliegos	○	■	→	▽	D	15.00		
7	Agrupar 50 pliegos	●	□	→	▽	D	5.97		
8	Armar banda	●	□	→	▽	D	5.96		
9	Colocar banda en fajo de pliegos	●	□	→	▽	D	3.01		
10	Traslado de caja a cuarto de trabajo	○	□	→	▽	D	2.00	72	Bajar al almacén de cajas y subir al segundo nivel
11	Armar caja	●	□	→	▽	D	0.50		
12	Revisar fajos	○	■	→	▽	D	0.47		
13	Llenado de caja	●	□	→	▽	D	0.50		
14	Sellar caja	●	□	→	▽	D	0.08		
15	Traslado de caja a almacén de pliegos	○	□	→	▽	D	2.02	36	Baja al primer nivel
16	Almacenar caja con pliegos	○	□	→	▽	D	0.05		

	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)
Operaciones	10	50.87	
Transportes	3	6.05	144
Demoras	0	0.00	
Inspecciones	2	15.47	
Almacenamiento	1	0.05	
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>72.45</b>	<b>144</b>

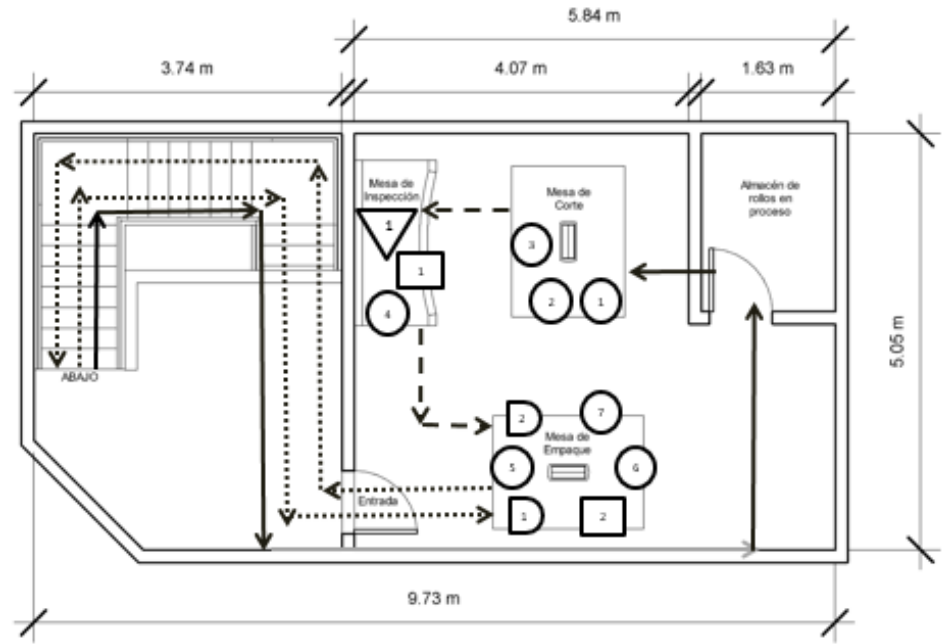


## Diagrama de Recorrido

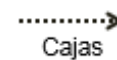
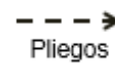
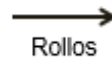
<b>Empresa</b>	Empresa	<b>Analista</b>	Adriana Moreno
<b>Producto</b>	Rollo de lija	<b>Método</b>	Actual
<b>Proceso</b>	Cortar un rollo de lija	<b>Fecha</b>	04-03-17



Planta baja



Planta alta



## Gestión actual de inventarios

Los indicadores financieros son medidas de rendimiento cuantificables aplicados a la gestión de inventarios que permiten evaluar el desempeño y el resultado de los mismos. A continuación se muestra el rendimiento de la rotación de inventarios de la empresa:

### Rotación de inventarios

$$\text{Rotación de inventarios} = \frac{\text{Costo de los bienes vendidos}}{\text{Inventario}}$$

$$\text{Rotación de inventarios 2012} = \frac{Q112,869.95}{Q387,187.5} = 0.29 \text{ veces al año}$$

$$\text{Número promedio de días 2012} = \frac{365}{0.29} = 1,259 \text{ días}$$

$$\text{Rotación de inventarios 2013} = \frac{Q313,045.11}{Q753,575.5} = 0.42 \text{ veces al año}$$

$$\text{Número promedio de días 2013} = \frac{365}{0.42} = 869 \text{ días}$$

$$\text{Rotación de inventarios 2014} = \frac{Q196,113.96}{Q852,600.00} = 0.23 \text{ veces al año}$$

$$\text{Número promedio de días 2014} = \frac{365}{0.23} = 1,586.96 \text{ días}$$

$$\text{Rotación de inventarios 2015} = \frac{Q372,025.47}{Q831,950.00} = 0.45 \text{ veces al año}$$

$$\text{Número promedio de días 2015} = \frac{365}{0.45} = 811.11 \text{ días}$$

$$\text{Rotación de inventarios 2016} = \frac{Q276,665.13}{Q788,350.00} = 0.35 \text{ veces al año}$$

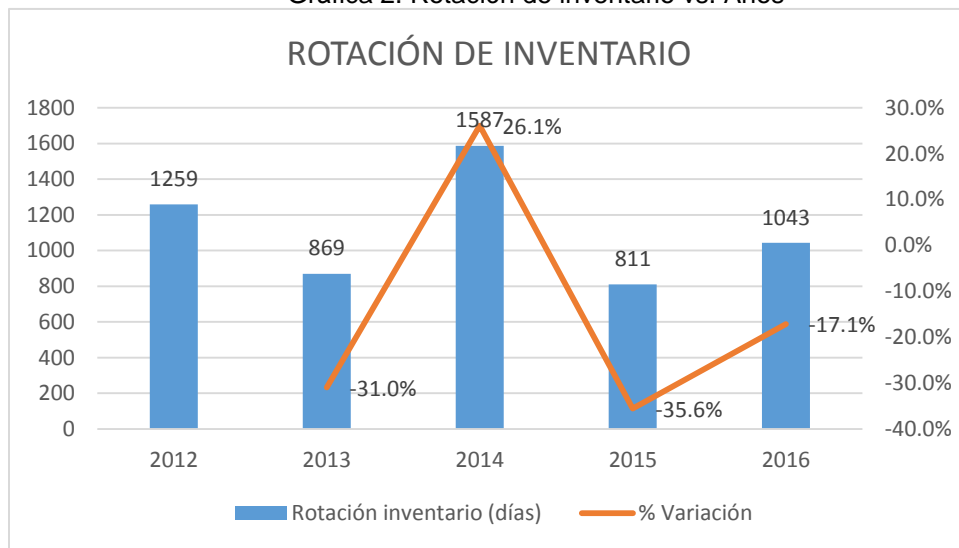
$$\text{Número promedio de días 2016} = \frac{365}{0.35} = 1,042.86 \text{ días}$$

Tabla 2. Rotación de inventario respecto al año 2012

Año	Rotación inventario (VECES AL AÑO)	Rotación inventario (días)	% Variación respecto al año 2012
2012	0.29	1259	
2013	0.42	869	-31.0%
2014	0.23	1587	26.1%
2015	0.45	811	-35.6%
2016	0.35	1043	-17.1%

Fuente: Elaboración propia (2017)

Gráfica 2. Rotación de inventario vs. Años



Fuente: Elaboración propia (2017)

El número promedio de días que se requiere para que la empresa venda el inventario ha variado en los últimos 5 años. En el año 2013 hubo una disminución en los días del 31% respecto del año 2012, lo cual significa que la empresa logró vender su inventario 31% veces más que el año anterior pero en el año 2014 vemos un aumento en los días del 26% respecto del año 2012, lo cual significa que ese año la empresa vendió su inventario 26% veces menos que el año inicial. Se observa que hay aumento y disminución variable por lo que se puede concluir que no se tiene un manejo adecuado del inventario respecto a las ventas.

El material que maneja la empresa, a pesar de no ser perecedero, debería tener rotación constante, si no significa que la empresa tiene dinero paralizado. Cuanto mayor sea el índice de rotación de inventario, más eficiente y rentable es la empresa.

El inventario es uno de los activos más caros de una empresa, por lo que se debe implementar controles, ya que actualmente no posee ninguno.

### **Uso de la mano de obra**

El proceso de corte de lija se realiza los días sábados, puesto que la lija roja AE es la única que se compra en rollos. Durante el resto de la semana, el operario tiene diferentes labores en la bodega. El proceso de corte de lija hay actividades que generan valor al producto, por lo que son productivas y también hay actividades que no generan valor al producto, por lo que no son productivas.

A partir del análisis del diagrama de flujo de proceso, se determina que las actividades productivas son:

1. Colocar rollo de lija en el rodillo
2. Medir la longitud del pliego
3. Cortar el pliego
4. Ubicar los pliegos en la mesa de inspección
5. Revisar que los pliegos cumplan con las medidas establecidas
6. Agrupar 50 pliegos
7. Armar banda
8. Colocar la banda alrededor del fajo de pliegos
9. Armar caja
10. Revisar que todos los fajos de pliegos cumplan con las medidas establecidas
11. Llenar la caja con los fajos de pliegos
12. Almacenar la caja

Las actividades que no son productivas son:

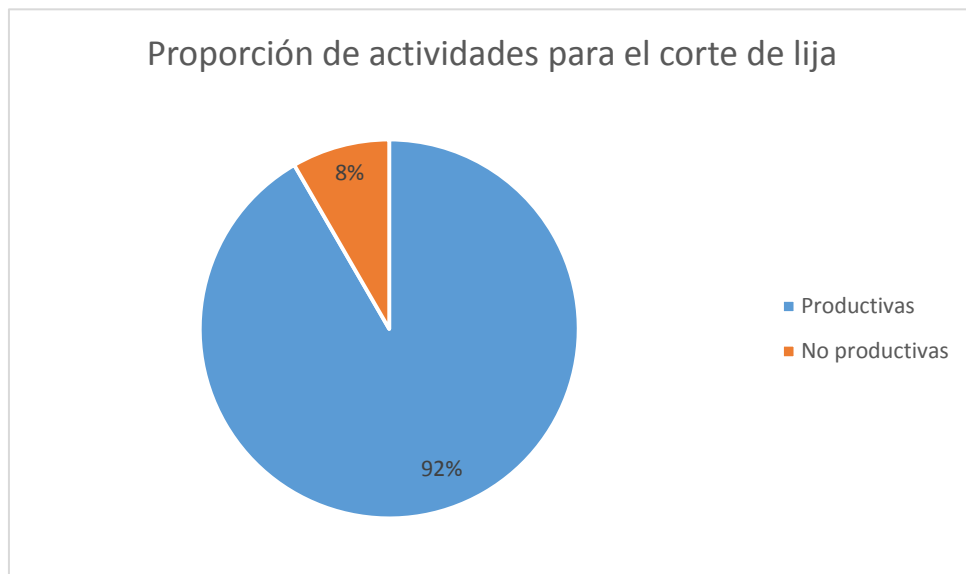
1. Trasladar el rollo al área de trabajo
2. Trasladar las cajas al área de trabajo
3. Trasladar la caja al primer nivel al almacén de pliegos

Como se puede observar en el Diagrama de Flujo de Proceso, el tiempo total para el proceso de corte de lija es de 72.45min. Las actividades de operación (actividades productivas) requieren un tiempo de 66.40min para su realización. Las actividades de transporte (actividades no productivas) requieren un tiempo de 6.05 min respectivamente. Dados los tiempos de cada tipo de actividad, se puede hacer un análisis del tiempo invertido para las actividades productivas y para las no productivas.

$$\begin{aligned} \textit{Tiempo invertido en actividades productivas} &= \frac{66.40 \textit{ min}}{72.45\textit{min}} = 0.9165 * 100 \\ &= 91.65\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textit{Tiempo invertido en actividades no productivas} &= \frac{6.05}{72.45\textit{min}} = 0.0835 * 100 \\ &= 8.35\% \end{aligned}$$

Gráfica 3. Proporción de actividades para el corte de lija



Fuente: Elaboración propia (2017)

La transformación de los materiales requiere un 92% del tiempo dedicado a las actividades que generan valor al producto y 8% en actividades que no generan

valor. Dado que todas las actividades del proceso las realiza el único operario, este tiempo se traduce al tiempo productivo y no productivo de la mano de obra.

El operario invierte el 92% de su tiempo para realizar actividades que generan valor al producto e invierte 8% de su tiempo para realizar actividades que no generan valor al producto.

### Proporción de desechos

La lija AE de grano 36 viene en rollos de 23 cm x 8,500 cm. Se cortan pliegos del tamaño estándar de un pliego de lija, el cual es 23cmX 28cm.

Definidas estas dimensiones, se calcula cuántos pliegos se pueden obtener de un rollo de lija:

$$\text{Pliegos por rollo} = \frac{8,500 \text{ cm}}{1 \text{ rollo}} * \frac{1 \text{ pliego}}{28 \text{ cm}} = 303.57 \approx 303 \text{ pliegos/rollo}$$

Se observó el corte de 5 rollos. Se tomó la cantidad de 5 rollos basados en número de observaciones a realizar que recomienda Niebel para el tiempo de ciclo.

A continuación se presentan los resultados:

Tabla 3. Resultados de pliegos por rollos.

Rollo	Pliegos (un)
1	274
2	283
3	282
4	279
5	276

Fuente: Elaboración propia (2017)

La proporción de desechos se mide comparando la cantidad real de pliegos y la cantidad teórica de pliegos que se obtienen de un rollo. La siguiente tabla muestra esta comparación:

Tabla 4. Proporción de desechos

Rollo	Pliegos (un)	Proporción de desechos (%)
1	274	9.57%
2	283	6.60%
3	282	6.93%
4	279	7.92%
5	276	8.91%

Fuente: Elaboración propia (2017)

Para obtener la proporción de desechos general, se aplicó la fórmula de media aritmética:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

$$\bar{x} \text{ (Proporción de desechos)} = \frac{9.57\% + 6.60\% + 6.93\% + 7.92\% + 8.91\%}{5}$$

$$\bar{x} = 7.99\%$$

También se aplicó la fórmula de la desviación estándar:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$S$  (Proporción de desechos)

$$= \sqrt{\frac{(9.57\% - 7.99\%)^2 + (6.60\% - 7.99\%)^2 + (6.93\% - 7.99\%)^2 + (7.92\% - 7.99\%)^2 + (8.91\% - 7.99\%)^2}{4}} =$$

$$S = 0.01265\% \approx 0.013\%$$

La proporción de desechos general para el corte de rollo de lija es de 7.99% con una desviación de 0.013%.

El enfoque se da en la proporción de desechos y no en la productividad dado que actualmente no se está utilizando toda la capacidad instalada, solamente se corta lija 1 día a la semana. Sin embargo, también se puede obtener la productividad de

la operación expresada en pliegos por hora. Según el Diagrama de Flujo del Proceso, el tiempo invertido por rollo es de 72.45 minutos.

Por lo tanto,

$$\begin{aligned} \text{Productividad} &= \frac{\text{Promedio de pliegos/rollo}}{\text{Tiempo invertido/rollo}} = \frac{278.8 \text{ pliegos}}{72.45 \text{ min} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}} \\ &= 230.98 \text{ pliegos/hora} \approx 231 \text{ pliegos/hora} \end{aligned}$$

### **Condiciones ambientales en el área de corte**

Según Niebel, las condiciones ambientales que impactan en el trabajo son: iluminación, ruido, temperatura, ventilación, vibración y radiación. Para el caso del área de corte de rollos de lija, vibración y radiación no aplican ya que la guillotina no es una máquina con características asociadas a estas condiciones ambientales, porque no cuenta con motor eléctrico, no es pesada y no emite ningún tipo de energía.

A continuación se muestra una imagen del área de corte:





A continuación se describen las condiciones en las que se encuentra el área de corte de los rollos de lija:

## ILUMINACIÓN

La mesa de corte se encuentra bajo una entrada de luz natural por medio de láminas troqueladas de policarbonato semitransparentes. La mesa no se encuentra directamente bajo de la luminaria por lo que el operario mismo crea sombra en su estación de trabajo. Ambas fuentes de luz se encuentran a una altura de 3 metros sobre el suelo.

Se utilizó un luxómetro para medir la cantidad de iluminación en el área de corte y en el área de almacenamiento. Se realizaron 5 observaciones en diferentes horas del día, medidos desde el suelo. A continuación se presentan los resultados:

Tabla 5. Observaciones de iluminación

ILUMINACION			
NO.	HORA	MESA DE CORTE (LUX)	MESA DE ALMACENAMIENTO (LUX)
1	08:00	299.1	198.7
2	10:00	299.8	199.1
3	12:00	304.8	199.3
4	14:00	303.7	197.5
5	16:00	291.2	189.7
<b>PROMEDIO</b>		<b>299.7</b>	<b>196.9</b>

Fuente: Elaboración propia (2017)

Se tiene un promedio de 299.7 lux en la mesa de corte y un promedio de 196.9 lux en la mesa de almacenamiento.

## RUIDO

La guillotina con la que se trabaja no tiene un motor que genere ruido, sin embargo la empresa se encuentra ubicada a la par de un taller automotriz, por lo que vale la pena evaluar a cuántos decibeles está expuesto el operario en el trabajo.

Se utilizó un sonómetro para medir la cantidad de decibeles en el área de trabajo. Se realizaron 5 observaciones en diferentes horas del día, a continuación se presentan los resultados:

Tabla 6. Observaciones de ruido

<b>RUIDO ÁREA DE CORTE (dBA)</b>		
<b>NO.</b>	<b>HORA</b>	
1	08:00	83.1
2	10:00	82.6
3	12:00	84.2
4	14:00	83.1
5	16:00	76.8

Fuente: Elaboración propia (2017)

### **TEMPERATURA**

Hay una parte del área de producción que es de techo de lámina por lo que el ambiente se torna caluroso y molesto, creando así estrés por calor en el operario.

Se utilizó un medidor de estrés térmico (QUESTemp) para medir las temperaturas e índice de humedad relativa. Se realizaron 5 observaciones en diferentes horas del día, a continuación se presentan los resultados:

Tabla 7. Observaciones de temperatura

<b>NO.</b>	<b>HORA</b>	<b>INDICE DE HUMEDAD RELATIVA (%)</b>	<b>TEMPERATURA TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO (°C)</b>	<b>TEMPERATURA DE BULBO SECO (°C)</b>	<b>TEMPERATURA DEL GLOBO (°C)</b>
1	08:00	26.2	25.4	26.3	25.9
2	10:00	29.2	26.7	30.1	29.5
3	12:00	30.3	30.2	34.2	32.2
4	14:00	30.2	27.5	29.8	29.4
5	16:00	28.1	25.3	28.4	26.8
<b>PROMEDIO</b>		<b>28.8</b>	<b>27.0</b>	<b>29.8</b>	<b>28.8</b>

Fuente: Elaboración propia (2017)

Se tiene un promedio de 28.8% de índice de humedad relativa, 27.0°C de temperatura de bulbo húmedo, 29.8°C de temperatura de bulbo seco y 28.8°C de temperatura del globo.

## VENTILACIÓN

El área de trabajo tiene solamente una ventana con dimensiones de 45cm x 45 cm a una distancia de 3 m de la mesa de trabajo. No hay ventiladores. El operario manifiesta que la poca ventilación en el área de trabajo provoca que el área se mantenga caliente.

Se utilizó un medidor de estrés térmico (QUESTemp) para medir las velocidades de ventilación en el área de trabajo. Se realizaron 5 observaciones en diferentes horas del día, a continuación se presentan los resultados:

Tabla 8. Observaciones de ventilación

VENTILACION		
NO.	HORA	ÁREA DE CORTE (m/s)
1	08:00	0.13
2	10:00	0.13
3	12:00	0.15
4	14:00	0.14
5	16:00	0.14
<b>PROMEDIO</b>		<b>0.14</b>

Fuente: Elaboración propia (2017)

## Desempeño de la maquinaria

El desempeño de la guillotina se determina por el desempeño de la cuchilla. La cuchilla está hecha de acero y el mantenimiento de la misma consiste en afilarla. Se afila cada vez que el operario cree conveniente con ayuda de un cuchillo.

Para determinar el desempeño de la guillotina, se realizó una prueba en la que se afiló un cuchillo cada 30, 60, 100, 120, 150, 180, 210 y 240 pliegos. Para todas las pruebas se utilizaron rollos completos y se afiló el cuchillo al inicio de cada uno.

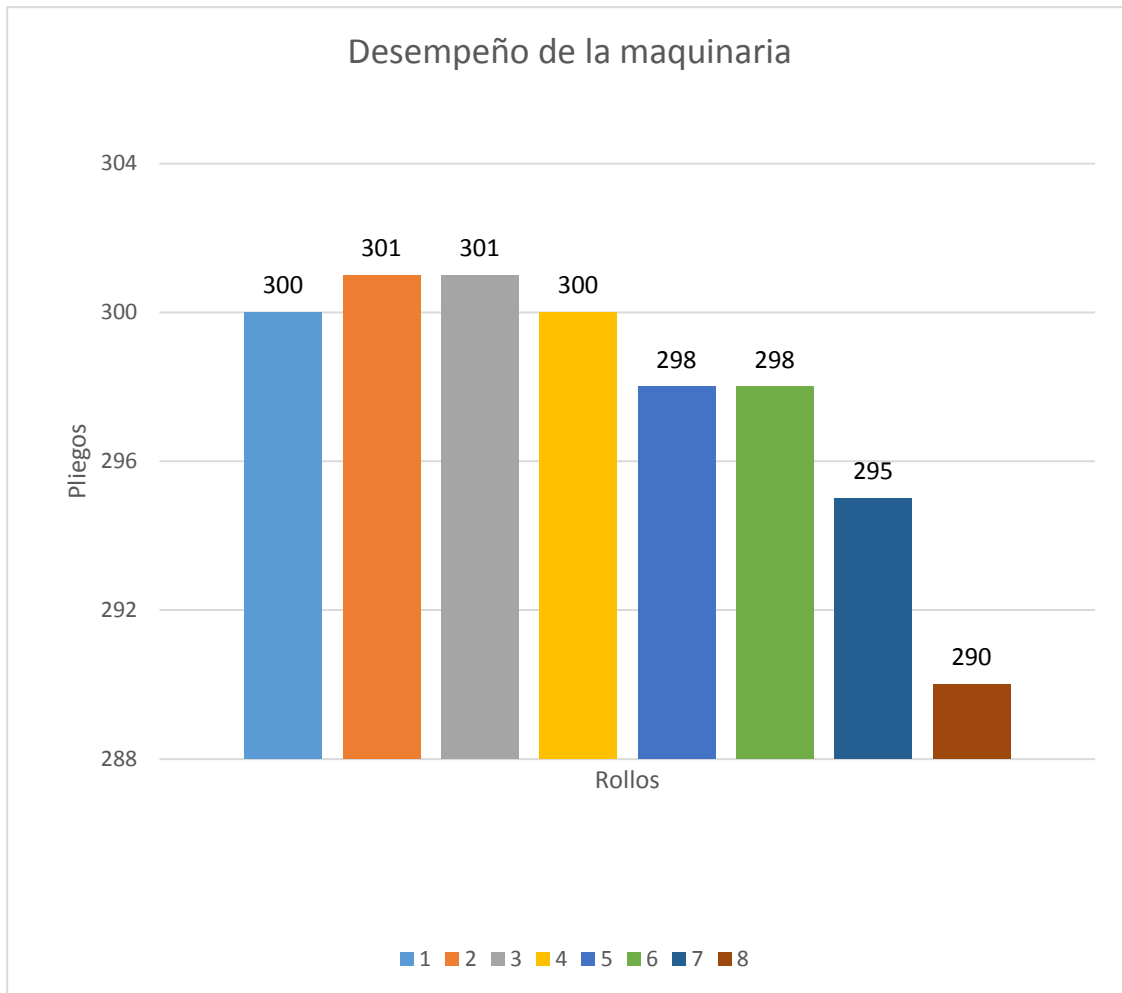
A continuación se presentan los resultados de la cantidad de pliegos aceptables después de afilar el cuchillo.

Tabla 9. % de aprovechamiento de pliegos por rollo

<b>NO. ROLLO</b>	<b>FRECUENCIA PARA AFILAR (PLIEGOS)</b>	<b>PLIEGOS (UN)</b>	<b>APROVECHAMIENTO (%)</b>
1	30	300	99.01%
2	60	301	99.34%
3	100	301	99.34%
4	120	300	99.01%
5	150	298	98.35%
6	180	298	98.35%
7	210	295	97.36%
8	240	290	95.71%

Fuente: Elaboración propia (2017)

Gráfica 4. Desempeño de la maquinaria según la frecuencia de afilar



Fuente: Elaboración propia (2017)

Como se puede observar en la tabla y en la gráfica, al afilar el cuchillo cada 100 pliegos, o menos, se mantiene un nivel de aprovechamiento del 99.34% del rollo de lija.

- Al afilar el cuchillo cada 120 pliegos se observa una disminución del 0.33% en el nivel de aprovechamiento del rollo de lija, con respecto a los 100 pliegos.
- Al afilar el cuchillo cada 150 y 180 pliegos se observa una disminución del 0.99% en el nivel del aprovechamiento del rollo de lija, con respecto a los 100 pliegos.
- Al afilar el cuchillo cada 210 pliegos se observa una disminución del 1.99% en el nivel del aprovechamiento del rollo de lija, con respecto a los 100 pliegos.

- Al afilar el cuchillo cada 240 pliegos se observa una disminución del 3.65% en el nivel del aprovechamiento del rollo de lija, con respecto a los 100 pliegos.

Además, se observó la cantidad de pliegos de pérdida causados por la maquinaria y los causados por el operario. A continuación se presentan los datos:

Tabla 10. Pérdida en unidades por rollo

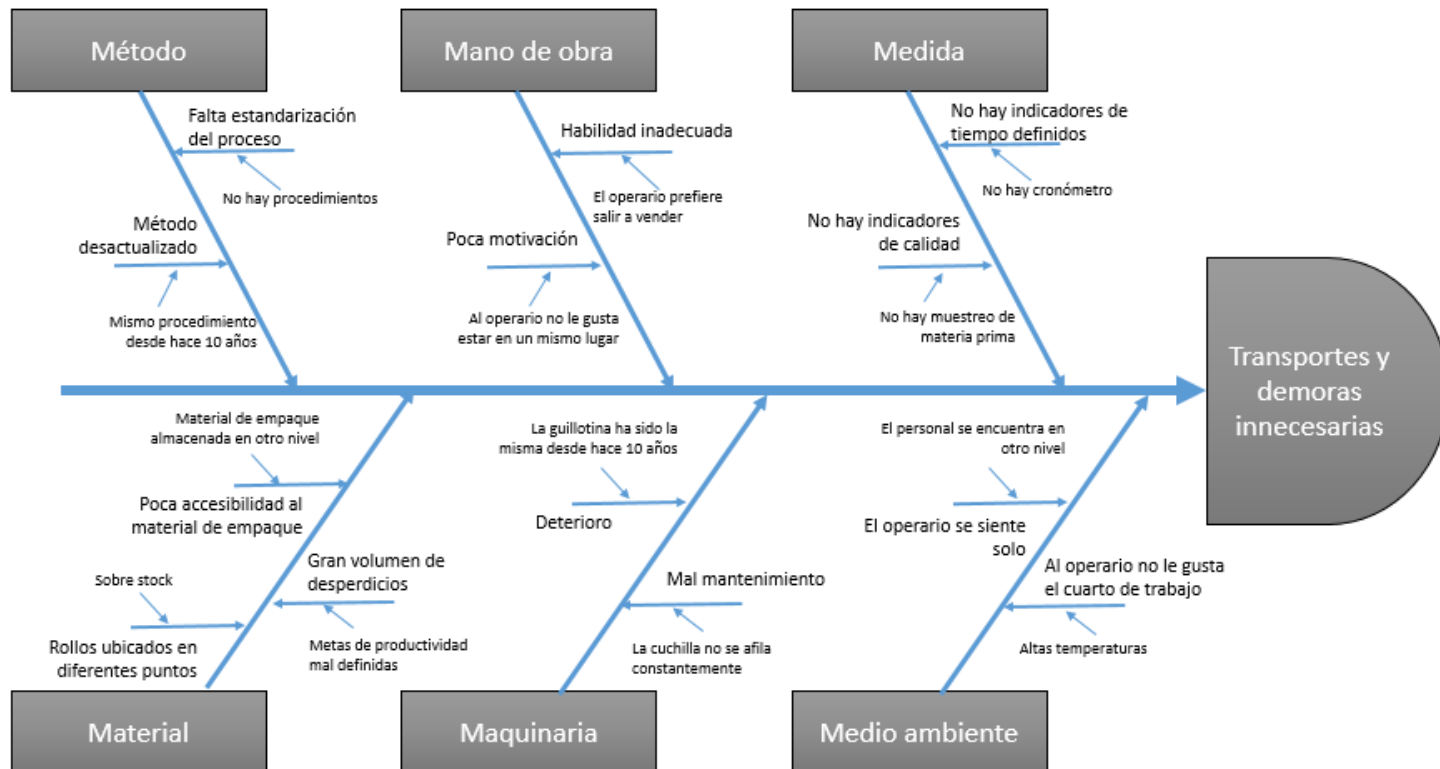
No. Rollo	Pliegos (un)	Pérdida (un)	Pérdida por maquinaria (un)	Pérdida por operario (un)
1	300	3	3	0
2	301	2	2	0
3	301	2	2	0
4	300	3	3	0
5	298	5	4	1
6	298	5	5	0
7	295	8	8	0
8	290	13	10	3
<b>TOTAL</b>	<b>2383</b>	<b>41</b>	<b>37</b>	<b>4</b>

Fuente: Elaboración propia (2017)

Se observa que de los 41 pliegos que se perdieron en el proceso, 36 fueron provocados por la maquinaria y 4 fueron provocados por el operario.

## Análisis de la situación actual

### Diagrama causa y efecto



### Áreas del inventario priorizar del material

Según el diagrama de causa y efecto, el material (los rollos de lija) afecta el proceso del corte de lija, ya que el sobre stock que maneja la empresa provoca que los rollos de lija estén ubicados en diferentes puntos de la bodega porque se ubican en espacios vacíos y no en un solo lugar específico ocasionando también la poca accesibilidad al material de empaque. Además existe desperdicio de volumen. El estar buscando los rollos provoca transportes y demoras innecesarias.

Como se observó en el cálculo de los índices financieros, se tiene un limitado control sobre la rotación el inventario puesto que en los últimos 5 años, el menor tiempo para vender todo el inventario es más de 2 años y el máximo es más de 4 años.

De información de las visitas se sabe que los meses en que la demanda incrementa, se cortan hasta 16 rollos al mes y no se lleva un control sobre los pliegos que están almacenados. Además los empleados comentan que los rollos se encuentran almacenados en diferentes puntos de las instalaciones porque la bodega no se da abasto y consideran que hay más rollos de los necesarios.

Se recomienda que la empresa utilice un sistema de manufactura make to stock (MTS) para empezar a controlar la cantidad de producto que almacena. A la empresa en estudio le es útil este sistema pues fabrica sus productos para almacenar.

Paralelo al cálculo de punto de pedido, se debe asegurar que la empresa utilice un criterio de valoración del tipo PEPS (Primeros en Entrar, Primeros en Salir) para darle salida al inventario por el valor con el que se compró.

### **Uso de la mano de obra**

El proceso de corte de lija requiere que el operario invierta el 8% de su tiempo en actividades que no generan valor a la transformación del producto y 92% de su tiempo en actividades que sí generan valor. Existe oportunidad de reducir el tiempo de las actividades no productivas. A continuación se detallará cuánto tiempo requiere cada una de las actividades.

#### Operaciones

$$Tiempo invertido en operaciones = \frac{50.87}{72.45} = 0.7022 * 100 = 70.22\%$$

El tiempo invertido en operaciones en el proceso de corte de lija es de un 70.22%.



### Inspecciones

$$\text{Tiempo invertido en inspecciones} = \frac{15.47}{72.45} = 0.2136 * 100 = 21.36\%$$

El tiempo invertido en inspecciones en el proceso de corte de lija es de un 21.36%.

### Transporte

$$\text{tiempo invertido en transporte} = \frac{6.05}{72.45} = 0.0836 * 100 = 8.36\%$$

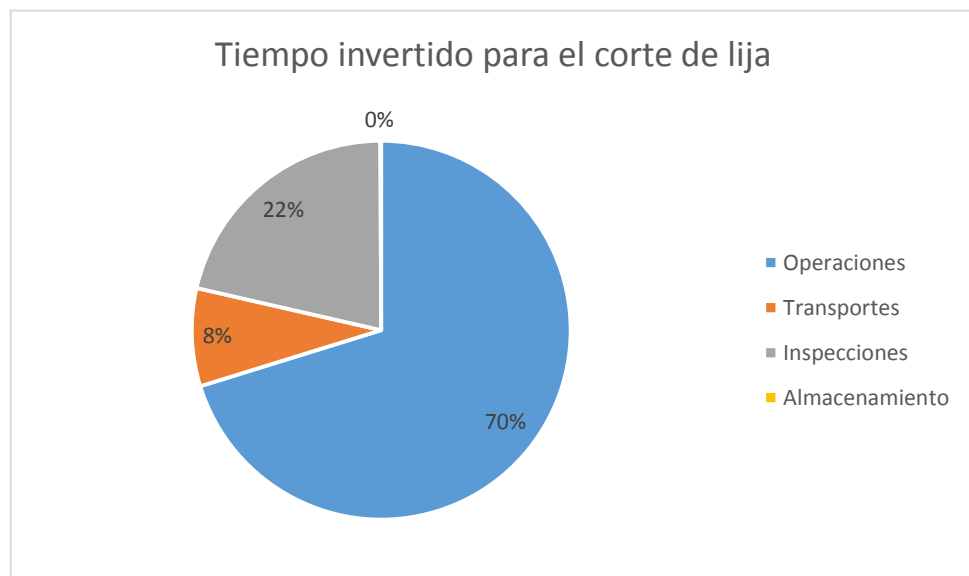
El tiempo invertido en transporte en el proceso de corte de lija es de un 8.36%.

### Almacenamiento

$$\text{tiempo invertido en almacenamiento} = \frac{0.05}{72.45} = 0.0007 * 100 = 0.07\%$$

El tiempo invertido en almacenamiento en el proceso de corte de lija es de un 0.07%.

Gráfica 5. Tiempo invertido en el corte de lija



Fuente: Elaboración propia (2017)

Las actividades de transporte requieren un 8% del tiempo del operario. Son 3 transportes que el operario debe realizar:

1. Almacenar los pliegos en la mesa de inspección
2. Trasladar las cajas al área de trabajo
3. Almacenar la caja en el almacén de pliegos

Los transportes son provocados porque el área de trabajo está ubicado en el segundo nivel y la materia prima junto con el área de almacenaje de producto terminado están ubicados en el primer nivel. El tener estas áreas en un mismo piso reduciría el tiempo no productivo del proceso.

### **Proporción de Desechos**

La producción promedio del corte de lija es 279 pliegos, lo cual da una eficiencia de 92.07% equivalente a una proporción de desechos promedio del 7.93%±0.0.13%.

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción esperada}} = \frac{279 \text{ ud}}{303 \text{ ud}} = 92.07\%$$

$$\% \text{ Proporción de desechos} = 100\% - \% \text{ eficiencia} = 100\% - 92.07\% = 7.93\%$$

La eficiencia del 92.07% indica que la empresa hace un buen uso de los recursos disponibles para convertir los rollos en pliegos de lija, sin embargo tiene un área de oportunidad ya que el porcentaje de eficiencia se puede elevar al 100%.

Los pliegos son considerados desechos cuando el corte del pliego no tiene las dimensiones estándar de 23cmX 28cm, o porque los bordes del pliego no están rectos. Los vendedores indican que los clientes no están acostumbrados a pliegos de lija de otro tamaño que no sea el estándar y que pliegos con medidas diferentes los clientes no los aceptarían.

El operario indica que los desechos son provocados porque la cuchilla no siempre realiza un corte completo, entonces el operario debe volver a bajar la cuchilla para terminar el corte que quedó parcial y en ese momento es cuando el borde del pliego queda disparejo. La proporción de desechos es razonable por la maquinaria utilizada y el mantenimiento aplicado.

## Condiciones ambientales en el área de corte

### ILUMINACIÓN

Se tiene un promedio de 299.7 lux en la mesa de corte y un promedio de 196.9 lux en la mesa de almacenamiento.

### Niveles de iluminación para la actividad de corte de lija

Imagen 13. Niveles de iluminación recomendados según zona de trabajo

**ARTÍCULO 76.** Se reforma el artículo 167, el cual queda así:

**"ARTÍCULO 167.** Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo deben ser los establecidos en la siguiente tabla, considerando las exigencias visuales de la tarea que se desarrolle:

Zona de Trabajo	Exigencia visual	Nivel mínimo de Luxes en las áreas de trabajo
<b>FÁBRICAS</b>		
Áreas de tránsito y Pasillos	Baja	100-150
Tanques y Bombas	Baja	100-150
Baños	Baja	100-150
Escaleras y Pasamanos	Media	150-200
Sala de Calderas y Cuartos de Control	Media	150-200
Bandas transportadoras	Media	150-200
Bodegas de Almacenaje y Centros de distribución	Alta	200-500
Bancos de trabajo y Líneas de Producción	Alta	200-500
Empaque de Productos	Alta	200-500
Áreas de Carga	Alta	200-500
Control de Calidad	Alta	500-1000
Laboratorios	Alta	500-1000
<b>OFICINAS</b>		
Escaleras y Pasillos	Baja	100-150
Baños	Baja	100-150
Recepción y Sala de Reuniones	Media	200-500
Bodegas de Materiales	Media	200-500
Trabajo de Oficinas	Alta	500-1000
Redacción	Alta	1,500-2,000
Archivo	Alta	1,500-2,000
<b>BODEGAS Y TALLERES</b>		
Baños	Baja	100-150
Bodegas de Almacenaje y Centros de distribución	Alta	200-500
Trabajo, Inspección y selección de producto	Alta	1,500-2,000
Trabajo mecánico o manual	Alta	1,500-2,000
<b>COMERCIOS</b>		
Pasillos	Baja	100-150
Recepción	Baja	100-150
Baños	Baja	100-150
Elevadores y gradas eléctricas	Media	200-500
Restaurantes y Cocinas	Alta	1,500-2,000
Vitrinas	Alta	1,500-2,000
<b>HOSPITALES</b>		
Baños	Baja	100-150
Sala de Espera y Corredores	Media	200-500
Laboratorios	Alta	500-1000
Cuarto de Examinación	Alta	1,500-2,000
Quirófano y Sala de Operaciones	Alta	1,000-3,000

Quando se indican valores de nivel de intensidad luminica es mejor establecer rangos de valor mínimo y máximo, puesto que, tanto el déficit como el exceso tienen efectos perjudiciales en la vista de los usuarios."

Fuente: Reglamento de salud y seguridad ocupacional (2016)

Según el reglamento de salud y seguridad ocupacional, la actividad de corte de lija tiene un nivel de exigencia alta (bancos de trabajo y líneas de producción), por lo que se tomará como referencia el rango entre 200-500 luxes.

## RUIDO

El operario está expuesto al ruido intermitente en el área de trabajo durante 8 horas al día. Al observar los datos de los decibeles medidos a diferentes horas del día se concluye que ninguna sobrepasa los 85dBA que se recomienda en el artículo 189 del Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional.

Imagen 14. Exposición de ruido recomendado según tiempo de exposición

ARTÍCULO 88. Se reforma el artículo 189, el cual queda así:

"ARTÍCULO 189. En los lugares de trabajo cuyo nivel de presión sonora sea superior a los ochenta y cinco decibeles (85dB) (A) para ruido continuo, para ruidos intermitentes o de impacto; las jornadas de trabajo se ajustarán a las disposiciones siguientes:

NPSeq (dB (A) lento)	Tiempo de exposición por día		
	Horas	Minutos	Segundos
85	8,00		
86	6,35		
87	5,04		
88	4,00		
89	3,17		
90	2,52		
91	2,00		
92	1,59		
93	1,26		
94	1,00		
95		47,40	
96		37,80	
97		30,00	
98		23,80	
99		18,90	
100		15,00	
101		11,90	
102		09,40	
103		07,50	
104		05,90	
105		04,70	
106		03,75	
107		02,97	
108		02,36	
109		01,88	
110		01,49	
111		01,18	
112			56,40
113			44,64
114			35,43
115			29,12
118			14,06
121			07,03
124			03,52
127			01,76
130			00,88
133			00,44
136			00,22
139			00,11
140			00,05

Después del tiempo límite de exposición y a picos superiores a ciento cuarenta decibeles (140dB) (C), los trabajadores no deben estar expuestos sin el equipo personal de protección auditiva.

Fuente: Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional (2016)

Aunque los niveles de ruido se encuentren en el rango permitido, es importante calcular la dosis de ruido de exposición al ruido para verificar que se estén cumpliendo los valores permitidos por la OSHA, basado en el libro de Niebel.

La dosis de ruido se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$D = 100 \times \left( \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_n}{T_n} \right) \leq 100$$

Donde:

D= dosis de ruido

C= tiempo de permanencia bajo los efectos de un nivel de ruido específico

T= tiempo permitido bajo los efectos de un nivel de ruido específico (tabla 6.6 o fórmula)

La tabla 6.6 proporciona valores de T solamente para ciertos tiempos clave, por lo que se calcula el tiempo permitido para cada uno de los valores que se midieron en la parte 1, por medio de la siguiente fórmula:

$$T = 8/2^{(L-90)/5}$$

Donde L es el nivel de sonido dBA.

Tabla 11. Ruido en el área de corte

NO.	HORA	RUIDO	
		ÁREA DE CORTE (dBA)	Tiempo permitido (h)
1	08:00	83.1	20.8
2	10:00	82.6	22.3
3	12:00	84.2	17.9
4	14:00	83.1	20.8
5	16:00	76.8	49.9

Fuente: Elaboración propia (2017)

Luego se procede a calcular la dosis de ruido, tomando en cuenta un promedio entre los tiempos permitidos con cada cambio de lectura de decibeles:

$$D = 100 \times \left( \frac{2}{\left(\frac{20.8 + 22.3}{2}\right)} + \frac{2}{\left(\frac{22.3 + 17.9}{2}\right)} + \frac{2}{\left(\frac{17.9 + 20.8}{2}\right)} + \frac{2}{\left(\frac{20.8 + 49.9}{2}\right)} \right) = 35.22$$

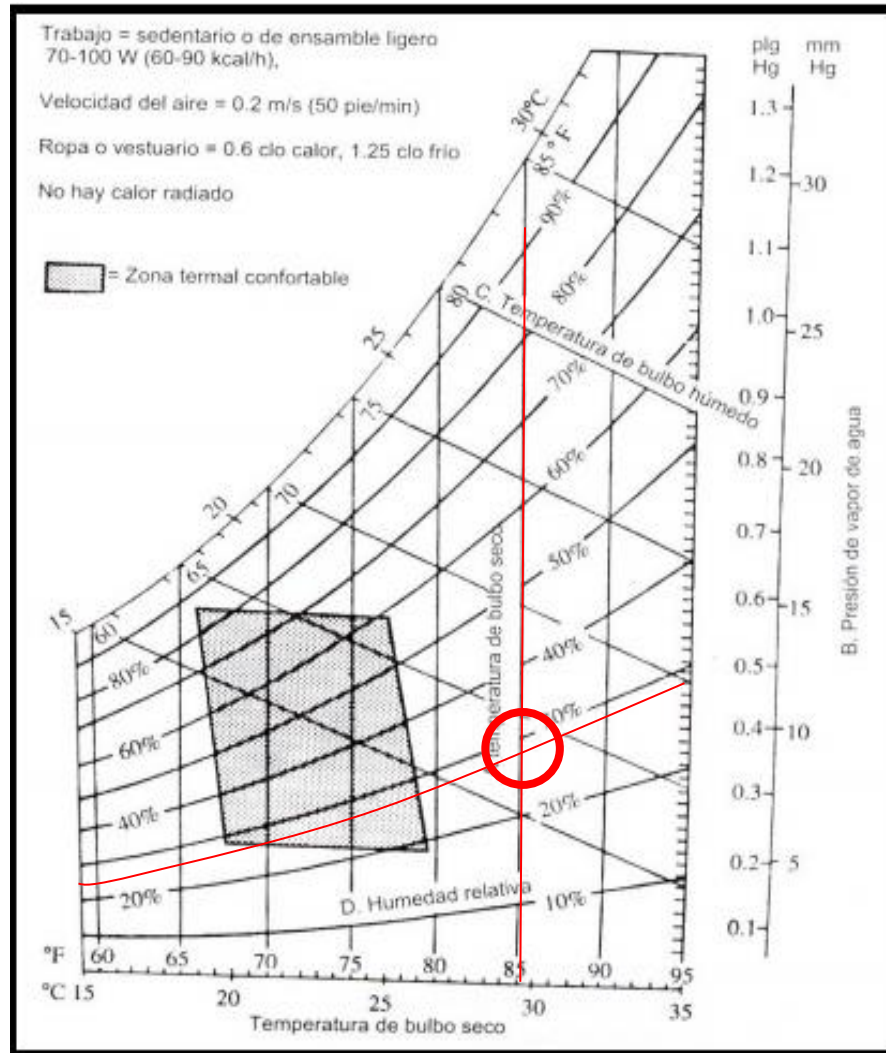
Se puede concluir que el operario está expuesto a una dosis adecuada de ruido ya que no excede los requisitos de la OSHA, además, en ninguna de las horas del día el operario excede el tiempo permitido según el artículo 189 del Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional. Se debe tomar en cuenta que el ruido es generado por un agente externo de la empresa, por lo que se debe considerar realizar una medición constantemente para validar que el nivel no incremente.

### **TEMPERATURA**

Se tiene un promedio de 28.8% de índice de humedad relativa, 27.0°C de temperatura de bulbo húmedo, 29.8°C de temperatura de bulbo seco y 28.8°C de temperatura del globo.

Se ha determinado una zona de confort térmico para áreas donde se realiza trabajo ligero y sedentario durante 8 horas. Según Niebel, en la tabla mostrada a continuación, este intervalo se encuentra a temperaturas entre los 18.9 °C y 26.1°C, con una humedad relativa de 20% a 80%. Esto quiere decir que la temperatura se encuentra arriba de la zona de confort térmico. A continuación se presentan estos valores de forma visual:

Imagen 15. Zona de confort térmico



Fuente: Elaboración propia (2017)

### Cálculo de estrés por calor: WBGT

Para calcular el estrés por calor cuando se está en interiores o ambientes al aire libre sin carga solar, se utiliza la siguiente fórmula:

$$WBGT = 0.7(NWB) + 0.3(GT)$$

Siendo:

NWB= temperatura natural del bulbo húmedo

GT= temperatura del globo

Para el área de trabajo, el WBGT tiene un valor de:

$$WBGT = 0.7(27.0^{\circ}C) + 0.3(28.8^{\circ}C) = 27.54^{\circ}C$$

Estimación del consumo metabólico:

Según American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), el metabolismo basal se puede considerar una constante con valor 1 Kcal/min, que se estima es la media para la población laboral. A este valor habría que sumarle el calor generado durante la realización del trabajo. En la siguiente tabla se muestra la media de consumo según el tipo de trabajo:

Imagen 16. Rango de consumo en Kcal/min según el tipo de trabajo

Posición y movimiento del cuerpo		Consumo metabólico (Kcal/min)	
Sentado		0,3	
De pie		0,6	
Andando		2,0-3,0	
Subida de una pendiente andando		Añadir 0,8 por metro de subida	

Tipo de trabajo		Media consumo (Kcal/min)	Rango consumo (Kcal/min)
Trabajo manual	Ligero	0,4	0,2-1,2
	Pesado	0,9	
Trabajo con un brazo	Ligero	1,0	0,7-2,5
	Pesado	1,7	
Trabajo con dos brazos	Ligero	1,5	1,0-3,5
	Pesado	2,5	
Trabajo con el cuerpo	Ligero	3,5	2,5-15,0
	Moderado	5,0	
	Pesado	7,0	
	Muy pesado	9,0	

Fuente: Miliarium. (2012)

Para un trabajo con dos brazos en clasificación “ligero” la media de consumo metabólico es de 1.5 Kcal/min. El consumo metabólico es:

$$\begin{aligned} \text{Consumo metabólico} &= 1 \text{ Kcal}/_{\text{min}} (\text{base}) + 1.5 \text{ Kcal}/_{\text{min}} (\text{trabajo}) \\ &= \mathbf{2.5 \text{ Kcal}/_{\text{min}}} \end{aligned}$$

El consumo metabólico del operario de corte de lija es de 2.5Kcal/min. Convirtiéndolo a Kcal/h se tiene:

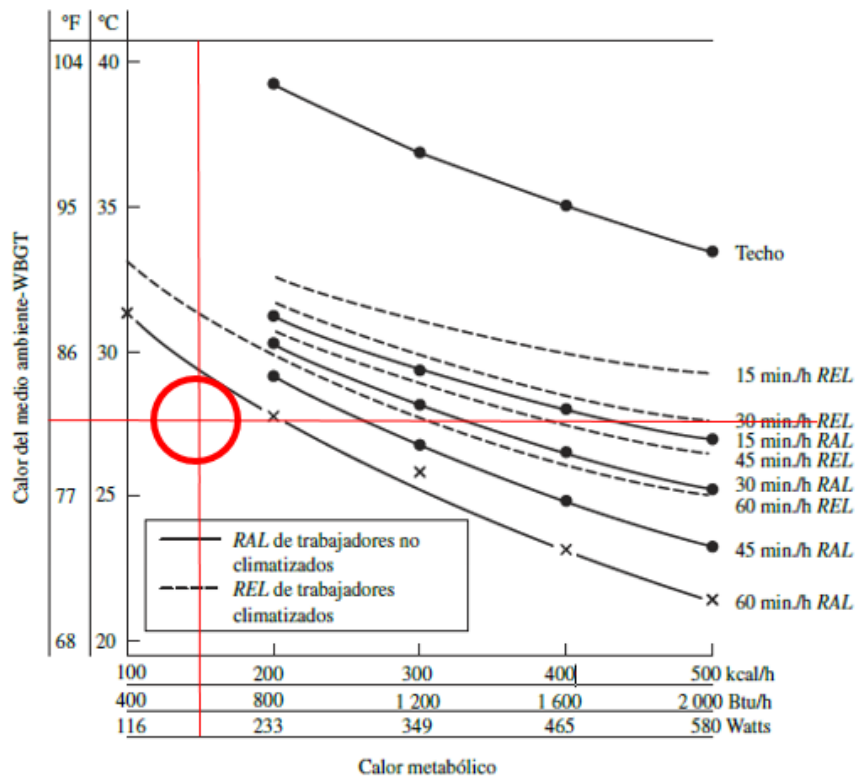
$$\text{Consumo metabólico} = 2.5 \frac{\text{Kcal}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = \mathbf{150 \text{ Kcal}/_{\text{h}}}$$



A continuación se muestra el nivel de estrés por calor de forma visual:

Imagen 17. Niveles de estrés recomendados por Niebel

**Figura 6.13** Niveles de estrés por calor recomendados con base en el calor metabólico (promedio de tiempo ponderado de 1 hora), aclimatación y ciclos de descanso en el trabajo. Una aproximación *grosso modo* del calor metabólico a partir de la figura 4.21 es  $W = (HR - 50) \times 6$ . Los límites de temperatura son promedio de tiempo ponderado de 1 hora WBGT. RAL = límite recomendado de alerta para trabajadores no climatizados. REL = límite recomendado de exposición para trabajadores climatizados. (De: NIOSH, 1986, figuras 1 y 2.)



Fuente: Niebel (2014)

Dado el calor del medio ambiente WBGT y el calor metabólico calculado, se recomienda, según la tabla 6.13 de Niebel, que el operario tome descansos cada 60 minutos (o mayor) para evitar el estrés por calor.

## VENTILACIÓN

Se tiene promedio de 0.14 m/s. Según el artículo 169 del Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional, “la velocidad de circulación del aire para ambientes confortables debe prevalecer en 0.2 m/s”. La velocidad promedio del aire actualmente en el área de corte está por debajo de lo permitido, sin embargo, el operario no está dedicado al corte de lija todo el tiempo, él invierte su tiempo en otras labores y otros lugares. Se recomienda plantear planes de acción que permitan que el trabajador tenga la ventilación necesaria pero a la vez, tomando en cuenta de que el corte de lija no se realiza todos los días y que el área de corte el 83% del tiempo funciona como bodega.

Imagen 18. Velocidad del aire según el tipo de trabajo

### VENTILACIÓN

**ARTÍCULO 169.** Todos los locales de trabajo deben contar con un sistema de ventilación que asegure la renovación del aire en relación con la calidad del perfil laboral y mantenga la temperatura en niveles tales que no resulte molesta o perjudicial para la salud de los trabajadores, si el proceso lo amerita.

Es prioridad el implementar el funcionamiento de un sistema que permita acondicionar el aire de tal modo que regule tanto la temperatura, la ventilación y circulación del aire. Para que la ventilación sea suficiente debe ser mayor o igual a 50 m<sup>3</sup> por hora y por trabajador; este debe ser calculado estimando una renovación de cuatro (4) a ocho (8) veces por hora en ambientes de oficina. La velocidad de circulación del aire para ambientes confortables debe prevalecer en 0.2 metro por segundo pero en ambientes calurosos debe situarse entre 0.5 y 1 metro por segundo.

En ningún caso el anhídrido carbónico o ambiental podrá sobrepasar la porción de 50/10,000 y el monóxido de carbono de 1/10,000.

Se prohíbe emplear braseros, o sistemas de calor por fuego libre, salvo a intemperie y siempre que no impliquen riesgos de incendios o explosión.

Fuente: Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional (2016)

## Desempeño de la maquinaria

En la recolección de datos se obtuvo que el 90% de los pliegos que se perdieron fueron causados por la maquinaria y el 10% restante fueron causados por el operario.

Tabla 12. Porcentaje de pérdida de rollos.

No. Rollo	Pliegos (un)	Pérdida (un)	Pérdida por maquinaria (un)	Pérdida por operario (un)	% Pérdida por maquinaria/ Pérdida	% Pérdida por operario/ Pérdida
1	300	3	3	0	100%	0%
2	301	2	2	0	100%	0%
3	301	2	2	0	100%	0%
4	300	3	3	0	100%	0%
5	298	5	4	1	80%	20%
6	298	5	5	0	100%	0%
7	295	8	8	0	100%	0%
8	290	13	10	3	77%	23%
<b>TOTAL</b>	<b>2383</b>	<b>41</b>	<b>37</b>	<b>4</b>	<b>90%</b>	<b>10%</b>

Fuente: Elaboración (2017)

Los pliegos perdidos por maquinaria se dañan en el momento de que el operario baja la cuchilla para hacer el corte y la cuchilla realiza un corte parcial por la falta de filo, por lo que el operario levanta la cuchilla y la vuelve a bajar, pero el borde del pliego ya no queda recto como debería. Al medir el pliego, como no se tienen las dimensiones estándar de un pliego de lija, se descarta la unidad.

A continuación se muestran los costos de las pérdidas, sabiendo que el costo de un pliego de lija es de Q3.50.

Tabla 13. Costos por pérdidas de pliegos.

No. Rollo	Pliegos (un)	Pérdida por maquinaria (un)	Costo del pliego	Costo de pérdida por maquinaria
1	300	3	Q 3.50	Q 10.50
2	301	2	Q 3.50	Q 7.00
3	301	2	Q 3.50	Q 7.00
4	300	3	Q 3.50	Q 10.50
5	298	4	Q 3.50	Q 14.00
6	298	5	Q 3.50	Q 17.50
7	295	8	Q 3.50	Q 28.00
8	290	10	Q 3.50	Q 35.00
<b>TOTAL</b>	<b>2383</b>	<b>37</b>	<b>Q 3.50</b>	<b>Q 129.50</b>

Fuente: Elaboración propia (2017)

$$\text{Costo por rollo} = \frac{Q129.50}{8 \text{ rollos}} = Q16.19$$

Se tiene un promedio de Q16.19 de pérdida causado por maquinaria, por cada rollo que se compra. Esto indica que la maquinaria presenta una oportunidad de mejora en la cuchilla.

Este costo de pérdida se puede reemplazar por el costo de mantenimiento de la guillotina, el cual es una inversión inicial por la compra de un afilador. Se aconseja que se afile el cuchillo al inicio de cada rollo que se corte, y cada 100 pliegos para evitar perder Q16.19 con cada uno de ellos.

## Punto de equilibrio

A continuación se presentan los datos para calcular el punto de equilibrio:

- Costos fijos:

Tabla 14. Costos fijos

Descripción	Monto (Q/mes)
Mano de obra directa	Q2,900.00
Costo de personal ventas	Q2,900.00
Bonos incentivos	Q500.00
Cargas laborales	Q2,426.14
Energía eléctrica*	Q797.05
Alquiler*	Q2,500.00
Combustible*	Q800.00
<b>Total</b>	<b>Q12,823.19</b>

Fuente: Elaboración propia (2017)

\*El valor de la energía eléctrica y combustible se obtienen del promedio de los últimos 6 meses:

Tabla 15. Historial de costo de energía eléctrica y combustible

Referencia	Energía eléctrica	Combustible
Mes 1	Q774.89	Q813.01
Mes 2	Q801.12	Q822.20
Mes 3	Q816.64	Q800.00
Mes 4	Q807.58	Q829.48
Mes 5	Q792.31	Q809.03
Mes 6	Q789.78	Q811.97
<b>Promedio</b>	<b>Q797.05</b>	<b>Q814.28</b>

Fuente: Elaboración propia (2017)

\*El alquiler es una cuota fija

- Costos variables:

Tabla 16. Costos variables

Descripción	Monto (Q/unidad)
Pliegos	Q3.50
Cajas y bandas	Q1.50
<b>Total</b>	<b>Q5.00</b>

Fuente: Elaboración propia (2017)

- Precio de venta: Q7.50

Utilizando los datos anteriores, se calcula el punto de equilibrio mensual utilizando la siguiente fórmula:

$$PE = \frac{\text{Costo fijo}}{\text{Precio} - \text{Costo variable unitario}}$$

$$PE = \frac{Q12837.47}{Q7.5 - Q5.00} = 5,134.99 \approx 5,135 \text{ pliegos}$$

Con el valor obtenido se concluye que la empresa debe vender más de 5,135 pliegos al mes para generar utilidades a la empresa. A continuación se muestra una representación gráfica:

Tabla 17. Utilidades según unidades vendidas (Punto de equilibrio)

UNIDADES	VENTAS	COSTOS	UTILIDADES
3800	Q28,500.00	Q31,837.47	-Q3,337.47
4000	Q30,000.00	Q32,837.47	-Q2,837.47
4200	Q31,500.00	Q33,837.47	-Q2,337.47
4400	Q33,000.00	Q34,837.47	-Q1,837.47
4600	Q34,500.00	Q35,837.47	-Q1,337.47
4800	Q36,000.00	Q36,837.47	-Q837.47
5000	Q37,500.00	Q37,837.47	-Q337.47
5135	Q38,512.41	Q38,512.41	Q0.00
5200	Q39,000.00	Q38,837.47	Q162.53
5400	Q40,500.00	Q39,837.47	Q662.53
5600	Q42,000.00	Q40,837.47	Q1,162.53
5800	Q43,500.00	Q41,837.47	Q1,662.53
6000	Q45,000.00	Q42,837.47	Q2,162.53
6200	Q46,500.00	Q43,837.47	Q2,662.53
6400	Q48,000.00	Q44,837.47	Q3,162.53

Fuente: Elaboración propia (2017)

Gráfica 6. Punto de equilibrio

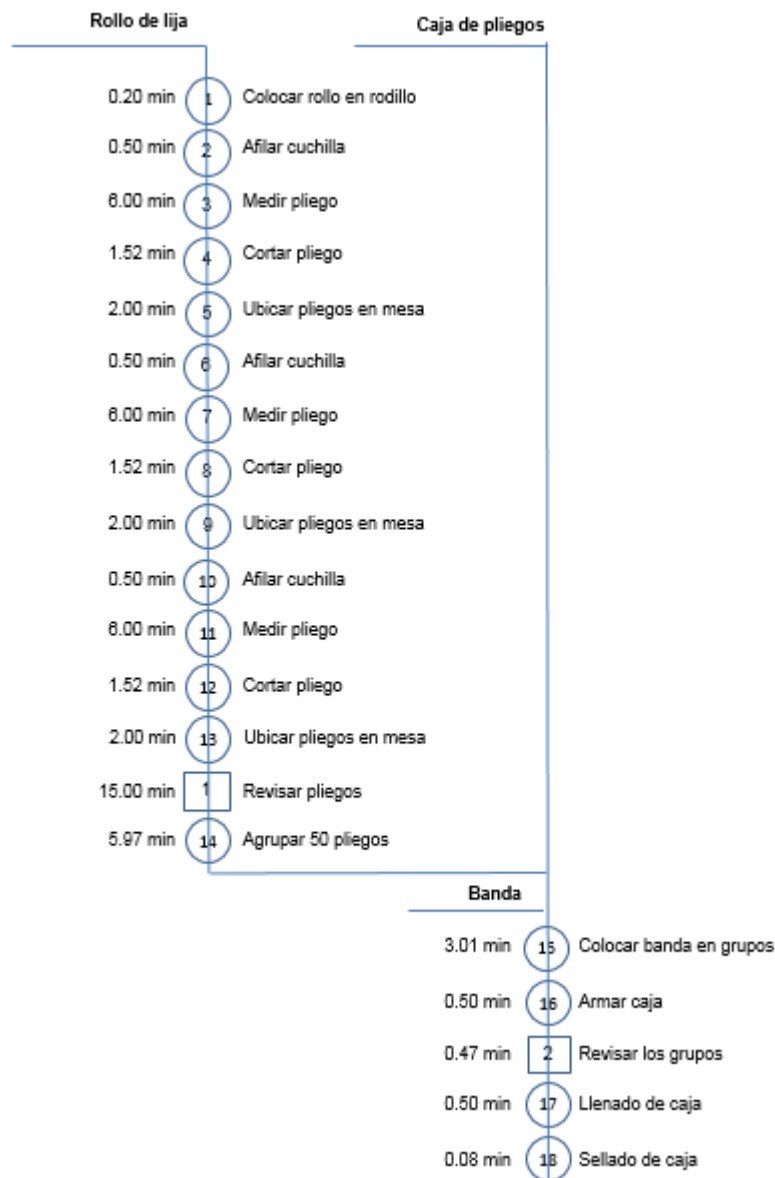


Fuente: Elaboración propia (2017)

## Propuesta

### Diagrama de Operaciones de Proceso

<b>Empresa</b>	Empresa	<b>Analista</b>	Adriana Moreno
<b>Producto</b>	Rollo de lija	<b>Método</b>	Propuesto
<b>Proceso</b>	Cortar un rollo de lija	<b>Fecha</b>	04-11-17



	Cantidad	Tiempo (min)
Operaciones	18	40.31
Inspecciones	2	15.47
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>55.78</b>



## Diagrama de flujo de proceso

Diagrama de flujo de proceso del material

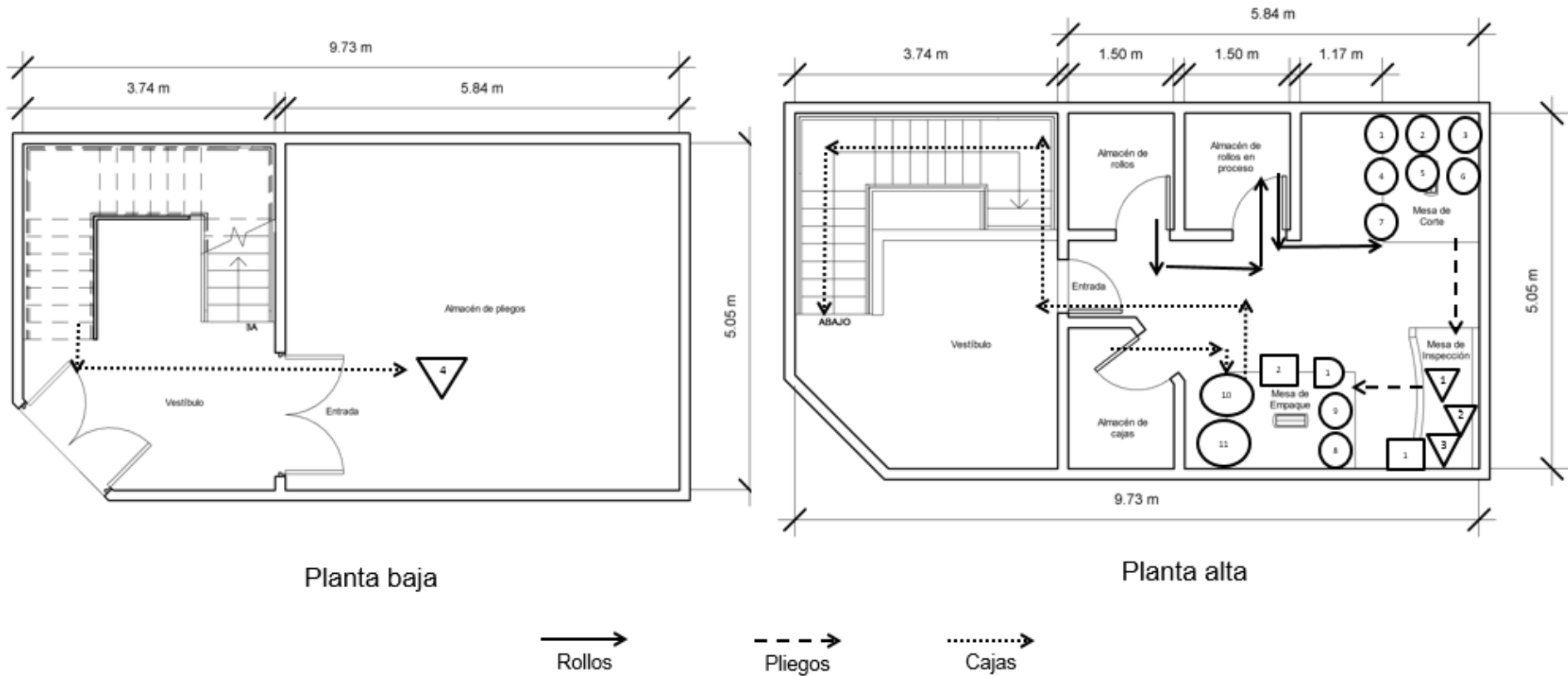
<b>Empresa</b>	Empresa	<b>Analista</b>	Adriana Moreno
<b>Producto</b>	Rollo de lija	<b>Método</b>	Propuesto
<b>Proceso</b>	Cortar un rollo de lija	<b>Fecha</b>	04-11-17

No.	Descripción de la actividad	Símbología						Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones
1	Colocar rollo en rodillo	●	□	→	▽	D	0.20			
2	Afilarse cuchilla	●	□	→	▽	D	0.50			
3	Medir pliego	●	□	→	▽	D	6.00			
4	Cortar pliego	●	□	→	▽	D	1.52			
5	Ubicar pliegos en mesa de inspección	●	□	→	▽	D	2.00			
6	Afilarse cuchilla	●	□	→	▽	D	0.50			
7	Medir pliego	●	□	→	▽	D	6.00			
8	Cortar pliego	●	□	→	▽	D	1.52			
9	Ubicar pliegos en mesa de inspección	●	□	→	▽	D	2.00			
10	Afilarse cuchilla	●	□	→	▽	D	0.50			
11	Medir pliego	●	□	→	▽	D	6.00			
12	Cortar pliego	●	□	→	▽	D	1.52			
13	Ubicar pliegos en mesa de inspección	●	□	→	▽	D	2.00			
14	Revisar pliegos	○	■	→	▽	D	15.00			
15	Agrupar 50 pliegos	●	□	→	▽	D	5.97			
16	Colocar banda en fajo de pliegos	●	□	→	▽	D	3.01			
17	Armar caja	●	□	→	▽	D	0.50			
18	Revisar fajos	○	■	→	▽	D	0.47			
19	Llenado de caja	●	□	→	▽	D	0.50			
20	Sellar caja	●	□	→	▽	D	0.08			
21	Traslado de caja a almacén de pliegos	○	□	→	▽	D	2.02	36	Baja al primer nivel	
22	Almacenar caja con pliegos	○	□	→	▽	D	0.05			

	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)
Operaciones	18	40.31	
Transportes	1	2.02	36
Demoras	0	0.00	
Inspecciones	2	15.47	
Almacenamiento	1	0.05	
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>57.86</b>	<b>36</b>

## Diagrama de Recorrido

<b>Empresa</b>	Empresa	<b>Analista</b>	Adriana Moreno
<b>Producto</b>	Rollo de lija	<b>Método</b>	Propuesto
<b>Proceso</b>	Cortar un rollo de lija	<b>Fecha</b>	04-11-17



### Costos de reestructuración de la bodega:

Para eliminar los transportes innecesarios en el proceso se propone hacer una reestructuración de la bodega en donde se traslade el almacén de cajas y el almacén de rollos para el segundo nivel. Dos personas, trabajando durante tres días, serán las encargadas de hacer los movimientos propuestos.

$$\text{Costo del operario} = \frac{\text{Sueldo del operario}}{\text{Tiempo de jornada laboral}} = \frac{Q3,000}{30 \text{ días}} = Q100/\text{día}$$

$$\text{Reestructuración de la bodega} = \frac{Q100}{\text{día}} * 3 \text{ días} * 2 \text{ personas} = \frac{Q600}{\text{reestructuración}}$$

Realizar la reestructuración propuesta en el diagrama de recorrido tendrá un costo de Q600.

## **Inventario**

En un principio, la empresa no contaba con un control de inventarios. Para aumentar la productividad de las actividades de la empresa, en el área de gestión de inventarios, se realizaron las siguientes actividades:

1. Conteo de inventario inicial
2. Asignación de un código para cada tamaño y color de productos
3. Análisis de modelo de inventario
4. Elaboración de una hoja de Excel para calcular la cantidad óptima de re orden de materia prima.

A continuación se detallarán estas actividades:

### Conteo de inventario inicial

Se realizó un conteo de la materia prima y del producto terminado existente en la última semana de septiembre 2017. El inventario realizado se encuentra en el anexo 1.

### Asignación de códigos

La asignación de códigos a las materias primas y a la lija roja AE de grano 36 de la empresa permite tener un mejor control del inventario puesto que hace referencia al artículo específico. En la cartera de productos de esta empresa se pueden confundir los artículos ya que son similares, por lo mismo, se puede tener un error en el análisis de ventas y/o cálculo de la demanda. El tener un código para cada producto facilita estas gestiones.

En el anexo 2 se muestra una tabla con los códigos recomendados para cada producto.

### Análisis de método de clasificación de inventario

La empresa actualmente tiene variedad de productos en su portafolio, por lo que el método de clasificación de inventario más adecuado es el análisis ABC puesto que permite identificar los pocos productos que representan más utilidades para la empresa.

### Análisis de modelo de inventario

La empresa produce y vende simultáneamente los pliegos, sobre todo la lija AE 36. El modelo de inventario más adecuado en este caso es el modelo de la cantidad de pedido de producción:

### Cantidad de pedido de producción

Para calcular la cantidad óptima de pedido se aplica la siguiente fórmula:

$$Q_p^* = \sqrt{\frac{2DS}{H[1 - (\frac{d}{p})]}}$$

A continuación se muestra el desarrollo del cálculo de la cantidad de pedido de producción, teniendo los siguientes datos:

Tabla 20. Costos de preparación de pedido

<b>COSTOS DE PREPARACIÓN (S)</b>		
<b>Detalle</b>	<b>Unidad de tiempo</b>	<b>Monto (Q)</b>
Facturas/Pedidos/ Recibos	ANUAL	Q3600.00
Transporte de Materia Prima a la empresa	ANUAL	Q22950.00
<b>TOTAL</b>		<b>Q26550.00</b>

Fuente: Elaboración propia (2017)

Tabla 21. Costos de almacenamiento de pedido.

<b>COSTOS DE ALMACENAMIENTO (H)</b>		
<b>Detalle</b>	<b>Unidad de tiempo</b>	<b>Monto (Q)</b>
Alquiler del lugar*	ANUAL	Q2764.88
Electricidad*	ANUAL	Q433.38
<b>TOTAL</b>		<b>Q3192.26</b>

Fuente: Elaboración propia (2017)

\*El valor del alquiler del lugar se obtiene al calcular el costo solamente para el área de trabajo:

Se tiene una demanda anual (D) de 80,168 pliegos, una producción diaria (p) de 299 pliegos y una demanda diaria (d) de 237 pliegos.

Sustituyendo estos valores en la fórmula se obtiene la cantidad de pedido de producción en pliegos:

$$Q_p^* = \sqrt{\frac{2(80168\text{pliegos})(Q26,550)}{(Q3,198.26)\left[1 - \left(\frac{237\text{pliegos}}{299\text{pliegos}}\right)\right]}} = 2,383.5 \text{ pliegos}$$

La cantidad de pliegos sugerida al momento de hacer el pedido es 2,545.1 que es lo equivalente a 8 rollos (asumiendo que de cada rollo se obtienen 300 pliegos).

#### Punto de reorden:

Se utiliza la fórmula:

*Punto de Reorden*

$$= \text{demanda promedio en días} * (\text{Tiempo de entrega promedio en días}) \\ + \text{inventario de seguridad}$$

Para ello se calcula el stock de seguridad:

$SS = (\text{plazo máximo de entrega proveedor} - \text{plazo normal de entrega proveedor})$   
 $\quad * \text{demanda promedio}$

$$SS = (90 - 60) * 237 = 7,110 \text{ pliegos} \approx 24 \text{ rollos}$$

Ahora se calcula el punto de reorden:

$$\text{Punto de Reorden} = (237 * 60) + 7,110 \text{ pliegos} = 21,330 \text{ pliegos}$$

Se tiene un punto de reorden cada 21,330 pliegos que se tengan en stock, equivalente a 71 rollos.

Hoja de Excel para calcular la cantidad óptima de re orden de materia prima.

Una vez teniendo todos los costos descritos anteriormente, se procede a ingresar datos a la fórmula para calcular la cantidad óptima de pedido de piezas por orden ( $Q^*$ ). Para facilitar el cálculo de  $Q^*$ , se elaboró una hoja de Excel en donde se detallan los costos relevantes, se ingresa el monto de cada descripción y automáticamente el archivo genera el valor de  $Q^*$ .

A continuación se muestra una imagen de la interfaz de la hoja:

Imagen 19. Interfaz de hoja de cálculo de pedido



**MODELO DE PEDIDO DE PRODUCCIÓN**

Nota: para los siguientes cálculos, se asume que de un rollo de lija se obtienen 300 pliegos

COSTOS DE PREPARACIÓN (S)		
Detalle	Unidad de tiempo	Monto
Facturas	ANUAL	
Transporte de Materia Prima a JAME	ANUAL	
<b>TOTAL</b>		<b>0</b>

COSTOS DE ALMACENAMIENTO (H)		
Detalle	Unidad de tiempo	Monto
Alquiler del lugar	ANUAL	
Electricidad	ANUAL	
Mano de Obra	ANUAL	
<b>TOTAL</b>		<b>0</b>

Número de pliegos necesarias por pedido \_\_\_\_\_

NÚMERO DE ROLLOS DE LIJA POR PEDIDO \_\_\_\_\_

ANÁLISIS DE DEMANDA ANUAL (D)		
Detalle	Unidad de tiempo	Monto
Número de pliegos vendidas	Trimestre 1	
Número de pliegos vendidas	Trimestre 2	
Número de pliegos vendidas	Trimestre 3	
Número de pliegos vendidas	Trimestre 4	
<b>TOTAL</b>		<b>0</b>

ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN DIARIA (p)		
Detalle	Unidad de tiempo	Monto
Número de pliegos cortados	Día 1	
Número de pliegos cortados	Día 2	
Número de pliegos cortados	Día 3	
Número de pliegos cortados	Día 4	
Número de pliegos cortados	Día 5	
<b>PROMEDIO</b>		

ANÁLISIS DE DEMANDA DIARIA (d)		
Detalle	Unidad de tiempo	Monto
Número de pliegos solicitados	Día 1	
Número de pliegos solicitados	Día 2	
Número de pliegos solicitados	Día 3	
Número de pliegos solicitados	Día 4	
Número de pliegos solicitados	Día 5	
<b>PROMEDIO</b>		

Fuente: Elaboración (2017)

El tener una hoja de Excel que calcule la cantidad óptima de rollos de lija a pedir haría que la empresa tenga una mejor rotación de inventario y no acumule artículos a largo plazo.

**Uso de mano de obra**

Se había detectado que se invertía 8.42% del tiempo en actividades no productivas, por lo que se propone hacer las siguientes modificaciones a las actividades para disminuir este número:

1. Almacenar los rollos en la misma área de trabajo para evitar este transporte.
2. Afilar la cuchilla cada 100 pliegos, para reducir la proporción de rechazos en la inspección.
3. Establecer un día antes del corte de lija para armar las bandas y no perder tiempo armándolas durante el tiempo de corte de lija.
4. Almacenar las cajas en la misma área de trabajo para evitar este transporte.

Como se puede observar en el Diagrama de Flujo de Proceso propuesto, el tiempo total para el proceso de corte de lija es de 57.86min. Las actividades de operación e inspección (actividades productivas) requieren un tiempo de 55.78 min para su



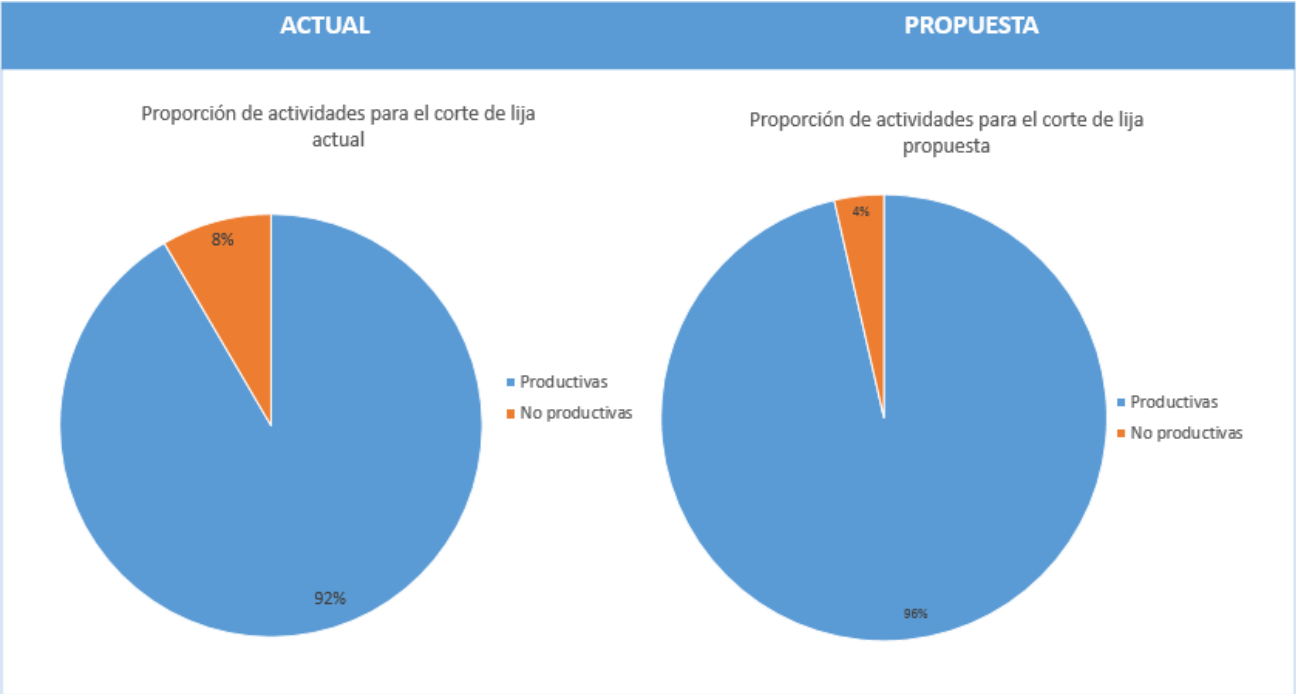
realización. Las actividades de transporte y almacenamiento, actividades no productivas, requieren un tiempo de 2.07min. Dados los tiempos de cada tipo de actividad, se puede hacer un análisis del tiempo invertido para las actividades productivas y para las no productivas.

$$\begin{aligned} \text{Tiempo invertido en actividades productivas} &= \frac{55.78}{57.86\text{min}} = 0.9642 * 100 \\ &= 96.42\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tiempo invertido en actividades no productivas} &= \frac{2.07 \text{ min}}{57.86\text{min}} = 0.0358 * 100 \\ &= 3.58\% \end{aligned}$$

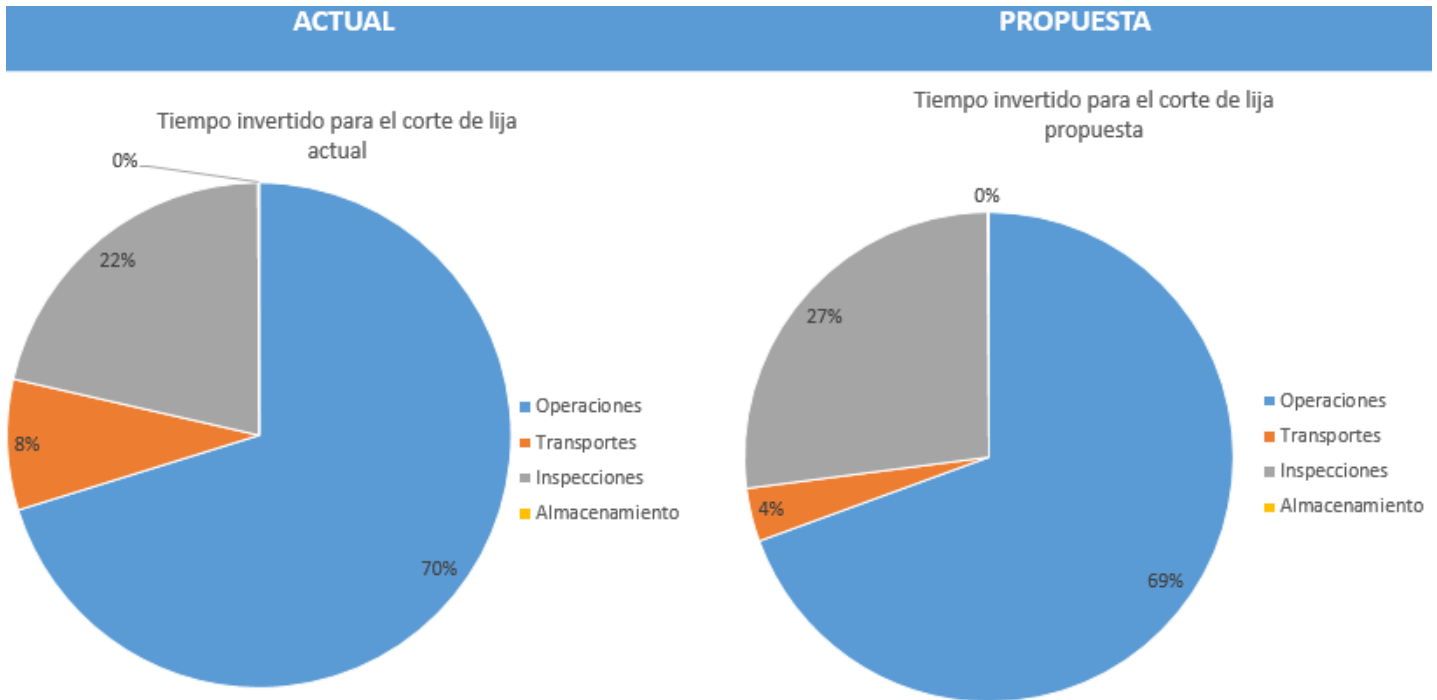
Comparación de actividades en proceso actual vs propuesta:

Gráfica 7. Comparación de actividades productivas/ no productivas del operario



Fuente: Elaboración propia (2017)

Gráfica 8. Comparación de actividades del operario



Fuente: Elaboración propia (2017)

Implementando los cambios propuestos en las actividades de corte de lija, se sube de 92% a 96% en la inversión de tiempo para actividades productivas y se reduce de 8% a 4% para las actividades no productivas.

Se hizo el análisis de cuánto cuesta que el operario afile la cuchilla cada 100 pliegos y cuánto cuesta que el operario arme las bandas un día antes, basado en los tiempos que se encuentran en los Diagrama de Flujo de Proceso actual y propuesto.

$$\text{Costo del operario} = \frac{\text{Sueldo del operario}}{\text{Tiempo de jornada laboral}} = \frac{Q3,000}{30 \text{ días} * 8 \text{ horas}} = Q12.5/h$$

$$\begin{aligned} \text{Afilarse la cuchilla} &= \frac{\text{Sueldo del operario}}{\text{Tiempo invertido en actividad}} = \frac{Q12.5/h}{1.5 \text{ min/rollo} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}}} \\ &= Q0.14/rollo \end{aligned}$$

$$\text{Armado de bandas} = \frac{Q12.5h}{5.96 \text{ min/rollo} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}}} = Q0.04/\text{rollo}$$

### Proporción de desechos

El operario indica que los desechos son provocados porque la cuchilla no siempre realiza un corte completo. Este problema se proyecta mitigar implementado el afilado de cuchilla cada 100 pliegos durante el proceso de corte de lija.

Se observó el corte de 5 rollos de prueba, asegurando afilar el cuchillo cada 100 pliegos y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 18. Proporción de desechos afilando la cuchilla cada 100 pliegos

Rollos	Pliegos (un)	Proporción de desechos (%)
1	299	1.32%
2	300	0.99%
3	301	0.66%
4	300	0.99%
5	301	0.66%

Fuente: Elaboración propia (2017)

Para obtener la proporción de desechos general, se aplicó la fórmula de media aritmética:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

$$\bar{x} (\text{Proporción de desechos}) = \frac{1.32\% + 0.99\% + 0.66\% + 0.99\% + 0.66\%}{5}$$

$$\bar{x} = 0.92\%$$

También se aplicó la fórmula de la desviación estándar:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$S$  (Proporción de desechos)

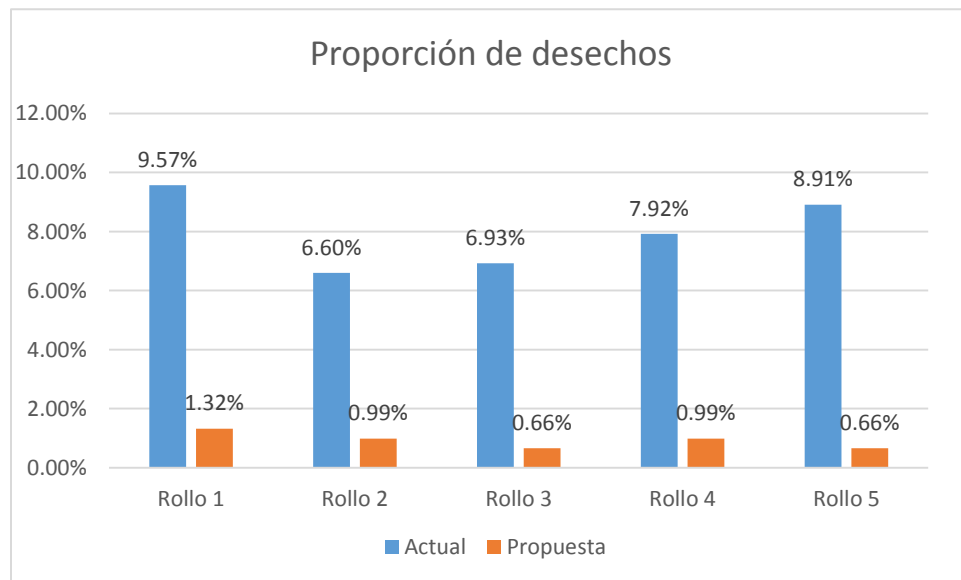
$$= \sqrt{\frac{(1.32\% - 0.92\%)^2 + (0.99\% - 0.92\%)^2 + (0.66\% - 0.92\%)^2 + (0.99\% - 0.92\%)^2 + (0.66\% - 0.92\%)^2}{4}} =$$

$$S = 0.002761 \approx 0.003\%$$

La proporción de desechos para el corte de lija nuevo es 0.92% con una desviación de 0.003%.

Comparación de actividades en proceso actual vs propuesta:

Gráfica 9. Proporción de desechos sin afilar la cuchilla vs afilando cada 100 pliegos



Fuente: Elaboración propia (2017)

Además, si se trabaja con una eficiencia del 100% y se consiguen 303, queda un excedente de 15.96 cm del rollo.

$$\text{Pliegos por rollo} = \frac{8,500 \text{ cm}}{1 \text{ rollo}} * \frac{1 \text{ pliego}}{28 \text{ cm}} = 303.57 \approx 303 \text{ pliegos/rollo}$$

$$\text{Excedente por rollo} = \frac{0.57 \text{ pliego}}{1 \text{ rollo}} * \frac{28 \text{ cm}}{1 \text{ pliego}} = 15.96 \text{ cm/rollo}$$

Adicional, se calculó la productividad del proceso con los nuevos cambios:

Según el Diagrama de Flujo del Proceso propuesto, el tiempo invertido por rollo es de 57.86 minutos.

Por lo tanto,

$$\begin{aligned} \text{Productividad} &= \frac{\text{Promedio de pliegos/rollo}}{\text{Tiempo invertido/rollo}} = \frac{300 \text{ pliegos}}{57.86 \text{ min} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}} \\ &= 311.09 \text{ pliegos/hora} \end{aligned}$$

Se tiene un incremento en la productividad, pasa de un valor de 231 pliegos/hora a 311 pliegos/hora.

### **Condiciones ambientales (propuesta)**

#### **ILUMINACIÓN**

Para saber cuántos lux se necesitan, se partirá del rango de 200 a 500 que recomendados en el Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional para actividades como el corte y almacenamiento de lija. El espacio en donde se encuentra la mesa de trabajo está en un área de 1.75m x 1m y la mesa de almacenamiento está en un área de 1.45m x 1m.

Se sabe que 1 Lux= 1 Lumen/m<sup>2</sup>

$$\text{Lumen mínimo} = \text{Lux} * \text{m}^2 = 200 \text{ lux} * 1.75 \text{m}^2 = 350 \text{ Lumen}$$

$$\text{Lumen máximo} = \text{Lux} * \text{xm}^2 = 500 \text{ lux} * 1.45 \text{m}^2 = 722 \text{ Lumen}$$

Imagen 20. Conversión de lumens a watts en bombillas incandescentes y LED

LUMENS	INCANDESCENT	LED
2600 lm	150 W	25-28 W
1600 lm	100 W	16-20 W
1100 lm	75 W	9-13 W
800 lm	60 W	8-12 W
450 lm	40 W	6-9 W

Fuente: CNET (2017)

Para el área de corte y de almacenamiento se recomienda adquirir bombillas incandescentes de 40 watts o bombillas LED de 6-9 watts, para asegurar que se cumple con la norma regulada en el artículo 167 del Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional.

A continuación se presenta una comparación de precios y vida útil para escoger el tipo de bombilla a comprar:

Tabla 19. Comparación de precio y vida útil de bombillas incandescentes y LED

	Incandescente	LED
Precio (Q)	3.5	25
Vida útil (horas)	1200	30000

Fuente: Elaboración propia (2017)

Según los datos de la tabla 24, el costo por hora de la bombilla incandescente es de 0.0029Q/h y el de la bombilla LED es de 0.00083Q/h. Se sugiere que la empresa invierta en bombillas LED porque tienen vida útil más grande, por lo que a largo plazo es la opción más económica. Se ahorra un 71.43% en comparación a la bombilla incandescente.

## TEMPERATURA Y VENTILACIÓN

Para mejorar la temperatura y ventilación del lugar, se propone instalar un extractor de aire, colocar un ventilador y adicionar cielo falso para cubrir la parte del techo que es de lámina. El extractor de aire aspirará y renovará el aire, eliminando el exceso de humedad. El ventilador permitirá el flujo continuo de aire. El cielo falso aislará el calor.

Se investigaron precios de aparatos y se presentan a continuación:

Ventilador:

Imagen 21. Precios de ventiladores en venta en CELASA



VENTILADOR DE PISO  
20" NEGRO  
'WESTINGHOUSE'  
**Q 294.75**



VENTILADOR DE  
PEDESTAL 16 NEGRO  
WESTINGHOUSE  
**Q 262.75**

Fuente: CELASA (2018)

Además, se investigó sobre otros aparatos en Max:

Imagen 22. Precios de ventiladores en venta en Max

	
	
<p>Ventilador de piso de 18"</p> <p>Escriba su comentario</p> <p><b>Q369.00</b></p>	<p>Ventilador de pie de 16"</p> <p>Escriba su comentario</p> <p><b>Q399.00</b></p>

Fuente: Max (2018)

## Extractor de aire

Imagen 23. Precios de extractores en venta en Siman


<p>Frigidaire</p> <p>Campana extractora 90cm acero</p> <p>UPC: 100549191</p> <p><del>Antes: Q 899.00</del></p> <p><b>Precio Especial Q 829.00</b></p>

Fuente: Siman (2018)



Además, se investigó sobre otros aparatos en Max:

Imagen 24. Precios de extractores en venta en Max



Fuente: Max (2018)

Se investigó también sobre la instalación y el mantenimiento necesario del extractor de aire y los costos:

Tabla 20. Precios de instalación y mantenimiento de extractor de aire.

Descripción	Costo
Instalación	Q200-Q500
Mantenimiento (cada 12 meses)	Q150-Q300

Fuente: Max (2018)

Se recomienda adquirir un ventilador marca Westinghouse de pedestal porque es la opción más económica y permite la rotación del ventilador para que el aire fluya en diferentes direcciones. También se recomienda el extractor de aire de Whirlpool porque es una marca reconocida en calidad.

Se investigó que el consumo eléctrico de estos aparatos por hora es de 120W/h para el extractor y 70W/h para el ventilador. Según EEGSA, el costo por Kw es de Q1.08/kW.

Suponiendo que los aparatos estarán encendidos durante todas las jornadas laborales, pues se debe evitar la humedad en la bodega para que el adhesivo de la lija no se dañe:

Se tienen 8 horas al día por 5 días (lunes a viernes) y 4 horas por 1 día (sábado) a la semana.

Costo por mes:

Tabla 21. Costo de consumo de energía anual

	<b>Tiempo (h)</b>	<b>Consumo (W)</b>	<b>Costo</b>
Ventilador	176	70	Q13.31
Extractor	176	120	Q22.81
<b>Total</b>	<b>352</b>	<b>190</b>	<b>Q36.12</b>

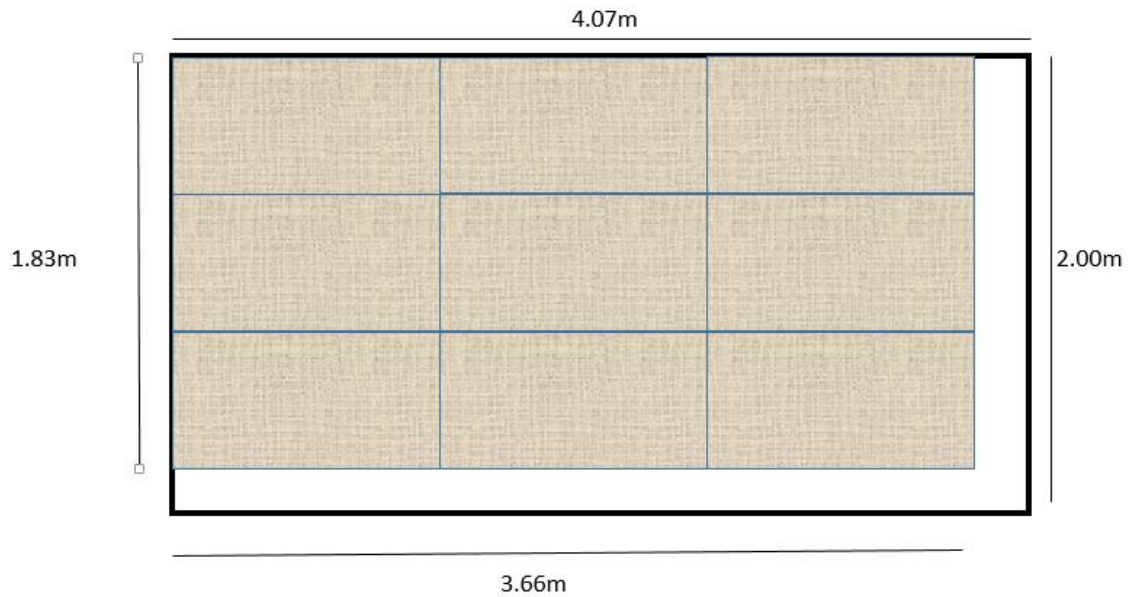
Fuente: Elaboración propia (2018)

Costo por año:

$$\text{Consumo eléctrico anual} = Q36.12 \times 12 \text{ meses} = Q433.38$$

También se recomienda que el techo del área donde está ubicada la mesa de corte, el cual es de lámina, se cubra con cielo falso. Este espacio es un área de 4.7m x 2m.

Se investigó que una plancha de cielo falso promedio es de 0.61m x 1.22m. Con estas medidas se puede calcular la cantidad de planchas necesarias:



Se requieren 9 planchas de cielo falso. Se escoge fibra mineral porque es un material que no se humedece y por sus propiedades de aislamiento térmico. Cada una tiene un valor de Q30 según precios investigados en Novex. A esto se le debe sumar el valor de la instalación de una estructura de aluminio, por lo que el costo total de colocar cielo falso en el techo del área de corte es de:

Tabla 22. Costo de consumo de energía anual

Descripción	Costo
9 planchas (Q30 c/u)	Q270.00
Instalación planchas	Q600.00
<b>TOTAL</b>	<b>Q870.00</b>

Fuente: Elaboración propia (2018)

## Desempeño de la maquinaria

Se propone hacer cortes cada 100 pliegos con el fin de usar la guillotina con su rendimiento máximo ya que como se observó en la primera parte, al afilar el cuchillo cada 100 pliegos o menos se mantiene un nivel de aprovechamiento del 99.34% del rollo de lija.

A continuación se presentan los resultados de los 8 rollos de prueba:

Tabla 23. Proporción de pérdida de pliegos por rollo, afilando la cuchilla cada 100 pliegos

No. Rollo	Pliegos (un)	Pérdida por maquinaria (un)	Pérdida por operario (un)	% Pérdida por maquinaria/ Pérdida	% Pérdida por operario/ Pérdida
1	301	0	0	0%	0%
2	301	1	0	100%	0%
3	300	0	0	0%	0%
4	300	0	1	0%	0%
5	300	1	1	50%	100%
6	301	0	0	0%	0%
7	300	0	2	0%	0%
8	301	0	1	0%	0%
<b>TOTAL</b>	<b>2404</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>29%</b>	<b>71%</b>

Fuente: Elaboración propia (2017)

A continuación se muestran los costos de las pérdidas, sabiendo que el costo de un pliego de lija es de Q3.50.

Tabla 24. Costos de pérdida de maquinaria, afilando la cuchilla cada 100 pliegos

No. Rollo	Pliegos (un)	Pérdida por maquinaria (un)	Costo del pliego	Costo de pérdida por maquinaria
1	301	0	Q 3.50	Q -
2	301	1	Q 3.50	Q 3.50
3	300	0	Q 3.50	Q -
4	300	0	Q 3.50	Q -
5	300	1	Q 3.50	Q 3.50
6	301	0	Q 3.50	Q -
7	300	0	Q 3.50	Q -
8	301	0	Q 3.50	Q -
<b>TOTAL</b>	<b>2404</b>	<b>2</b>	<b>Q 3.50</b>	<b>Q 7.00</b>

Fuente: Elaboración propia (2017)

$$\text{Costo de pérdida por maquinaria por rollo} = \frac{Q7}{8 \text{ rollos}} = Q0.88$$

Se tiene un promedio de Q0.88 de pérdida causado por maquinaria, por cada rollo que se compra. Esto indica que la maquinaria presenta una oportunidad de mejora en la cuchilla.

A continuación se comparan los resultados con la situación actual y la propuesta:

Tabla 25. Comparación de % y costos de pérdida por rollo

	Pérdida (un)	% Pérdida por maquinaria	Costo de pérdida	Costo de pérdida por maquinaria	Costo de pérdida por rollo
Actual	37	90%	Q 143.50	Q 129.50	Q 16.19
Propuesta	2	29%	Q 24.50	Q 7.00	Q 0.88

Fuente: Elaboración propia (2017)

Haciendo estos cambios, se comprobó que las unidades de pérdida se reducen en 83% de 41 unidades a 7 unidades. Las pérdidas por maquinaria se reducen de 90% a 29%. El costo por rollo se reduce en 95% pasando de Q16.19 a Q0.88.

### **Impactos técnicos y económicos**

Se calculará el estado de resultados proforma para el año 2018, tomando en cuenta el método de porcentaje de ventas. Se escogió este método, pues sirve para pronosticar las necesidades financieras en el corto plazo, basado en las ventas del año anterior y el balance del año anterior.

No es necesario implementar una estrategia que soporte un aumento en las ventas que se proyectan porque se tiene una alianza con los clientes, ya hay una base de clientes fija dado que la empresa lleva 25 años proveyendo productos abrasivos y los clientes han afianzado su fidelidad. No existe un costo adicional asociado a un aumento de ventas en los próximos 5 años, se produce más porque los clientes solicitan más.

Primero se calculará el valor de las ventas para el año 2018, utilizando el método de mínimos cuadrados. Se utiliza la ecuación de la recta:

$$y = a + bx$$

Por lo que para reemplazar en ésta fórmula, previamente es necesario determinar:

Tabla 26. Información para reemplazar en la ecuación de la recta

<b>Años (x)</b>	<b>Ventas (y)</b>	<b>x<sup>2</sup></b>	<b>Y<sup>2</sup></b>	<b>(x)(y)</b>	
1	269536.62	1	7.265E+10	269536.62	
2	829114.84	4	6.8743E+11	1658229.68	
3	656725.4	9	4.3129E+11	1970176.2	
4	800699.87	16	6.4112E+11	3202799.48	
5	443462.14	25	1.9666E+11	2217310.7	
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>2999538.87</b>	<b>55</b>	<b>2.0291E+12</b>	<b>9318052.68</b>

Fuente: Elaboración propia (2017)

Reemplazando los valores en las fórmulas se obtiene:

$$b = \frac{(5)(9318052.68) - (15)(2999538.87)}{5(55) - (15)^2} = 31943.61$$

$$a = \frac{2999538.87 - (31943.61)(15)}{5} = 504076.95$$

Por tanto, las ventas estimadas para el siguiente año son:

$$y = 504076.95 + 31943.61x$$

$$y = 504076.95 + 31943.61(6) = 695738.60$$

El costo de ventas del 2018 se obtiene de dividir el costo de ventas del 2017 dentro de las ventas del 2017:

$$\text{Costo ventas 2018} = \frac{276665.123}{443462.14} = 0.6239 = 62.39\%$$

El costo de ventas de 2018 es igual al 62.39% del valor de las ventas de 2018.

Los gastos operativos de 2018 se obtienen de dividir los gastos operativos del 2017 dentro de las ventas del 2017:

$$\text{Costo ventas 2017} = \frac{79547.29}{443462.14} = 0.1794 = 17.94\%$$

Los gastos operativos de 2018 son iguales al 17.94% del valor de las ventas de 2018.

A este valor debe agregarse la inversión que debe realizarse por los cambios propuestos: Q3,031.75.

Tabla 27. Costo de los cambios en condiciones ambientales

<b>Cambios</b>	<b>Monto</b>
2 Bombillas (Q50 c/u)	Q100.00
1 Ventilador	Q262.75
1 Extractor de aire	Q699.00
Instalación extractor	Q500.00
Cielo falso (9 planchas)	Q270.00
Instalación cielo falso	Q600.00
Reestructuración de bodega	Q600
<b>Total</b>	<b>Q3,031.75</b>

Fuente: Elaboración propia (2018)

También se debe tomar en cuenta que cada año se le debe dar mantenimiento al extractor de aire, el cual es un gasto de Q300 máximo. Adicional, se debe agregar el impacto en el consumo eléctrico de los aparatos, el cual es de Q433.38 anuales.

En este valor también se debe considerar que antes se perdía Q16.19/rollo y con los cambios propuestos se prevé perder únicamente Q0.88/rollo. Según los datos obtenidos en las entrevistas, antes se pedían 30 rollos por pedido y se propone pedir 8 rollos por pedido. Por lo tanto:

Tabla 28. Costo de los cambios en proporción de desechos

	<b>Pérdida (Q/rollo)</b>	<b>Rollo/ pedido</b>	<b>Pérdida (Q)</b>
<b>Actual</b>	16.19	30	485.7
<b>Propuesta</b>	0.88	8	7.04
<b>Diferencia</b>			<b>478.66</b>

Fuente: Elaboración propia (2017)

La diferencia de Q478.66 impacta positivamente en los gastos operativos, ya que es un ahorro que se está teniendo.



Con estos valores se puede obtener el estado de resultados proforma:

Tabla 29. Estado de resultados proforma

	2017	2018	2019	2020	2021
Ventas	Q443,462.14	Q695,738.60	Q727,682.20	Q759,625.81	Q791,569.42
Costo de ventas	Q276,665.13	Q434,054.21	Q453,983.04	Q473,911.87	Q493,840.70
Utilidades brutas	Q166,797.01	Q261,684.39	Q273,699.16	Q285,713.94	Q297,728.71
Gastos operativos	Q79,547.29	Q127,814.27	Q134,416.02	Q141,049.96	Q147,714.75
Utilidades operativas/ netas antes de impuesto	Q87,249.72	Q133,870.11	Q139,283.14	Q144,663.97	Q150,013.96
Impuestos (28.61%)	Q24,970.24	Q38,300.24	Q39,848.91	Q41,388.36	Q42,919.00
<b>Utilidades netas después de impuestos</b>	<b>Q62,279.48</b>	<b>Q95,569.87</b>	<b>Q99,434.23</b>	<b>Q103,275.61</b>	<b>Q107,094.97</b>

Fuente: elaboración propia (2018)

La utilidad de todos los años es mayor al punto de equilibrio de Q38,512.41 lo cual indica que la empresa tendrá ganancias en los próximos 3 años.

### **Análisis Valor Presente Neto.**

Para hacer el análisis costo beneficio, se utilizaron las utilidades netas después de impuestos como beneficio. Se utilizó un 15% como tasa de descuento proporcionada por el propietario de la empresa.

Tabla 30. Flujo de efectivo incremental

Año	Flujo de efectivo		Flujo de efectivo incremental
	Sin cambios	Con cambios	
2018	Q97,721.69	Q95,998.21	Q1,723.48
2019	Q102,208.41	Q99,882.24	Q2,326.17
2020	Q106,695.13	Q103,743.28	Q2,951.85
2021	Q111,181.85	Q107,582.31	Q3,599.54

Fuente: Elaboración propia (2018)

Para obtener los valores presentes de los beneficios y costos, se utilizó la tasa de descuento un 15%, proporcionada por la empresa.

Tabla 31. Beneficios y costos con los cambios propuestos

Tasa descuento: 15%	2018	2019	2020	2021	Valor presente
<b>Beneficios</b>	Q2,151.82	Q2,774.18	Q3,419.52	Q4,086.88	Q9,836.98
<b>Costos</b>	Q733.38	Q733.38	Q733.38	Q733.38	Q2,407.85

Fuente: Elaboración propia (2018)

Una vez que se tienen los valores presentes de los beneficios y costos, se hace la relación:

Tabla 32. Beneficios y costos con los cambios propuestos

Descripción	Monto
Inversión inicial	-Q3,031.75
Costos	-Q2,407.85
Beneficios	Q9,836.98
<b>Total</b>	<b>Q4,397.38</b>

Fuente: Elaboración propia (2018)

Con esta relación se puede comprobar que restando los costos e inversión de los beneficios, al ser positivo se justifican los cambios.

## Comparación de beneficios

El beneficio se toma como las utilidades netas que tendrá la empresa. A continuación se presenta un cuadro comparativo con los beneficios de la propuesta versus no hacer nada:

Tabla 33. Beneficios y costos con los cambios propuestos

Año	Beneficios	
	Actual	Propuesta
2018	Q97,721.69	Q95,569.87
2019	Q102,208.41	Q99,434.23
2020	Q106,695.13	Q103,275.61
2021	Q111,181.85	Q107,094.97

Fuente: Elaboración propia (2018)

Se observa que la propuesta tiene beneficios menores a los beneficios que se podrían obtener actualmente, sin embargo, los cambios se proponen por la seguridad industrial que la empresa debe ofrecerle al operario. La seguridad industrial minimiza los riesgos de accidentes/enfermedades que el operario puede experimentar por no tener óptimas condiciones ambientales en su área de trabajo y estos accidentes deben ser cubiertos por la empresa, por lo que toda empresa debe velar por la protección de sus colaboradores. Estos cambios están basados en las buenas prácticas de manufactura, que garantiza la calidad durante la fabricación de un producto.

Los cambios propuestos se muestran a continuación en un diagrama Gantt:

Actividad	Duración en semanas	Fecha inicio	Fecha final	Julio				Agosto				Septiembre			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Afilar la cuchilla cada 100 pliegos	Siempre	02/07/2018	31/12/2018	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Armar bandas 1 semana al mes	Siempre	02/07/2018	31/12/2018	■				■				■			
Mover el almacén de rollos	2	09/07/2018	20/04/2018		■	■									
Mover el almacén de cajas	1	16/07/2018	27/04/2018			■	■								
Cotizar bombillas	1	06/08/2018	10/08/2018					■							
Comprar bombillas	1	13/08/2018	17/08/2018						■						
Instalar bombillas	1	13/08/2018	17/08/2018						■						
Cotizar cielo falso	1	06/08/2018	10/08/2018					■							
Instalar cielo falso	1	13/08/2018	17/08/2018						■						
Cotizar extractor de aire	2	06/08/2018	17/08/2018					■	■						
Comprar extractor de aire	1	13/08/2018	17/08/2018						■						
Instalar aire extractor de aire	1	20/08/2018	24/08/2018							■					
Cotizar ventilador	2	06/08/2018	17/08/2018					■	■						
Comprar ventilador	1	13/08/2018	17/08/2018						■						
Calcular cantidad óptima de pedido	1	03/09/2018	07/09/2018									■			
Utilizar Excel para control de ventas	Siempre	06/08/2018	31/12/2018					■	■	■	■	■	■	■	■

Fuente (Elaboración propia, 2018)

## VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Después de analizar el diagrama de causa y efecto, en donde se exponen los diferentes entornos que pueden verse afectados por el proceso de corte de lija, se concluye que el problema son los transportes y las demoras innecesarias, asociadas a un exceso de rollos almacenados en la bodega que obliga a colocar estos en la planta baja debido a que no hay un espacio para ellos en el área de corte.

Se propuso en el diagrama de recorrido, colocar un almacén de rollos en el área de corte y se propone ir llenándola conforme se vaya desarrollando la producción. También se propuso que el proceso de armado de bandas para el empaque de la lija se realice fuera del proceso de corte de lija. Esto impacta Q0.04/rollo pero es tiempo que igualmente se invierte en el proceso actual. Hacer estos cambios provoca disminución en las actividades que no generan valor debido a que ya no se necesita transportar la materia prima al área de trabajo y el armado de bandas ya no es parte del proceso. Según el diagrama de flujo de operario propuesto, el tiempo invertido en actividades productivas se incrementa a 96% y el tiempo invertido en actividades no productivas disminuye a 4%.

Adicional, para solucionar las deficiencias en el manejo de inventarios, se propuso una gestión completamente nueva, la cual tiene como objetivo mantener el inventario controlado y en los niveles óptimos. Se comenzó haciendo una asignación de códigos SKU para cada una de las referencias existentes con el objetivo de llevar un control sistemático sobre cada una de las referencias del inventario para administrarlo de forma rápida y eficiente. Por último se analizó cuál es el modelo de inventario que se debería de aplicar. Debido a que la empresa produce y vende simultáneamente el producto, el modelo más adecuado es el modelo de cantidad de pedido de producción. Según los cálculos realizados, la cantidad de pliegos sugerida en cada uno de los pedidos es 2384, equivalente a 8 rollos, debido a que de un rollo se pueden obtener 300 pliegos. Esto quiere decir que tomando en cuenta las ventas, producción y gastos implicados en el proceso, 8 rollos de lija por cada pedido es la cantidad óptima para lograr una buena

administración en los inventarios y una eficiente relación con la administración financiera. Para facilitar el cálculo, elaboró una hoja de Excel que indica la cantidad óptima de pedido de pliegos y traduce su valor a rollos.

En cuanto a la eficiencia de la producción, el estudio de los diferentes porcentajes de aprovechamiento según la frecuencia de afilar la cuchilla reveló que el máximo porcentaje de aprovechamiento de material se obtiene al afilar la cuchilla cada 100 pliegos o menos, teniendo un 99.34% de aprovechamiento del material, por esto se propone afilar la cuchilla cada 100 pliegos, para hacer más eficiente el proceso, y con este cambio se disminuye la proporción de desechos a 0.92%. Cada vez que se mide el pliego para cortar, se toma el tiempo de ajustar el rollo. Afilar la cuchilla de la guillotina no implica que esta se mueva de su lugar original así que no existe un tiempo adicional invertido por ajustar la guillotina a su posición. Este cambio también reduce en 95% los costos de pérdida por rollo, pasando de Q16.19 a Q0.88. Adicional, agrupar los pliegos de 100 en 100 facilita el juntar los 50 pliegos que se necesitan para cada paquete de lija y disminuye la probabilidad de que ocurra un error humano. Con estos cambios, la productividad se ve impactada, aumentando de 231 pliegos/hora a 311 pliegos/hora.

Asimismo, para la eficiencia del proceso, es necesario que el operario se sienta cómodo en su ambiente de trabajo. En el caso de la iluminación del área, se propuso comprar bombillas de LED de 6-9 watts, según la cantidad de lúmenes requeridos para cada una de las mesas de acuerdo al área ocupada. Se recomienda optar por las bombillas LED porque a pesar de que el precio es más alto que las bombillas incandescentes, la vida útil es 25 veces más grande, por lo que a largo plazo, resulta ser la opción más económica.

En el caso de ruido, el operario se encuentra expuesto a una dosis adecuada de ruido ya que no excede los requisitos de la OSHA, la dosis de ruido es de 35.22 y lo permitido es 100. Además en ninguna de las horas del día el operario sobrepasa el tiempo permitido según el Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional. No es necesario realizar ningún cambio con el ruido del ambiente pero se debe tomar en cuenta que el

ruido es generado por un agente externo de la empresa, por lo que se debe considerar realizar una medición constantemente para validar que el nivel no incremente.

Para efecto de la temperatura, el operario se encuentra propenso a sufrir estrés térmico. Según la imagen 15, el operario se encuentra fuera de la zona termal confortable, dadas la temperatura del bulbo seco ( $29.8^{\circ}\text{C}$ ) y el índice de humedad relativa (28.8%). Después de calculados el calor del medio ambiente WBGT ( $27.54^{\circ}\text{C}$ ) y el calor metabólico (150kCal/h), como se observa en la imagen 17, es necesario que el operario tome descansos cada 60 minutos (o más) para evitar el estrés por calor. Además, se observó que el operario necesita más ventilación en el área de trabajo, actualmente se tiene una velocidad de aire de 0.14 m/s y según el Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional, se requiere una velocidad de aire de 0.2 m/s. Es por esto que se propuso una solución para absorber los dos problemas: instalar cielo falso, implementar un extractor de aire y un ventilador. Se propone esta solución debido a que el área de corte durante la mayor parte del tiempo funciona como bodega, ya que el corte de lija no se produce a diario entonces se necesita una solución enfocada al producto. La lija está compuesta de papel, adhesivo y granos. La humedad influye negativamente al adhesivo, por lo que se deben de tomar medidas para evitar que el producto pierda los atributos necesarios para ser comercializable.

El ser humano es influido por factores externos, por lo que la empresa debe tomar en que las condiciones ambientales a las que se expone al operario son claves para la eficiencia del proceso, por lo que se le debe brindar óptimas condiciones. Adicional, es importante tomarlo en cuenta por la seguridad industrial de la empresa basado en las buenas prácticas de manufactura.

En cuanto a la utilidad, el balance de resultados proforma indica que se tendrá una utilidad neta después de impuestos de Q95,569.87 en el año 2018, teniendo en cuenta las ventas de los últimos 5 años, la inversión de los cambios en las condiciones ambientales y el ahorro en la proporción de desechos. Los gastos operativos aumentan

en 60% respecto al año 2017 debido a la inversión del equipo pero en los siguientes años se observa cómo los gastos tienden a crecer en un porcentaje relativamente bajo: 5% para el año 2019, 2020 y 2021 respecto al año anterior. Esto es producto de las mejoras propuestas que impactan en la eficiencia y provocan un ahorro de Q478.66. Para el año 2019 se espera una utilidad de Q99,434.23, para el año 2020 se espera una utilidad de Q103,275.61 y para el año 2021 se espera una utilidad de Q107,094.97 representando un aumento en la utilidad del 73% para el año 4 proyectado, respecto al año base 2017. Según el análisis del valor presente se comprobó que los beneficios que recibe la empresa son mayores que los costos e inversión inicial de los cambios, por lo que los cambios propuestos se consideran rentables.



## VII. CONCLUSIONES

- Al evaluar y analizar la información recopilada en la investigación, se estableció que las áreas que se deben priorizar en la empresa son la gestión de inventarios, la distribución de la planta y las condiciones ambientales ya que estas áreas afectan directamente el proceso de corte de lija, limitando la eficiencia del operario y de la operación.
  
- Alineado a la misión y visión de la empresa, se plantean las siguientes soluciones:
  - Trasladar el almacén de rollos y el almacén de cajas hacia el área de trabajo con el fin de eliminar transportes, al igual que asignar un día para el armado de bandas del empaque de lija para prescindir de la demora, ya que son actividades que no generan valor al proceso.
  
  - Afilar la cuchilla de la guillotina cada 100 pliegos con el propósito de reducir las pérdidas por maquinaria.
  
  - Identificar cada una de las referencias del inventario a través de la asignación de códigos SKU con el objetivo de tener control sistemático sobre las referencias. También se propone aplicar el modelo de inventario de cantidad de pedido de producción, donde se obtiene que, tomando en cuenta las ventas, producción y gastos implicados en el proceso, la cantidad óptima para lograr una buena administración en los inventarios y una eficiente relación con la administración financiera son 8 rollos de lija por cada pedido y se debe realizar el pedido cada vez que en el inventario hayan 71 rollos.
  
  - Comprar un ventilador, instalar cielo falso y un extractor de aire que permita el flujo continuo del aire en el área de trabajo y absorba la humedad

provocada por la alta temperatura y el bajo nivel de ventilación. También se propone comprar bombillas LED de 6-9 watts para el área de trabajo.

- Derivado de los cambios en la gestión de inventarios, en las condiciones ambientales y en el proceso de corte de lija, el balance de resultados proforma indica que se tendrá una utilidad neta después de impuestos de Q95,569.87 en el año 2018, representando un incremento del 54% respecto al año anterior.
- Luego de analizar la situación actual de la empresa a través de herramientas de ingeniería industrial, se elaboró un plan de acción diseñado para ser aplicado en el proceso de corte de lija, que incluye propuestas para aumentar la eficiencia en el uso de recursos y las utilidades proyectadas de la empresa.

## VIII. RECOMENDACIONES

- Mantener un inventario de producto en la planta baja como siempre pero realizar llenado de los almacenes principales constantemente, en caso de que la capacidad del nuevo almacén de rollos y cajas sea escasa.
- Evaluar constantemente el desempeño de la cuchilla para validar que por el desgaste del material se modifique el valor, dado que el estudio reveló que el mayor porcentaje de aprovechamiento se tiene cuando se afila la cuchilla cada 100 pliegos.
- Lanzar a su mercado una idea innovadora: vender a menor precio pliegos con dimensiones más pequeñas, 11cmX14cm por ejemplo, antes de tirar a la basura todos los desperdicios y perder dinero, mientras se generan acciones para mejorar la calidad del producto debido a la maquinaria.
- Buscar una herramienta tecnológica para llevar un control sobre las ventas y tener un historial de información sobre el comportamiento de los productos y preferencias de los clientes.
- Utilizar la asignación de códigos recomendada en el anexo 2. Antes de iniciar a utilizar los códigos de productos, es importante que todos los empleados sepan o al menos tengan noción de con qué código se identifica cada uno de los artículos que se manejan en la empresa.
- Clasificar el inventario por medio del análisis ABC, para identificar a los pocos productos que generan más utilidades y analizar si los muchos irrelevantes generan valor o se descartan del portafolio.

- Invertir tiempo en buscar copias de facturas para crear un historial de ventas de 5 años anteriores con el fin de tener clara la demanda del producto y tomar decisiones en base a este número.
- Estar pendiente de la finalización de la vida útil del extractor de aire, ventilador y bombillas para garantizar un ambiente de trabajo adecuado y de esta manera incrementar la eficiencia del operario.
- Realizar un estudio para entender si es adecuado que la empresa se encuentre al lado de un taller mecánico, en base al reglamento de localización industrial.
- Realizar un estudio de todas las áreas involucradas cada año para verificar que los resultados sean los esperados y que las utilidades sigan aumentando, o proponer otro plan para mejorar si es necesario, recordando que para la ingeniería industrial todos los procesos pueden ser optimizados.

## IX. REFERENCIAS

- Achaerandio, L., Caballeros, H. (2002). Guía general para realizar trabajos de investigación en la URL, (1ª Ed.). Guatemala: Universidad Rafael Landívar.
- Adam, B., Ebert, R. (1991). Administración de la producción y las operaciones, (4ª Ed.). México: Editorial Prentice Hall Hispanomerica S.A.
- Asfahl, R. (2010). Seguridad Industrial y Administración de la Salud. (6ª.Ed.). México: Pearson Educación.
- Blocher, Stout, Cokins, Chen (2013). Administración de costos, un enfoque estratégico (4ª. Ed.) México: McGraw-Hill.
- Gitman, L. (2012). Principios de administración financiera. (12ª. Ed.). México: Pearson Educación.
- Heizer, J. y Render, B. (2015). Dirección de la producción y de operaciones: Decisiones estratégicas (11ª. ed.) Madrid: Pearson Alhambra.
- Mankiw, G. (2009) Principios de Economía. (6ª. Ed.). México: CENGAGE learning.
- Niebel, B. y Freivalds, A. (2014). Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo (13ª. ed.) México: McGraw-Hill.
- Reyes, C. (2014), Propuesta de mejora del método de ensamblaje de motocicletas en una planta de producción guatemalteca. Tesis inédita. Universidad Rafael Landivar.
- Sumanth, J. (1990). Ingeniería y administración de la productividad. (1ª.Ed.). México: McGraw-Hill.

## Referencias en internet:

- Anónimo. Calidad y el diagrama causa-efecto. Consultado en internet en enero 2017 en: <http://admindeempresas.blogspot.com/2014/10/calidad-y-el-diagrama-causa-efecto.html>
- CNET: Watts vs lumens: how to choose the right LED light bulb. Consultado en internet en enero 2018 en: <https://www.cnet.com/news/the-only-way-to-save-the-smart-home-hub-is-to-kill-it/>
- Contabilidad. Trabajos de contabilidad balance general. Consultado en internet en enero 2017 en: <http://trabajos-contabilidad.blogspot.com/2011/02/estado-de-resultados.html>
- Economipedia. Productividad. Consultado en internet en enero 2017 en: <http://economipedia.com/definiciones/productividad.html>
- Ministerio de Trabajo. Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional. Consultado en enero 2018 en: <http://www.mintrabajo.gob.gt/index.php/servicios-al-ciudadano/direcprevisionsocial/salud-y-seguridad-ocupacional.html>
- Ochoa, N. Diagramas para el estudio de trabajo. Consultado en internet en enero 2017 en: <https://ingenieriayeducacion.wordpress.com/2013/05/29/diagramas-para-el-estudio-del-trabajo/>

## X. ANEXOS

### Anexo 1.

Inventario de la empresa del 2017

LIJA DE AGUA SAIT					
GRANO	EXISTENCIA	SALIDA	SALDO	PRECIO DIST.	TOTAL
60	250	0	250	Q6.80	Q1,700.00
80	3226	0	3226	Q4.95	Q15,968.70
100	2025	36	1989	Q4.50	Q8,950.50
120	2027	106	1921	Q4.25	Q8,164.25
150	180	0	180	Q4.00	Q720.00
180	2863	6	2857	Q4.00	Q11,428.00
220	1870	297	1573	Q4.00	Q6,292.00
240	2131	0	2131	Q4.00	Q8,524.00
320	3122	500	2622	Q4.00	Q10,488.00
360	200	0	200	Q4.00	Q800.00
400	1953	501	1452	Q4.00	Q5,808.00
500	300	0	300	Q4.00	Q1,200.00
600	888	0	888	Q4.00	Q3,552.00
1000	1674	104	1570	Q5.50	Q8,635.00
1200	0	0	0	Q5.50	Q0.00
1500	0	0	0	Q5.50	Q0.00
2000	0	0	0	Q5.50	Q0.00
2500	0	0	0	Q5.50	Q0.00
LIJA ROJA 36 ITALIANA SAIT PLIEGOS (PEDIDO NUEVO)					
GRANO	EXISTENCIA	SALIDA	SALDO	PRECIO DIST.	TOTAL
36	45,163	2,981	42182	Q8.50	Q358,547.00
LIJA ROJA ITALIANA 36 NUEVO PEDIDO (ROLLOS PENDIENTE DE CORTAR)					
ROLLOS			PLIEGOS	PRECIO DIST.	TOTAL
188			56964	Q8.50	Q484,194.00
LIJA ROJA AE					
GRANO	EXISTENCIA	SALIDA	SALDO	PRECIO DIST.	TOTAL
40	4211	300	3911	Q6.60	Q25,812.60
60	2750	179	2571	Q5.00	Q12,855.00
80	2200	47	2153	Q4.50	Q9,688.50
LIJA PARA MADERA 4S					
GRANO	EXISTENCIA	SALIDA	SALDO	PRECIO DIST.	TOTAL
80	12516	323	12193	Q4.50	Q54,868.50
100	9152	266	8886	Q4.00	Q35,544.00
120	14090	590	13500	Q4.00	Q54,000.00

150	927	477	450	Q4.00	Q1,800.00
180	9982	411	9571	Q4.00	Q38,284.00
220	10700	638	10062	Q4.00	Q40,248.00
240	8393	50	8343	Q4.00	Q33,372.00
320	5928	479	5449	Q4.00	Q21,796.00
400	9024	199	8825	Q4.00	Q35,300.00

**LIJA PARA MADERA 6A**

GRANO	EXISTENCIA	SALIDA	SALDO	PRECIO DIST.	TOTAL
120	5788	0	5788	Q3.75	Q21,705.00
180	2851	0	2851	Q3.75	Q10,691.25
220	6950	0	6950	Q3.75	Q26,062.50
240	1884	0	1884	Q3.75	Q7,065.00
320	2602	0	2602	Q3.75	Q9,757.50
400	4587	0	4587	Q3.75	Q17,201.25

**LIJA PARA MADERA AWD**

GRANO	EXISTENCIA	SALIDA	SALDO	PRECIO DIST.	TOTAL
40	3264	91	3173	Q6.60	Q20,941.80
60	12982	665	12317	Q5.00	Q61,585.00
80	4730	654	4076	Q4.50	Q18,342.00
100	3114	249	2865	Q4.00	Q11,460.00

**LIJA PARA MADERA 5A ANFIBIA**

GRANO	EXISTENCIA	SALIDA	SALDO	PRECIO DIST.	TOTAL
180	313	80	313	Q4.00	Q1,252.00
220	347	61	347	Q4.00	Q1,388.00
320	409	26	409	Q4.00	Q1,636.00
400	435	20	435	Q4.00	Q1,740.00

**ROLLOS 4\*50**

GRANO	EXISTENCIA *ROLLO	SALIDA ROLLO	SALDO ROLLO	PRECIO ROLLO	TOTAL ROLLOS
36	12	0	12	Q1,000.00	Q12,000.00
60	17	0	17	Q1,000.00	Q17,000.00
80	13	0	13	Q975.00	Q12,675.00
100	11	0	11	Q800.00	Q8,800.00

**ROLLOS 6\*50**

GRANO	EXISTENCIA * ROLLO	SALIDA ROLLO	SALDO ROLLO	PRECIO ROLLO	TOTAL ROLLOS
40	3	0	3	Q1,500.00	Q4,500.00
60	5	1	4	Q1,660.00	Q6,640.00
80	4	0	4	Q1,535.00	Q6,140.00
100	1	0	1	Q1,451.00	Q1,451.00



<b>ROLLOS 8*50</b>					
<b>GRANO</b>	<b>EXISTENCIA * ROLLO</b>	<b>SALIDA ROLLO</b>	<b>SALDO ROLLO</b>	<b>PRECIO ROLLO</b>	<b>TOTAL ROLLOS</b>
36	5	0	5	Q2,100.00	Q10,500.00
40	1	0	1	Q2,100.00	Q2,100.00
60	1	0	1	Q2,000.00	Q2,000.00
80	6	0	6	Q1,900.00	Q11,400.00
100	6	1	6	Q1,600.00	Q9,600.00

## Anexo 2.

### Código de productos

A continuación se muestra una tabla con los códigos asignados a cada producto terminado:

<b>MATERIALES</b>		
<b>No.</b>	<b>Código</b>	<b>Nombre</b>
1	M0101	CORRUGADOS
2	M0102	BANDAS
3	M0103	PEGAMENTO

<b>PLIEGOS</b>					
<b>No.</b>	<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Grano</b>	<b>Marca</b>	<b>Código caja</b>
		<b>DE AGUA SAIT</b>			
1	S0101	DE AGUA SAIT	80	SAIT	CW-C
2	S0102	DE AGUA SAIT	100	SAIT	CW-C
3	S0103	DE AGUA SAIT	120	SAIT	CW-C
4	S0104	DE AGUA SAIT	180	SAIT	CW-C
5	S0105	DE AGUA SAIT	220	SAIT	CW-C
6	S0106	DE AGUA SAIT	240	SAIT	CW-C
7	S0107	DE AGUA SAIT	320	SAIT	CW-C
8	S0108	DE AGUA SAIT	400	SAIT	CW-C
9	S0109	DE AGUA SAIT	500	SAIT	CW-C
10	S0110	DE AGUA SAIT	600	SAIT	CW-C
11	S0111	DE AGUA SAIT	1000	SAIT	CW-C
12	S0112	DE AGUA SAIT	1200	SAIT	CW-C
13	S0113	DE AGUA SAIT	1500	SAIT	CW-C
14	S0114	DE AGUA SAIT	2000	SAIT	CW-C
15	S0115	DE AGUA SAIT	2500	SAIT	CW-C
		<b>PARA MADERA AWD</b>			
16	S0201	PARA MADERA AWD	40	SAIT	AWD
17	S0202	PARA MADERA AWD	60	SAIT	AWD
18	S0203	PARA MADERA AWD	80	SAIT	AWD
19	S0204	PARA MADERA AWD	100	SAIT	AWD
		<b>ROJA AE</b>			
20	S0301	ROJA AE	36	SAIT	AE
21	S0302	ROJA AE	40	SAIT	AE
22	S0303	ROJA AE	60	SAIT	AE
23	S0304	ROJA AE	80	SAIT	AE
24	S0305	ROJA AE	100	SAIT	AE

<b>PARA MADERA 4S</b>					
25	S0401	PARA MADERA 4S	80	SAIT	4S
26	S0402	PARA MADERA 4S	100	SAIT	4S
27	S0403	PARA MADERA 4S	120	SAIT	4S
28	S0404	PARA MADERA 4S	150	SAIT	4S
29	S0405	PARA MADERA 4S	180	SAIT	4S
30	S0406	PARA MADERA 4S	220	SAIT	4S
31	S0407	PARA MADERA 4S	240	SAIT	4S
32	S0408	PARA MADERA 4S	320	SAIT	4S
33	S0409	PARA MADERA 4S	400	SAIT	4S
<b>PARA MADERA 6A</b>					
34	S0501	PARA MADERA 6A	120	SAIT	6A
35	S0502	PARA MADERA 6A	180	SAIT	6A
36	S0503	PARA MADERA 6A	220	SAIT	6A
37	S0504	PARA MADERA 6A	240	SAIT	6A
38	S0505	PARA MADERA 6A	320	SAIT	6A
39	S0506	PARA MADERA 6A	400	SAIT	6A
<b>PARA MADERA 5A ANFIBIA</b>					
40	S0601	PARA MADERA 5A ANFIBIA	180	SAIT	5A
41	S0602	PARA MADERA 5A ANFIBIA	220	SAIT	5A
42	S0603	PARA MADERA 5A ANFIBIA	320	SAIT	5A
43	S0604	PARA MADERA 5A ANFIBIA	400	SAIT	5A

Para los rollos de lija que se van a procesar si tienen los siguientes códigos:

<b>ROLLOS</b>					
No.	Código	Nombre	Grano	Marca	Código caja
		<b>ROJA ITALIANA 36</b>			
144	S3101	ROJA ITALIANA 36	36	SAIT	
		<b>ROLLOS 2"</b>			
145	DAF25	ROLLOS 2"	50	SAIT	
		<b>ROLLOS 4*50</b>			
146	DAF01	ROLLOS 4*50	36	SAIT	DAF
147	DAF02	ROLLOS 4*50	60	SAIT	DAF
148	DAF03	ROLLOS 4*50	80	SAIT	DAF
149	DAF04	ROLLOS 4*50	100	SAIT	DAF
150	DAF05	ROLLOS 4*50	400	SAIT	DAF
		<b>ROLLOS 6*50</b>			
151	DAF10	ROLLOS 6*50	40	SAIT	DAF
152	DAF11	ROLLOS 6*50	60	SAIT	DAF
153	DAF12	ROLLOS 6*50	80	SAIT	DAF

154	DAF13	ROLLOS 6*50	100	SAIT	DAF
		<b>ROLLOS 8*50</b>			
155	DAF20	ROLLOS 8*50	36	SAIT	DAF
156	DAF21	ROLLOS 8*50	40	SAIT	DAF
157	DAF22	ROLLOS 8*50	60	SAIT	DAF
158	DAF23	ROLLOS 8*50	80	SAIT	DAF
159	DAF24	ROLLOS 8*50	100	SAIT	DAF