



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

**DISEÑO DE CONTROLES OPERACIONALES PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA Y
MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE SELLADO Y CORTE PARA
EMPAQUES FLEXIBLES**

Zuly Michel Arango Santos

Asesorado por la Inga. María Eugenia Aguilar Bobadilla

Guatemala, julio de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE CONTROLES OPERACIONALES PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA Y
MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE SELLADO Y CORTE PARA
EMPAQUES FLEXIBLES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ZULY MICHEL ARANGO SANTOS

ASESORADO POR LA INGA. MARÍA EUGENIA AGUILAR BOBADILLA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Alba Maritza Guerrero Spinola
EXAMINADOR	Ing. Alberto Eulalio Hernández García
EXAMINADOR	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE CONTROLES OPERACIONALES PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA Y
MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE SELLADO Y CORTE PARA
EMPAQUES FLEXIBLES**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha mayo de 2011.



Zuly Michel Arango Santos

Guatemala julio de 2011

Ingeniero Cesar Urquizú
Director
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Estimado Ingeniero:

Por medio de la presente hago constar que asesore el trabajo de Graduación
“DISEÑO DE CONTROLES OPERACIONALES PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA Y MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE SELLADO Y CORTE PARA EMPAQUES FLEXIBLES” de la alumna Zuly Michel Arango Santos que se identifica con carnet **200611038**.

Atentamente,



Inga. María Eugenia Aguilar
No. Colegiado: 4596
Ingeniera Asesor

María Eugenia Aguilar Bobadilla
INGENIERA INDUSTRIAL
COL. No. 4596



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE CONTROLES OPERACIONALES PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA Y MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE SELLADO Y CORTE PARA EMPAQUES FLEXIBLES**, presentado por el estudiante universitario **Zuly Michel Arango Santos**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Inga. Priscila Yohana Sandoval Barrón
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, marzo de 2012.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISEÑO DE CONTROLES OPERACIONALES PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA Y MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE SELLADO Y CORTE PARA EMPAQUES FLEXIBLES**, presentado por la estudiante universitaria **Zuly Michel Arango Santos**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, julio de 2012.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE CONTROLES OPERACIONALES PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA Y MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE SELLADO Y CORTE PARA EMPAQUES FLEXIBLES**, presentado por la estudiante universitaria: **Zuly Michel Arango Santos**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paj Recinos
Decano



Guatemala, julio de 2012

/cc

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Reseña Histórica	1
1.2. Misión	2
1.3. Visión.....	2
1.4. Política de calidad	2
1.5. Organigrama.....	3
1.6. Tipo de empresa.....	6
1.6.1. Según el sector de actividad.....	6
1.6.2. Según el tamaño.....	6
1.6.3. Según la propiedad del capital.....	6
1.6.4. Según el ámbito de actividad.....	7
1.6.5. Según el destino de los beneficios	7
1.6.6. Según la forma jurídica.....	7
1.7. Cantidad de personal.....	7
1.7.1. Administrativo	8
1.7.2. Operativo	8
1.8. Actividad productiva.....	8
1.8.1. Materiales	9
1.8.1.1. Polietileno (PE)	12

	1.8.1.1.1.	PE de baja densidad.....	12
	1.8.1.1.2.	PE de alta densidad	13
	1.8.1.1.3.	PE lineal de baja densidad	14
	1.8.1.1.4.	PE lineal de alta densidad	15
1.9.		Sectores de mercado cubiertos.....	15
	1.9.1.	Industrial.....	15
	1.9.2.	Comercial	16
	1.9.3.	Agro - Industrial	16
1.10.		Área de sellado y corte.....	16
	1.10.1.	Organigrama	17
	1.10.2.	Personal	18
	1.10.2.1.	Personal administrativo dentro del área de producción	18
	1.10.2.1.1.	Descripción de funciones	19
	1.10.2.2.	Operativo	24
2.		DIAGNÓSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DEL PROCESO PRODUCTIVO DE EMPAQUES FLEXIBLES DE ALIMENTOS EN EL ÁREA DE SELLADO Y CORTE	29
	2.1.	Herramientas.....	29
	2.1.1.	Diagrama causa y efecto (Ishikawa)	29
	2.1.2.	Árbol del problema	30
	2.1.3.	Diagrama de proceso actual.....	31
	2.1.4.	Cambios de bobinas.....	35

2.1.4.1.	Preparación del estudio de tiempos	43
2.1.4.2.	Ejecución del estudio de tiempos	45
2.1.4.2.1.	Cálculo de número de observaciones ...	51
2.1.4.3.	Tabulación de datos.....	52
2.1.4.4.	Análisis de los datos	57
2.1.4.5.	Descripción de las actividades realizadas por el operador más hábil y por el menos hábil	60
3.	DISEÑO DE CONTROLES OPERACIONALES PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA Y MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE SELLADO Y CORTE PARA EMPAQUES FLEXIBLES.....	65
3.1.	Descripción.....	65
3.2.	Diagrama de proceso mejorado	67
3.3.	Eficiencia del área de sellado y corte	71
3.3.1.	Disponibilidad	71
3.3.1.1.	Paros programados	72
3.3.1.2.	Paros no programados	73
3.3.2.	Rendimiento.....	75
3.3.2.1.	Velocidades teóricas.....	76
3.3.3.	Calidad.....	79
3.4.	Desarrollo de controles operacionales.....	81
3.4.1.	Cambios de bobina.....	81
3.4.1.1.	Determinación de las actividades del cambio de bobina.....	82

3.4.2.	Definición de horarios.....	83
3.5.	Análisis de la mejora de la productividad	84
3.5.1.	Modelos de cálculo de eficiencia.....	86
3.5.1.1.	Modelo de eficiencia mensual por máquina.....	87
3.5.1.2.	Modelo de eficiencia mensual por operador	88
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO	89
4.1.	Metodología sistémica de cambio.....	89
4.1.1.	Recursos Humanos.....	89
4.1.2.	Insumos materiales.....	90
4.1.3.	Costos.....	90
4.2.	Publicación de la propuesta.....	92
4.2.1.	Propuesta de publicación.....	93
4.3.	Enlaces para la mejora de la productividad	93
4.3.1.	Área de extrusión	94
4.3.2.	Área de impresión, laminación y <i>slitter</i>	94
5.	SEGUIMIENTO Y MEJORA DEL SISTEMA PROPUESTO	97
5.1.	Seguimiento	97
5.1.1.	Verificación de las velocidades teóricas utilizadas	97
5.1.2.	Verificación del cálculo de las eficiencias.....	98
5.1.3.	Verificación de los controles operacionales.....	98
5.2.	Retroalimentación	99
5.2.1.	Personal	99
5.2.1.1.	Administrativo	99
5.2.1.2.	Operativo.....	100

5.2.2.	Evaluación del proyecto.....	100
5.2.3.	Posibles modificaciones.....	100
6.	VALUACIÓN AMBIENTAL INICIAL (EIA)	101
6.1.	Información general.....	101
6.1.1.	Riesgos.....	101
6.1.2.	Etapa de construcción	102
6.1.3.	Etapa de operación.....	103
6.1.4.	Etapa de cierre o abandono.....	104
6.1.5.	Área de construcción destinada a la actividad...	104
6.1.6.	Tipo de actividad desarrollada en colindancias	105
6.1.7.	Uso y consumo de agua	105
6.2.	Impactos ambientales que pueden ser generados por la actividad	105
6.3.	Demanda y consumo de energía.....	107
6.4.	Efectos y riesgos derivados de la actividad	107
	CONCLUSIONES.....	109
	RECOMENDACIONES.....	111
	BIBLIOGRAFÍA.....	113
	ANEXOS.....	115

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama general	4
2.	Materiales vírgenes.....	10
3.	Materiales no vírgenes.....	11
4.	Propiedades PE baja densidad	13
5.	Propiedades PE alta densidad	14
6.	Organigrama departamento sellado y corte	17
7.	Jefe de sellado y corte	19
8.	Supervisor de sellado y corte.....	22
9.	Operador de corte.....	25
10.	Diagrama causa y efecto.....	30
11.	Árbol del problema	31
12.	Diagrama de proceso.....	32
13.	<i>Reason code</i> de tiempos	36
14.	Diagrama de <i>Paretto</i>	38
15.	Bobina por terminarse.....	39
16.	Corte de exceso de la tela	39
17.	Liberación del tope.....	40
18.	Preparación de la siguiente bobina	40
19.	Levantamiento de la bobina	41
20.	Fijación de la barra.....	41
21.	Preparación del lienzo.....	42
22.	Ajustes mecánicos	42
23.	Revisión final.....	43

24.	Empaque con sello tipo pouch.....	46
25.	Empaque con sello lateral	47
26.	Cronómetro digital	48
27.	Diagrama de proceso mejorado	68

TABLAS

I.	Detalle de RC	37
II.	Tiempos medios por cortadora	49
III.	Cortadora 1	52
IV.	Cortadora 10	52
V.	Cortadora 12	53
VI.	Cortadora 16	53
VII.	Cortadora 18	53
VIII.	Cortadora 19	53
IX.	Cortadora 21	53
X.	Cortadora 22	53
XI.	Cortadora 23	54
XII.	Cortadora 26	54
XIII.	Cortadora 27	54
XIV.	Cortadora 29.....	54
XV.	Cortadora 30.....	54
XVI.	Cortadora 31	54
XVII.	Cortadora 32.....	55
XVIII.	Cortadora 33.....	55
XIX.	Cortadora 34.....	55
XX.	Cortadora 37	55
XXI.	Cortadora 44.....	55
XXII.	Cortadora 47	55

XXIII.	Cortadora 48	56
XXIV.	Cortadora 49	56
XXV.	Cortadora 51	56
XXVI.	Cortadora 52	56
XXVII.	Cortadora 53	56
XXVIII.	Cortadora 54	56
XXIX.	Cortadora 55	57
XXX.	Cortadora 56	57
XXXI.	Tabla de calificación de la actuación	58
XXXII.	Cálculo del factor de calificación	59
XXXIII.	Factores de calificación	60
XXXIV.	Comparación de actividades	61
XXXV.	Paros no programados	73
XXXVI.	Cortadora 34	75
XXXVII.	Velocidades teóricas	77
XXXVIII.	Cortadora 44 G	84
XXXIX.	Datos para el cálculo de eficiencia mensual por máquina	87
XL.	Cálculo de eficiencias mensuales por máquina	87
XLI.	Datos para el cálculo de la eficiencia mensual por operador	88
XLII.	Cálculo de eficiencias mensuales por operador	88
XLIII.	Indicadores de supervisión	90
XLIV.	Costos por cortadora	91
XLV.	Consolidado de Riesgos	103
XLVI.	Impacto ambiental generado por el proceso	106

GLOSARIO

Bobina	Rollo de polietileno de baja o alta densidad con diferentes propiedades, es producido en rollos en el departamento de extrusión.
Calibre	Espesor de la película del cual están hechos los empaques flexibles.
Core	Núcleo o centro en el cual es colocado el lienzo o la película para su posterior trabajo.
Empalme	Unión de las películas de las bobinas que se estén trabajando, se une el resto de la bobina que se finalizó con la nueva a trabajar. Este empalme ayuda a la optimización del proceso debido a que si se realiza no es necesaria la enhebración de la película pues ya se tiene una guía.
Extrusión	Proceso mediante el cual se funde un polímero, éste se hace pasar por un molde a una temperatura elevada y mediante presión y empuje es suavizado el material y se le da la forma deseada.
Pegas	Sinónimo de empalme.

Película	Polietileno que ya fue extruido, utilizado para realizar empaques flexibles.
Polimerización	Reacción química mediante la cual se unen pequeñas moléculas (monómeros) para formar moléculas más grandes.
<i>Slitter</i>	El trabajo principal de esta máquina es dividir bobinas de largos extensos en bobinas más cortas y que sean más cómodas para trabajar o bien para darle el tamaño necesario a la película
Tela	Sinónimo de película de polietileno.
Toriflex	<i>Software</i> empleado para control y registro de la producción durante las jornadas de trabajo.

RESUMEN

Una de las principales razones que dan vida a este estudio es una de las realidades que afectan en el día a día al país, la medición del trabajo y del desempeño del trabajador, partiendo del concepto que lo que no se mide no se puede mejorar.

Todo proceso está sujeto al cambio, se vive en una sociedad cambiante y desde esta premisa se puede decir que los procesos no pueden ser estáticos, si no se trabaja en el acoplamiento a las necesidades que el mercado exige puede que el proceso caiga en la obsolescencia o procesos inutilizables.

Es por eso que la determinación de la situación actual de proceso de sellado y corte en la empresa Polímeros y Tecnología S.A. -POLYTEC- es uno de los principales objetivos a trabajar, así como los principales controles operacionales que puedan repercutir en un aumento de la eficiencia y una mejora en la productividad del proceso.

El proceso de fabricación de empaques flexibles para alimentos está dividido principalmente en 3 grandes departamentos, encargado cada uno de un proceso específico:

- Extrusión
- Impresión, laminación y *slitter*
- Sellado y corte.

El presente estudio se centraliza en el proceso de sellado y corte de los empaques.

El inicio del presente es determinado por el conocimiento de la situación en la que actualmente se encuentra el departamento.

Debido a la falta de controles dentro del mismo se inició con la determinación de velocidades teóricas de las cortadoras utilizando las herramientas de observación, estudio de tiempos y especificaciones técnicas de cada una de las cortadoras y selladoras del departamento, tomando en cuenta los principales factores que la afectan, tales como: la temperatura, el calibre del material, el tipo de material, largo del empaque, tipo de sello del empaque.

La forma de medición de la eficiencia se determinó en base a 3 factores: calidad de los empaques, capacidad disponible y producción diaria del departamento.

Como resultado de la investigación realizada para la determinación de la situación actual surgieron actividades críticas del proceso y una de las principales fue el cambio de bobina de las cortadoras, ya que cada operador realizaba esta actividad a su criterio y no existían parámetros claros o indicaciones del cómo realizar esta actividad por lo que se le brindó especial atención y se determinó la manera óptima para realizarla.

Como parte del estudio de tiempos, practicado, el tiempo dedicado al cambio de bobina tomando en cuenta factores determinante en la medición del trabajo, fatiga generada, cansancio por lo repetitivo de la actividad, tiempo libre o de ocio.

Finalizando con el establecimiento de tiempos controlados clasificados como programados y paros no programados, tiempos que repercuten en una baja o alta eficiencia y en consecuencia variación de la productividad.

El modelo de evaluación que se presenta es uno de los primeros pasos para una mejora integral de la empresa, así también fija las bases para el cálculo de eficiencias y determinación de controles operacionales que posteriormente pueden ser sujetos a modificaciones como parte de una mejora continua.

OBJETIVOS

General

Mejorar la productividad del área de sellado y corte de la empresa Polytec a través del aumento de la eficiencia y de la implementación de controles operacionales.

Específicos

1. Determinar mediante un estudio de causa y efecto la situación actual en la que se encuentra el área de sellado y corte.
2. Evaluar los principales factores que afectan la baja productividad de los trabajadores.
3. Realizar los estudios de tiempos necesarios para el establecimiento de las velocidades óptimas de las diferentes cortadoras y selladoras.
4. Describir las principales actividades y atribuciones de cada operador.
5. Desarrollar un sistema para la medición de eficiencias que tome en cuenta la calidad del producto, la capacidad disponible y la producción diaria.
6. Elaborar controles operacionales para las actividades del proceso productivo que realizan los operadores.

7. Establecer la propuesta de implementación, seguimiento y mejora continua de la toma de eficiencias para la mejora de la productividad e implementación de controles operacionales.
8. Desarrollar controles operacionales que contribuyan con las buenas prácticas de manufactura para el manejo de empaques flexibles de alimentos.
9. Construir un sistema de autoevaluación inicial del estudio de impacto ambiental del área de sellado y corte.

INTRODUCCIÓN

La mejora de la productividad en el proceso de sellado y corte para empaques flexibles de alimentos de la empresa Polímeros y Tecnología S.A. (Polytec) es una de las principales razones que dan vida a este proyecto y una de las herramientas a utilizar es la mejora de la eficiencia, ya que este indicador aún no es manejado por la empresa.

Este trabajo se iniciará con un estudio de eficiencias el cual reflejará la situación en la que se encuentra el área de sellado y corte en la actualidad, ya que en esta área, no se cuenta con un sistema de ningún tipo que mida las eficiencias de los operarios de las 33 selladoras y cortadoras.

Al conocerse la situación actual del área de sellado y corte se procederá al diseño de un sistema que mejore las eficiencias, tomando en cuenta los diversos factores que en ella afectan, tales como tiempos muertos elevados, tiempos de cambios de bobinas mal aprovechados, desperdicio excesivo etc., lo que repercute en una mejora de la productividad si estos tiempos logran reducirse al máximo.

Otra parte importante del trabajo será la implementación de controles operacionales para el proceso productivo de empaques flexibles de alimentos en el área de sellado y corte de Polytec, que a la vez mantiene una estrecha relación con la mejora de la productividad puesto que, si se tienen controles operacionales en las diversas actividades que realizan los operadores (cambios de bobinas, realización de empalmes para bobinas, cuadro de medidas, realización de reportes diarios de producción, etc.) la variación de tiempos entre

un trabajador y otro se reduce significativamente, lo cual repercute en la reducción de tiempos muertos, aumentando así las eficiencias y elevando la productividad.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Reseña Histórica

POLYTEC inició sus actividades en julio de 1989 con la idea de ofrecer al mercado guatemalteco una nueva alternativa en la fabricación de empaques plásticos flexibles.

El concepto principal era, como aún lo es hoy, disponer de la tecnología más reciente, tanto en materiales como en maquinaria, y combinar estos recursos con una filosofía de profundo compromiso con el cliente, de manera que este sea, realmente, la razón de ser de la compañía.

Pasó de una capacidad de 40 toneladas por mes, hasta 1,000 toneladas actuales, este crecimiento se debe a que la empresa se rige por principios éticos que garantizan su seriedad y honestidad y que, aunados a una administración eficiente y flexible, le han permitido sobresalir en servicio, precio y calidad. Habiéndose enfocado inicialmente solo al mercado local, POLYTEC exporta en la actualidad a toda Centroamérica, Panamá, México, El Caribe y Estados Unidos de América.

Todo el personal de la empresa es seleccionado bajo criterios rigurosos de calidad técnica y humana, se caracteriza por su gran flexibilidad en atender las necesidades de sus clientes y ellos ocupan el primer lugar en la mente de todo el personal.

El concepto de calidad no se limita al producto en sí, sino que pretender ir un paso más allá, involucrando la satisfacción total del cliente. El servicio pre y postventa, la asesoría técnica y las sugerencias de nuevas soluciones de empaque son parte fundamental de la propuesta que POLYTEC hace a sus clientes.

1.2. Misión

Contribuir al éxito de nuestros clientes haciendo que sus productos lleguen a los consumidores de una manera segura, atractiva, cómoda, eficiente y económica.

Esta mezcla nos obliga a entender sus diferentes necesidades y a través de la tecnología, la mejora continua y la dedicación a la calidad, encontrar soluciones integrales a precios razonables que satisfagan sus requerimientos. Tenemos un compromiso con la satisfacción de nuestros clientes.

1.3. Visión

“Ser la empresa de referencia en empaques flexibles en Centroamérica, México y el Caribe de la creación continua de valor para cada uno de sus clientes y accionistas y la generación de oportunidades de desarrollo para sus trabajadores.”

1.4. Política de calidad

“Estamos comprometidos en satisfacer las necesidades y requerimientos de nuestros clientes, a través del mejoramiento continuo de nuestros productos, procesos y servicios.

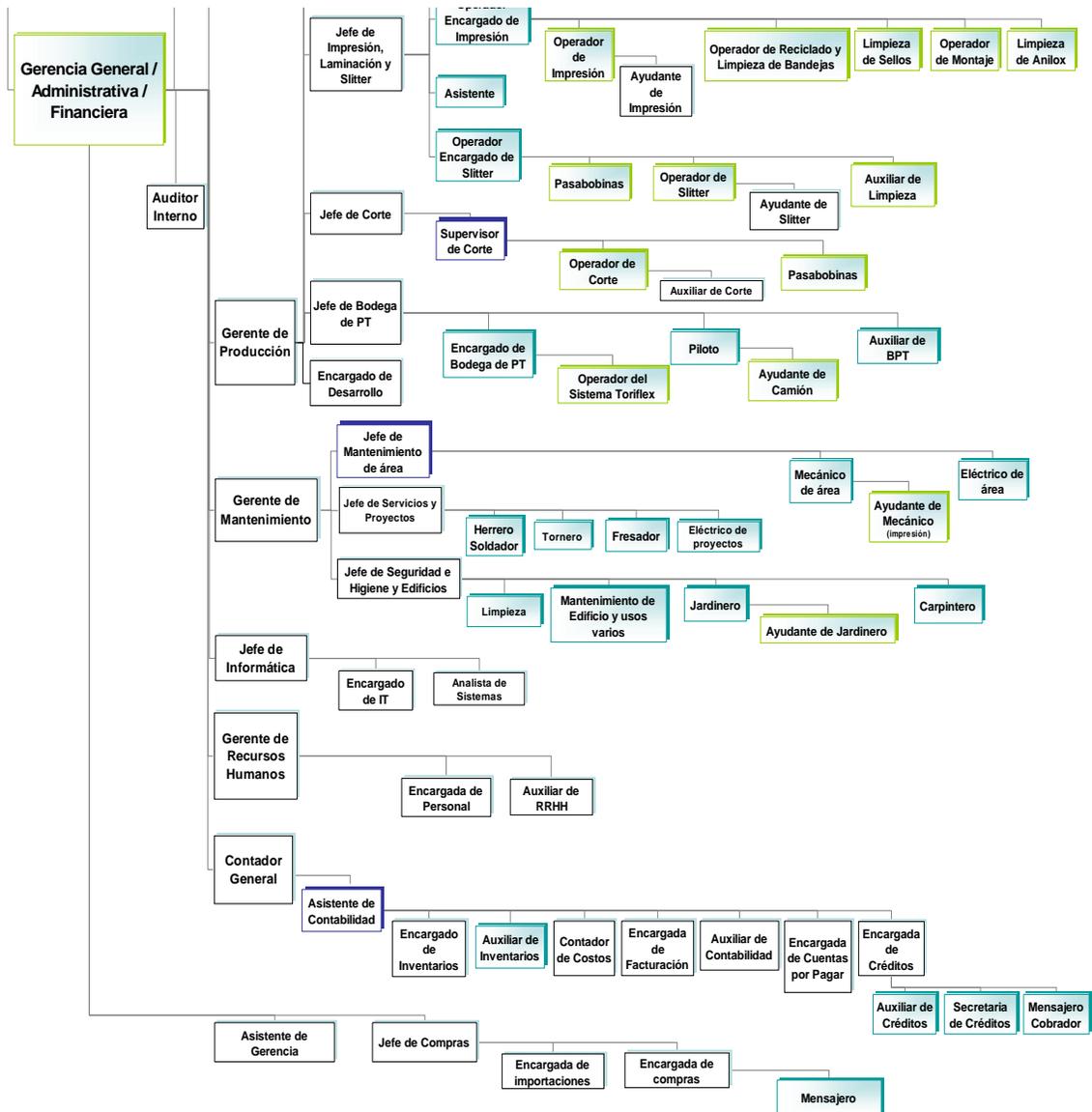
Valoramos y capacitamos a nuestro recurso humano y buscamos desarrollar relaciones de largo plazo con clientes y proveedores.

Aceptamos el compromiso de establecer y mantener un sistema de calidad certificado.”

1.5. Organigrama

A continuación se muestra el organigrama general de la empresa, al mando de ella se encuentra la Junta Directiva, seguido de dos grandes gerencias: gerencia de ventas y gerencia general/ administrativa/ financiera, bajo estas dos gerencias se encuentra la responsabilidad del manejo de los recursos y dirección de la empresa.

Continuación de la figura 1.



Fuente: Departamento de Recursos Humanos, Polytec.

1.6. Tipo de empresa

Existen diversos criterios para la clasificación de una empresa según sea la actividad a la que se dedica, al mercado al que esta dirigido, etc. A continuación se mencionan algunos.

1.6.1. Según el sector de actividad

Pertenece a la clasificación de Empresas del Sector Secundario o Industrial, la cual se refiere a aquellas que realizan algún proceso de transformación de la materia prima.

1.6.2. Según el tamaño

Se encuentra en la categoría Grandes Empresas, las que se caracterizan por manejar capitales y financiamientos grandes, por lo general tienen instalaciones propias, sus ventas son de varios millones de dólares, tienen miles de empleados de confianza y sindicalizados, cuentan con un sistema de administración y operación muy avanzado y pueden obtener líneas de crédito y préstamos importantes con instituciones financieras nacionales e internacionales.

1.6.3. Según la propiedad del capital

Se refiere a si el capital está en poder de los particulares, de organismos públicos o de ambos. Polytec se clasifica como una Empresa Privada en la cual la propiedad del capital está en manos privadas.

1.6.4. Según el ámbito de actividad

Esta clasificación analiza a la empresa y su entorno político, económico o social. Por lo tanto Polytec es una Empresa Multinacional porque sus actividades se extienden a varios países y el destino de sus recursos puede ser cualquier país.

1.6.5. Según el destino de los beneficios

Según el destino que la empresa decida otorgar a los beneficios económicos (excedente entre ingresos y gastos) que obtenga, Polytec pertenece a la categoría de Empresas con ánimo de lucro: cuyos excedentes pasan a poder de los propietarios, accionistas.

1.6.6. Según la forma jurídica

Pertenece a la clasificación de Sociedad Anónima. Estas empresas tienen el carácter de la responsabilidad limitada al capital que aportan, pero poseen la alternativa de tener las puertas abiertas a cualquier persona que desee adquirir acciones de la empresa. Por este camino, estas empresas pueden realizar ampliaciones de capital, dentro de las normas que las regulan.

1.7. Cantidad de personal

La cantidad de personal que labora en la empresa es alrededor de 465 empleados distribuidos en dos áreas, el área administrativa y el área operativa, distribuidos de la siguiente manera:

1.7.2. Administrativo

Se cuenta aproximadamente con 150 trabajadores en toda la empresa en el ramo administrativo. Específicamente en el departamento de sellado y corte solo se cuenta con un puesto administrativo siendo este el del jefe de sellado y corte.

Como parte del personal administrativo encontramos bajo Junta Directiva dos grandes gerencias: gerencia de ventas y gerencia general/ administrativa/ financiera, donde la primera, es un área considerablemente menor y siendo un área completamente administrativa mientras que en la segunda, es mucho más grande en personal como en subdivisiones y es donde encontramos la totalidad del personal operativo.

1.7.3. Operativo

Personal bajo la gerencia general/administrativa/financiera y subdividido en áreas como lo son: producción y mantenimiento.

La mayor parte del personal operativo se encuentra sectorizado en el área de producción siendo aproximadamente 312 trabajadores. Se cuenta con ayudantes de bodega, auxiliares técnicos, gestores de calidad, analistas, operadores en general (montacargas, paletizadora, extrusión, preprensa digital, laminación, *slitter*, impresión, de corte, pasabobinas, etc.)

1.8. Actividad productiva

Polytec fabrica productos comerciales, que son toda clase de bolsas, películas y materiales de empaque para el comercio, con y sin impresión. Se

maneja dentro de esta línea, y para empaçar líquidos y sólidos, las bolsas para venta al detalle. Tiene la línea estrella que son bolsas para basura en rollo.

Para el sector Industrial se tiene especialidades para sectores tan específicos como lo son la industria alimenticia, bebidas, farmacéutica, donde se produce tanto mono como multicapa y laminados, en bolsas como para envasados automáticos, o películas termo encogibles, y todos estos productos pueden ir con impresiones de hasta ocho colores. Como en la línea Agro-Industrial se tiene una producción con especialidades en películas para siembra, protección de cultivos, etc.

1.8.1. Materiales

Los materiales que se utilizan para la producción de empaques flexibles generados desde el proceso de extrusión se dividen en: materiales vírgenes y materiales no vírgenes, ver figura 2.

Un material virgen es todo aquel material que no ha sido procesado, que es extruido por primera vez y que son materias primas vírgenes, por lo contrario los materiales no vírgenes es aquel material que está siendo reprocesado, también conocido como paletizado. Este material se obtiene del reproceso de los excedentes de los departamentos de corte, impresión, laminación y *slitter*.

Figura 2. **Materiales vírgenes**

Material	Código
Polietileno de Alta Densidad	2100
	5005
	6015
 	
Polietileno Lineal de baja y alta densidad	502022
	7087
	5111020
 	
Polietileno de Baja Densidad	586A
	2520
	123C
  	
Fraccional	132I
	94000
	9400085
	
Hexeno (con aditivo)	2685
	

Continuación de la figura 2.

Hexeno (sin aditivo)	2645																																																						
DOWLEX™ Polyethylene Resin is designed for the production of a wide variety of film applications. Films made from this resin exhibit a combination of good toughness and tear resistance.																																																							
Affinity	AFFINITY* Plastómero Poliolefinico, c																																																						
Buteno	22010 s5																																																						
<i>Typical Properties</i>																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROPERTIES*</th> <th>ASTM TEST</th> <th>UNIT ENGLISH (METRIC)</th> <th>NOMINAL VALUES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4">RESIN</td> </tr> <tr> <td>Melt Index</td> <td>D 1238E</td> <td>gr./10 min</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>Density</td> <td>D 1505</td> <td>gr./cm³</td> <td>0.922</td> </tr> <tr> <td colspan="4">FILM**</td> </tr> <tr> <td>Haze</td> <td>D 1003</td> <td>%</td> <td>7.5</td> </tr> <tr> <td>Gloss</td> <td>D 2457</td> <td>@45°</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>Tensile Modulus¹</td> <td>D 882</td> <td>psi x 1000 (MPa)</td> <td>31/36² (215/250)</td> </tr> <tr> <td>Yield</td> <td>D 882</td> <td>psi x 1000 (MPa)</td> <td>1.8/1.7² (12/11)</td> </tr> <tr> <td>Break</td> <td>D 882</td> <td>psi x 1000 (MPa)</td> <td>6.5/4.3² (45/30)</td> </tr> <tr> <td>Ult. Elongation</td> <td>D 882</td> <td>%</td> <td>650/900²</td> </tr> <tr> <td>Elmendorf Tear</td> <td>D 1922</td> <td>gf.</td> <td>80/50²</td> </tr> <tr> <td>Dart Impact, F50</td> <td>D 1709A</td> <td>gf.</td> <td>65</td> </tr> </tbody> </table>				PROPERTIES*	ASTM TEST	UNIT ENGLISH (METRIC)	NOMINAL VALUES	RESIN				Melt Index	D 1238E	gr./10 min	1.0	Density	D 1505	gr./cm ³	0.922	FILM**				Haze	D 1003	%	7.5	Gloss	D 2457	@45°	65	Tensile Modulus ¹	D 882	psi x 1000 (MPa)	31/36 ² (215/250)	Yield	D 882	psi x 1000 (MPa)	1.8/1.7 ² (12/11)	Break	D 882	psi x 1000 (MPa)	6.5/4.3 ² (45/30)	Ult. Elongation	D 882	%	650/900 ²	Elmendorf Tear	D 1922	gf.	80/50 ²	Dart Impact, F50	D 1709A	gf.	65
PROPERTIES*	ASTM TEST	UNIT ENGLISH (METRIC)	NOMINAL VALUES																																																				
RESIN																																																							
Melt Index	D 1238E	gr./10 min	1.0																																																				
Density	D 1505	gr./cm ³	0.922																																																				
FILM**																																																							
Haze	D 1003	%	7.5																																																				
Gloss	D 2457	@45°	65																																																				
Tensile Modulus ¹	D 882	psi x 1000 (MPa)	31/36 ² (215/250)																																																				
Yield	D 882	psi x 1000 (MPa)	1.8/1.7 ² (12/11)																																																				
Break	D 882	psi x 1000 (MPa)	6.5/4.3 ² (45/30)																																																				
Ult. Elongation	D 882	%	650/900 ²																																																				
Elmendorf Tear	D 1922	gf.	80/50 ²																																																				
Dart Impact, F50	D 1709A	gf.	65																																																				

Fuente: Polytec.

Figura 3. **Materiales no vírgenes**

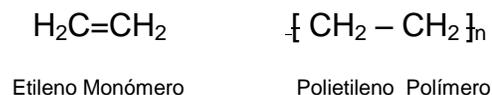
Material	Tipo
Peletizado	Negro y blanco alto
	Negro y blanco Bajo
	Transparente
	
Affinity (resina)	PI 1880g
AFFINITY* PL 1880G <small>Plastómero Poliolefinico, copolímero de octeno – Tecnología INSITE*</small>	
Buteno	

Fuente: elaboración propia.

1.8.1.1. Polietileno (PE)

El polietileno (PE) es un material termoplástico blanquecino, de transparente a translúcido, y es frecuentemente fabricado en finas láminas transparentes. Las secciones gruesas son translúcidas y tienen una apariencia de cera. Mediante el uso de colorantes pueden obtenerse una gran variedad de productos de diversos colores.

Por la polimerización de etileno pueden obtenerse productos con propiedades físicas muy variadas. Estos productos tienen en común la estructura química fundamental $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$, y en general tienen propiedades químicas de un alcano de peso molecular elevado. Este tipo de polímero se creó para usarlo como aislamiento eléctrico, pero después ha encontrado muchas aplicaciones en otros campos, especialmente como película y para envases.



1.8.1.1.1. PE de baja densidad

Este tipo de polietileno es una resina de tipo sintética y de alto peso molecular, obtenido mediante la polimerización de etileno gaseoso a altas presiones; pertenece a la familia de los termoplásticos y tiene una estructura de cadena enramada o ramificada y distribución de peso molecular amplio. La densidad de este polietileno va de 0,915 a 0,925 gramos/centímetro cúbico.

Dentro de la sección de polietileno de baja densidad, encontramos al LDPE (*Low Density Polyethylene*) con resina fraccional y de sus principales características tenemos que sus rangos de espesores mínimos óptimos son de 50 – 150 micro metros, presenta una alta resistencia al punzado lo cual le aporta determinadas características a la película lo cual la convierte en una resina de gran importancia cuando se habla de aplicaciones como: bolsas para empacar fertilizantes, piedras decorativas, materiales para la construcción y agricultura, fabricación de bolsas industriales y películas termoencogibles.

Figura 4. **Propiedades PE baja densidad**

Propiedades ⁽¹⁾	Métodos		Inglés	S.I.
Físicas de la resina				
Índice de Fluidéz (190°C / 2,16kg), g/10 min	ASTM D 1238			0,22
Propiedades de la Película, 51 µm				
Resistencia al Punzonado, ft·lb/in ³ (J/cm ³) Energía, in·lbf (J) Fuerza, lbf (N)	Método Dow			6 (69)
Resistencia al Impacto, g Método A Método B	ASTM D 1709			194
Resistencia al Rasgado Elmendorf (Método ?), g	DM DT	ASTM D 1922		301 175
Tensión en el Límite Elástico, psi (MPa)	DM DT	ASTM D 882		12 (1754) 12 (1750)
Tensión en la Ruptura, psi (MPa)	DM DT	ASTM D 882		32 (4611) 29 (4194)
Elongación en la Ruptura, %	DM DT	ASTM D 882		467 661
Brillo, 45°	ASTM D 2457			50
Opacidad, %	ASTM D 1003			11,3

Fuente: POLYTEC.

1.8.1.1.2. PE de alta densidad

El polietileno de alta densidad tiene esencialmente una estructura de cadena recta. La densidad de este polietileno va de 0,941 a 0,960 gramos/centímetro cúbico.

El Formolene E924 es un polietileno de alta densidad HDPE (*High Density Polyethylene*) de gran peso molecular diseñado para reforzar el impacto del estiramiento de la película y características de buen procesamiento. El E924 presenta características físicas bien balanceadas y provee de buena resistencia a la deformación para las mediciones o ensayos pertinentes a los cuales se someta la película.

Figura 5. **Propiedades PE alta densidad**

ASTM and ISO Properties ¹		
Physical	Nominal Value Unit	Test Method
Density	0.949 g/cm ³	ASTM D1505
Melt Mass-Flow Rate (MFR)		ASTM D1238
190°C/2.16 kg	0.040 g/10 min	
190°C/21.6 kg	8.5 g/10 min	
Films	Nominal Value Unit	Test Method
Tensile Strength		ASTM D882
MD: Break, 12.7 µm	62.1 MPa	
TD: Break, 12.7 µm	50.3 MPa	
Tensile Elongation		ASTM D882
MD: Break, 12.7 µm	330 %	
TD: Break, 12.7 µm	430 %	
Dart Drop Impact (12.7 µm)	400 g	ASTM D1709
Elmendorf Tear Strength		ASTM D1922
MD: 12.7 µm	15 g	
TD: 12.7 µm	110 g	
Thermal	Nominal Value Unit	Test Method
Melting Temperature	131 °C	DSC
Notes		
¹ Typical properties: these are not to be construed as specifications.		

Fuente: POLYTEC.

1.8.1.1.3. PE lineal de baja densidad

Por sus características posee una alta resistencia a la perforación, rasgado, tracción, al impacto de temperaturas bajas, de hasta -95 grados Celsius y la película de este material adquiere una excelente elongación. Dentro de sus principales aplicaciones tenemos las películas o telas

termoencogibles, las estirables o estrech, bolsas grandes para uso pesado, como las bolsas de basura jardineras, etc.

1.8.1.1.4. PE lineal de alta densidad

Eso este tipo de PE posee mejores características que el polietileno lineal de baja densidad, un incremento en la densidad del PE representa mejoras en sus propiedades mecánicas como lo es la rigidez, dureza, resistencia a la tensión y el desgarre; este tipo de PE no resiste fuertes agentes oxidantes, es decir que no es el material idóneo si en su uso final se trabaja con todo tipo de ácidos, peróxidos, etc. Entre los principales usos de este material, se pueden mencionar: el sector de envase y empaque de mercancías, en general, bolsas para basura, transporte, etc.

1.9. Sectores de mercado cubiertos

Polytec, como empresa multinacional, que tiene su casa matriz en Guatemala, atiende principalmente 2 sectores del mercado internacional de empaques flexibles siendo estos: el mercado industrial y el mercado comercial; Adicionalmente atiende al mercado agro-industrial en un porcentaje comparativo minoritario.

1.9.1. Industrial

Especialidades en empaques de polietileno, tanto en película (bobinas continuas de empaque tubular precortado por ejemplo) como en empaques individuales, para las diferentes industrias. Se trabajan empaques lisos, impresos, en diversos colores y que pueden ser de varias capas, esto según especificaciones de uso.

1.9.2. Comercial

Toda clase de bolsas, películas y materiales de empaque para el comercio, con y sin impresión. Desde bolsas para empacar líquidos, sólidos, y bolsas para venta al detalle, hasta la exclusiva línea de bolsas para basura en rollo con sello estrella y películas para protección contra lluvia y sol.

La calidad, versatilidad, flexibilidad y experiencia de Polytec es lo que permite contar a la fecha con clientes de gran magnitud en diversas industrias alimenticias, de bebidas o de consumo masivo.

1.9.3. Agro - Industrial

Con especialidades en películas para siembra, protección y empaque de cultivos como: banano, café, cardamomo, melón, flores y vegetales en general (principalmente los cultivados en Guatemala), que requieran empaque o uso del mismo para el cuidado durante el proceso de siembra, cultivo y recolección.

1.10. Área de sellado y corte

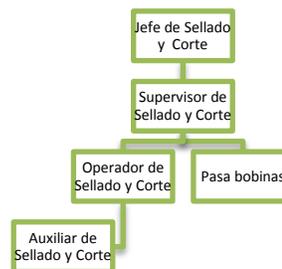
El área de sellado y corte es el área final del proceso de producción de los empaques flexibles, es donde se culmina el proceso, y debido a esto es el área, por mencionar un ejemplo, donde el desperdicio o mal manejo de la MP presenta el costo más elevado, debido a que como es la fase final ya se ha incurrido en costos en las áreas anteriores, costos de operación, manejo y logística, costos directos de fabricación como lo son las materias primas, tintes, solventes, pegamentos, etc., y todos los costos indirectos de fabricación, también llamado carga fabril, sin los cuales no es posible producción como lo es la energía eléctrica.

Este no es único punto de mejora en el área. Uno de los más importantes es el tiempo que se utiliza en los cambios o ajustes de maquinaria, ya que dependen de factores como el tipo de empaque, el material utilizado para la realización del mismo, grado de dificultad para el cierre del empaque en los casos que lleva sello hermético, la forma del empaque, número de perforaciones por empaque, etc. Y para cada uno de estos factores son cambios de suplementos de maquinaria que deben realizarse como cantidad de lentes que indican el lugar de la perforación, cantidad de perforadoras y todos estos elementos combinarlos con una temperatura y velocidad adecuada. Uno de los elementos a favor para la identificación y sectorización del estudio es que en cada cortadora y selladora se trabajan empaques con característica similares, por lo que se puede y se debe realizar un estudio a detalle por cortadora y selladora.

1.10.1. Organigrama

El Departamento de Sellado y Corte, se encuentra bajo la dirección del gerente de producción, mismo que se encuentra en la subdivisión de la gerencia administrativa / general / financiera.

Figura 6. **Organigrama departamento sellado y corte**



Fuente: elaboración propia.

1.10.2. Personal

La fuerza humana que le da vida y coraje a esta área es en su mayoría de tipo operativo y los cargos administrativos dentro del área de producción son reducidos. Actualmente estos puestos son ocupados por personal que alguna vez fue operativo y que debido a su empeño, dedicación y compromiso lograron destacar y crecer junto a la empresa.

1.10.2.1. Personal administrativo dentro del área de producción

Dentro de los puestos administrativos del área de sellado y corte, se encuentra el de jefe del área, que cuenta con el apoyo de los supervisores así como de la fuerza operativa. El nombre del puesto es oficialmente: Jefe de Sellado y Corte, es el encargado del abastecimiento adecuado, satisfactorio y de calidad para el consumidor y así cumplir con uno de los objetivos principales del área, la máxima satisfacción del cliente al menor costo posible y con el máximo aprovechamiento de los recursos disponibles.

Como parte de este rubro, se tiene al supervisor de sellado y corte, que al igual que el jefe de sellado y corte su objetivo principal es proveer de empaques flexibles asegurando la satisfacción del cliente. El contacto con el personal operativo es mucho mayor al del jefe de sellado y corte, ya que la mayor parte del tiempo debe de estar en planta junto a los operadores, dándoles apoyo y solucionando diversos problemas.

En total se cuenta con el jefe del área y 4 supervisores, dos para el turno diurno y 2 para el nocturno, para tener un total de 5 trabajadores.

1.10.2.1.1. Descripción de funciones

A continuación se presenta una descripción de los principales puestos del departamento de sellado y corte, jefe de sellado y corte, supervisor de sellado y corte y operativo.

Figura 7. **Jefe de Sellado y Corte**

Nombre del puesto: Jefe de Corte y Sellado	
Departamento: Corte	
Objetivo general del puesto: Proveer empaques de bolsa que satisfagan los requerimientos del cliente, al menor costo posible, asegurando el buen uso de los materiales y equipos, y desarrollando personal competente.	
Ubicación en el organigrama	
A quién reporta:	Le reportan:
<ul style="list-style-type: none">• Gerente de Producción	<ul style="list-style-type: none">• Supervisor de Corte

Continuación de la figura 7.

Tareas:

- Verificar órdenes de producción para asegurar la existencia de materia
- Elaborar órdenes de rechazo
- Cerrar órdenes terminadas en el sistema
- Participación en el proceso de actualización y evaluación de competencias, y del programa de capacitación del personal a su cargo
- Velar por que el personal a su cargo cuente con las herramientas necesarias para realizar las funciones asignadas
- Velar por que se cumplan los procedimientos
- Participar en las reuniones informativas o de planificación a las que sea convocado
- Participar en las capacitaciones a las que sea convocado
- Solicitar y participar en los procesos de selección del personal a su cargo
- Participar como capacitador cuando se le solicite
- Asumir todos aquellos deberes y atribuciones que le correspondan en virtud de su cargo y que no hayan sido enunciados específicamente en este documento.
- prima y para determinar características del producto
- Revisar el buen funcionamiento de la maquinaria
- Ingresar los reportes diarios de producción para trasladarlo al Gerente de producción
- Verificar orden y limpieza
- Verificar en conjunto con el departamento de mantenimiento las condiciones de trabajo la maquinaria después de un mantenimiento correctivo o preventivo
- Supervisar el uso del equipo de protección personal

Continuación de la figura 7.

- Realizar reporte de horas extras y trasladarlo al personal
- Verificar el correcto ingreso del reporte de producción al sistema *Toriflex* por parte del personal
- Coordinar con Planificación realización de pedidos urgentes
- Dar seguimiento al material retenido en la noche por el departamento de control de calidad
- Hacer solicitudes de certificados de trabajo
- Reportar a Gerencia de Producción los problemas calidad y de personal
- Solución de problemas varios
- Máximo aprovechamiento de los recursos disponibles para lograr una alta productividad del área
- Generar planes de acción para disminuir el desperdicio
- Manejo de personal
- Autorizar presupuesto para reparaciones solicitadas por supervisores
- Verificar material de trabajo que ingresa al departamento de sellado y corte

Áreas de responsabilidad:

Valores:

Recursos Materiales

Documentos:

órdenes de producción

Personas ante quienes representa a la empresa:

personal a su cargo

Continuación de la figura 7.

Relaciones internas:	Relaciones externas:
<ul style="list-style-type: none">• Departamentos de Producción• Control de Calidad• Recursos Humanos• Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none">• Clientes (eventual)

Fuente: Polytec.

Figura 8. **Supervisor de Sellado y Corte**

Nombre del puesto: Supervisor de corte y sellado	
Departamento: Corte	
Objetivo general del puesto: Proveer bolsas y empaques, asegurando la satisfacción del cliente	
Ubicación en el organigrama	
A quién reporta: <ul style="list-style-type: none">• Jefe de Corte	Le reportan: <ul style="list-style-type: none">• Operadores

Continuación de la figura 8.

Tareas:

- Velar por el buen funcionamiento de la maquinaria
- Supervisar las funciones de los operadores
- Verificar en conjunto con el departamento de mantenimiento las condiciones de trabajo la maquinaria después de un mantenimiento correctivo o preventivo
- Supervisar el uso del equipo de protección personal
- Dar seguimiento a las órdenes de producción
- Verificar el correcto ingreso del reporte de producción al sistema *Toriflex* por parte del personal
- Reportar faltas o inconvenientes con el personal a su cargo
- Reportar al jefe de área algún problema con la producción
- Controlar el desperdicio
- Cuadre de medias como apoyo al personal
- Hacer reporte de retención de bobinas
- Revisar que los operadores tengan su equipo de trabajo
- Verificar y solucionar urgencias
- Verificar la limpieza y el orden en el área

Áreas de responsabilidad:

Documentos:

planos mecánicos

Personas ante quienes representa la empresa:

personal a su cargo

Continuación de la figura 8.

Mobiliario y equipo: máquinas área de corte

Formación académica:

Grado necesario de formación académica para el puesto:

Carrera Técnica: 1 año (indispensable)

Experiencia necesaria:

Experiencia mínimo de 1 año

Conocimientos/formación:

- Operación de máquinas y herramientas

Condiciones de trabajo ambientales:

Expuesto a: Ruidos distractores

Fuente: Polytec.

1.10.2.2. Operativo

Principalmente se manejan dos tipos de personal operativo, siendo estos: el operador de corte, y el pasa bobinas. A continuación se describen las principales funciones de ambos.

La cantidad de personal operativo laborando en esta área, entre operadores, auxiliares y pasa bobinas es de aproximadamente 52 trabajadores.

Figura 9. **Operador de corte**

<p>Nombre del puesto: Operador de Corte</p> <p>Departamento: Corte</p> <p>Objetivo general del puesto: Cortar, precortar y sellar de acuerdo a especificaciones</p> <p>Ubicación en el organigrama</p> <table><tr><td>A quién reporta:</td><td>Le reportan:</td></tr><tr><td><ul style="list-style-type: none">• Supervisor de Corte</td><td><ul style="list-style-type: none">• Nadie</td></tr></table>	A quién reporta:	Le reportan:	<ul style="list-style-type: none">• Supervisor de Corte	<ul style="list-style-type: none">• Nadie
A quién reporta:	Le reportan:			
<ul style="list-style-type: none">• Supervisor de Corte	<ul style="list-style-type: none">• Nadie			
<p>Tareas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Verificar medidas y especificaciones de producción• Verificar en el sistema existencia de producto para poder trabajar la máquina y corrobora visualmente• Solicita al operador de montacargas que le acerque la materia prima• Verificar la limpieza y el orden en el área• Informar algún problema en la máquina o el producto• Ingresar el reporte de producción en el sistema• Despejar la línea antes de cambio de orden de producción• Evitar desperdicio• Ajustar máquinas cuando necesita				

Continuación de la figura 9.

- Conformar fardos según especificaciones del cliente
- Formar tarimas de acuerdo con especificaciones del cliente
- Participar en reuniones para mejoramiento de la empresa
- Participar en reuniones informativas del departamento
- Contribuir en la inducción al puesto de ayudantes recién contratados

Áreas de responsabilidad:

Valores: Maquinaria

Relaciones internas:

- Supervisor de Corte
- Jefe de Corte
- Gerente de Producción
- Personal de Bodega de Producto Terminado

Relaciones externas:

- Ninguna

FORMACIÓN ACADÉMICA:

Grado necesario de formación académica para el puesto:

Tercero básico (indispensable)

EXPERIENCIA NECESARIA:

Deseable un año en procesos productivos

CONOCIMIENTOS / FORMACION:

- Uso de máquinas industriales en el área de corte

Continuación de la figura 9.

<p>Condiciones de trabajo ambientales: Trabajo en planta de producción, área de corte Expuesto a:</p> <ul style="list-style-type: none">• Posibilidad de lesiones• Ruidos distractores <p>Nombre del puesto: Pasabobinas</p> <p>Departamento: Corte</p>				
<p>Objetivo general del puesto: Asegurar el registro y control del desperdicio que se traslada a Bodega de Materia Prima</p> <p>Ubicación en el organigrama</p> <table><tr><td><p>A quién reporta:</p><ul style="list-style-type: none">• Supervisor de Corte• Jefe de Corte</td><td><p>Le reportan:</p><ul style="list-style-type: none">• Ninguno</td></tr><tr><td><p>Relaciones internas:</p><ul style="list-style-type: none">• Corte• Bodega de Materia Prima• Bodega de Producto Terminado• Planificación• Control de Calidad• Recursos Humanos</td><td><p>Relaciones externas:</p><ul style="list-style-type: none">• ninguna</td></tr></table>	<p>A quién reporta:</p> <ul style="list-style-type: none">• Supervisor de Corte• Jefe de Corte	<p>Le reportan:</p> <ul style="list-style-type: none">• Ninguno	<p>Relaciones internas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Corte• Bodega de Materia Prima• Bodega de Producto Terminado• Planificación• Control de Calidad• Recursos Humanos	<p>Relaciones externas:</p> <ul style="list-style-type: none">• ninguna
<p>A quién reporta:</p> <ul style="list-style-type: none">• Supervisor de Corte• Jefe de Corte	<p>Le reportan:</p> <ul style="list-style-type: none">• Ninguno			
<p>Relaciones internas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Corte• Bodega de Materia Prima• Bodega de Producto Terminado• Planificación• Control de Calidad• Recursos Humanos	<p>Relaciones externas:</p> <ul style="list-style-type: none">• ninguna			

Continuación de la figura 9.

<p>Formación académica:</p> <p>Grado necesario de formación académica para el puesto: Nivel medio: tercero básico</p> <p>Experiencia necesaria:</p> <p>Ninguna. Deseable un año en procesos industriales</p> <p>Conocimientos / formación:</p> <ul style="list-style-type: none">• Buenas Prácticas de Manufactura Conocimiento del Sistema <i>Toriflex</i>
<p>Habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none">• Trabajo en equipo Comunicación <p>CONDICIONES DE TRABAJO AMBIENTALES:</p> <p>Expuesto a:</p> <p>Ruidos distractores</p>

Fuente: Polytec.

2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO PRODUCTIVO DE EMPAQUES FLEXIBLES DE ALIMENTOS EN EL ÁREA DE SELLADO Y CORTE

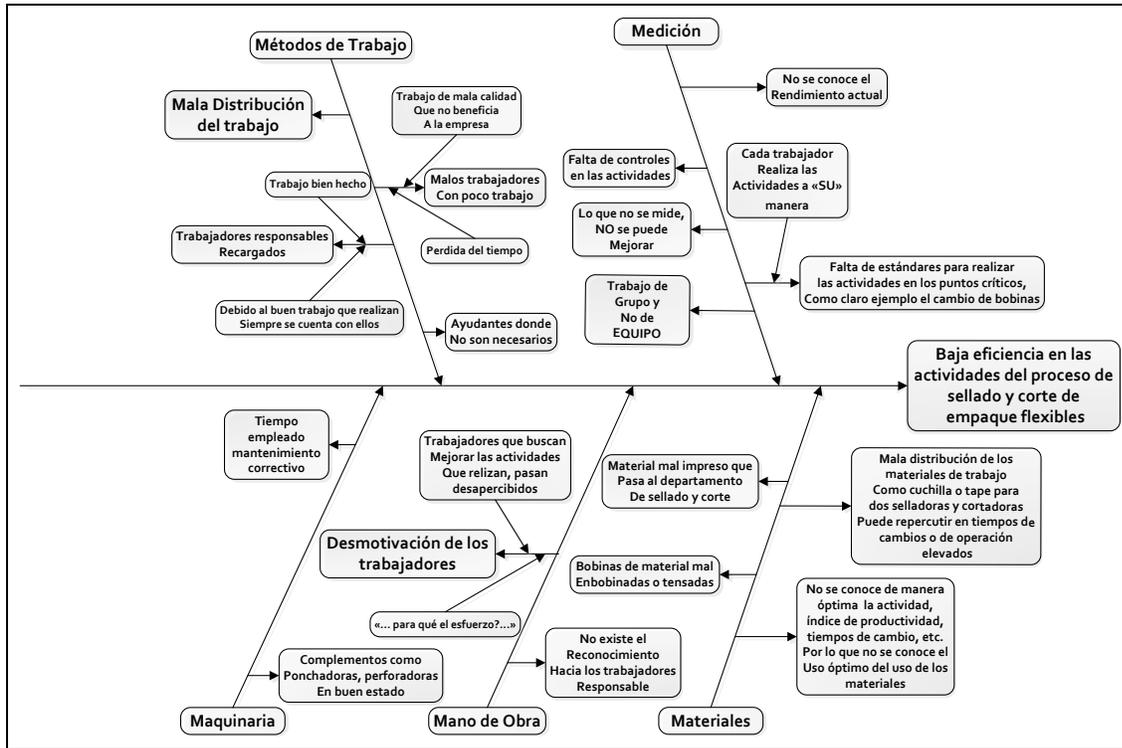
2.1. Herramientas

Parte importante de este trabajo es el empleo de las herramientas de la ingeniería industrial aplicadas a situaciones de la vida real, para su mejor comprensión, análisis y así poder llegar a una solución óptima por la ruta adecuada aprovechando al máximo nuestros recursos.

2.1.1. Diagrama causa y efecto (*Ishikawa*)

Las principales causas que afectan en una baja eficiencia de las principales actividades del proceso de sellado y corte, es la mala distribución u organización de los recursos ya sea de materiales, mano de obra, maquinaria, deficiencia en los controles de las mismas provocando una baja en el rendimiento de los trabajadores.

Figura 10. Diagrama causa y efecto

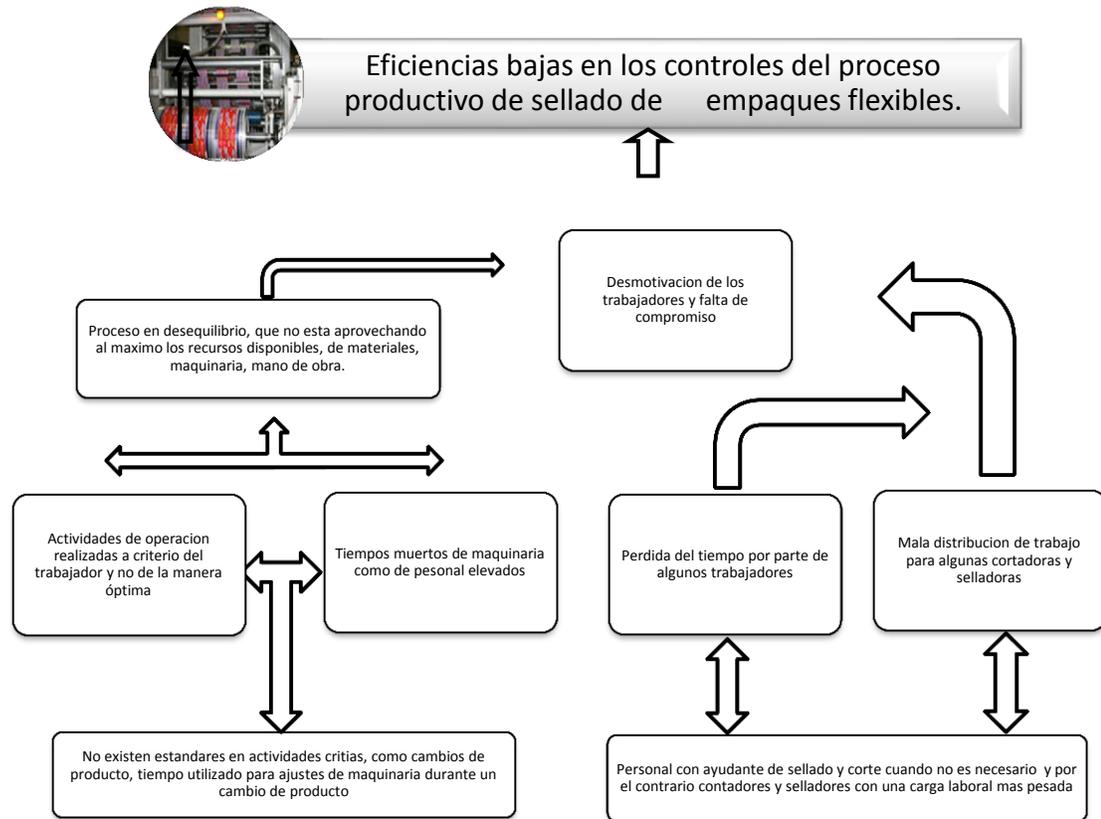


Fuente: elaboración propia.

2.1.2. Árbol del problema

Al igual que el diagrama anterior de causa-efecto, este árbol del problema ayuda a comprender mejor la situación actual del proceso, iniciando con las principales razones y analizando de manera ascendente en qué repercuten estas acciones: mala distribución de la carga laboral y la falta de estándares propician tiempos muertos elevados y que no se realice cada una de las actividades de la manera óptima, generando un desequilibrio tanto en el aprovechamiento de los recursos como en el ambiente laboral y todo genera eficiencias bajas en el proceso.

Figura 11. **Árbol del problema**

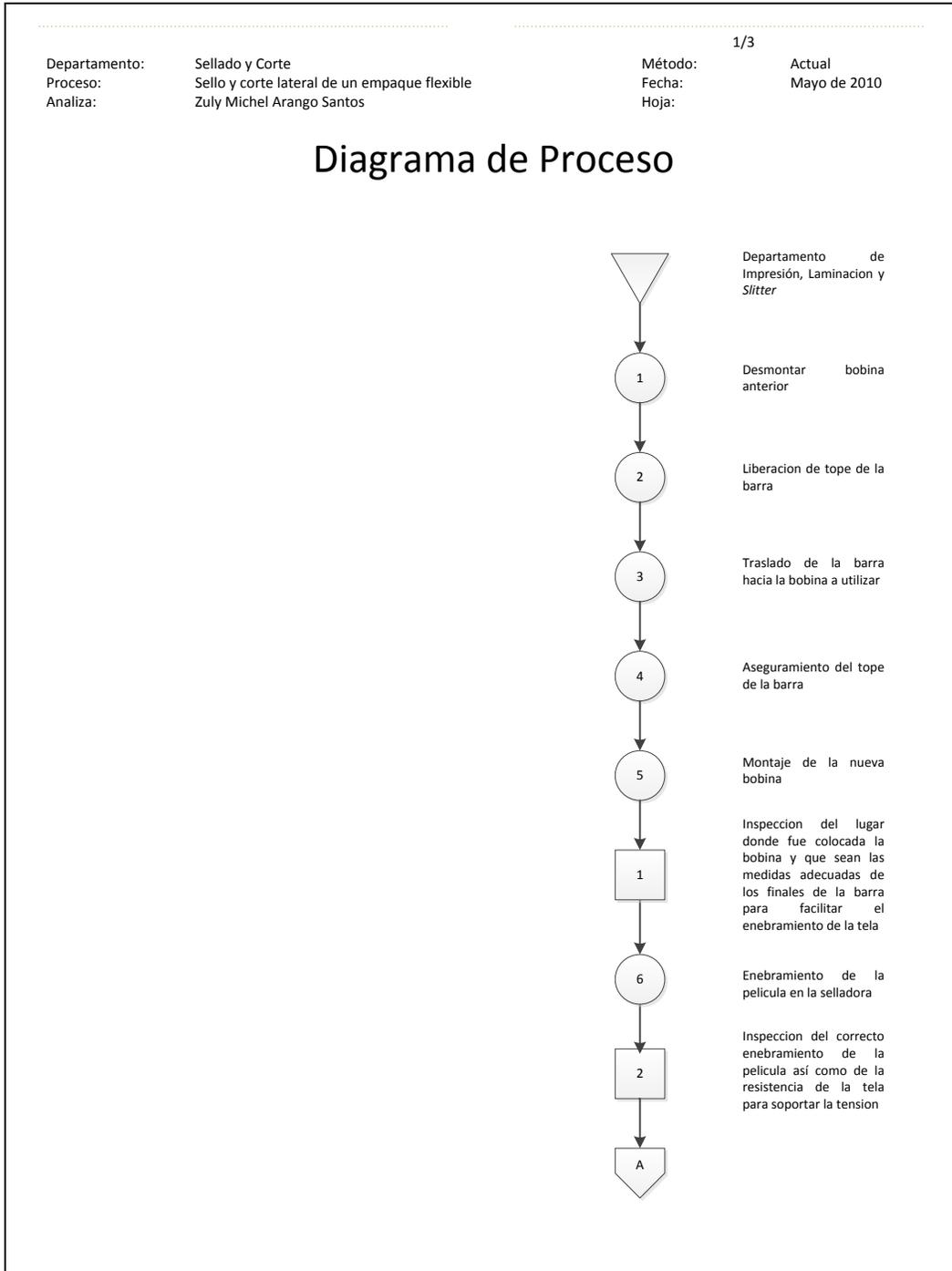


Fuente: elaboración propia.

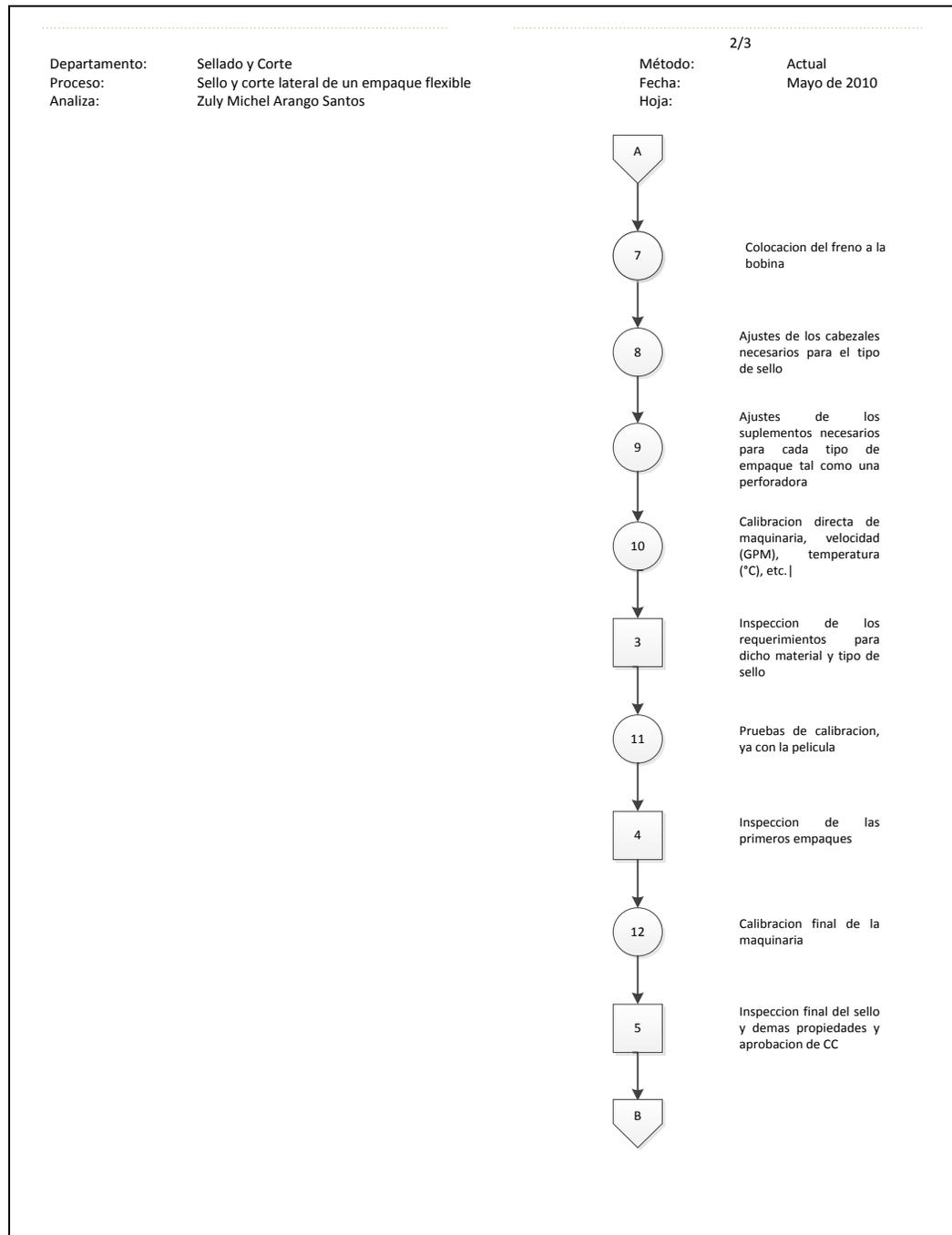
2.1.3. Diagrama de proceso actual

En el diagrama a continuación se detallan las operaciones que se llevan a cabo durante el proceso de sellado y corte, así como las inspecciones realizadas, muestra del departamento que proviene y donde finaliza el producto.

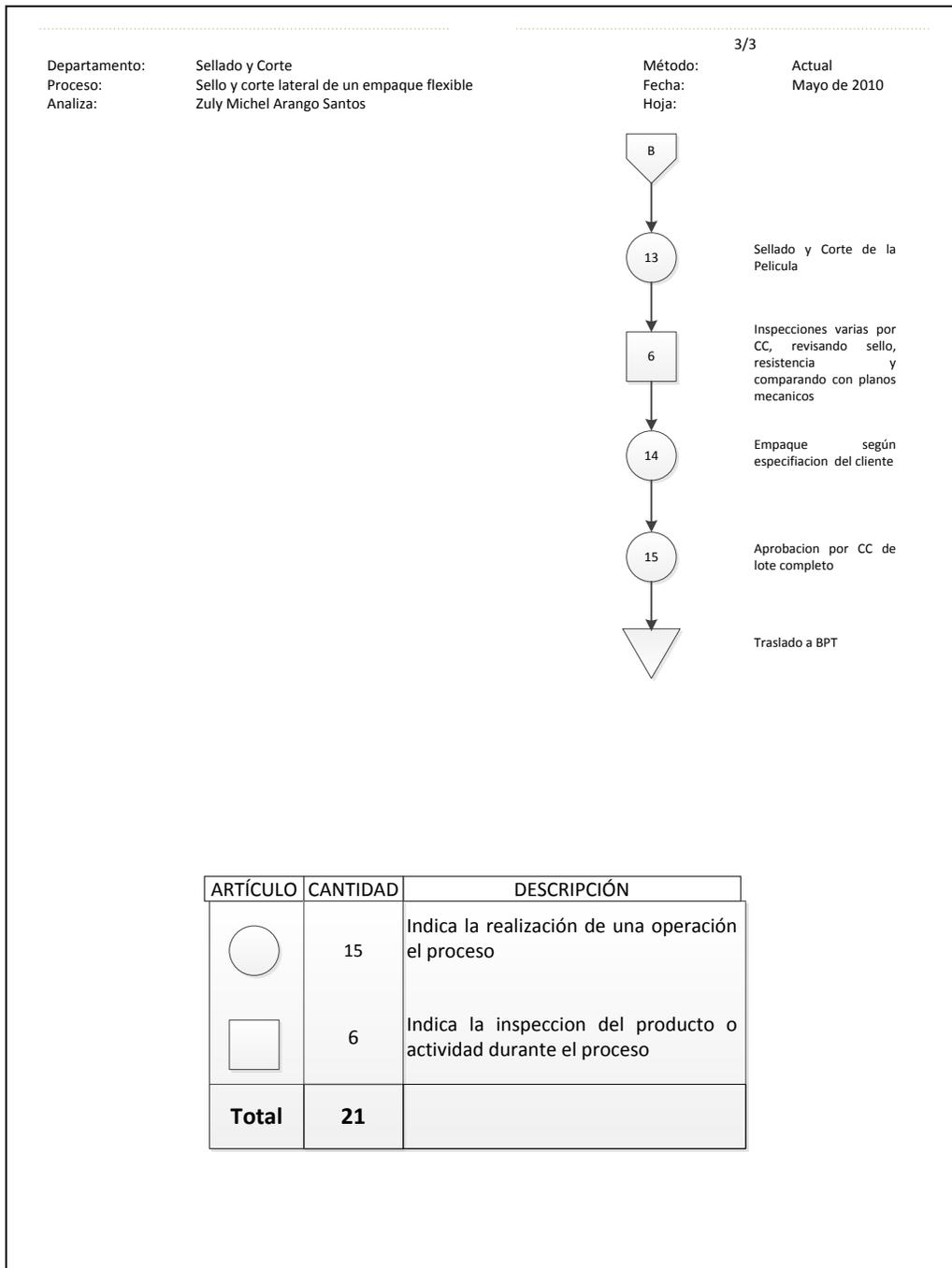
Figura 12. Diagrama de proceso



Continuación de la figura 12.



Continuación de la figura 12.



Fuente: elaboración propia.

2.1.4. Cambios de bobinas

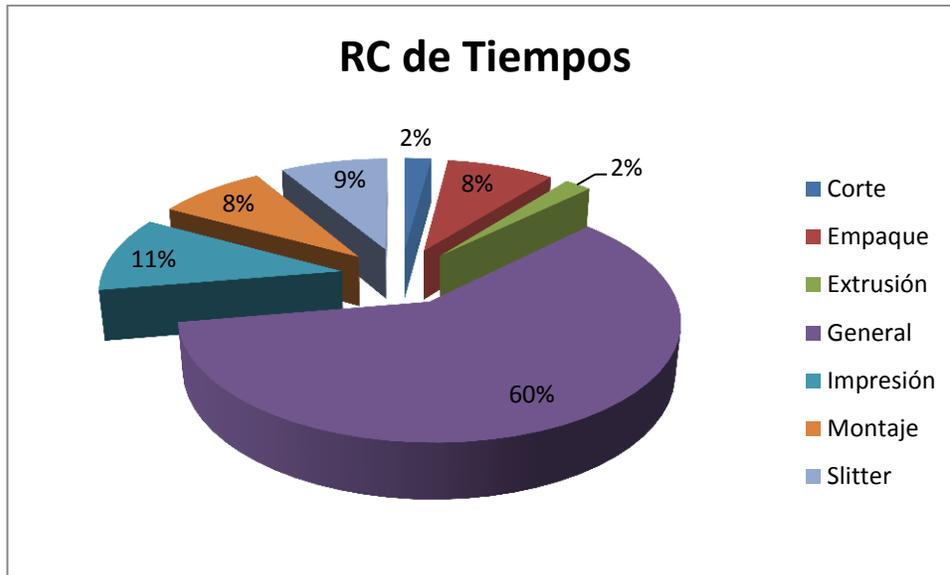
Durante este estudio, se detectó que el tiempo utilizado para los cambios de bobinas es una fracción importante dentro del tiempo muerto del proceso.

Esto se debe a que no existe un procedimiento para la realización de esta actividad, por lo tanto cada uno de los trabajadores operadores de las 33 cortadoras y selladoras hacen la actividad a su manera, por lo cual se concluye que existen 33 maneras diferentes de realizar el cambio de bobina desde el momento que se detiene la máquina, hasta que se concluye con el primer empaque en buen estado.

Dentro del departamento de sellado y corte se maneja el programa Toriflex para el manejo absoluto de información. Dicho programa unifica la información de la producción, tal como tiempos muertos, tiempo de producción de alimentación, etc.

Cada una de estas causas es llamado Reason Code (RC) y existen diversos RC para cada una de las actividades. Partiendo del análisis de esta información podemos determinar que uno de los puntos críticos del área son, efectivamente, los cambios de bobinas, ver figura 12.

Figura 13. **Reason code de tiempos**



Fuente: Polytec.

Si se observa la figura 12, el mayor porcentaje de tiempo perdido es debido al RC general, esto quiere decir que el mayor porcentaje de tiempo muerto es debido a las 28 causas dentro del RC general. Un ejemplo claro de por qué se atribuye el tiempo muerto a un determinado RC es por ejemplo si alguna bobina llega al departamento de sellado y corte tensionada se debe a que en el departamento que le precede fue mal embobinada y por esto la tela se tensiona y debido a esta característica no se puede trabajar de manera efectiva en las cortadoras y selladoras por lo que se perderá tiempo adicional al programado para las evaluaciones de control de calidad, o para el proceso de la misma.

A continuación se presenta un detalle del RC general, expresado en horas acumuladas del total de trabajadores en un período de tres meses.

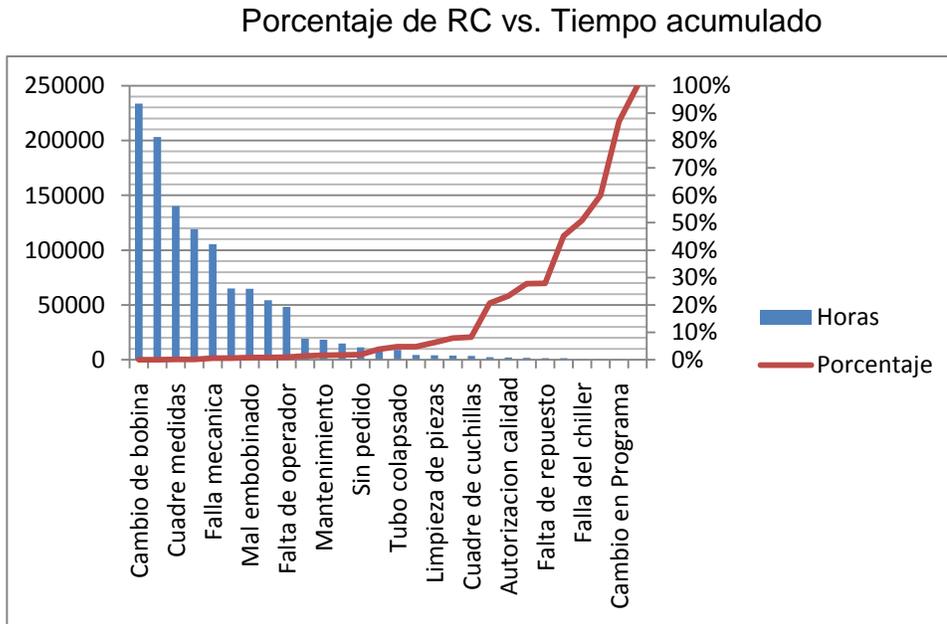
Tabla I. **Detalle de RC**

ReasonCode	Total general (Horas)
General - Cambio de bobina	233,690
General - Alimentacion	203,195
General - Cuadre medidas	140,171
General - Falta de material	118,955
General - Falla mecanica	105,475
General - Calidad materia prima	65,050
General - Mal embobinado	64,835
General - Falla electrica	54,235
General - Falta de operador	48,345
General - Paro por reunión	19,295
General - Mantenimiento	18,500
General - Prueba	14,805
General - Sin pedido	11,325
General - Cambio de cuchilla	11,290
General - Tubo colapsado	8,955
General - Falta energia	4,445
General - Limpieza de piezas	4,230
General - Colocar pegas	3,975
General - Cuadre de cuchillas	3,465
General - Cambio de cuchillas	2,345
General - Autorizacion calidad	2,025
General - Falta de aire	1,880
General - Falta de repuesto	1,550
General - Falta de mecanico	1,410
General - Falla del chiller	420
General - Autorizacion cliente	330
General - Cambio en Programa	225
General - Cambio filtro	30

Fuente: Polytec

El total general es la cantidad total de horas acumuladas en el período de enero a marzo de 2010. Por lo que se ve en la figura, quedará de la siguiente manera:

Figura 14. Diagrama de Pareto



Fuente: Polytec.

En donde se puede observar claramente que la mayor cantidad de tiempo muerto que se tiene es en los cambios de bobinas, incluso el tiempo utilizado es mayor al tiempo destinado a la alimentación diaria de los trabajadores (1 hora al día).

También se cumple que en el 20 por ciento de los RC se encuentra la mayor cantidad de tiempo improductivo de todo el proceso. En las primeras 6 causas, aproximadamente el 20 por ciento de los RC generales, cambio de bobina, alimentación, cuadro de medidas, falta de material, falla mecánica y calidad de materia prima se encuentra el 76 por ciento de la totalidad de horas perdidas.

Razón por la cual se enfocará el estudio de tiempos a los cambios de bobinas, por lo que se analiza el proceso de cambio de bobina. A continuación se describe el método actual que es utilizado para dicho proceso:

- Operador detiene la máquina, ya que la bobina está por terminarse

Figura 15. **Bobina por terminarse**



Fuente: Polytec.

- Corta el resto de lienzo que aún queda en el core

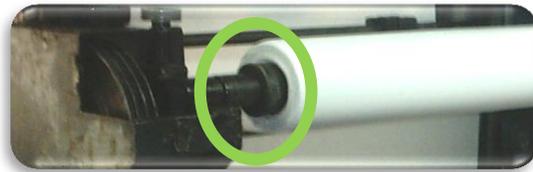
Figura 16. **Corte de exceso de la tela**



Fuente: Polytec.

- Libera la barra
- Baja la Barra
- Afloja Tope que detiene la bobina y la fija en la barra

Figura 17. **Liberación del tope**



Fuente: Polytec.

- Quita la barra del core de la bobina que recién se ha terminado
- Prepara la siguiente bobina

Figura 18. **Preparación de la siguiente bobina**



- Fuente: Polytec.

- Inserta la barra en la nueva bobina
- Fija el tope
- Levanta la barra

Figura 19. **Levantamiento de la bobina**



Fuente: Polytec.

- Fija la barra

Figura 20. **Fijación de la barra**



Fuente: Polytec.

- Realiza la pega (pegar el lienzo de la nueva bobina, en el lienzo restante de la bobina anterior para no tener que volver a enhebrar el lienzo en la cortadora)

Figura 21. **Preparación del lienzo**



Fuente: Polytec.

- Ajustar cabezales, ponchadoras, temperatura y demás ajustes mecánicos.

Figura 22. **Ajustes mecánicos**



Fuente: Polytec.

- Alinear el lienzo por última vez, antes de encender la cortadora nuevamente
- Encender la cortadora
- Ajustes finales

Figura 23. **Revisión final**



Fuente: Polytec.

- Primer empaque en buen estado

2.1.4.1. Preparación del estudio de tiempos

Se le dará el principal enfoque al tiempo empleado para los cambios entre bobinas, ya que esta actividad se cree es uno de los principales cuellos de botella de la parte final del proceso de elaboración de empaques flexibles, una determinación del tiempo que se utiliza para el cambio de bobinas.

Se presentará un modelo que determine y estandarice las principales actividades realizadas diariamente durante el proceso, así como de los factores determinantes para el cálculo de la eficiencia.

Dentro de este rubro se describirá como se maneja actualmente la actividad, se realizará una Cronometración del mismo y un posterior análisis de los datos arrojados por el estudio.

Dentro de los pasos básicos de un estudio de tiempos tenemos como primer punto la selección de la operación a medir, y como se mencionó con anterioridad, la actividad seleccionada es el cambio de bobinas en el punto cuando se termina la anterior del mismo producto y se coloca una nueva o bien sea cuando se cambiará de producto. Es la primera actividad que se realiza en el departamento de sellado y corte con las bobinas de producto, la procedencia de estas bobinas es del departamento de extrusión (donde inicia el proceso de producción de empaques flexibles para alimentos) y/o del departamento de impresión, laminación y *slitter*.

Otro factor que orienta hacia el estudio de esta actividad es el ahorro económico que podría presentar una mejora específicamente en el cambio de bobinas.

Cuando se eligieron los trabajadores que se medirían, se tomó en cuenta la habilidad de cada uno de ellos, que no fuera experto pero que tampoco fuera un aprendiz, más que todo que presentara un adecuado dominio de la actividad. Que los trabajadores a observar tengan el deseo de colaborar con el estudio ya que si no se está de acuerdo pueden estropear el estudio arrojando datos que no sean representativos. Otro factor es del carácter el trabajador que pareciera no ser tan importante, pero que lejos de ser despreciable es un factor que si

puede afectar de manera directa los tiempos de medición ya que si se cuenta con un colaborador muy nervioso es probable que cometa errores que normalmente no cometería.

2.1.4.2. Ejecución del estudio de tiempos

En esta fase se observó la operación del cambio de bobinas, registrándose toda la información referente al cambio de éstas, desde la ubicación de la bobina al cambio, el tiempo de entrega de la misma por el operador pasa bobinas, cantidad de barras disponibles por selladora y cortadora, herramientas disponibles para su uso, etc.

Como parte del estudio se determinó que la operación del cambio de bobina es completamente necesaria, sin embargo parte de las actividades que actualmente se realizan no lo son.

Iniciando de este punto se pudo observar que el compartir herramientas con otro operador como cuchillas o tape es sumamente perjudicial en el tiempo que los trabajadores utilizan para cambiarlas, ya que no solo esta actividad puede suprimirse completamente sino que aún crea tiempos muertos adicionales como lo es el mantener una conversación con el compañero de trabajo.

También se observó y se tomó muy en cuenta, en esta parte del estudio, que la productividad de cada cortadora y selladora varía según el tipo de sello que esta realice y el material que se esté cortando y sellando. Son 3 factores que afectan la eficiencia de cada una de ellas, el calibre del empaque, tipo de sello y el largo del empaque.

En relación a la mejora de todo el proceso de sellado y corte de empaques flexibles para alimentos desde su inicio (cambio de bobinas) hasta el embalaje de los empaques ya finalizados, se puede decir que los principales problemas que el proceso presenta son básicamente en el inicio, y que la eficiencia de cada cortadora puede ser variable según el uso que se le dé en el departamento de sellado y corte y no tanto a la capacidad teórica de cada selladora y cortadora.

Por lo que se da especial atención a los factores antes mencionados. Las especificaciones de velocidad y temperatura están en relación al tipo de sello que la cortadora y selladora esté realizando. No es lo mismo realizar un sello tipo *pouch* a un sello lateral. El primer tipo de sello es un proceso muy laborioso en el cual se debe tener cuidado especial en la capacidad de soportar presiones para un sello al vacío posterior (utilizado por el cliente que solicita la bolsa), en cambio con un sello lateral no es necesario cuidado especial.

Figura 24. **Empaque con sello tipo *pouch***



Grosor del sello en un empaque tipo Pouch

Fuente: Polytec, especificaciones del producto.

Figura 25. **Empaque con sello lateral**



Fuente: Polytec, especificaciones del producto.

Como se puede observar, en la figura 27, en el sello lateral es de aproximadamente 1 milímetros de grosor mientras que en un sello tipo pouch es de 5 metros.

Después de haber determinado los elementos más importantes de la operación se pasó directamente a la medición del tiempo (Cronometración). La medición se realizó en segundos, sin embargo para efectos de este estudio se trabajará en horas.

Se empleará un cronometro digital para la medición de la actividad, se utilizará este tipo de cronometro debido a que el error de lectura o de retención de agujas (como en un cronometro mecánico) se reducen al mínimo. Dentro de los métodos de Cronometración tenemos el de tiempo acumulado y el de vuelta a cero. El método de tiempo acumulado se utiliza principalmente en procesos cortos donde el ciclo de Cronometración es de poca duración.

El método de vuelta a cero se utiliza cuando los ciclos de cronometración son más prolongados y se facilita dividir la actividad en diferentes elementos.

El método que se utilizará es el método de vuelta a cero debido a que se estudiará de la actividad total una pequeña parte, es decir, que, el proceso total se pudo dividir en elementos y se estudiará en esta oportunidad uno de ellos.

Dentro de las herramientas a utilizar se tiene el cronometro digital, cuya función es la medición de tiempos generalmente cortos. Con él podemos realizar los 2 métodos de Cronometración, ya que con uno de los botones permite iniciar y detener el conteo del tiempo; mientras que con el otro botón, nos permite “congelar” un primer dato, mientras se anota, por ejemplo, sin afectar el segundo dato, que sigue corriendo en un segundo plano (método de tiempo acumulado).

Figura 26. **Cronometro digital**



Fuente: elaboración propia.

Dentro de las actividades que se cronometran están la realización del cambio de la bobina, análisis de las velocidades utilizadas en cada cortadora tomando en cuenta las tres principales limitantes para ellas (calibre, largo y tipo de sello).

Se inicia con una de las partes importantes del estudio que son los cambios de bobinas. Los datos iniciales de las tomas de tiempo previo a la determinación del número de observaciones fueron de 5 lecturas de cada cambio de bobina en cada una de las 33 cortadoras y selladoras quedando los datos promedios de esta manera:

Tabla II. **Tiempos medios por cortadora**

No. De Cortadora	tiempo medio (minutos)
1	7,13
10	3,80
12	4,47
16	2,89
18	3,32
19	5,19
21	7,32
22	7,48
23	3,77
26	6,85
27	3,46
29	4,43
30	4,19
31	9,94
32	5,73
33	4,85
34	8,63
37	5,99
44	8,64
47	6,12
48	10,98
49	6,72

Continuación de la tabla II.

51		5,39
52		6,65
53		4,73
54		5,45
55		3,66
56		7,09

Fuente: elaboración propia.

De los datos de la tabla II, se observa que las cortadoras y selladoras más grandes son las numero 29, 37, 44, 53 y 56. Son las cortadoras en donde se fabrican los empaques tipo gabacha y en estas máquinas es donde se manejan las bobinas más grandes debido a que de una bobina se cortan 3 empaques simultáneamente, el menor tiempo registrado tomando en cuenta las 33 cortadoras fue de 1,53 minutos y el mayor tiempo fue de 17,08 minutos. La mayor demora se produce en casos en los cuales la bobina no está lista para cuando se termina la anterior y los operadores deben ir a buscarla o a solicitar su traslado.

También se observó que la falta de herramientas es un factor que influye en un mayor tiempo de cambio de bobinas por el hecho que el operador detenga la cortadora, y luego se dirija hacia la cortadora más cercana y que comparta herramientas básicas de trabajo como lo es el tape, cuchillas, etc.

Como parte del estudio de tiempos se debe obtener los tiempos medios de cada cortadora, ver tabla II ¹.

Para la obtención de un tiempo medio representativo de la operación, existen diversos métodos.

¹ No se incluyen los datos de estudio de 5 cortadoras, ya que se encuentran en mal estado y no pudieron ser estudiadas.

Por medio de las formulas estadísticas podemos obtener el número de observaciones necesarias, utilizando la fórmula:

$$N = \left(\frac{K * \sigma}{e * \bar{x}} \right)^2 + 1$$

Donde N es el número de observaciones necesarias, K el coeficiente de riesgo, σ la desviación típica de la distribución de frecuencia, e es el error deseado y \bar{x} es la media aritmética que se obtuvo de los valores iniciales.

2.1.4.2.1. Cálculo de número de observaciones

Para el cálculo del número de observaciones, como se mencionó, se utilizará la fórmula

$$N = \left(\frac{K * \sigma}{e * \bar{x}} \right)^2 + 1$$

El coeficiente de riesgo, K, puede tener valores que varían de 1 hasta 3, siendo 1 para un error del 32 por ciento, 2 para un error del 5 por ciento y 3 para un error del 0,3 por ciento.

De los datos obtenidos en la investigación de campo de los tiempos de los cambios de bobinas se obtiene que la $\bar{x} = 5,92$ y $\sigma = 3,0858$.

$$N = \left(\frac{1 * 3,0858}{0,05 * 5,92} \right)^2 + 1$$

$$N = 109,84$$

Por lo que se deben de tener 110 lecturas, se iniciaron con 5 lecturas para cada cortadora, por lo que se realizaron 144 lecturas, es decir, que ya no necesitamos realizar más lecturas.

2.1.4.3. Tabulación de datos

“Al terminar el período de observaciones, el analista habrá acumulado cierto número de tiempos de ejecución y el correspondiente factor de calificación, mediante cuya combinación puede establecer el tiempo normal de la operación estudiada”²

Los datos obtenidos de la toma de tiempos para cada cortadora son los siguientes:

Tabla III. Cortadora 1

No. De Cortadora	Total (Min)
1	4,98
	5,32
	5,92
	6,33
	13,08

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. Cortadora 10

No. De Cortadora	Total (Min)
10	3,07
	3,35
	3,50
	4,02
	5,07

Fuente: elaboración propia.

² GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Valoración del Ritmo de Trabajo. p. 209.

Tabla V. **Cortadora 12**

No. De Cortadora	Total (Min)
12	4,05
	4,10
	4,48
	4,72
	5,02

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Cortadora 16**

No. De Cortadora	Total (Min)
16	2,05
	2,72
	2,93
	3,05
	3,72

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Cortadora 18**

No. De Cortadora	Total (Min)
18	1,53
	3,15
	3,33
	4,25
	4,33

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Cortadora 19**

No. De Cortadora	Total (Min)
19	4,05
	4,80
	5,15
	5,38
	6,57

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Cortadora 21**

No. De Cortadora	Total (Min)
21	3,50
	4,97
	5,43
	5,63
	17,08

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Cortadora 22**

No. De Cortadora	Total (Min)
22	4,03
	4,12
	4,13
	8,50
	10,10

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Cortadora 23**

No. Cortadora	De	Total (Min)
23		2,53
		3,82
		3,90
		3,93
		4,68

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Cortadora 26**

No. Cortadora	De	Total (Min)
26		4,22
		5,48
		5,58
		6,52
		12,47

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Cortadora 27**

No. Cortadora	De	Total (Min)
27		2,18
		2,90
		3,37
		3,87
		4,97

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Cortadora 29**

No. Cortadora	De	Total (Min)
29		2,35
		3,15
		4,90
		5,72
		6,05

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Cortadora 30**

No. Cortadora	De	Total (Min)
30		3,33
		3,62
		3,72
		4,30
		5,97

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Cortadora 31**

No. Cortadora	De	Total (Min)
31		6,60
		8,60
		9,03
		10,75
		14,70

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Cortadora 32**

No. Cortadora	De	Total (Min)
32		3,63
		4,80
		5,60
		5,90
		8,72

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Cortadora 33**

No. Cortadora	De	Total (Min)
33		3,08
		3,83
		4,27
		4,50
		8,55

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Cortadora 34**

No. Cortadora	De	Total (Min)
34		7,23
		7,57
		7,80
		8,58
		11,97

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Cortadora 37**

No. Cortadora	De	Total (Min)
37		2,52
		3,37
		4,95
		6,08
		13,03

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Cortadora 44**

No. Cortadora	De	Total (Min)
44		4,97
		5,50
		6,25
		6,30
		9,02

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Cortadora 47**

No. Cortadora	De	Total (Min)
47		2,15
		3,10
		5,20
		7,57
		12,58

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Cortadora 48**

No. Cortadora	De (Min)	Total
48		9,93
		10,03
		10,20
		10,68
		14,07

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Cortadora 49**

No. Cortadora	De (Min)	Total
49		5,72
		6,40
		6,65
		7,25
		7,57

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Cortadora 51**

No. Cortadora	De (Min)	Total
51		4,57
		4,72
		5,77
		5,95
		5,97

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Cortadora 52**

No. Cortadora	De (Min)	Total
52		2,55
		4,60
		5,60
		6,05
		14,43

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Cortadora 53**

No. Cortadora	De (Min)	Total
53		2,85
		3,05
		3,65
		4,82
		9,30

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Cortadora 54**

No. Cortadora	De (Min)	Total
54		3,40
		3,73
		6,33
		6,42
		7,35

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Cortadora 55**

No. Cortadora	De	Total (Min)
55		2,12
		3,08
		3,40
		4,43
		5,27

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Cortadora 56**

No. Cortadora	De	Total (Min)
56		2,63
		4,88
		6,57
		8,05
		11,62

Fuente: elaboración propia.

2.1.4.4. **Análisis de los datos**

Partiendo de las tomas tiempo realizadas, se deberá de realizar el cálculo del tiempo normal para la actividad del cambio de bobina que deberá de incluir el análisis de un trabajador normal en condiciones adecuadas para realizar la actividad.

Definiendo qué es un operador normal, las condiciones adecuadas, las herramientas que él necesita y las condiciones ambientales idóneas para la realización de la actividad.

Tabla XXXI. **Tabla de calificación de la actuación**

HABILIDAD		ESFUERZO		DESCRIPCION
Habilísimo	0,15	Excesivo	0,15	Habilidad. Es la eficiencia para seguir un método dado no sujeto a variación por voluntad del operador.
Excelente	0,10	Excelente	0,10	
Bueno	0,05	Bueno	0,05	
Medio	0,00	Medio	0,00	Esfuerzo. Es la voluntad de trabajar, controlable por el operador dentro de los límites impuestos por la habilidad
Regular	0,05	Regular	0,05	
Malo	0,10	Malo	0,10	Condiciones. Son aquellas condiciones (luz, ventilación, calor) que afectan únicamente al operario y no aquellas que afecten la operación
Torpe	0,15	Torpe	0,15	
CONDICIONES		CONSISTENCIA		
Buena	0,05	Buena	0,05	Consistencia. Son los valores de tiempo que realiza el operador que se repiten en forma constante o inconstante
Media	0,00	Media	0,00	
Mala	0,05	Mala	0,05	

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Estudio del trabajo. p. 210.

Se parte del punto que la habilidad es la mejor manera de realizar una actividad, a partir de un método establecido, es decir, la mejor manera de realizar una actividad y el esfuerzo es el interés que demuestre un trabajador en realizar su trabajo de una manera eficaz y eficiente. Otros factores a tomar en cuenta son las condiciones y la consistencia, siendo la primera las que afectan al trabajador de manera directa y excluyen a la operación y la

consistencia es el grado de correlación entre los tiempos tomados respecto a la media aritmética.

Para el cálculo del tiempo normal de la operación se debe multiplicar el tiempo promedio obtenido de la toma de lecturas previa de la actividad, en este caso el cambio de bobinas, por los factores de habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

$$Tn = \text{Tiempo Cronometrado} * \text{Factor de calificación}$$

Debido a que la toma de los tiempos cronometrados se realizó a diversos trabajadores, se tomará el criterio para los factores de calificación será un factor promedio de las condiciones observadas.

Tabla XXXII. **Cálculo del factor de calificación**

habilidad	Excelente	0,10	+
esfuerzo	Bueno	0,05	+
condiciones	Promedio	,00	0
consistencia	Media	,00	0
	Total	15	+

Fuente: elaboración propia.

Por lo que el factor de calificación es de 1,15 y nuestro tiempo normal queda de la siguiente manera:

$$Tn = 5,92 * 1,15$$

$$Tn = 6,8$$

Para determinar el tiempo que se le concederá al cambio de una bobina para cualquier tipo de selladora se debe establecer el tiempo estándar:

$$Te = Tn * (1 + \text{porciento concesiones})$$

Tabla XXXIII. Factores de calificación

		Hombres
1. Suplementos constantes		
suplementos por necesidades personales		5%
suplementos base por fatiga		4%
2. Suplementos variables		
a	suplementos por trabajar de pie	2%
b	suplemento por postura anormal	0%
c	uso de la fuerza o de la energía muscular	3%
d	mala iluminación	0%
e	condiciones atmosféricas	0%
f	concentración intensa	0%
g	ruido	0%
h	tensión mental	0%
i	monotonía	0%
j	tedio	0%

Fuente: Roberto García Criollo. Estudio del trabajo. p. 228.

$$Te = 6,8 * (1 + 14 \text{ porciento})$$

$$Te = 7.82 \text{ min}$$

2.1.4.5. Descripción de las actividades realizadas por el operador más hábil y por el menos hábil

La actividad del cambio de bobinas para cualquier cortadora está resumido en 17 actividades, ver tabla XXXIV.

Tabla XXXIV. Comparación de actividades

Número de actividad	Descripción (Mas hábil)	Descripción (Menos hábil)
1. Operador detiene la máquina, ya que la bobina está por terminarse.	Operador pendiente del consumo de la bobina mientras realiza el embalaje respectivo de los empaques salientes, al observar que la bobina está por terminarse detiene la cortadora y evita que se pierda el ajuste y calibración del producto.	Poca atención al consumo de la bobina, por lo que al terminarse por completo la bobina se pierde la calibración del lienzo y se tendrá que realizar de nuevo el proceso de calibración y ajuste.
2. Corta el resto de lienzo que aún queda en el <i>core</i> .	Corta con una cuchilla el resto del lienzo que queda en el <i>core</i> , esto genera un desperdicio del lienzo, sin embargo este desperdicio es menor al desperdicio generado por el proceso de calibración y ajuste, adicional el tiempo empleado en la calibración y ajuste es mayor.	Debido a que en el paso anterior se terminó completamente la bobina este paso no se realiza.
3. Libera la barra.	Quita los seguros que fijan la barra en la cortadora.	Quita los seguros que fijan la barra en la cortadora.
4. Baja la Barra.	Baja la barra que contiene el <i>core</i> de la bobina que se terminó, puede ser manual o automático, depende del tipo de cortadora.	Baja la barra que contiene el <i>core</i> de la bobina anterior, este paso puede ser manual o automático.
5. Liberación de tope que detiene la bobina y la fija en la barra.	Liberación tornillos de tope que detienen el <i>core</i> en la barra, para la nueva bobina.	Búsqueda de las herramientas para aflojar tornillos, liberación de tornillos.

Continuación de la tabla XXXIV.

6. Quita la barra del core de la bobina que recién se ha terminado.	Quita la barra.	Quita la barra.
7. Prepara la siguiente bobina.	Preparación de la bobina que empezará a utilizarse, colocación de la misma cerca de la cortadora, con la orientación adecuada para darle continuidad a la película de la bobina anterior que quedó calibrada y ajustada.	Colocación de la nueva bobina cerca de la cortadora, deberá de realizarse nuevamente el proceso de calibración y ajuste.
8. Inserta la barra en la nueva bobina.	Se inserta la barra en la nueva bobina.	Se inserta la barra en la nueva bobina.
9. Fija el tope.	Fija nuevamente el tope y asegura los tornillos del mismo.	Fija el tope y asegura tornillos.
10. Levanta la barra.	Levanta la barra de manera automática o manual.	Levanta la barra de manera automática o manual.
11. Fija la barra.	Asegura la barra que contiene el <i>core</i> a la cortadora.	Asegura la barra que contiene el <i>core</i> a la cortadora.
12. Realiza la “pega” (pegar el lienzo de la nueva bobina, en el lienzo restante de la bobina anterior para no tener que volver a enhebrar el lienzo en la cortadora).	Realiza la unión de la película de la nueva bobina con la anterior, esto ayuda de manera ya que al tenerse una guía y que la misma se encuentre ya ajustada al lente, temperatura, velocidad, encontrándose enhebrada en los rodillos de la cortadora no se necesita realizar todo el proceso y representa un ahorro del tiempo.	Debido a que el lienzo de la bobina se pierde al no estar pendientes del consumo de la bobina este paso no se realiza. Debe realizarse de nuevo el proceso de calibración y ajuste.

Continuación de la tabla XXXIV.

13. Ajustar cabezales, ponchadoras, temperatura y demás ajustes mecánicos.	Chequeo general que no consume demasiado tiempo, revisión general de ajustes mecánicos.	Debe de realizarse todo el proceso desde el enhebrado de la película a través de los rodillos de la cortadora, ajuste de cabezales, lentes, ponchadoras, temperatura, etc. Proceso prolongado.
14. Alinear el lienzo por última vez, antes de encender la cortadora nuevamente	Revisión de la película a través de los rodillos y aseguramiento de la inexistencia de arrugas en el mismo.	Revisión de la película ya enhebrada y de su apariencia a través de los rodillos antes de encender la cortadora nuevamente.
15. Encender la cortadora	Se enciende la cortadora.	Se enciende la cortadora.
16. Ajustes finales	Ajustes finales con la película ya corriendo.	Ajustes finales con la película ya corriendo.
17. Primer empaque en buen estado	Primer empaque en buen estado.	Primer empaque en buen estado.

Fuente: elaboración propia.

3. DISEÑO DE CONTROLES OPERACIONALES PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA Y MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE SELLADO Y CORTE PARA EMPAQUES FLEXIBLES

3.1. Descripción

El diseño de controles operacionales, tales como la estandarización de los cambios de bobinas tanto en actividades como en el tiempo utilizado para el cambio , determinación de lo que significan los paros programados de producción, establecimiento de horarios determinados para los trabajadores, estandarización de velocidades para cada cortadora y selladora, determinación de la fórmula de eficiencia a utilizar, cálculo de la eficiencia y que al estandarizar estos factores se refleje en una mejora de la productividad.

La fórmula de eficiencia a utilizar es la siguiente:

$$E = \text{disponibilidad} \times \text{rendimiento} \times \text{calidad}$$

Donde:

E = eficiencia global de la producción, la formula engloba los aspectos más importantes tanto para el producto como para la administración, es decir que considera el factor de la calidad del producto, mide la relación de las unidades producidas menos el rechazo, dentro de la cantidad de unidades producidas más el desperdicio y esto da como resultado el porcentaje de unidades que fueron producidas satisfactoriamente, así como un factor tan importante como lo

es el rendimiento que se refiere al porcentaje de unidades producidas respecto de la cantidad teórica que puede producirse y la disponibilidad que es el porcentaje del tiempo total que la cortadora utiliza exclusivamente para el proceso productivo. Los 3 factores (disponibilidad, rendimiento y calidad) se calcularán de la siguiente manera:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Tiempo de operación programada}}$$

Donde:

Tiempo de operación = tiempo de operación programado – tiempo de paradas no programado

Tiempo de operación programado = tiempo disponible – paradas programadas

Por lo que la disponibilidad puede expresarse:

Disponibilidad

$$= \frac{\text{Tiempo de operación programado} - \text{Tiempo de paradas programadas}}{\text{Tiempo disponible} - \text{Paradas no programadas}}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Velocidad} \times \text{tiempo de operación}}$$

Donde:

Velocidad = velocidad estándar de cada cortadora

Tiempo de operación = tiempo de operación programado – tiempo de paradas no programado

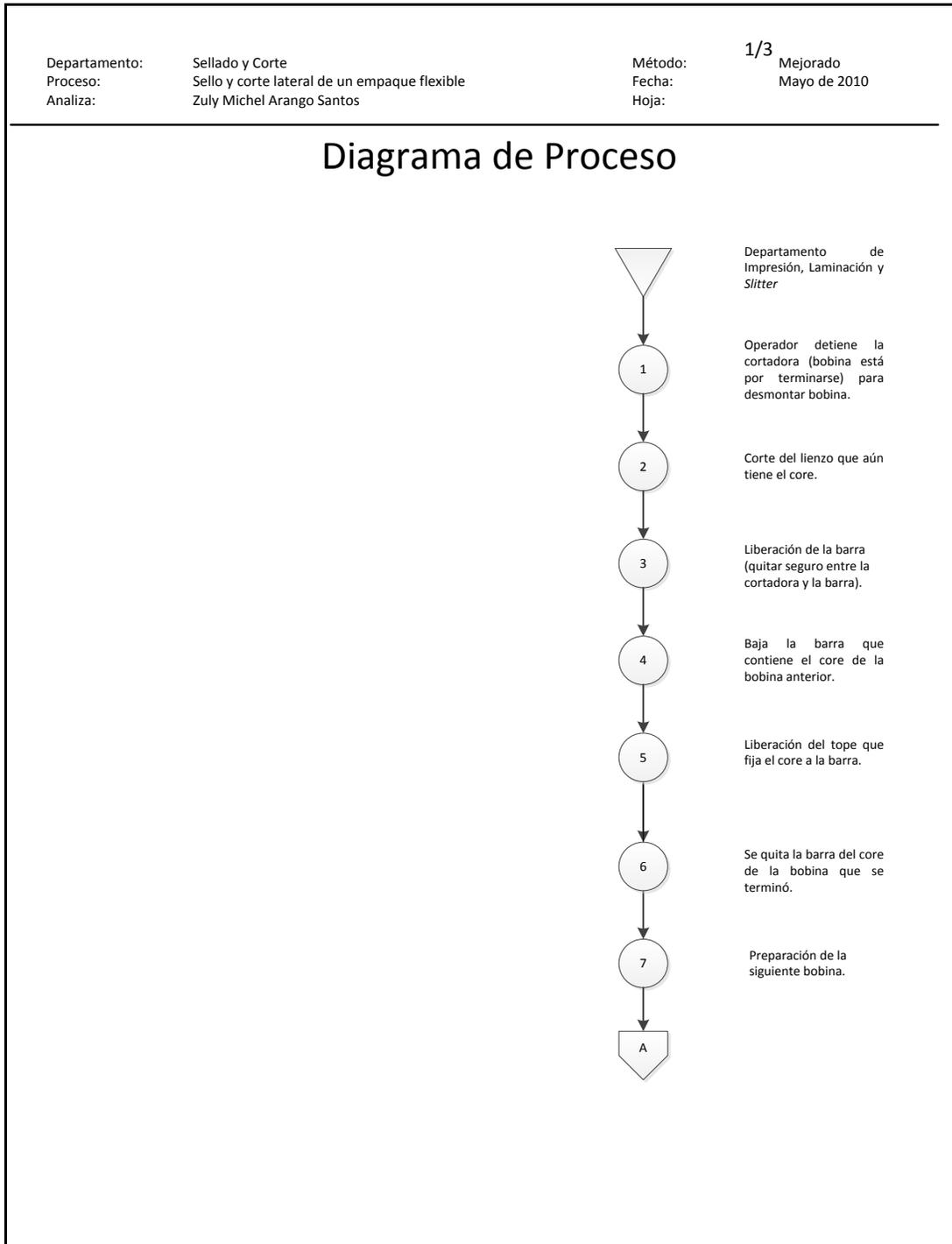
Para finalizar la calidad se calcula mediante la fórmula:

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Cantidad producida} - \text{rechazo}}{\text{Cantidad producida} + \text{desperdicio}}$$

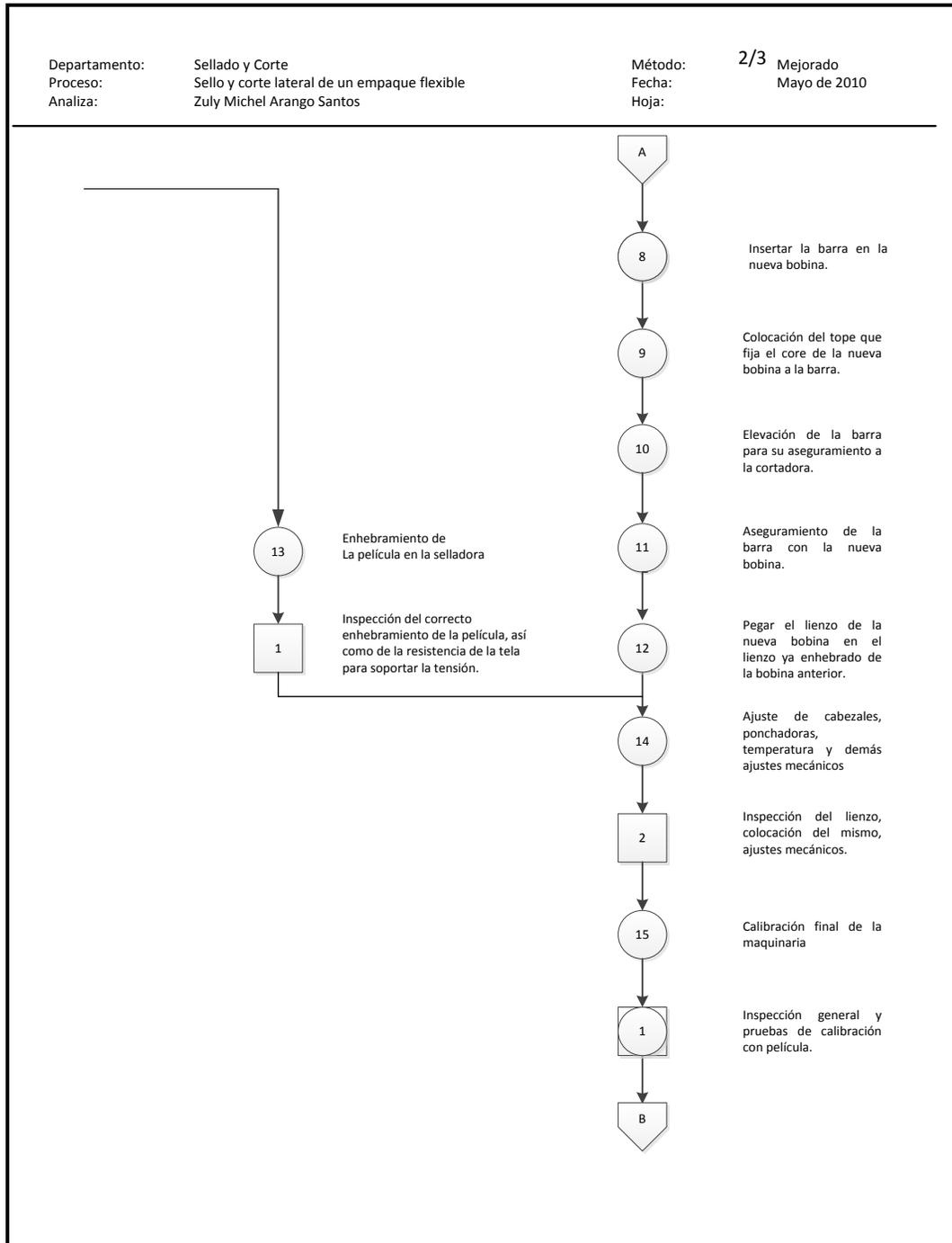
3.2. Diagrama de proceso mejorado

El diagrama de proceso mejorado muestra la mejora del proceso con la propuesta se puede observar los puntos en donde se genera el cambio de manera gráfica.

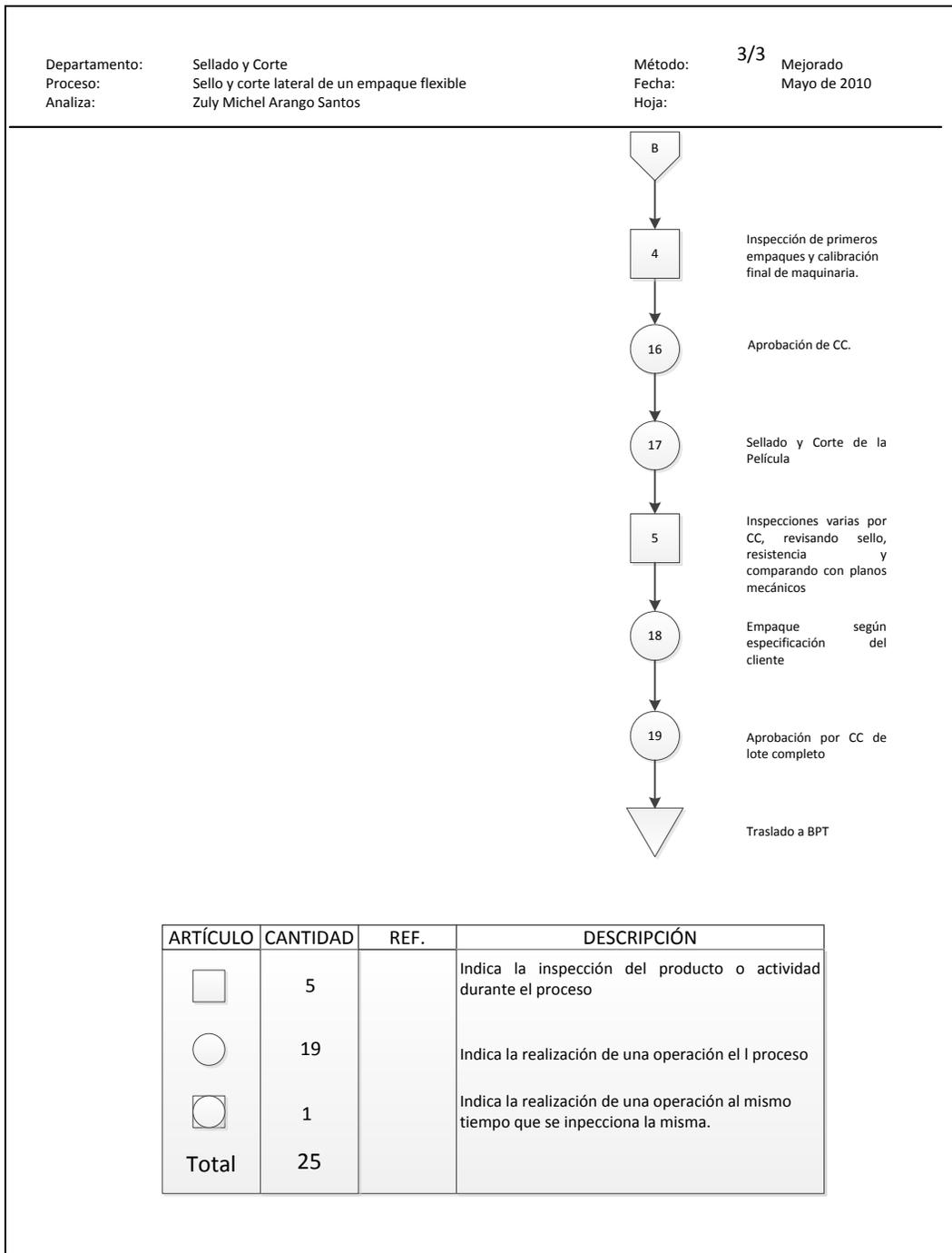
Figura 27. Diagrama de proceso mejorado



Continuación de la figura 27.



Continuación de la figura 27.



Fuente: elaboración propia.

3.3. Eficiencia del área de sellado y corte

La fórmula a utilizar para el cálculo de la eficiencia del Departamento de Sellado y Corte es:

$$E = \text{disponibilidad} \times \text{rendimiento} \times \text{calidad}$$

El primer factor a trabajar es la disponibilidad por lo que se iniciará con la determinación del factor, forma de medición y estandarización de los elementos involucrados.

3.3.1. Disponibilidad

En este rubro se considera el porcentaje del tiempo total disponible de la cortadora que se utiliza exclusivamente en el proceso de sellado y corte. La fórmula para calcular la disponibilidad es la siguiente:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Tiempo de operación programado}}$$

Donde:

Tiempo de operación = tiempo de operación programado – tiempo de paradas no programado

Tiempo de operación programado = tiempo disponible – paradas programadas

Y la fórmula se convierte en:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de operación programado} - \text{tiempo de paradas programadas}}{\text{Tiempo disponible} - \text{paradas no programadas}}$$

Por lo que para iniciar se debe determinar cuáles actividades son parte de los paros programados o paradas programadas y de los paros no programados.

3.3.1.1. Paros programados

Un paro programado se define como todo aquel paro (de la cortadora) que debe hacerse obligatoriamente, que ya se tiene estandarizada su duración y contemplado en la programación de la producción.

Dentro del sistema utilizado para el control de los datos de producción, ingreso de producción, manejo de bases de datos, etc. (*Toriflex*) se tienen clasificados los paros dentro de 42 razones. De estas 47 razones se definen 5 como paros programados siendo estas razones:

- General - Alimentación
- General - Cambio de bobina
- General - Cuadre medidas
- General - Mantenimiento
- General – Prueba

Actualmente al numeral 3 (cambio de bobinas) se le aplica el factor de una hora diaria no importando la cortadora, ni la cantidad de bobinas producidas en un turno de 12 horas, por lo que como refleja el estudio de tiempos realizado en

el capítulo 2, se propone un tiempo de 7,82 minutos y este tiempo se multiplique por la cantidad de bobinas que se hayan utilizado en el turno.

3.3.1.2. Paros no programados

Los paros no programados están definidos como todo aquel paro que la cortadora realice, que no esté planificado y que afecte directamente la producción, de las 47 razones, 42 se definen como paros no programados siendo estas:

Tabla XXXV. Paros no programados

1.	Corte - Desperdicio x troquel
2.	Corte - Problema con troquel
3.	Empaque - Material malo corte
4.	Empaque - Rollo quemado
5.	Extrusión - Cambio de color
6.	Extrusión - Cliente Ancho
7.	Extrusión - Cliente Calibre
8.	Extrusión - Cliente Tensión
9.	Extrusión - Contaminación
10.	Extrusión - Interno Ancho
11.	General - Sobrante
12.	General - Ancho de película
13.	General - Autorización calidad
14.	General - Bobina mala
15.	General - Bobina tensionada
16.	General - Calibre incorrecto
17.	General - Calibre variado
18.	General - Cambio de color
19.	General - Contaminación
20.	General - Core colapsado
21.	General - Cuadre de cuchillas
22.	General - Cuadre de medidas
23.	General - Cuadre de pedido
24.	General - Descuadre de máquina

Continuación de la tabla XXXV.

25.	General - Des laminación
26.	General - Empaque de bobinas
27.	General - Falla eléctrica
28.	General - Falla mecánica
29.	General - Mala apariencia
30.	General - Manchas
31.	General - Material malo extrusión
32.	General - Material malo impresión
33.	General - Material malo laminación
34.	General - Muestra
35.	General - Prueba
36.	General - Refill
37.	General - Reventones
38.	General - Sobrante
39.	General - Variación de Medida
40.	General - Vena
41.	Impresión - Ajuste registro
42.	Slitter - Refill Ventas

Fuente: elaboración propia.

El tiempo disponible es la totalidad del tiempo del cual se dispone en una jornada laboral, como se desea trabajar con eficiencias diarias, la disponibilidad es de 24 horas.

Se realizará el ejemplo con la cortadora número 34, sin embargo se establecen los mismos parámetros para todas las cortadoras, es decir que los criterios establecidos son válidos para todas las cortadoras y selladoras.

Tabla XXXVI. Cortadora 34

Turno	Tiempo				Kilos producidos	Unidades producidas	Desperdicios (Kg)
	Cuadre de medida	Cambios de bobina	Alimentación	Producción (minutos)			
Nocturno	180	0	120	420	152	13 150	20
Diurno	60	60	60	540	96	8 000	15
TOTAL	240	60	180	960	248	21 150	35

Fuente: elaboración propia.

Tiempo de operación disponible = 24 horas x 60 minutos = 1 440 minutos

Tiempo de paradas programadas = 240 + 60 + 180 = 480 minutos

Tiempo de operación = 1440 – 480 = 960 minutos

Paradas no programadas = 0

Tiempo de operación programado = 960 – 0 = 960 minutos

$$\text{Disponibilidad} = \frac{960 \text{ minutos}}{960 \text{ minutos}} = 1$$

La disponibilidad de factor 1 equivale al 100 por ciento.

3.3.2. Rendimiento

Se refiere al porcentaje de empaques flexibles producidos respecto de la cantidad teórica que puede producirse, la manera de calcular el rendimiento es:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Velocidad x tiempo de operación}}$$

La cantidad de unidades producidas es un dato que se puede obtener del antes mencionado Toriflex, siendo este el sistema utilizado por la empresa para el manejo de la información. El tiempo de operación, como ya se mencionó, se obtiene de la siguiente manera:

Tiempo de operación = tiempo de operación programado – tiempo de paradas no programado

Y el tiempo de operación programado se obtiene:

Tiempo de operación programado = tiempo disponible – paradas programadas

3.3.2.1. Velocidades teóricas

Las velocidades teóricas para cada una de las cortadoras no estaban determinadas, ya que no se puede tomar como velocidad teórica la máxima velocidad de la cortadora según sus especificaciones técnicas. Esta velocidad para el departamento de sellado y corte varía según 3 factores importantes: el calibre del empaque que se está trabajando, el largo y el tipo de material.

Debido a estos factores es que se propone la determinación de la velocidad teórica como la velocidad más frecuente utilizada por la cortadora y selladora. Este criterio se basa en el hecho que cada cortadora está asignada a un tipo de sello y determinado material, es decir, que generalmente trabaja a la misma velocidad.

Por ejemplo la cortadora 54, mencionada con anterioridad, es una cortadora que realiza sellos tipo gabacha, estos empaques siempre son de polietileno de alta densidad y poseen el mismo largo así como el mismo calibre.

Entonces puede concluirse que basados en datos históricos estudiados en un período de dos meses, la velocidad óptima y más utilizada por la cortadora es de 140 GPM (golpes por minuto), velocidad óptima con los ajustes mecánicos adecuados, como lo es la temperatura de los cabezales ya que si se aumenta la velocidad de la cortadora no sellaría bien el empaque quedando espacios sin sellar y si se aumenta la temperatura para poder utilizar una velocidad superior a 140 GPM el sello se quema y corta el empaque.

Este proceso que al sellar corta el empaque es el utilizado en los empaques de sello lateral, pero en empaques tipo gabacha solamente debe sellar y luego en otro paso del proceso se corta la forma del empaque. Es por estas razones que se utilizarán como velocidades teóricas las velocidades óptimas por cada una de las cortadoras, el formato de estudio empleado es el que se muestra en la siguiente tabla. Por lo que las velocidades teóricas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla XXXVII. **Velocidades teóricas**

Cortadora	Velocidad
1	140
10	50
12	150
14	-
16	90
18	60
19	150
21	110
22	70
23	70
25	-

Continuación de la tabla XXXVII.

26	120
27	100
28	-
29	150
30	70
31	140
32	110
33	60
34	35
35	-
36	-
37	95
44	110
47	60
48	110
49	110
51	-
52	110
53	160
54	140
55	50
56	160

Fuente: elaboración propia.

Las velocidades de las cortadoras 14, 25, 28, 35, 36 y 51 no pudieron ser objeto de estudio ya que se encuentran en mal estado. Por esa razón su velocidad teórica no pudo ser determinada. Para ejemplificar el cálculo del rendimiento, se continuará ejemplificando para la cortadora 34:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Velocidad x tiempo de operación}}$$

Unidades producidas: 21 150 empaques

Velocidad teórica: 35 GPM

Tiempo de operación = 1440 – 480 = 960 minutos

$$\text{rendimiento} = \frac{21\ 150 \text{ empaques}}{35 \frac{\text{empaques}}{\text{minuto}} \times 960 \text{ minutos}} = \frac{21\ 150}{33\ 600} = 0,6294$$

Este factor indica qué porcentaje de la totalidad del tiempo productivo. Está utilizando la cortadora 34 de una manera adecuada, que es equivalente al 62,94 por ciento

3.3.3. Calidad

Finalmente la calidad mide la relación de las unidades producidas menos el rechazo, dentro de la cantidad de unidades producidas más el desperdicio y esto da como resultado el porcentaje de unidades que fueron producidas de manera adecuada, la fórmula para calcularla es:

$$\text{calidad} = \frac{\text{Cantidad Producida} - \text{Rechazo}}{\text{Cantidad Producida} + \text{Desperdicio}}$$

Donde:

Cantidad producida: cantidad reportada en kilogramos.

Rechazo: cantidad en kilogramos rechazada por control de calidad.

Desperdicio: cantidad en kilogramos de desperdicio generado por el mismo proceso de sellado, como por ejemplo los empaques que se producen mientras dura el proceso de calibración y ajuste.

El cálculo del factor calidad para la cortadora 54 queda de la siguiente manera:

$$\text{calidad} = \frac{248 \text{ kilos} - 0 \text{ kilos}}{248 \text{ kilos} + 35 \text{ kilos}} = 0,8763$$

Este factor de 0,8589 significa que el 85,89 por ciento de la totalidad del producto es de una calidad aceptable y puede ser trasladado a la bodega de producto terminado.

Por lo que el cálculo de la eficiencia, habiendo obtenido los 3 factores de rendimiento, calidad y disponibilidad es:

$$E = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

$$E = 1 \times 0,6294 \times 0,8763 = 0,5516$$

Equivalente a una eficiencia del 55,16 por ciento. Debido a que el valor que se obtiene en una multiplicación de factores es afectado por cualquiera de ellos, es decir, si alguno de ellos, ya sea la disponibilidad, el rendimiento o la calidad, presenta un valor muy bajo, afecta directamente el resultado, sin tomar en cuenta si los factores restantes presentan puntuaciones muy buenas, es por esto que se propone una eficiencia ponderada dándole un peso del 20 por ciento a la disponibilidad, un 30 por ciento al rendimiento y un 50 por ciento a la calidad del producto, quedando la fórmula de eficiencia de la siguiente manera:

$$E = [20\% \times \text{Disponibilidad}] + [30\% \times \text{Rendimiento}] + [50\% \times \text{Calidad}]$$

Y el cálculo para la cortadora 34 quedaría:

$$E = [20\% \times 1] + [30\% \times 0,6294] + [50\% \times 0,8763] = 82,70\%$$

Que es un dato mucho más significativo y representa un dato confiable para la toma de decisiones.

3.4. Desarrollo de controles operacionales

Dentro de los controles operacionales orientados a la mejora de productividad a través de un aumento en la eficiencia, se puede mencionar la regulación del tiempo utilizado para los cambios de bobinas mediante el estudio de tiempos. Así mismo la determinación de la fórmula de eficiencia a utilizar así como de los elementos que ésta involucra, tales como los paros programados y no programados, la velocidad teórica de las selladoras y cortadoras así como la definición de los horarios para el personal (horario de almuerzo, de refacciones de entrada y salida).

3.4.1. Cambios de bobina

En la actualidad estos tiempos son prolongados debido a diversos factores tales como:

- Falta de herramientas para cada uno de los operarios y/o máquinas
 - Rollos de Tape
 - Cuchillas
- Falta de material, listo en el área de trabajo
- Falta de espacio (desorden)
 - Producto terminado cercano al área de trabajo

Debido a estas situaciones se propone la reducción de estos tiempos y la implementación de éstos en la fórmula de eficiencia, ya que en la actualidad se le asigna una hora diaria por turno a cada operario con la justificación única y

exclusivamente de cambio de bobinas. Ese tiempo muchas veces no es utilizado para esta actividad o como podría suceder en situaciones contrarias que debido a problemas con la calidad de la materia prima, por ejemplo, se realicen más cambios de bobinas de los esperados y se utilizaría para ello más de una hora en un turno. Esta es la razón principal por la cual se debe:

- Estandarizar el tiempo destinado al cambio de bobina. El estudio de tiempos para esta actividad se detalla en el capítulo 2 y se concluye que el tiempo estándar para la actividad sea de 7,82 minutos.
- Se lleve el recuento de la cantidad de bobinas que los operarios realicen por turno. El número de bobinas cambiadas multiplicarlo por el tiempo estándar y ser esta cantidad de tiempo la que se reporte en el sistema *Toriflex*, y así obtener datos más cercanos a la realidad que pueden variar día con día y no desviar el cálculo de la eficiencia con la asignación de una hora diaria (método utilizado actual).

Esta mejora es de beneficio tanto para los trabajadores (al no verse afectadas sus eficiencias por situaciones que se encuentran fuera de su alcance), como para la administración puesto que se tiene un mejor control de las actividades de los trabajadores y el tiempo que están invirtiendo en cada actividad.

3.4.1.1. Determinación de las actividades del cambio de bobina

La manera correcta de realizar los cambios de bobina se define en 17 pasos. Éstos deberán ser realizados por los trabajadores en cualquier cambio,

ya que no influye el peso o tamaño de la bobina, siendo la mejor manera de realizar el proceso:

- El operador debe detener la máquina, cuando la bobina esté por terminarse
- Cortar el resto de lienzo que aún quede en el core
- Liberar la barra
- Bajar la barra
- Liberar los topes que detienen la bobina y la fijan la barra
- Quitar la barra del core de la bobina
- Preparar la siguiente bobina
- Insertar la barra en la nueva bobina
- Fijar el tope
- Levantar la barra
- Fijar la barra
- Realizar la “pega” (pegar el lienzo de la nueva bobina, en el lienzo restante de la bobina anterior para no tener que volver a enhebrar el lienzo en la cortadora)
- Ajustar cabezales, ponchadoras, temperatura y demás ajustes mecánicos
- Alinear el lienzo por última vez, antes de encender la cortadora nuevamente
- Encender la cortadora
- Ajustar propiedades finales
- Verificar el primer empaque de la nueva bobina

3.4.2. Definición de horarios

Debido a la naturaleza de los horarios de producción el departamento de sellado y corte debe de trabajar en 2 turnos de 12 horas cada turno:

Turno diurno	Turno Nocturno
6:00 – 18:00 horas	18:00 - 6:00 horas

Y en cada turno se tiene derecho a una hora de descanso, se realizan en total 44 horas ordinarias semanales y el resto de horas son horas extraordinarias.

3.5. Análisis de la mejora de la productividad

Para ejemplificar uno de los beneficios que con la propuesta se pueden obtener, se realizará un breve análisis financiero utilizando el elemento de la regulación del cambio de bobina:

Tabla XXXVIII. **Cortadora 44 G**

No. De Cambio	7 cambios/turno*
Velocidad	110 GPM**
Tiempo máx. cambio	13,30 minutos
Tiempo min cambio	2,35 minutos

Fuente: elaboración propia.

* Número de cambios aproximados en un turno de 12 horas

**Velocidad teórica

El tiempo máximo cronometrado durante el estudio de tiempos para la cortadora número 44 fue de 13.3 minutos, el tiempo estándar que se propone después de realizado el estudio es de 7,82 minutos, por lo que se puede presentar un tiempo de mejora de:

$$\begin{aligned}
\text{Tiempo de Mejora} &= \text{tiempo máximo-tiempo estandar} \\
&= 13,30 \text{ minutos}-7,82 \text{ minutos} \\
&= 5,48 \text{ minutos}
\end{aligned}$$

Por lo tanto la mejora total en un turno de 12 horas seria de:

$$\begin{aligned}
\text{Mejora del Total} / \text{turno} &= \text{tiempo de mejora} * \frac{\text{No. cambios}}{\text{turno}} \\
&= 5,48 \left\{ \text{min} * \frac{\text{turno}}{\text{cambio}} \right\} * 7 \frac{\text{cambio}}{\text{turno}} \\
&= 38,4 \text{ minutos}
\end{aligned}$$

Lo que visto desde el punto de vista productivo se convierte en:

$$\begin{aligned}
\text{Productividad adicional} &= \text{Mejora total} / \text{turno} * \text{velocidad máquina} * 3 \text{ pistas} \\
&= 34,8 \text{ min} * 110 \frac{\text{golpes}}{\text{minuto}} * 3 = 12,659 \text{ golpes} \approx 12,659 \text{ millares de empaques}
\end{aligned}$$

Que puede representar un pedido adicional o bien el ahorro en el pago de tiempo extra para la producción de 12,659 millares de empaques. Si se toma en cuenta la producción adicional es una mejora en la productividad ya que se mantienen los recursos y se aumenta la producción. Como ejemplo la tabla XXXVIII el tiempo de cambio sería de: 13,3 minutos por 7 cambios por turno promedio, da como resultado

$$\begin{aligned}
\text{Tiempo de cambio} &= \text{tiempo de cambio} * \frac{\text{No. cambios}}{\text{turno}} \\
&= 13,3 \left\{ \text{min} * \frac{\text{turno}}{\text{cambio}} \right\} * 7 \frac{\text{cambio}}{\text{turno}} = 93,1 \text{ minutos}
\end{aligned}$$

En un turno de 12 horas, para un operario y restando el tiempo de cambio de bobina únicamente ya que el resto de factores como tiempo en alimentación permanecen constantes, tenemos una producción de:

$$\begin{aligned} \text{producción actual} &= (12 \text{ horas} * 60 \text{ min/h}) - (93,1 \text{ min}) * \text{velocidad máquina} * 3 \text{ pistas} \\ &= 626,9 \text{ min} * 110 \frac{\text{golpes}}{\text{minuto}} * 3 = 206\,877 \text{ golpes} \approx 206\,877 \text{ empaques} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Productividad actual} &= \text{producción} / \text{insumos} \\ &= 206\,877 / 1 \text{ persona} * 12 \text{ horas} = 17\,239,75 \text{ unidades/hora hombre} \end{aligned}$$

Ahora tomando el tiempo estándar

$$\begin{aligned} \text{Tiempo de cambio} &= \text{tiempo de cambio} * \frac{\text{No. cambios}}{\text{turno}} \\ &= 7,82 \left\{ \text{min} * \frac{\text{turno}}{\text{cambio}} \right\} * 7 \frac{\text{cambio}}{\text{turno}} = 54,74 \text{ minutos} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{producción mejorada} &= (12 \text{ horas} * 60 \text{ min/h}) - (54,74 \text{ min}) * \text{velocidad máquina} * 3 \text{ pistas} \\ &= 665,26 \text{ min} * 110 \frac{\text{golpes}}{\text{minuto}} * 3 = 219\,535,8 \text{ golpes} \approx 219\,535 \text{ empaques} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Productividad mejorada} &= \text{producción} / \text{insumos} \\ &= 219\,535 / 1 \text{ persona} * 12 \text{ horas} = 18\,294,6 \text{ unidades/hora hombre} \end{aligned}$$

3.5.1. Modelos de cálculo de eficiencia

Se muestran dos modelos para el cálculo eficiencia: 1. Por máquina, cuando la eficiencia es medida durante las 24 horas no importando el operador o los cambios de personal y 2. Por operador, cuando se toma en cuenta lo producido por el operador en el tiempo laborado.

3.5.1.1. Modelo de eficiencia mensual por máquina

A continuación se presenta un ejemplo del cálculo de la eficiencia mensual por máquina, tomando en cuenta los tres factores más importantes: disponibilidad, desempeño y calidad y realizando un comparativo entre los valores obtenidos con la fórmula de eficiencia y la fórmula de eficiencia ponderada.

Tabla XXXIX. Datos para el cálculo de eficiencia mensual por máquina

Fecha	Febrero 2010
Cortadora	C-54

Fuente: elaboración propia.

Tabla XL. Cálculo de eficiencias mensuales por máquina

Fecha	Disponibilidad			Desempeño		Calidad			Cálculos			Eficiencia Ponderada	
	TO disponible (hrs)	TP programadas (hrs)	TP NoProgramadas (hrs)	Unidades producidas	velocidad GPM	Kilos producidos	Kilos desperdicio	Kilos Rechazo	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad		
4-Feb-10	24	9.5	5	88,000	140	292	8	0	0.655	1.103	0.973	70%	95%
5-Feb-10	24	5	6	82,500	140	182	69	0	0.684	0.755	0.621	32%	67%
6-Feb-10	12	2	5	12,500	140	52	27	0	0.500	0.298	0.481	7%	43%
8-Feb-10	12	2	2.5	30,000	140	123	15	0	0.750	0.476	0.878	31%	73%
9-Feb-10	24	7.25	7.5	59,000	140	164	31	0	0.552	0.759	0.811	34%	74%
10-Feb-10	24	5.5	5	83,000	140	153	46	0	0.730	0.732	0.699	37%	72%
11-Feb-10	12	2.5	2	28,370	140	79	9	0	0.789	0.450	0.886	32%	74%
12-Feb-10	24	6	8	69,500	140	181	30	0	0.556	0.827	0.834	38%	78%
13-Feb-10	24	11.5	5	60,000	140	189	34	0	0.600	0.952	0.820	47%	82%
14-Feb-10	12	3	3	54,000	140	166	6	0	0.667	1.071	0.964	69%	94%
15-Feb-10	36	7	10.83	186,000	140	662	29	0	0.627	1.219	0.956	73%	97%
16-Feb-10	24	6	5	85,800	140	432	31	0	0.722	0.786	0.928	53%	84%
17-Feb-10	24	5.5	3.5	127,000	140	429	18	0	0.811	1.008	0.958	78%	94%
18-Feb-10	24	7	2.5	104,100	140	299	28	0	0.853	0.855	0.906	66%	88%
19-Feb-10	24	5.5	3.5	101,000	140	266	29	0	0.811	0.802	0.891	58%	85%
20-Feb-10	24	5.5	6	104,800	140	304	14	0	0.676	0.998	0.954	64%	91%
21-Feb-10	24	4.5	0.5	148,000	140	383	13	0	0.974	0.827	0.966	87%	96%
22-Feb-10	24	5	4.5	120,000	140	266	22	0	0.763	0.885	0.917	69%	91%
23-Feb-10	24	5.5	11.5	72,000	140	91	2	0	0.378	1.224	0.978	45%	93%
24-Feb-10	24	6	1	75,000	140	219	20	0	0.944	0.525	0.909	45%	80%
25-Feb-10	24	5.5	3	118,500	140	211	17	0	0.838	0.910	0.919	70%	90%
26-Feb-10	24	6	3	47,500	140	434	27	0	0.833	0.377	0.938	29%	75%
27-Feb-10	24	7	3	85,430	140	411	20	0	0.824	0.726	0.951	57%	86%
28-Feb-10	24	4	4.5	147,000	140	700	20	0	0.775	1.129	0.971	85%	98%
TOTAL FEBRER											53%	83%	

Fuente: elaboración propia.

3.5.1.2. Modelo de eficiencia mensual por operador

Se presenta el modelo de eficiencia aplicado mensualmente a los operadores y no a las máquinas como en el inciso anterior, de igual forma presenta los valores para la eficiencia y los valores para la eficiencia ponderada.

Tabla XLI. **Datos para el cálculo de la eficiencia mensual por operador**

Fecha:	Enero, Febrero, Marzo	
Máquina:	C-54	
Velocidad Teórica:	140 GPM	
Operadores:	Código	Nombre
	62	Ramos, Domingo
	255	López, Rigoberto
	520	Gonzales, José
	720	García, Víctor

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. **Cálculo de eficiencias mensuales por operador**

Mes	Máquina	Operador	TIEMPOS			PRODUCCIÓN		DESPERDICIO		EGP			Eficiencia	Eficiencia Ponderada
			T. Disponible	T. prog	T. no prog	Kgs	Miles	Rechazo	Desperdicio	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad		
1	C-54	762	12180	3,330	1,230	4724	928440	0	247	86%	87%	95%	71%	91%
1	C-54	1255	3870	825	450	1099	357290	0	128	85%	98%	90%	75%	91%
1	C-54	1520	11520	2,490	1,590	3628	788437	0	217	82%	76%	94%	59%	86%
1	C-54	1720	4320	1260	900	821	248196	0	99	71%	82%	89%	52%	83%
2	C-54	762	7860	1,830	1140	2163	697730	0	283	81%	102%	88%	73%	91%
2	C-54	1255	720	180	120	101	52000	0	36	78%	88%	74%	51%	79%
2	C-54	1520	8700	2280	1740	1898	456300	0	286	73%	70%	87%	44%	79%
2	C-54	1720	2580	1020	390	556	204000	0	48	75%	125%	92%	86%	98%
3	C-54	762	7980	2730	1620	4598	738154	0	326	69%	145%	93%	94%	104%
3	C-54	1255	4290	990	190	2392	240427	0	124	94%	55%	95%	49%	83%
3	C-54	1520	8910	2430	2280	4325	923801	0	411	65%	157%	91%	93%	106%
3	C-54	1720	3300	930	840	966	109523	0	142	65%	51%	87%	29%	72%

Fuente: elaboración propia.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO

Una de las principales razones que motivó este estudio fue el interés del personal administrativo en mejorar el funcionamiento del departamento de sellado y corte, desde la medición de la situación actual, determinación de puntos críticos y de mejora, determinación del sistema a utilizar y la posterior puesta en marcha del proyecto.

4.1. Metodología sistémica de cambio

Dentro de la metodología que se debe tomar en cuenta para una implementación exitosa del proyecto se necesita que todas las partes involucradas presenten una participación activa en la supervisión del mismo. Se debe saber aprovechar lo que se tiene para lograr el objetivo del aumento de la productividad a través del aumento de la eficiencia, ahora que ya se disponen de las herramientas necesarias saber utilizarlas y mejorarlas en determinado momento.

4.1.1. Recursos Humanos

Como ya se mencionó se necesita del involucramiento de todas las partes interesadas en la ejecución de la propuesta. Se necesita de la participación del jefe del Departamento de Sellado y Corte, de ambos supervisores (uno del turno diurno y el otro del turno nocturno), una persona del Departamento de Control de Calidad, dos personas operadoras de las cortadoras (uno del turno diurno y uno del turno nocturno). Este grupo de trabajadores debe conocer a profundidad la propuesta, cómo ponerla en marcha, cómo funciona, qué

objetivo es el que persigue y los resultados que se esperan. Se sugiere que desde la primera reunión se determinen los indicadores de supervisión:

Tabla XLIII. **Indicadores de supervisión**

Indicadores de aportaciones	Describen lo que está sucediendo con el proyecto, principales problemas observados y como mejorarlos.
Indicadores de rendimiento	Describen la actividad del proyecto por ejemplo, la cantidad de cortadoras a las que se les está calculando la eficiencia
Indicadores de resultados	Describen como están reaccionando las partes involucradas a los métodos, actividades y procesos del proyecto
Indicadores de impacto	Por ejemplo en cuanto se han incrementado los índices de eficiencia y/o de productividad

Fuente: elaboración propia.

4.1.2. Insumos materiales

Los insumos materiales a utilizar son variables, desde papelería necesaria para la publicación de la propuesta a la junta directiva de la empresa, recursos tecnológicos para la misma, utilización de instalaciones adecuadas para dichas presentaciones, hasta los recursos necesarios para la elaboración de los procedimientos y presentación del proyecto a los trabajadores.

4.1.3. Costos

Se espera obtener es el incremento de la eficiencia de la situación actual ponderada, por ejemplo para la cortadora 54 que en el mes de febrero obtuvo una eficiencia del 83 por ciento se incremente en un 7 por ciento , siendo la meta del 90 por ciento de eficiencia.

Tabla XLIV. **Costos por cortadora**

Cortadora	Mano de obra (Quetzales)	Costos Directos de Fabricación (Quetzales)	Costos indirectos de fabricación (Quetzales)	Costos Fijos (Quetzales)	Total Costos (Quetzales)
CORT-01 SOFLEX	21,59	13,97	16,56	20,37	72,49
CORT-05 LUNG MENG	21,59	3,66	11,76	14,46	51,48
CORT-07 LUNG MENG/UNIVERSAL	22,00	3,66	11,95	14,70	52,32
CORT-10 RO-AN POLY EAGLE	22,58	12,43	16,31	20,05	71,36
CORT-11 LUNG MENG	21,80	4,38	12,19	14,99	53,36
CORT-12 HUDSON SHARP MS-750	23,40	40,00	29,53	36,31	129,23
CORT-14 LUNG MENG	21,59	6,16	12,93	15,89	56,57
CORT-15 FMC 106 FBS	21,95	9,17	14,49	17,82	63,43
CORT-16 LUNG MENG	22,11	36,15	27,14	33,37	118,77
CORT-18 SOFLEX	21,59	16,17	17,59	21,62	76,97
CORT-19 FMC 1400	22,81	35,70	27,25	33,51	119,27
CORT-21 FMC 1400	22,02	40,26	29,01	35,67	126,96
CORT-22 T-ROLL COEMTER	21,59	10,69	15,04	18,49	65,81
CORT-23 SOFLEX INDEMO	21,88	15,52	17,42	21,42	76,24
CORT-25 AMETRALLADORA FRANKLIN	22,40	15,84	17,81	21,89	77,93
CORT-26 HUDSON SHARP MS-1000	21,59	18,84	18,83	23,15	82,40
CORT-27 COEMTER	21,59	8,09	13,82	16,99	60,49
CORT-28 AMETRALLADORA P/CINTAS	32,39	2,37	16,19	19,90	70,85
CORT-29 QUEENS MITASA	21,59	53,61	35,03	43,07	153,30
CORT-30 GAPA 1100	21,97	32,25	25,25	31,05	110,51
CORT-31 COEMTER T-ROLL	23,33	52,20	35,18	43,25	153,96
CORT-32 LUNG MENG	21,59	14,36	16,74	20,59	73,28
CORT-33 GAPA 1100	21,59	38,67	28,07	34,51	122,83
CORT-34 ZENNER	21,59	57,33	36,76	45,19	160,86
CORT-35 HEMINGSTONE	22,03	55,16	35,95	44,20	157,34
TOTAL CORTE	22,33	35,82	17,24	29,46	104,85

Fuente: Departamento de contabilidad, Polytec.

Por lo que se tiene un costo promedio por hora – máquina en el departamento de sellado y corte de Q. 102.85, si se multiplica el costo de la hora máquina por la eficiencia se obtiene el costo que se está aprovechando. Si se desea observar la cantidad monetaria perdida por hora máquina, se puede calcular de la siguiente manera:

$$\text{Costo perdido} = \text{Costo total promedio} * (1 - \text{por ciento eficiencia})$$

$$\text{Costo perdido} = 104,85 * (1 - 0,83)$$

$$\text{Costo perdido} = 26,75$$

Este costo es el costo promedio perdido de 26,75 quetzales por hora máquina, lo que en un turno de 12 horas se puede observar una pérdida de Q. 320,97 en un día de trabajo serán Q.641,95 esto solamente para una cortadora, tomando en cuenta las 33 cortadoras que posee el departamento se traduce en Q.21 184,33 de pérdida diaria. Por lo que se ve claramente que los costos en los que se pueda incurrir la puesta en marcha de esta propuesta son recuperables en un día de trabajo.

4.2. Publicación de la propuesta

El primer paso antes de realizar la publicación de la propuesta es la presentación ante la junta directiva de la empresa, posterior a ella, a las modificaciones pertinentes y a la aprobación de la misma puede pasarse al siguiente paso, la publicación y anuncio del método ante el personal del departamento de sellado y corte principalmente a los trabajadores que se verán afectados de manera directa con la implementación de los controles para el cálculo de la eficiencia.

4.2.1. Propuesta de publicación

Debe de iniciarse con la planeación de las actividades que se realizarán para dar a conocer el nuevo método de medición de eficiencias, el personal encargado y responsable de esta planeación. Como ya se mencionó, es un equipo liderado por el jefe del departamento de sellado y corte y que incluye a 5 personas adicionales, siendo ellas: dos supervisores del área de sellado y corte (uno del turno diurno y el otro del turno nocturno), una persona del departamento de control de calidad, dos personas operadoras de las cortadoras (uno del turno diurno y uno del turno nocturno).

Este equipo debe planear las actividades y como solucionar los principales problemas que se puedan presentar tales como la resistencia al cambio por parte de algunos trabajadores, compromiso del personal involucrado, importante la libre comunicación ya que es el punto de partida para una adecuada retroalimentación, planificación de reuniones informativas con avances del proyecto y de los puntos en los cuales pueden mejorar, capacitación necesaria para el buen entendimiento del proyecto, etc.

4.3. Enlaces para la mejora de la productividad

La activa y constante comunicación con los departamentos de producción, extrusión, impresión, laminación y *slitter* es de vital importancia para el buen funcionamiento del proyecto planteado, el departamento de sellado y corte es el departamento final del proceso productivo de empaques flexibles, siendo el primero el departamento de extrusión, el segundo departamento es el de impresión, laminación y *slitter*, sin embargo el departamento de sellado y corte recibe material de trabajo de ambos departamentos (extrusión e impresión laminación y *slitter*). Esto sucede debido que algunos empaques no llevan

impresión, no son laminados y pueden separarse en las pistas necesarias directamente en el departamento de sellado y corte, esto sin tener que pasar por *slitter*.

4.3.1. Área de extrusión

Siendo este el primer departamento por el cual debe pasar la materia prima para poder convertirse en una materia que el departamento de impresión, laminación y *slitter*, o el departamento de sellado y corte pueda trabajar, puede llegar a pensarse que la interacción entre los departamentos de extrusión y sellado y corte es mínima. En realidad la interacción no es tan pequeña debido a que diversos empaques no necesitan de ninguna conversión del departamento de impresión, laminación y *slitter* y las bobinas pasan directamente al departamento de sellado y corte.

Cualquier tipo de falla que se detecte en el departamento de sellado y corte, originada en el departamento de extrusión (tal como bobina tensionada) debe reportarse inmediatamente al supervisor o jefe de sellado y corte para una instantánea retroalimentación y que se puedan solucionar con la mayor brevedad los inconvenientes, no afectando así las eficiencias de los trabajadores y el plan de producción.

4.3.2. Área de impresión, laminación y *slitter*

Este departamento es el proveedor interno del departamento de sellado y corte. Los productos que llegan a sellado y corte provenientes de impresión, laminación y *slitter* son productos mucho más elaborados, con un costo mayor y que deben de trabajarse con mucho cuidado. La comunicación debe ser bidireccional entre los departamentos para la ubicación de producto que pase

entre departamentos, solución de problemas de impresión y que puedan ser solucionados o si en caso no pudieran ser solucionados para ese lote, brindarle la retroalimentación necesaria a impresión, laminación y *slitter* para que no sea un problema recurrente.

5. SEGUIMIENTO Y MEJORA DEL SISTEMA PROPUESTO

El seguimiento y la retroalimentación del proyecto es un aspecto esencial del éxito del mismo, en esta etapa se permite determinar el progreso y los avances que el proyecto ha tenido, permite evaluar los puntos críticos anteriores o puntos críticos nuevos, practicar un mejor análisis y tomar las acciones correctivas necesarias.

5.1. Seguimiento

En el seguimiento se aconseja prestarle mayor atención a los puntos críticos ya detectados, siendo estos la determinación de las velocidades teóricas utilizadas, la verificación de la fórmula de eficiencia así como de la ponderación otorgada y la verificación de los controles operacionales que repercuten de manera directa en el cálculo de las eficiencias.

5.1.1. Verificación de las velocidades teóricas utilizadas

Es importante el constante monitoreo de la velocidades teóricas utilizadas para los cálculos de las eficiencias, ya que es conveniente recordar que estas velocidades no son las velocidades máximas según las especificaciones teóricas de cada cortadora y selladora. Por ello deben revisarse los criterios utilizados cada seis meses, por ejemplo si se cambia el uso frecuente de una cortadora y selladora a otro tipo de sello y que esta maneje materiales diferentes a los acostumbrados, no puede utilizarse la velocidad teórica establecida en este estudio, ya que como se mencionó son velocidades basadas en datos históricos con determinado patrón.

5.1.2. Verificación del cálculo de las eficiencias

Este control debe realizarse al igual que la verificación de las velocidades cada seis meses y debe contemplar la manera en que se están calculando las eficiencias de cada operador, las nuevas necesidades de los trabajadores a los cuales se les ha estado midiendo la eficiencia diaria. Este control debe ser un instrumento de apoyo para mejorar la productividad y efectividad de los trabajadores en la realización de las actividades reguladas así como herramienta de retroalimentación para los mismos trabajadores, para que continúen aumentando la comprensión de los factores que los afectan en el ámbito laboral e inclusive en su vida personal.

Debe continuar la evaluación de la ponderación de cada uno de los factores y si en algún momento es necesario modificación de los mismos. La fórmula de eficiencia con los factores actuales es:

$$E=[20 \%*Disponibilidad]+[30 \%*Rendimiento]+[50 \%*Calidad]$$

5.1.3. Verificación de los controles operacionales

Analizar el comportamiento de los cambios de bobinas y considerar que si alguno de los 17 pasos en los que se estandarizó el proceso ha sido modificado o automatizado, el tiempo del cambio puede ser mayor. En el mejor de los casos, que se haya logrado reducir el tiempo (se estableció como el tiempo de cambio de bobina estándar es de 7,82 minutos), deberá de practicarse un nuevo estudio partiendo del practicado en este proyecto.

Es necesario que cada cuatro meses aproximadamente se verifique los criterios utilizados para la definición de lo que se considera como paros

programados y paros no programados. Si se logra tomar en cuenta dentro de la planificación de la producción los paros no programados y, mediante un esfuerzo en conjunto con los otros departamentos logra disminuirse la cantidad de tiempo de paros no programados, de esta manera se podrá tener un mayor control sobre las eficiencias y sobre las actividades reguladas.

5.2. Retroalimentación

La retroalimentación es un elemento de mucha importancia para la mejora del mismo, muchas veces el primer planteamiento o la primera propuesta no es la ideal debido a que se pasaron por alto algunos factores o porque surgieron nuevas premisas.

5.2.1. Personal

Las reuniones con el personal tanto administrativo como operativo pueden determinar el éxito o fracaso del presente proyecto, el personal operativo debe tener clara la necesidad de este indicador (medición de la eficiencia) de los factores que les afectan y de cómo pueden mejorarlo. Para el personal administrativo se recomienda un especial esfuerzo en el programa de capacitación del personal cuando se le presente la propuesta.

5.2.1.1. Administrativo

Las reuniones con el personal administrativo deberán realizarse una vez al mes para obtener ideas y que a su vez estas reuniones sean informativas de los avances que ha tenido el proyecto. El personal encargado de la realización de estas reuniones es el equipo definido con anterioridad liderado por el jefe del Departamento de Sellado y Corte.

5.2.1.2. Operativo

Estas reuniones de retroalimentación deberán de realizarse cada 15 días con ambos turnos de trabajo, diurno y nocturno. El equipo encargado del seguimiento del proyecto deberá ser el responsable de la preparación del material a presentar, así como de la interpretación de la ideas de los trabajadores operarios. Se debe tomar en cuenta y tratar de resolver los problemas que presenten.

5.2.2. Evaluación del proyecto

La evaluación del proyecto deberá ser realizada por todos los involucrados a los 6 meses de publicada la propuesta y deben seguir en la búsqueda de nuevos métodos para la constante mejora de los departamentos de producción. Para la evaluación del proyecto pueden utilizarse 5 herramientas como lo son las reuniones, las revisiones, los reportes y finalmente el cumplimiento del objetivo principal.

5.2.3. Posibles modificaciones

Como se ha mencionado, este primer proyecto que tiene como objetivo la mejora de la productividad del departamento de sellado y corte es tan solo el primer paso para una mejora continua y permanente. Se debe buscar la cultura de mejora continua para asegurar la sostenibilidad de los productos y servicios en el mercado. Por lo que las modificaciones que puedan surgir de este trabajo se espera sean de beneficio y como punto de partida para nuevos proyectos.

6. EVALUACIÓN AMBIENTAL INICIAL (EIA)

El objetivo principal de la realización de la evaluación ambiental inicial (EIA) es determinar si por la naturaleza de las actividades productivas que realizan es necesaria una evaluación de impacto ambiental. Para iniciar con la EIA el primer paso es llenar el formulario de evaluación ambiental inicial proporcionado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de la república de Guatemala (MARN). A continuación se brindará información acerca de la empresa y de sus labores, de utilidad para la realización del formulario de evaluación ambiental inicial.

El EIA es un instrumento de planificación y gestión medio ambiental cuyo objetivo es la prevención de daños al medio ambiente.

6.1. Información general

Es el papel de la evaluación del impacto ambiental y de la evaluación de los riesgos mayores, hacer resaltar el potencial de estos accidentes, anticipando la peor serie de eventos que podrían provocarse, y preparar planes de manejo y monitoreo a fin de reducir al mínimo los riesgos.

6.1.1. Riesgos

El manejo adecuado de los empaques (material altamente inflamable) y el lugar de almacenamiento del desperdicio, es de vital importancia. Ya que el material más utilizado en el departamento de sellado y corte es el polietileno, este puede representar un peligro de incendio bajo las condiciones normales de

trabajo, ya que el proceso de sellado y corte se hace mediante cabezales o moldes conectados a la red eléctrica y que manejan temperaturas elevadas aproximadamente de 500 grados centígrados.

Adicional se pueden mencionar los riesgos de las instalaciones industriales, siendo estos:

- Riesgos eléctricos, por mal uso de las herramientas o bien el mal mantenimiento de cabezales y moldes que trabajan a base de electricidad.
- Riesgos estructurales como pueden ser las superficies resbalosas, pisos inestables, poco espacio y desorden, así como el inadecuado manejo de bobinas.
- Riesgos mecánicos como pueden ser el atascamiento de alguna parte del cuerpo en rodillos o cabezales. Se debe evitar el uso de cadenas, gafetes y cualquier elemento colgante del cuerpo ya que este puede ocasionar serios accidentes
- La constante exposición al ruido puede ocasionar fatiga y daños físicos en el oído, por lo que todas las personas del departamento deben utilizar tapones en los oídos para mitigar estos daños.

6.1.2. Etapa de construcción

En este apartado debe de incluirse los planos de construcción, debido a que no se realizó en ningún momento es la razón por la cual debe de empezarse desde cero. Las actividades a realizar por la empresa son actividades productivas relativas a la fabricación de empaques flexibles

principalmente productos que involucran el uso de materias primas como el polietileno, poliestireno, polipropileno, tinta para impresión y solventes. Las principales máquinas que se utilizan son las extrusoras, impresoras, laminadoras, *slitters*, selladoras, cortadoras, montacargas, transpallets.

Según el método de localización industrial de la municipalidad de Guatemala la empresa se encuentra en el grupo 399: industrias manufactureras no clasificadas en otra parte, subgrupo 3991: Fabricación de artículos de concha, carey, hueso y coral; collares, y piedras de fantasía. Piezas de material plástico para máquinas y otros artículos de materiales plástico moldeados o extruidos.

Tabla XLV. **Consolidado de riesgos**

Categoría	Estrato ocupacional. No. de Trabajadores	Peso Kg. Materiales, Equipo, Producto	Ruido y Vibraciones Decibeles	Humo unidades Ringelman	Olor	Polvo y suciedad por m ³	Gases nocivos. Partes por millón.	Incendio y Explosión	Desechos líquidos	Desechos sólidos	Transporte	Tránsito vehículo por hora	Integración arquitectónico urbana	Efectos
I	1 – 4	500	0	0	Sin olor	0	0	Sin riesgo	Inocuos	Inocuo.	Vial Pick-up	5	A	Neutro
II	5 – 9	1000	15	0	Sin olor	0	0	Sin riesgo	Inocuos	Orgánicos	Vial Pick-up	5	A	Neutro
III	10 –19	2000	20	1	Leve no molesto	0.23	0	Riesgo poco probable	Inocuos	Minerales no metálicos	Vial camión liviano.	10	A	Neutro
IV	20 -99	4000	35	1	No molesto	0.46	Concentración No tóxico	Riesgo controlable	Requiere Tratamiento o especial	Minerales metálicos	Vial camión pesado ferroviario	15	B	Lig. Negativo
V	+ 100	+ 4000	60	2	Molesto	0.69	Concentración tóxico	Riesgo controlable	Requiere Tratamiento o especial	Activos químicos radioactivos.	Vial camión pesado ferroviario	20	C	Negativo
VI	+ 100	+ 4000	80	+ 2	Muy molesto	+ 0.69	Concentración tóxico de 20 o 150 m. o más	Riesgo no controlable.	Requiere Tratamiento o especial		Vial camión pesado ferroviario	20	C	Negativo

Fuente: elaboración propia.

6.1.3. Etapa de operación

Dentro de las actividades que se realizan esta la transformación de materias primas en empaques flexibles. En el proceso de sellado y corte se

entregan las bobinas de polietileno, principalmente, y las mismas son preparadas para su transformación en empaques flexibles individuales. Los que son sellados, cortados y pre-cortados a base de calor y moldes. La materia prima del departamento son bobinas provenientes de los departamentos de extrusión, impresión, laminación y *slitter*. Se trabaja a base de calor. Los insumos necesarios son la energía eléctrica de vital importancia, así como el teflón utilizado en los cabezales de las selladoras y cortadoras, moldes, ponchadoras, utensilios de los trabajadores como tape, cuchillas, barras metálicas.

El horario de trabajo es de 24 horas, dividido en dos turnos de 12 horas cada uno, en el horario de 6 horas a 18 horas el diurno y de 18:00 horas a 6 horas el nocturno.

6.1.4. Etapa de cierre o abandono

La etapa de cierre o abandono de las instalaciones no representan mayor problema debido a que no es afectado el suelo o el ambiente con residuos de sustancias o contaminación continua.

6.1.5. Área de construcción destinada a la actividad

Como se mencionó con anterioridad por estar en la clasificación F, según el método establecido por la municipalidad de Guatemala, este código establece: En edificios aislados. Entendiéndose como tales aquellos que no tengan ni puedan tener ningún otro edificio a una distancia de 500 metros de cualquier punto de la instalación así calificada. Punto en el que se cumple el reglamento a cabalidad.

6.1.6. Tipo de actividad desarrollada en colindancias

En las colindancias de la empresa se encuentra una empresa dedicada a la fabricación de blocks en el lado norte, en el sur se encuentran localizadas bodegas de almacenamiento. En el este se encuentra ubicada una empresa dedicada al alquiler y renta de transporte pesado y al oeste se encuentran diversas empresas dedicadas a la fabricación de ropa.

6.1.7. Uso y consumo de agua

El uso y consumo del agua en el proceso productivo es casi nulo; se utiliza para el lavado de placas de impresión. Directamente con el proceso no está relacionada, pues el consumo de agua es el generado por duchas y elementos de higiene de los trabajadores, siendo ellos 312 en su totalidad.

6.2. Impactos ambientales que pueden ser generados por la actividad

A continuación un breve análisis de los impactos que puede generar el proceso, este tipo de proceso no genera mucha contaminación ambiental, sin embargo es un punto que no debe quedar fuera.

Tabla XLVI. Impacto ambiental generado por el proceso

No.	Aspecto Ambiental	impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)	No aplica	
		Ruido	X	Departamento de corte
		Vibraciones	No aplica	
		Olores	X	Departamento de impresión, laminación y <i>slitter</i>
2	Agua	Abastecimiento de agua	X	
		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	X	Consumo en baños y duchas únicamente
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	No aplica	
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	No aplica	
		Agua de lluvia	No aplica	
3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	X	Outsourcing
		Desechos Peligrosos (con una o más de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	X	Departamento de Impresión, manejo de solventes y reciclado del mismo outsourcing
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)	No aplica	
		Modificación del relieve o topografía del área	No aplica	
4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	No aplica	
		Fauna (animales)	No aplica	
		Ecosistema	No aplica	
5	Visual	Modificación del paisaje	No aplica	
6	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos	X	Generación de empleo

Fuente: elaboración propia.

6.3. Demanda y consumo de energía

Energía suministrada por un sistema privado. Básicamente la fábrica se maneja por la utilización de la energía eléctrica, donde el consumo de diesel, bunker u otro combustible es casi nulo. Especialmente es en el departamento de sellado y corte donde las cortadoras y selladoras funcionan a base de calor. Encontrar medidas para la reducción del consumo de la misma es difícil por los horarios de trabajo de la empresa.

6.4. Efectos y riesgos derivados de la actividad

La actividad no representa riesgo para la salud de los pobladores cercanos al sitio donde se encuentra la empresa, ya que las viviendas de los mismos se encuentran a una distancia razonable.

En la salud de los trabajadores la actividad puede representar los riesgos antes mencionados, pero las buenas prácticas de manufactura son ejecutadas con éxito ya que todos los trabajadores, según sea el área donde trabajen, cuentan con el equipo de protección personal necesario (tapones para oídos, mascarillas, guantes de protección contra el calor, gabachas, etc.)

CONCLUSIONES

1. Una de las principales causas de tiempo muerto durante el proceso de sellado y corte son los cambios de bobinas, esto como consecuencia del poco o nulo control en la manera en cómo se realiza esta actividad, por lo que se definió el proceso de cambio de bobinas en 17 pasos ideales para todo trabajador del área.
2. El tiempo otorgado al cambio de bobinas, después de realizado el estudio de tiempos, debe ser de 7 minutos y 49 segundos. Debe llevarse el control de la cantidad de cambios de bobina realizados durante el turno de 12 horas y la multiplicación de estos factores deberá ser la cantidad de tiempo reportada en el sistema de control Toriflex.
3. La fórmula de eficiencia a utilizar considera los tres factores más importantes, siendo estos: la disponibilidad que considera el porcentaje del tiempo total disponible de la cortadora que se utiliza exclusivamente en el proceso de sellado y corte; el rendimiento se refiere al porcentaje de empaques flexibles producidos respecto de la cantidad teórica que puede producirse; y finalmente la calidad que mide la relación de las unidades producidas menos el rechazo, dentro de la cantidad de unidades producidas más el desperdicio y esto da como resultado el porcentaje de unidades que fueron producidas de manera correcta.

4. Se propone una eficiencia ponderada ya que el resultado obtenido de la multiplicación de factores no es representativo. Un dato con valor bajo reduce de manera significativa y afecta de manera directa la eficiencia del trabajador y puede suceder que la situación se escape del alcance del operador.
5. La fórmula de eficiencia final es:
$$E=[20 \%*\text{Disponibilidad}]+[30 \%*\text{Rendimiento}]+[50 \%*\text{Calidad}].$$
6. Un paro programado es toda aquella interrupción que debe hacer la cortadora, pero su duración ya está definida, estandarizada y contemplada en el plan de producción.
7. Paros no programados son las interrupciones que las cortadoras y selladoras realizan y afectan directamente a la eficiencia y a la producción. De las 47 razones que el sistema Toriflex maneja para la clasificación de los paros, 42 se determinaron como parte del rubro de paros no programados y 5 de ellos como paros programados.
8. Fueron definidas las velocidades teóricas para cada cortadora y selladora, según su uso y óptimo desempeño.
9. El seguimiento y mejora continua de la propuesta es de gran importancia, así como la retroalimentación por parte del personal.

RECOMENDACIONES

1. Monitoreo constante de las velocidades teóricas propuestas ya que están basadas en datos históricos y si en algún momento se decide la utilización de una cortadora de una manera diferente a la acostumbrada, como puede ser un cambio de sello, la velocidad teórica pierde su validez y podría repercutir en una eficiencia irreal.
2. Realizar una adecuada presentación de la propuesta para que todo el personal logre observar la importancia y la necesidad de la medición de eficiencias y de los beneficios que pueden haber con una mejora de la misma.
3. Verificación de la ejecución de los controles operacionales, tales como los cambios de bobinas.
4. Revisión constante de las velocidades teóricas y posibles modificaciones para una eficiencia cada vez más acertada.
5. Brindarle a todos los trabajadores las herramientas necesarias, como lo son rollos de tape y cuchillas para reducir al máximo el tiempo muerto generado por la falta de estos instrumentos.
6. Realización de reuniones informativas y de retroalimentación con las personas ejecutoras del proyecto y con el personal administrativo, en donde se presenten los avances del proyecto, los puntos de mejora y recomendaciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. ECO, Humberto. *Cómo se hace una tesis: técnicas y procedimientos de estudio, investigación y escritura*. Lucia Baranda (trad.). Alberto Clavería Ibáñez (trad.). México Gedisa, 1977. 267 p.
2. FLORES MOTA, María Gabriela. *Aplicación del sistema kaizen en la industria de empaques flexibles*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, 166 p.
3. GÁLVEZ HERNÁNDEZ, Henry. *Digitalización de un proceso de manufactura en una fábrica de plástico*. Trabajo de graduación de Ing. Eléctrica. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, 127 p.
4. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. Jose Pantoja Magaña (rev.). 2a ed. México: McGraw-Hill, 2005. 459 p.
5. HICKS, Philip E. *Ingeniería Industrial y Administración*. José Manuel Salazar Palacios (trad.). 2a ed. México: CECSA, 1999. 479 p. ISBN 9682612160.
6. KOONTZ, Harold; WEIHRICH, Heinz. *Administración: una perspectiva global*. Julio Coro Pando (trad.). 10a ed. México: McGraw-Hill, 1994. 745 p.

7. NIEBEL, Benjamín W. *Ingeniería industrial: métodos, tiempos y movimientos*. María Dolores García (trad.). 9a ed. México: Alfaomega, 1996. 880 p.
8. PALLADINO, Enrique; PALLADINO, Leandro E. *Administración organizacional: calidad, capacitación, evaluación*. Buenos Aires Espacio, 1998. 156 p. Didáctica. ISBN 9508020733.
9. ROCA GIRÓN, Iván Ernesto. *Estudio de las propiedades y aplicaciones Industriales del polietileno de alta densidad (PEAD)*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005. 95 p.
10. TUCUBAL PÉREZ , Mario Alberto . *Implementación de un proceso de calidad en la impresión de empaques flexibles en la industria flexográfica*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004. 146 p.

ANEXOS

Anexo 1. Hoja técnica Cynpol HM6003

Vinmar International, Ltd.
Technical Data Sheet

Cynpol HM6003

Cynpol HM6003 is a high molecular weight, high density polyethylene grade. This product is designed for sheet extrusion, thermoforming, blow molding and is recommended for use in applications requiring excellent strength. . Meets the requirements of FDA regulation 177.1520.

Properties Test Method Unit Result

Melt Index, ASTM D-1238 g/10 min 10

21.6 kg at 190 °C

Density ASTM D-792 g/cc 0.950

Tensile Strength, Yield, MD ASTM D-882 MPa 26

Elongation, Break, MD ASTM D-882 por ciento 800

Flexural Modules, MD ASTM D-882 MPa 1200

The technical information is based on injection molded specimens and data information herein

refers to typical values. Since conditions of product use is outside our control, we make no

warranties and assume no liability in connection with any use of this information.

10/03 gmh

Anexo 2. Formato de evaluación ambiental inicial

Formato del EAI

MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
 REPUBLICA DE GUATEMALA.
 EVALUACION AMBIENTAL INICIAL
 (Formato propiedad del MARN)



Instrucciones	Para uso interno del MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario Ventanilla Única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial (EAI), colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: yunica@marn.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido MARN</p>
<p>I. INFORMACION LEGAL</p>	
<p>I.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad:</p>	

Handwritten signature

Continuación del anexo 2.

1.2. Información legal:			
A) Nombre del Proponente o Representante Legal:			

B) De la empresa:			
Razón social:			

Nombre Comercial:			

No. De Escritura Constitutiva: _____			
Fecha _____ de _____ constitución:			

Patente de Sociedad	Registro No. _____	Folio No. _____	Libro No. _____

Patente de Comercio	Registro No. _____	Folio No. _____	Libro No. _____

No. De Finca _____ Folio No. _____ Libro No. _____			
_____ de _____			
_____ Donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.			
Número de Identificación Tributaria (NIT):			

I.3 Teléfono _____ Fax _____ Correo electrónico: _____

Continuación del anexo 2.

I.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto:
Especificar Coordenadas UTM o Geográficas

Coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator Datum WGS84)	Coordenadas Geográficas Datum WGS84

I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)

I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo

II. INFORMACION GENERAL

Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes:

Etapas de:

II.1 Etapa de	Operación	Abandono
Construcción** - Actividades realizar - Insumos necesarios - Maquinaria - Otros de relevancia a de	- Actividades o procesos - Materia prima e insumos - Maquinaria - Productos y subproductos (bienes o servicios) - Horario de trabajo - Otros de relevancia	- acciones a tomar en caso de cierre
** Adjuntar planos		

II.3 Área

- a) Área total de terreno en m2. _____
- b) Área de ocupación del proyecto en m2: _____



Continuación del anexo 2.

II.4 Actividades colindantes al proyecto:		
NORTE _____ SUR _____		
ESTE _____ OESTE _____		
Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):		
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO
II.5 Dirección del viento:		
II.7 Datos laborales		
a) Jornada de trabajo: Diurna () Nocturna () Mixta () Horas Extras		

b) Número de empleados por jornada _____ Total empleados		

c) otros datos laborales, especifique		

Continuación del anexo 2.

II.8 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...							
	tipo	si/no	cantidad/ (mes, día, hora)	proveedor	uso	especificaciones u observaciones	al
agua	servicio público						
	pozo						
	agua superficial						
	otro						
combustibles*	gasolina						
	diesel						
	bunker						
	glp						
	Otro						
lubricantes	Solubles						
	no solubles						
refrigerantes							
OTROS							

*NOTA: Si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización de combustibles, adjuntar copia

III. TRANSPORTE

III.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:

- a) Número _____ de _____ vehículos
- b) Tipo _____ de vehículo _____
- c) sitio _____ para estacionamiento _____ y área _____ que ocupa _____

Mano

IV. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD

Continuación del anexo 2.

IV. 1 CUADRO DE IMPACTOS AMBIENTALES

En el siguiente cuadro, identificar el o los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto, obra, industria o actividad. Marcar con una X o indicar que no aplica, no es suficiente, por lo que se requiere que se describa y detalle la información, indicando si corresponde o no a sus actividades (usar hojas adicionales si fuera necesario).

No.	Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)			
		Ruido			
		Vibraciones			
		Olores			
2	Agua	Abastecimiento de agua			
		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad:		
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	Cantidad:	Descarga:	
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad:	Descarga:	
		Agua de lluvia	Captación	Descarga:	

Continuación del anexo 2.

3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad:		
		Desechos Peligrosos (con una o más de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad:	Disposición	
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)			
		Modificación del relieve o topografía del área			
4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)			
		Fauna (animales)			
		Ecosistema			
5	Visual	Modificación del paisaje			
	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos			
	Otros				

NOTA: Complementaria a la información proporcionada se solicitan otros datos importantes en los numerales siguientes.

V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA

Continuación del anexo 2.

<p>CONSUMO</p> <p>V.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) _____</p> <p>V. 2 Forma de suministro de energía</p> <p>a) Sistema público _____</p> <p>b) Sistema privado _____</p> <p>c) generación propia _____</p> <p>V.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO _____</p> <p>V.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?</p>
<p>VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</p> <p>VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:</p> <p>a) <input type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:</p>
<p>VI.2 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?</p> <p>a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos ()</p> <p>d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio ()</p> <p>e) Otro ()</p>

Detalle la información explicando el por qué?

Continuación del anexo 2.

VI.3 riesgos ocupacionales:

- Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores
- La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores
- La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores
- No existen riesgos para los trabajadores

Ampliar información:

VI.4 Equipo de protección personal

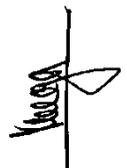
VI.4.1 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI () NO ()

VI.4.2 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:

VI.4.3 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?

DOCUMENTOS QUE DEBEN ADJUNTAR AL FORMATO:

- Plano de localización o mapa escala 1:50.000
- Plano de ubicación
- Plano de distribución
- Plano de los sistemas hidráulico sanitarios (agua potable, aguas pluviales, drenajes, planta de tratamiento)



<ul style="list-style-type: none"> • Presentar original y copia completa del formato al MARN y una copia para sellar de recibido
<ul style="list-style-type: none"> • Presentar documento foliado (de atrás hacia delante)
<ul style="list-style-type: none"> • Fotocopia de cedula de vecindad
<ul style="list-style-type: none"> • Declaración jurada
<ul style="list-style-type: none"> • Continuación del anexo 2.

<p><u>NOTA: EL TAMAÑO DE PLANOS POR CIRCULAR 003-2006/CANVN/BEA DEBERAN SER:</u></p>
<ul style="list-style-type: none"> • CARTA
<ul style="list-style-type: none"> • OFICIO
<ul style="list-style-type: none"> • DOBLE CARTA

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

Anexo 3. Sistema de suplementos

SISTEMA DE SUPLEMENTOS					
1. SUPLEMENTOS CONSTANTES			E. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)		
	Hombre	Mujer			
Suplemento por necesidades personales	5	7	Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de -Suplemento		
Suplemento base por fatiga	4	4	Kata (mili calorías/cm ² /segundo)		
2. SUPLEMENTOS VARIABLES			16	0	
			14	0	
	Hombre	Mujer	12	0	
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	10	3	
B. Suplemento por postura anormal			8	10	
ligeramente incomodo	0	1	6	21	
incomoda (inclinado)	2	3	5	3	
muy incómoda (echado, estirado)	7	7	4	45	
C. Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar) peso levantado por kilogramo			3	64	
2.5	0	1	2	100	
5	1	2	F. Concentración intensa		
7.5	2	3	trabajos de cierta precisión	0	0
10	3	4	trabajos de cierta precisión o fatigosos	2	2
12.5	4	6	trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
15	5	8	G. Ruido		
17.5	7	10	continuo	0	0
20	9	13	intermitente y fuerte	2	2
22.5	11	16	intermitente y muy fuerte	5	5
25	13	20	estridente y fuerte		
30	17	(máx.)	H. Tensión mental		
33.5	22	-	proceso bastante complejo	1	1
D. Mala iluminación			proceso complejo o atención dividida entre objetos	4	4
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	muy complejo	8	8
bastante por debajo	2	2	I. Monotonía		
absolutamente insuficiente	5	5	trabajo algo monótono	0	0
			trabajo bastante monótono	1	1
			trabajo muy monótono	4	4
			J. Tedio		
			trabajo algo aburrido	0	0
			trabajo aburrido	2	1
			trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Estudio del trabajo. P. 228.