UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE GRADUACIÓN

TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

ÁREA
SISTEMAS PRODUCTIVOS

TEMA
"ANÁLISIS DE LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES Y MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA B&B"

AUTOR
PRECIADO ORELLANA DANIEL ANIBAL

DIRECTOR DEL TRABAJO
ING. IND. CORREA MENDOZA PEDRO, MSC.

2015
GUAYAQUIL – ECUADOR

DECLARACION DE AUTORIA

“La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil”.

.....

Preciado Orellana Daniel Aníbal

C. I. 091699073 - 2

DEDICATORIA

Este trabajo el cual fue realizado con mucho esfuerzo quiero dedicárselo a mi familia en especial a mi madre que fue la que me ayudo en todo momento, a mi padre, esposa y mis hijos que espero que les sirva como ejemplo la dedicación y el esfuerzo para poder superarse en la vida.

AGRADECIMIENTO

Primero a Dios que gracias a el me ha dado la fuerza suficiente para poder llegar al objetivo, a mi padre, a mi madre y a mi hijo y hermanos, que han sido un pilar muy importante, ya que estuvieron apoyándome en todo momento.

Estoy muy agradecido a las personas que estuvieron ayudando a formarme como profesional durante toda mi formación como Ingeniero Industrial.

ÍNDICE GENERAL

No.	Descripción	Pág.
	PROLOGO.	1

CAPÍTULO I

MARCO TEORICO

No.	Descripción	Pág.
1.1.	Antecedentes Investigativos.	2
1.2.	Fundamento Conceptual.	2
1.2.1.	Fundamento histórico de la Teoría de las Restricciones.	2
1.2.2.	Teoría de Restricciones (TOC): Definiciones y conceptos	3
1.3.	Fundamento legal.	4
1.3.1.	Fundamento ambiental.	5
1.4.	Marco Contextual.	5
1.4.1.	Recursos Humanos.	5
1.4.2.	Recursos tecnológicos.	7
1.4.3.	Recursos Materiales.	8
1.4.4.	Infraestructura.	8
1.4.5.	Producto	9
1.5.	Proceso de producción.	10
1.6.	Capacidad de producción.	11
1.6.1.	Volúmenes de Producción.	13
1.6.2.	Eficiencia.	16

CAPÍTULO II

METODOLOGIA Y DIAGONTICO

No.	Descripción	Pág.
2.1	Registro de problemas.	17
2.1.1	Tipo de Defectos.	17
2.1.2	Reproceso y Desperdicio.	18
2.1.3	Devoluciones.	20
2.1.4	Tiempo Improductivo.	21
2.1.5	Perdida de ventas por no disponer de producto terminado para atender la demanda del mercado	24
2.1.6	Resumen del Registro de los Problemas.	25
2.2	Análisis de Datos e Identificación de Problemas.	26
2.3	Impacto económico de problemas.	35
2.4	Diagnostico.	42

CAPÍTULO III

PROPUESTA

No.	Descripción	Pág.
3.1	Planteamiento de Alternativas de solución a problemas	44
3.1.1	Alternativas de solución para el problema.	44
3.1.1.1	Alternativas de Solución “A”: “Incremento de un turno de Trabajo en el proceso de formado y embobinado”.	45
3.1.1.2	Alternativa de solución “B”: “Adquisición de maquina formadora automática para manufactura de espirales para encuadernación”.	47
3.2	Costo de alternativas de solucion.	48
3.2.1	Costo de Alternativa de Solucion “A”	48
3.2.2	Costo de Alternativa de Solucion “B”	49

No.	Descripción	Pág.
3.3	Evaluacion y Selección de Alternativas de Solucion.	50
3.3.1	Actividades Complementarias: Capacitacion tecnica del talento humano.	53
3.3.2	Aporte de la propuesta.	56
3.4	Plan de Inversión y Financiamiento.	58
3.4.1	Inversión fija.	58
3.4.2	Costos de operación.	59
3.4.3	Inversión Total.	59
3.4.4	Financiamiento.	60
3.4.5	Amortización de la inversión Crédito financiado.	60
3.5	Evaluación financiera.	62
3.5.1	Tasa Interna de Retorno.	63
3.5.2	Valor actual neto.	64
3.5.3	Recuperación del capital.	65
3.5.4	Coeficiente beneficio costo.	67
3.5.5	Resumen de Criterios económicos.	67
3.6	Planificación y cronograma de Implementación.	68
3.7	Conclusiones.	69
	GLOSARIO DE TERMINOS	73
	ANEXOS.	75
	BIBLIOGRAFIA.	83

ÍNDICE DE CUADROS

No.	Descripción	Pág.
1.	Talento humano y sus funciones.	6
2.	Maquinarias de producción.	7
3.	Distribución del edificio.	8
4.	Datos de producción de espirales.	9
5.	Producción de espesor y peso.	9
6.	Capacidad instalada de la planta.	13
7.	Volumen de producción, años 2012 al 2014.	14
8.	Volumen de producción, por meses, año 2014.	15
9.	Tipos de defectos de productos en unidades año 2014.	17
10.	Reproceso y desperdicio en la planta de producción en funda de 100 unidades año 2014.	18
11.	Devoluciones de productos. En funda de 100 un. año 2014.	20
12.	Tiempo improductivo en horas máquinas año 2014.	22
13.	Causas del tiempo improductivo en horas máquinas 2014.	23
14.	Pedidos no atendidos por no disponer de capacidad para abastecer el mercado. En cientos de fundas. Año 2014.	24
15.	Factores que afectan la productividad.	25
16.	Análisis de frecuencia de defectos (devoluciones y reproceso) en fundas de 100 unidades.	32
17.	Análisis de frecuencia de horas improductivas.	34
18.	Utilidades unitarias por ciento de espirales.	38
19.	Costos del desperdicio por ciento de unidades 2014.	38
20.	Costos del reproceso por ciento de unidades 2014.	39
21.	Costos de las devoluciones por ciento de unidades 2014.	39
22.	Costos de pedidos no despachados por restricciones de la capacidad de la empresa por cientos de unidades 2014.	40

No.	Descripción	Pág.
23.	Monto de pérdidas anuales.	41
24.	Alternativas de solución al problema planteado.	44
25.	Descripción de la alternativa “A”.	46
26.	Características de la máquina formadora propuesta.	47
27.	Sueldo del personal a contratar.	49
28.	Costos de alternativa de solución “B”.	49
29.	Alternativa de solución “A”: “incremento de un turno de trabajo en el proceso de formado y embobinado”.	50
30.	Alternativa de solución “B”: “adquisición de máquina formadora automática para manufactura de espirales para encuadernación”.	51
31.	Análisis comparativo de las alternativas de solución.	52
32.	Capacitación técnica de los operadores.	53
33.	Cronograma de capacitación.	54
34.	Ahorro de actividades y tiempo.	55
35.	Capacidad instalada de la planta.	57
36.	Inversión inicial requerida.	58
37.	Costos de operación.	59
38.	Inversión total.	59
39.	Datos del crédito financiero.	60
40.	Amortización del crédito financiero.	61
41.	Intereses anuales del crédito financiado.	61
42.	Balance económico de flujo de caja.	62
43.	Comprobación de la tasa interna de retorno (TIR).	63
44.	Comprobación del valor actual neto (VAN).	64
45.	Periodo de recuperación de la inversión.	65

ÍNDICE DE GRÁFICOS

No.	Descripción	Pág.
1.	Capacidad instalada de la empresa. Producción de espirales de 7 mm.	12
2.	Volumen de producción, años 2012 al 2014.	14
3.	Volumen de producción, por meses, año 2014.	15
4.	Reproceso en fundas de 100 unidades. Año 2014.	19
5.	Desperdicio en fundas de 100 unidades. Año 2014.	19
6.	Devolución de producto (funda de 100 u.). Año 2014.	21
7.	Diagrama de Ishikawa del problema: reclamos de clientes y defectos de productos en proceso.	29
8.	Diagrama de Ishikawa del problema: paros imprevistos.	30
9.	Diagrama de Ishikawa del problema: limitaciones para abastecer la demanda de pedido de los clientes.	31
10.	Diagrama de Pareto.	33
11.	Diagrama de Pareto. Horas máquinas improductivas.	34
12.	Capacidad instalada propuesta de la empresa. Producción de espirales de 7 mm.	57

ÍNDICE DE ANEXOS

No.	Descripción	Pág.
1.	Ubicación de la empresa B&B.	76
2.	Estructura organizacional.	77
3.	Diagrama actual de análisis de las operaciones del proceso.	78
4.	Diagrama propuesto de análisis de las operaciones del proceso.	79
5.	Diagrama actual de operaciones del proceso de producción de espirales plásticos de encuadernación.	80
6.	Diagrama propuesto de operaciones del proceso de producción de espirales plásticos de encuadernación.	81
7.	Diagrama de Gantt.	82

AUTOR: **PRECIADO ORELLANA DANIEL ANÍBAL**
TITULO: **ANÁLISIS DE LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES Y MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA B&B.**
DIRECTOR: ING. IND. CORREA MENDOZA PEDRO GUSTAVO MSC.

RESUMEN

El objetivo del trabajo de titulación es: analizar las restricciones en la producción de anillos o espirales plásticos para encuadernación, para diseñar una propuesta que permita mejorar la productividad en la empresa B&B. Para diagnosticar la situación actual de esta organización, se analizaron los procesos productivos de manufactura de espirales plásticos para encuadernación, utilizando diagramas de operaciones, de bloque, de planta, de recorrido, de Ishikawa y de Pareto, con los cuales se identificó como principales problemas reclamos de los clientes, defectos de los productos, paros no programados y limitaciones para abastecer la demanda de pedidos de los clientes, cuyas causas principales se deben a: fallas de las maquinaria debido a las limitaciones de mantenimiento o a variaciones de voltaje; fallas operativas en la regulación de temperatura, en el ajuste de moldes y en la manipulación de las maquinarias; materia prima no conforme, lo que a su vez es causado por las restricciones de capacidad de las maquinarias, resultando pérdidas anuales por la cantidad de $9.458,13. La propuesta para enfrentar los problemas fue la aplicación de la Teoría de Restricciones (TOC), escogiendo la alternativa de solución la adquisición de una máquina formadora automática, a lo que se añade la capacitación técnica del talento humano, con lo cual, la capacidad instalada de producción actual de 2.533 fundas (cientos) de espirales plásticos mensuales para encuadernación ascenderá a 4.433,68, es decir, un incremento del 75% en la capacidad de la planta, la inversión total de la propuesta asciende al monto de $16.741,00, de los cuales la inversión fija corresponde al 90,20% ($14.857,50) y los costos de operación el 9,80% ($1.613,50); generando una Tasa de Retorno de la Inversión TIR es igual a 37,66% que es superior al 14,00% de la tasa de descuento con que se compara la inversión, una recuperación de la inversión igual a 2 años 9 meses,un Valor Actual Neto (VAN) asciende al monto de $24.258,86 que es el beneficio que generará la propuesta y es mayor a la inversión inicial que suma $14.857,50, demostrando su sustentabilidad y factibilidad de la propuesta.

PALABRAS CLAVES: Teoría, Restricciones, Productividad, Capacidad.

Preciado Orellana Daniel A.
C. C.091699073 - 2

Ing. Ind. Correa Mendoza Pedro G., Msc.
Director del Trabajo

AUTHOR: PRECIADO ORELLANA DANIEL ANÍBAL
SUBJECT: RESTRICTIONS THEORY ANALYSIS AND IMPROVEMENT OF PRODUCTIVITY IN THE COMPANY B & B.
DIRECTOR: IND. ENG. CORREA MENDOZA PEDRO GUSTAVO, MSC.

ABSTRACT

The aim of the degree work is to analyze the constraints in the production of plastic rings or spiral binder, to design a plan to improve the productivity in the company B & B. To diagnose the current situation of the organization, the production processes of manufacturing of spiral plastic binder, using flowcharts, block, plant, travel, Ishikawa and Pareto were analyzed, with those it was identified the main problems, of customer complaints, product defects, shutdowns and limitations to meet the demand of customer orders, which main causes are due to: failure of the machinery due to the limitations of maintenance or voltage variations; operational failures in the regulation of temperature in the setting of molds and handling machinery; nonconforming raw materials, which in turn is caused by capacity constraints of machinery, resulting in annual losses in the amount of $ 9,458.13. The project to tackle the problems was the application of the Theory of Constraints (TOC), choosing the alternative solution the purchase of an automatic forming machine, to which the technical training of human talent is added, thus, the installed capacity current production of 2,533 cases (hundreds) of plastic spiral binder month will amount to 4433.68, ie, an increase of 75% capacity of the plant, the total investment of the proffer amounts to the amount of $ 16,741.00, of fixed investment which corresponds to 90.20% ($ 14,857.50) and operating costs 9.80% ($ 1,613.50); by generating a rate of return of the Investment IRR is equal to 37.66% which is above the 14.00% rate discount compare the investment a return on investment equal to 2 years 9 months, one value Net Present (NPV) amounts to the amount of $ 24,258.86 which is the benefit that will generate the plan and is greater than the initial investment totaling $ 14,857.50, demonstrating their sustainability and feasibility of it.

KEY WORDS: Theory, Restrictions, productivity, capacity.

Preciado Orellana Daniel A.
C. C. 091699073 - 2

Ind. Eng. Correa Mendoza Pedro G., Msc.
Director of Work.

PRÓLOGO

Las investigaciones referidas a la industria plástica de la encuadernación en el Ecuador, ha sido muy limitada en su alcance y en su naturaleza, debido a que se ha preferido analizar otros sectores productivos relacionados con la fabricación de productos elaborados con base en resinas plásticas, descuidando a un ramo que a pesar de aplicar métodos artesanales, trabaja en función de satisfacer necesidades diversas de la comunidad educativa.

Por esta razón se planteó un estudio descriptivo, con uso del método deductivo y de las técnicas de diagnóstico de Ingeniería, como los diagramas de Ishikawa y de Pareto, así como la teoría de las restricciones y la toma de decisiones, para cumplir con el objetivo de analizar las restricciones en la producción de anillos o espirales plásticos para encuadernación, para diseñar una propuesta que permita mejorar la productividad en la empresa B&B.

Cabe destacar que para que se cumplan los objetivos de la investigación, se procedió a estructurarlos con base en tres capítulos, el primero que se refirió directamente a la descripción de la problemática de la empresa B&B, indicando sus objetivos, justificación y marco teórico, luego, en la segunda unidad se describió la metodología utilizada para identificar las causas de la problemática y las consecuencias que generaron los mismos, añadiendo la cuantificación de la situación problémica encontrada, mientras que la tercera unidad consistió en la elaboración de la propuesta donde se analizó y comparó dos alternativas de solución, seleccionando la más conveniente para la organización, para culminar con la evaluación financiera, la emisión de las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos: Fundamento referencial

Luego de consultar en diversos sitios se obtuvo que existe una investigación titulada “Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de pastas para encuadernación elaborada a partir del plástico de reciclaje en la ciudad de Guayaquil”, elaborado por González Jurado Edison Ecuador, planteando como objetivo general realizar un estudio de factibilidad para el emprendimiento en la fabricación de pastas plásticas para encuadernación de documentos a partir del reciclaje de desechos plásticos, que reduzca la importación de materias primas que cuestan más del doble (2,25 a 1) que el material reciclado, por lo tanto tiene el tema pero con un enfoque, la primera tiene un enfoque administrativo mientras que la presente investigación tiene un enfoque productivo.

Por ello, se reconoce que la presente investigación es original y novedosa en su ámbito de aplicación.

1.2 Fundamento conceptual

1.2.1 Fundamento histórico de la teoría de Restricciones.

La Teoría de las restricciones fue detallada por primera vez por Eli Goldratt a principios de los años 80, desde entonces ha sido utilizado en la industria, como un conjunto de procesos de pensamiento que utiliza la lógica de la causa y efecto para entender lo que sucede y así encontrar maneras de mejorar, se basa en el hecho de que los procesos multitarea,

de cualquier ámbito, solo se mueven a la velocidad del paso más lento. La manera de acelerar el proceso es utilizar un catalizador es el paso más lento y lograr que trabaje hasta el límite de su capacidad para acelerar el proceso completo.

1.2.2 Teoría de Restricciones (TOC): definiciones y conceptos

Eli Goldratt (2010), considera: “La teoría de las limitaciones o teoría de las restricciones es un conjunto de procesos de pensamiento que utiliza la lógica de la causa y efecto para entender lo que sucede y así encontrar maneras de mejorar. Está basada en el simple hecho de que los procesos multitarea, de cualquier ámbito, solo se mueven a la velocidad del paso más lento. La manera de acelerar el proceso es utilizar un catalizador es el paso más lento y lograr que trabaje hasta el límite de su capacidad para acelerar el proceso completo”. (Pág. 14).

Michael Porter (2010), expresa: “La Meta de cualquier empresa con fines de lucro es ganar dinero de forma sostenida, esto es, satisfaciendo las necesidades de los clientes, empleados y accionistas. Si no gana una cantidad ilimitada es porque algo se lo está impidiendo: sus restricciones. Contrariamente a lo que parece, en toda empresa existen sólo unas pocas restricciones que le impiden ganar más dinero. Restricción no es sinónimo de recurso escaso”. (Pág. 52).

Eli Goldratt (2010), dice: “La esencia de la teoría de las restricciones se basa en cinco puntos:

1. Identificar las restricciones del sistema. una restricción es una variable que condiciona un curso de acción. Pueden haber distinto tipo de restricciones, siendo las más comunes, las de tipo físico: maquinarias, materia prima, mano de obra.
2. Buscar la forma de obtener la mayor producción de la restricción.

3. Subordinar todo a la decisión anterior. todo el esquema debe funcionar al ritmo que marca la restricción (tambor).
4. Superar la restricción del sistema (elevar su capacidad). implica encarar un programa de mejoramiento del nivel de actividad de la restricción.
5. Si en los pasos anteriores se ha roto una restricción, regresar al paso (1) pero no permitir la inercia. para trabajar en forma permanente con las nuevas restricciones que se manifiesten. (Pág. 25).

Eli Goldratt (2010), dice: "**Tipos de limitantes. –** Existen dos tipos de limitaciones:

Limitaciones físicas: Son equipos instalaciones o recursos humanos, etc., que evitan que el sistema cumpla con su meta de negocio.

Existen dos modos de explotarlas:

- Agregar capacidad (contratar personal, alquilar o comprar equipo).
- Aprovechar al máximo la capacidad del sistema (gestión eficiente).

Limitaciones de políticas: Son todas las reglas que evitan que la empresa alcance su meta". (Pág. 27).

1.3 Fundamento legal

La base legal de la investigación se encuentra la Constitución de la República del Ecuador, así como las normativas del Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones (COPCI), Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Medio Ambiente (TULAS) Y el Decreto ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo.

1.3.1 Fundamento ambiental

Empresa BB se dedica a la fabricación de espirales plásticos para encuadernación, por lo tanto cumple con las normativas de responsabilidad social y ambiental, por ello respeta los principios de protección ambiental en el procesamiento de todos sus productos, como la normativa establecida en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Medio Ambiente (TULAS) Libro VI anexo 3 y el Decreto ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, artículo 11 que se refiere a las obligaciones del empleador.

1.4 Marco Contextual: Recursos Productivos

1.4.1 Recursos humanos

En la empresa actualmente laboran 8 personas, dedicados a diversas actividades productivas.

El horario de trabajo programado para la producción de espirales plástico para encuadernación de documentos, es de 8 horas diarias, en un turno que inicia a las 08h30 y culmina a las 17h00.

La empresa no dispone de un sistema para la selección, contratación, capacitación, motivación del talento humano, por tanto el reclutamiento del personal se lo hace por vía directa, bajo mandato del Gerente que es quien toma las decisiones de seleccionar al talento humano que

desarrollará funciones en la empresa, mediante una prueba de actitud en el manejo de la maquinaria y de los equipos que se encuentran ahí para ver su adaptación al ritmo de trabajo y agilidad de los mismos. Pero en si el que da el visto bueno para poder contratar es la persona encargada del área de fabricación.

CUADRO No. 1

TALENTO HUMANO Y SUS FUNCIONES.

Puesto/trabajo	**Funciones**
Gerente	• Velar por los intereses de la empresa. • Cuidar de las finanzas. • Coordinación y Control de las actividades de la empresa. • Representación judicial y extrajudicial de la empresa. • Revisión de la contabilidad, para aprobar o censurar dicha operación contable.
Secretaria	• Recibir, registrar y derivar la documentación • Coordinar reuniones, concertar citas, y preparar la agenda ejecutiva • Enviar y Recibir comunicaciones y hacerle el seguimiento respectivo
Contador	• Revisión de los comprobantes de egresos o cheques emitidos por la empresa. • Revisión y pago de beneficios sociales • Elaboración de Formularios para declaraciones al Servicio de Rentas Internas • Declaraciones al Servicio de Rentas Internas formularios y vía internet, todos tienen su proceso de desarrollo con información que se debe de cuadrar y conciliar.

Jefe de compras	• Registro de todas y cada una de las compras de bienes y servicio, que realice la empresa. Incluidos los eventos y contratos. • Pro formas y Cotizaciones para futuras compras. • Llevar un orden secuencial y archivo de todos y cada uno de los documentos utilizados en el proceso de compra.
Operadores	• Realizar las actividades de producción/fabricación de productos.
Guardia	• Encargado de la seguridad de las instalaciones de la empresa y de las personas que laboran en la misma.

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Cada persona que labora en la empresa conoce cuáles son sus

funciones y tratan de cumplirlas a cabalidad.

1.4.2 Recursos tecnológicos

El principal equipo para la producción de espirales plásticos para encuadernación es la extrusora, maquinaria que funciona accionada por la energía eléctrica.

La empresa cuenta con los siguientes equipos industriales para la fabricación de anillos o espirales plásticos para la encuadernación de documentos:

CUADRO No. 2

MÁQUINARIAS DE PRODUCCIÓN.

Cantidad	Máquina	Características
1	**Extrusora**	**3 HP, 220 Volt. monofásico**
3	**Resistencia**	**250W, 220 Volt. Monofásico**
1	**Resistencia**	**350W, 220 Volt. monofásico**

2	**Embobinadoras**	**½ HP, 220 Volt. Monofásico**
2	**Formadoras**	**½ HP, 220 Volt. monofásico**

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Dentro de los principales equipos de la producción, se citan la extrusora, las resistencias, las Embobinadoras y las formadoras, a los cuales se deben añadir los siguientes equipos auxiliares.

- Tolva de alimentación a la extrusora.
- Tina de agua para enfriamiento.
- Mesa de corte.
- **Mesa para empaque.**

1.4.3 Recursos materiales

La empresa B&B utiliza cloruro de polivinilo (PVC) y pigmentos como materia prima para la producción de anillos o espirales plásticos para la encuadernación de documentos.

La materia prima que se utiliza para la elaboración de anillos o espirales plásticos para la encuadernación de documentos, es el PVC rígido, que es adquirido por vía importación, desde países como Colombia y Venezuela, principalmente.

1.4.4 Infraestructura

En cuanto a la infraestructura, las instalaciones de la empresa están distribuidas de la siguiente manera:

CUADRO No. 3

DISTRIBUCIÓN DEL EDIFICIO.

Área	Superficie
Planta de producción	**48 m^2**
Bodega de materiales	**4 m^2**
Bodega de producto terminado	**6 m^2**
Oficinas administrativas	**12 m^2**
Baños	**2 m^2**
Total	72 m^2

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

De esta manera el área de la empresa es de

encuentran habilitadas y ocupadas 72 m^2.

1.4.5 Producto

La empresa fabrica y comercializa espirales para encuadernación con dimensiones de 7 mm, 9 mm, 12 mm, 14 mm y 17 mm, los cuales se producen en distintos lapsos de días, durante el mes de labores, como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

CUADRO No. 4

DATOS DE PRODUCCIÓN DE ESPIRALES.

Producto	Días del mes destinados a la producción del tipo de espiral	Medidas
Espiral	13 días	7 mm y 9 mm
Espiral	8 días	12 mm y 14 mm
Espiral	4 días	17 mm

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

En el trascurso del mes la empresa destina 13 días a la elaboración de espirales plásticos de 7mm y 9mm, 8 días a la producción de anillados de

12mm y 14mm y 4 días a la elaboración de espirales de 17mm, es decir la empresa elabora mayor cantidad de espirales de 7mm y 9mm.

En el siguiente cuadro se detalla el espesor, peso y cantidad de espirales plásticos por presentación, que elabora la empresa.

CUADRO No. 5

PRODUCCIÓN POR ESPESOR Y PESO.

Espesor	Peso	Cantidad/Fundas
7 mm	3,5 gr/unidad	100 unidades/funda
9 mm	4,5 gr/unidad	100 unidades/funda
12 mm	7 gr/unidad	120 unidades/funda
14 mm	9,5 gr/unidad	120 unidades/funda
17 mm	14 gr/unidad	120 unidades/funda

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

El espiral de menor peso es de 3,5 gr y el de mayor peso 14 gr, las fundas contienen 100 unidades para las presentaciones de 7 mm, 9 mm y 120 unidades 12 mm, 14 mm y 17 mm.

1.5 Proceso de Producción

El proceso de producción de anillos o espirales plásticos para la encuadernación de documentos. Las partes importantes de los anillados plásticos son las siguientes:

- **Pigmentación de PVC granulado**. El primer paso en el proceso de producción corresponde a la preparación de los materiales, para lo cual se mezclan en un tanque el PVC y los pigmentos, ambos granulados, de manera que adquiera la coloración del espiral.

- **Alimentación de la tolva**. Una vez que el material PVC tiene la coloración adecuada, se lo coloca en la tolva, mediante un puente grúa que lo eleva hacia la posición en donde se encuentra la tolva.
- **Extrusión del hilo**. El material pigmentado cae desde la tolva hacia la extrusora, por gravedad. La extrusora procesa el PVC pigmentado, calentándolo, convirtiendo el sólido en líquido viscoso en forma de hilo. Dependiendo del molde que tenga la extrusora, el hilo de PVC será de distinto espesor.
- **Enfriamiento del hilo**. Una vez que el material sale de la extrusora, sale en forma de un hilo viscoso, que al pasar por una tina con agua a temperatura ambiente, se enfría adquiriendo el hilo la condición de sólido.
- **Embobinado de hilo**. El hilo que ya se encuentra en estado sólido, es embobinado en una máquina que tiene una tobera, la cual enrolla el hilo previo a la formación del espiral.
- **Formador de espirales**. Una vez que el hilo ha sido embobinado, vuelve a ser desembobinado, pasando al formador d Marco Teórico da la forma de espiral de encuadernación al material semielaborado, dependiendo del molde que haya tenido en la extrusora, se formará con el espesor determinado.
- **Corte (manual)**. Una vez que la máquina formadora del espiral lo ha transformado en el producto terminado, lo procede a cortar en un espiral de 21 anillos o espirales, que es la dimensión utilizada para la encuadernación de documentos.
- **Control y empaque**. El producto terminado pasa al área de control y empaque, donde se inspeccionan los espirales defectuosos, a los cuales se les ha identificado no conformidades, para posteriormente empacarlos en fundas de 100 unidades cada uno. Los espirales de 7 mm y de 9 mm, serán enfundados en presentación de 100 unidades, mientras que los de 12 mm, 14 mm y 17 mm se enfundan en presentaciones de 120 unidades.
- **Almacenamiento en bodegas**. Los espirales enfundados se almacenan en bodega de producto terminado.

El proceso para la elaboración de anillos o espirales plásticos inicia con la pigmentación, luego la materia prima pasa a la torba, posteriormente a la máquina de extrusión donde el plástico es derretido y se forman los hilos, luego pasa a una tina de agua para enfriar el hilo, el siguiente paso es la formación de los espirales que son cortados de acorde al tamaño destinado y son empacados y enviados a la bodega.

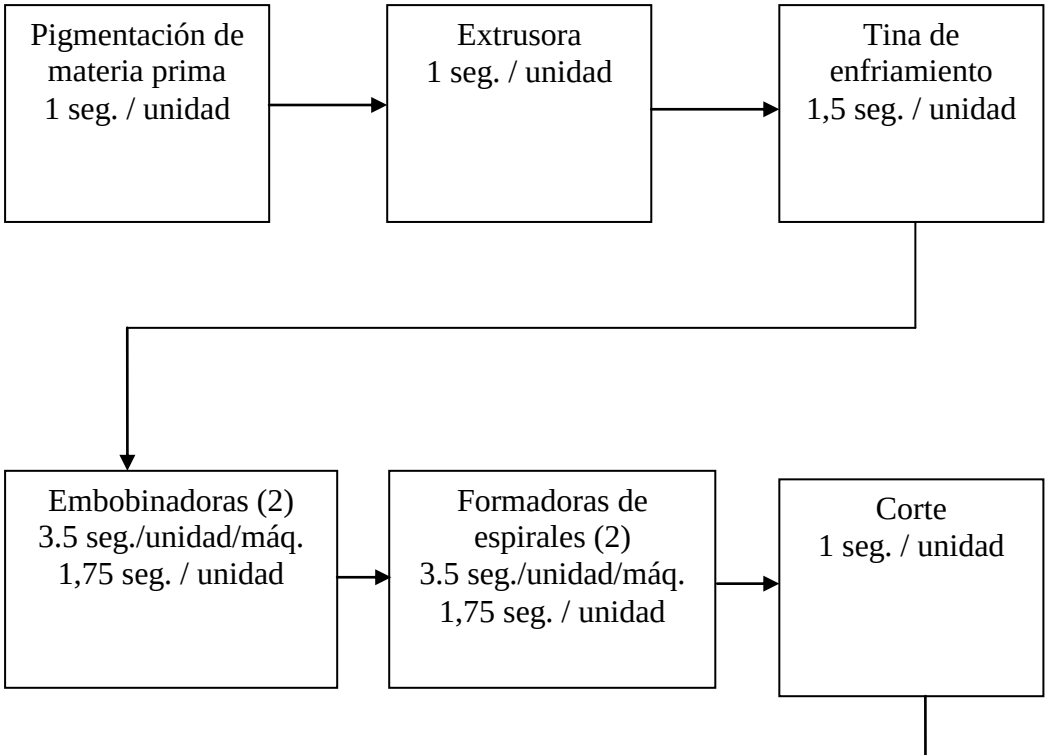
1.6 Capacidad de producción

La capacidad instalada de la empresa, está en relación con el límite máximo al que pueden producir las maquinarias y equipos de la producción.

En el siguiente grafico detallamos el proceso que se lleva paso a paso para la fabricación de los espirales con el tiempo respectivo por cada parte de dicho proceso hasta llegar a con [illegible] y listo para la comercialización.

GRÁFICO No. 1

CAPACIDAD INSTALADA DE LA EMPRESA. PRODUCCIÓN DE ESPIRALES DE 7 MM.



Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Se puede apreciar que tomando como patrón o ejemplo, el espiral de 7 mm, las máquinas embobinadoras y formadoras de anillos, son aquellas que representan la restricción del proceso productivo, por tanto, el tiempo del ciclo por cada unidad es de 1,75 segundos por unidad producida.

Del esquema de capacidades de . os siguientes resultados:

CUADRO No. 6

CAPACIDAD INSTALADA DE LA PLANTA.

Espesores	Seg./Un	Unid./hora	Unid./día	Días/mes	Unid./mes	Un./funda	Fundas/mes
7 mm	1,75	2.057,14	16.457,14	7	115.200,00	100	1.152,00
9 mm	2,25	1.600,00	12.800,00	6	76.800,00	100	768,00
12 mm	3,50	1.028,57	8.228,57	4	32.914,29	120	274,29
14 mm	4,75	757,89	6.063,16	4	24.252,63	120	202,11
17 mm	7,00	514,29	4.114,29	4	16.457,14	120	137,14

Total		**5.957,89**	**47.663,16**	**25**	**265.624,06**		**2.533,53**

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Se puede apreciar que la planta tiene una capacidad instalada de producción, de alrededor de 2.533 fundas (cientos) de espirales plásticos mensuales para encuadernación de documentos, que se ve restringida por la capacidad de las máquinas embobinadoras y formadoras de espirales.

1.6.1 Volúmenes de producción

El volumen de producción de la empresa ha sido muy irregular, incrementándose en los meses de marzo, abril y mayo, que marca el inicio de las clases y en el mes de diciembre que señala el fin de las mismas.

La producción de la empresa es igual a las ventas, debido a que se trabaja bajo los pedidos de los clientes. E[illegible] de apreciar el volumen de producción de la empresa, el cual es el siguiente:

CUADRO No. 7

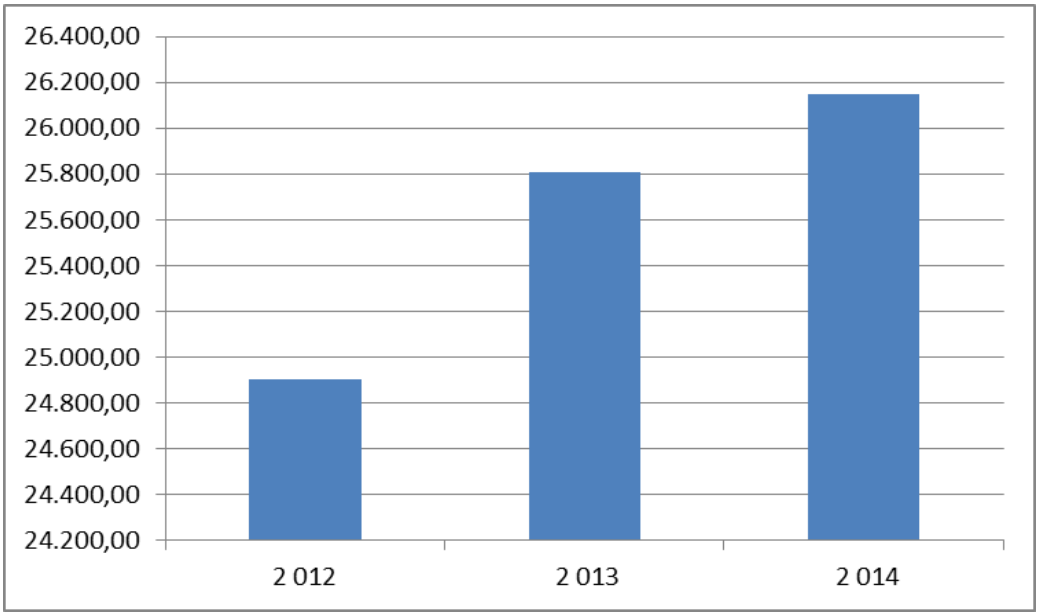
VOLUMEN DE PRODUCCIÓN, AÑOS 2012 AL 2014.

Años	Fundas de 100 unidades
2012	24.902,89
2013	25.806,10
2014	26.146,00

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

GRÁFICO No. 2

VOLUMEN DE PRODUCCIÓN, AÑOS 2012 AL 2014.



Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Como se puede apreciar, en los años 2013 y 2014, la empresa obtuvo un incremento de la producción en comparación con el año 2009, debido a que existió una mayor demanda en el mercado, la cual no ha podido ser aprovechado eficientemente por la empresa, debido a las restricciones de capacidad.

Mientras que el volumen de producci Marco Teórico **el siguiente:**

CUADRO No. 8

VOLUMEN DE PRODUCCIÓN, POR MESES, AÑO 2014.

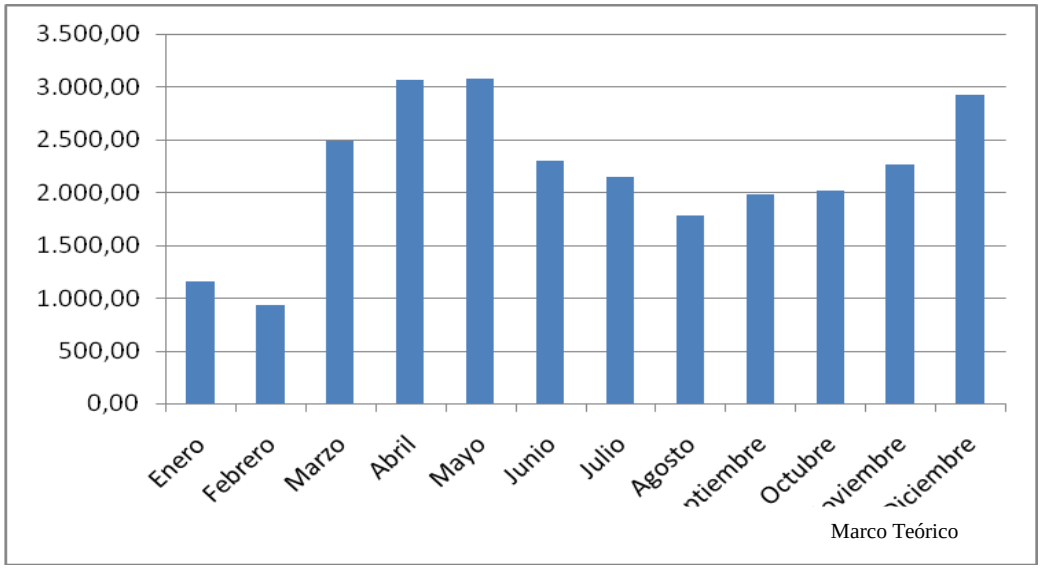
Meses	Fundas de 100 unidades
Enero	1.160,00
Febrero	930,00
Marzo	2.490,00
Abril	3.068,00
Mayo	3.080,00
Junio	2.302,00
Julio	2.150,00
Agosto	1.775,00
Septiembre	1.980,00
Octubre	2.021,00

Noviembre	2.265,00
Diciembre	2.925,00
Total	**26.146,00**

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

GRÁFICO No. 3

VOLUMEN DE PRODUCCIÓN, POR MESES, AÑO 2014.



Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Los meses de marzo, abril, mayo y diciembre son los de mayor volumen de producción, debido a que en ellos se produce el inicio y el final de los periodos escolares y académicos.

1.6.2 Eficiencia

Conocidos los volúmenes de la producción y la capacidad instalada de las maquinarias, se puede calcular la eficiencia de la producción, con base en la siguiente operación:

$$\textbf{Eficiencia} = \frac{\textbf{Volumen de producción anual}}{\textbf{Capacidad instalada anual}}$$

$$\textbf{Eficiencia} = \frac{\textbf{26.146,00 fundas de 100 unidades}}{\textbf{2.533,53 fundas de 100 unidades mensuales x 12}}$$

$$\textbf{Eficiencia} = \frac{\textbf{26.146,00 fundas de 100 unidades}}{\textbf{30.402,41 fundas de 100 unidades}}$$

Eficiencia = 86%

La eficiencia de la producción es igual a 86%**, lo que significa que la planta tiene un 14% de ineficiencia.**

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA Y DIAGNÓSTICO

2.1 Registro de problemas (Recolección de datos de acuerdo a problemas)

2.1.1 Tipo de defectos

Los productos defectuosos son ocasionados por fallas de maquinarias, por variaciones de voltaje, por fallas operativas o por materia prima no conforme, sin embargo, una de las causas principales para que ocurran los

defectos se debe a los apuros de los trabajadores que son presionados por la alta dirección para poder abastecer la demanda, lo que los hace fallar y esto a su vez es ocasionado por las restricciones de la capacidad de las máquinas formadoras y embobinadoras, que no abastecen los requerimientos de la producción, generando capacidad ociosa en la extrusora y en el área de despacho.

Los principales tipos de defectos observados son los siguientes:

CUADRO No. 9

TIPOS DE DEFECTOS DE PRODUCTOS EN UNIDADES. AÑO 2014.

Meses	Picaduras	Roturas	Bajo peso	Color no conforme	Espiral pequeño	Espiral expandido	Otros	Total
Enero	4.224	3.344	2.992	2.288	1.408	1.232	2.112	17.598
Febrero	5.195	4.112	3.679	2.814	1.732	1.515	2.597	21.644
Marzo	4.374	3.463	3.098	2.369	1.458	1.276	2.187	18.224
Abril	4.539	3.593	3.215	2.459	1.513	1.324	2.269	18.912
Mayo	3.972	3.145	2.814	2.152	1.324	1.159	1.986	16.550
Junio	4.114	3.257	2.914	2.228	1.371	1.200	2.057	17.140
Julio	4.629	3.665	3.279	2.507	1.543	1.350	2.315	19.288
Agosto	4.506	3.568	3.192	2.441	1.502	1.314	2.253	18.777
Septiembre	4.432	3.509	3.139	2.401	1.477	1.293	2.216	18.466
Octubre	4.508	3.569	3.193	2.442	1.503	1.315	2.254	18.784
Noviembre	4.435	3.511	3.142	2.403	1.478	1.294	2.218	18.481
Diciembre	4.504	3.566	3.191	2.44[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	18.768
Total U.	**53.432**	**42.300**	**37.847**	**28.94[illegible]**	[illegible]	[illegible]	[illegible]	**22.632**
Total fda.	**534**	**423**	**378**	**289**	**178**	**156**	**267**	**2.226**

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Los defectos registrados en la planta de producción generan devoluciones del cliente y reproceso de producto, problemas que serán analizados en el siguiente sub numeral de este capítulo.

2.1.2 Reproceso y desperdicio.

El desperdicio en la planta de producción es mínimo, debido a que todo se reprocesa, sin embargo, al cambiar molde siempre queda un mínimo de material que se desperdicia, el cual también es cuantificable.

En cuanto al reproceso de producto terminado, este se genera por los defectos arriba mencionados, debido a que se utiliza materia prima virgen y materiales reciclados en una mezcla de 70% a 30%, respectivamente.

En el siguiente cuadro se presenta el resumen del desperdicio y reproceso de producto:

CUADRO No. 10

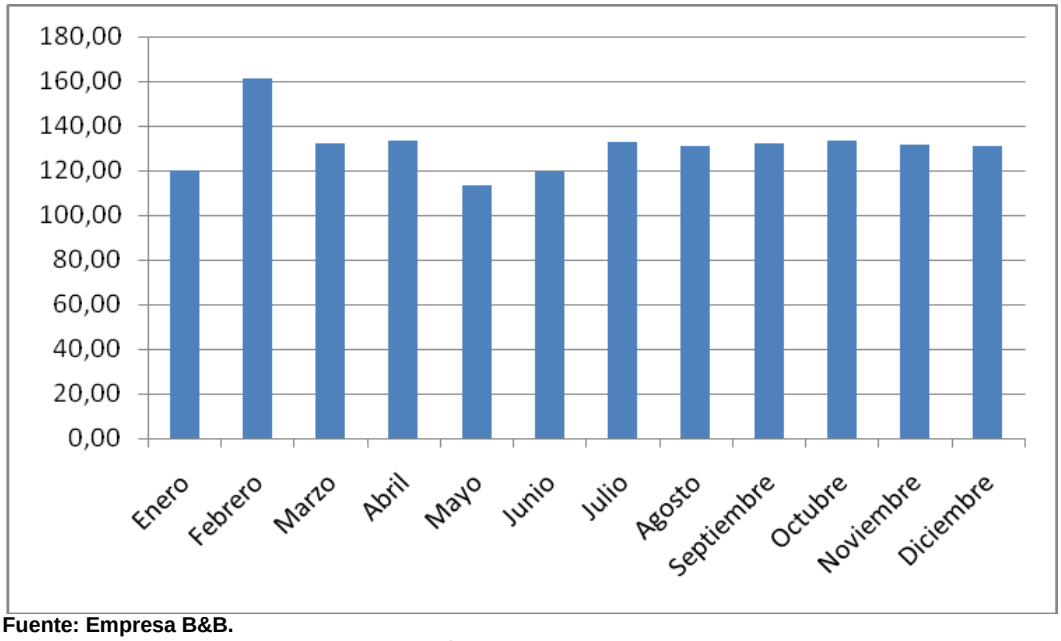
REPROCESO Y DESPERDICIO EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN. EN FUNDA DE 100 UNIDADES. AÑO 2014.

Meses	Producción	Reproceso	%	Desperdicio	%
Enero	1.160,00	120,04	10,35%	1,60	0,14%
Febrero	930,00	161,23	17,34%	7,25	0,78%
Marzo	2.490,00	132,22	5,31%	3,41	0,14%
Abril	3.068,00	133,04	4,34%	3,08	0,10%
Mayo	3.080,00	113,16	3,67%	2,90	0,09%
Junio	2.302,00	119,50	5,19%	2,88	0,13%
Julio	2.150,00	133,01	6,19%	2,24	0,10%
Agosto	1.775,00	131,02	7,38%	1,90	0,11%
Septiembre	1.980,00	132,25	6,68%	2,10	0,11%
Octubre	2.021,00	133,44	6,60%	2,21	0,11%
Noviembre	2.265,00	131,48	5,80%	2,35	0,10%
Diciembre	2.925,00	130,90			)%
Total	**26.146,00**	**1.571,29**	**6,01%**	**34,93**	**0,13%**

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

GRÁFICO No. 4

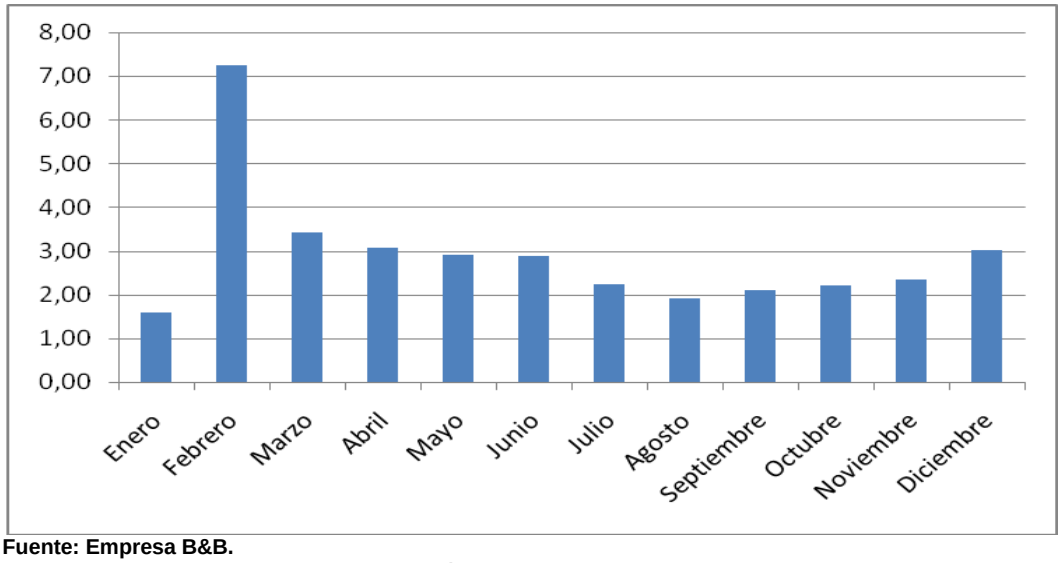
REPROCESO EN FUNDAS DE 100 UNIDADES. AÑO 2014.



Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

GRÁFICO No. 5

DESPERDICIO EN FUNDAS DE 100 UNIDADES. AÑO 2014.



Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

El índice de reproceso es del 6[illegible] de desperdicio es del 0,13%, reduciendo la eficiencia de la planta de producción e incrementando los costos de materiales, horas hombres, horas máquinas y suministro eléctrico.

2.1.3 Devoluciones.

Las devoluciones de productos también son causadas por defectos en el producto, con la diferencia que estos no son observados en la planta de producción, por tanto se enfundan y así empacados son comercializados a los clientes, quienes efectúan reclamos por los artículos que presentan inconformidades.

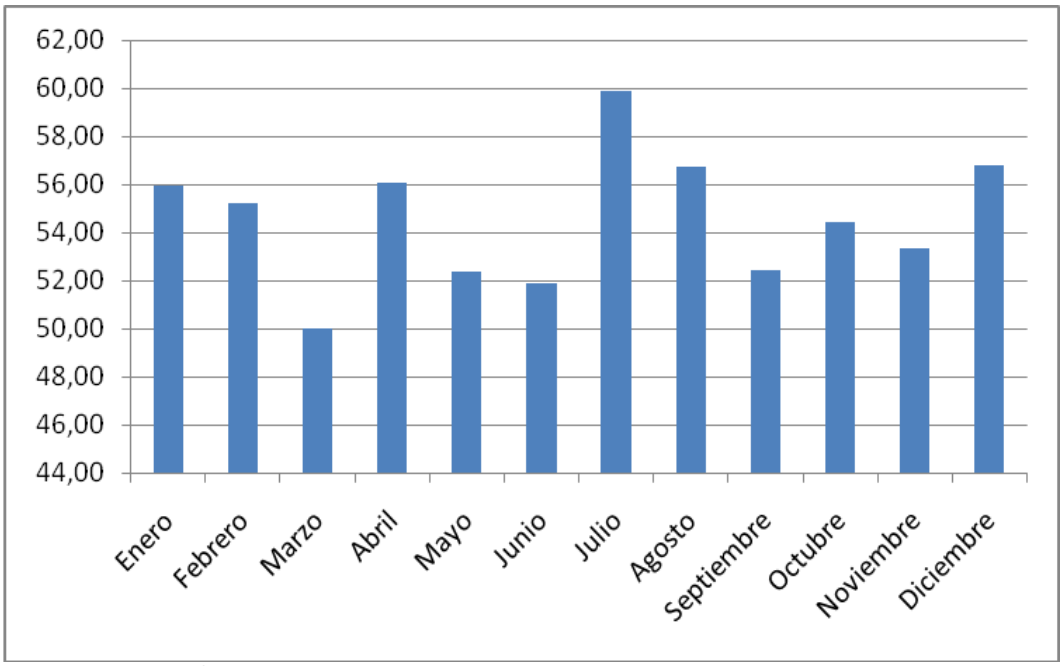
En el siguiente cuadro se presenta la información acerca del índice de devoluciones en la empresa:

CUADRO No. 11
DEVOLUCIONES DE PRODUCTOS. EN FUNDA DE 100 UNIDADES. AÑO 2014.

Meses	Producción	Devolución	%
Enero	1.160,00	55,94	4,82%
Febrero	930,00	55,21	5,94%
Marzo	2.490,00	50,02	2,01%
Abril	3.068,00	56,08	1,83%
Mayo	3.080,00	52,34	1,70%
Junio	2.302,00	51,90	2,25%
Julio	2.150,00	59,87	2,78%
Agosto	1.775,00	56,75	3,20%
Septiembre	1.980,00	52,41	2,65%
Octubre	2.021,00	54,40	2,69%
Noviembre	2.265,00	53,33	2,35%
Diciembre	2.925,00	56,78	1,94%
Total	**26.146,00**	**655,03**	**2,51%**

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

GRÁFICO No. 6
DEVOLUCIÓN DE PRODUCTO (FUNDA DE 100 UNIDADES)
AÑO 2014.



Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

El índice de devoluciones por productos defectuosos que generan reclamos de los clientes, es igual a **2,51%**.

2.1.4 Tiempo improductivo

Los paros no programados de la producción, son causados por fallas de las maquinaria debido a las limitaciones de mantenimiento o a variaciones de voltaje, por fallas operativas en la regulación de temperatura, en el ajuste de moldes y en la manipulación de las maquinarias, por materia prima no conforme y por cambio de molde; por esta última problemática derivada del proceso, se pierden alrededor de 1,5 horas por cada vez que se cambia moldes, los cuales se reemplazan 5 veces al mes, como se presenta en el cuadro de capacidad instalada, es decir, 7,5 horas máquinas improductivas al mes y 90 horas máquinas improductivas.

El detalle de los tiempos improductivos en horas máquinas improductivas, se presenta en el siguiente cuadro:

CUADRO No. 12

TIEMPO IMPRODUCTIVO EN HORAS MÁQUINAS. AÑO 2014

Días	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Lunes												8	8
Martes				3		5						8	16
Miércoles	1	3					4					8	16
Jueves					1				5				6
Viernes											6		6
Lunes								2					2
Martes			4					2					6
Miércoles					3								3
Jueves	2												2
Viernes						6							6
Lunes		5											5
Martes									7				7
Miércoles				2						8			10
Jueves							6			8			14
Viernes	4									8			12
Lunes						7							7
Martes								8					8
Miércoles		2						8					10
Jueves					2								2
Viernes		1		3					4				8
Lunes			3				8						11
Martes	2						8				8		18
Tiempo imp.	**9**	**11**	**7**	**8**	**6**	**18**	**26**	**20**	**16**	**24**	**14**	**24**	**183**

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Como se puede apreciar, se han obtenido 183 horas máquinas improductivas en el año 2014, por esta razón se ha elaborado el siguiente cuadro, donde se presenta el detalle del tiempo de paros no programados por tipo de causas que lo han ocasionado.

CUADRO No. 13

CAUSAS DEL TIEMPO IMPRODUCTIVO EN HORAS MÁQUINAS. 2014.

Problemas	Horas máquinas
Cambio de molde	90
Fallas mecánicas	88
Fallas operativas	46
Materia prima no conforme	28
Fallas eléctricas por variaciones de voltaje	21
Total	**273**

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

El cambio de molde y las fallas mecánicas de las máquinas formadoras y embobinadoras son las principales causas del tiempo improductivo, que participa con el siguiente porcentaje de ineficiencia.

$$\textbf{Ineficiencia por tiempo improductivo} = \frac{\textbf{Horas máquinas improductivas}}{\textbf{Horas máquinas disponibles}}$$

$$\textbf{Ineficiencia} = \frac{\textbf{273 horas máquinas}}{\textbf{8 horas x 5 días x 52 semanas x 2 máquinas}}$$

$$\textbf{Ineficiencia} = \frac{\textbf{273 horas máquinas improductivas anuales}}{\textbf{4.160 horas máquinas disponibles anuales}}$$

Ineficiencia por tiempo improductivo = 6,56%

Se puede apreciar que la ineficiencia como producto del tiempo improductivo corresponde al 6,56% de los problemas que afectan a la planta de producción de la empresa.

2.1.5 Pérdida de ventas por no disponer de producto terminado para atender la demanda del mercado

La empresa B&B no ha podido abastecer la demanda del mercado, motivo por el cual no ha podido cumplir con los pedidos de los clientes siendo este problema más evidente en los meses donde sube la demanda.

En el siguiente cuadro se presenta los pedidos de los clientes que no pudieron ser atendidos, pero que fueron registrados por el vendedor de la empresa.

CUADRO No. 14

PEDIDOS NO ATENDIDOS POR NO DISPONER DE CAPACIDAD PARA ABASTECER EL MERCADO. EN CIENTOS DE FUNDAS. AÑO 2014.

Meses	Pedidos del cliente no despachados	%
Enero	395,56	7,57%
Febrero	157,22	3,01%
Marzo	589,09	11,27%
Abril	655,15	12,53%
Mayo	621,06	11,88%
Junio	310,11	5,93%
Julio	359,05	6,87%
Agosto	321,90	6,16%
Septiembre	330,02	6,31%
Octubre	496,56	9,50%
Noviembre	470,90	9,01%
Diciembre	520,10	9,95%
Total	**5.226,72**	**100,00%**

Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Los pedidos no despachados representan **5.226,72** fundas de cientos de espirales plásticos para encuadernación.

2.1.6 Resumen del registro de problemas

Los principales problemas que afectan a la empresa, se refieren a los siguientes factores:

CUADRO No. 15

FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD.

Indicador	Cientos de fundas	Producción en cientos de fundas	%
Desperdicio	34,93	26.146,00	**0,11%**
Devoluciones	655,03	26.146,00	**2,15%**
Reproceso	1.571,29	26.146,00	**5,17%**
Tiempo improductivo (horas máquinas)	273 h-m	4.160 h-m	**6,56%**
		Total	**14,00%**
Pedidos no atendidos	5.226,72	26.146,00	**20,00%**

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Los indicadores de la producción en la empresa B&B son los siguientes: 2,15% de devoluciones, 0,11% de desperc Metodología y Diagnostico **so ocupa un 5,17% y el tiempo improductivo un 6,56%.**

2.2 Análisis de datos e identificación de problemas

Los principales problemas identificados en la presente investigación corresponden a los “reclamos de los clientes y defectos de producto en proceso”, “paros imprevistos” e “limitaciones para abastecer la demanda de pedidos de los clientes”.

Las problemáticas identificadas, están generando que nuestros clientes no estén conformes con el producto y generen devoluciones y a la vez nos genere perdidas por, desperdicio, reproceso, tiempos improductivos y pérdidas económicas.

A continuación se presenta la descripción de los principales problemas identificados en el numeral 2.4.

1) Problema: “Reclamos de los clientes y defectos de productos en proceso”

a) Causas asignables a las Maquinarias:

- Fallas en las máquinas extrusoras, por limitaciones de mantenimiento.
- Variaciones de voltaje.

Efectos: Picaduras, rotura y bajo peso, que generan reproceso, desperdicio y tiempo improductivo.

b) Causas asignables a la Mano de Obra:

- Calibración incorrecta de extrusora por distracción e inexperiencia.
- Fallas en el control de defectos de mat [illegible] do en el lote de producción.

Efectos: Bajo peso, picaduras, roturas y espiral pequeño o expandido, que ocasionan devoluciones y reproceso.

c) Causas asignables a la Materia Prima:

- Mezcla incorrecta de materia prima virgen y reciclada.
- Materia prima (pigmentos) no conforme.

Efectos: Puntos negros y color no conforme, que generan devoluciones y reproceso.

d) Causas asignables a los Procesos:

- Prueba de extrusión.
- Falta de limpieza de pigmentos en las máquinas

Efectos: Desperdicio y color no conforme que ocasione reproceso.

2) Problema: "Paros imprevistos"

a) Causas asignables a la Maquinaria:

- Cambio de molde.
- Fallas mecánicas y eléctricas en las máquinas extrusoras, por inobservancias de mantenimiento.
- Variaciones de voltaje.

Efectos: Tiempos improductivos.

b) Causas asignables a la Mano de Obra:

- Ausentismo.
- Accidentes de trabajo.

Efectos: Tiempo improductivo.

c) Causas asignables a la Materia Prima:

- Falta de stock de materia prima.
- Materia prima con inconformidades.

Efectos: Tiempo improductivo.

3) Problema: "Limitaciones para abastecer la demanda de pedidos de los clientes"

d) Causas asignables a la Maquinaria:

- Restricciones de capacidad de la máquina formadora.
- Restricciones de capacidad de la máquina embobinadora.

Efectos: Capacidad ociosa en la máquina extrusora y pérdidas económicas.

e) Causas asignables a la Mano de Obra:

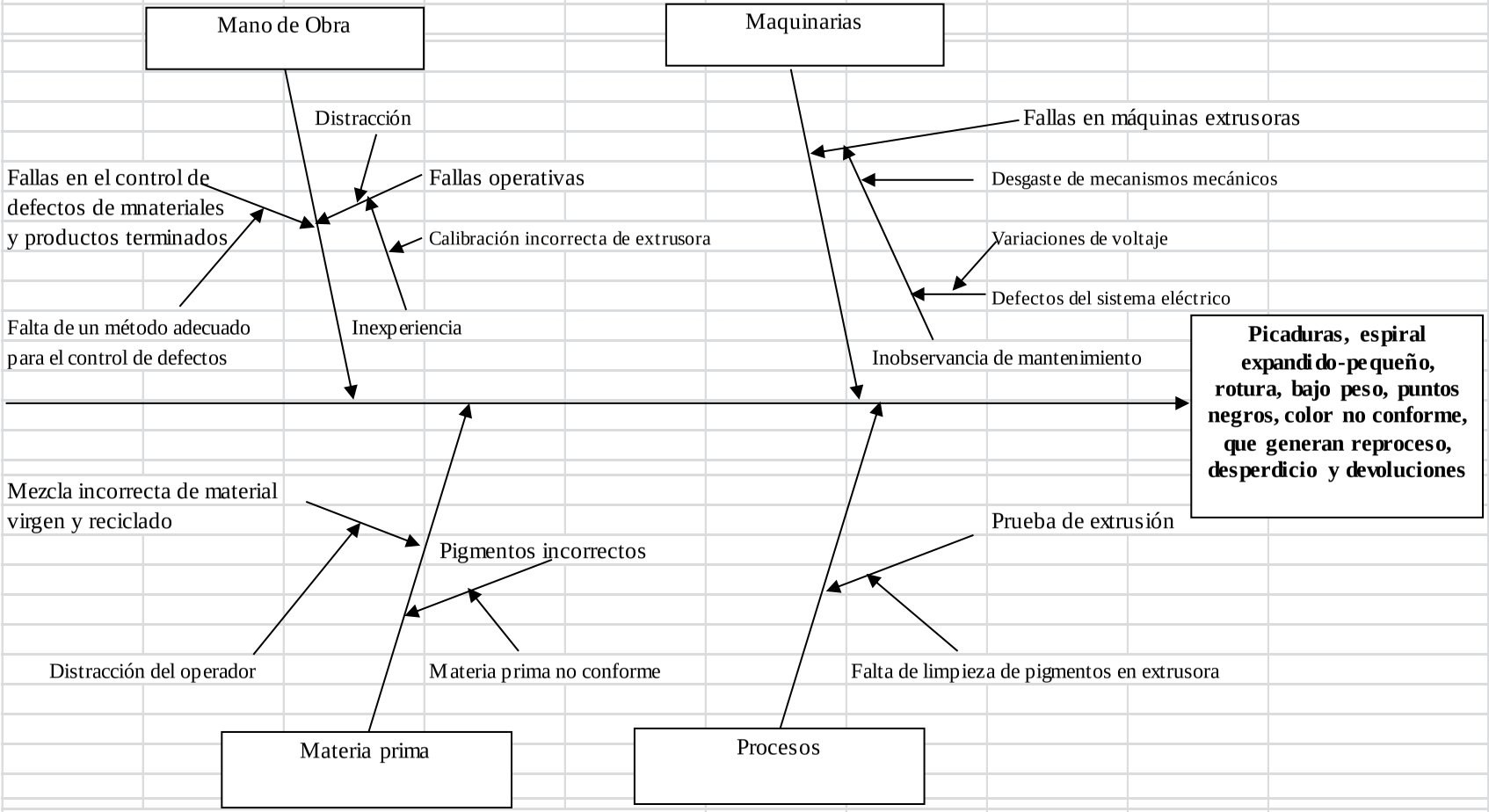
- Fatiga y cansancio del operador.
- Desconcentración.

Efectos: Tiempo improductivo y pérdidas económicas.

En el siguiente esquema se presenta el diagrama de Ishikawa de los principales problemas identificados.

GRÁFICA No. 7

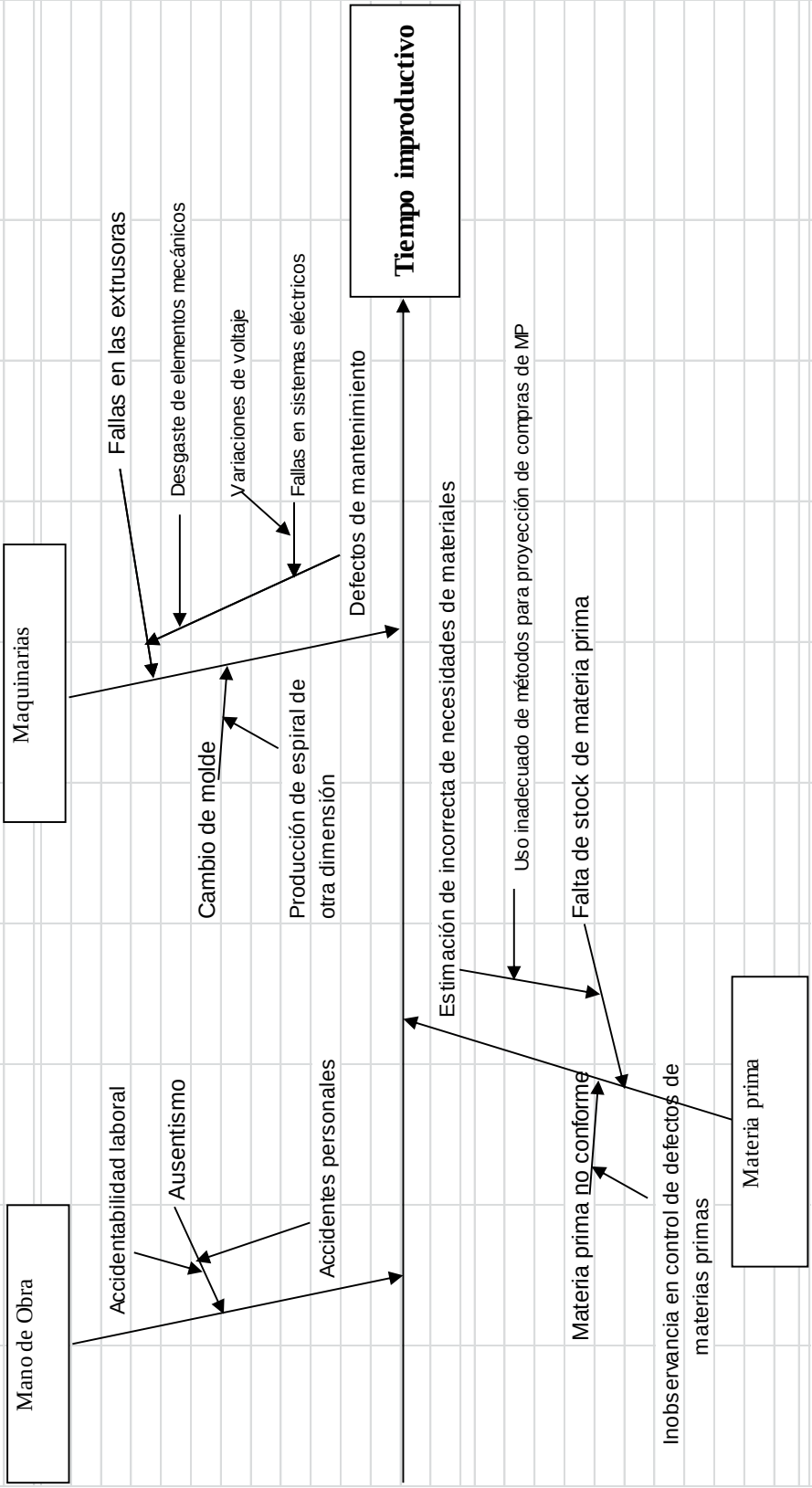
DIAGRAMA DE ISHIKAWA DEL PROBLEMA: RECLAMOS DE CLIENTES Y DEFECTOS DE PRODUCTOS.



Fuente: Análisis de los problemas que afectan al proceso productivo.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

GRÁFICA No. 8

DIAGRAMA DE ISHIKAWA DEL PROBLEMA: PAROS IMPREVISTOS.

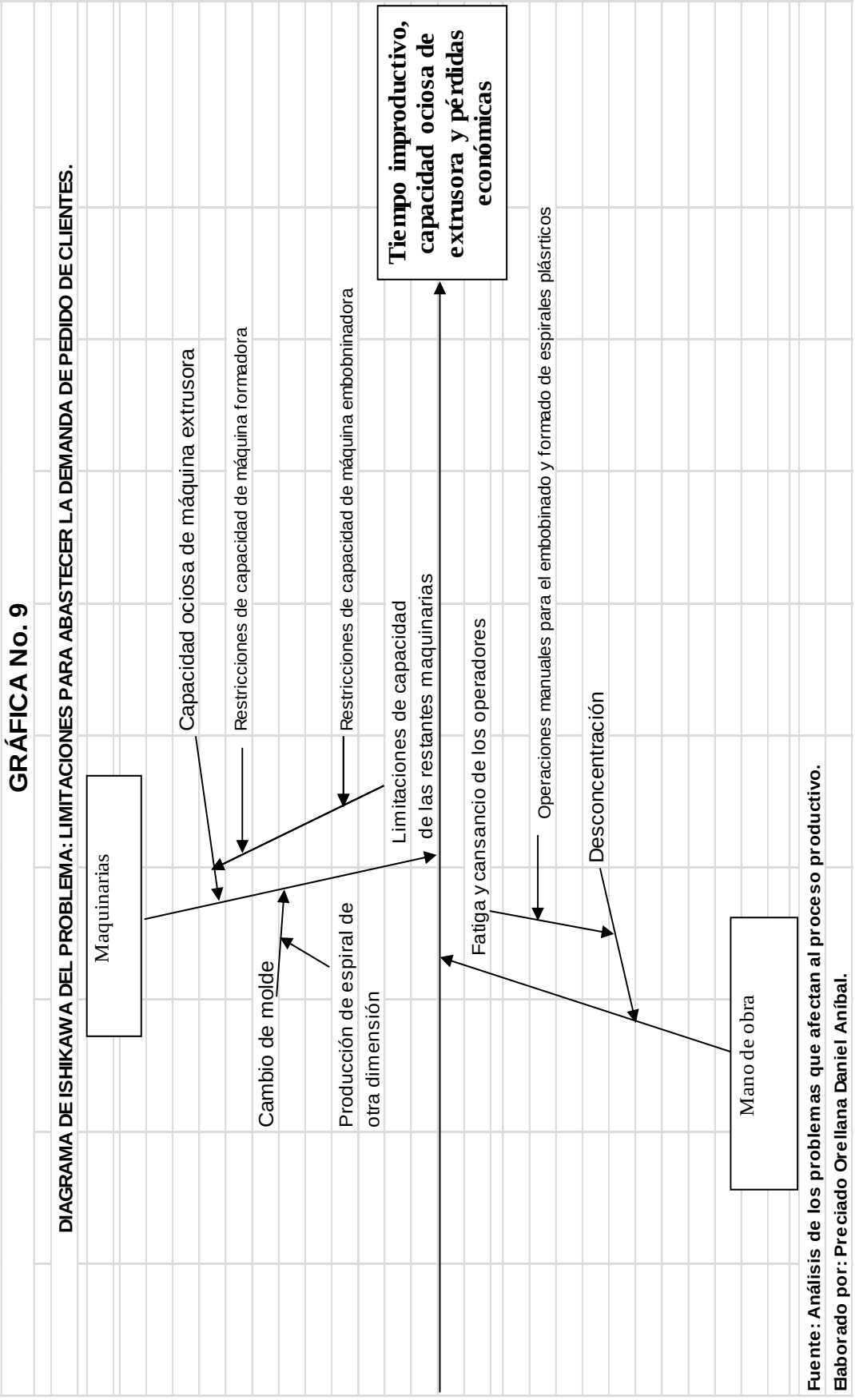


Fuente: Análisis de los problemas que afectan al proceso productivo.

Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

GRÁFICA No. 9

DIAGRAMA DE ISHIKAWA DEL PROBLEMA: LIMITACIONES PARA ABASTECER LA DEMANDA DE PEDIDO DE CLIENTES.



Fuente: Análisis de los problemas que afectan al proceso productivo.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

En el diagrama de Ishikawa se presentan de manera esquematizada, las causas de los problemas y los efectos que ocasionan en la eficiencia de la planta de producción.

Posteriormente se aplica la técnica del diagrama de Pareto para determinar la incidencia de los defectos y el tiempo improductivo en la planta de producción de espirales plásticos para encuadernación.

Para el efecto, se ha elaborado el siguiente análisis de frecuencia de los defectos observados en la planta de producción.

CUADRO No. 16

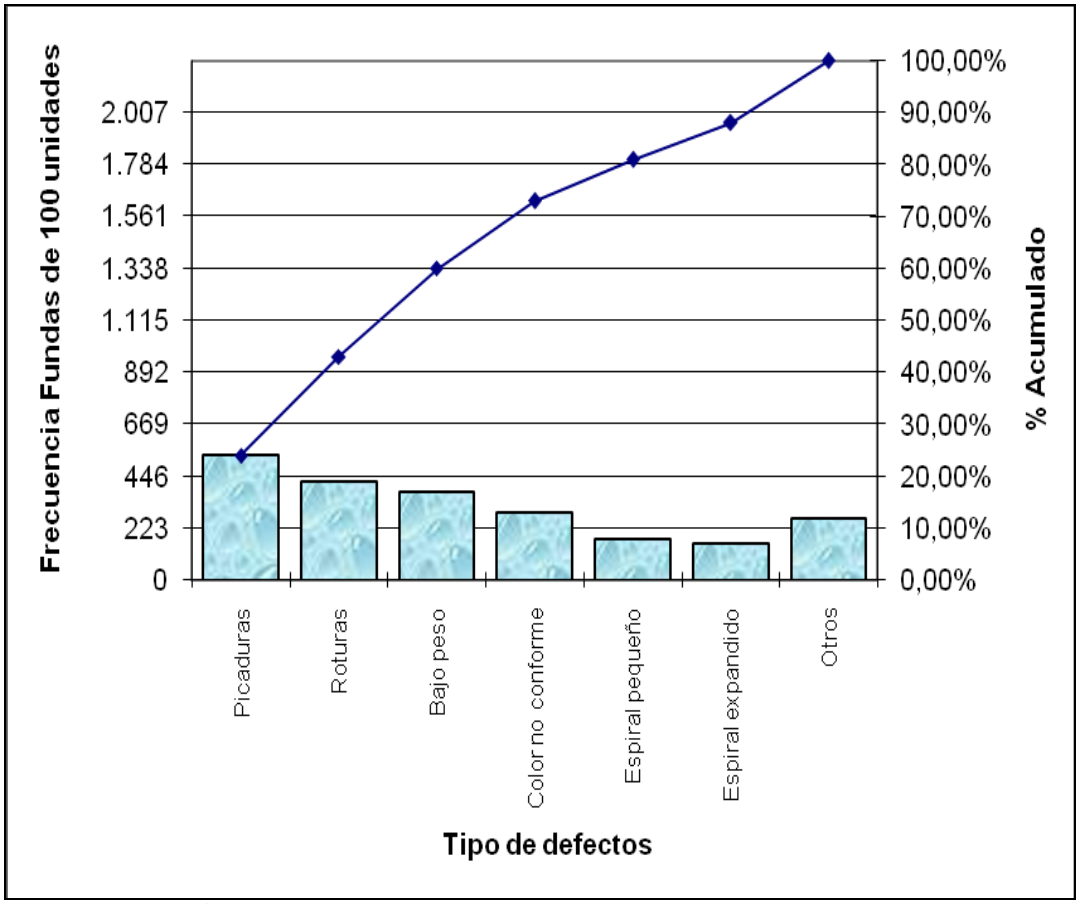
ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE DEFECTOS (DEVOLUCIONES Y REPROCESO) EN FUNDAS DE 100 UNIDADES.

Tipos de defectos	Frecuencia en fundas de 100 unidades	Frecuencia acumulada en fundas de 100 unid.	Frecuencia % en funda de 100 unid.	Frecuencia % acumulado en cientos / unidades
Picaduras	534	534	24,00%	24,00%
Roturas	423	957	19,00%	43,00%
Bajo peso	378	1.336	17,00%	60,00%
Color no conforme	289	1.625	13,00%	73,00%
Espiral pequeño	178	1.803	8,00%	81,00%
Espiral expandido	156	1.959	7,00%	88,00%
Otros	267	2.226	12,00%	100,00%
Total	**2.226**		**100,00%**	

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

GRÁFICO No. 10

DIAGRAMA DE PARETO.



Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

De acuerdo al diagrama de Pareto, los principales defectos (60%) observados en el proceso productivo de elaboración de espirales plásticos para encuadernación son las picaduras, roturas y bajo peso, las cuales son ocasionadas por fallas de las maquinaria debido a las limitaciones de mantenimiento o a variaciones de voltaje, por fallas operativas en la regulación de temperatura, en el ajuste de moldes y en la manipulación de las maquinarias, por materia prima no conforme, pero una de las causas principales para que ocurran los defectos se debe a los apuros de los trabajadores que son presionados por la alta dirección para poder abastecer la demanda, lo que los hace fallar y esto a su vez es ocasionado por las restricciones de la capacidad de las máquinas

formadoras y embobinadoras que no abastecen los requerimientos de la producción, generando capacidad ociosa en la extrusora.

En cuanto al análisis de frecuencia del problema correspondiente a los “paros no programados” este se presenta en el siguiente cuadro.

CUADRO No. 17

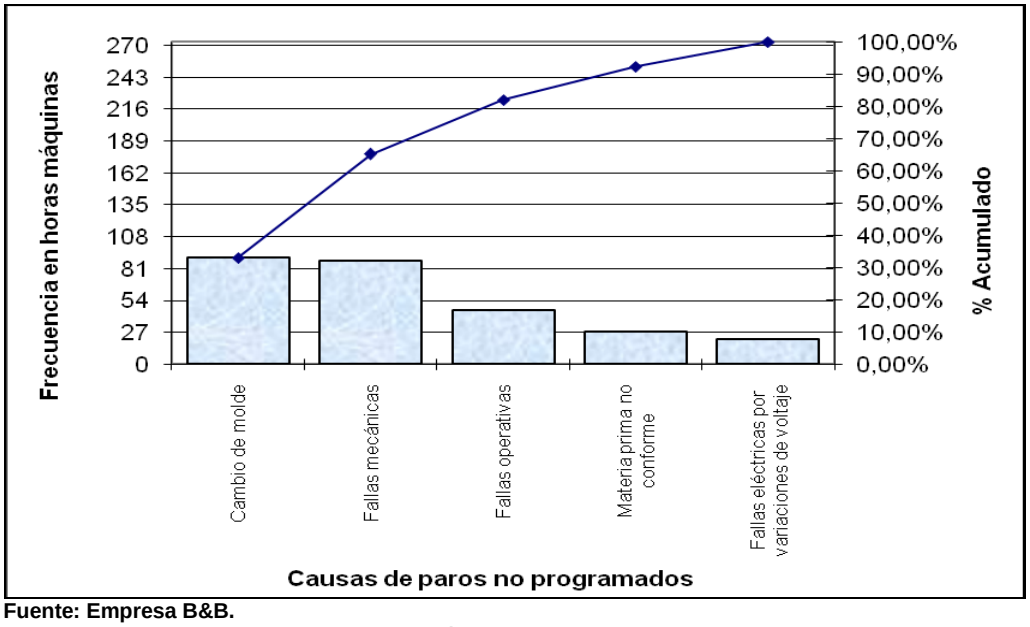
ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE HORAS IMPRODUCTIVAS.

Descripción	Horas máquinas improductivas	Horas máquinas improductivas acumuladas	% Horas máquinas improductivas	% Horas máquinas improductivas acumuladas
Cambio de molde	90	90	32,97%	32,97%
Fallas mecánicas	88	178	32,23%	65,20%
Fallas operativas	46	224	16,85%	82,05%
Materia prima no conforme	28	252	10,26%	92,31%
Fallas eléctricas por variaciones de voltaje	21	273	7,69%	100,00%
Total	**273**		**100,00%**	

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

GRÁFICO No. 11

DIAGRAMA DE PARETO. HORAS MÁQUINAS IMPRODUCTIVAS.



Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

El cambio de molde y las fallas mecánicas son las causas del tiempo improductivo que tienen mayor incidencia (65,20%) en la generación del tiempo improductivo, a pesar de ello la capacidad ociosa que se genera en la máquina extrusora es de mayor importancia para la planta de producción.

2.3 Impacto económico de problemas

Previo a la cuantificación de los problemas, se deberá calcular los costos de la materia prima, horas máquinas y horas hombres improductivas, así como del costo por hora del suministro eléctrico.

a) **Costos de hora – hombre. –** Los costos de la hora hombre improductiva se calculan de la siguiente manera:

$$\text{Costo hora hombre} = \frac{\text{Sueldo mensual}}{\text{22 días x 8 horas}} \text{ X 3 trabajadores}$$

$$\text{Costo hora hombre} = \frac{\$354{,}00}{\text{22 días x 8 horas}} \text{ X 3 trabajadores}$$

Costo hora hombre = $6,03

Los costos de la hora hombre improductiva han ascendido a la cantidad de **$6,03**.

Debido a que en una hora se pueden producir 5.958 espirales plásticos de encuadernación, que equivale a 59,58 fundas de cien unidades, entonces se procede de la siguiente manera para determinar el costo de la mano de obra improductiva por ciento.

$$\text{Costo mano de obra / ciento} = \frac{\text{Costo hora hombre}}{\text{Cientos / hora}}$$

$$\text{Costo mano de obra / ciento} = \frac{\$6{,}03}{59{,}58 \text{ cientos / hora}}$$

Costo mano de obra / ciento = $0,10

Los costos de la mano de obra improductiva por un ciento de unidades han ascendido a la cantidad de $0,10.

b) Costo de hora máquina. – Los costos de la hora máquina improductiva se calculan de la siguiente manera:

- Costo de la hora máquina = costo por hora máquina x No. de máquinas
- Costo de la hora máquina = $1,60 / máquina x 5 máquinas
- **Costo de la hora máquina = $8,00**

Los costos de la hora máquina improductiva han ascendido a la cantidad de $8,00.

Debido a que en una hora se pueden producir 5.958 espirales plásticos de encuadernación, que equivale a 59,58 fundas de cien unidades, entonces se procede de la siguiente manera para determinar el costo de la pérdida por ciento.

$$\text{Costo/máquina improductiva/ciento} = \frac{\text{Costo hora máquina}}{\text{cientos / hora}}$$

$$\text{Costo/máquina improductiva/ciento} = \frac{\$8{,}00}{59{,}58 \text{ cientos / hora}}$$

Costo/máquina improductiva/ciento = $0,13

Los costos referidos al tiempo de improductividad de las máquinas por cientos de unidades, han ascendido a la cantidad de $0,13.

c) **Suministro eléctrico. –** Los costos del suministro eléctrico por hora, se calculan de la siguiente manera:

$$\text{Costo suministro eléctrico por hora} = \frac{\text{Planilla luz}}{\text{22 días x 8 horas}}$$

$$\text{Costo suministro eléctrico por hora} = \frac{\$365{,}00}{\text{22 días x 8 horas}}$$

Costo suministro eléctrico por hora = $2,07

Los costos del suministro eléctrico por hora han ascendido a la cantidad de $2,07.

Debido a que en una hora se pueden producir 5.958 espirales plásticos de encuadernación, que equivale a 59,58 fundas de cien unidades, entonces se procede de la siguiente manera para determinar el costo del suministro eléctrico por ciento.

$$\text{Costo suministro eléctrico / ciento} = \frac{\text{Costo suministro eléctrico / hora}}{\text{Kg. / hora}}$$

$$\text{Costo suministro eléctrico / ciento} = \frac{\$2{,}07}{\text{59,58 cientos / hora}}$$

Costo suministro eléctrico / ciento = $0,0348

Los costos del suministro eléctrico por ciento de unidades, han ascendido a la cantidad de $0,0348.

d) **Cálculo de utilidades. –** De acuerdo a los datos de los principales directivos de la empresa, los precios por cada gama de cientos de espirales plásticos para encuadernación, tienen precios diferentes de venta al distribuidor.

En el siguiente cuadro se obtiene la utilidad unitaria por ciento de espirales plásticos para encuadernación:

CUADRO No. 18

UTILIDADES UNITARIAS POR CIENTO DE ESPIRALES.

Espesores	PVP	Costos	Utilidad
7 mm	$1,80	$1,20	$0,60
9 mm	$2,40	$1,60	$0,80
12 mm	$4,00	$2,70	$1,30
14 mm	$4,70	$3,20	$1,50
17 mm	$5,80	$3,90	$1,90

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Las utilidades unitarias por ciento de espirales varían dependiendo de los espesores de los productos.

a) Cuantificación del desperdicio.

Las pérdidas por concepto del desperdicio se calculan con los costos de la materia prima, suministro eléctrico, hora hombre y hora máquina improductiva.

CUADRO No. 19

COSTOS DEL DESPERDICIO POR CIENTO DE UNIDADES. 2014.

Espesor	Costos	Materia prima	Mano de obra	Máquina	Suministro eléctrico	Desperdicio	Pérdida anual
7 mm	$1,20	$0,48	$0,10	$0,13	$0,03	15,88	$11,92
9 mm	$1,60	$0,64	$0,10	$0,13	$0,03	10,59	$9,64
12 mm	$2,70	$1,08	$0,10	$0,13	$0,03	3,78	$5,10
14 mm	$3,20	$1,28	$0,10	$0,13	$0,03	2,79	$4,33
17 mm	$3,90	$1,56	$0,10	$0,13	$0,03	1,89	$3,46
					Total	**34,93**	**$34,45**

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Se puede apreciar que los costos del desperdicio ascienden a la cantidad de **$34,45**.

b) Cuantificación del reproceso.

Las pérdidas por concepto del desperdicio se calculan con los costos del suministro eléctrico, hora hombre y hora máquina improductiva.

CUADRO No. 20

COSTOS DEL REPROCESO POR CIENTO DE UNIDADES. 2014.

Espesor	Costos	Mano de obra	Máquina	Suministro eléctrico	Reproceso	Pérdida anual
7 mm	$1,20	$0,10	$0,13	$0,03	714,47	$193,16
9 mm	$1,60	$0,10	$0,13	$0,03	476,31	$128,77
12 mm	$2,70	$0,10	$0,13	$0,03	170,11	$45,99
14 mm	$3,20	$0,10	$0,13	$0,03	125,35	$33,89
17 mm	$3,90	$0,10	$0,13	$0,03	85,06	$23,00
				Total	**1.571,29**	**$424,81**

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Se puede apreciar que los costos del reproceso ascienden a la cantidad de **$424,81**.

c) Cuantificación de las devoluciones.

Las pérdidas por concepto de las devoluciones se cuantifican a través de la utilidad unitaria por ciento de espirales plásticos para encuadernación, como se presenta en el siguiente cuadro:

CUADRO No. 21

COSTOS DE LAS DEVOLUCIONES POR CIENTO DE UNIDADES.2014.

Espesor	Utilidad	Devoluciones	Pérdida anual
7 mm	$0,60	297,84	$178,71
9 mm	$0,80	198,56	$158,85
12 mm	$1,30	70,91	$92,19
14 mm	$1,50	52,25	$78,38
17 mm	$1,90	35,46	$67,37
	Total	**655,03**	**$575,49**

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Se puede apreciar que las pérdidas por concepto de las devoluciones de productos ascienden a la cantidad de **$575,49**.

d) Cuantificación de los pedidos no despachados por restricciones de la capacidad de la empresa.

Las pérdidas por concepto de los pedidos no despachados por restricciones de la capacidad de la empresa se cuantifican a través de la utilidad unitaria por ciento de espirales plásticos para encuadernación, como se presenta en el siguiente cuadro:

CUADRO No. 22
COSTOS DE PEDIDOS NO DESPACHADOS POR RESTRICCIONES DE LA CAPACIDAD DE LA EMPRESA POR CIENTO DE UNIDADES. 2014.

Espesor	Utilidad	Pedidos no despachados	Pérdida anual
7 mm	$0,60	2376,59	$1.425,96
9 mm	$0,80	1584,40	$1.267,52
12 mm	$1,30	565,86	$735,61
14 mm	$1,50	416,95	$625,42
17 mm	$1,90	282,93	$537,56
	Total	**5.226,72**	**$4.592,07**

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Se puede apreciar que las pérdidas por concepto de los pedidos no despachados por restricciones de la capacidad de la empresa ascienden a la cantidad de **$4.592,07**.

e) Cuantificación del tiempo improductivo.

Los costos del tiempo improductivo se cuantificarán con los costos de la hora máquina improductiva y de la hora hombre improductivo, que serán multiplicadas por la cantidad de horas improductivas, como se presenta a continuación:

- Costo del tiempo improductivo = (Costo de hora máquina improductiva + costo de hora hombre improductiva) x (tiempo improductivo)
- Costo del tiempo improductivo = ($6,03 + $8,00) x (273 horas)
- Costo del tiempo improductivo = ($14,03) x (273 horas)
- **Costo del tiempo improductivo = $3.831,31**

Los costos del tiempo improductivo han ascendido a la cantidad de **$3.831,31**.

f) Cuantificación global de las pérdidas.

La cuantificación global de las pérdidas anuales, se presenta en el siguiente cuadro:

CUADRO No. 23

MONTO DE PÉRDIDAS ANUALES.

Detalle	Pérdida anual total
Desperdicio	$34,45
Reproceso	$424,81
Devoluciones	$575,49
Pedidos no despachados por restricción de capacidad	$4.592,07
Tiempo improductivo	$3.831,31
Total	**$9.458,13**

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Las pérdidas anuales calculadas en el presente análisis, ascienden a la cantidad de **$9.458,13**, debido al desperdicio, devoluciones, reproceso, pedidos no despachados por restricciones de capacidad de la planta y tiempos improductivos, generados por los problemas de correspondientes a los reclamos de los clientes, defectos de los productos, paros no programados y limitaciones para abastecer la demanda de pedidos de los clientes.

2.4 Diagnóstico

La empresa PLASTICOS S. A. presenta problemas en la producción de espirales plásticos para encuadernación, los cuales corresponden a los reclamos de los clientes, defectos de los productos, paros no programados y limitaciones para abastecer la demanda de pedidos de los clientes, cuyas causas principales se deben a: fallas de las maquinaria debido a las limitaciones de mantenimiento o a variaciones de voltaje; fallas operativas en la regulación de temperatura, en el ajuste de moldes y en la manipulación de las maquinarias; materia prima no conforme; pero una de las causas principales para que ocurran los defectos se debe a los apuros de los trabajadores que son presionados por la alta dirección para poder abastecer la demanda, lo que los hace fallar y esto a su vez es ocasionado por las restricciones de la capacidad de las máquinas formadoras y embobinadoras que no abastecen los requerimientos de la producción, generando capacidad ociosa en la extrusora y en el área de despacho.

Las consecuencias de los problemas en mención, son: desperdicio, devoluciones, reproceso, pedidos no despachados por restricciones de capacidad de la planta y tiempos improductivos. Las pérdidas anuales calculadas en el presente análisis, ascienden a la cantidad de **$9.458,13**.

Se plantea como propuesta la automatización de los procesos de enfriamiento, embobinado y formación de espirales, para poder ocupar la capacidad ociosa de la máquina extrusora y aprovechar la capacidad del área de despacho.

CAPÍTULO III

PROPUESTA

Los principales problemas identificados en la presente investigación referente a los reclamos de los clientes, defectos de los productos, paros no programados y limitaciones para abastecer la demanda de pedidos de los clientes, traen como consecuencia desperdicio, devoluciones, reproceso, pedidos no despachados por restricciones de capacidad de la planta y tiempos improductivos.

Las causas principales para la ocurrencia de estas problemáticas corresponden a fallas de las maquinaria debido a las limitaciones de mantenimiento o a variaciones de voltaje; fallas operativas en la regulación de temperatura, en el ajuste de moldes y en la manipulación de las maquinarias; materia prima no conforme; pero una de las causas principales para que ocurran los defectos se debe a los apuros de los trabajadores que son presionados por la alta dirección para poder abastecer la demanda, lo que los hace fallar y esto a su vez es ocasionado por las restricciones de la capacidad de las máquinas formadoras y embobinadoras que no abastecen los requerimientos de la producción, generando capacidad ociosa en la extrusora y en despacho.

La propuesta contiene como alternativas de solución la automatización de los procesos de formado y embobinado de espirales para encuadernación o la implementación de un turno de trabajo adicional en las máquinas embobinadoras y formadoras, para cubrir la capacidad ociosa de las maquinarias extrusoras, opciones que serán analizadas en los numerales 4.1, 4.2 y 4.3 de la presente investigación, donde se aplicará herramientas de mantenimiento autónomo, teoría de restricciones

y automatización, como parte de la solución que será descrita en los siguientes numerales de este capítulo.

3.1. Planteamiento de alternativas de solución a problemas

Se propone como alternativas de solución a los problemas identificados, la adquisición de una máquina formadora automática y la implementación de un turno de trabajo, de manera que se pueda escoger entre ambas opciones para recomendar la más conveniente.

Además, cualquiera de las opciones que sean seleccionadas como propuesta de solución a los problemas identificados, debe ir acompañada de un programa de capacitación técnica para el talento humano, de manera que ellos puedan desempeñarse de mejor manera en la planta de producción.

3.1.1 Alternativas de solución para el problema

Para describir las alternativas de solución a los problemas analizados que corresponden a reclamos de los clientes, defectos de los productos, paros no programados y limitaciones para abastecer la demanda de pedidos de los clientes, se presenta el siguiente cuadro:

CUADRO No. 24

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN AL PROBLEMA PLANTEADO.

Causas	Efectos	Alternativa A	Alternativa B
• Calibración incorrecta de extrusora por distracción y presión de los directivos. • Restricciones de capacidad de la máquina formadora. • Restricciones de capacidad de la máquina embobinadora. • Fallas de maquinarias y variaciones de voltaje	**Desperdicio, devoluciones, reproceso, pedidos no despachados por restricciones de capacidad de la planta y tiempos improductivos**	Incremento de un turno de trabajo en el proceso de formado y embobinado (contratación de talento humano)	Adquisición de máquina formadora automática para manufactura de espirales para encuadernación

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Las alternativas se refieren en un caso a la adquisición de tecnología automatizada para los procesos de formado y embobinado de espirales plásticos para encuadernación, y, en el segundo caso a la contratación de 2 operadores para que realicen un turno adicional de trabajo en los procesos en mención, para que aprovechen la capacidad ociosa de la máquina extrusora.

En los siguientes subnumerales se analizan las alternativas de solución “A” y “B”.

3.1.1.1 Alternativa de solución “A”: “Incremento de un turno de trabajo en el proceso de formado y embobinado”.

La alternativa de solución “A” para la solución del problema de las limitaciones para abastecer la demanda de pedidos de los clientes, que ocasiona a su vez capacidad ociosa en la máquina extrusora, corresponde a la contratación de personal para los procesos de embobinado y formado de espirales plásticos para encuadernación.

Si se implementa esta alternativa de solución se incrementará la capacidad utilizada del equipo, evitando la adquisición de equipos y maquinarias, lo que redundará en un aumento del volumen de la producción.

Para el efecto, la alta dirección de la empresa, deberá contratar 2 operadores que tomarán el material semielaborado (hilo de diferentes espesores) que sale de la extrusora, para proceder a realizar los procesos de embobinado y formado de espirales plásticos para encuadernación.

Las actividades de selección, reclutamiento y contratación de talento humano, deben realizarse bajo el enfoque de la Gestión del Talento Humano, es decir, cumpliendo los pasos del análisis, descripción y diseño del perfil del

puesto de trabajo, selección, contratación, reclutamiento, capacitación y motivación del personal que se enrolará a la organización.

En el siguiente cuadro se presentan algunos aspectos de la alternativa de solución "A":

CUADRO No. 25

DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA "A".

Descripción	Características
No. de Operadores	**2**
Horario de trabajo	**17h00 a 01h00**
No. de Turno	**2**
Costo (Sueldo básico)	**$354,00 mensual c / operador**

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Como se puede apreciar en el cuadro, se contratarán 2 operadores, quienes ganarán un sueldo mensual de $354,00 cada uno.

Las ventajas de implementar un turno de trabajo adicional en la planta de producción, son las siguientes:

- **La empresa ahorrará egresos por inversiones en equipos y maquinarias.**
- **Se ocupará en mayor medida la capacidad de la máquina extrusora.**
- **Se podrá aumentar el nivel de satisfacción de los clientes, al entregarle su pedido tal como él lo requiere y en el momento oportuno.**

Las desventajas de implementar un turno de trabajo adicional en la planta de producción, son las siguientes:

- **Habrá mayor desgaste de los equipos actuales.**
- **Se incrementarán los costos de mantenimiento de los equipos.**
- **Se mantendrán los mismos problemas que presenta la tecnología actualmente.**

- **Aumentarán las necesidades propias del talento humano, al incrementarse el número de trabajadores en la empresa.**

3.1.1.2 Alternativa de Solución "B": "Adquisición de máquina formadora automática para manufactura de espirales para encuadernación"

Mediante esta alternativa de solución, se propone la renovación de tecnología en la planta de producción, automatizando los procesos de enfriamiento, embobinado y formado de espirales plásticos de encuadernación.

Para el efecto se plantea la simplificación del proceso de elaboración del producto, que ahora será efectuado en 3 fases: la extrusión de las resinas plásticas de PVC, el formado del anillo y el enfundado en grupos de 100 unidades, sin que sea necesario pasar por varias maquinarias y equipos, como la tina de enfriamiento, las embobinadoras y las formadoras actuales.

Se ha elaborado el siguiente cuadro de la maquina que se necesita:

CUADRO No. 26

CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA FORMADORA PROPUESTA.

Descripción	Características
Modelo	F-12890-A
Serie	110-110-002
Potencia nominal	5 HP
Marca	Power Machine
Procedencia	Brasileña
Capacidad	60 unidades / min.
Vida útil	10 años
Garantía	5 años
Año de fabricación	2014
Tiempo de llegada desde pedido	3 meses

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Las ventajas de implementar una máquina formadora automatizada en la planta de producción, son las siguientes:

- **Se aumentará la capacidad de la planta.**
- **Se facilitará el trabajo para los operadores.**
- **Se reducirá el esfuerzo, la fatiga y el cansancio.**
- **Se ocupará la capacidad ociosa de la extrusora.**
- **Se podrá tener stock para abastecer los pedidos de los clientes en periodos de altos niveles de la demanda.**
- **Se podrá aumentar el nivel de satisfacción de los clientes, al entregarle su pedido tal como él lo requiere y en el momento oportuno.**
- **Se reducirán los costos de mantenimiento en el equipo propuesto por que será nuevo.**

3.2 Costos de alternativas de solución

Se realizará un análisis de los costos de las alternativas de solución, detallando cada opción por separado.

3.2.1 Costos de Alternativa de Solución "A"

La alternativa de solución "A" se refiere al incremento de un turno de trabajo en el proceso de formado y embobinado, para lo cual se deberá contratar 2 trabajadores para que operen en ambos procesos.

La contratación de los operadores debe obedecer a los criterios legales establecidos en el Código del Trabajo, en donde se norman los montos de los salarios básicos, beneficios sociales y horas extras, por trabajar en un segundo turno de labores.

De esta manera, se ha calculado el siguiente costo, tomando como fuente la tablita de sueldos y salarios:

CUADRO No. 27

SUELDO DEL PERSONAL A CONTRATAR

Puesto	Dotac.	RMU.	IESS Part.	Horas Extras	Décimo Tercero	Décimo Cuarto	Costo Unit.	Costo Total
Operador	2	$ 354,00	$ 39,47	$ 152,01	$ 29,50	$ 29,50	$ 604,48	$ 1.208,96
							Total	**$ 14.507,49**

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Los sueldos del personal a contratar para que trabajen en el segundo turno de trabajo, ascenderán a la cantidad de $14.507,49**.**

3.2.2 Costos de Alternativa de Solución "B"

Los costos de la alternativa de solución "B" estarán dados por el monto a invertir en la adquisición de la máquina formadora automática, que reemplazará a las actuales maquinarias y equipos que realizan los procesos de enfriamiento, embobinado y formado de espirales plásticos para encuadernación.

Se ha elaborado el siguiente cuadro, donde se detallan los costos de la alternativa de solución "B".

CUADRO No. 28
COSTOS DE ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN "B".

Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Máquina formadora	1	$14.150,00	$14.150,00
		Subtotal	**$14.150,00**
Gastos de instalación y montaje	5%		$707,50
		Total	**$14.857,50**
Costos de mantenimiento anual	5%		$707,50

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Los costos de la inversión de la alternativa de solución “B” que corresponden a la adquisición de la máquina formadora automática, que reemplazará a las actuales maquinarias y equipos que realizan los procesos de enfriamiento, embobinado y formado de espirales plásticos para encuadernación, será igual a la suma de **$14.857,50**, el cual incluye los costos de instalación y montaje, a lo que se añaden los costos de mantenimiento que serán igual a $707,50.

La máquina formadora automática propuesta tiene una vida útil de 10 años y un tiempo de garantía de 5 años, para lo cual se adjunta la cotización del proveedor. (Ver **anexo No.**).

3.3 Evaluación y selección de alternativas de solución

Para proceder a la evaluación y selección de la alternativa que ofrecerá mayor viabilidad y que permitirá alcanzar los objetivos esperados, se realizará un análisis comparativo.

De esta manera, se han realizado las siguientes operaciones en los siguientes cuadros, comenzando por el análisis de la alternativa “A”:

CUADRO No. 29

ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN “A”: “INCREMENTO DE UN TURNO DE TRABAJO EN EL PROCESO DE FORMADO Y EMBOBINADO”.

Costos	Años					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Anual	$14.507,49	$14.507,49	$14.507,49	$14.507,49	$14.507,49	$14.507,49
Acumulado		$14.507,49	$29.014,97	$43.522,46	$58.029,95	$72.537,43

Fuente: Cuadro de costos de la alternativa “A”.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

El análisis continúa con la determinación de los costos anuales de la alternativa “B”.

CUADRO No. 30

ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN “B”: “ADQUISICIÓN DE MÁQUINA FORMADORA AUTOMÁTICA PARA MANUFACTURA DE ESPIRALES PARA ENCUADERNACIÓN”

Costos	**Años**					
	2015	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Anual	**$ 14.150,00**	$ 1.415,00	$ 1.415,00	$ 1.415,00	$ 1.415,00	$ 1.415,00
G.Inst. y Mont.	$ 707,50	$ 70,75	$ 70,75	$ 70,75	$ 70,75	$ 70,75
Subtotal	**$ 14.857,50**	**$ 1.485,75**	**$ 1.485,75**	**$ 1.485,75**	**$ 1.485,75**	**$ 1.485,75**
Acumulado		$ 1.485,75	$ 2.971,50	$ 4.457,25	$ 5.943,00	$ 7.428,75
Mantenimiento	$707,50	$ 707,50	$ 707,50	$ 707,50	$ 707,50	$ 707,50
Total		**$ 2.193,25**	**$ 3.679,00**	**$ 5.164,75**	**$ 6.650,50**	**$ 8.136,25**

Fuente: Cuadro de costos de la alternativa “B”.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Se puede observar que los costos de la alternativa de solución “B” a los cinco años de implementada la propuesta será igual a $8.136,25.

Con el análisis de los cuadros de costos de las alternativas de solución “A” y “B” se han elaborado el análisis comparativo para la selección de la alternativa más conveniente para la empresa.

De acuerdo a los datos del esquema del análisis comparativo, se han obtenido los siguientes resultados:

CUADRO No. 31

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.

Parámetros	**Pérdida por situación actual**	**Alternativa de Solución "A": "Incremento de un turno de trabajo en el proceso de formado y embobinado"**	**Alternativa de Solución "B": "Adquisición de máquina formadora automática para manufactura de espirales para encuadernación"**
Monto (incluido gastos de instalación y montaje)		$14.507,49	$14.857,50
Costos anuales	$9.458,13	$14.507,49	$1.485,75
Costos de mantenimiento			5% activo (anual) $707,50
Costos a 5 años	$47.290,67	$ 72.537,43	$15.565,00
Costos anuales incluyendo mantenimiento		$14.507,49	$2.193,25
Diferencia entre alternativas con situación actual		-$5.049,35	$6.970,85
Diferencia entre alternativas "A" y "B"		$12.314,24	
Vida útil		1 año	10 años
Garantía			5 años
Capacidad planta		60.804 cientos de espirales plásticos	74.880 cientos de espirales plásticos

Fuente: Análisis de la alternativa A y de la alternativa B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Según el análisis comparativo, la alternativa de solución "B" es la que generará mayores beneficios para la empresa, porque permitirá tener una mayor capacidad de producción y minimizará las pérdidas anuales, en mayor medida, por tanto, se recomienda a la empresa que escoja como alternativa de solución la adquisición de una máquina formadora

automática para la manufactura de espirales para encuadernación, para aumentar la capacidad de la planta de producción y poder satisfacer los requerimientos de los clientes de manera oportuna.

3.3.1 Actividades complementarias: Capacitación técnica del talento humano

Debido a que se ha sugerido a la empresa que escoja como alternativa de solución, la adquisición de una máquina formadora automática para la manufactura de espirales para encuadernación, se plantea también, como actividad complementaria, la capacitación técnica del talento humano para que pueda operar de manera eficiente el equipo propuesto.

Los costos de la capacitación técnica para la operación de la máquina formadora automática para la manufactura de espirales para encuadernación propuesta como alternativa “A”, la cual debe ser proporcionada por el fabricante o proveedor del mismo equipos, se presentan en el siguiente cuadro.

CUADRO No. 32

CAPACITACIÓN TÉCNICA DE LOS OPERADORES.

Detalle	Cantidad	Tiempo horas	Costo/hora	Costo total
Operadores	3 operador	30 horas	$5,00	$450,00
Refrigerios	3 x 6 unidades		$2,00	$36,00
			Anual	**$ 486,00**

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Los costos de la capacitación técnica del talento humano ascenderán a la cantidad de $486,00.

En el siguiente cuadro se presenta el cronograma de la capacitación para los operadores de la planta de producción.

CUADRO No. 33
CRONOGRAMA DE CAPACITACIÓN.

Tiempo	Temas	Mayo 2015				Junio 2015			
		09	16	23	30	06	13	20	27
3 horas	Breve introducción de los sistemas mecánicos y electromecánicos de la máquina formadora de espirales plásticas de encuadernación								
3 horas	Actividades de mantenimiento; como lubricación y mantenimiento								
3 horas	Problemas más frecuentes que se encuentran en los sistemas mecánicos y electromecánicos de la máquina formadora de espirales plásticas de encuadernación								
3 horas	Solución a los problemas de los sistemas mecánicos y electromecánicos de la máquina formadora de espirales plásticas de encuadernación								
3 horas	Uso de técnicas de mantenimiento autónomo para la conservación de sistemas mecánicos y electromecánicos de la máquina formadora de espirales plásticas de encuadernación								
3 horas	Recomendaciones de mantenimiento, duración de elementos, cambios oportunos, etc.								
3 horas	Recomendaciones varias del proveedor de la máquina formadora de espirales plásticas de encuadernación								
3 horas	Taller práctico sobre mantenimiento y conservación de máquina formadora de espirales plásticas de encuadernación								

Fuente: Empresa B&B.

Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Procesos complementarios. – El estudio de métodos bajo los diagrama de procesos, presenta el nuevo tiempo del método mejorado, el cual se reduce a la mitad, debido a que se simplificarán los procesos de enfriamiento, embobinado y formado, en uno solo que lo realizará la máquina formadora automática propuesta en la alternativa de solución "B" que se recomienda escoger a la alta dirección de la organización

En los **anexos No. 8** y **No. 9** se presentan los diagramas de análisis del proceso y de operaciones, mientras que en el **anexo No. 10** se presenta el diagrama de planta, donde se puede apreciar la posición en la planta que ocupará la máquina formadora automática propuesta.

De acuerdo al diagrama de análisis de operaciones propuesta, este es el resumen de ahorro de tiempo y actividades:

CUADRO No. 34

AHORRO DE ACTIVIDADES Y TIEMPO.

RESUMEN	**METODO ACTUAL**		**METODO PROPUES.**		**DIFERENCIA (AHORRO)**	
	NUM.	TIEM. SEG.	NUM.	TIEM. SEG.	NUM.	TIEM. SEG.
Operaciones	9	8,65	6	4,4	3	4,25
Transporte	6	1,9	5	1,4	1	0,5
Inspecciones	2	0,2	2	0,2	0	0
Total	**17**	**10,75**	**13**	**6,00**	**4**	**4,75**
Demoras	0	0	0	0	0	0
Almacenamiento	1	0	1	0	0	0

Fuente: Diagrama de análisis de operaciones propuesto.

Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Se puede observar que en el diagrama de análisis de operaciones propuesto, se reducen 4,75 segundos por cada 5 unidades fabricadas y disminuyen 4 operaciones porque la empresa ya no tendrá que enfriar, embobinar, desembobinar ni formar espirales en las máquinas actuales que son mecánicas y requieren de operaciones manuales, sino que el formado se lo realizará de manera automatizada, ahorrando recursos y tiempo.

3.3.2 Aporte de la propuesta

La propuesta de implementación de la máquina formadora automática para la manufactura de espirales para encuadernación en la planta de la empresa B&B, generará los siguientes beneficios para la organización y para sus clientes:

a) **Incremento de la capacidad de producción**.

En efecto, la actual capacidad de producción de la planta es de 1,75 seg. / unidad para las máquinas embobinadoras y formadoras actuales, mientras que la extrusora puede manufacturar 1 espiral / segundo. Con la propuesta, la máquina formadora automática podrá fabricar 1 espiral / segundo, igualando la capacidad de la extrusora y del área de enfundado, lo que redundará en el aumento de la producción, el cual se calcula de la siguiente manera:

Se puede apreciar que tomando como patrón o ejemplo, el espiral de 7 mm, las máquinas embobinadoras y formadoras de anillos, son aquellas que representan la restricción del proceso productivo, por tanto, el tiempo del ciclo por cada unidad es de 1,75 segundos por unidad producida.

Del esquema de capacidades de Propuesta . os siguientes resultados:

CUADRO No. 35

CAPACIDAD INSTALADA DE LA PLANTA.

Espesores	Seg./u	U./hora	U./día	Día/mes	U./mes	U./funda	Fundas/mes
7 mm	1,00	3.600,00	28.800,00	7	201.600,00	100	2.016,00
9 mm	1,29	2.800,00	22.400,00	6	134.400,00	100	1.344,00
12 mm	2,00	1.800,00	14.400,00	4	57.600,00	120	480,00
14 mm	2,71	1.326,32	10.610,53	4	42.442,11	120	353,68
17 mm	4,00	900,00	7.200,00	4	28.800,00	120	240,00
Total		**10.426,32**	**83.410,53**	**25**	**464.842,11**		**4.433,68**

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

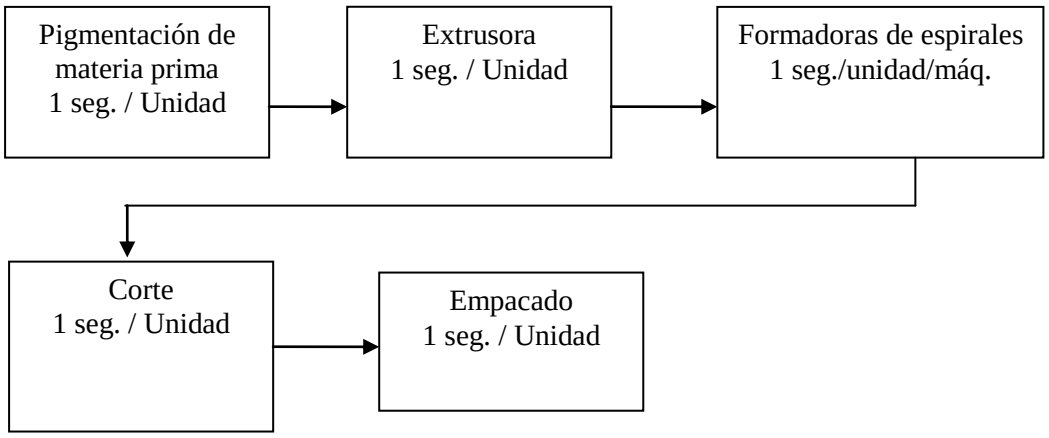
Se puede apreciar que la planta tiene una capacidad instalada de producción, de alrededor de 2.533 fundas (cientos) de espirales plásticos mensuales para encuadernación de documentos, la cual ascenderá a 4.433,68 con la implementación de la máquina formadora automática, es decir, un incremento del 75% en la capacidad de la planta.

Para una mejor comprensión de lo mencionado, se realiza el siguiente esquema de capacidades propuestas.

GRÁFICO No. 12

CAPACIDAD INSTALADA PROPUESTA DE LA EMPRESA.

PRODUCCIÓN DE ESPIRALES DE 7 MM.



Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Se puede apreciar que con la implementación de la máquina formadora automática para la manufactura de espirales para encuadernación, se igualan las capacidades en todos los procesos de la planta de la empresa B&B, alcanzándose el objetivo de la presente investigación.

Por tanto se puede manifestar que la alternativa escogida es factible en el aspecto técnico.

3.4 Plan de inversión y financiamiento

El plan de inversión contempla las inversiones que debe realizar la empresa para la implementación de la propuesta que se ha planteado en el capítulo IV.

3.4.1 Inversión fija

La inversión fija comprende todos aquellos activos fijos, que para que sean llamados de esta manera, deben superar la vida útil de 1 año. Forman parte de este rubro la Máquina formadora automática tomada del cuadro de costos de las alternativas de solución.

CUADRO No. 36

INVERSIÓN FIJA.

Detalle	Costo Total
Máquina formadora automática	$ 14.150,00
Subtotal	**$ 14.150,00**

Gastos de instalación y montaje	$ 707,50
Total Inversión Fija	Propuesta **$ 14.857,50**

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

La inversión fija corresponde a $14.857,50, de los cuales la máquina formadora automática representa $14.150,00, y los gatos de instalación y montaje $707,50.

3.4.2 Costos de operación

Los costos de operación comprenden todos aquellos gastos perecederos, como los sueldos, suministros, etc. Este rubro lo forman las cuentas tomadas del cuadro de costos de las alternativas de solución.

CUADRO No. 37

COSTOS DE OPERACIÓN.

Descripción	Costos	%
Mantenimiento	$ 707,50	44%
Capacitación anual	$ 486,00	30%
Suministros de oficina	$ 420,00	26%
Total Costos de Operación	**$ 1.613,50**	**100%**

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Los costos de operación corresponden a $1.613,50 de los cuales el mantenimiento representa el 44%, la capacitación representa el 30% y los suministros de oficina representan el 26%.

3.4.3 Inversión total

La inversión total es la suma de la inversión fija y los costos de operación, que ya fueron calculados, la cual asciende a la cantidad:

CUADRO No. 38

INVERSIÓN TOTAL.

Descripción	Costos	%
Inversión fija	$ 14.857,50	90,20%
Costos de operación		9,80%
Inversión total	**$ 16.471,00**	**100,00%**

Propuesta

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

La inversión total corresponde a $16.471,00 de los cuales la inversión fija representa el 90,20% y los costos de operación corresponden al 9,80%.

3.4.4 Financiamiento

La propuesta planteada en el capítulo IV del presente proyecto será financiada a través de un crédito financiado que será solicitado a la Corporación Financiera Nacional, institución financiera que ofrece una tasa de interés del 14% anual.

El crédito financiado por la institución tiene un plazo de pago de 3 años con 12 pagos trimestrales, como se presenta en el siguiente cuadro:

CUADRO No. 39

DATOS DEL CRÉDITO FINANCIADO.

Detalle	Costos
Inversión inicial	$ 14.857,50
Crédito Financiado (70% inversión fija) C	$ 10.400,25
Interés anual:	14,00%
Interés trimestral (i):	3,50%
Número de pagos en el transcurso de 3 años (n):	12

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

3.4.5 Amortización de la inversión crédito financiado

Para amortizar el crédito financiado se utiliza la siguiente operación matemática:

$$\text{Pago} = \frac{C \times I}{}$$

$$1 - (1 + I)^{-n}$$

$$\text{Pago} = \frac{\$10.400,25 \text{ X } 3,50\%}{1 - (1 + 3,5\%)^{-12}}$$

Propuesta

Pago = $364,01

Obtenido el pago trimestral de $364,01 se procede a elaborar la tabla de amortización del crédito financiado.

CUADRO No. 40

AMORTIZACIÓN DEL CRÉDITO FINANCIADO.

Trimestre	n	Crédito C	i	Pago	Deuda
Dic-15	**0**	$ 293.033,00	**3,00%**		**Σ (C,i,Pago)**
Mar-16	1	$ 10.400,25	$ 364,01	($ 1.076,26)	$ 9.688,00
Jun-16	2	$ 9.688,00	$ 339,08	($ 1.076,26)	$ 8.950,82
Sep-16	3	$ 8.950,82	$ 313,28	($ 1.076,26)	$ 8.187,84
Dic-16	4	$ 8.187,84	$ 286,57	($ 1.076,26)	$ 7.398,16
Mar-17	5	$ 7.398,16	$ 258,94	($ 1.076,26)	$ 6.580,83
Jun-17	6	$ 6.580,83	$ 230,33	($ 1.076,26)	$ 5.734,90
Sep-17	7	$ 5.734,90	$ 200,72	($ 1.076,26)	$ 4.859,37
Dic-17	8	$ 4.859,37	$ 170,08	($ 1.076,26)	$ 3.953,18
Mar-18	9	$ 3.953,18	$ 138,36	($ 1.076,26)	$ 3.015,29
Jun-18	10	$ 3.015,29	$ 105,54	($ 1.076,26)	$ 2.044,56
Sep-18	11	$ 2.044,56	$ 71,56	($ 1.076,26)	$ 1.039,86
Dic-18	12	$ 1.039,86	$ 36,40	($ 1.076,26)	($ 0,00)
	Total		**$ 2.514,86**	**($ 12.915,11)**	

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

En el siguiente cuadro se presenta el resumen de los costos financieros que genera la propuesta.

CUADRO No. 41

INTERESES ANUALES DEL CRÉDITO FINANCIADO.

Descripción	2016	2017	2018	Total

Costos financieros	$ 1.302,94	$ 860,06	$ 351,85	**$ 2.514,86**

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Luego, los intereses del crédito finan Propuesta **de $2.514,86.**

3.5 Evaluación financiera

Se evalúa la propuesta, mediante la comparación de ingresos y egresos, en el estado financiero conocido como balance económico de flujo de caja. Para lo cual se considera la siguiente operación matemática para la determinación de los ingresos del flujo de caja:

- **Beneficio a obtener = Ahorro por costo de pedidos no despachados por restricción de capacidad + Ahorro por reducción del tiempo improductivo**
- **Beneficio a obtener = $4.592,07+ $3.831,31**
- Beneficio a obtener = $8.423,38

De esta manera, se ha elaborado en el siguiente cuadro el balance económico de flujo de caja.

CUADRO No. 42

BALANCE ECONÓMICO DE FLUJO DE CAJA.

Descripción	Periodos					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ahorro a obtener		**$ 8.423,39**	**$ 8.591,86**	**$ 8.763,70**	**$ 8.938,97**	**$ 9.117,75**
Inversión Fija Inicial	**($ 14.857,50)**					
Costos de Operación						
Capacitación técnica		$ 707,50	$ 721,65	$ 736,08	$ 750,80	$ 765,82
Sueldo Recurso Humano		$ 486,00	$ 495,72	$ 505,63	$ 515,75	$ 526,06
Mantenimiento		$ 420,00	$ 420,00	$ 420,00	$ 420,00	$ 420,00

Gastos por intereses		$ 0,00	$ 0,00	$ 0,00		
Cotos de Operación anual		**$ 1.613,50**	**$ 1.637,37**	**$ 1.661,72**	**$ 1.686,55**	**$ 1.711,88**
Flujo de caja	**($ 14.857,50)**	**$ 6.809,89**	**$ 6.954,49**	**$ 7.101,98**	**$ 7.252,42**	**$ 7.405,87**
TIR	**37,66%**				Propuesta	
VAN	**$ 24.258,86**					

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Se observa que la propuesta generará un flujo de caja de $6.809,89 durante el primer año de implementada la propuesta, mientras que en el segundo año de implementada la propuesta se obtendrá la cantidad de $6.954,49, incrementando a $7.101,98 durante el tercer año.

3.5.1 Tasa Interna de Retorno

Cuando se utiliza los comandos de Excel (función financiera) se puede determinar el resultado de la Tasa Interna de Retorno (TIR) que es igual a 37,66%, el cual será verificado mediante la ecuación financiera para determinar el valor presente, utilizando la siguiente fórmula:

$$P = \frac{F}{(1 + i)^n}$$

Donde:

- **P es la inversión fija de $14.857,50.**
- **F son los flujos de caja por cada periodo anual considerado.**
- **n, es el número de años.**
- **i, son los valores de la tasa de interés con las cuales se interpolará.**

CUADRO No. 43

COMPROBACIÓN DE TASA INTERNA DE RETORNO TIR.

Año (n)	P	F	i	P_1
2015 (0)	**$ 14.857,50**			
2016 (1)		$ 6.809,89	37,66%	$ 4.946,99
2017 (2)		$ 6.954,49	37,66%	$ 3.670,00
2018 (3)		$ 7.101,98	37,66%	$ 2.722,58
2019 (4)		$ 7.252,42	37,66%	$ 2.019,69

2020 (5)		$ 7.405,87	37,66%	$ 1.498,23
Total			**VAN_1**	**$ 14.857,50**

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Luego de realizar las proyecciones se obtuvo el valor de la Tasa Interna de Retorno, dando como resultado una tasa Propuesta **al que se obtuvo usando las funciones financieras del programa Microsoft Excel, esto pone de manifiesto la factibilidad del proyecto, ya que supera a la tasa del 14% de descuento que se ha considerado.**

3.5.2 Valor Actual Neto

El Valor Actual Neto puede ser comprobado a través de la misma ecuación financiera que se utilizó durante el análisis de la Tasa Interna de Retorno (TIR), es decir, con la fórmula para determinar el valor futuro de la inversión:

$$P = \frac{F}{(1 + i)^n}$$

Donde:

- **P = Valor Actual Neto (VAN)**
- **F = Flujos de caja por cada periodo anual considerado.**
- **n = número de años.**
- **i = tasa de descuento del 14%**

En el siguiente cuadro se presentan los resultados obtenidos al utilizar la ecuación del valor futuro, como parte de la comprobación del Valor Actual Neto (VAN):

CUADRO No. 44

COMPROBACIÓN DEL VALOR ACTUAL NETO VAN.

Años (n)	P	F	I	P

2015 (0)	**$ 14.857,50**			
2016 (1)		$ 6.809,89	14,00%	$ 5.973,59
2017 (2)		$ 6.954,49	14,00%	**$ 5.351,25**
2018 (3)		$ 7.101,98	**14,00%**	$ 4.793,63
2019 (4)		$ 7.252,42	14,00%	$ 4.294,01
2020 (5)		$ 7.405,87	14,00%	$ 3.846,37
				Propuesta
			Total	**$ 24.258,86**

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

Se ha obtenido un Valor Actual Neto de $24.258,86, este valor es semejante al que se consiguió con el análisis de las funciones financieras del programa Microsoft Excel, por ser mayor a la inversión inicial que corresponderá a $14.857,50, se demuestra la posibilidad del proyecto.

3.5.3 Recuperación del capital

El tiempo de recuperación de la inversión se lo determina utilizando la ecuación financiera con la cual se comprobó los criterios económicos Tasa Interna de Retorno TIR y el Valor Actual Neto VAN, considerando como el valor de i, a la tasa de descuento considerada de 14%. A continuación se presenta la ecuación financiera para la determinación del valor futuro.

$$P = \frac{F}{(1 + i)^n}$$

En el siguiente cuadro se presentan los resultados obtenidos al utilizar la ecuación:

CUADRO No. 45

PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.

Años (n)	**P**	**F**	**I**	**P**	**P**
2012 (0)	**$ 14.857,50**				**Acumulado**
2013 (1)		$ 6.809,89	14,00%	$ 5.973,59	$ 5.973,59
2014 (2)		**$ 6.954,49**	**14,00%**	**$ 5.351,25**	**$ 11.324,84**
2015 (3)		**$ 7.101,98**	**14,00%**	**$ 4.793,63**	**$ 16.118,47**

2016 (4)		$ 7.252,42	14,00%	$ 4.294,01	$ 20.412,49
2017 (5)		$ 7.405,87	14,00%	$ 3.846,37	**$ 24.258,86**

Fuente: Empresa B&B.
Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

En el tercer año el valor de P acumula Propuesta **la recuperación de la inversión, ha sobrepasado el monto de la inversión inicial de $14.857,50, razón por la que se debe obtener el periodo de recuperación de la inversión en periodos mensuales para establecer cuándo serán recuperados los costos de los activos fijos.**

- Valor de P del tercer año = $ 4.742,61

Valor de P mensual del cuarto año = $\frac{\$\ 4.793,63}{12}$

- Valor de P mensual del tercer año = $399,00

La diferencia entre el valor de la inversión inicial y el flujo acumulado del primer año es el siguiente:

- Diferencia entre el valor de la inversión inicial y el valor P del primer año = $14.857,50 - $11.324,84
- Diferencia entre el valor de la inversión inicial y el valor P del primer año = $3.532,66

Entonces, se opera de la siguiente manera:

Recuperación de la inversión = $\frac{\text{Inversión inicial - P del segundo año}}{\text{Valor de P mensual del tercer año}}$

Periodo de Recuperación de la inversión = $\frac{\$3.532,66}{\$399,00}$

Periodo de recuperación de la inversión = 9 meses

Luego, la inversión será recuperada en el periodo de 2 años y 9 meses, de acuerdo al análisis realizado con la ecuación financiera del valor futuro. Debido a que los activos fijos que se requieren para la implementación de la propuesta, tienen una vida útil mayor de Propuesta **ón tiene factibilidad económica.**

3.5.4 Coeficiente beneficio costo

Para determinar el coeficiente beneficio costo se ejercita la siguiente ecuación:

$$\text{Coeficiente Beneficio / Costo} = \frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}}$$

Donde:

- **Beneficio de la propuesta = Valor Actual Neto (VAN) = $24.258,86.**
- **Costo de la propuesta = Inversión inicial = $14.857,50.**

Aplicando la ecuación matemática:

$$\text{Coeficiente Beneficio / Costo} = \frac{\$24.258,86}{\$14.857,50}$$

Coeficiente Beneficio / Costo = 1,63

El coeficiente Beneficio / Costo indica que por cada dólar que se va a invertir, se recibirá $1,63 es decir, que se obtendrá $0,63 de beneficio por

cada dólar invertido, lo que indica que la ejecución de la propuesta será factible y beneficioso para la empresa.

3.5.5 Resumen de criterios económicos

El resumen de los indicadores económi Propuesta **ón, es el siguiente:**

- Tasa Interna de Retorno TIR = **37,66%** > tasa de descuento **14%**. **ACEPTADO**.
- Valor Actual Neto VAN = **$24.258,86** > inversión inicial (**$14.857,50**). **ACEPTADO**.
- Tiempo de recuperación de la inversión = **2 años y 9 meses** < vida útil del proyecto (**60 meses**). **ACEPTADO**.
- Coeficiente beneficio costo = **1,63** > **1 ACEPTADO**.

En definitiva los criterios financieros indican la factibilidad y sustentabilidad del proyecto.

3.6 Planificación y cronograma de implementación

Una vez que se ha calculado los indicadores financieros, se efectúa el cronograma de implementación de la propuesta, para lo cual se deberán realizar las siguientes actividades:

- Se deberá enviar una solicitud a la entidad financiera señalando los requerimientos del crédito financiero, que necesita la empresa para la adquisición de los activos fijos.
- Adquisición de máquina formadora automática, después de haber realizado las respectivas cotizaciones del activo, se procederá a la selección del proveedor que suministrará el activo fijo.
- Instalación y montaje de la máquina formadora automática, que luego deberá pasar por una prueba y su puesta en marcha.

- Programa de capacitación para el talento humano que se dedica a la realización de las actividades operativas, para que pueda operar eficientemente la máquina formadora propuesta.

La planificación de las actividades que contemplará la propuesta de implementación de una máquina forma[illegible] Propuesta [illegible]rá superar las restricciones del sistema productivo, se elaborará con base en el soporte informático del programa Microsoft Project, con el que se aplicará la técnica del Diagrama de Gantt, herramienta de mucha utilidad metodológica para la administración de proyectos. Para el efecto, se presenta el diagrama de Gantt en el anexo No. 7**.**

En cuanto a la programación de las actividades para la puesta en marcha de la propuesta, esta se presenta a continuación:

- **Las actividades para la consecución del crédito financiado tardarán 7 días aproximadamente.**
- **La compra de la máquina formadora automática tardará como mínimo 23 días, desde su cotización hasta su implementación y operación.**
- **El programa de capacitación técnica para los operadores tendrá una duración de 16 días.**
- **La propuesta requerirá de un presupuesto global de $18.985,86 incluidos los gastos por intereses del préstamo.**

3.7 Conclusiones

La empresa B & B es una organización del sector privado dedicada a la fabricación de espirales plásticos para encuadernación, que ha presentado problemas en su proceso productivo, identificándose que los principales defectos en la planta de producción son las picaduras, roturas y bajo peso, las cuales son ocasionadas por fallas de las maquinaria debido a las limitaciones de mantenimiento o a variaciones de voltaje, por

fallas operativas en la regulación de temperatura, en el ajuste de moldes y en la manipulación de las maquinarias, por materia prima no conforme.

No obstante, la causa principal para que ocurran los defectos se debe a los apuros de los trabajadores que son presionados por la alta dirección para poder abastecer la demand Propuesta a su vez esta problemática es ocasionada por las restricciones de la capacidad de las máquinas formadoras y embobinadoras que no abastecen los requerimientos de la producción, generando capacidad ociosa en la extrusora.

Las consecuencias de los problemas que ocasionan desperdicio, devoluciones, reproceso, pedidos no despachados por restricciones de capacidad de la planta y tiempos improductivos, se refieren a las pérdidas anuales que ascienden a la cantidad de **$9.458,13**.

Se plantea como propuesta la automatización de los procesos de enfriamiento, embobinada y formación de espirales, para poder ocupar la capacidad ociosa de la máquina extrusora y aprovechar la capacidad del área de despacho.

La alternativa de solución escogida como propuesta para la empresa, consiste en la implementación de una máquina formadora automática para la manufactura de espirales para encuadernación, porque permitirá tener una mayor capacidad de producción y minimizará las pérdidas anuales, para aumentar la capacidad de la planta de producción y poder satisfacer los requerimientos de los clientes de manera oportuna.

En efecto, la actual capacidad de producción de la planta es de 1,75 Seg. / Unidad para las máquinas embobinadoras y formadoras actuales, mientras que la extrusora puede manufacturar 1 espiral / segundo. De

esta manera, la capacidad instalada de producción actual de 2.533 fundas (cientos) de espirales plásticos mensuales para encuadernación ascenderá a 4.433,68 con la implementación de la máquina formadora automática, es decir, un incremento del 75% en la capacidad de la planta.

La inversión total de la propuesta asciende al monto de $16.741,00, de los cuales la inversión fija corresponde al 90 Propuesta de operación el 9,80% ($1.613,50).

La inversión se recupera en el periodo de 2 años 9 meses, por lo tanto, la inversión es factible desde el punto de vista económico, puesto que la vida útil de la propuesta es mayor de 5 años de vida útil de la propuesta.

La Tasa de Retorno de la Inversión TIR es igual a 37,66% que es superior al 14,00% de la tasa de descuento con que se compara la inversión, es decir, que la propuesta es factible. El Valor Actual Neto (VAN) asciende al monto de $24.258,86 que es el beneficio que generará la propuesta y es mayor a la inversión inicial que suma $14.857,50, demostrando su sustentabilidad y factibilidad de la propuesta.

En definitiva, la solución escogida para la eliminación de la restricción del sistema productivo, tiene factibilidad técnica y económica, resultados que se observan con el incremento del 75% de la capacidad de la planta y la recuperación de la inversión en un tiempo de 2 años 9 meses, además que los demás indicadores financieros ponen de manifiesto la conveniencia de la inversión propuesta.

3.8 Recomendaciones

Actualmente la empresa B & B presenta restricciones en la producción de espirales plásticos para encuadernación debido a que la extrusora tiene mayor capacidad instalada que las restantes maquinarias de la línea, como son los procesos de enfriamiento y embobinado del hilo de resinas plásticos y el formado de espirales.

De esta manera, se ha sugerido las siguientes recomendaciones a la empresa B & B.

a) **Reemplazar los equipos y maquinarias de enfriamiento, embobinado y formado, por una máquina formador** Propuesta **3 procesos simultáneamente en una menor cantidad de tiempo, para que haya equidad entre los procesos de extrusión y formado de espirales plásticos de encuadernación.**
b) **Capacitar al talento humano, mediante la alianza con proveedores de equipos y maquinarias que son quienes disponen del personal técnico que conoce a profundidad los sistemas de estos equipos, de manera que los operadores de la planta pueda operarla de la manera más eficiente para obtener mayor provecho técnico y económico.**
c) **Motivar al talento humano mediante incentivos adecuados, que permitan mejorar la eficiencia de la producción.**
d) **Si el caso amerita, se debe contemplar la posibilidad de trabajar horas extras, de manera que se mejore los niveles de producción y se cubra la demanda de los pedidos del producto.**
e) **Reducir costos de fabricación mediante estrategias corporativas que permitan maximizar ingresos y minimizar costos de manufactura, operando con la misma tecnología propuesta.**

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Diagrama de Ishikawa. – El diagrama de causa efecto diagrama de ISHIKAWA es un método grafico que refleja la relación entre una característica de calidad muchas veces un área problemática y los factores que posiblemente contribuyen a que exista. En otras palabras es una gráfica que relaciona el efecto problema con sus causas potenciales. El diagrama de Ishikawa es una gráfica en la cual, en el lado derecho, se anota el problema y en el lado izquierdo se especifican por escrito todas sus causas potenciales, de tal manera que se agrupan o estratifican de acuerdo con sus similitudes en ramas y subrayas, por ejemplo, una clasificación de las causas potenciales de los problemas en manufacturas son: mano de obra, materiales, métodos de trabajo, maquinarias, medición y medio ambiente.

Diagrama de Pareto. – La estratificación es una estrategia de clasificación de datos de acuerdo con variables o factores de intereses, de tal forma que en una situación dad se facilite la identificación de las fuentes de las variables siguen de los problemas. La estrategia busca contribuir a la solución de una situación problemática, mediante la clasificación o agrupación de los problemas de acuerdo con los diversos factores que pueden influir en lo mismo, como pueden ser tipos de fallas, método de trabajo, maquinaria, turnos, obreros, proveedores, materiales.

Entrevista. – La entrevista es una forma específica de interacción social que tiene por objeto recolectar datos para una indagación.

El investigador formula preguntas a las personas capaces de aportarle datos de interés, estableciendo as partes busca recoger informaciones y la otra es la fuente de esas informaciones. Su principal ventaja radica en que son los mismos actores sociales quienes proporcionan los datos relativos a sus conductas, opiniones, deseos, actitudes y expectativas.

Estratificación. – Es una poderosa estrategia de búsqueda que facilite entender como influyente los diversos factores o variantes que intervienen en una situación problemática, de tal forma que se pueda localizar prioridades y pistas que permitan profundizar en la búsqueda de las verdaderas causas de un problema

Medición. – Se desarrolla con el objetivo de obtener la información numérica acerca de una propiedad o cualidad del objeto o fenómeno, donde se comparan magnitudes medibles y conocidas. Es decir es la atribución de valores numéricos a las propiedades de los Objetos. En la medición hay que tener en cuenta el objeto y la propiedad que se va a medir, la unidad y el instrumento de medición, el sujeto que realiza la misma y los resultados que se pretenden alcanzar.

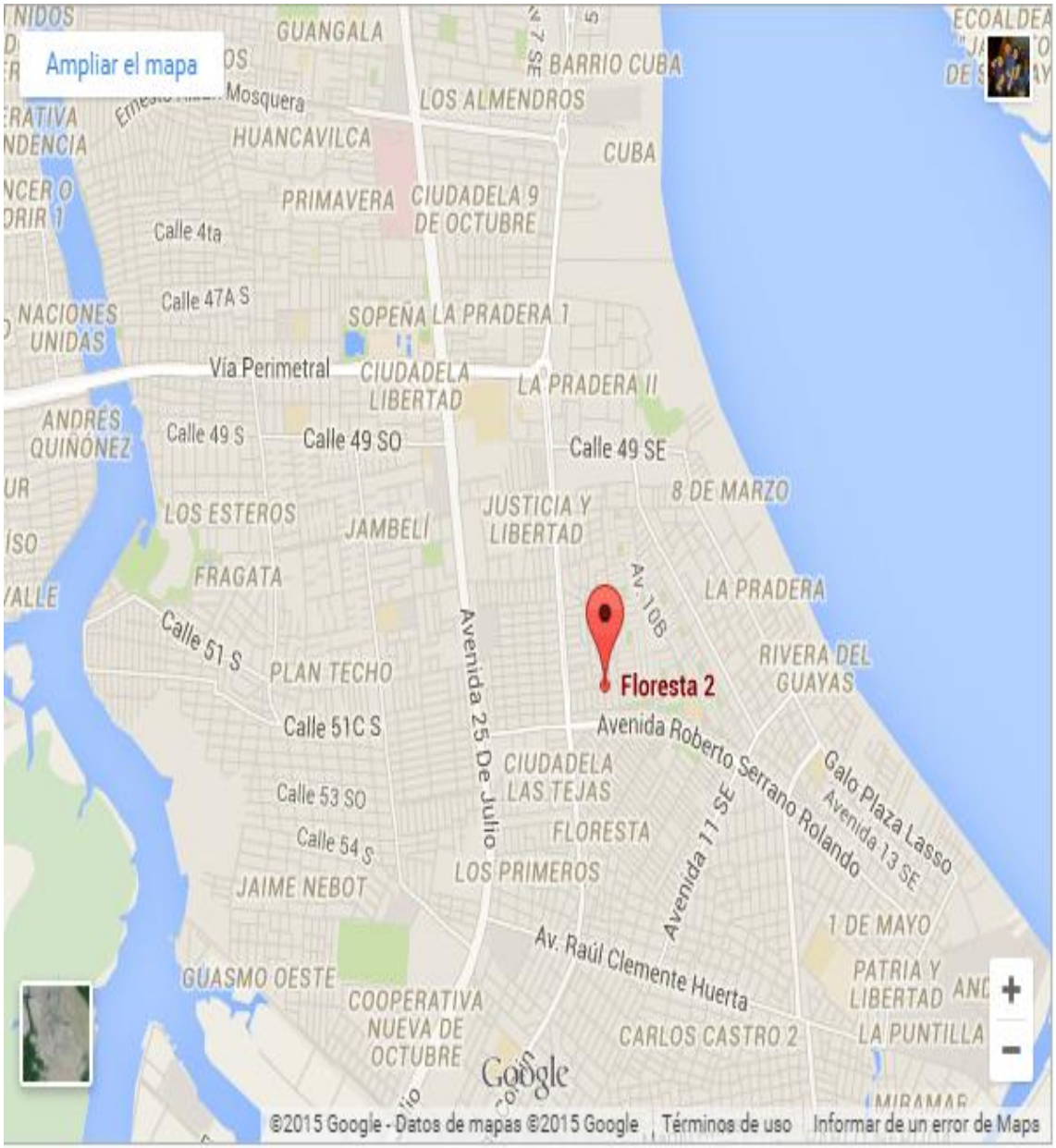
Método de investigación. – Es una especie de brújula en la que no se produce automáticamente el saber, pero que evita perdernos en el caos aparente de los fenómenos, aunque solo sea porque nos indica como no plantear los problemas y como no sucumbir en el embrujo de nuestros prejuicios predilectos. El método independiente del objeto al que se aplique, tiene como objetivo solucionar problemas.

Observación. – Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis. La observación es un elemento fundamental de todo proceso investigativo; en ella se apoya el investigador para obtener el mayor numero de datos. Gran parte del acervo de conocimientos que constituye la ciencia ha sido lograda mediante la

ANEXOS

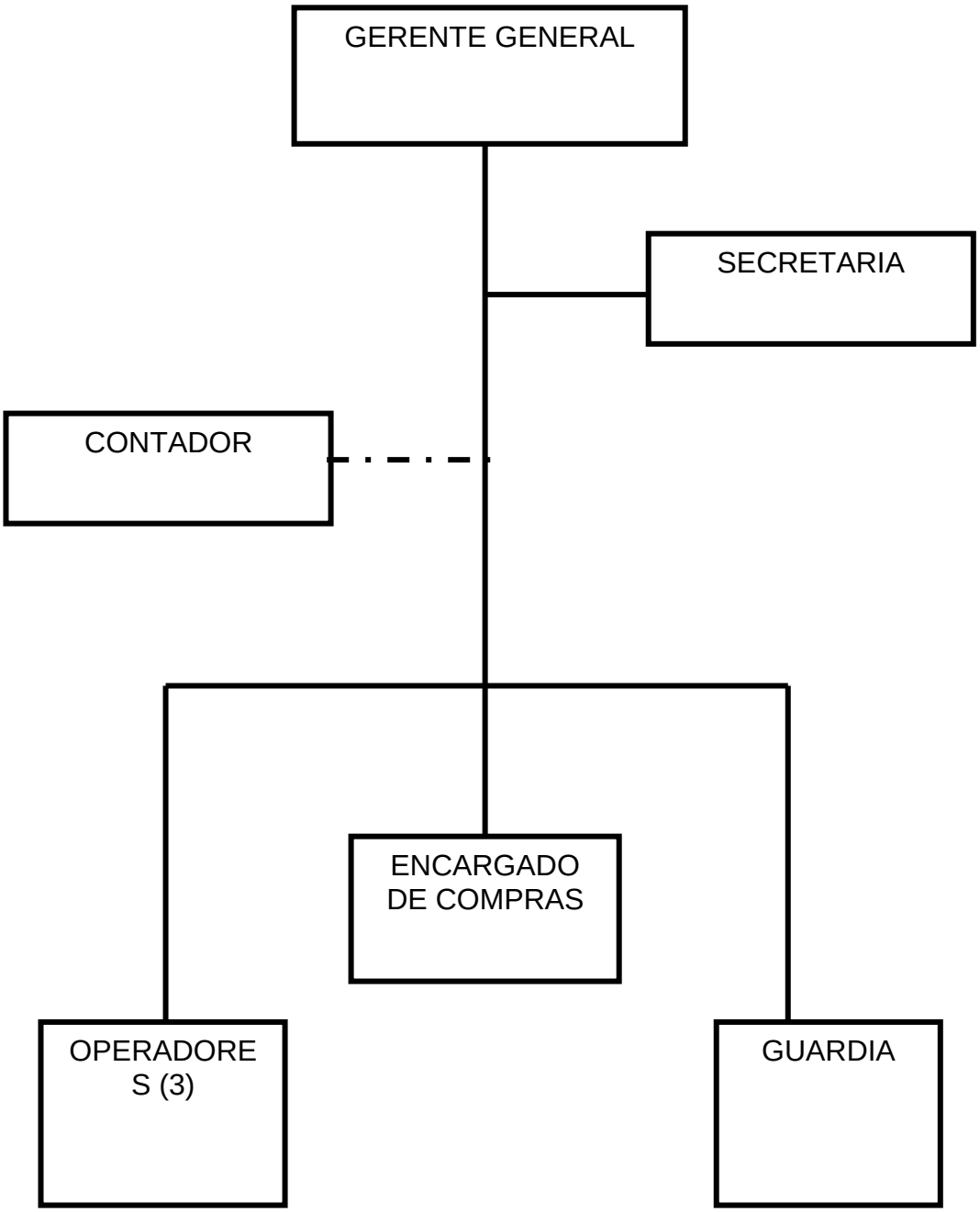
ANEXO No. 1

UBICACIÓN DE LA EMPRESA B&B



ANEXO No. 2

ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL


GERENTE GENERAL
SECRETARIA
CONTADOR
ENCARGADO DE COMPRAS
OPERADORES (3)
GUARDIA

ANEXO No. 3

DIAGRAMA ACTUAL DE ANALISIS DE LAS OPERACIONES DE PROCESO

ANEXO No. 4

ANEXO No. DIAGRAMA ACTUAL DE ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES DEL PROCESO.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES

OBRERO **PIEZA** **DOCUMENTO**

TRABAJO ESTUDIADO: Producción de espirales plásticos de encuadernación (5)

HECHO POR: Preciado Orellana Daniel Aníbal

APROBADO POR:

RECURSO HUMANO: Operadores

ACTUAL - PROPUESTO

RESUMEN POR	METODO ACTUAL NUM.	METODO ACTUAL TIEM. SEG.	METODO PROPUES. NUM.	METODO PROPUES. TIEM. SEG.	DIFERENCIA NUM.	DIFERENCIA TIEM. SEG.
○	9	8,65				
⇨	6	1,9				
□	2	0,2				
TOTAL	**17**	**10,75**				
D	0	0				
▽	1	0				
DISTANCIA				mt.		mt.

INDICACIONES CUANTITATIVAS — UNIDAD DE PRODUCCIÓN

	DESCRIPIÓN DE ELEMENTOS QUE-DONDE-CUANDO-QUIEN-COMO	OPERACIÓN	TRANSPORTE	CONTROL	DEMORA	ALMACENAJE	DISTANCIA EN	NUMERO DE OBRERO	CANTIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO UNITARIO Seg. ○	TIEMPO UNITARIO Seg. ⇨	TIEMPO UNITARIO Seg. □	TIEMPO EN MIN. D	TIEMPO EN MIN. ▽	**OBSERVACIÓN**
1	Recepción de materiales	○	⇨	●	D	▽										
2	Mezclado de materiales (pigmentos y PVC)	●	⇨	□	D	▽					0,2					
3	Colocación en tolva mediante puente grúa	●	⇨	□	D	▽					0,2					
4	Caída desde la tolva a la extrusora por gravedad	○	●	□	D	▽						0,1				
5	Extrusión del PVC y pigmento en la extrusora	●	⇨	□	D	▽					1,0					
6	Transporte del hilo viscoso desde la extrusora hacia tina de enfriamiento	○	●	□	D	▽						0,2				
7	riado del hilo a través de agua a temperatura ambiente	●	⇨	□	D	▽					1,5					
8	bobinado del hilo enfriado en una tobera de la embobinadora	●	⇨	□	D	▽					1,0					
9	embobinado del hilo extrusado	●	⇨	□	D	▽					1,0					
10	lado al formador de espirales	○	●	□	D	▽						0,5				
11	nado de espirales en máquina formadora de espirales plásticos encuadernación	●	⇨	□	D	▽					1,8					
12	nsporte a máquina cortadora	○	●	□	D	▽						0,1				
13	tado de espirales plásticos para encuadernación	●	⇨	□	D	▽					1,0					
14	nsporte al área de empacado	○	●	□	D	▽						0,5				
15	ndado de espirales en fundas de 100 y 120 espirales plásticos	●	⇨	□	D	▽					1,0					
16	trol de defectos	○	⇨	●	D	▽							0,2			
17	nsporte a almacenamiento temporal	○	●	□	D	▽						0,5				
18	acenamiento de producto terminado en bodegas	○	⇨	□	D	●										
	TOTAL	9	6	2	0	1					**8,65**	**1,9**	**0,2**	**0**	**0**	

Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

DIAGRAMA PROPUESTO DE ANALISIS DE LAS OPERACIONES DE PROCESO

ANEXO No. 4

DIAGRAMA ACTUAL DE ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES DEL PROCESO.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES

OBRERO **PIEZA** **DOCUMENTO**

TRABAJO ESTUDIADO: Producción de espirales plásticos de encuadernación (5)

HECHO POR: Preciado Orellana Daniel Aníbal

APROBADO POR:

RECURSO HUMANO: Operadores

ACTUAL - PROPUESTO

RESUMEN POR	METODO ACTUAL NUM.	METODO ACTUAL TIEM. SEG.	METODO PROPUES. NUM.	METODO PROPUES. TIEM. SEG.	DIFERENCIA NUM.	DIFERENCIA TIEM. SEG.
○	9	8,65	6	4,4	3	4,25
⇨	6	1,9	5	1,4	1	0,5
□	2	0,2	2	0,2	0	0
TOTAL	**17**	**10,75**	**13**	**6,00**	**4**	**4,75**
D	0	0	0	0	0	0
▽	1	0	1	0	0	0
DISTANCIA				mt.		mt.

INDICACIONES CUANTITATIVAS — UNIDAD DE PRODUCCIÓN

	DESCRIPIÓN DE ELEMENTOS (QUE-DONDE-CUANDO-QUIEN-COMO)	OPERACIÓN	TRANSPORTE	CONTROL	DEMORA	ALMACENAJ	DISTANCIA	NUMERO DE OBRER	CANTIDAD	FRECUENCIA	TIEMPO UNITARIO Seg. ○	TIEMPO UNITARIO Seg. ⇨	□	TIEMPO EN MIN. D	TIEMPO EN MIN. ▽	OBSERVACIÓN
1	Recepción de materiales	○	⇨	●	D	▽										
2	Mezclado de materiales (pigmentos y PVC)	●	⇨	□	D	▽					0,2					
3	Colocación en tolva mediante puente grúa	●	⇨	□	D	▽					0,2					
4	Caída desde la tolva a la extrusora por gravedad	○	●	□	D	▽						0,1				
5	Extrusión del PVC y pigmento en la extrusora	●	⇨	□	D	▽					1,0					
6	nsporte del hilo viscoso desde la extrusora hacia adora automática	○	●	□	D	▽						0,2				
7	mado de espirales en máquina formadora de irales plásticos para encuadernación	●	⇨	□	D	▽					1,0					
8	nsporte a máquina cortadora	○	●	□	D	▽						0,1				
9	tado de espirales plásticos para encuadernación	●	⇨	□	D	▽					1,0					
10	nsporte al área de empacado	○	●	□	D	▽						0,5				
11	undado de espirales en fundas de 100 y 120 espirales sticos	●	⇨	□	D	▽					1,0					
12	ntrol de defectos	○	⇨	●	D	▽							0,2			
13	nsporte a almacenamiento temporal	○	●	□	D	▽						0,5				
14	acenamiento de producto terminado en bodegas	○	⇨	□	D	●										
	TOTAL	6	5	2	0	1					**4,4**	**1,4**	**0,2**	**0**	**0**	

Fue **Diagrama de procesos actual y propuesta de máquina formadora automática.**

Elab **o por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.**

DIAGRAMA ACTUAL DE OPERACIONES DEL PROCESO DE PRODUCCION DE ESPIRALES PLASTICOS DE ENCUADERNACION.

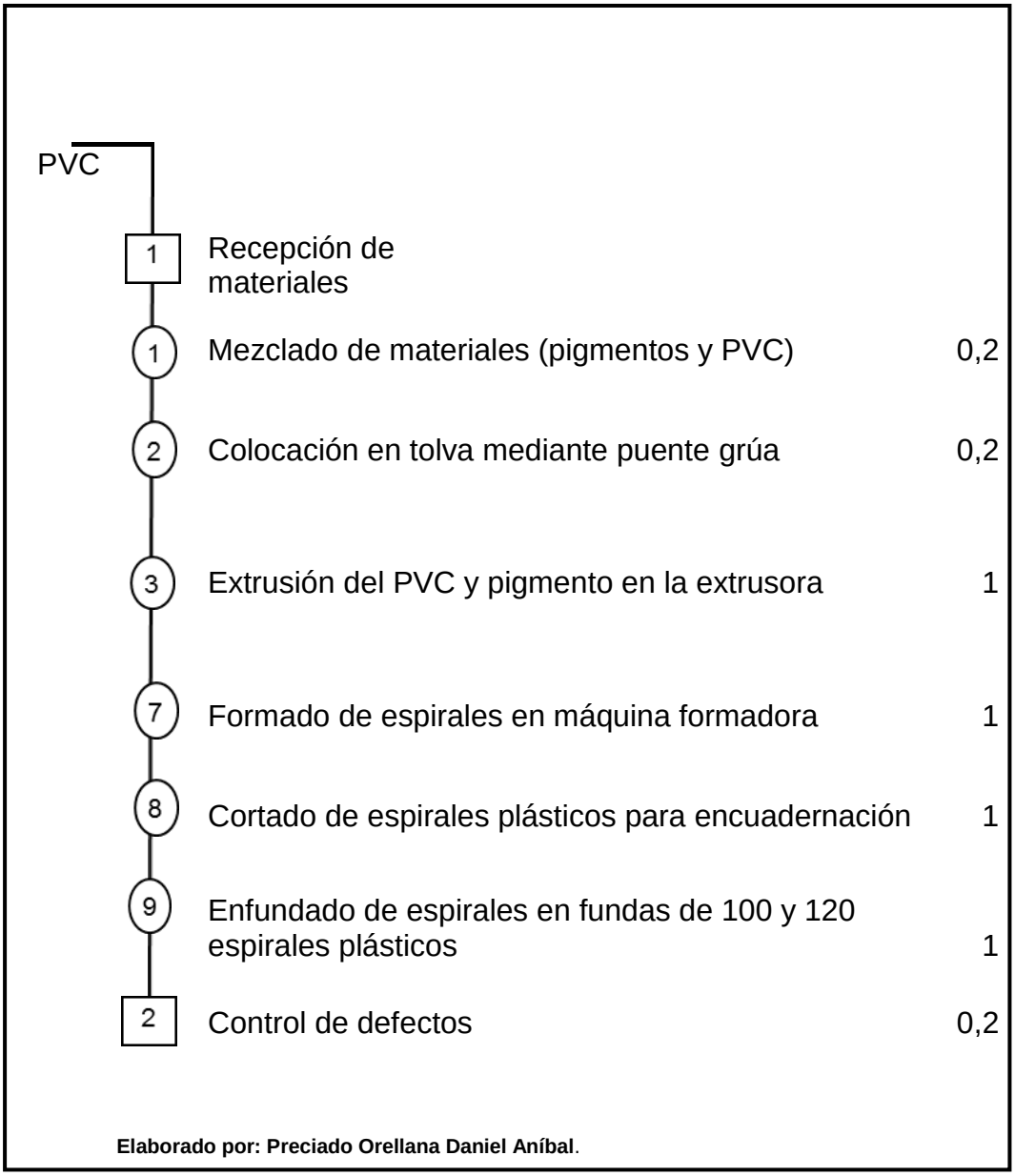
PVC

1	Recepción de materiales	
1	Mezclado de materiales (pigmentos y PVC)	0,2
2	Colocación en tolva mediante puente grúa	0,2
3	Extrusión del PVC y pigmento en la extrusora	1
4	Enfriado del hilo a través de agua a temperatura ambiente	1,5
5	Embobinado del hilo enfriado en una tobera de la embobinadora	1,75
6	Desembobinado del hilo extrusado	0,25
7	Formado de espirales en máquina formadora	1,75
8	Cortado de espirales plásticos para encuadernación	1
9	Enfundado de espirales en fundas de 100 y 120 espirales plásticos	1
2	Control de defectos	0,2

Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

ANEXO No. 6

DIAGRAMA PROPUESTO DE OPERACIONES DEL PROCESO DE PRODUCCION DE ESPIRALES PLASTICOS DE ENCUADERNACION.

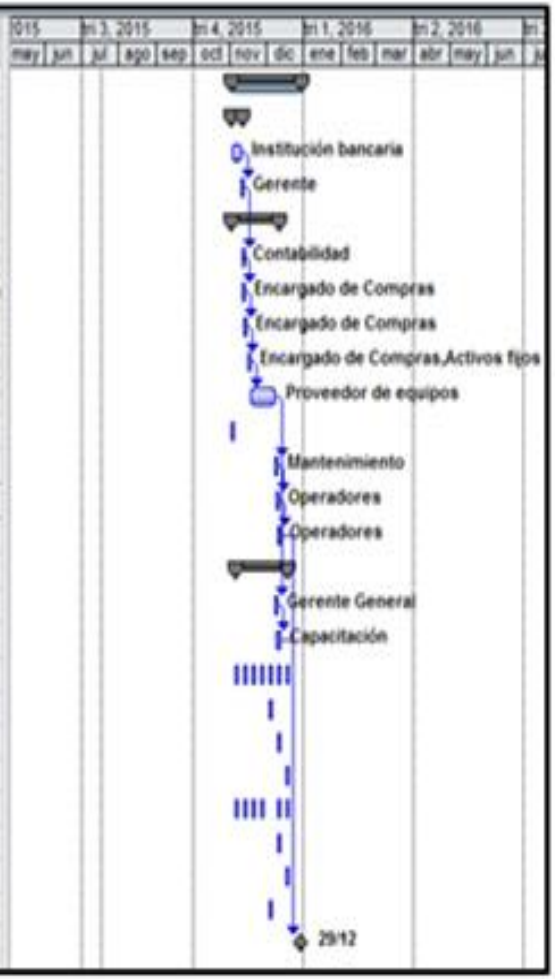


Elaborado por: Preciado Orellana Daniel Aníbal.

ANEXO No. 7

DIAGRAMA DE GANTT

	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	**Programación y puesta en marcha**	**43 días**	**lun 02/11/15**	**mié 30/12/15**
2	**Adquisición de crédito financiero**	**7 días**	**lun 02/11/15**	**mar 10/11/15**
3	Solicitud a entidad financiera	6 días	lun 02/11/15	lun 09/11/15
4	Crédito financiero	1 día	mar 10/11/15	mar 10/11/15
5	**Compra de máquina formadora**	**30 días**	**lun 02/11/15**	**vie 11/12/15**
6	Cotización de máquina formadora automática	1 día	mié 11/11/15	mié 11/11/15
7	Evaluación de cotizaciones	1 día	jue 12/11/15	jue 12/11/15
8	Selección de la alternativa más conveniente	1 día	vie 13/11/15	vie 13/11/15
9	Orden de compra al proveedor seleccionado	1 día	lun 16/11/15	lun 16/11/15
10	Llegada de mercadería	15 días	mar 17/11/15	lun 07/12/15
11	**Instalación y montaje de máquina formadora**	**1 día**	**lun 02/11/15**	**lun 02/11/15**
15	Instalación y montaje de máquina formadora	2 días	mar 08/12/15	mié 09/12/15
16	Prueba de máquina formadora	1 día	jue 10/12/15	jue 10/12/15
17	Operación y Seguimiento	1 día	vie 11/12/15	vie 11/12/15
18	**Programa de capacitación**	**30,31 días**	**vie 06/11/15**	**vie 18/12/15**
19	Definición de factores: lugar, tiempo y espacio	2 días	mar 08/12/15	mié 09/12/15
20	Selección de temas de la capacitación	2 días	jue 10/12/15	vie 11/12/15
21	**Ejecución de la capacitación**	**30,31 días**	**vie 06/11/15**	**vie 18/12/15**
26	Ejecución de la capacitación 5	2,5 horas	vie 04/12/15	vie 04/12/15
27	Ejecución de la capacitación 6	2,5 horas	vie 11/12/15	vie 11/12/15
28	Ejecución de la capacitación 7	2,5 horas	vie 18/12/15	vie 18/12/15
29	**Evaluación de la capacitación**	**30,13 días**	**vie 06/11/15**	**vie 18/12/15**
34	Evaluación de la capacitación 6	1 hora	vie 11/12/15	vie 11/12/15
35	Evaluación de la capacitación 7	1 hora	vie 18/12/15	vie 18/12/15
36	Evaluación de la capacitación 5	1 hora	vie 04/12/15	vie 04/12/15
37	Puesta en marcha	0 días	mar 29/12/15	mar 29/12/15



E rado por: Daniel Preciado O.

BIBLIOGRAFÍA

Angel, V. Z. (1995). *Organizacion del Mantenimiento.* Guayaquil-Ecuador: Series VZ.

Alford. (2000). *Manual de la Produccion.* nuevo mexico: alfaomega.

Armando, M. Z. (2000). *Matematicas Financieras.* Guayaquil-Ecuador: Mc Graw Hill.

Edward, D. (2201). *Calidad y Competitividad.* Mexico D.F.: Mc Graw Hill.

Elwood, B. (2000). *Administracion y Direccion de la Produccion.* Mexico D.F.: Limusa.

Estuardo, R. (2000). *Matematica Financiera.* Buenos Aires: Alfaomega.

Gabriel, S. (2000). *Biblioteca del Ingeniero Industrial.* Buenos Aires: Alfaomega.

Humberto, G. (2001). *Calidad y Competitividad.* Mexico D.F.: Mc Graw Hill.

J., M. N. (2002). *Planeamiento y Control de la Produccion.* Buenos Aires: Astrea.