



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CUBETAS DE  
CARTÓN PARA HUEVOS EN LA EMPRESA PULPA MOLDEADA S.A.  
PARROQUIA TANICUCHÍ

**Autores:**

Costales Tapia Darío Paúl

Pullopaxi Llamba Jairo Jesús

**Tutor:**

MSc. Ing. Navas Olmedo Bladimiro Hernán

LATACUNGA - ECUADOR

2018



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Darío Paúl Costales Tapia y Jairo Jesús Pullopaxi Llamba declaramos ser los autores del presente proyecto de investigación: **“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CUBETAS DE CARTÓN PARA HUEVOS EN LA EMPRESA PULPA MOLDEADA S.A. PARROQUIA TANICUCHI”**, siendo El Ing MSc. Navas Olmedo Bladimiro Hernán, director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Darío Paúl Costales Tapia

C.I. 060354603-7

Jairo Jesús Pullopaxi Llamba

C.I. 050351551-2





## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CUBETAS DE CARTÓN PARA HUEVOS EN LA EMPRESA PULPA MOLDEADA S.A. PARROQUIA TANICUCHI”**, de Costales Tapia Darío Paúl y Pullopaxi Llamba Jairo Jesús de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Concejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotacachi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

.....  
Ing. MSc. Bladimiro Hernán Navas Olmedo

C.I 050069554-9



## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**; por cuanto, los postulantes: **COSTALES TAPIA DARÍO PAÚL**, con cédula de ciudadanía No 060354603-7 y **PULLOPAXI LLAMBA JAIRO JESÚS**, con cédula de ciudadanía No 050351551-2. Con el Título de Proyecto de Investigación: **“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CUBETAS DE CARTÓN PARA HUEVOS EN LA EMPRESA PULPA MOLDEADA S.A. PARROQUIA TANICUCHÍ”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa legal.

Latacunga, febrero, 2018

Para constancia Firman:

.....  
**Lector 1 (Presidente)**

**Nombre: Ing. MSc. Raúl Andrango**

**CC: 171752625-3**

.....  
**Lector 2**

**Nombre: Ing. MSc. Cristian Eugenio**

**CC: 172372747-3**

.....  
**Lector 3**

**Nombre: Ing. MSc. Ángel Hidalgo**

**CC: 050325740-4**



## **PULPA MOLDEADA S.A**

### **AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

En calidad de **Jefe de planta empresa PULPA MOLDEADA S.A** avalo que el Proyecto Investigativo con el título: **“OPTIMITIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CUBETAS DE CARTÓN PARA HUEVOS EN LA EMPRESA PULPA MOLDEADA S.A PARROQUIA TANICUCHI”** de autoría de los postulantes: Costales Tapia Darío Paúl con cédula de identidad No. 060354603-7, y Pullopaxi Llamba Jairo Jesús con cédula de identidad No. 050351551-2, de la carrera de Ingeniería Industrial, cumple con los requerimientos metodológicos y aportes que requiere la empresa para una mejora en su proceso productivo y autorizo **LA OPTIMIZACIÓN** de dicho proyecto en la empresa PULPA MOLDEADA S.A

Latacunga, Febrero del 2018

Ing. Patricio Parra

CC. 1706575659

**Jefe de la planta PULPA MOLDEADA S.A**

**PULPAMOL S.A.**  
**1792310105001**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primero a mi familia por haber confiado en mis capacidades y con la bendición de Dios alcanzar mi primera meta en toda mi vida profesional

A mi familia por el apoyo incondicional en los momentos que más los necesite como mis Padres ya que ellos me dieron todo lo necesario para acabar mis estudios A mis tíos que me brindaron todo lo necesario en mis estudios con su apoyo y exigencias en que siempre sea el mejor de la clase.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme dado el conocimiento para la formación de todo un profesional.

A la Empresa PULPA MOLDEADA S.A. la cual me dio cabida de realizar mi tema de proyecto de investigación.

A todos mis amigos y amigas por el apoyo que me dieron y por todo el buen momento que se compartió.

**DARÍO**

## **DEDICATORIA**

Dedico el proyecto de investigación a toda mi familia porque ellos han sido mi fortaleza y fuerza para seguir adelante culminar con mi carrera

A mis padres ya que ellos hicieron lo imposible para poder terminar mis estudios.

A mis hermanos siempre ellos me han visto como un ejemplo a seguir por la dedicación, esfuerzo y plantearse una meta y cumplirla, ellos fueron un motor para poderme graduar con su apoyo.

Con mucho cariño a mis tíos ya que ellos me impulsaron a seguir adelante sin decaer quienes son como mi segunda familia dándome todo lo necesario para alcanzar mi meta

**DARÍO**

## ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT .....	xvi
AVAL DE TRADUCCIÓN .....	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO .....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
Formulación del problema.....	4
6. OBJETIVOS.....	4
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos .....	4
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	5
Descripción de la empresa PULPA MOLDEADA S.A. ....	5



Definiciones generales.....	6
Descripciones para medir la productividad .....	8
Cálculos del estudio.....	9
9. HIPÓTESIS .....	15
Variable independiente .....	15
Variable dependiente .....	15
10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	16
Tipo de estudio .....	16
Investigación de campo .....	16
Investigación descriptiva .....	17
Investigación bibliográfica .....	17
Instrumentos .....	18
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	18
Situación actual de la empresa.....	19
Situación actual del proceso de producción .....	19
Recursos necesarios para la fabricación de las cubetas de cartón para huevos.....	20
Actividades del proceso.....	20
Situación actual de labores en la empresa PULPA MOLDEADA S.A.....	23
Subprocesos manuales .....	29
Estudio de balance de línea .....	35
Análisis del proceso de descarga de materia prima utilizando el montacargas.....	57
Análisis de la actividad descarga de materia prima utilizando tecele eléctrico. ....	61
Comprobación de la hipótesis. ....	65
12. IMPACTOS.....	66
Impactos técnicos .....	66
Impactos sociales.....	67
Impactos económicos .....	67



13. PRESUPUESTO.....	68
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	69
Conclusiones.....	69
Recomendaciones .....	70
15. BIBLIOGRAFÍA.....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Beneficiarios Directos e Indirectos .....	3
Tabla 2: Objetivos Específicos, Actividades y Metodología .....	5
Tabla 3: Número recomendado de ciclos de observación .....	9
Tabla 4: Escalas de valoración. ....	10
Tabla 5: Equipos y maquinaria .....	15
Tabla 6: Capacidad instalada.....	19
Tabla 7: Resumen de la elaboración de cubetas de cartón .....	24
Tabla 8: Diagrama de flujo del proceso actual de elaboración de cubetas de cartón para huevos.....	25
Tabla 9: Tiempos en cada actividad del proceso .....	27
Tabla 10: Tiempo estándar de todo el proceso productivo.....	28
Tabla 11: Proceso de recepción de materia prima.....	29
Tabla 12: Diagrama de flujo del proceso para la realización de la pasta .....	30
Tabla 13: Diagrama Hombre – Máquina.....	31
Tabla 14: Cálculo de tiempo suplementario del operador del pulper.....	32
Tabla 15.-Medición de eficiencia hombre – máquina .....	33
Tabla 16: Tabulación de diagrama causa efecto del producto no conforme en la empresa. ....	34
Tabla 17: Cálculo de unidades producidas por hora.....	36
Tabla 18: Cálculo de tiempo estándar en formado de cubetas de cartón .....	36
Tabla 19: Cálculo de unidades producidas en cada subproceso. ....	37
Tabla 20: Causas de mayor relevancia en la recepción de la materia prima. ....	40
Tabla 21: Alternativas de equipos para levantamiento de cargas.....	42
Tabla 22: Tipos de tecles .....	43
Tabla 23: Tecele eléctrico que podría implementarse.....	43
Tabla 24: Tecele eléctrico que podría implementarse.....	44
Tabla 25: Especificaciones del tecele eléctrico Modelo PA1000 .....	45
Tabla 26: Especificaciones del tecele eléctrico Modelo PA1200 .....	45
Tabla 27: Especificaciones del tecele eléctrico Modelo PA800 .....	45
Tabla 28: Tipos de montacargas de Clase 1 con sus características.....	48
Tabla 29: Tipos de montacargas de Clase 2 con sus características.....	49
Tabla 30: Tipos de montacargas de Clase 3 con sus características.....	50

Tabla 31: Tipos de montacargas de Clase 4 con sus características.....	51
Tabla 32: Tipos de montacargas de Clase 5 y 6 con sus características.....	52
Tabla 33: Tipos de montacargas de Clase 7 con sus características.....	53
Tabla 34: Principales consideraciones técnicas para la selección del montacargas .....	55
Tabla 35: Principales consideraciones técnicas para la selección del montacargas .....	56
Tabla 36: Principales consideraciones técnicas para la selección del montacargas .....	56
Tabla 37: Características del montacargas modelo NIULI CTY-D .....	58
Tabla 38: Operaciones realizadas con el montacargas manual con sus tiempos.....	59
Tabla 39: Comparación proceso actual y la propuesta para optimizar el proceso de descarga de materia prima .....	60
Tabla 40 : Tiempos mejorados de ciclo actual y el tiempo optimizado. ....	61
Tabla 41: Características del Tecele eléctrico .....	62
Tabla 42: Operaciones realizadas con el tecele eléctrico con sus tiempos .....	63
Tabla 43: Comparación proceso actual y la propuesta para optimizar el proceso de descarga de materia prima .....	64
Tabla 44: Tiempos mejorados de ciclo utilizando tecele eléctrico .....	65
Tabla 45. Presupuesto de estudio de la propuesta. ....	68
Tabla 46. Presupuesto para hacer la propuesta ver en la compra del tecele eléctrico.....	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cubetas de cartón que produce la empresa .....	6
Figura 2: Símbolos para elaborar esquemas de flujo.....	7
Figura 3: Diagrama de causa y efecto (Ishikawa) .....	33
Figura 4: Diagrama de Pareto producto no conforme. ....	34
Figura 5: Balance de líneas en los subprocesos de elaboración de cubetas de cartón.....	36
Figura 6: Balance de línea en el subproceso con el funcionamiento de la segunda formadora de cubetas de cartón.....	38
Figura 7: Balance de línea en el subproceso de realización de la pasta de cubetas de cartón	39
Figura 8: Diagrama de Pareto de subproceso de descarga de materia prima .....	41
Figura 9: Estructura mecánica tipo brazo mecánico rotativo para el funcionamiento del tecele eléctrico .....	46
Figura 10 : Montacargas que podría implementarse .....	58
Figura 11: Tecele eléctrico que se implementará.....	62

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Productividad.....	8
Ecuación 2: Tiempo normal .....	10
Ecuación 3: Tiempo estándar .....	11
Ecuación 4: Eficiencia del operario.....	11
Ecuación 5: Número de observaciones.....	26

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

### FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TEMA:** OPTIMALIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CUBETAS DE CARTÓN PARA HUEVOS EN LA EMPRESA PULPA MOLDEADA S.A. PARROQUIA TANICUCHÍ

**AUTORES:**

Costales Tapia Darío Paúl

Pullopaxi Llamba Jairo Jesús

#### **RESUMEN**

El presente estudio de investigación tiene como propósito la optimización del proceso de la elaboración de cubetas de cartón para huevos en la empresa PULPA MOLDEADA S.A., para mejorar su eficiencia y productividad a través de herramientas de calidad, en la investigación se examinó el sistema productivo y la eficiencia a través de indicadores para posteriormente plantear una propuesta de mejora.

El estudio propuesto se plantea como una investigación no experimental y se adopta una modalidad de campo, aplicando herramientas como la observación y revisión documental para optimizar el proceso productivo de la empresa PULPA MOLDEADA S.A.

A continuación, se plantea la optimización del proceso mediante la compra, adquisición de un tecele eléctrico con estructura de brazo mecánico giratorio para la descarga de materia prima con un plan de mejoras para su operación y control. Este trabajo permitió analizar un caso práctico para mejorar la productividad en la elaboración de cubetas de cartón.

**Palabras clave:** Cubetas de cartón, Proceso, Productividad



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**TOPIC:** OPTIMIZATION OF THE ELABORATION PROCESS OF EGG CARDBOARDS  
IN THE PULP MOLDED COMPANY S.A. PARROQUIA TANICUCHI

**Authors:**

Costales Tapia Darío Paúl

Pullopaxi Llamba Jairo Jesús

**ABSTRACT**

The purpose of this research is to optimize the process for the production of egg cartons from the company PULPA MOLDEADA SA, in order to improve its efficiency and productivity through quality tools. In the research, the productive system was examined, the productive efficiency, with indicators the information of the current operation and production process, in order to suggest an improvement proposal.

The proposed study is planned as a non-experimental research and a field modality is adopted, applying tools such as observation and documentary review to optimize the production process of the company PULPA MOLDEADA S.A.

Next, the optimization of the process is suggested by means of the implementation electric key with rotating mechanical arm structure for the unloading of raw material with an improvement plan for the operation and control. This work allowed analyzing practical cases to improve the productivity in the elaboration of cardboard buckets.

**Key words:** Cardboard buckets, Process, Productivity





Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

## *AVAL DE TRADUCCIÓN*

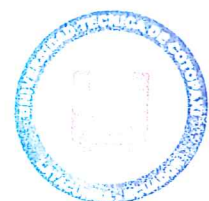
En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen al Idioma Inglés presentado por los señores egresados de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicada: COSTALES TAPIA DARIO PAUL Y PULLOPAXI LLAMBA JAIRO JESUS, cuyo título versa **“OPTIMITIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CUBETAS DE CARTÓN PARA HUEVOS EN LA EMPRESA PULPAMOLDEADA S.A PARROQUIA TANICUCHI”**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 09 de febrero del 2018

Atentamente,

Msc. ~~Alison Mena Barthelotty~~  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
C.C. 0501801252



CENTRO  
DE IDIOMAS

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

### 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:** Optimización del proceso de elaboración de cubetas de cartón para huevos en la Empresa Pulpa Moldeada s.a. parroquia Tanicuchí”

**Fecha de inicio:** Octubre 2017

**Fecha de finalización:** Febrero 2018

**Lugar de ejecución:** Planta Industrial y Oficina. Km 1 Cajón de Veracruz /Principal s-/n. y Secundaria Camino Santa Ana –Toacaso

**Facultad que auspicia:** Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Industrial

**Equipo de Trabajo:**

**Tutor:**

Ing. MSc. Navas Olmedo Hernán Bladimiro

**Autores:**

Costales Tapia Darío Paúl

Pullopaxi Llamba Jairo Jesús

**Área de Conocimiento:** Procesos Industriales

**Línea de Investigación:** Optimización de la Producción

**Sub líneas de investigación de la Carrera:** Optimización de los procesos productivos

## **2. RESUMEN DEL PROYECTO**

La investigación tiene el objetivo de optimizar el proceso de la elaboración de cubetas de cartón para huevos en la empresa PULPA MOLDEADA S.A., para mejorar su eficiencia y productividad a través de herramientas de calidad. En la investigación se examina el sistema productivo a través de sus indicadores, se realiza un diagrama de flujo del proceso, se elabora un estudio de tiempos y movimientos, se determina la capacidad del proceso, se evalúa la variabilidad de tiempos de ciclos, se identifica cuellos de botella, se realiza un análisis causa efecto del producto no conforme y se plantea una propuesta de mejora.

El estudio propuesto se plantea como una investigación no experimental y se adopta una modalidad de campo, aplicando herramientas como la observación y revisión documental para optimizar el proceso productivo de la empresa PULPA MOLDEADA S.A.

Los resultados obtenidos permitieron identificar los cuellos de botella en el proceso de formado, en el proceso de pulpeado, en el proceso de descarga de materia prima. Los mismos que presentan baja eficiencia debido principalmente por tratarse de procesos manuales y a la carencia de instructivos de control y monitoreo de operaciones en la empresa. El porcentaje de producto no conforme es en el orden de 5%.

Se compara entre un tecele eléctrico y un montacargas con sus respectivas ventajas y desventajas y a continuación, se plantea la optimización del proceso mediante la implementación de un tecele eléctrico con estructura de brazo mecánico para la descarga de materia prima, se sugiere el incremento de capacidad del proceso en el área de pulpeado por medio del cambio del motor de mayor capacidad y en el proceso de formado con la reparación de la segunda formadora en complemento a un plan de mejoras para la operación y control del resto de procesos.

## **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.**

La presente investigación en la empresa PULPA MOLDEADA S.A. está enfocado a la optimización del proceso de elaboración de cubetas de cartón para huevos. Su aporte tiene el objetivo de mejorar el método de trabajo analizando los tiempos de ciclo.

Además, se pretende analizar la actividad descarga de la materia prima, ya que se evidencia uno de los puntos críticos, por ende se realizó un análisis minucioso de las causas por el cual los operarios tienen dificultad al realizar su trabajo de una manera rápida y eficaz.

Se establecerá indicadores de la productividad que permitirán dar un seguimiento al proceso de mejora, se realizará estudios de tiempos y movimientos, se determinará la capacidad del proceso, se analizará los cuellos de botella y se reestructurará el proceso para mejorar la eficiencia y eficacia del proceso y de los operarios de turno, se realiza un análisis causa efecto de producto no conforme y se sugiere soluciones de bajo costo, lo que posteriormente facilitará minimizar costos, disminuir la variabilidad de la productividad y en definitiva optimizar el proceso, lo que implica obtener mayor cantidad de producto terminado y satisfacer las necesidades de los clientes.

#### 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los principales beneficiarios directos son los accionistas de la empresa que incrementarán su utilidad, así como también los colaboradores de la Empresa PULPA MOLDEADA S.A. que de manera evidente notarán un cambio del clima laboral y la estabilidad de toda la empresa.

Los trabajadores son 13 personas, que están distribuidos en las siguientes áreas de trabajo: Jefe de planta, jefe de producción y operarios ubicados en los diferentes puestos de trabajo de las máquinas. Los beneficiarios indirectos constituyen los clientes de la zona centro del país.

**Tabla 1:** Beneficiarios Directos e Indirectos

Beneficiarios directos	13	Accionistas, colaboradores.
Beneficiarios indirectos	98	Clientes de la zona centro del país.

Elaborado por: Costales. D, Pullopaxi. J

#### 5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El proceso de producción es una de las actividades más importantes dentro de la cadena de abastecimiento, ya que de la rapidez con la que lleguen los productos a los clientes dependerá la venta de los mismos y la satisfacción de las necesidades del consumidor de manera eficiente y eficaz.



La empresa PULPA MOLDEADA S.A se dedicada a la elaboración de cubetas de cartón para huevos. Últimamente la empresa ha tenido problemas por las demoras excesivas en las entregas de los pedidos, se percibe mayores inconvenientes a causa de las maquinarias ya que regularmente fallan y por ende no existe producción. Los tiempos de entrega tienen una alta variabilidad y oscilan entre dos días hasta 14 días cuando existen daños en el proceso productivo. El porcentaje de producto no conforme es cercano al 5%.

La falta de capacitación de los operadores no permiten tomar acciones de solución inmediata y se ven obligados a recurrir a personal externo para solucionar problemas tanto operativos como de mantenimiento, las horas de paro de producción son elevadas y están fuera de control provocando insatisfacción de los clientes, ya que si no se produce, no se da cumplimiento a los plazos de entrega a los clientes, los clientes buscan otras alternativas y en ocasiones se hace imposible recuperarlos, el porcentaje de producto no conforme es alto, los volúmenes de venta disminuyen y la rentabilidad decrece al límite en el que la empresa se ve en la disyuntiva de mejora o desaparece.

### **Formulación del problema**

¿Cómo optimizar la producción en el proceso de elaboración de cubetas de cartón para huevos en la empresa PULPA MOLDEADA S.A.?

## **6. OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Optimizar los procesos de producción de la elaboración de cubetas de cartón para huevos mediante la Ingeniería de Métodos en la empresa PULPA MOLDEADA S.A

### **Objetivos Específicos**

1. Identificar los procesos productivos de la empresa a través de mapas de procesos.

2. Evaluar el proceso de producción de la empresa mediante la medición de la capacidad del proceso.
3. Elaborar propuesta para optimizar los procesos de producción para el mejoramiento de la eficiencia en la empresa PULPA MOLDEADA S.A.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 2:** Objetivos Específicos, Actividades y Metodología

<b>OBJETIVOS</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>RESULTADO DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>TÉCNICAS INVESTIGACIÓN</b>
Objetivo 1	Levantamiento de información tanto de entrada, proceso y salida del producto.	Elaboración de diagrama de flujo para la realización del producto.	Método de la observación directa. Documentación del flujograma.
Objetivo 2	Evaluar estándares de tiempos y movimientos del proceso productivo.  Balance de línea del proceso.	Estandarizar los tiempos de las actividades productivas.  Obtención de información relevante sobre la capacidad de producción.	Método Cualitativo.
Objetivos 3	Análisis de eficiencia y del proceso productivo.	Propuesta para el mejoramiento del proceso productivo.	Bibliografía.

Elaborado por: Costales. D, Pullopaxi. J

## 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

Elaboración de diagrama de flujo para la realización del producto

Para la realización de la investigación se tomaron diversos conceptos científicos que se van a describir a continuación.

### Descripción de la empresa PULPA MOLDEADA S.A.

Según Núñez, (2017) describe a la empresa Pulpa Moldeada S. A. que utiliza tecnología china, muy conveniente para la producción masiva de estos moldeados de papel a base de

pulpa, tienen cinco medidas que dependen del tamaño del huevo, estos tamaños son: inicial, parejo, mediano, grande y gigante. (p. 8)

En la Figura 1, se presenta las cubetas de cartón que la empresa produce para la transportación de huevos, cubetas que utilizan las avícolas como insumo de su proceso.

**Figura 1:** Cubetas de cartón que produce la empresa



Fuente: Empresa PULPA MOLDEADA S.A

## **Definiciones generales**

### **Proceso**

El proceso según Rey, (2015) puede ser definido por el hecho de que no es más que la sucesión de pasos y decisiones, tareas que sirven para realizar una determinada actividad siempre para satisfacer a los clientes.(p.56)

### **Procesos productivos**

De acuerdo a Larry, (2008) los procesos productivos son las acciones en desarrollar las políticas y estrategias definidas para la empresa para dar el servicio a los clientes aplicando metodologías diferentes. (p. 752)




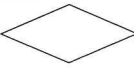
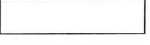

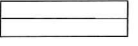





## Mapa de procesos

Los mapas según Rey, (2015) los procesos son las presentaciones gráficas de todos los procesos y conexiones lógicas señalando la mejor coordinación entre los elementos de la organización y además sirven para implantar procesos. (p. 57)

## Representación gráfica

La norma ISO 5807 provee un estándar de representación gráfica de símbolos para diagramas de flujo.

**Figura 2:** Símbolos para elaborar esquemas de flujo

	Inicio o final. Indica el principio o el fin del flujo. Puede ser acción o lugar; además se usa para indicar una oportunidad administrativa o persona que recibe o proporciona información
	Tomada de decisión. Indica un punto dentro del flujo en donde se debe tomar una decisión entre dos o más opciones
	Actividad. Describe las funciones que desempeñan las personas involucradas en el procedimiento
	Archivo. Indica que se guarde un documento en forma temporal o permanente
	Almacenamiento interno. Corresponde a una actividad la cual representa la generación de un documento y su respectivo archivo
	Documentación. Representa cualquier documento que entre, se utilice se genere o salga del procedimiento
	Almacenamiento BBDD. Representa almacenaje en una base de datos
	Conexión entre partes del diagrama. Representa una conexión o enlace de una parte del diagrama de flujo con otra parte del mismo
	Indicación del flujo del proceso
	Conector fuera de página. Representa una conexión o enlace con otra hoja diferente, en la que continúa el diagrama de flujo

Fuente: ISO 5807

## Capacidad de un proceso

La capacidad de proceso según Oriol, (2005), es la amplitud de la variación natural del proceso para una característica de calidad dada, esto permitirá saber en qué medida, una característica de calidad es satisfactoria. (p.21)

## **Descripciones para medir la productividad**

### **Optimización**

Se describe según Ricardo, (2011) que es la forma de mejorar alguna actividad o trabajo realizada, esto da a entender que la optimización de recursos es buscar la forma de mejorar el recurso de una empresa para que esta tenga mejores resultados, mayor eficiencia o mejor eficacia. (p.18)

### **Eficiencia**

Se interpreta según Humberto, (2009) que es la relación entre los resultados logrados y los recursos empleados para lo cual se mejora optimizando recursos y reduciendo tiempos desperdiciados por paros de equipo, falta de material, retrasos. (p.27)

### **Eficacia**

Analizando el grado con el cual las actividades planeadas son realizadas y los resultados previstos son logrados enfocados en maximizar los resultados. (Humberto, 2009, pág. 27)

### **Tiempo de ciclo**

Se entiende que es el tiempo que transcurre desde que el cliente inicia su pedido que se transforma en requerimientos de materiales, ordenes de producción y de otras tareas, hasta que todo se convierte en un producto en las manos de éste. (Humberto, 2009, pág. 5)

### **Productividad**

Se interpreta que es la relación entre la cantidad y calidad de bienes o servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados para producirlos. (Humberto, 2009, pág. 23)

#### **Ecuación 1: Productividad**

$$\text{Productividad} = \text{eficiencia} \times \text{eficacia.} \quad (1)$$

## Ciclos en el estudio

General Electric Company estableció la Tabla 3 como una guía aproximada para el número de ciclos que se deben observar.

**Tabla 3:** Número recomendado de ciclos de observación

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

**Fuente:** Información tomada de Time Study Manual de los Erie Works de General Electric Company, desarrollados bajo la guía de Alberth E. Shaw, gerente de administración del salario.

## Cálculos del estudio.

### Calificación del desempeño del operario

De acuerdo (Niebel & Freivalds, 2009, p.3-6). El tiempo real requerido para ejecutar cada elemento del estudio depende en un alto grado de la habilidad y esfuerzo del operario, es necesario ajustar hacia arriba el tiempo normal del operario bueno y hacia abajo el del operario deficiente hasta un nivel estándar. Por lo tanto, antes de dejar la estación de trabajo, los analistas deben dar una calificación justa e imparcial al desempeño en el estudio. La tabla asumida por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), a través de su oficina del trabajo y descrita en el manual Introducción al Estudio del Trabajo, establece unos ritmos de trabajo según las principales escalas de valoración:

**Tabla 4:** Escalas de valoración.

0	Actividad nula
50	Actividad muy lenta
75	Actividad a ritmo constante pero sin deprisa
100	Actividad normal. Se considera ritmo tipo
125	Actividad muy rápida.
1150	Actividad excepcionalmente rápida

Fuente: (Hena, 2005)

### **Adición de suplementos**

De acuerdo (Hena, 2005, p. 146-152). Ningún operario puede mantener un paso estándar todos los minutos del día de trabajo. Pueden ocurrir tres clases de interrupciones para las que debe asignarse tiempo extra. La primera son las interrupciones personales, como viajes al baño y a tomar agua; la segunda es la fatiga que afecta incluso a los individuos más fuertes en los trabajos más ligeros. La tercera, son los retrasos inevitables, como herramientas que se rompen, interrupciones del supervisor, pequeños problemas con las herramientas y variaciones del material, todos ellos requieren la adición de una tiempo.

### **Fórmulas para el cálculo de tiempos.**

#### **Tiempo cronometrado.**

Es el tipo de registro en relación al tiempo de cada elemento que hace parte del proceso.

#### **Tiempo normal.**

El principio básico para calificar el desempeño es ajustar el tiempo medio observado (TO) para cada elemento ejecutado durante el estudio al tiempo normal (TN) que requeriría un operario calificado para realizar el mismo trabajo:

**Ecuación 2:** Tiempo normal

$$TN = TO \times C/100 \quad (2)$$

TO = Tiempo medio observado

C = Calificación del desempeño del operario expresada como porcentaje, donde el 100% corresponde al desempeño estándar de un operario calificado.

### **Tiempo estándar**

Este es el tiempo que requiere un operario calificado y capacitado trabajando a un paso normal para realizar la operación y está determinado de la siguiente manera:

**Ecuación 3:** Tiempo estándar

$$TS = TN + T * Concesión. \quad (3)$$

TS = tiempo estándar

TN = tiempo normal.

### **Cálculo eficiencia**

El porcentaje de eficiencia del operario se puede expresar como:

**Ecuación 4:** Eficiencia del operario

$$E=100 \times He/Hc=100 \times Oc/Oe \quad (4)$$

E = porcentaje de eficiencia,

He = horas estándar trabajadas

Hc = horas de reloj en el trabajo

Oe = producción esperada

Oc = producción actual

### **Ingeniería de métodos**

De acuerdo (García, 2009, pág. 79) el estudio de métodos es una herramienta de la ingeniería industrial para aumentar la producción por unidad de tiempo y en consecuencia reducir costos por unidad por ende se ocupa de la integración del ser humano dentro del proceso productivo cabe agregar que es el registro, examen crítico y sistemático de los modos existentes proyectados para llevar a cabo un trabajo más sencillos, eficaces en reducir costos además se

ocupa de la integración del ser humano dentro del proceso de producción determinándose tiempos apropiados por actividad realizada.

Procedimiento para realizar un estudio de métodos según la Organización Internacional del trabajo (OIT).

De acuerdo a (García, 2009, pág. 79) para la realización de un estudio de tiempos y movimientos se subdivide en diferentes etapas.

### **Seleccionar**

Establece cual es el problema, y toda la información necesaria, emplear la observación directa para representar los hechos.

### **Registrar**

Representar las actividades o hechos de la misma manera que se presentaron a través de la observación directa y utilizando como herramienta gráfica los diagramas.

- Diagrama de operaciones.
- Diagrama de proceso.
- Diagrama de flujo recorrido.
- Diagrama hombre- máquina.

### **Examen crítico**

Esta es la fase en la que se examina, de una manera ardua el contenido de la información que se tiene con relación al problema, se lo realiza con un enfoque crítico y analítico, esto con la finalidad de poner prueba la propuesta valorando cinco elementos materia prima, método, maquinaria, mano de obra y medio ambiente.



### **Idear**

Esta es la fase se examina la forma y manera la posible adición de nuevas ideas, los aspectos distinguidos desde los diferentes puntos de vista, resultando la elaboración de un trabajo con mejoras corregidas y optimizadas.

### **Definir**

Es la acción que permite agrupar o separar diversas categorías a diversos organismos o conjuntos, esto determina la ubicación de maquinaria, equipos, entradas y salidas, especificaciones de equipos, mantenimiento, lo diversos materiales, atributos; para definir es necesario un pensamiento crítico y analítico para delimitar la orientación que va a tomar.

### **Implantar**

Son las formas de acogerse para la creación de propuestas y métodos para el mejoramiento de los procesos productivos las cuales den soluciones en los procesos.

### **Diagramas de procesos**

Los diagramas de procesos son la representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos, de acuerdo con su naturaleza. (Thompson, P. 2012).

Con el análisis de los procesos, se trata de eliminar las principales deficiencias encontradas en ellos y además, lograr la mejor distribución posible de la materia prima, la maquinaria y área de trabajo dentro de la planta. Lo anterior se logra con la utilización de los diagramas de flujo y recorrido. Para mejorar un trabajo se debe saber exactamente en qué consiste por lo que es necesario observar los detalles del proceso y registrarlos.



### **Diagrama de flujo**

(Humberto, 2009, pág. 150) Los diagramas de flujos proporcionan una imagen clara de las secuencias de acontecimientos del proceso, ayuda a mejorar la distribución y el manejo de los materiales para disminuir las demoras, estudiar las operaciones y otras actividades en su relación recíproca, comparar métodos, eliminar el tiempo improductivo y definir operaciones para estudios detallados.

### **Diagrama de recorrido**

Los diagramas de recorrido son una modalidad del diagrama de proceso y se utiliza para complementar el análisis del proceso. Se traza tomando como base un plano a escala de la fábrica, en donde se indican las máquinas y demás instalaciones físicas; sobre este plano se dibuja la circulación del proceso levantado. Con esta metodología de estudio se logra plasmar la situación actual de la problemática encontrada y proponer una nueva distribución para reactivar la producción.

### **Equipos para el estudio de tiempos con cronómetros**

El equipo de cronometraje utilizado para hacer un estudio de tiempos varía ampliamente. Es deseable que el estudio de tiempos sea exacto, comprensible y verificable; para ello se vale de ciertas herramientas mínimas como lo son:

- Reloj para el estudio de tiempos, con pantalla digital.
- Tablero de apoyo con sujetador: Para sujetar las formas para el estudio de tiempos.
- Formas impresas.
- Lápiz
- Cinta métrica: según sean las distancias involucradas y la precisión con que se necesiten
- medir.
- Calculadora: para hacer los cálculos aritméticos que intervienen en el estudio de tiempos.

## Maquinaria y equipo

Para la elaboración del producto se requiere maquinaria y equipo especializado, compuesto por partes movibles, de acción parcialmente automática, y operada por fuerza motriz, empleado para modelar, ensamblar o ejecutar trabajos útiles sobre materiales. La Tabla 5 muestra los equipos y maquinaria que tiene la empresa para la elaboración de cubetas de cartón.

**Tabla 5:** Equipos y maquinaria

Maquinaria y Equipo	Cantidad
Pulper	1
Motor	6
Motor Reductor	4
Bomba de agua	3
Bomba de descarga	2
Bomba electro sumergible	1
Bomba de pulpa	1
Sensores de nivel	17
Tanques de agitación	5
Zaranda	1
Despostillador	1
Desarenador	1
Válvulas electro neumáticas	5
Pistón doble efecto	3
Posicionador	3
Válvulas de mariposa	2

Fuente: Empresa PULPA MOLDEADA S.A

## 9. HIPÓTESIS

“La optimización de los procesos productivos en PULPA MOLDEADA S.A incrementará la productividad en la empresa.”

### Variable independiente

Optimización de los procesos productivos.

### Variable dependiente

Productividad en la empresa.

## **10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

Los métodos utilizados en el desarrollo del presente trabajo de investigación en la empresa PULPA MOLDEADA S.A, son las siguientes.

### **Observación directa**

A la realización de las actividades a ser descritas en los procedimientos en la microempresa.

### **Entrevista no estructurada**

La que ha ayudado a obtener la información necesaria para la realización del análisis.

Se ha recurrido al método inductivo para la respectiva investigación del presente trabajo, partiendo del planteamiento de un problema para su posterior investigación; de lo particular a lo general.

### **Tipo de estudio**

De acuerdo al tema planteado es la optimización de los procesos productivos en la elaboración de cubetas de cartón para huevos en PULPA MOLDEADA S.A.

### **Investigación de campo**

Es una investigación de campo, ya que fue realizada directamente en la empresa mediante las visitas, consiste en la observación, en vivo y en directo, de cosas, comportamiento de personas, circunstancias en las que ocurren ciertos hechos realizados en el tema de estudio las técnicas utilizadas en el trabajo de campo para el acopio de material y la información son: las encuestas, las entrevistas, las grabaciones, las filmaciones, las fotografías; de acuerdo al tipo de trabajo que se está realizando, se han empleado varias de estas técnicas al mismo tiempo.

Con dicha información se realizó un estudio descriptivo para un mejor análisis del tema, combinando ciertos criterios de clasificación se logró ordenar, agrupar o sistematizar los objetos involucrados en el trabajo indagatorio.

### **Investigación descriptiva**

Un estudio descriptivo debido a que representa minuciosamente cada una de las características que se encuentran inmersas en el proceso de elaboración de cubetas de cartón para huevos empresa PULPA MOLDEADA S.A así como también, se describe: la distribución física, el origen de los problemas y posibles soluciones, las técnicas usadas en la investigación.

### **Investigación bibliográfica**

Como por lo general para identificar de que trata el problema en el que se está trabajando se partirá desde la revisión bibliográfica del tema para poder conocer el estado de la investigación que se va a realizar y así dominar el estudio investigativo en cuestión por medio de la recopilación de datos en todos los puntos específicos que se necesite entender.

### **Técnicas**

En el presente trabajo de investigación se las siguientes técnicas:

#### **La observación**

Permitió percibir la realidad exterior con respecto a nuestra investigación, con la observación se pudo compilar listas de chequeo para evaluar los resultados obtenidos en la aplicación. Con la información obtenida, se procederá a determinar cambios que permitirán proporcionar los resultados en forma visual, para su mejor entendimiento. Además se requieren de técnicas lógicas y de aplicación para el análisis y la síntesis ya que mediante ellas se puede despejar y mostrar la problemática actual y hallar soluciones oportunas.

### **Entrevista no estructurada**

Es una de las mejores técnicas para recopilar información, en forma verbal, a través de preguntas que propone el analista. En nuestro caso las entrevistas serán de carácter mixto, es decir con preguntas abiertas y cerradas que connoten información cualitativa y cuantitativa.

### **Instrumentos**

Se utilizarán los siguientes instrumentos de recolección y registro de datos: Ficha de observación para determinar los métodos y procedimientos de trabajo y la toma de tiempos actuales y propuestos. Elaboración de los diferentes tipos de diagramas mismos que ayudarán a entender los distintos procesos que se utilizan en la empresa PULPA MOLDEADA S.A.

## **11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

En la propuesta de este proyecto de optimización del proceso de elaboración de cubetas de cartón es basada en los siguientes parámetros de estudio.

- a. Levantamiento de información y procesos.
- b. Levantamiento de tiempos y movimientos de actividades.
- c. Balance de línea en todo el proceso.

Las cuales se resumen en un análisis de situación actual o inicial de la planta, propuesta de mejoras, implementación de maquinaria y se concluye con el análisis de mejoras en la planta el siguiente punto se desarrollarán los objetivos planteados desde la mitigación de la información, procesos, tiempos de procesos, tiempos muertos, demoras, se desarrollará los diagramas necesarios en los que se pueda identificar de manera clara y concisa de los procesos para la elaboración de cubetas de cartón para huevos para luego analizar los datos tomados y compararlos con los tiempos de la máquina a implementar en el proceso.



### Situación actual de la empresa.

LA EMPRESA

Razón social: Jurídica

Dirección: Km 1 Cajón de Veracruz /Principal s-/n. y Secundaria Camino Santa Ana –  
Toacaso

Correo: [czurita@pulpamol.com](mailto:czurita@pulpamol.com).

En la Tabla 6 se muestra la producción semanal que tiene la empresa PULPA MOLDEADA S.A de cubetas de cartón y el número de operarios que operan en la empresa.

**Tabla 6:** Capacidad instalada

Capacidad Instalada		
Producto	Capacidad	Número de operarios
Cubetas de cartón	1875 unidades diarias/ hora	14

Elaborado por: Costales. D, Pullopaxi. J

### Situación actual del proceso de producción

Se analiza el estado actual del proceso para la fabricación del producto identificando todos los recursos necesarios para la realización de las cubetas de cartón.

### Instrumentos para el estudio

Para la identificación del proceso se necesitó de los siguientes instrumentos:

#### Cronómetro

Instrumento que sirve para medir el tiempo.

#### Hoja de identificación

Sirve para la toma de datos relevantes, diversos aspectos encontrados en el campo de trabajo.

## **Recursos necesarios para la fabricación de las cubetas de cartón para huevos.**

### **Materia prima**

El material necesario para la elaboración de cubetas de cartón para huevos es:

#### **Cartón**

Está compuesto de hojas gruesas, pasta de papel endurecida por compresión, contienen celulosa.

#### **Papel periódico**

Es un tipo de papel clase media, tiene la celulosa necesaria para el producto.

#### **Agente A1**

Agente químico, es un biocatalizador.

#### **Pegamento AKD.**

La finalidad de este compuesto es para darle mayor consistencia y resistencia al producto, sirviendo también para limpiar las bacterias de conducto de pasta.

### **Actividades del proceso.**

A continuación se presentan las actividades del proceso para la elaboración del producto.

#### **a. Recepción de la materia prima.**

Se recibe de los proveedores cartón y papel periódico, diariamente ingresan cerca de 4 toneladas en pacas de 160 kilogramos.

**b. Limpieza de cartón.**

Un operador está encargado de limpiar y dejar sin ningún adhesivo, grapas o agentes extraños adheridos al cartón, esta actividad la realiza durante sus ocho horas de trabajo.

**c. Pesar cartón y papel periódico.**

El operador tiene que pesar los kilogramos de cartón y papel periódico ya establecidos para la realización de la pasta. Debe seleccionar 28 Kg de papel y 52 Kg de cartón.

**d. Colocar materia prima.**

El operador después de pesar coloca la materia prima en el área del Pulper.

**e. Hidropulper**

La molienda se lleva a cabo en la maquinaria llamada Hidropulper, recipiente en donde el cartón y el papel se mezclan en 60 litros de agua y se agita de manera continua durante 32 minutos, posteriormente la mezcla pastosa “celulosa” pasa al primer tanque de almacenamiento.

**f. Almacenamiento de la pasta**

La celulosa se almacena durante 12 minutos, posteriormente pasa a los tanques de agitación para oxigenar a la pasta.

**g. Depuración de la pasta**

La pasta oxigenada pasa al tanque de depuración donde se tamiza con vibración durante 12 minutos obteniendo una pasta que es sumamente moldeable.

#### **h. Curado de la pasta**

Tanque en el cual se utiliza 4 agitadores y es en donde se añade a la pasta agentes químicos blanqueadores.

#### **i. Sistema automático de formado**

La pasta es depositada en la máquina formadora, donde por medio de moldes o matrices, se forma el producto. Los moldes presan la pulpa y succionan toda el agua posible de extraer por medio de bombas de vacío. Mediante soplado por aire comprimido se transfiere el producto moldeado al secado, existiendo diferentes tamaños de moldes: universales, medianos, iniciales y gigantes.

#### **j. Secado automático**

Las cubetas recién formadas pasan por una cámara de secado en cuyo interior se encuentran cinco quemadores de diésel que elevan la temperatura interior a valores de 35, 45, 30, 35 y 15 grados centígrados, los secadores evaporan gran parte del agua remanente de las cubetas, el tiempo de permanencia de las cubetas dentro del secador es de 20 minutos.

#### **k. Empacado**

El producto elaborado es trasladado al área de empacado, que realizan la función de empaquetar bultos de 100 unidades, se apilan con el color correspondiente al tipo de cubeta producida, se almacenan en filas de 4 y columnas de 10 bultos, después se las traslada al área de almacenaje de producto terminado.

#### **l. Despacho.**

Se realiza el despacho del producto a los clientes. La entrega es en orden de compra.

En el Anexo 1, 2 y 3 se detalla todas las actividades que realiza la empresa desde que se recibe los insumos para elaborar el producto hasta que se entrega el producto los clientes.

### **Situación actual de labores en la empresa PULPA MOLDEADA S.A.**

La empresa trabaja 24 horas al día, siete días a la semana en turnos rotativos de 8 horas, el primer turno es de 6:00 a 14:00 horas, el segundo turno es de 14:00 a 22:00 horas y el tercer turno es de 22:00 a 6:00 horas del siguiente día, los fines de semana trabajan dos turnos de 12 horas cada uno. Las actividades de mantenimiento se realizan 8 horas cada último sábado del mes.

### **Control de calidad del producto final**

Se detalla las actividades para el control de calidad del producto.

### **Peso en humedad**

La cubeta de cartón recién formada debe tener un peso estándar de 240 gramos y una humedad de 4% .

### **Peso en seco.**

La cubeta debe tener un peso estándar de 60 gramos.

### **Características del producto.**

Las características más importantes que los clientes requieren para la adquisición del producto son las siguientes:

- Resistencia a la humedad,
- Flexibilidad,
- Limpieza,
- Tamaño de la cubeta y tamaño del orificio receptor del huevo,
- Espesor,
- Peso.



### Resumen de las actividades para elaboración de cubetas de cartón para huevos

En la Tabla 7, se resumen las actividades que se ejecutan durante el proceso de elaboración de cubetas de cartón, determinándose un tiempo de ciclo de 378,63 minutos desde que se recibe la materia prima de los proveedores hasta que se entrega el producto al cliente, para la medición de tiempos de ciclos se utiliza un cronómetro.

**Tabla 7:** Resumen de la elaboración de cubetas de cartón

	RESUMEN	Actual	
		#	Tpo
○	Operaciones	23	348,016
⇒	Transporte	4	5,016
□	Controles	9	13,3
⊖	Esperas	5	11
▽	Almacenamiento	1	1,3
<b>TOTAL</b>		42	378,632

**Elaborado por:** Costales. D, Pullopaxi. J

Tabla 8: Diagrama de flujo del proceso actual de elaboración de cubetas de cartón para huevos

RESUMEN		Actual	
#	Tipo	#	Tiempo de ciclo
Operaciones	23	348,016	
Transporte	4	5,016	
Controles	9	13,3	
Esperas	5	11	
Almacenamiento	1	1,3	
<b>TOTAL</b>	<b>42</b>	<b>378,632</b>	

Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm.	Tiempo de ciclo
1	Op.				1
2	Op.				5
3	Op.	1			1
4	Op.	2			2
5	Op.				180
6	Op.	1			2
8	Op.	2			1
9	Op.				3
10	Op.				2
12	Op.				1
13	Op.	1			2
14	Op.	2			2
15	Op.				10
16	Op.				2
18	Op.	1			2
19	Op.	2			2
20	Op.				1
21	Op.				2
22	Op.				5
23	Op.				3
24	Op.	1			1
25	Op.	2			3
26	Op.				12
27	Op.				2
28	Op.	1			3
29	Op.	2			3
30	Op.				0.016
31	Op.				0.016
32	Op.	1			1
33	Op.	1			3
34	Op.	1			1
35	Op.				0.3
36	Op.	1			1
37	Op.	2			12
38	Op.	1			1
39	Op.	2			2
40	Op.	40			40
41	Op.	1.3			1.3
42	Op.	3			3
43	Op.	60			60
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>378,632</b>

Elaborado por: Costales, D, Pullopaxi, J

En la Tabla 8 se registran y detallan todas actividades que tiene el proceso productivo para la elaboración de cubetas de cartón identificando y clasificando si cada actividad es operación, transporte, control, demora y almacenamiento.

Con la identificación de cada actividad del proceso productivo que se muestra en la Tabla 8 se realiza un estudio de tiempos y movimientos, se subdivide en etapas cada una de las actividades, el cálculo del número de observaciones para definir el tiempo estándar o tiempo tipo se determina por la siguiente ecuación matemática.

**Ecuación 5:** Número de observaciones

$$n = \left( \frac{40\sqrt{n'\Sigma x^2 - \Sigma(x)^2}}{\Sigma x} \right)^2 \quad (5)$$

$n$ =Tamaño de la muestra que desea calcular

$n'$ =Número de observaciones del estudio preliminar

$\Sigma$ =Suma de valores

$x$  =Valor de las observaciones

40=Constante para un nivel de confianza de 94,5%

En la Tabla 9, se subdivide cada actividad del proceso en varias etapas, se muestra un total 12 actividades para todo el proceso productivo, determinando el número de observaciones que debe tener cada etapa del proceso que se muestra en la Tabla 7, para posteriormente obtener el tiempo promedio de cada actividad del proceso que se realiza.

En la Tabla 10, se determina el tiempo estándar de todo el proceso para la elaboración de cubetas de cartón para huevos, realizando un estudio de tiempos y movimientos en la fabricación del producto se calcula los tiempos suplementarios y la valoración del ritmo de trabajo, los resultados se muestran en las tablas de los Anexos 7 y 8. Para cada subprocesso, la suma del tiempo básico mas el tiempo suplementario, se obtiene el tiempo estándar. La suma algebraica de los tiempos estándar de cada subprocesso permite obtener el tiempo estándar total de todo el proceso productivo y tiene un valor de 416 minutos.

Tabla 9: Tiempos en cada actividad del proceso

Nº ETAPA	Nº ACT	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CADA ACTIVIDAD	V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	n
Recepción de insumos	1	Recepción de materia prima de los proveedores: Recibir orden de llegada de los proveedores, control de peso inicial, revisión de pases, proveedor se dirige al área de descarga de los insumos.	1	14	15	13	14	15	13	14	15	14	14	4
	2	Descarga de materia prima: Los operadores tienen que descargar 4 toneladas entre cartón y papel periódico a mano, control de peso final en la balanza, documentación final de los insumos enviados por proveedores.	1	180	180	168	180	183	184	185	182	180	184	1
Fabricación de la pasta	3	Realización de mezcla con cartón: Trasládase por cartón, pesar cartón, documentación del insumo utilizado, operar tablero de control para el llenado de agua en el hidropulper, agregar aditivo químico en el agua del hidropulper, colocar cartón en el Hidropulper para que se desicfe.	1	21	22	20	20	22	23	22	23	21	22	4
	4	Realización de mezcla con papel periódico: Trasládase por papel periódico, pesar papel periódico, documentación del insumo utilizado, operar tablero de control para el llenado de agua en el hidropulper, agregar aditivo químico en el agua del hidropulper, colocar papel periódico en el Hidropulper para que se desicfe.	1	14	15	16	14	14	13	14	15	14	14	4,8
	5	Operación en panel de control: Abrir válvula de agua y llenar el hidropulper, manipular panel de control para dejar pasar la pasta recién formada al tanque de almacenamiento II, curado de la pasta en el tanque II.	1	8	9	8	9	8	8	8	7	9	8	8,57
	6	Depuración de la pasta: La separación de partículas extrañas de la pasta por acción mecánica, recolección de residuos en la zanja por operador.	1	15	16	15	16	17	15	16	16	16	15	17
Control de calidad	7	Curado de la pasta recién formada: En el tanque de almacenamiento I por la acción de los motores reductores permite el curado de la pasta, en el tanque de almacenamiento III.	1	7	6	6	7	7	6	7	6	7	7	8,82
	8	Almacenamiento final para ser procesada la pasta: La pasta recién formada se almacena en el tanque IV por la acción de los motores reductores permite el curado de la pasta final, se transporta la pulpa final a la formadora.	1	7	6	7	6	7	7	7	6	7	6	8,82
Secado del producto	9	Control de calidad en el producto: Revisión de peso del producto recién formado, lavar los moldes cada 30 minutos en la formadora, control de peso cada vez que el tanque IV esté lleno, mitad y por finalizar, operar tablero de control si el producto está muy pesado se cambia el tiempo de descifrado se sube velocidad de la cadena, documentación del tiempo de descifrado, velocidad cadena y peso del producto.	1	8	9	7	8	8	9	8	8	7	8	10
	10	Sistema automático de secado: El producto recién formado pasa por 5 calderos los cuales ayudan a que el producto salga completamente seco para la movilidad de las cubetas recién formadas se utiliza una cadena para transportar el producto.	1	14	15	15	14	14	15	14	14	15	14	1,85
Empaque	11	Empaque del producto: Recibe el producto terminado por banda transportadora, compilación del producto en pases 100 unidades, apilamiento del producto en filas de 10 y columnas de 4, almacenamiento del producto cuando se tiene las 40 pases.	1,25	45	40	44	45	46	44	46	44	45	44	2,128
Despacho	12	Despacho: Orden de despacho del producto, despacho al cliente según lo que requiera.	1	65	68	69	70	65	69	66	70	69	68	1,14

Elaborado por: Costales, D, Pullopaxi, J



Tabla 10: Tiempo estándar de todo el proceso productivo

N° ACT	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tiempo Observado	Tiempo Básico	SUPL %	Tiempo Suplemento	Tiempo Estándar
1	Recepción de materia prima de los proveedores: Recibir orden de llegada de los proveedores, control de peso inicial, revisión de pacas, proveedor se dirige al area de descarga de los insanos.	14	15	13	14							14,1	14,1	0,13	0,1	14,2
2	Descarga de materia prima: Los operadores tienen que descargar 4 toneladas entre cartón y papel periódico a mano, control de peso final en la balanza, documentación final de los insanos enviados por proveedores.	180										180,5	180,5	0,37	0,4	180,9
3	Realización de mezcla con cartón: Trasládase por cartón, pesar cartón, documentación del insumo utilizado, operar tablero de control para el llenado de agua en el hidropulper, agregar aditivo químico en el agua del hidropulper, colocar cartón en el Hidropulper para que se desicfe.	21	22	20	20							21,4	21,4	0,47	0,5	21,8
4	Realización de mezcla con papel periódico: Trasládase por papel periódico, pesar papel periódico, documentación del insumo utilizado, operar tablero de control para el llenado de agua en el hidropulper, agregar aditivo químico en el agua del hidropulper, colocar papel periódico en el Hidropulper para que se desicfe.	14	15	16	14	14						14,4	14,4	0,47	0,5	14,9
5	Operación en panel de control: Abrir válvula de agua y llenar el hidropulper, manipular panel de control para dejar pasar la pasta recién formada al tanque de almacenamiento II, curado de la pasta en el tanque II.	8	9	8	9	8	8	7	9	8		8,2	8,2	0,17	0,2	8,4
6	Depuración de la pasta: La separación de partículas extrañas de la pasta por acción mecánica, recolección de residuos en la zaranda por operador	15	16	15	16							15,7	15,7	0,15	0,2	15,9
7	Curado de la pasta recién formada: En el tanque de almacenamiento I por la acción de los motores reductores permite el curado de la pasta, en el tanque de almacenamiento III	7	6	6	7	7	6	7	6	7		6,6	6,6	0,1	0,1	6,7
8	Almacenamiento final para ser procesada la pasta: La pasta recién formada se almacena en el tanque IV por la acción de los motores reductores permite el curado de la pasta final, se transporta la pulpa final a la formadora.	7	6	7	6	7	7	7	6	7		6,6	6,6	0,1	0,1	6,7
9	Control de calidad en el producto: Revisión de peso del producto recién formado, lavar los molinos cada 30 minutos en la formadora, control de peso cada vez que el tanque IV esté lleno, mitad y por finalizar, operar tablero de control si el producto está muy pesado se cambia el tiempo de desicfado se sube velocidad de la cadena, documentación del tiempo de desicfado, velocidad cadena y peso del producto.	8	9	7	8	8	9	8	8	7	8	8,0	8,0	0,15	0,2	8,2
10	Sistema automático de secado: El producto recién formado pasa por 5 calderos los cuales ayudan a que el producto salga completamente seco para la movilidad de las cubetas recién formadas se utiliza una cadena para transportar el producto.	14	15									14,4	14,4	0,1	0,1	14,5
11	Empaque del producto: Recibe el producto terminado por banda transportadora, compilación del producto en pacas 100 unidades, aplastamiento del producto en filas de 10 y columnas de 4, almacenamiento del producto cuando se tiene las 40 pacas.	45	44									44,3	55,4	0,22	0,2	55,6
12	Despacho: Orden de despacho del producto, despacho al cliente según lo que requiera.	69										68,0	68,0	0,21	0,2	68,2
																416

Elaborado por Costales, D, Pullopaxi J



### Subprocesos manuales

En la Tabla 11, se muestra las actividades para la recepción de la materia prima, aplicando el estudio de tiempos y movimientos se identifica los tiempos estándar de cada una de las actividades del proceso de recepción, la suma del tiempo básico más el tiempo suplementario permite obtener el tiempo estándar. Con la suma algebraica de los tiempos estándar de cada actividad de la recepción de la materia se obtiene el tiempo estándar total de 195 minutos en la recepción de los insumos.

**Tabla 11:** Proceso de recepción de materia prima

Nº ACT	Descripción detallada de la actividad	Tiempo Observado (minutos)	Tiempo Básico (minutos)	SUPL %	Tiempo Suplemento (minutos)	Tiempo Estándar (minutos)
1	<b>Recepción de materia prima de los proveedores:</b> Recibir orden de llegada de los proveedores, control de peso inicial, revisión de pacas, proveedor se dirige al área de descarga de los insumos.	14,1	14,1	0,13	0,1	14,2
2	<b>Descarga de materia prima:</b> Los operadores tienen que descargar 4 toneladas entre cartón y papel periódico a mano, control de peso final en la balanza, documentación final de los insumos enviados por proveedores.	180,5	180,5	0,37	0,4	180,9

Elaborado por: Costales. D, Pullopaxi. J

### Estado actual en el proceso de realización de la pasta

En la Tabla 12 se muestra el diagrama de proceso para la realización de la pasta con los tiempos estándares en su demora para su ejecución. Se muestra el diagrama de actividades actual para el proceso de molienda, dilución en agua, dosificación de agentes químicos blanqueadores, resinas y tamizado de la pasta; se debe indicar que el proceso de control de elaboración de la pasta es totalmente manual en base a recetas.

**Tabla 12:** Diagrama de flujo del proceso para la realización de la pasta

Diagrama de flujo actual del proceso de realización de la pasta											
						Actual					
RESUMEN						#	Tpo				
○	Operaciones					12	34				
⇒	Transporte										
□	Controles										
D	Esperas					5	24				
▽	Almacenamiento										
TOTAL							58				
Descripción Actividades						Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm.	Tiempo (min)
2	Transportarse al área de materia prima por cartón					●	⇒	□	D	▽	5
4	Pesar cartón en la balanza					●	⇒	□	D	▽	2
5	Documentación del insumo utilizado					●	⇒	□	D	▽	1
6	Operar tablero de control y dejar llenar por agua					●	⇒	□	D	▽	10
9	Agregar aditivo químico en el agua					●	⇒	□	D	▽	2
10	Colocación de cartón pesado en el pulper y dejar que se descifre					●	⇒	□	D	▽	1
11	Transportarse al área de materia prima por papel periódico					●	⇒	□	D	▽	5
12	Pesar papel periódico en la balanza					●	⇒	□	D	▽	1
13	Documentación del insumo utilizado					●	⇒	□	D	▽	1
14	Operar panel de control, dejar llenar por agua y colocar aditivo químico					○	⇒	□	D	▽	3
15	Colocación de papel periódico pesado en el pulper y dejar que se descifre					●	⇒	□	D	▽	1
16	Operar panel de control y dejar llenar por agua					○	⇒	□	D	▽	3
17	Operar panel de control,					○	⇒	□	D	▽	12
18	Almacenamiento de la pasta en el tanque II					●	⇒	□	D	▽	3
19	Depuración de la pasta					●	⇒	□	D	▽	1
20	Operador recoge la pasta restante en el depurador					○	⇒	□	D	▽	3
21	Operar panel de control en el tanque I					●	⇒	□	D	▽	1
22	Operar panel de control en el tanque III					○	⇒	□	D	▽	3
Total						12			5		58

Elaborado por: Costales. D, Pullopaxi. J

Se describe en la Tabla 13 la utilización del diagrama Hombre – Máquina, el mismo que permite identificar los tiempos muertos del proceso y en especial del operado

**Tabla 13:** Diagrama Hombre – Máquina

Hombre	Tiempo en (minutos)	Máquina	Tiempo en (minutos)
Recolectar cartón de la zona de almacenamiento	2	Llenado de agua	2
Colocar agente A1 con su dosificación de 30 ml	1	Preparación	10
Pesar y colocar los 52 kg de cartón en el Hidropulper	3		
Recolectar los 28 kg de papel periódico de la zona de almacenamiento	2		
Pesar papel periódico	2		
Tiempo muerto	4		
		Llenado de agua	2
Colocar papel periódico en el Hidropulper	1	Preparación	5
Colocar barredor con su dosificación de 160 ml	1		
Tiempo muerto	6		
		Llenado de agua	3
Prender la bomba , abrir compuerta y prender zaranda	1	Transpaso de pasta	10
Recolectar cartón de la zona de almacenamiento	2		
Pesar cartón	2		
Recolectar papel periódico de la zona de almacenamiento	2		
Pesar papel periódico	2		
Recoger pasta de la zaranda	1		
Apagar Hidropulper	1	Tiempo muerto	3
Limpieza interna del Hidropulper	2		

Elaborado por: Costales. D, Pullopaxi. J

En la Tabla 14 se muestran los tiempos estándar de cada uno de los subprocesos y se calcula el tiempo estándar para el proceso realización de la pasta resultando un tiempo de 25,63 minutos.

**Tabla 14:** Cálculo de tiempo suplementario del operador del pulper

Actividades	Tiempo Promedio (minutos)	Valoración	Tiempo Básico (minutos)	Tiempo Suplemento (minutos)	Tiempo Estándar (minutos)
Recolectar cartón de la zona de almacenamiento	3	110%	3,3	0	3,3
Pesar y colocar el cartón en el Hidropulper	5	100%	5	2	7
Colocación de agente A1	1	100%	1	0,4	1,4
Recolectar papel periódico de la zona de almacenamiento	2	110%	2,2	0,88	3,08
Pesar papel periódico	2	95%	1,9	0,76	2,66
Colocación de papel periódico en el Hidropulper	1	100%	1	0,4	1,4
Colocación de barredor	1	95%	0,95	0,38	1,33
Prender la bomba, abrir compuerta y prender zaranda	1	95%	0,95	0,38	1,33
Recoger pasta de la zaranda	2	100%	2	0,8	2,8
Prender agitador I	1	95%	0,95	0,38	1,33
					Tiempo ciclo 25,63

**Elaborado por:** Costales. D, Pullopaxi. J

En la Tabla 15 se muestra el tiempo estándar del proceso de elaboración de la pasta de 35 minutos, el tiempo muerto para el hombre es de 10 minutos y de la máquina 3 minutos, se determina la eficiencia del operador en el área del pulper en 73% y la eficiencia de la máquina en 91%, se puede evidenciar que el operador tiene un tiempo muerto de 10 minutos cada 35 minutos y en total en sus ocho horas de trabajo tiene un tiempo muerto de 80 minutos.

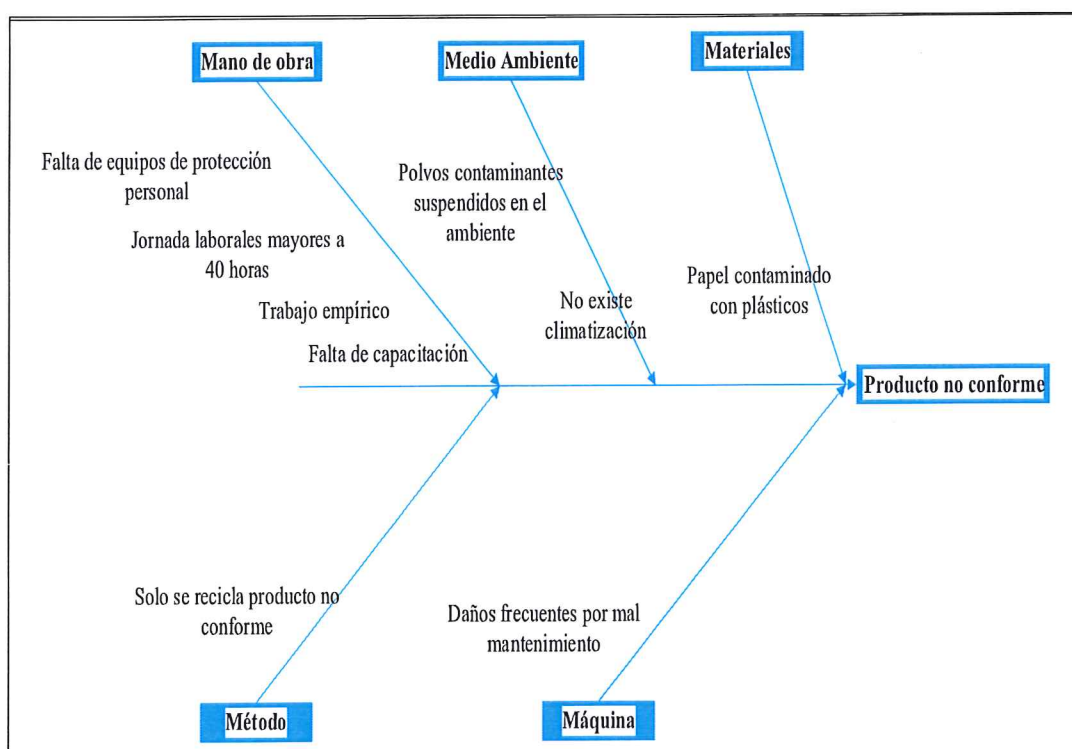
**Tabla 15.-Medición de eficiencia hombre – máquina**

Cálculos	Minutos	Cálculos	Minutos
Tiempo de ciclo	35	Tiempo de ciclo	35
Tiempo hombre	25	Tiempo máquina	32
Tiempo muerto Hombre	10	Tiempo muerto	3
Eficiencia hombre	73%		
Eficiencia Máquina	91%		

Elaborado por: Costales. D, Pullopaxi. J

En la Figura 3 se muestra un diagrama de Ishikawa o causa efecto el cual describe los problemas que tienen mayor relevancia por el producto no conforme de la empresa aplicando el método de las cinco M.

**Figura 3:** Diagrama de causa y efecto (Ishikawa)



Elaborado por: Costales. D, Pullopaxi. J

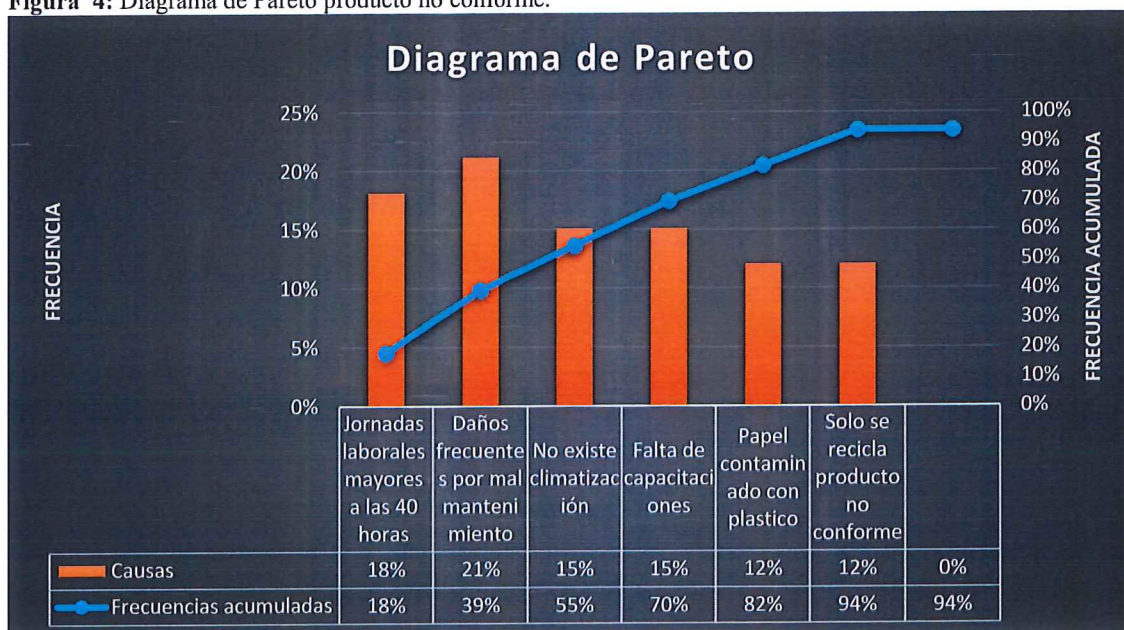
A continuación en la Tabla 16 se muestra las causas de mayor relevancia para la baja productibilidad en la empresa, se determinó en el diagrama de Ishikawa problemas de mayor frecuencia, se tiene la descarga de la materia prima con los operadores.



**Tabla 16:** Tabulación de diagrama causa efecto del producto no conforme en la empresa.

Tabulación diagrama Causa - Efecto								
Causas	Soluciones	Criterios						
Mano de obra	Solución	Factor	Causa directa	Solución	Factible	Medible	B. Costo	Total
Falta de equipos de protección personal	Compra y adquisición de equipos de protección personal	5	5	5	8	6	7	36
Jornadas laborales mayores a 40 horas	Incrementar un cuarto turno para no tener jornadas mayores a 40 horas	6	7	7	8	8	8	44
Falta de capacitación	Capacitaciones periódicas	4	5	5	5	6	7	32
Medio Ambiente	Solución	Factor	Causa directa	Solución	Factible	Medible	B. Costo	Total
Polvos suspendidos en el medio ambiente	Compra y adquisición de equipos purificadores de medioambiente	2	2	2	2	2	2	12
No existe climatización	Compra y adquisición de equipos para climatización de medio ambientes	3	2	3	3	2	2	15
Materiales	Solución	Factor	Causa directa	Solución	Factible	Medible	B. Costo	Total
Papel contaminado con plástico	Cambiar de proveedores	1	1	1	1	1	1	
Método	Solución	Factor	Causa directa	Solución	Factible	Medible	B. Costo	Total
Solo se recicla producto no conforme	Contar con materia prima de buena calidad para el proceso	3	4	4	4	4	5	24
Maquina	Solución	Factor	Causa directa	Solución	Factible	Medible	B. Costo	Total
Daños frecuentes por mal mantenimiento	Contar con todos los repuestos requeridos para cada maquinaria	10	10	8	8	8	8	52
Tecnología obsoleta	Cambiar equipo	1	1	1	1	1	1	6
Falta de repuestos en el mercado local	Tener un stock en bodega de los repuestos que más se dañen	8	5	4	6	6	8	37

Elaborado por: Costales, D, Pullopaxi, J

**Figura 4:** Diagrama de Pareto producto no conforme.

Elaborado por : Costales, D, Pullopaxi, J

En la Figura 4 del diagrama de pareto se observa, mayor índice de problemas:

### **Causas**

- Daños frecuentes por mal mantenimiento.
- Jornadas laborales mayores a las de 40 horas.

### **Efectos**

- Trabajo de baja calidad.
- Paros de producción.

### **Soluciones**

- Aumentar un cuarto turno los días fines de semana.
- Tener en stock los repuestos originales que se necesitan para las reparaciones de los equipos, darle siempre un seguimiento periódico a cada maquinaria, realizar siempre mantenimientos preventivos en la maquinaria y no solo correctivos.

### **Capacidad del proceso.**

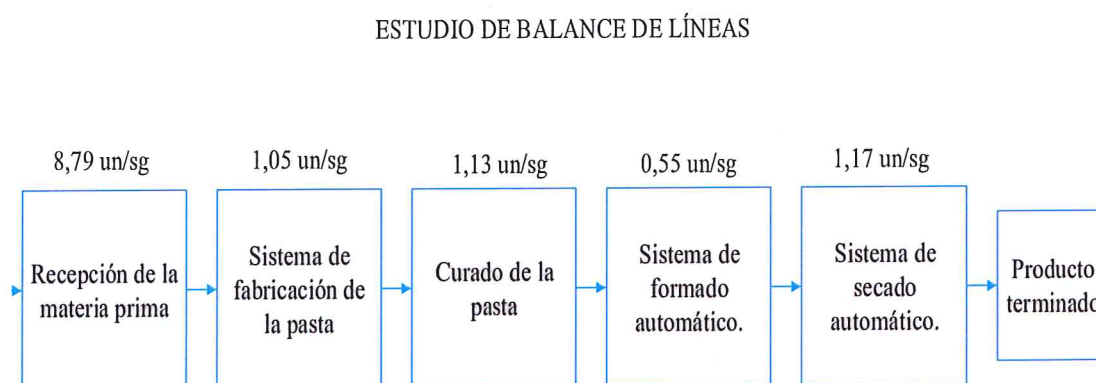
La empresa PULPA MOLDEADA S.A. tiene un estándar de producción de 1.875 cubetas de cartón por hora con una línea de 4 personas.

### **Estudio de balance de línea**

El estudio de balance de línea muestra la capacidad de producción en cada subproceso para la elaboración del producto.

En la Figura 5 se muestra el estudio del balance de todos los subprocesos para la realización.

**Figura 5:** Balance de líneas en los subprocesos de elaboración de cubetas de cartón



**Elaborado por:** Costales. D, Pullopaxi. J

En la Tabla 17 se muestra el teórico máximo de producción y el teórico máximo de producción real.

**Tabla 17:** Cálculo de unidades producidas por hora.

Teórico máximo de producción real	2050 unidades/hora	0,569 unidades/segundo
Teórico máximo de producción teórico	1875 unidades/hora	0,55 unidades/segundo

**Elaborado por:** Costales. D, Pullopaxi. J

Cálculo del rendimiento del proceso:

$$n = (1875)/2050 \times 100$$

$$n = 91,46 \%$$

En la Tabla 18 se muestra el tiempo estándar de formado de cada cubeta de cartón.

**Tabla 18:** Cálculo de tiempo estándar en formado de cubetas de cartón

Tiempo estándar (segundos)	Número de cubetas	Producto (unidades/hora)	Producto (unidades/segundos)
28,10	16	2050	0,569
28,90	16	1875	0,55

**Elaborado por:** Costales. D, Pullopaxi, J

En la Tabla 19 se muestra las unidades producidas en segundos de cada subproceso.

**Tabla 19:** Cálculo de unidades producidas en cada subproceso.

Subproceso	Cantidad de Materia prima (kilogramos)	Tiempo ( segundos)	Unidades producidas (Unidades/segundos)
Recepción de la materia prima	95000	10800	8,79
Sistema de fabricación de la pasta	1900	1800	1,05
Curado de la pasta	1900	1680	1,13
Sistema de moldeado automático	16	28,9	0,55
Sistema automático de secado	1900	1620	1,17

Elaborado por: Costales. D, Pullopaxi. J

En el análisis de la línea no balanceado, se concluye que el subproceso de la máquina formadora es el cuello de botella, se debe reparar la otra formadora y la capacidad de producción se duplicaría y el todo el proceso quedaría balanceado la línea fue diseñada para trabajar con dos formadoras.

Rendimiento del proceso.

$$n = \frac{0,55}{0,569} \times 100 = 96,66 \%$$

El incremento de la producción con las dos moldeadoras será:

$$n = \frac{0,55 \times 2}{0,569} \times 100 = 193\%$$

Cálculo de sigma de los valores de la tabla del Anexo 4

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (xi - x)^2}{N - 1}}$$

$$\sigma = 4,09$$

Se procede determinar la capacidad del proceso:

$$Cp = \frac{USL - SL}{6\sigma}$$

$$Cp = \frac{0,569 - 0}{6 \times 4}$$



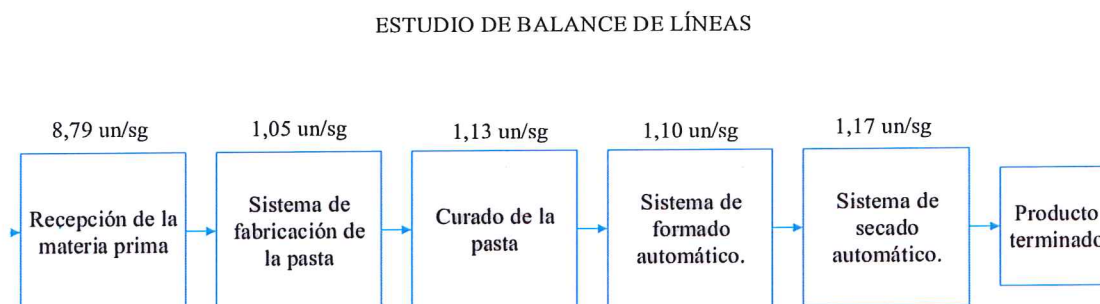
$$Cp = \frac{0,569 - 0}{24}$$

$$Cp = 0,023$$

El cual refleja que es un proceso de producción incapaz de acuerdo a la tabla del Anexo 8.

Según los datos, existe un alto número de horas improductivas, debido a que en turnos no se produce, lo óptimo es que siempre se tenga el mismo valor de velocidad de producción al existir un elevado número de horas de paro, se presenta esta alta variabilidad de la velocidad de producciones generalmente esta alta variabilidad, está atada a un alto valor de producto no conforme.

**Figura 6:** Balance de línea en el subproceso con el funcionamiento de la segunda formadora de cubetas de cartón



Elaborado por: Costales. D, Pullopaxi. J

El nuevo cuello de botellas es el proceso de realización de la pasta que sería el nuevo proceso a optimizar con los datos de producción horaria, luego de instalar la nueva formadora, la velocidad de producción se incrementa de 0,55 unidades/segundos a 1,10 unidades/segundos, pero la velocidad de producción del hidropulper es apenas de 1,05 unidades/segundos convirtiéndose esta máquina en el nuevo cuello de botella. Entonces se hace necesario el incrementar su velocidad en un 10 % se analiza los datos de placa de motor en el Anexo 7 Potencia nominal = 37 KW, corriente nominal = 57 amperios, Potencia de consumo = 46,6 KW, voltaje de consumo = 440 voltios, corriente de consumo= 65,84 amperios.

Con los datos de potencia nominal y potencia consumida nominal se observa que el actual motor tiene una sobrecarga del 25,9 %, lo que implica que este motor presenta



sobrecalentamiento y sea necesario mantenerlo con ventilación forzada y como norma de operación cada dos ciclos lo apaga para enfriarlo, lo que representa estos tiempos de paro de maquinaria y altas pérdidas de producción.

Entonces no es posible incrementar la velocidad de batido de la pulpa en 10% para acortar el tiempo de ciclo de este proceso. La velocidad nominal del rotor es de 50 RPM, para incrementar la velocidad del proceso en 10% es necesario comprar un motor de 55 KW, cambiar de poleas de transmisión y subir la velocidad del rotor a 55 RPM.

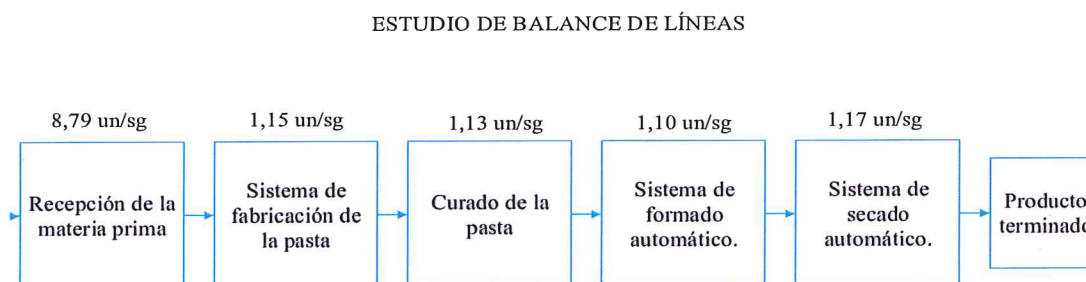
Al cambiar el motor de 37 KW a uno de 55 KW se eliminarán todos estos problemas de sobrecarga. Con el nuevo motor de 55 KW e incrementará la velocidad del rotor de 50 RPM a 55 RPM, la potencia del motor se incrementará de 46.6 KW a 51, 26 KW, la curva de carga para este tipo de sistemas mecánicos es de tipo lineal. Para el incremento de la velocidad del rotor se puede utilizar una de las siguientes alternativas.

- a) Modificando el radio de la polea motriz de 30 a 33 cm, a un costo estimado de \$ 80.
- b) Modificando la velocidad de rotación del motor de 975 RPM a 107.5RP a través de un driver electrónico.

La opción a de cambiar la relación de poleas se debe indicar que primero se debe de cambiar de motor a uno de 55 KW.

Con el balance de línea se llega a obtener una mayor productividad en la empresa

**Figura 7:** Balance de línea en el subproceso de realización de la pasta de cubetas de cartón



Elaborado por: Costales. D, Pullopaxi. J

Se debe indicar que la actividad de descarga consiste en bajar de un camión paquetes de 160 Kg entre 3 trabajadores, el levantamiento se realiza únicamente a pulso entre los trabajadores, los trabajadores no utilizan equipos de protección personal en especial cinturones lumbares, con un proceso de descarga bien coordinado, cada trabajador debe levantar 53 Kg y en ciertos momentos debido a descoordinaciones entre los trabajadores, se evidencia que los operadores llegan a realizar fuerzas mucho mayores a los 28 Kg que exige la normativa para levantamiento de pesos, lo que con el tiempo puede acarrear problemas de salud ocupacional a los trabajadores y los consecuentes problemas con el ministerio del trabajo y el departamento de riesgos del trabajo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, que de presentarse incidentes en esta área de trabajo, las consecuencias pueden ser incluso multas elevadas para la empresa y/o clausura de la empresa. Con estos antecedentes se hace indispensable y obligatorio el modificar la metodología de esta actividad.

Detectada la operación con mayor demora se realiza un diagrama de pareto, en la Tabla 20 se muestran las causas de mayor relevancia, la actividad de descarga manual de insumos utiliza el 40% del tiempo estándar, lo que causa demoras en la producción, y daños colaterales ergonómicos a los operadores que realizan la actividad.

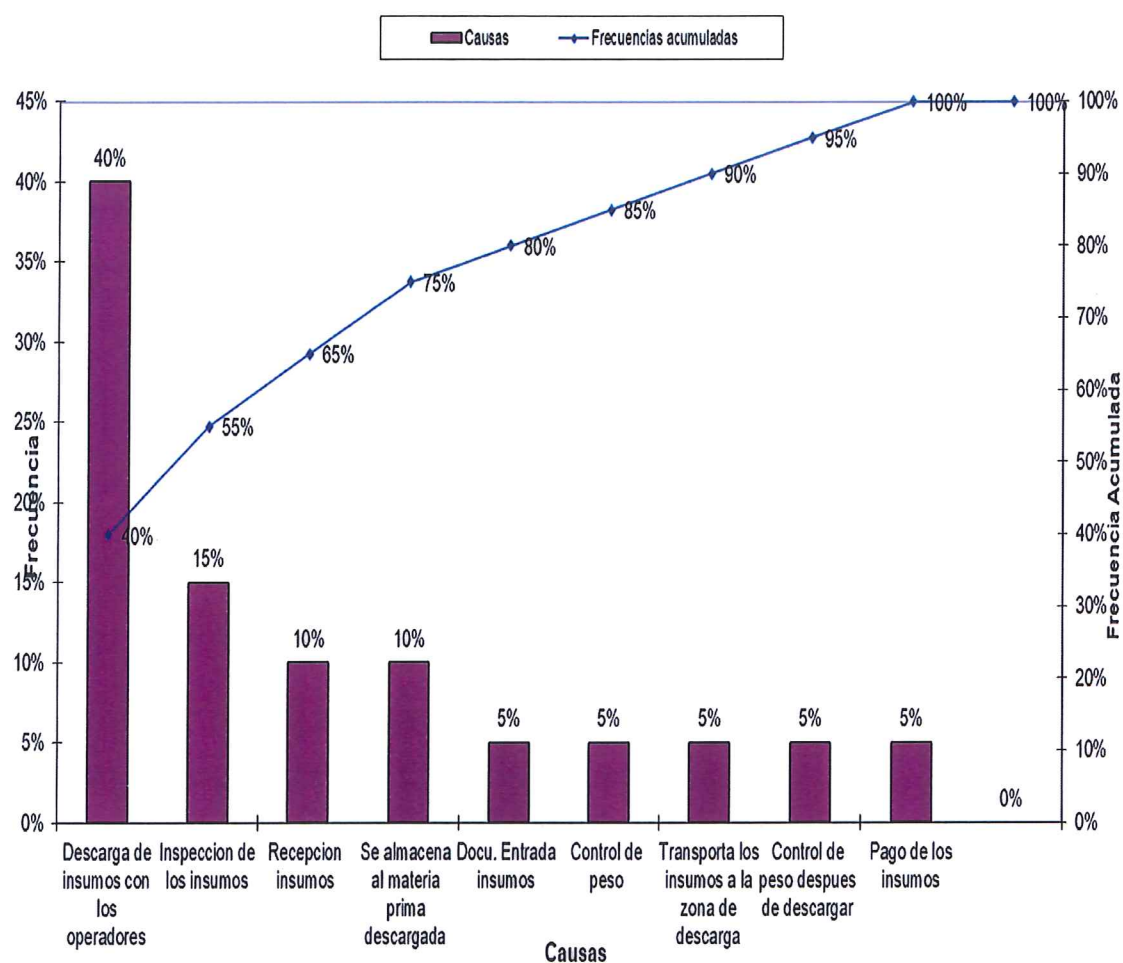
La actividad de descarga consiste en bajar de un camión paquetes de 160 Kg entre 5 trabajadores, el levantamiento se realiza únicamente a pulso entre los trabajadores, los trabajadores no utilizan equipos de protección personal en especial cinturones lumbares, con un proceso de descarga bien coordinado, cada trabajador debe levantar 32 Kg y en ciertos momentos debido a descoordinaciones entre los trabajadores, los operadores llegan a realizar fuerzas mucho mayores a los 28 Kg que manda la normativa para levantamiento de pesos.

**Tabla 20:** Causas de mayor relevancia en la recepción de la materia prima.

<b>Causas</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Frecuencia Normalizada</b>	<b>Frecuencia Acumulada</b>
Descarga de insumos con los operadores	8	40%	40%
Inspección de los insumos	3	15%	55%
Recepción insumos	2	10%	65%
Almacenaje de materia prima	2	10%	75%
Documentación de entrada de insumos	1	5%	80%
Control de peso	1	5%	85%
Transportar los insumos a la zona de descarga	1	5%	90%
Control de peso final	1	5%	95%
Pago de insumos	1	5%	100%

Elaborado por: Costales. D, Pullopaxi. J

**Figura 8:** Diagrama de Pareto de subproceso de descarga de materia prima





Elaborado por : Costales. D, Pullopaxi. J

En la ilustración de la Figura 8 se muestra que donde tienen mayores tiempos elevados para la recepción de la materia prima es en la descarga de los insumos por los operadores ya que lo realizan manualmente.

A continuación en la Tabla 21 se muestra las alternativas que se pueden utilizar para el levantamiento de cargas.

**Tabla 21:** Alternativas de equipos para levantamiento de cargas

Alternativas	Características de carga	Precio referencial rango de precio	Ventajas	Desventajas
Tecele eléctrico 	A partir de 150 Kg – 500 kg	\$ 700 \$ 1.500	Movilidad 360 grados con 2m de radio de acción. Bajo precio. Fácil operación. Costos de mantenimiento reducidos. El uso del tecele eléctrico brinda mayor seguridad y comodidad a los operadores puesto que la manipulación es mediante el manejo de un control, logrando mejor maniobrabilidad en el proceso	Requiere de fajas de descarga. Necesita una fuente de alimentación de 220 V.C.A.
Montacargas 	A partir de 1.500 Kg-3.500 kg	\$ 1.821 \$ 21.000	Movilidad sin límite, varios usos dentro de una planta, eléctricos y de combustión.	Se requiere personal capacitado y con licencia de manejo. Precio elevado. Costos de mantenimiento.

Elaborado por: Costales. D, Pullopaxi. J


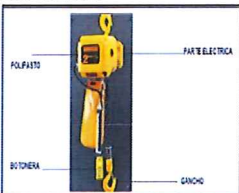
A continuación se detalla los tipos de tecles

### Tecle

Es un dispositivo mecánico suspendido que sirve para levantar, matener y bajar una carga libre suspendida no guiada, por medio de un sistema de reducción de poleas, que pueden utilizar cable o cadena y podran ser tecles manuales o electricos.




Tabla 22: Tipos de tecles

Tipo de tecles	Diferencia	Ventajas	Desventajas
Manuales 	Mecanismo de izaje. Eleva la carga halando la cadena a través de piñones.	Requieren menos mantenimiento Económicos El gancho no se desplaza lateralmente al levantar la carga.	La velocidad de izaje es lenta comparada a un eléctrico.
Eléctricos 	Mecanismo de izaje. Eleva la carga mediante un cable que se envuelve halando en un tambor acanalado.	Ofrecen velocidades de izaje muy rápidas Ofrecen un alta gama de opciones	Necesitan de una fuente eléctrica para su funcionamiento.

Elaborado por: Costales. D, Pullopaxi. J

En la siguiente tabla se detalla los tipos de tecles eléctricos, para la elección y selección correcta depende de varios factores, la capacidad de carga que se va levantar, peso, precio, garantía.



Tabla 23: Tacle eléctrico que podría implementarse.

Tacle eléctrico	Características	Especificaciones	Costo
Tacle elevador eléctrico 500 kg/ 1100 lbs - 220 v 	Voltaje 220 v Capacidad : 500 KG Capacidad : 6 m ( una línea) Garantía: 1 año	Modelo PA1000 Velocidad de levantamiento: 8 metros por minuto Rendimiento: 20% 10 minutos Ideal para movilizar cargas livianas de 150 a 500 kg.	\$ 200

Fuente: LOADMATE, Polipastos Eléctricos de cadena



**Tabla 24:** Tecele eléctrico que podría implementarse.

Tecele eléctrico	Características	Especificaciones	Costo
Tecele Eléctrico Polipasto De Cable 600/1200 Kg. 	Voltaje 220 v Capacidad : 600 KG Capacidad : 12 m ( una línea) Garantía: 1 año	Modelo PA1200 Velocidad de levantamiento: 12 metros por minuto Rendimiento: 20% 10 minutos Ideal para movilizar cargas livianas de 600 a 1200 kg.	\$ 550
Tecele Eléctrico 400kg / 800lb 110v Nuevo De Paquete 	Voltaje: 110V Potencia: 1300w Ciclo de trabajo: 20% – 10 min. Capacidad de levantamiento: 400kg. Garantía: 1 año	Modelo: PA800 Capacidad de levantamiento altura: 11.58m Freno: automático al llegar a lo más alto del recorrido. Velocidad de levantamiento: 8m/min	\$ 270

Fuente: LOADMATE, Polipastos Eléctricos de cadena

### Consideraciones técnicas para el seleccionar el tecele eléctrico.

**Capacidad:** Este parámetro brinda referencia sobre la máxima carga que el tecele puede elevar sin producir riesgo para los operadores, unidades y objeto a ser elevado.

**Peso:** Es importante conocer y procurar que el peso de este mecanismo no intervenga de manera considerable con respecto a la magnitud de la estructura de soporte. Este aspecto se encuentra directamente relacionado con la capacidad, aun así se pueden encontrar variedad de pesos debido al manejo de nuevos materiales de alta resistencia.

**Precio:** Para lograr obtener un diseño adecuado en recursos económicos se evaluará este aspecto para buscar soluciones eficientes con los resultados de la empresa, es importante no descuidar la calidad y fiabilidad del equipo.

**Altura:** Existen variedades en las alturas que el tecele puede elevar en sentido del recorrido vertical. Para el proyecto en desarrollo exige un movimiento intermedio que se analizará y

tomará en cuenta en la selección. La función principal del tecele será elevar un motor de la altura de un vehículo, para lograr ubicarlo en un soporte adecuado.

**Garantía:** Se pretende hallar el mayor beneficio para lograr cubrir las necesidades del proyecto. Es importante contar con una solución a problemas futuros en caso de existirlos. Se busca la mayor fiabilidad.

En las Tablas 25-26-27 se muestran las especificaciones de cada tecele eléctrico.

**Tabla 25:** Especificaciones del tecele eléctrico Modelo PA1000

Modelo PA1000				
	Datos	Puntuación	%	Subtotal
Capacidad	500 kilogramos	10	8 %	0.8
Peso( Kg)	30	8	7 %	0.56
Precio	\$ 200	9	40 %	3.6
Altura	6 metros	10	5 %	0.5
Garantía	1 año	8	35 %	2.45
Facilidad de Montajes	Gancho fijo -220 v	10	5 %	0.5
			100 %	8.41

**Elaborado por:** Costales. D, Pullopaxi. J

**Tabla 26:** Especificaciones del tecele eléctrico Modelo PA1200

Modelo PA1200				
	Datos	Puntuación	%	Subtotal
Capacidad	600 kilogramos	10	8 %	0.8
Peso( Kg)	55	8	7 %	0.56
Precio	\$ 550	1	40 %	0.4
Altura	12 metros	10	5 %	0.5
Garantía	1 año	8	35 %	2.45
Facilidad de Montajes	Gancho fijo -220 v	10	5 %	0.5
			100 %	5.21

**Elaborado por:** Costales. D, Pullopaxi. J

**Tabla 27:** Especificaciones del tecele eléctrico Modelo PA800

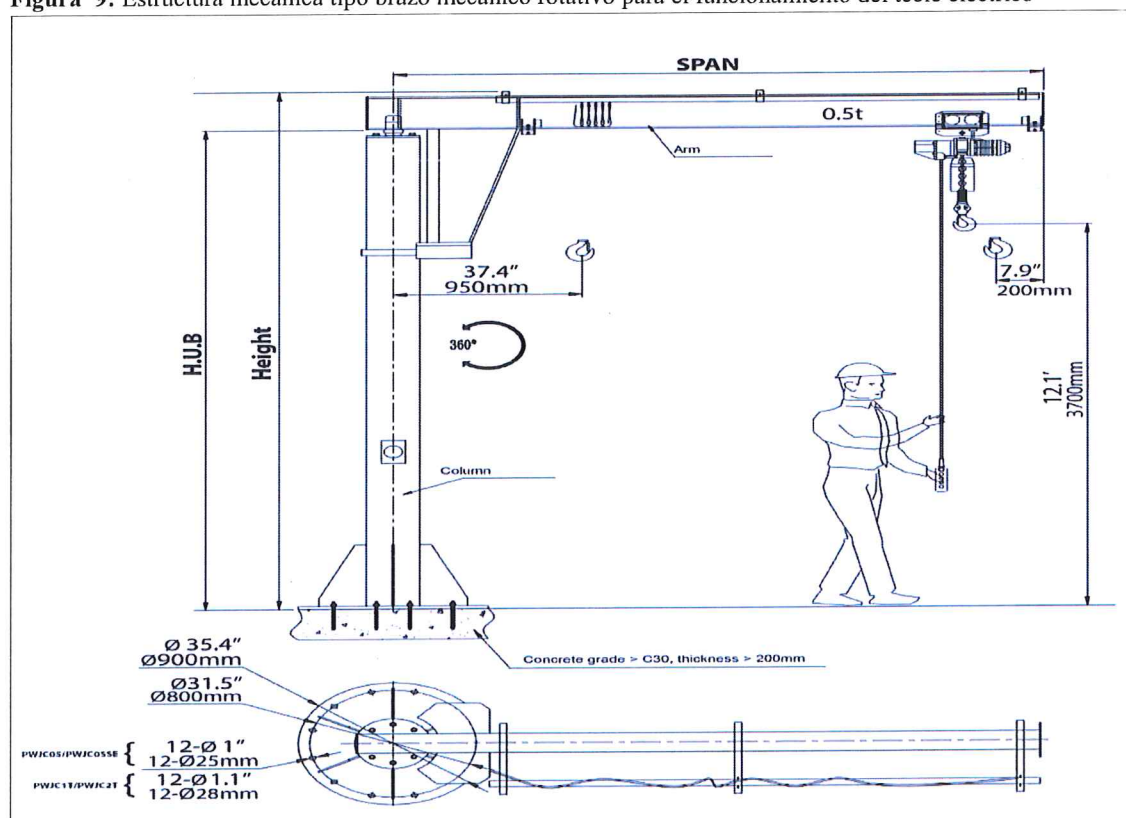
Modelo PA1200				
	Datos	Puntuación	%	Subtotal
Capacidad	400 kilogramos	10	8 %	0.8
Peso( Kg)	25	8	7 %	0.56
Precio	\$ 270	10	40 %	2.4
Altura	8 metros	10	5 %	0.5
Garantía	1 año	8	35 %	2.45
Facilidad de Montajes	Gancho fijo -110 v	10	5 %	0.5
			100 %	7.21

**Elaborado por:** Costales. D, Pullopaxi. J

Entre las tres propuestas de tecele eléctrico el modelo PA1000 es la mejor opción que se tendría que implementar

En la Figura 9 se observa el tipo de estructura metálica que se tiene que realizar para la utilización del tecele eléctrico

**Figura 9:** Estructura mecánica tipo brazo mecánico rotativo para el funcionamiento del tecele eléctrico



Fuente: Manual del Tecele eléctrico

## Montacargas

Los montacargas son un tipo de maquinaria pesada utilizada principalmente para levantar, transportar y almacenar cargas pesadas.

### Tipos de montacargas.

En el mercado existen variedad de montacargas, para la elección y selección correcta depende de varias factores, tanto de desempeño, logístico, ambientales, ergonómicos y económicos.

Los tipos de montacargas dado a su diversidad no existe una clasificación única de estos equipos. Se los puede clasificar en función de varias características, entre las más comunes:

**Por el tipo de motor que utilizan:**

Motores eléctricos

Motores de combustión interna: gasolina, gas, dual, diésel.

**Por la posición del operador:**

De pie y sentado.

Si son contrabalanceados o no lo son.

**Por el tipo de llantas que utilizan:**

Neumáticas, sólidas y semi sólidas.

En general la clasificación más comúnmente aceptada es la que hace la ITA (Industrial Truck Association). ITA es la principal organización de fabricantes de montacargas y proveedores de repuestos y accesorios de componentes de vehículos industriales.

La ITA clasifica a los montacargas en 7 clases, estas son:

Clase 1: Montacargas eléctricos contrabalanceados con el operador abordo

Clase 2: Montacargas eléctricos para pasillos angostos

Clase 3: Carretillas Eléctricas manuales

Clase 4: Montacargas contrabalanceados con motor de combustión interna de llantas sólidas

Clase 5: Montacargas contrabalanceados con motor de combustión interna de llantas neumáticas.

Clase 6: Montacargas con motor de combustión interna o eléctrica.

Clase 7: Montacargas para terreno escabroso.

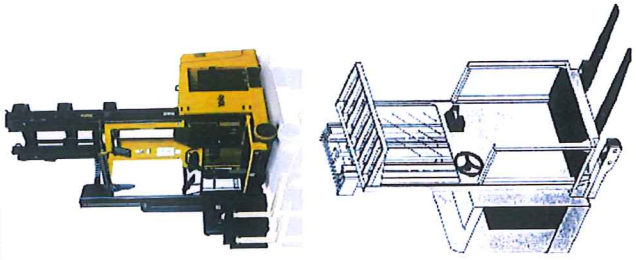
Tabla 28: Tipos de montacargas de Clase 1 con sus características

Clase	Especificación	Modelos	Características	Marcas	Ventajas	Desventajas	Rango de Costo	Empresas expendedoras
Clase 1	Montacargas eléctricos contrabalanceados con el operador abordo	EPI16PNT EPI18PNT EP20PNT	Su capacidad de carga va desde 2,000 Kg hasta 12,000 Kg además cuenta con contrapeso anti volcaduras.  Trabaja con un motor eléctrico, cuenta con tres llantas sólidas y resistentes que permiten su viabilidad.	Caterpillar Hitachi CASE JCB Scania Nissan Komatsu Volvo JAC CAT	De operación limpia y silenciosa, con bajos costos de operación.  Tienen una vida útil de 12 años  Los montacargas eléctricos tienen velocidades de desplazamiento y cambios de dirección y un desempeño superior de torque	La batería de los montacargas eléctricos tiene una vida útil muy baja.  Sistema eléctrico poco robusto.  Mayor tiempo utilizado al momento de realizar el mantenimiento.  Debe contar con una superficie plana y lisa, para evitar descalibración del equipo.	\$30.000 \$35.000	JAC Ecuador ECUAIMCO Comrepsa

Fuente: ITA



Tabla 29: Tipos de montacargas de Clase 2 con sus características

Clase	Especificación	Modelos	Características	Marcas	Ventajas	Desventajas	Rango de Costo	Empresas expendedoras
 <p>Clase 2</p>	Montacargas eléctricos para pasillos angostos	MTC 10 MTC 13 MTC 1380 MTC13LWB MTC15SWB MTC15MWB MTC15 LWB	Este tipo de montacargas también funciona con un motor eléctrico, desarrollado para un rendimiento excepcional y está diseñado para las más exigentes especificaciones para maximizar la productividad y garantizar la máxima fiabilidad.	Caterpillar Hitachi CASE JCB Scania Nissan Yale Volvo Bobcat Ferreyros Maximizer Terex Hyster.	Son pequeños por lo que resulta ideal para espacios reducidos en donde haga falta transportar algo. El confiable para montacargas pasillos muy estrechos proporciona un bajo costo de operación, gracias a su sistema de administración eficiente de la energía, ofreciendo una larga vida de turno. Se requiere un mínimo mantenimiento.	Su desventaja que en general el conductor debe ir parado y no sentado. Se alimentan de una gran batería, compuesta de ácido y plomo, que puede durar hasta 8 horas. Requieren de una mayor inversión inicial. Requiere una zona de carga con buena ventilación	\$ 32.000 \$ 35.000	Hyster Latinoamerica ECUAIMCO

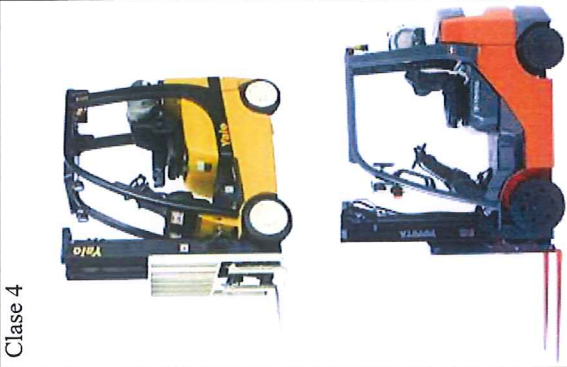
Fuente: ITA

Tabla 30: Tipos de montacargas de Clase 3 con sus características

Clase	Especificación	Modelos	Características	Marcas	Ventajas	Desventajas	Rango de Costo	Empresas expendedoras
Clase 3	Carretillas Eléctricas y manuales	RR5220-45 SBVN SBP10N2 SBP12N2(i) NIULI CTY-D	Estos son aparatos pequeños que no son manejados desde su interior, sino que se operan de forma manual.	Caterpillar Hitachi CASE JCB Scania Nissan Komatsu Volvo Bobcat Ferreiros Cummins Maximizer Mitsubishi Hubtex NIULI	Son bastante clásicos y muy funcionales para transportar cargas más pequeñas. Son diseñados para interiores. No genera emisiones que contaminen la atmósfera ya que no genera gases efecto invernadero. Los costos de operación y mantenimiento son menores.	Debe contar con una superficie plana y lisa, para evitar descalibración del equipo.	\$ 1.823 \$ 8.500	PROINTEC ULMA


Fuente: ITA

Tabla 31: Tipos de montacargas de Clase 4 con sus características

Clase	Especificación	Modelos	Características	Marcas	Ventajas	Desventajas	Rango de Costo	Empresas expendedoras
Clase 4 	Montacargas contrabalaceados con motor de combustión interna de llantas sólidas	S60FT 2P500 GPX-30CE	Son diseñados para ser utilizados en interiores y se caracteriza por contar con un chasis fácil de maniobrar y pequeño aunque presentan un amortiguamiento menor que otras clases.	Caterpillar Hitachi CASE JCB Scania Nissan Komatsu Volvo John Deere Hyster Ferreyros Yale Toyota Maximizer Belaz	Tienen una vida útil de 8 años. Excelentes para trabajar en un ambiente exterior. Alto rendimiento ya que pueden soportar altas jornadas de trabajo. Pueden trabajar en superficies irregulares.	Mala calibración. Costo alto de mantenimiento o Mayor contaminación en el ambiente. Llenado de pipetas Contaminación acústica.	\$21.000 \$31.000	OSNOX Hyster Latinoamérica ECUAIMCO

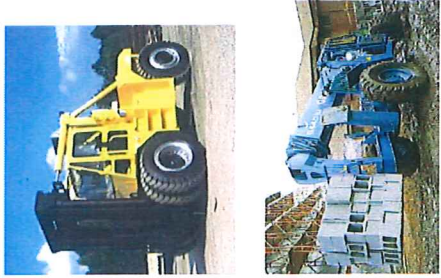
Fuente: ITA

Tabla 32: Tipos de montacargas de Clase 5 y 6 con sus características

Clases	Especificación	Modelos	Características	Marcas	Ventajas	Desventajas	Rango de Costo	Empresas expendedoras
Clase 5 y 6 	Usan un tanque de combustible como el de LPG. Las llantas en los vehículos son reforzadas y llenadas con aire.	2P3000 2P3500 2PC4000 2P4000/2PD4000 2P5000/2PD5000 2P5500/2PD5500 2P6000/2PD6000 2P6500/2PD6500 2P7000/2PD7000	Se caracteriza que tienen un chasis mayor así como también su amortiguamiento. Suelen utilizarse en terminales ferroviarias, patios o puertos donde se precisa manipular contenedores tanto vacíos como llenos.	CAT CATERPILAR NISSAN HELI Clark Bobcat Ferreyros Cummins Maximize	Presentan un diseño que permite ser utilizados en interiores y exteriores. Diseñados para trabajar en las aplicaciones más exigentes. Dirección completamente hidrostática para realizar un menor Esfuerzo. Costo inicial por lo regular más bajo que el montacargas eléctrico.	Altos costos de mantenimiento. Puede ser excesivamente ruidosos. Emisiones altas de gases tóxicos. Se requiere tener suministros de combustibles. Tiene menos adaptabilidad que un montacargas eléctrico.	\$ 22.000 \$ 35.000	OSNOX CATERPILAR CAT

Fuente: ITA

Tabla 33: Tipos de montacargas de Clase 7 con sus características

Clase	Especificación	Modelos	Características	Marcas	Ventajas	Desventajas	Rango de Costo	Empresas expendedoras
Clase 7 	Son montacargas de combustión interna	C500Y9720 C500-300DR H165XL2 DPH-70PK	Son de gran capacidad de carga en terrenos irregulares. Su capacidad de carga tiene un rango desde 4 hasta 10 toneladas.	Caterpillar Hitachi CASE JCB Scania Nissan Komatsu Volvo John Deere Bobcat Ferretyros Cummins Maximizer	Utilización más común en zonas agrícolas, y suelos irregulares, capacidad de 4 toneladas. Son de trabajo continuo Control de piso que permite limitar la velocidad de desplazamiento sin afectar el rendimiento Idóneo para trabajar en un ambiente exterior. Disposición de modelos de gran capacidad que la opción eléctrica	Tienen un alto costo en el mercado. Deben tener una licencia especial para su manejo. Altos costos de mantenimiento. Precio de combustible mayor y con incrementos. Coste de vida útil superior.	\$38.000 \$ 50.000	JAC Ecuador ECUAIMCO Comrepsa

Fuente: ITA



**Consideraciones técnicas.**

La principal consideración técnica es la carga a levantar, su peso y dimensiones, largo, ancho y altura. Otra consideración técnica es el sitio de trabajo, aquí se debe tomar en cuenta la altura a la que se debe levantar la carga, la altura máxima del sitio de trabajo, el ancho de pasillo con que se va a trabajar, la altura mínima por donde deba circular o trabajar el montacargas, las dimensiones de las esquinas por donde deba girar, el tipo y las condiciones del piso por donde se va a circular, las pendientes o rampas que deban ser superadas.

**Consideraciones ambientales.**

La principal consideración ambiental tiene que ver con el sitio de trabajo y la carga en sí misma. Lo primero es si en el sitio de trabajo es posible trabajar con un montacargas que emita gases al ambiente, esto puede tener una restricción por temas de ventilación, circulación de aire y contaminación del sitio de trabajo.

Con respecto a la carga, esta puede ser delicada y susceptible a la contaminación producida por los gases que emiten los motores de combustión interna, como es el caso de los alimentos, o puede tratarse de carga peligrosa donde no es admisible un equipo que pueda producir una chispa, como por ejemplo explosivos o ciertos químicos.

Otra consideración ambiental importante es el ruido. Los equipos con motores de combustión interna producen mucho más ruido que los equipos eléctricos, en el caso de flotas grandes de montacargas trabajando en lugares relativamente reducidos, el ruido es un factor muy importante a considerar.

Otra consideración ambiental además del ruido son las vibraciones que producen los motores.

**Consideraciones económicas.**

Obviamente una de las principales consideraciones al momento de tomar una decisión respecto a la compra de montacargas. En general si se realiza una comparación de costos de montacargas podemos observar que los equipos que funcionan a gas (LPG), gasolina o duales,

tienen un precio un poco menor que los montacargas que funcionan con motores a diésel. Y a su vez estos son más baratos que los equipos eléctricos. Esto es hablando del precio inicial.

Otro factor a considerar es el suministro de combustible o energía eléctrica en el sitio de trabajo, ya que esto puede hacer inviable la compra de determinado montacargas.

Para la toma de decisión del tipo de montacargas se tiene que implementar se va describir cómo se puede clasificar de acuerdo al tipo de motor. Así por un lado, los montacargas eléctricos-hidráulicos y por otro, los de combustión interna.

En las Tablas 34-35-36 se muestran las características para la selección del tipo de montacargas por el método de ponderación.

**Tabla 34:** Principales consideraciones técnicas para la selección del montacargas

Clase de Montacargas.	Consideraciones	Puntuación	%	Subtotal
Clase 1	Consideraciones ambientales	10	15 %	1.36
	Consideraciones económicas	5	50 %	2.5
	Consideraciones ergonómicas	8	10 %	0.8
	Consideraciones técnicas	7	25 %	1.75
Total			100 %	6.41
Clase de Montacargas.	Consideraciones	Puntuación	%	Subtotal
Clase 2	Consideraciones ambientales	10	15 %	1.36
	Consideraciones económicas	5	50 %	2.5
	Consideraciones ergonómicas	7	10 %	0.7
	Consideraciones técnicas	7	25 %	1.75
Total			100 %	6.41

Elaborado por: Costales. D, Pullopaxi. J

**Tabla 35:** Principales consideraciones técnicas para la selección del montacargas

Clase de Montacargas	Consideraciones	Puntuación	%	Subtotal
Clase 3	Consideraciones ambientales	10	15 %	1.5
	Consideraciones económicas	10	50 %	5
	Consideraciones ergonómicas	4	10 %	0.4
	Consideraciones técnicas	6	25 %	1.5
Total			100 %	8.4
Clase de Montacargas.	Consideraciones	Puntuación	%	Subtotal
Clase 4	Consideraciones ambientales	5	15 %	0.75
	Consideraciones económicas	7	50 %	3.5
	Consideraciones ergonómicas	8	10 %	0.8
	Consideraciones técnicas	7	25 %	1.75
Total			100 %	6.80
Clase de Montacargas.	Consideraciones	Puntuación	%	Subtotal
Clase 5	Consideraciones ambientales	5	15 %	0.75
	Consideraciones económicas	7	50 %	3.5
	Consideraciones ergonómicas	8	10 %	0.8
	Consideraciones técnicas	8	25 %	2
Total			100 %	7.05

Elaborado por: Costales. D, Pullopaxi. J

**Tabla 36:** Principales consideraciones técnicas para la selección del montacargas

Clase de Montacargas.	Consideraciones	Puntuación	%	Subtotal
Clase 6	Consideraciones ambientales	5	15 %	0.75
	Consideraciones económicas	7	50 %	3.5
	Consideraciones ergonómicas	8	10 %	0.8
	Consideraciones técnicas	9	25 %	2.25
Total			100 %	7.25
Clase de Montacargas.	Consideraciones	Puntuación	%	Subtotal
Clase 7	Consideraciones ambientales	5	15 %	0.75
	Consideraciones económicas	4	50 %	2
	Consideraciones ergonómicas	9	10 %	0.9
	Consideraciones técnicas	10	25 %	2.5
Total			100 %	6.15

Elaborado por: Costales. D, Pullopaxi. J

Entre las siete clases de montacargas la mejor opción para el proyecto a ejecutar es el de clase tres, está acorde a las necesidades que requiere la empresa para la descarga de insumos, entre sus consideraciones se tiene las ambientales, económicas y técnicas para la descarga de la materia prima, el modelo NIULI CTY-D es un montacargas hidráulico manual de polos corredizo de capacidad 1.5 toneladas una elevación de 3 metros de altura.

### **Análisis del proceso de descarga de materia prima utilizando el montacargas**

A continuación se presenta el análisis del proceso de descarga utilizado un montacargas, en el que se empleó la ingeniería de tiempos y movimientos, mismo que con la toma de datos y la interpretación de los mismos en tabla de resultados se pudo comprobar el efecto que se propone con la implementación de un de un montacargas hidráulico manual de polos corredizo de capacidad 1.5 toneladas una elevación de 3 metros de altura para la actividad de descarga. En el estudio de tiempos se determinó tiempos totales por actividades.

Las ventajas por las cuales se eligió este tipo de montacargas son de fácil operación, un costo de \$ 1.821. El dispositivo hidráulico está equipado con una válvula de retorno de aceite y la velocidad de descenso de las horquillas es controlada a través de una palanca de mano para permitir que la operación del sistema hidráulico sea correcta, segura y confiable, fácil acoplamiento, facilidad de transporte, las circunstancias por las que la empresa debe implementar este tipo de montacargas manual.

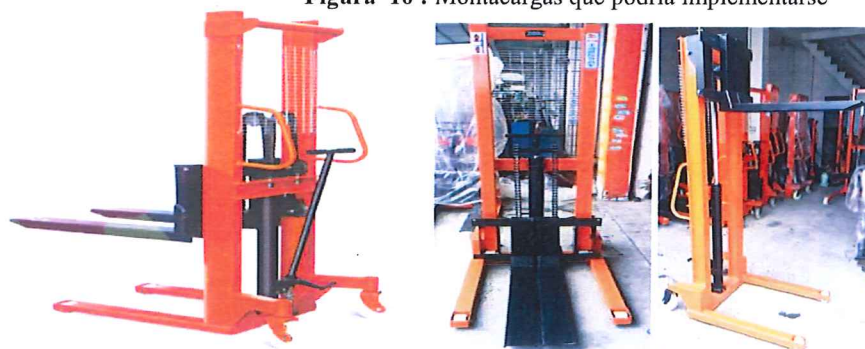
Es debido a que ellos manejan un peso de 160 kg cada paca, los trabajadores que realizan la actividad de descarga de materia prima manualmente generan un esfuerzo físico al realizar esta actividades, pueden sufrir lesiones a futuro por el exceso de carga en el cuerpo lo máximo que pueden cargar en peso es 28 kilogramos como lo especifica en el reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo

Identificándose que la materia prima que trae el proveedor viene en Pallets de dimensiones de 1.20 metros largo \* 0,80 metros de ancho. Por ende la altura de cada paca de cartón y papel periódico es de 1,5 metros de alto y de ancho es 0,96 metros cuadrados, un peso de cada paca 160 kilogramos que los proveedores traen 25 pacas todos los días entre cartón y papel periódico.



En la Figura 10 se muestra el tipo de montacargas a implementar para mejorar el proceso de descarga de materia prima visto frontal, lateral.

**Figura 10 :** Montacargas que podría implementarse



**Fuente:** Montacargas NIULI CTY-D

**Tabla 37:** Características del montacargas modelo NIULI CTY-D

Modelo	Montacargas NIULI CTY-D
Capacidad nominal de elevación	1.500 kg
Altura máxima de elevación	3 metros
Altura mínima de las cuchillas de elevación	7 centímetros
Largo de las cuchillas de agarre	1 metro
Ancho ajustable de las horquillas	340-680
Velocidad de elevación	14
Velocidad de descenso	Controlable
Potencia de operación de la manivela	32
Anchuras exterior patas delanteras	620
Tamaño de la rueda delantera	2.0
Radio de giro	360 grados
Tamaño global	1.5 por 1.9 por 1 metro
Peso propio	260

**Fuente:** Montacargas NIULI CTY-D

Los tiempos se midieron haciendo analogía de tiempos de movimientos realizados con el patín hidráulico que dispone la empresa.

En la Tabla 38 se muestra todas las actividades para la descarga de materia prima con el montacargas manual, además se propone tiempos estimados para su ejecución dándonos un tiempo total de 5 minutos la descarga de cada paca que trae el proveedor con un peso de 160 kilogramos que las cuatro toneladas siempre vienen 25 pacas entre cartón y papel periódico.



**Tabla 38:** Operaciones realizadas con el montacargas manual con sus tiempos

Operaciones	Tiempo básico (minutos)	Tiempo suplemento (minutos)	Tiempo estándar (minutos)
Se pone los frenos de las ruedas traseras al levantar objetos, inserte las horquillas bajo la tarima de los mismos, de ser necesario, fije las ruedas traseras y empuje la palanca manual.	2	0,4	2,4
Tire de la palanca manual hacia adelante y atrás para levantar los objetos hasta llegar al nivel necesario.	1	0,1	1,1
Al descargar objetos, tire de la palanca de descarga, levante y tire hacia afuera la parte frontal del panel con las manos, sáquele y entonces el apilador podrá usarse como carretilla de tarima.	1	0,5	1,5
Total	4		5

Elaborado por: Costales. D, Pullopaxi. J

Determinándose un tiempo de 5 minutos por cada paca sabiendo que cada día llegan 25 pacas dando un total en tiempo de 125 minutos en la descarga de los insumos; valor que es muy inferior a 180 minutos que requiere el proceso al ser ejecutado de forma manual.

En la Tabla 39, se muestra los diagramas de actividades y tiempos de ejecución, una vez realizada la redistribución de actividades y la propuesta para la inclusión del uso de un montacargas hidráulico manual de polos corredizo de capacidad 1.5 toneladas una elevación de 3 metros de altura para la actividad de descarga, se observa que tiempo de ciclo se reduce en 55 minutos al decrecer de 180 a 125 minutos, una disminución del ciclo del 30.5% del tiempo estándar.

**Tabla 39:** Comparación proceso actual y la propuesta para optimizar el proceso de descarga de materia prima

### Proceso actual

Diagrama de flujo actual para la descarga de materia prima							
RESUMEN		Actual					
		#	Tpo				
○	Operaciones	3	181,9				
⇒	Transporte	2	3,5				
□	Controles	3	9,7				
D	Esperas						
▽	Almacenamiento						
<b>TOTAL</b>			<b>195,1</b>				

	Descripción Actividades	Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm.	Tiempo (min)
1	Orden de llegada materia prima del proveedor	○	⇒	□	D	▽	1,1
2	Recepción de materia prima	○	⇒	□	D	▽	4,4
3	Control de peso inicial	○	⇒	■	D	▽	2,3
4	Inspección de materia prima que trae el proveedor	○	⇒	■	D	▽	5,2
5	Proveedor se dirige a la zona de descarga	○	⇒	□	D	▽	1,2
6	Descarga de materia prima con operadores	○	⇒	□	D	▽	176,4
7	Control de peso final	○	⇒	□	D	▽	2,3
8	Documentación de la materia prima traída por proveedor	○	⇒	■	D	▽	2,2
<b>Total</b>		<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>			<b>195,1</b>

Elaborado: por: Autores

### Propuesta para optimizar el proceso

Diagrama de flujo propuesto para la descarga de materia prima							
RESUMEN		Actual					
		#	Tpo				
○	Operaciones	3	131				
⇒	Transporte	2	3,5				
□	Controles	3	9,7				
D	Esperas						
▽	Almacenamiento						
<b>TOTAL</b>			<b>144,2</b>				

	Descripción Actividades	Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm.	Tiempo (min)
1	Orden de llegada materia prima del proveedor	○	⇒	□	D	▽	1,1
2	Recepción de materia prima	○	⇒	□	D	▽	4,4
3	Control de peso inicial	○	⇒	■	D	▽	2,3
4	Inspección de materia prima que trae el proveedor	○	⇒	■	D	▽	5,2
5	Proveedor se dirige a la zona de descarga	○	⇒	□	D	▽	1,2
6	Descarga de materia prima con montacargas manual hidráulico	○	⇒	□	D	▽	125,5
7	Control de peso final	○	⇒	□	D	▽	2,3
8	Documentación de la materia prima traída por proveedor	○	⇒	■	D	▽	2,2
<b>Total</b>		<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>			<b>144,2</b>

Elaborado: por: Costales. D, Pullopaxi. J

En la Tabla 40 se muestra los tiempos de ciclo mejorado en el subproceso de la descarga de los insumos en el área de almacenase de materia prima utilizando el montacargas.

**Tabla 40** : Tiempos mejorados de ciclo actual y el tiempo optimizado.

Tiempo de ciclo actual	Tiempo de ciclo optimizado
195 minutos	144 minutos

Elaborado: Costales. D, Pullopaxi. J

### **Análisis de la actividad descarga de materia prima utilizando tecele eléctrico.**

Se emplea el método de estudio de tiempos y movimientos, con la toma de datos y la interpretación de los mismos mostrados en la Tabla 44 se puede comprobar el efecto que se tiene con la implementación de un tecele elevador eléctrico 500 kg/ 1100 lbs accionado con motor eléctrico a 220 VAC para elevación de 8 metros de altura y el impacto que tiene en el proceso al utilizar una estructura metálica tipo brazo mecánico rotativo. El estudio de tiempos determina tiempos totales por actividades, debido al gran número de horas requeridas por el proceso.

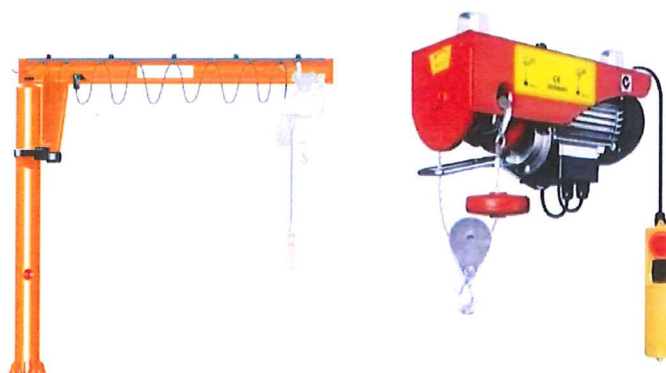
Los tecles eléctricos son un tipo de maquinaria pesada utilizada principalmente para levantar, transportar cargas pesadas. El tecele eléctrico que se propone a implementar es un básico el cual opera para cargas livianas.

Las ventajas entre las cuales se eligió son de fácil operación, un costo de \$ 700. El dispositivo está equipado con una estructura metálica tipo brazo rotativo giratorio, los motivos por las que la empresa debe implementar este tipo de equipo para la descarga de insumos debido que ellos manejan un peso de 160 kg cada paca y determinándose que los trabajadores lo máximo que pueden cargar en peso es 28 kilogramos, como lo especifica en el reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo

Identificándose que la materia prima que trae el proveedor viene en Pallets de dimensiones de 1.20 metros largo \* 0,80 metros de ancho. Por ende la altura de cada paca de cartón y papel periódico es de 1,5 metros y de ancho es 0,96 metros cuadrados, un peso de cada paca 160 kilogramos que los proveedores alrededor de 25 pacas todos los días entre cartón y papel periódico.

En la Figura 11 se muestra el tipo de tecele eléctrico a implementar para mejorar el proceso de descarga de materia prima.

**Figura 11:** Tecele eléctrico que se implementará



Fuente: Manual del tecele eléctrico

**Tabla 41:** Características del Tecele eléctrico

Modelo	Tecele eléctrico
Capacidad nominal de elevación	500 kg
Altura estándar de elevación(metros)	3,7
Dimensiones de las vigas(metros)	3,7
Altura total (milímetros)	4700
Altura baja de la viga (milímetros)	4400
Rotación	360°
Diámetro del mástil (milímetros)	325

Elaborado por: Costales. D, Pullopaxi. J

Los tiempos se tomaron en cuenta a razón que en la empresa Cotopaxi S.A existe un tecele eléctrico de las mismas características y estructura que se propone implementar para la descarga de la materia prima.

En la Tabla 42 se muestra todas las actividades para la descarga de materia prima con el tecele eléctrico, además se propone tiempos estimados para su ejecución de un tiempo total de 11 minutos la descarga de 480 kilogramos que trae el proveedor de 3 pacas entre cartón o papel periódico.



**Tabla 42:** Operaciones realizadas con el tecele eléctrico con sus tiempos

<b>Operaciones</b>	<b>Tiempo básico (minutos)</b>	<b>Tiempo suplementario (minutos)</b>	<b>Tiempo estándar ( minutos)</b>
Energice el tecele eléctrico	1	0,1	1,1
Operación, control de mando en bajar el gancho hacia las pacas de cartón y papel periódico.	1	0,1	1,1
Colocación de fajas para la descarga de las pacas de cartón y papel periódico, sujetar correctamente tres paca de 160 kilogramos cada una. Uso de ganchos de sujeción rápida.	5	0,5	5,5
Levantamiento de la carga con el tecele eléctrico.	1	0,1	1,1
Movimiento del brazo hidráulico a 60 grados	1	0,1	1,1
Descarga de materia prima con el tecele electico.	1	0,1	1,1
<b>Total</b>	<b>10</b>		<b>11</b>

Elaborado por: Costales. D, Pullopaxi. J

Determinando un tiempo de 11 minutos la descarga de tres pacas de cartón o papel periódico, cada día llegan 25 pacas dando un total en tiempo de 88 minutos en la descarga de los insumos. El proceso de descarga al utilizar el tecele eléctrico se reduce de 180 a 88 minutos, una disminución de 92 minutos, una disminución del tiempo estándar del 51%, resultando incluso más eficiente que con el uso de un montacargas que reduce el tiempo estándar en apenas 30.5%.

La compra del montacargas es \$ 1.821 y del tecele eléctrico es \$700. Se demuestra que más eficiente y económico es el uso de un tecele eléctrico.

En la Tabla 43 se muestra la comparación proceso actual y la propuesta para optimizar el proceso de descarga de materia prima utilizando el tecele eléctrico



**Tabla 43:** Comparación proceso actual y la propuesta para optimizar el proceso de descarga de materia prima

### Proceso actual

Diagrama de flujo actual para la descarga de materia prima							
RESUMEN		Actual					
		#	Tpo				
○	Operaciones	3	181,9				
⇒	Transporte	2	3,5				
□	Controles	3	9,7				
D	Esperas						
▽	Almacenamiento						
<b>TOTAL</b>			<b>195,1</b>				
	Descripción Actividades	Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm.	Tiempo (min)
1	Orden de llegada materia prima del proveedor	○	⇒	□	D	▽	1,1
2	Recepción de materia prima	○	⇒	□	D	▽	4,4
3	Control de peso inicial	○	⇒	□	D	▽	2,3
4	Inspección de materia prima que trae el proveedor	○	⇒	□	D	▽	5,2
5	Proveedor se dirige a la zona de descarga	○	⇒	□	D	▽	1,2
6	Descarga de materia prima con operadores	○	⇒	□	D	▽	176,4
7	Control de peso final	○	⇒	□	D	▽	2,3
8	Documentación de la materia prima traída por proveedor	○	⇒	□	D	▽	2,2
<b>Total</b>		<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>			<b>195,1</b>

Elaborado: por: Autores

### Propuesta para optimizar el proceso.

Diagrama de flujo propuesto para la descarga de materia prima							
RESUMEN		Actual					
		#	Tpo				
○	Operaciones	3	94				
⇒	Transporte	2	3,5				
□	Controles	3	9,7				
D	Esperas						
▽	Almacenamiento						
<b>TOTAL</b>			<b>107,2</b>				
	Descripción Actividades	Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm.	Tiempo (min)
1	Orden de llegada materia prima del proveedor	○	⇒	□	D	▽	1,1
2	Recepción de materia prima	○	⇒	□	D	▽	4,4
3	Control de peso inicial	○	⇒	□	D	▽	2,3
4	Inspección de materia prima que trae el proveedor	○	⇒	□	D	▽	5,2
5	Proveedor se dirige a la zona de descarga	○	⇒	□	D	▽	1,2
6	Descarga de materia prima utilizando tecla eléctrica	○	⇒	□	D	▽	88,5
7	Control de peso final	○	⇒	□	D	▽	2,3
8	Documentación de la materia prima traída por proveedor	○	⇒	□	D	▽	2,2
<b>Total</b>		<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>			<b>107,2</b>

Elaborado: por: Costales. D, Pullopaxi. J

En la Tabla 44 se muestra el tiempo de ciclo mejorado utilizando el tecla eléctrica en la descarga de los insumos.

**Tabla 44:** Tiempos mejorados de ciclo utilizando tecele eléctrico

Tiempo de ciclo actual	Tiempo de ciclo optimizado
195 minutos	107 minutos

Elaborado por: Costales. D, Pullopaxi. J

### **Comprobación de la hipótesis.**

Al identificar el proceso productivo en la empresa PULPA MOLDEADA S.A. se evidenció que tienen ciertas dificultades. Al analizar los procedimientos mediante las herramientas de calidad, los flujogramas y observaciones detenidas, se evidenció que es un proceso pequeño manualmente, la mayor parte es automatizada.

El incremento de producción se puede dar con una inversión considerable, pero a la vez rentable a futuro tanto operadores como clientes pero que puede contribuir de manera interesante en el mejoramiento de los índices de eficiencia y productividad con solo la eliminación de tiempos innecesarios que actualmente están afectando el proceso productivo.

Con el funcionamiento de las dos formadoras, se aumentará la producción actual, en un 196% siendo el cuello de botella la formadora, ya que actualmente solo funciona una de ellas pero se tiene planes a futuro de la empresa el funcionamiento de la segunda formadora, entendiéndose que la segunda formadora está en reparaciones.

En el hidropulper tiene que cambiarse el motor actual de 37 KW a uno de 55 KW, cambiar de poleas de transmisión y subir la velocidad del rotor a 55 RPM. Para mejorar el proceso de descifrado de la pasta, así balancear la línea de producción del proceso.

La descarga de la materia prima en el área de almacenamiento, es cien por ciento manual que pueden ser optimizado con la adquisición tecele elevador eléctrico 500 kg/ 1100 lbs accionado con motor eléctrico a 220 VAC para elevación de 8 metros de altura al utilizar una estructura metálica tipo brazo mecánico rotativo a que automatice un proceso en la línea de producción mejorando el ambiente laboral de los operadores y eliminando enfermedades profesionales a futuro.

Análisis de los principales problemas encontrados durante el proceso productivo de los principales problemas encontrados durante el proceso productivo a través del diagrama causa-efecto, diagrama de Pareto mostrado anteriormente, se han recopilado los principales factores que según las mismas personas que trabajan en la planta creen que son las causas de los problemas de productividad, las mismas han sido mejoradas y colocadas en otras palabras pero

Expresan la realidad de lo que sucede al interior.

Eficiencia=107 minutos/198 minutos \*100 = 54 %

La propuesta de optimización del proceso se mejorara el tiempo de ciclo de 198 minutos a 107 minutos, se mejorara la eficiencia al 54 % de ciclo total.

### **Mejoramiento de los procesos**

Para optimizar el proceso de elaboración de cubetas de cartón para huevos, se tiene que poner en funcionamiento la segunda formadora y cambiar el motor del hidropulper de 37 KW a 55 KW a 55 RPM modificando el radio de poleas motriz de 30 a 33 centímetros, se propone mejorar las actividades para recepción de la materia prima de los proveedores, con la adquisición tecele elevador eléctrico 500 kg/ 1100 lbs accionado con motor eléctrico a 220 VAC para elevación de 8 metros de altura utilizando una estructura metálica tipo brazo mecánico, minimizando el tiempo de ciclo de 195 minutos a 107 minutos eliminando esfuerzos físicos de los operadores en realizar esta actividad.

## **12. IMPACTOS**

### **Impactos técnicos**

En cuanto a métodos y tiempos de trabajo se han mejorado tiempos mayoritariamente con la adquisición tecele elevador eléctrico 500 kg/ 1100 lbs accionado con motor eléctrico a 220 VAC para elevación de 8 metros de altura con estructura metálica tipo brazo mecánico rotativo ya que la empresa trabajaba manualmente esta operación.

**Impactos sociales**

La eliminación de actividades manuales y esfuerzos físicos de los trabajadores que involucran el contacto físico directo entre el operario y el producto, lo que contribuye a precautelar la salud de los trabajadores.

**Impactos económicos**

La reparación de la segunda formadora, y el cambio de motor del hidropulper mejoraran la producción de la línea y la implementación de la maquinaria en el área de descarga de materia prima mejora el tiempo de ciclo del proceso.

### 13. PRESUPUESTO

Tabla 45. Presupuesto de estudio de la propuesta.

<b>Presupuesto de estudio para la propuesta de mejora</b>				
Recursos	Cantidad	Descripción	Costo Unitario	Costos Totales
<b>Costos Directos</b>				
Internet	360	Horas	0,3	108
Cronómetro	1	Casio	35	35
Laptop	1	DELL Core i3	300	300
<b>Programas</b>				
Paquete Office	1	Paquete Office 2013	20	20
Bizagi	1	Bazagi 2013	20	20
<b>Transporte y salidas de campo</b>				
Transporte a la empresa	10	Visitas a la empresa	1,5	15
Almuerzos	10	Almuerzo	2,5	25
<b>Materiales gastados</b>				
Resma de hojas	3	Hojas A4	3	9
Esferos	2	Azul y Rojo	0,3	0,6
<b>Total costos directos</b>				232,6
<b>Costos indirectos</b>				
Material bibliográfico y fotografías	45	Unidades	0,3	13,5
Impresiones a blanco y negro	120	Unidades	0,3	36
Impresiones a color	60	Unidades	0,1	6
Copias	25	Unidades	0,3	7,5
<b>Total costos indirectos</b>				63
Subtotal				595,6
Imprevistos	10 %			59,56
<b>Total</b>				<b>\$ 655,16</b>

Elaborado: Costales. D, Pullopaxi. J



### Presupuesto para implementar la propuesta del montacargas.

Tabla 46. Presupuesto para hacer la propuesta ver en la compra del tecele eléctrico.

<b>Presupuesto para implementar del tecele eléctrico de 500 kg</b>				
<b>Recursos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo totales</b>
Transporte	1	Camión	50	50
Tecele elevador eléctrico 500 kg/ 1100 lbs accionado con motor eléctrico a 220 VAC.	1	Tecele elevador eléctrico	200	200
Estructura metálica tipo brazo mecánico rotativo	1	Hierro fundido	500	500
Mano de obra eléctrica	2	Eléctricos	51	102
Mano de obra mecánica	2	Soldadores	60	120
Material para la instalación eléctrica	1		70	70
Material para la instalación mecánica	1		35	35
			Subtotal	1.077
			Imprevistos 10%	107.7
			Total	\$1.184,7

Elaborado por: Costales. D, Pullopaxi. J

## 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- Con la identificación del proceso productivo en la elaboración de cubetas de cartón para huevos en base al diagrama de flujo y con las herramientas de estudio de tiempos y movimientos se determinó que la capacidad diaria del proceso es de 45000 unidades.
- La optimización del proceso productivo de la empresa de PULPAMOLDEADA S.A. del presente proyecto se realiza como parte complementaria de un proceso de implementación de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo realizado por estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, los resultados obtenidos son el incremento del rendimiento del proceso productivo del 79% al 93%, resultados medidos en base al rendimiento de la maquinaria y de los operadores.

- En la elaboración de cubetas para huevos, el proceso de insumos y la realización de la pasta son procesos totalmente manuales, debido a ello se realizó un análisis de eficiencia en los trabajadores mediante un diagrama hombre máquina, dando como resultado una eficiencia de trabajo de los operadores del 73%.
- El estudio de tiempos y movimientos del proceso de descarga de materiales permite visualizar la oportunidad de optimizar el proceso. El estudio permite visualizar la necesidad de adquisición de un teclé eléctrico que reduce el tiempo estándar del proceso de descarga de materiales de 198 minutos a 107 minutos, una reducción de 91 minutos por día. En todo el proceso, La línea no balanceada se concluye que el subproceso de sistema formado automático es el cuello de botella se debe reparar la segunda formadora y la capacidad de producción se duplicaría y todo el proceso quedaría balanceada, la línea fue diseñada para trabajar con dos formadoras.
- Para el proceso de mezcla, se determinó que la homogeneidad es adecuada cuando los tiempos de permanencia del insumo en el proceso de desfibrado deben estar alrededor de 10 minutos para el cartón y 5 minutos para el papel periódico. Anteriormente este proceso no tenía un control determinado y los tiempos se manejaban en función del buen criterio de los operadores.

### **Recomendaciones**

- Analizar mensualmente todo el proceso productivo, medir cada turno las capacidades de producción de los sub procesos, cuantificar las diferencias entre los valores estándares y los valores reales, con la finalidad de identificar demoras y realizar correctivos sobre la marcha, en especial en los procesos manuales, para que la capacidad de producción de la línea se mantenga constante.
- Estandarizar todos los subprocesos. Capacitar al personal sobre el funcionamiento de cada subproceso. Determinar personal responsable para cada subproceso y empoderar a los supervisores y operadores sobre las decisiones a tomar en cada turno. Elaborar guías y recetas de elaboración para cada subproceso.

- Controlar diariamente las actividades de los operarios que realizan el proceso de la fabricación de la pasta mediante la supervisión del líder de turno, al operador en seguir los pasos de las recetas de producción, con los tiempos establecidos y así mejorara la calidad de la pasta que se esté realizando la depuración del cartón, en vista que las pérdidas por mala calidad debido a una falta de control en este proceso puede representar pérdida económica a la empresa en insumos.
- Se recomienda como paso inicial para el proceso productivo la compra de un tecele eléctrico, pero no se debe descartar a mediano plazo realizar la reparación de la segunda formadora, el cambio del motor actual del hidropulper por uno de mayor capacidad de 35KW a 55 KW, cambiar de poleas de transmisión y subir la velocidad del rotor a 55 RPM en mejoras de todo proceso productivo.
- Etiquetar el producto con datos de fecha, hora, turno y lote de producción para cumplir requerimientos de trazabilidad del producto.
- Incrementar un cuarto turno rotativo para cada puesto de trabajo para reducir el pago de horas extras y mejorar el rendimiento del personal.
- En el proceso de preparación de pasta se recomienda realizar un aforo periódico de la cantidad de agua que se coloca en la mezcla, ya que actualmente se realiza únicamente por tiempos establecidos.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

Agudelo, L., & Escobar, B. (2010). Gestión por procesos. Medellín: kimpres.

Baudin, M. "Working with machines. The nuts and bolts of lean operations with jidoka"  
Productivity Press. 2007

Castellanos, G.E., Morales, M.A., Reconversión tecnológica de un motor diesel por motor eléctrico en la empresa Promatin s.a.(Trabajo de grado inédito), Universidad de Medellín, Medellín, Colombia.

Centros Europeos de Empresas Innovadoras. (2011). Gestión de los Procesos de Innovación de la Empresa. Valencia, España: De base Estudio Gráfico.

CERVERA RUIZ, Miguel; BLANCO DÍAZ, Elena, Mecánicas de Estructuras, 2004, p.4

(SEMPLADES), S. N. (2013). Plan Nacional de Desarrollo/ Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017. Quito: SEMPLADES.

Arbones Malisani, E. (2001). Optimización Industrial. En Programación de recursos (pág. 19). Barcelona.

B., P. (2009). Crossflow membrane technology and its applications. Frod Technology.

Blacutt Mendosa, M. (2013). eumed. Obtenido de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013/1252/index.htm>.

Blanco Ceballos, C. G. (s.f.). Sistemas de información. Mexico, Mexico.

Davida M, B. H. (1991). Diagrama Causa Efecto.

Franchim. (2010). Recuperado el 03 de Enero de 2017, de Proteína de suero o whey protein: <http://www.musculacion.net/nutricion/proteina-de-suero-o-whey-protein>



García, V. (2009). Ingeniería de Métodos. Venezuela: Puerto Ordaz.

HEIFER INTERNACIONAL. (23 de Noviembre de 2014). Recuperado el 1 de Diciembre de 2017, de <http://www.heifer-ecuador.org/2014/11/25/productores-campesinos-de-leche-contaran-con-nuevo-centro-de-acopio-en-cotopaxi/>

Humberto, G. P. (2009). CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD Y SEIS SIGMA . Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES.

Industria y comercio. (30 de Septiembre de 2013). Obtenido de [www.sic.gov.co](http://www.sic.gov.co)

Inen, N. T. (1973). Huevos comerciales y ovoproductos. INEN.

Koutinas. (2009). whey valorization: A complete and novel technology development for dairy industry starter culture production. Bio resource Technology.

Larry, R. P. (2008). ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES PROCESOS Y CADENA DE VALOR . Mexico: PEARSON EDUCACIÓN.

M, A. (2009). Skim acidic milk whey cryoconcentration and assessment of its functional properties: Impact of processing conditions. Innovative Food Science and Emerging Technologies.

M., T. (2009). Overview analysis of bioenergy from manure management in Taiwan. Renewable and Suitable Energy Reviews, 2682-2688.

Marcelo, N. C. (07 - 2017). Cubetas, claves en transporte de huevos. MAIZ Y SOYA , 12.

Ministerio de Industrias y Productividad . (26 de Septiembre de 2013). Recuperado el 03 de Enero de 2017, de Políticas Industriales en el Sector de alimentos.: <http://www.scpm.gob.ec/wp-content/uploads/2013/09/2.6-David-Villegas-MIPRO-Politica-Industrial-de-Desarrollo-en-el-Sector-de-Alimentos.pdf>



Nunes, P. (15 de Agosto de 2015). Eficiencia Productiva. Lisboa, Portugal.

Pintado Vallejo, P. (2012). Elaboracion de manjar utilizando suero de queseria a diferentes niveles como sustitutos de la leche. Paztasa.

Rey, D. (2015). En P. d. Veritas, La gestion Tradicional y la Gestion por Procesos (pág. 108.115).

Rodriguez Rosales, R. (2012). La Optimización Métodos y Problemas. España.

UTC. (2017). Líneas de Investigación. Dirección de Investigación. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador. Obtenido de [www.utc.edu.ec](http://www.utc.edu.ec)

# ANEXOS

Anexo 1. Hoja de Identificación

MACROPROCESO : ENTREGAR CUBETAS DE CARTON PARA HUEVOS		PRODUCCIÓN		Codigo: C.C	
PROCESO: PREPARAR MATERIA PRIMA		AREA		RESPONSABILIDAD	
Nº	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN		Jefe de producción	
1	Recibir materia prima de proveedores	Zona de almacenaje de materia prima		Pelador de cartón	
2	Realizar la limpieza en materia prima	Zona de almacenaje de materia prima		Pelador de cartón	
3	Clasificar los tipos de papel y cartón	Zona de almacenaje de materia prima		PULPEROS	
4	Pesar cartón y papel periódico	PULPER		PULPEROS	
5	Colocar materia prima en Hidropulper	PULPER		PULPEROS	
6	Hidrapulper	PULPER		PULPEROS	
7	Almacenamiento de pasta I	PULPER		PULPEROS	
8	Depuración de la pasta	PULPER		PULPEROS	
9	Realizar curado de la pulpa II	PULPER		PULPEROS	
10	Realizar curado de la pulpa III	PULPER		PULPEROS Y LIDERES	
11	Realizar curado de la pulpa IV	PULPER		PULPEROS	
12	Sistema automatico de moldeo	Moldeadora		LIDERES	
13	Inspeccionar peso	Moldeadora		LIDERES	
14	Secado automatico	Hornos		LIDERES	
15	Apilar producto terminado	Empaque		Empacador	
16	Despachar	Almacenamiento		Jefe de producción	

Elaborado:

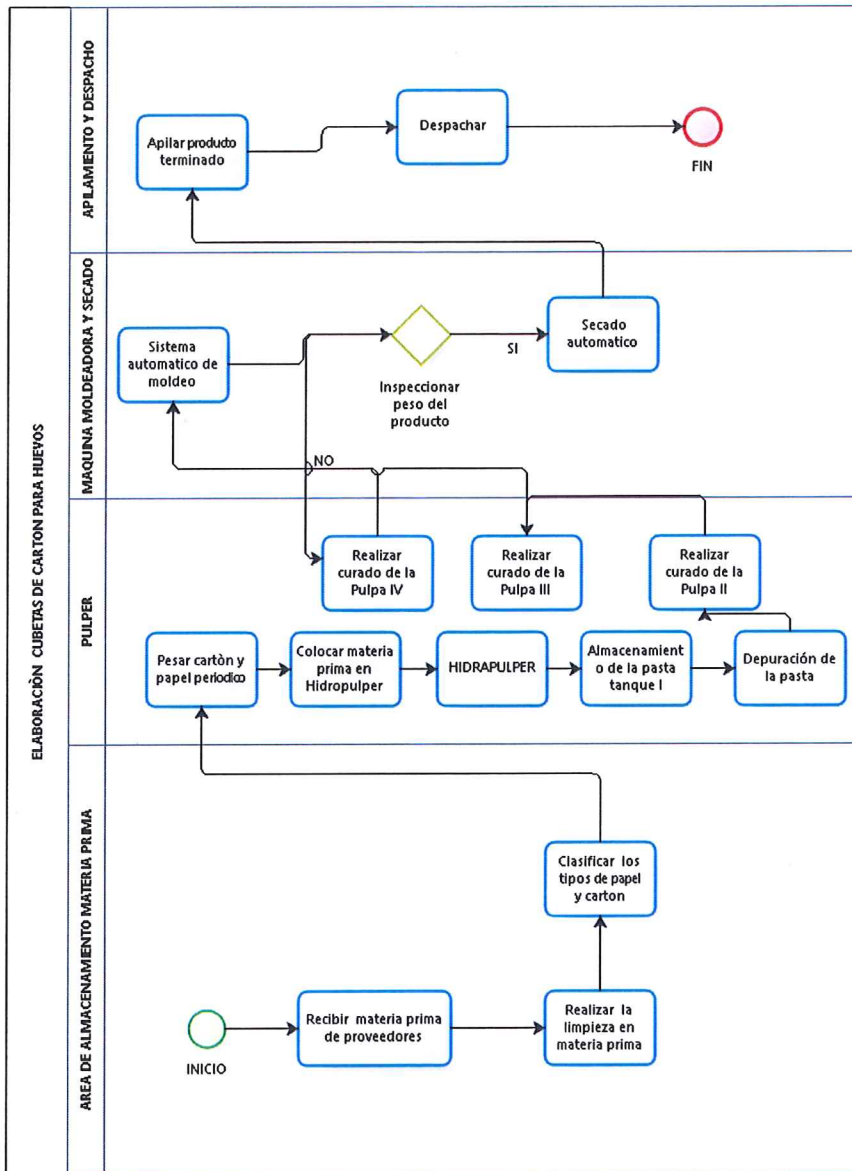
Autores

Anexo 2. Caracterización del proceso

CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO																																							
CÓDIGO	C.C.1	VERSIÓN: C.C.1.V-001	FECHA: 26/01/2017																																				
MACRO PROCESO	PRODUCCIÓN DE CUBETAS DE CARTÓN PARA NUEVOS EMPRESA PULPA MOLDEADA S.A																																						
SUBPROCESO	ELABORACIÓN DE CUBETAS DE CARTÓN PARA NUEVOS																																						
RESPONSABLE																																							
OBJETIVO	Elaborar cubetas de cartón avase de material reciclables																																						
DISPARADOR																																							
ALCANCE	Materia Prima Producto																																						
PROVEEDOR	ENTRADAS	ACTIVIDADES	SALIDAS																																				
RESPAPEL	Papel periódico, carton	1. Recibir materia prima de proveedores	Cubetas de carton																																				
QUIMICOS	Agentes quimicos A1 AKD y Despostillador	2. Realizar la limpieza en materia prima																																					
E.E.S	Energía Eléctrica , Agua	3. Clasificar los tipos de papel y carton																																					
PetroEcuador	Diesel	4. pesar carton y papel periódico 5. Colocar materia prima en Hidropulper 6. Hidropulper 7. Almacenamiento de la pasta I 8. Depuración de la pasta 9. Realizar curado de la Pulpa II 10. Realizar curado de la Pulpa III 11. Realizar curado de la Pulpa IV 12. Pasar al sistema automatico de moldeo 13. Inspeccionar peso del producto 14. Pasar al secado automatico 15 . Apilar producto terminado 16. Despachar																																					
<p><b>RECURSOS</b></p> <table border="1"> <tr> <th>FINANCIERO</th> <th>INSTALACIONES/MATERIAL</th> <th>EQUIPOS TECNOLÓGICOS</th> <th>TALENTO HUMANO</th> </tr> <tr> <td>Office</td> <td>Logística Maquinaria Transporte</td> <td></td> <td>Equipo técnico</td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>DOCUMENTOS/ANEXOS</b></td> </tr> <tr> <td><b>MANUALES/ INSTRUCTIVOS/ ETC.</b></td> <td><b>FORMATOS/REGISTROS</b></td> <td></td> <td><b>Externos (Leyes, Reclutamientos, etc.)</b></td> </tr> <tr> <td>Instructivo para la realización de Pulpa moldeada para cubetas de carton</td> <td>Bitacoras</td> <td></td> <td>• NORMA INEN 1973 :2013 • Colombiana NTC 1240 • RTE INEN 022</td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>INDICADOR/SEGUIMIENTO</b></td> </tr> <tr> <td>Indicador</td> <td>Formula</td> <td>Meta</td> <td>Tolerancia +/-</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Frecuencia</td> <td>Responsable</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Fuente de Verificación</td> </tr> </table>				FINANCIERO	INSTALACIONES/MATERIAL	EQUIPOS TECNOLÓGICOS	TALENTO HUMANO	Office	Logística Maquinaria Transporte		Equipo técnico	<b>DOCUMENTOS/ANEXOS</b>				<b>MANUALES/ INSTRUCTIVOS/ ETC.</b>	<b>FORMATOS/REGISTROS</b>		<b>Externos (Leyes, Reclutamientos, etc.)</b>	Instructivo para la realización de Pulpa moldeada para cubetas de carton	Bitacoras		• NORMA INEN 1973 :2013 • Colombiana NTC 1240 • RTE INEN 022	<b>INDICADOR/SEGUIMIENTO</b>				Indicador	Formula	Meta	Tolerancia +/-			Frecuencia	Responsable				Fuente de Verificación
FINANCIERO	INSTALACIONES/MATERIAL	EQUIPOS TECNOLÓGICOS	TALENTO HUMANO																																				
Office	Logística Maquinaria Transporte		Equipo técnico																																				
<b>DOCUMENTOS/ANEXOS</b>																																							
<b>MANUALES/ INSTRUCTIVOS/ ETC.</b>	<b>FORMATOS/REGISTROS</b>		<b>Externos (Leyes, Reclutamientos, etc.)</b>																																				
Instructivo para la realización de Pulpa moldeada para cubetas de carton	Bitacoras		• NORMA INEN 1973 :2013 • Colombiana NTC 1240 • RTE INEN 022																																				
<b>INDICADOR/SEGUIMIENTO</b>																																							
Indicador	Formula	Meta	Tolerancia +/-																																				
		Frecuencia	Responsable																																				
			Fuente de Verificación																																				
ELABORADO POR:	Dario Costales	REVISADO POR:																																					
FECHA:		FECHA:																																					
	FIRMA:		FIRMA:																																				
			FIRMA:																																				

Elaborado: Autores

Anexo 3. Diagrama de flujo de operaciones







## Anexo 5. Suplementos

Sistema de suplementos por descanso porcentajes de los Tiempos Básicos.

### 1. SUPLEMENTOS CONSTANTES

	Hombres	Mujeres
<b>A. Suplemento por necesidades personales</b>	5	7
<b>B. Suplemento base por fatiga</b>	4	4

### 2. SUPLEMENTOS VARIABLES

	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
<b>A. Suplemento por trabajar de pie</b>	2	4		4	45
<b>B. Suplemento por postura anormal</b>				2	100
Ligeramente incómoda	0	1	<b>F. Concentración intensa</b>		
incómoda (inclinado)	2	3	Trabajos de cierta precisión	0	0
Muy incómoda (techado, estrado)	7	7	Trabajos precisos o fatigosos	2	2
<b>C. Uso de fuerza/energía muscular</b> (Levantar, tirar, empujar)			Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
Peso levantado [kg]			<b>G. Ruido</b>		
2,5	0	1	Continuo	0	0
5	1	2	Intermitente y fuerte	2	2
10	3	4	Intermitente y muy fuerte	5	5
25	9	20	<b>H. Tensión mental</b>		
35,5	22	máx	Proceso bastante complejo	1	1
<b>D. Mala iluminación</b>			Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Muy complejo	8	8
Bastante por debajo	2	2	<b>I. Monotonía</b>		
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo algo monótono	0	0
<b>E. Condiciones atmosféricas</b>			Trabajo bastante monótono	1	1
Índice de enfriamiento Kata			Trabajo muy monótono	4	4
16	0		<b>J. Tedio</b>		
8	10		Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo bastante aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

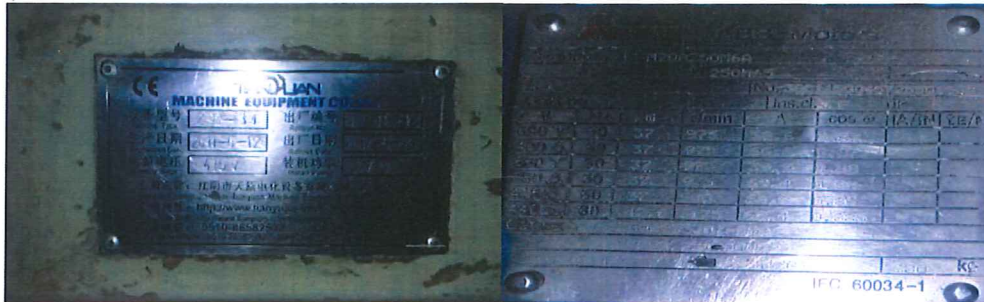
Fuente: OIT

## Anexo 6. Escala de valoración de trabajo

Escala de valoración	Descripción del desempeño
0	Actividad nula
50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario no demuestra interés en el trabajo.
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de operario desmotivado, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan.
100	Activo, capaz, como de obrero calificado medio, logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.
125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio.
150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos; actuación de <virtuoso> solo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.

Fuente: OIT

**Anexo 7. Fotografías de la placa de motor del hidropulper.**



**M1.** motor del pulper

3F MOT. M2QA250QM6A

IEC. 250M65

S.1

N°. 3GC11500457255019001

IEC 210M65

Cert.no

Ins.cl. F

IP. 55

V	Hz	KW	r/min	A	COS $\Phi$	
690 Y		50	37	975	38,6	0,87
400D		50	37	975	66,6	0,87
660Y		50	37	975	39,9	0,88
380D		50	37	975	69,4	0,88
415D		50	37	980	64,8	0,86
440D		60	42,6	1175	68,4	0,885

Cat.no.3GQA253301-BDA

EFF 92.2% (400V)

ROD: 6314/C3 --- 6214/C3

IEC 60034-1

Fuente: Empresa PULPA MOLDEADA S.A

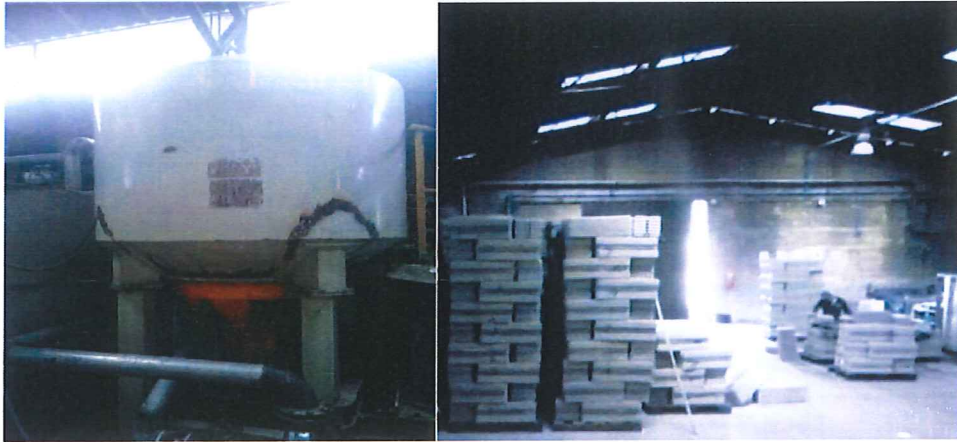
**Anexo 8. Índice de capacidad.**

Valor del Cp	% de capacidad	% No conforme	Partes por millón (ppm)
0.500	86.640	13.360	133 600
0.620	93.500	6.500	65 000
0.680	96.000	4.000	40 000
0.750	97.500	2.500	25 000
0.810	98.500	1.500	15 000
0.860	99.000	1.000	10 000
0.910	99.350	0.650	6 500
1.000	99.730	0.270	2 700
1.330	99.990	0.006	60

Fuente: Estudio de capacidad del proceso



**Anexo 9. Fotografías de la EMPRESA PULPA MOLDEADA S.A.**



**Fuente:** Empresa PULPA MOLDEADA S.A.

**Anexo 10. Insumos de materia prima**



**Fuente:** Empresa PULPA MOLDEADA S.A.

**Anexo 11. Empresa PULPA MOLDEADA S.A.**



**Fuente:** EMPRESA PULPA MOLDEADA S.A.