



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

**OPTIMIZACIÓN DEL ÁREA DE TRATAMIENTO DE ALGODÓN
PARA ELEVAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE LA
EMPRESA ALGODÓN SUPERIOR S.A.,**

RENÉ AUGUSTO CANO CABRERA

Asesorado por: Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano

Guatemala, octubre de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZACIÓN DEL ÁREA DE TRATAMIENTO DE ALGODÓN
PARA ELEVAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE LA
EMPRESA ALGODÓN SUPERIOR S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

POR

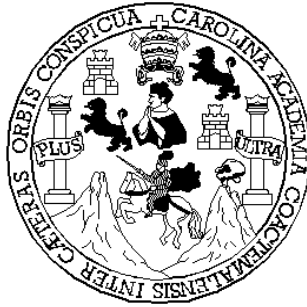
RENÉ AUGUSTO CANO CABRERA

**ASESORADO POR: INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO
ZECEÑA DE SERRANO**

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Ing. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David García Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR:	Ing. Pedro Enrique Cubes Zacek
EXAMINADOR:	Ing. Cesar Leonel Ovalle Rodriguez
EXAMINADOR:	Ing. Harry Milton Oxom Paredes
SECRETARIO:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**OPTIMIZACIÓN DEL ÁREA DE TRATAMIENTO DE ALGODÓN
PARA ELEVAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE LA
EMPRESA ALGODÓN SUPERIOR S.A.,**

tema que me fuera asignado por la dirección de la escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha de 1 de julio de 2004

René Augusto Cano Cabrera

DEDICATORIA

A:

DIOS

Creador de todas las cosas, por darme la oportunidad y sabiduría para lograr mis objetivos y mantenerme en el camino correcto.

MIS PADRES

René Augusto Cano Aguirre y Enma Beatriz Cabrera Morales, por darme su apoyo incondicional a siempre salir adelante en cualquier circunstancia.

MIS HERMANOS

Iris, David y Lisbeth, por apoyarme siempre.

A MIS AMIGOS

De la "U", de la vida, por su apoyo en el transcurso de la carrera y su culminación.

AGRADECIMIENTOS

Inga. Norma Ileana Samiento Zeceña de Serrano, por ayudarme durante todo el proceso de EPS y en la finalización de este trabajo.

A la empresa **Algodón Superior S.A.**, por haberme dado la oportunidad de realizar mi EPS, en especial a los ingenieros y trabajadores que siempre me ayudaron a obtener la información necesaria para realizar este trabajo.

Inga. María Colmenares, por la ayuda que me brindó en los momentos finales de la carrera.

A todas las personas que de alguna forma u otra contribuyeron a la realización de este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. DESCRIPCIÓN Y ANTECEDENTES DE LA FABRICACIÓN DE ALGODÓN	1
1.1. Reseña histórica	1
1.2. Descripción de la empresa	1
1.3. Visión y misión	2
1.4. Descripción de los departamentos de producción y mantenimiento	2
1.5. Estructura organizacional	3
2. MARCO TEÓRICO	
2.1. Procesos productivos	7
2.1.1. Estudio de tiempos y movimientos	7
2.1.2. Diagrama de operaciones del proceso	8
2.1.3. Diagrama de flujo del proceso	9
2.1.4. Diagrama de recorrido del proceso	10
2.1.5. Gráfica de Gantt	11
2.2. Productividad	13
2.3. Seguridad e higiene industrial	14

2.3.1.	Definición de los accidentes	14
2.3.2.	Seguridad industrial	16
2.3.2.1.	Equipo de protección	17
2.3.3.	Higiene industrial	18
2.3.3.1.	Químicos	19
2.3.3.2.	Físicos	20
2.3.3.3.	Biológicos	20
2.4.	Conversión de Energía	21
2.4.1.	Energía neumática	21
2.4.2.	Energía hidráulica	22
2.4.3.	Energía Térmica	24
2.5.	Mantenimiento Industrial	24
2.5.1.	Mantenimiento preventivo	28
2.5.2.	Mantenimiento correctivo	29
2.6.	Biodegradabilidad de la celulosa	30
2.6.1.	Degradación	32
3.	DIAGNÓSTICO	35
3.1.	Descripción de la maquinaria del proceso	35
3.1.1.	Abridora y cortadora de algodón	35
3.1.2.	Compactadora y portamateriales	36
3.1.3.	Autoclave	38
3.1.4.	Centrífuga	39
3.2.	Proceso de producción en bruto del algodón	40
3.2.1.	Descripción del proceso	40
3.2.1.1.	Apertura y cortado	43
3.2.1.2.	Descrude, blanqueo y lavado	50
3.2.1.3.	Centrifugado	59
3.3.	Estudio de tiempos y movimientos	61

3.4.	Gráfica de Gantt	62
3.5.	Productividad y rentabilidad	64
3.6.	Seguridad e higiene industrial	66
3.6.1.	Equipo de protección personal	66
3.6.2.	Higiene industrial	69
3.7.	Mantenimiento preventivo	70
3.8.	Desperdicio de algodón el proceso	71
3.8.1.	Reglamentación del medio ambiente	71
3.8.2.	Cantidad de algodón desperdiciada en proceso	73
3.8.3.	Costo del desperdicio de algodón	74
4.	PROPUESTAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO	75
4.1.	Proceso productivo	75
4.1.1.	Descripción del proceso	75
4.1.2.	Diagramas de operaciones, flujo y recorrido	76
4.1.3.	Gráfica de Gantt	83
4.1.4.	Productividad y rentabilidad	87
4.2.	Seguridad e Higiene Industrial	88
4.2.1.	Señalización	89
4.2.2.	Código de colores	92
4.3.	Maquinaria	94
4.3.1.	Reducción de rebalse en autoclave	95
4.3.2.	Operación correcta de autoclave	98
4.3.3.	Diagramas neumáticos e hidráulicos mejorados	100
4.3.4.	Mantenimiento preventivo	105
4.3.4.1.	Rutinas de limpieza	105
4.3.4.2.	Lubricación	108
4.3.4.3.	Mantenimiento preventivo neumático e hidráulico	110
4.3.4.4.	Mantenimiento preventivo mecánico	114

4.4.	Desperdicio de algodón	119
4.4.1.	Mecanismo para reducir el desperdicio de algodón	119
4.4.2.	Impacto al medio ambiente	122
4.5.	Costos de implementación	122
4.5.1.	Lista de las herramientas y sus costos	122
4.5.2.	Beneficio-costo de las propuestas	123
CONCLUSIONES		125
RECOMENDACIONES		127
REFERENCIAS		129
BIBLIOGRAFÍA		131
ANEXOS Y/O APENDICES		133

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Organigrama de la empresa	5
2. Ejemplo del diagrama de Gantt	12
3. Índice de fallos	26
4. Abridora y cortadora	36
5. Prensa portamateriales	37
6. Autoclave	39
7. Centrífuga	40
8. Diagrama de operaciones general actual	41
9. Diagrama de flujo general actual	42
10. Diagrama de recorrido	43
11. Diagrama de operaciones cortadora y portamateriales actual	45
12. Diagrama de flujo cortadora y portamateriales actual	47
13. Diagrama de operaciones autoclave proceso corto actual	51
14. Diagrama de flujo proceso corto actual	53
15. Diagrama de operaciones autoclave proceso dental actual	55
16. Diagrama de flujo autoclave proceso dental	57
17. Diagrama de operaciones centrífuga actual	59
18. Diagrama de flujo centrífuga actual	60
19. Gráfica de Gantt actual	63
20. Tapones para los oídos	67
21. Casco de seguridad	67
22. Mascarías respiratorias	68
23. Lentes industriales de protección	68

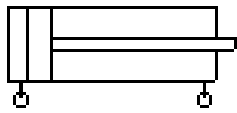
24. Botas y guantes industriales de protección	69
25. Diagrama de operaciones general propuesto	76
26. Diagrama de flujo general propuesto	77
27. Diagrama de operaciones cortadora y portamateriales propuesto	78
28. Diagrama de flujo cortadora y portamateriales propuesto	80
29. Diagrama de recorrido en 3 dimensiones propuesto	83
30. Diagrama de Gantt mejorado	84
31. Plato portamateriales	85
32. Diagrama de Gantt final	86
33. Carteles de emergencia	90
34. Carteles de evacuación	90
35. Carteles de obligación	90
36. Carteles de advertencia	91
37. Carteles de incendios	91
38. Mapa de ubicación de la señalización	92
39. Código de colores del cuarto de máquinas	93
40. Identificación de tubería por colores	94
41. Válvula de escape rápido	100
42. Diagrama neumático portamateriales	101
43. Diagrama hidráulico portamateriales	102
44. Diagrama neumático autoclave	103
45. Diagrama neumático centrífuga	104
46. Mecanismo para reducir desperdicio de algodón	120
47. Mecanismo montado en portamateriales	121

TABLAS

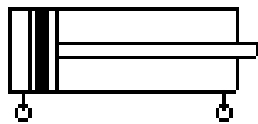
I. Medición de tiempos de operaciones del proceso general	61
II. Medición de tiempos de flujo del proceso general	61

III. Costos actuales	65
IV. Costos actuales propuestos	88
V. Peso de muestras de algodón mojadas y secas	96
VI. Operación correcta de autoclave	99
VII. Rutinas de limpieza	105
VIII. Lubricación del proceso	109
IX. Líneas principales del aire o aceite, líneas en general, accesorios	111
X. Unidad FRL	111
XI. Válvulas de conexión y desconexión	112
XII. Válvulas neumáticas e hidráulicas	112
XIII. Cilindros y motores neumáticos o hidráulicos	113
XIV. Sistema de transmisión mecánica y otros accesorios neumáticos	114
XV. Mantenimiento mecánico	115
XVI. Hoja de registro para mantenimiento preventivo	117
XVII. Listado de herramientas	122
XVIII. Costos finales del proyecto	123

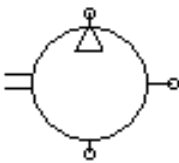
LISTA DE SÍMBOLOS



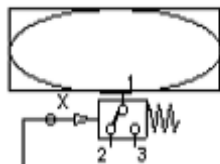
Cilindro hidráulico



Cilindro Neumático



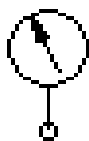
Compresor



Diafragma neumático



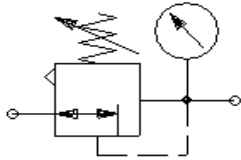
Freno neumático



Manómetro



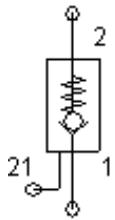
Regulador de caudal



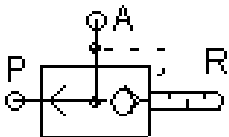
Regulador de presión



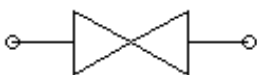
Tanque de almacenamiento



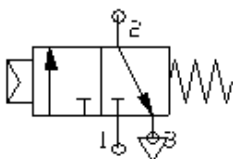
Válvula antirretorno con pilotaje



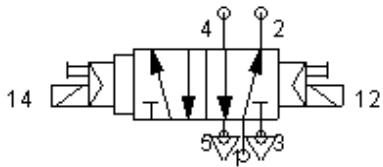
Válvula de escape rápido



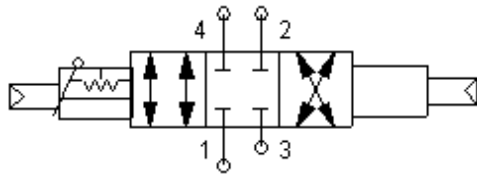
Válvula de cierre



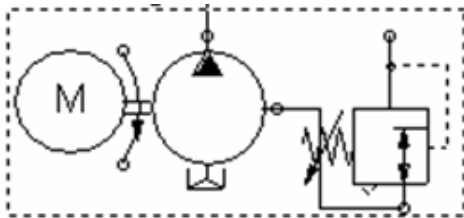
Válvula dist. 3/2 cerrada en reposo



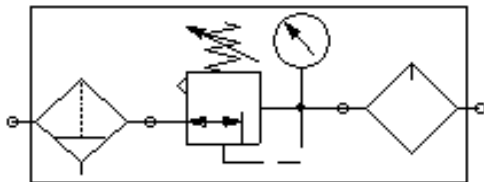
Válvula dist. 5/2 con selenoide



Válvula dist. 4/3 con selenoide



Unidad de mantenimiento hidráulico



Unidad de mantenimiento neumático

GLOSARIO

Autoclave	Aparato cilíndrico que se utiliza para el tratamiento de fibras a alta temperatura y presión son compuestos químicos.
Biodegradable	Descomposición de un cuerpo a su estado natural en la tierra.
Calidad de vapor	Porcentaje que representa la cantidad de vapor que está produciendo un líquido determinado.
Centrífuga	Aparato cilíndrico que se utiliza para remover el exceso de agua que tiene absorbida una fibra de algodón.
Glucosaza	Producto de desdoblamiento de la glucosazona que se produce al calentar moderadamente en presencia de ácido clorhídrico concentrado.
Glucósido	Compuesto natural que por la acción de una encima y, también, de los ácidos diluidos, se transforma en un azúcar y en otro cuerpo diferente.
Hidráulica	Tipo de energía empleada para producir una gran fuerza a base de un aceite hidráulico, por

ejemplo en prensas.

Hidrólisis

Desdoblamiento de la molécula de ciertos compuesto orgánicos, ya por exceso de agua, ya por la presencia de una corta cantidad de fermento o de ácido.

Índice de fallos

Gráfica que describe los beneficios de la implementación de un mantenimiento preventivo indicando el historial de fallos.

Neumática

Energía que utiliza aire comprimido para producir movimientos mecánicos a gran velocidad.

Prensa

Aparato que utiliza energía hidráulica para producir gran presión en compresión de fibras de algodón.

Productividad

Utilización eficiente de los recursos en la fabricación de bienes y servicios.

Portamateriales

Aparato utilizado para contener fibras de algodón comprimidas.

RESUMEN

El presente trabajo consta de cuatro áreas específicas a tratar en su desarrollo, estas son: la optimización del proceso utilizando herramientas de la ingeniería industrial, el mejoramiento del funcionamiento de las máquinas con un mantenimiento preventivo por energía, reducción del rebalse de una de las máquinas del proceso y evitar el desperdicio de algodón por medio de un mecanismo en el llenado.

La primer área se analiza por medio de un estudio de la ingeniería de métodos al lograr identificar y eliminar las operaciones que solo consumen tiempo innecesario, reducir o eliminar los tiempos de ocio de los operarios y los tiempos muertos de las máquinas en el proceso. Esto se logró elaborando diagramas actuales que permitieron desarrollar un nuevo orden del proceso y un nuevo centro de trabajo ideal. También, se hicieron sugerencias en cuanto al ambiente de trabajo realizando un sistema de señalización para los operarios y un código de colores de la tubería del cuarto de máquinas.

Se elaboró un plan de mantenimiento de las máquinas utilizando rutinas de limpieza y lubricación. Empleando el tipo de energía que utiliza la maquinaria del proceso y se trazó un mantenimiento preventivo neumático, hidráulico y mecánico de las máquinas.

La autoclave presentaba un problema en su funcionamiento cuando rebalsaba los químicos, para evitar esto, se elaboró un análisis termodinámico y se determinó el aumento de químicos y agua en el paso de blanqueo del

proceso para determinar la causa. Se determinaron los pasos correctos de operación de la autoclave para evitar el rebalse.

Se presentó un mecanismo para evitar el desperdicio de algodón durante el proceso de llenado.

OBJETIVOS

General

- Optimizar el área de lavado y tratamiento de algodón elevando la productividad del proceso.

Específicos

1. Realizar un análisis del proceso que ayude a elevar la productividad en el área de lavado y tratamiento de algodón en bruto con la menor inversión posible.
2. Eliminar o reducir duplicidad de tareas en el proceso que consuman tiempos innecesarios.
3. Evitar rebalse de mezcla de químicos en una de las máquinas del proceso de algodón.
4. Eliminar o reducir al máximo el tiempo de ocio de los operarios y el tiempo muerto de las máquinas.
5. Realizar una propuesta viable que ayude a reducir los desperdicios de algodón que se producen en el proceso.
6. Proponer un mantenimiento preventivo haciendo un estudio de las energías que emplean las máquinas para elevar su vida útil.

INTRODUCCIÓN

La productividad es un tema globalizado que se utiliza en todas las ramas de la industria, desde el área administrativa hasta el área técnica. Todas las empresas en la actualidad luchan por desarrollar la productividad en todas las áreas para poder competir en un mercado cada día más exigente. Al aplicar la productividad las empresas se benefician en sus operaciones y logran los objetivos que se han propuesto desde su concepción. Algodón Superior no quiere dejar pasar por alto esta herramienta y desea utilizarla para optimizar sus procesos productivos.

En el presente trabajo se aplicarán técnicas de la ingeniería industrial y mecánica para el estudio de las operaciones del proceso en mención y la maquinaria que se utiliza en él, las cuales servirán para desarrollar una solución factible que beneficie a la empresa a producir más con los mismos recursos y con la misma calidad que le permiten operar con la certificación de normas ISO.

También solucionar el problema de una máquina llamada autoclave que rebalsa químicos, perdiéndose éstos y aumentando los costos de operación de la máquina. Dichas técnicas son: para el proceso, Diagramas de operaciones, diagrama de flujo, diagramas de recorrido, estudio de tiempos y movimientos, gráficas de Gantt; para la maquinaria se estudiará el uso de energía térmica, energía neumática, energía hidráulica y energía mecánica, en base a estas energías realizar un mantenimiento preventivo de las máquinas que forman parte de este proceso.

Como complemento del proyecto se investigará la reglamentación y sanciones de la industria textil por desperdicios que sobrepasan los filtros y se conducen por el desagüe hacia los ríos.

Se estudiará la biodegradabilidad de la celulosa en el proceso de algodón y se determinarán propuestas para evitar estos desperdicios.

1. DESCRIPCIÓN Y ANTECEDENTES DE LA FABRICACIÓN DE ALGODÓN

En este capítulo se describe los antecedentes de la empresa Algodón Superior S.A., la reseña histórica, la descripción de la empresa, su misión y visión, la descripción de los departamentos de producción y mantenimiento y su estructura organizacional.

1.1 Reseña histórica

Algodón Superior S.A. inicio sus operaciones en el año 1956 con maquinaria rudimentaria para la producción de algodón y ha venido desarrollando una mejora continua en sus procesos de manufactura, no fue hasta 1990 que adquirió el equipo que actualmente utiliza, este equipo es automatizado, por lo que su producción se ha incrementado considerablemente desde entonces.

1.2 Descripción de la empresa

La empresa produce algodón para uso cosmético, para el hogar, médico, dental y quirúrgico, este algodón antes de ser utilizado es adquirido en enormes pacas y luego es sometido a un proceso de limpieza y desinfección, el cual deja al algodón blanco de limpieza y totalmente absorbente para sus diversos usos. Su mercado principal es el guatemalteco pero también exporta sus productos a Canadá, Estados Unidos, México, Belice, Centroamérica y Panamá.

Se encuentra certificada con normas ISO 9001:2000, cuenta con una certificación referente a buenas prácticas de manufactura (BMP) del Ministerio de Salud, y se encuentra registrada ante la oficina de alimentos y drogas de los Estados Unidos. La empresa cuenta con una fuerza laboral de 40 personas, donde la mayoría pertenecen al nivel operativo, el resto se encuentran laborando en puestos administrativos.

1.3 Visión y misión

a) Visión

“Ser reconocido por la excelencia en la fabricación, comercialización y calidad de nuestros productos” (1).

b) Misión

“En Algodón Superior S.A. ofrecemos productos médicos, cosméticos y de higiene personal para auxiliar las necesidades de nuestros consumidores” (1).

1.4 Descripción de los departamentos de producción y mantenimiento

Para mantener funcionando la línea del proceso de producción de algodón en bruto se complementan los departamentos de producción y mantenimiento.

El departamento de producción es el que se encarga de planificar la producción y llevar un control estricto del proceso, el cual implica llevar un control de los turnos rotativos de los operarios y sus rendimientos, verificar la calidad del algodón en cada proceso, ya que si el algodón después de someterlo al proceso de limpieza y desinfección no queda con la absorbencia deseada, se debe repetir el proceso.

El departamento de mantenimiento es el que se encarga de darle servicio a la maquinaria del proceso en forma rutinaria para mantener funcionando las máquinas a la capacidad a la que fueron diseñadas y con ello se logre reducir al mínimo los paros en la producción por desperfectos de las mismas.

Las jornadas laborales son tres, cada una de 8 horas, se trabaja las 24 hrs. diarias a excepción de los fines de semana, donde solo se trabaja el día sábado 2 jornadas, la edad promedio de los operarios se encuentra comprendida entre los 30 años de edad, el nivel académico de la mayoría de los operarios es primaria, solo los que laboran en el departamento de mantenimiento tienen una carrera técnica por naturaleza del trabajo y por que la gerencia lo requiere.

1.5 Estructura organizacional

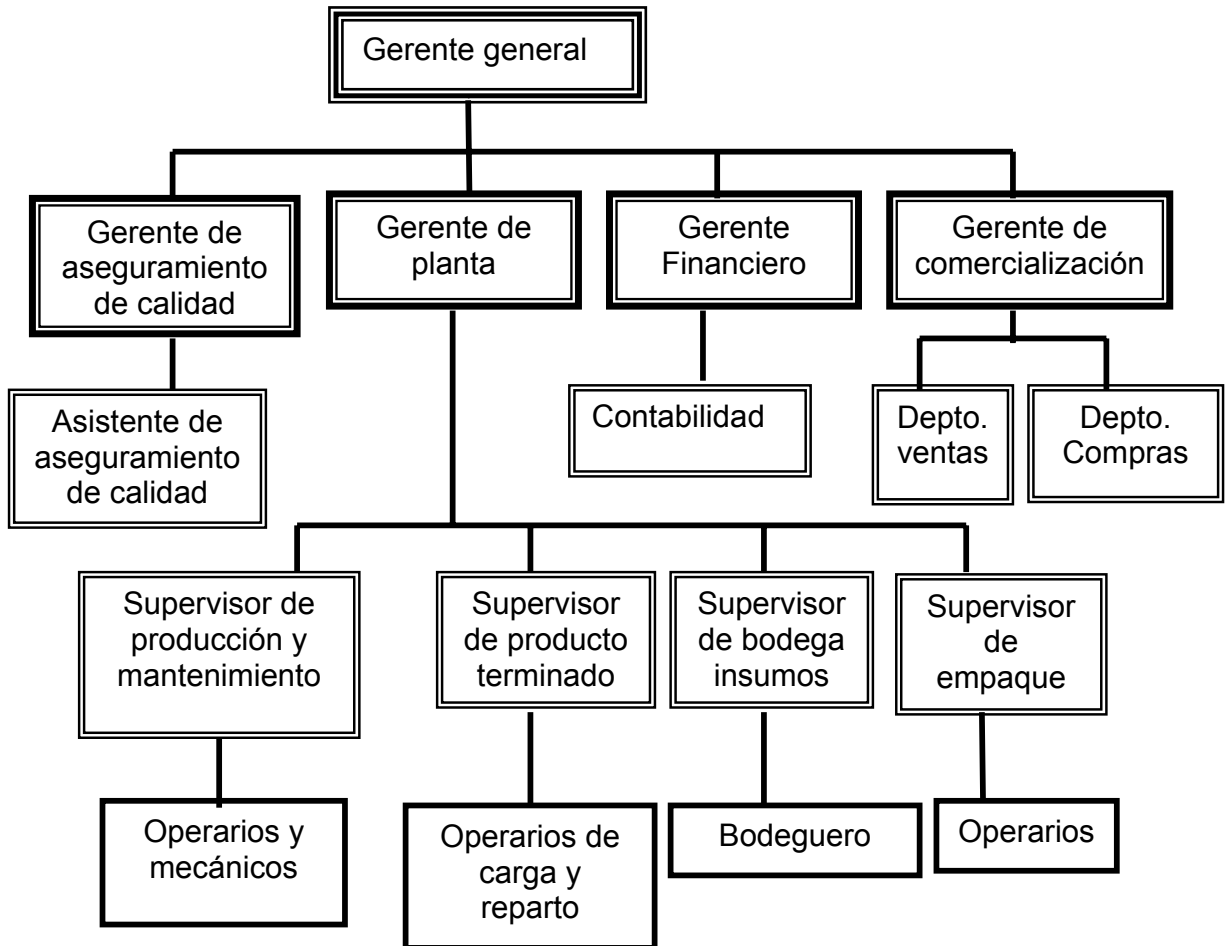
La empresa se encuentra dividida en departamentos administrativos, producción, mantenimiento y calidad, los cuales se encargan de administrar los recursos de la empresa.

El gerente general es la persona encargada de la organización, tiene la responsabilidad de velar por que se cumplan los objetivos de la empresa, para ello delega autoridad a los demás gerentes del nivel inferior de la cadena jerárquica para que cada uno de ellos se haga cargo de cada departamento asignado, ellos son profesionales de diferentes carreras administrativas, de ingeniería y técnicas, también tienen a cargo personal que necesitan supervisión para lograr las metas de cada departamento y en conjunto los de toda la organización.

Cada puesto de trabajo esta bien definido para que cada operario tenga una responsabilidad absoluta ante sus superiores por el desempeño de cada tarea asignada.

A continuación se presenta la estructura organizacional de la empresa mediante un organigrama que identifica la cadena jerárquica de cada departamento:

Figura 1. Organigrama de la empresa



2. MARCO TEÓRICO

2.1 Procesos productivos

Los procesos son la transformación de los insumos en productos que luego llegan al mercado, por tal motivo es necesario utilizar las mejores herramientas para producir productos de alta calidad y optimizar los procesos de producción.

2.1.1 Estudio de tiempos y movimientos

"A menudo, esta técnica se conoce como medición del trabajo, esta actividad comprende la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables" (2).

El analista de estudio de tiempos tiene varias técnicas que se utilizan para establecer un estándar: el estudio cronométrico de tiempos, recopilación computarizada de datos, datos estándares, datos de los movimientos fundamentales, muestreo del trabajo y estimaciones basadas en datos históricos. Cada una de esas técnicas tiene una aplicación en ciertas condiciones. El analista de tiempos tiene que saber cuando es mejor utilizar una cierta técnica y llevar a cabo su utilización juiciosamente y correcta.

Existe una estrecha asociación entre las funciones del analista de tiempos y las del ingeniero de métodos. Aunque difieren los objetivos de los dos, un buen analista de tiempos es un buen ingeniero de métodos, puesto que su preparación tiene a la ingeniería de métodos como componente básico.

Para cerciorarse que el método que se prescribe es el mejor, el ingeniero especialista en estudio de tiempos con frecuencia asume el papel de un ingeniero de métodos. Obsérvese que el establecer valores de tiempos es un paso en el procedimiento sistemático de desarrollar nuevos centros de trabajo y mejorar los métodos existentes en centros de trabajo actuales.

Actualmente, para colocar a su empresa como un competidor de clase mundial, debe darse la implementación de sistemas de medición del desempeño, para cumplir con las demandas del control de calidad justo a tiempo y la administración de tiempo comprimido.

Frank B. Gilbreth fue el fundador de la técnica moderna del estudio de movimientos, la cual se puede definir como “el estudio de los movimientos del cuerpo humano que se utiliza para ejecutar una operación laboral determinada, con la mira de mejorar ésta, eliminando los movimientos innecesarios y simplificando los necesarios, y estableciendo luego la secuencia o sucesión de movimientos más favorables para lograr una eficiencia máxima” (3).

2.1.2 Diagrama de operaciones del proceso

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado.

Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al conjunto principal. De igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de diseño como ajustes, tolerancias y especificaciones, todos los detalles de fabricación o administración se aprecian globalmente en un diagrama de operaciones del proceso.

Antes de que se pueda mejorar un diseño se deben examinar primero los dibujos que indican el diseño actual del producto. Análogamente, antes de que sea posible mejorar un proceso de manufactura conviene elaborar un diagrama de operaciones que permita comprender perfectamente el problema, y determinar en que áreas existen las mejores posibilidades de mejoramiento.

El diagrama de operaciones de proceso permite exponer con claridad el problema, pues si no se plantea correctamente un problema difícilmente podrá ser resuelto. La información necesaria para elaborar este diagrama se obtiene a partir de la observación y medición directa. Es importante que los puntos exactos de inicio y terminación de la operación en estudio, se identifiquen claramente.

2.1.3 Diagrama de flujo del proceso

Este diagrama contiene, en general, muchos más detalles que el de operaciones. Por lo tanto, no se adapta al caso de considerar en conjunto ensambles complicados. Se aplica sobre todo a un componente de un ensamble o sistema para lograr la mayor economía en la fabricación, o en los procedimientos aplicables a un componente o una sucesión de trabajos en particular.

Este diagrama de flujo es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos o almacenamientos temporales. Una vez expuestos estos periodos no productivos, el analista puede proceder a su mejoramiento.

Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo del proceso muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con lo que tropieza un artículo en su recorrido por la planta.

2.1.4 Diagrama de recorrido del proceso

Aunque el diagrama de flujo del proceso suministra la mayor parte de la información pertinente relacionada con un proceso de fabricación, no es una representación objetiva en el plano del curso de trabajo. Algunas veces esta información sirve para desarrollar un nuevo método, por ejemplo, antes de que pueda acortarse un transporte es necesario ver o visualizar dónde habría sitio para agregar una instalación o dispositivo que permita disminuir la distancia. Asimismo, es útil considerar posibles áreas de almacenamiento temporal o permanente, estaciones de inspección y puntos de trabajo.

La mejor manera de obtener esta información es tomar un plano de la distribución existente de las áreas a considerar en la planta, y trazar en él las líneas de flujo que indiquen el movimiento del material de una actividad a otra. Una representación de la distribución de zonas y edificios, en las que se indica la localización de todas las actividades registradas en el diagrama de curso de proceso, se conoce como diagrama de recorrido de actividades. Al elaborar este diagrama de recorrido el analista debe identificar cada actividad por símbolos y números que correspondan a los que aparecen el diagrama de flujo del proceso.

El sentido del flujo se indica colocando periódicamente pequeñas flechas a lo largo de las líneas de recorrido. Si se desea mostrar el recorrido de más de una pieza se puede utilizar un color diferente para cada una.

Es evidente que el diagrama de recorrido del proceso es un complemento valioso del diagrama de curso de proceso, pues en él puede trazarse el recorrido inverso y encontrar las áreas de posible congestión de tránsito, y facilita así el poder lograr una mejor distribución en la planta.

2.1.5 Gráfica de Gantt

Los cronogramas de barras o gráficos de Gantt fueron concebidos por el ingeniero norteamericano Henry L. Gantt, uno de los precursores de la ingeniería industrial contemporánea de Taylor. Gantt procuró resolver el problema de la programación de actividades, es decir, su distribución conforme a un calendario, de manera tal que se pudiese visualizar el periodo de duración de cada actividad, sus fechas de iniciación y terminación e igualmente el tiempo total requerido para la ejecución de un trabajo. El instrumento que desarrolló permite también que se siga el curso de cada actividad, al proporcionar información del porcentaje ejecutado de cada una de ellas, así como el grado de adelanto o atraso con respecto al plazo previsto.

Este gráfico consiste simplemente en un sistema de coordenadas en que se indica:

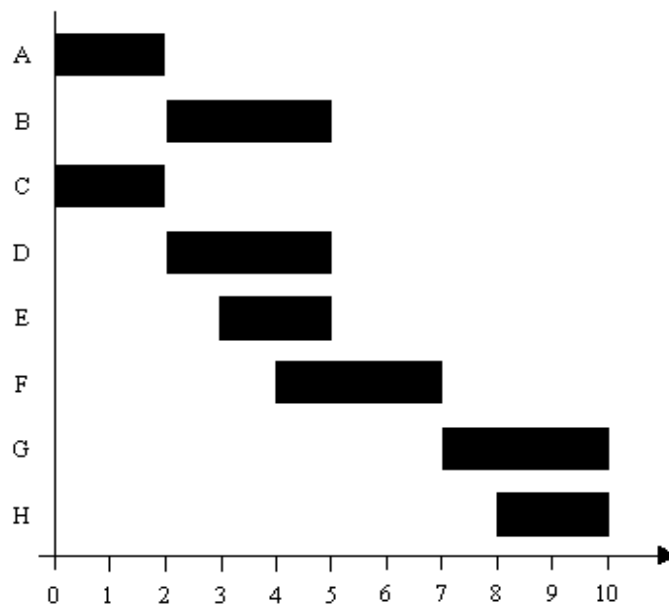
- A. En el eje Horizontal: un calendario, o escala de tiempo definido en términos de la unidad más adecuada al trabajo que se va a ejecutar: hora, día, semana, mes, etc.

B. En el eje Vertical: Las actividades que constituyen el trabajo a ejecutar.
 A cada actividad se hace corresponder una línea horizontal cuya longitud es proporcional a su duración en la cual la medición efectúa con relación a la escala definida en el eje horizontal conforme se ilustra.

En la siguiente figura se presenta un ejemplo de cómo se pueden programar una cantidad de tareas diversas en una sola gráfica de Gantt y como cada actividad precede una de otra.

Figura 2. Ejemplo del diagrama de Gantt

Tarea	Predec.	Duración
A	-	2
B	A	3
C	-	2
D	C	3
E	D _{II+1}	2
F	B _{FI-1}	3
G	D, E, F	3
H	G _{FF}	2



Fuente: <http://www.elprisma.com/graficadegantt>

Para construir un diagrama de Gantt se han de seguir los siguientes pasos:

- Dibujar los ejes horizontal y vertical.
- Escribir los nombres de las tareas sobre el eje vertical.

- En primer lugar se dibujan los bloques correspondientes a las tareas que no tienen predecesoras. Se sitúan de manera que el lado izquierdo de los bloques coincida con el instante cero del proyecto (su inicio).
- A continuación, se dibujan los bloques correspondientes a las tareas que sólo dependen de las tareas ya introducidas en el diagrama. Se repite este punto hasta haber dibujado todas las tareas.

2.2 Productividad

El único camino para que una empresa pueda crecer y aumentar su rentabilidad es aumentando su productividad. Por incremento en la productividad se entiende al aumento de la producción por hora de trabajo.

El instrumento fundamental que origina una mayor productividad es la utilización de métodos, el estudio de tiempos y un sistema de pago de salarios. “Del costo total a cubrir en una empresa típica de manufactura, 12% es de mano de obra directa, 45% para costo directo del material y 43% para gastos generales” (4).

Se debe comprender claramente que todos los aspectos de una industria son áreas fértiles para la aplicación de métodos, estudios de tiempos y sistemas adecuados de pago de salarios, con mucha frecuencia solo se considera la función de la producción cuando se aplican métodos, normas o estándares y sistemas de pago de salarios. La función de la producción es importante y se debe recordar que otros aspectos de la empresa también contribuyen sustancialmente al costo de operación y son áreas igualmente válidas para la aplicación de técnicas de mejoramiento de los costos.

El departamento de producción de una empresa puede considerarse como el corazón de la misma, y si la actividad de éste se interrumpiese, toda la empresa dejaría de ser productiva. En el departamento de producción se tienen las actividades de ingeniería de métodos, estudios de tiempos y sistemas de pago de salarios. Es en este departamento donde se solicita y controla el material que se va a trabajar, se determina la secuencia de las operaciones, las inspecciones y los métodos, se piden las herramientas, se asignan tiempos, se programa, se distribuye y se lleva el control del trabajo, y donde se logra la satisfacción de los clientes.

2.3 Seguridad e higiene industrial

Para optimizar un área de trabajo también es necesario que las condiciones de trabajo sean las óptimas, de esta forma los empleados se ven motivados al saber que el trabajo lo hacen con todas las medidas de seguridad e higiene.

2.3.1 Definición de los accidentes

“Un accidente es un hecho que no ha sido planteado, que no se desea y que tiene como resultado un herido, daño a la maquinaria o interrupción de la producción; también es accidente cuando se presenta la probabilidad de estos hechos, aún cuando no lleguen a suceder” (5).

Es sumamente importante distinguir entre el significado de la palabra accidente, herido o daños materiales. El significado es completamente diferente; al suceder un accidente no siempre se tiene como resultado un daño corporal o material y en muchos casos, esto no sucede.

Conociendo el resultado final, se puede describir la secuencia de un accidente de la siguiente forma:

- Herido o daño material
- Causas directas (actos y condiciones inseguras)
- Causas indirectas (factores personales y sociales)

Prácticamente se puede probar que, al eliminar las causas directas, eliminaremos inmediatamente los accidentes y por consiguiente, los heridos o daños materiales.

Las causas indirectas, que conducen a los actos y condiciones inseguras, son mucho más difíciles de controlar y eliminar. Estas causas indirectas las podemos dividir en dos grupos:

- Factores personales: resistencia a obedecer, Defectos físicos adquirido, defectos físicos congénitos.
- Factores sociales: problemas familiares, morales, económicos, estados de ánimo como ser intranquilo, violento, malos hábitos como alcoholismo.

Como se puede ver, algunas de estas causas indirectas tendrán a su vez una serie de factores que las han producido, por lo que los departamentos de higiene y seguridad industrial, tienen que solicitar ayuda a los departamentos médicos, trabajadora social e inclusive la cooperación del psicólogo industrial.

2.3.2 Seguridad industrial

Todos los campos que conciernen al campo de la salud y la seguridad tienen un propósito singular, que es desarrollar las actividades sin tener accidentes, daños o invalidez ocupacional. Logrando esto en la rápida expansión y cambios que sufre la tecnología actualmente, no sólo se podría eliminar la tragedia humana y la muerte, sino que también los altos costos, desperdicio y la pobre calidad que dan como resultado los accidentes.

Cuando un empleado se golpea en la empresa o se hiere causa disturbios; y no sólo se siente pena por la persona y su familia, sino que causa enojo cuando parece que el empleado no estaba consciente de su propia seguridad. También muchas veces los supervisores se sienten mal porque no pronostican algo que podía suceder y así dar los pasos necesarios para prevenirlo.

Como supervisores se quiere prevenir accidentes, pero para hacerlo es necesario dedicarle el tiempo necesario. Mirémoslo de esta manera. La prevención de accidentes y la eficiencia de producción van juntas; ya que previniendo los accidentes la producción se eleva y la calidad de la misma es mejor. La buena seguridad resulta de la misma manera que los administradores y superiores realizan con efectividad cuando producen artículos de buena calidad y así de esa manera entregan su pedido a tiempo. Actualmente, toma menos tiempo y cuesta menos dinero prevenir accidentes que tenerlos.

Por tanto, seguridad no es algo que se tiene que trabajar en tiempo extra, sino que la supervisión y la seguridad van mano a mano. Tener éxito en el campo de la seguridad viene de una consistencia de hora por hora, día por día, que el supervisor tiene que aplicar en el programa de la seguridad.

2.3.2.1 Equipo de protección

Conviene no olvidar que los protectores personales se consideran la última y débil línea de protección, ya que cualquier falla de estos aparatos o algún tipo de descuido, significará el de quedar expuesto de inmediato al problema, por lo que se debe de eliminar el problema hasta donde sea posible.

También es muy importante, que el encargado de la seguridad posea conocimientos de los distintos tipos de artefactos protectores y del equipo de que pueda disponerse para evitar cualquier tipo de accidente.

A fin de llenar los requisitos legales y morales, conviene que se establezca un programa, para utilizar el equipo apropiado para proteger al personal.

- A. Determinar la necesidad de usarlo: se puede obtener información de los siguientes:
 - Auditorías de seguridad, muestreo e investigación.
 - Experiencias de accidentes-incidentes.
 - Requisitos legales.
 - Representantes de seguridad y comité de seguridad.
- B. Selección del equipo: el equipo individual debe ser seleccionado en base a las indicaciones obtenidas por el estudio cuidadoso del trabajo y sus necesidades:
 - Partes a proteger.
 - Condiciones de trabajo.
 - Los riesgos.
 - Trabajador que los usará.

También el trabajador que usará más fácilmente un equipo que sea de su agrado, por lo que los equipos deben cumplir las siguientes características, como el de ser prácticos, proteger bien, fácil mantenimiento y sobre todo que sean fuertes o sean duraderos. Esto es cierto, ya que la selección de la adaptabilidad del equipo no sólo necesita de la señoría de los fabricantes y de expertos en seguridad, sino también en punto de vista de los trabajadores respecto de su comodidad y aceptabilidad.

C. Tipo de equipo: existen varios tipos de protección los cuales son los siguientes:

- Protección de los ojos (lentes de plástico y de vidrio).
- Protección de los pies (botas de hule y botas industriales).
- Protección de la cabeza y cara (Cascos y caretas).
- Protección del oído (Tapones).
- Protección de las manos (Guantes).
- Protección del cuerpo (overoles industriales).
- Protección de las vías respiratorias (mascarías).

2.3.3 Higiene industrial

Se define higiene industrial como “el trabajo reconocido, evaluado y controlado de la salud de los trabajadores el cual requiere básicamente de un programa de protección de salud, prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales” (6). También se puede decir que es la salud pública aplicada al hombre en su lugar de trabajo, o sea que es evidente que la salud de los trabajadores industriales está relacionada con la salud y bienestar de la comunidad en la que se encuentra la industria.

Existen grupos en los cuales el supervisor tendrá que analizar para poder resolver los problemas de la higiene industrial. Estos grupos son Químicos, Físicos y Biológicos.

2.3.3.1 Químicos

Los agentes químicos se pueden clasificar en dos clases: los que están en estado gaseoso y los que se presentan como aerosoles. Los aerosoles pueden estar constituidos por partículas sólidas o líquidas y se clasifican, por lo general, como polvo, humo, rocío y niebla. El polvo está formado por partículas sólidas producidas por desintegración, ya sea trituración, pulverización o impacto. Pueden clasificarse en dos grupos, orgánicos e inorgánicos. Los orgánicos se dividen a su vez en naturales y sintéticos; y los inorgánicos en silícicos y no silícicos. El humo contiene partículas sólidas formadas por condensación, y son comúnmente óxidos metálicos formados por calentamiento de metales a altas temperaturas o por metales en fusión. El humo también se puede formar por la volatilización de materias orgánicas sólidas o por la reacción de sustancias químicas.

El rocío consiste en partículas líquidas, generadas por la desintegración de un líquido, como el caso de la atomización. Los aerosoles no se mezclan totalmente en el aire, si no que se mantienen en suspensión, o sea que tienen la tendencia de aglomerarse y absorber humedad.

Los contaminantes gaseosos son aquellos constituidos por sustancias en estado de gas a la temperatura y presión ordinarias o como vapores, los que se presentan en estado gaseoso en los materiales líquidos. Una de las propiedades más importantes de los contaminantes gaseosos es su capacidad para mezclarse con el aire y así llegar a ser parte del mismo.

Todos estos compuestos químicos pueden causar muchos problemas en la forma de inhalación (vías respiratorias), absorción (contacto con la piel) o ingerido (comer o beber).

2.3.3.2 Físicos

De una manera general se entiende por alteración física del medio, las variaciones de presión, temperatura, iluminación, ventilación, ruido y radianes.

Por ejemplo la higiene industrial debe poner su interés en aquellos factores de la iluminación que facilitan la realización de las tareas visuales; algunos de estos conceptos son: Agudeza visual, dimensiones del objeto, contraste, resplandor, velocidad de percepción como color, brillo y parpadeo.

También el sonido consiste en un movimiento ondulatorio producido en un medio elástico por una fuente de vibración. La onda es de tipo longitudinal cuando el medio elástico en que se propaga el sonido es el aire y se genera por variaciones de la presión atmosférica por, sobre y bajo el valor normal, originadas por la fuente de vibración. La intensidad de esta onda y el tiempo en que el sujeto se encuentra afectado por ésta puede producir sordera.

2.3.3.3 Biológicos

El problema de reducir la incidencia de las enfermedades profesionales de origen biológico está presente en diversas profesiones y actividades en las cuales los gérmenes patógenos son elementos de trabajo (laboratorios) o contaminantes producidos por personas, animales o el ambiente en el proceso del trabajo.

2.4 Conversión de energía

La energía se puede transformar de una forma a otra y se encuentran intrínsecamente ligadas unas con otras para poder hacer funcionar una máquina o un proceso, por ejemplo en el proceso del algodón se necesita energía para hacer girar los motores eléctricos del proceso, estos transforman la energía eléctrica en energía mecánica y esta energía se puede transformar a la vez en térmica, hidráulica o neumática.

2.4.1 Energía neumática

El conocimiento del aire como materia terrestre, así como su mayor o menor utilización consciente se remonta a miles años. Pensemos a este respecto en la utilización del viento para avivar el fuego, más tarde en los abanicos y fuelles para agitar el aire o posteriormente en el aprovechamiento de las corrientes naturales del aire para la impulsión de veleros y el accionamiento de molinos de viento.

Actualmente la neumática es “la utilización del aire comprimido como medio de trabajo en la industria y preferentemente el accionamiento y mando de máquinas y equipos de explotación” (7).

A pesar de que, como ya se ha mencionado, los fundamentos de la neumática pertenecen a los conocimientos más antiguos de la humanidad, los procesos y el comportamiento del aire a presión nos fueron investigados sistemáticamente hasta el siglo pasado, y es a partir de 1960 aproximadamente cuando podemos hablar de una aplicación real de la neumática en la materia.

Otro campo de utilización del aire comprimido es la limpieza a presión para apartar el polvo y las virutas.

No obstante, el verdadero y universal empleo de la neumática en la industria comenzó, procedente de los E.E.U.U. con la expansión de la automatización.

A primera vista puede sorprender que la neumática se haya extendido de forma tan intensa y rápida en un espacio de tiempo tan corto.

Esto se debe entre otras cosas, a que en algunos problemas de automatización no se puede emplear ningún otro medio de trabajo tan sencillo y económico, sobre todo en la denominada pequeña automatización.

2.4.2 Energía hidráulica

El fluido empleado en instalaciones accionadas con energía hidráulica ejerce una considerable influencia sobre el rendimiento, costos de utilización y duración de éstas, y todo usuario debe estar en condiciones de responder acertadamente a las siguientes preguntas: sobre que base ha de evaluarse los diversos fluidos hidráulicos disponibles para la aplicación determinada de que se trata.

Existen dos métodos para seleccionar el fluido que mejor se adapta a las condiciones de rendimiento máximo de un circuito hidráulico completo. Uno de ellos consiste en hacerlo sobre la base de su aproximación a unas especificaciones dadas, mientras que la otra estriba en aceptar una evaluación predeterminada que se basa en el rendimiento más bien que en una serie de especificaciones físicas.

La experiencia nos dice que el segundo de estos métodos es más seguro y sensato, ya que algunas características sólo pueden determinarse en condiciones de servicio real y después de un plazo de utilización muy largo.

Para los circuitos hidráulicos suelen adaptarse y emplearse tres tipos de fluidos: aceites de petróleo, fluidos sintéticos y agua. Aunque muy adecuada para ciertos tipos de aplicaciones, el agua no satisface todas las exigencias de las instalaciones hidráulicas y, en cambio, si lo hacen los aceites de petróleo y los fluidos sintéticos. Desde el punto de vista de fluido hidráulico, el agua representa muchos problemas, tales como la herrumbre y la corrosión, una lubricación ineficaz, variaciones internas y externas de la temperatura y el peligro de que encierre partículas de sustancias extrañas que puedan abrasionar las superficies interiores muy pulidas de la máquina. Todos estos factores redundan en perjuicio del rendimiento y de la duración de las instalaciones.

Debido al hecho de que los aceites de petróleo y los fluidos sintéticos satisfacen las exigencias para un rendimiento hidráulico perfecto con un elevado grado de precisión la siguiente discusión se concretará a este último tipo de fluidos.

Conviene recordar que la misión del un fluido hidráulico no es sólo la de transmitir energía, sino, también, la de actuar como lubricante y cierre hermético. Con objeto de que realice satisfactoriamente estas tres funciones, el fluido debe tener ciertas propiedades básicas que se suelen conocer con el nombre de propiedades del servicio, y ya en un fluido hidráulico puro, ya uno que contenga aditivos, estas propiedades deben encontrarse presentes en el grado que exige la aplicación determinada.

Si no, surgen inevitablemente dificultades de funcionamiento e incluso puede fallar la instalación.

2.4.1 Energía térmica

La energía térmica es de gran uso en la industria debido a que es una energía de alta calidad y de un costo relativamente bajo si se utiliza a gran escala, esta energía se emplea generalmente para transmitir calor a mezclas de sustancias, por ejemplo los hospitales usan esta energía por medio de calderas que generan vapor de agua, este se conduce por tubería que luego llegan a otros sistemas como lavadoras, secadoras, planchas, etc. para desinfectar las prendas de uso diario de los pacientes. En la industria del algodón se utiliza para transmitir calor a las mezclas de químicos que se utilizan en el tratamiento de algodón crudo con el propósito de limpiar, desinfectar, blanquear, dar absorbencia y lavar el algodón.

2.5 Mantenimiento industrial

El mantenimiento de la empresa, constituye un elemento clave para el logro de los objetivos de la misma.

Sin un adecuado mantenimiento la maquinaria interrumpe su operación con mucha frecuencia, alterando considerablemente los programas de producción y fallándole a los clientes. En muchas ocasiones provoca cuellos de botella en las líneas, incrementando la cantidad de material en proceso, lo que implica: mayor espacio utilizado, mayor inversión inmovilizada, problemas de calidad en el producto acumulado; personal ocioso y desmotivado; mayor desperdicio de materiales y mayores costos en las reparaciones.

Es decir que el mantenimiento afecta en:

- a) La eficiencia
- b) Costos
- c) Calidad
- d) Confiabilidad (entregas a tiempo)

De lo anterior se deduce que es de "urgencia" mejorar nuestro sistema de mantenimiento.

Se puede tratar de definir el mantenimiento industrial de la siguiente manera: "Conjunto de acciones encaminadas a la conservación de la maquinaria, equipo e instalaciones, de tal manera que permanezcan sirviendo en óptimas condiciones, para el objetivo para el cual fueron adquiridas, evitando o minimizando sus fallas durante su vida útil" (8).

De la misma definición podemos reconocer algunas divisiones que podríamos agrupar así:

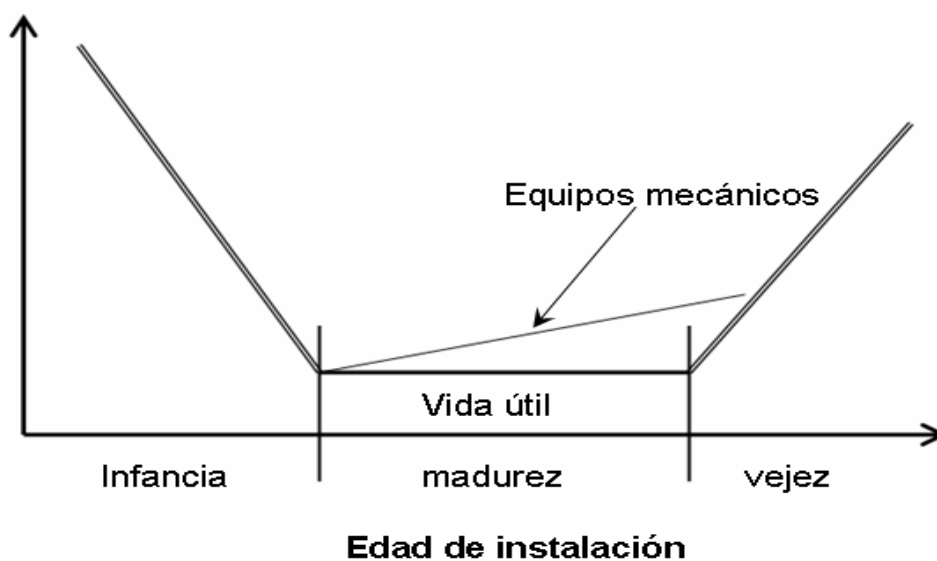
- a. Mantenimiento de maquinaria y equipo
- b. Mantenimiento de instalaciones físicas (edificios)
- c. Mantenimiento de instalaciones eléctricas
- d. Mantenimiento de otras instalaciones (aire, agua, vapor, etc.)

La labor de mantenimiento por consiguiente requiere de muchas habilidades: mecánica, eléctrica, albañilería, carpintería y otras relacionadas con tuberías de agua, vapor, aire y líquidos, entre otras.

El primer paso para poder identificar los beneficios del mantenimiento industrial es determinar el índice de fallos de la maquinaria, el cual se puede determinar llevando un registro histórico de los fallos de la maquinaria, de esta forma obtendríamos gráficamente el comportamiento de la siguiente forma:

Figura 3. Índice de fallos

$Z(t)$ = índice de fallos



Fuente: <http://www.elprisma.com/mantenimientopreventivo>

Si estudiamos la función índice de fallos de un equipo, obtenemos la “Curva de Davies, más conocida como bañera” (9).

En este tipo de curva observamos tres zonas bien diferenciadas:

- La primera se caracteriza por un índice de fallo decreciente y se denomina mortalidad infantil. El número de equipos que fallarán en un instante próximo en relación a los que quedan con vida es cada vez menor. Este tipo de avería son debido a:

- a. Defectos de fabricación
 - b. Defectos de materiales no controlados por las inspecciones de calidad
 - c. Mal montaje
 - d. Mal ajuste inicial.
- La segunda zona se caracteriza por un índice de fallo constante, se denomina vida útil del equipo o madurez. Las averías que se producen en este intervalo suelen ser aleatorias y las causas que la originan son:
 - a. Sobre cargas
 - b. Mal empleo de la instalación
 - c. Variaciones de las condiciones de trabajo del equipo
 - La tercer zona denominada de envejecimiento y desgaste, donde el índice de fallo pasa a ser creciente, y son debido a:
 - a. Los desgastes
 - b. Las degradaciones

Este tipo de curva será más o menos alargado en el tiempo en función del equipo a que corresponda. Para equipos puramente mecánicos, el desgaste comienza desde la puesta en marcha, por lo que la zona de vida útil tenderá a ser creciente. Los equipos eléctricos presentan una vida útil proporcionalmente más constante y más larga.

Cuando hablamos de este concepto, evaluación, el mismo se refiere a que maquinas, objetos, o equipamientos es al que le vamos a aplicar algún tipo específico de mantenimiento. O sea debemos contar con algún método que nos permita determinar si le aplicaremos:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

Y de esta manera nos introduciremos en cada una de estas formas, tipos, o clases de mantenimiento a aplicar, según corresponda en cada caso, y luego evaluaremos cual corresponde aplicar según el caso del objeto de que se trate.

2.5.2 Mantenimiento preventivo

Consiste en intervenciones periódicas, programadas con el objetivo de disminuir la cantidad de fallos aleatorios. No obstante éstos no se eliminan totalmente. El accionar preventivo, genera nuevos costos, pero se reducen los costos de reparación, las cuales disminuyen en cantidad y complejidad. Acciones típicas de este sistema son: Limpieza; Ajustes; Reaprietes (Torqueado); Regulaciones; Lubricación; Cambio de elementos utilizando el concepto de vida útil indicada por el fabricante de dicho elemento. Reparaciones propias pero programadas.

Aspectos positivos:

- Mayor vida útil de las máquinas
- Aumenta su eficacia y calidad en el trabajo que realizan
- Incrementa las disponibilidad
- Aumenta la seguridad operacional
- Incrementa el cuidado del medio ambiente

Aspectos negativos:

- Costo del accionar preventivo por plan.

- Problemas que se crean por los continuos desarmes afectando a los sistemas y mecanismos que de no haberse tocado seguirían funcionando sin inconvenientes.
- Limitación de la vida útil de los elementos que se cambiaron con antelación a su estado límite.

2.5.4 Mantenimiento Correctivo

Este tipo de mantenimiento es el más usual en muchas empresas. Se para una máquina, se moviliza el equipo de mantenimiento para reparar el daño. Cada uno de estos paros debe de atenderse como una organización por proyecto. Es decir, que generalmente cuando no es posible trasladar la máquina o equipo al taller, sustituyéndolo por otro que esté de reserva para dichos fines, se tiene que trabajar en el lugar de la falla.

En estos casos se tiene que seguir los siguientes pasos:

- 1- Evaluar el daño causado por la falla.
- 2- Analizar la o las causas de la falla.
- 3- Corregir las causas de la falla.
- 4- Reparar, ajustar o cambiar piezas defectuosas.
- 5- Hacer pruebas y ajustes finales necesarios.

El orden lógico de los pasos anteriores nos lleva a evitar enfocarse a solamente los efectos finales del problema con los consiguientes efectos de estar haciendo reparaciones frecuentes, con posibles daños permanentes y algunas veces irreparables de la maquinaria.

Para el mantenimiento correctivo, en sus diferentes grados de urgencia, se necesita:

a) Personal de mantenimiento capacitado.

Aquí influye la selección y capacitación que se haya realizado. Aunado a la experiencia adquirida en la empresa, la cual no necesariamente se mide en años, sino que calidad de experiencia. La selección del personal se vuelve clave, junto a la capacitación recibida.

b) Repuestos y materiales

La existencia en la empresa de los repuestos de uso más frecuente es de suma importancia para una reparación rápida y efectiva. Caso contrario, es necesario iniciar la búsqueda con los diferentes proveedores, lo que alarga el tiempo de reparación. En este caso es útil recurrir a la hoja de registro por máquina y hojas de control de materiales y repuestos, que nos oriente sobre el proveedor idóneo.

c) Herramienta

Para todos es conocido lo difícil que resulta querer cambiar el asiento de válvula de una ducha, utilizando un destornillador o tenazas. Pero es admirable la velocidad con la que se hace cuando tenemos la llave "L" con la punta cuadrada que caza perfectamente en las ranuras del asiento de válvula. Por consiguiente la adquisición, uso y control de las herramientas se vuelve un aspecto clave para obtener buenos resultados.

2.6 Biodegradabilidad de la celulosa

La celulosa comprende por lo menos, una tercera parte de toda la materia vegetal y es la más abundante de todos los compuestos orgánicos naturales.

Además de hallársela en todas las plantas superiores, se presenta también en las formas inferiores de la vida vegetal, helechos, algas y hongos. Se ha comprobado la existencia de celulosa por lo menos en una especie de bacteria (*Acetobacter xylinum*), y se hallado también en una clase de animales: los tunicados.

“La celulosa debe su nombre a Anselmo Payen, agricultor francés que investigó los componentes de la membrana celular de los vegetales en el período de 1837 a 1842 y averiguó que la celulosa es el componente principal y uniforme de dicha pared” (10). El parecido que por su aspecto físico tiene la celulosa con otros componentes estaban químicamente unidos a la celulosa en la planta, pero esta hipótesis ha sido desechada.

Técnicamente se da el nombre de celulosa a las fibras blancas que se obtienen cuando se somete a la materia vegetal a tratamientos de purificación mediante los cuales se extraen casi totalmente los demás componentes de la planta.

Se da el nombre de celulosas químicas o pulpas por disolución, a las celulosas que se emplean en la fabricación de derivados celulósicos y productos de celulosa regenerada, que constan casi exclusivamente de pulpas de madera y algodones químicos (derivados de los línteres) especialmente purificados y se hacen en diversas calidades para diferentes usos.

Antes de la segunda Guerra Mundial y durante ella, se producía en europa alguna cantidad de celulosa química derivada de la paja y de la caña arundo donax.

Las celulosas químicas se utilizan principalmente para la fabricación de derivados celulósicos (nitrocelulosa, celulosa etílica, acetato de celulosa, celulosas metílica y carboximetílica y otros) y productos de celulosa regenerada, como el rayón de viscosa, el rayon de cupramonio, el celafón y la tripa artificial para embutidos. Fuera de la química tienen también algunas aplicaciones en que se utilizan las propiedades de la fibra.

2.6.1 Degradación

La designación de la celulosa se puede efectuar por diversos tratamientos, y de ella principalmente la vaporización de moléculas de la cadena de celulosa y la reducción del peso molecular. En algunos procedimientos comerciales se degrada deliberadamente la celulosa para reducir la viscosidad de ésta y de sus derivados y con ello mejorar su manipulación en las operaciones de hilado, rociado de lacas y moldeado.

Cuando se hidroliza parcialmente la celulosa con ácidos, se obtiene hidrocélulosa, cuyas propiedades son determinadas por las circunstancias en que se efectúa la hidrólisis. Las hidrocélulosas suelen tener menos viscosidad y menor resistencia a la tensión, y mayor poder reductor y solubilidad en soluciones alcalinas acuosas, que las celulosas con que se preparan. En la formación de hidrocélulosa probablemente la única alteración química es la ruptura de enlaces 1.4 glucocídicos y la consiguiente producción de cadenas más cortas de celulosa. Si se hace la hidrólisis con ácidos, la celulosa se convierte casi cuantitativamente en glucosa.

La degradación de la celulosa por medio de agentes oxidantes se puede efectuar en varias condiciones con la formación de oxícélulosas, que difieren notablemente en sus propiedades.

En general, se forman oxixelulosas reductoras por oxidación en medio neutro o ácido, y en cambio se forman oxixelulosas ácidas en medio alcalino de oxidación. Según sean las condiciones de reacción, la oxidación puede ocasionar las siguientes transformaciones químicas en las moléculas de la celulosa:

1. Conversión del grupo aldehído en carbonilo en la unidad de glucosa reductora terminal.
2. Conversión de grupos de alcohol primario en carboxilo o grupo aldehído.
3. Conversión del grupo 2.3 glicol en grupos cetona, aldehído o carboxilo.

Muchas veces la oxidación de fibras de celulosa reduce la resistencia a la tracción y otras solo se reduce ésta cuando se tratan con álcali la fibras de oxixelulosa.

Si se calientan fibras de celulosa, particularmente a temperatura mayor de 140 °C se reduce la viscosidad y la resistencia a la tracción, se forman grupos reductores y aumenta la solubilidad en álcali. Cuando se excluye el oxígeno, es más lenta la degradación de celulosa con el calor. Las temperaturas muy altas destruyen la celulosa. La destilación destructiva al vacío produce β-glucosana, dióxido de carbono, monóxido de carbono, agua, metano y etileno.

La luz disminuye la resistencia a la tracción y la viscosidad de las fibras de microorganismos depende de la naturaleza de los productos intermedios (por ejemplo: azúcares, ácidos alifáticos y alcoholes). El dióxido de carbono y el agua son los productos finales de la descomposición de la celulosa por microbios.

La facultad que tienen los rumiantes, caballos e insectos de digerir la celulosa se debe a que en el aparato digestivo tienen microbios que descomponen la celulosa.

3. DIAGNÓSTICO

En este capítulo se describirá la situación actual del proceso en bruto de algodón y se darán a conocer las posibles soluciones para aumentar la productividad de los centros de trabajo del área de tratamiento de algodón.

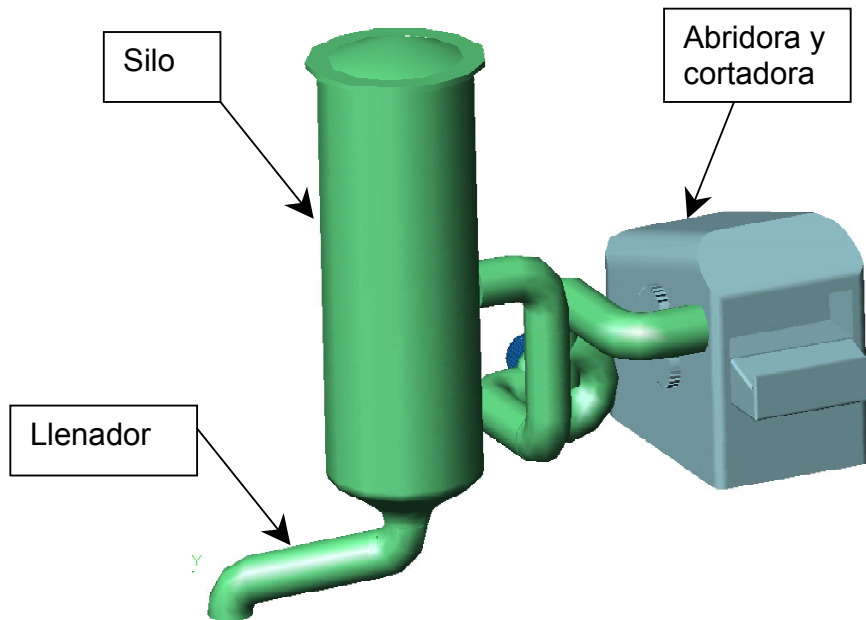
3.1 Descripción de la maquinaria del proceso

La producción de algodón en bruto es un proceso automatizado, la labor de los operarios es la de manejar el algodón que procesan las máquinas, en esta sección se describe la maquinaria que se utiliza para cortar, limpiar, desinfectar y eliminar la mayor cantidad de agua posible para luego secar el algodón.

3.1.1 Abridora y cortadora de algodón

Es una máquina Cortadora Willow que utiliza un motor eléctrico de 12 hp para hacer girar un mecanismo de púas que abre y corta el algodón para luego ser aspirado por un conducto que lleva el algodón hacia un silo, el cual deposita el algodón con semilla y basura en un portamateriales.

Figura 4. Abridora y cortadora



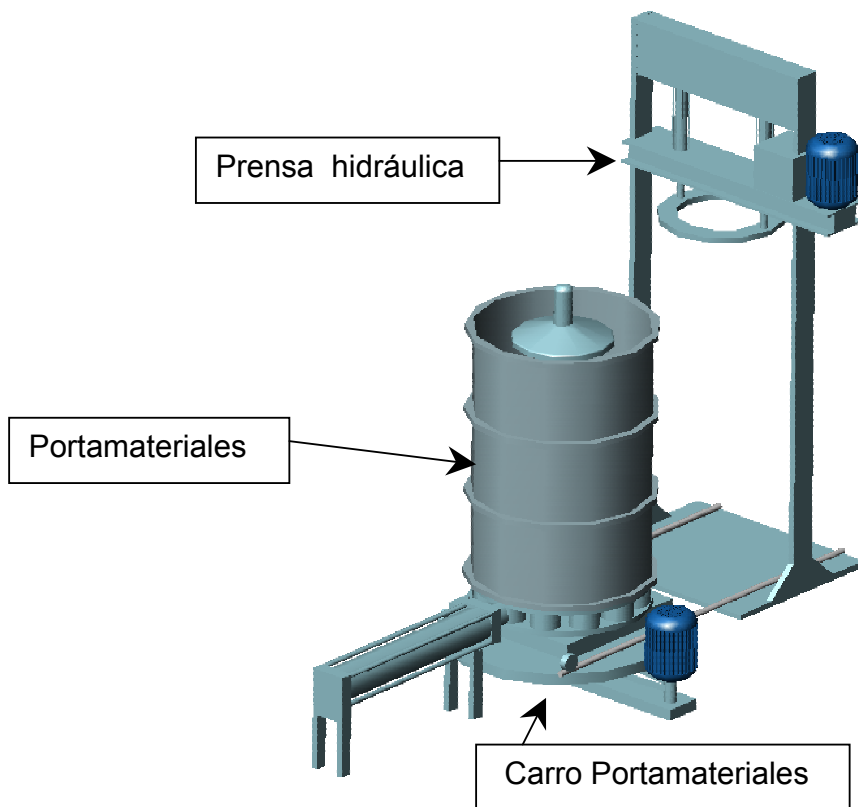
3.1.2 Compactadora y portamateriales

Es una prensa hidráulica rápida para prensar floca, madejas de poliamida elásticas, trapos, cable, etc. es accionada por dos cilindros hidráulicos que actúan a través de un plato prensador que se adapta a la tapa de los portamateriales.

La base del portamateriales se apoya sobre un plato inferior provisto de ruedas que se desplazan sobre rieles para colocar y extraer dicho portamateriales.

El carro es impulsado por un cilindro neumático que lo empuja hasta llegar a la posición que le permita prensar el algodón, la carrera del carrito es de 1.8 m. y la duración de la carrera es de casi 2 minutos ya que el cilindro neumático carece de elementos que le ayuden a realizar el avance en forma más rápida, por lo que es necesario usar lo menos posible este cilindro para ahorrar tiempo en el proceso.

Figura 5. Prensa portamateriales



3.1.3 Autoclave

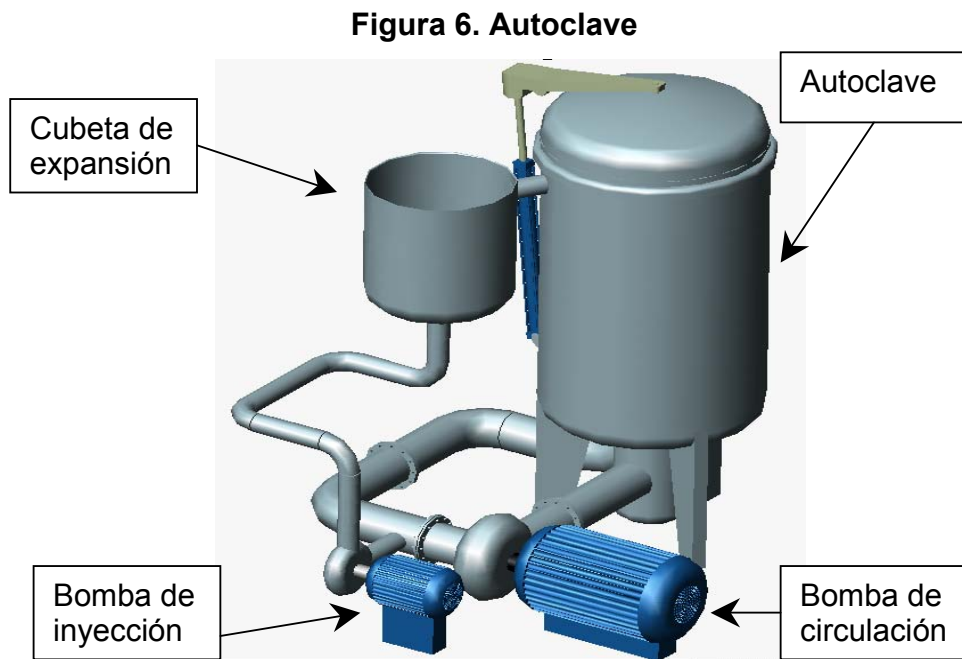
Es un aparato que es operado a altas temperaturas, hasta 140°C y diseñado especialmente para efectuar limpieza, tintura, desinfección y absorbencia del algodón, puede trabajar con relaciones de baño de 1:4 a 1:8, dependiendo del proceso.

Está equipado con una bomba centrífuga de alto rendimiento que permite obtener caudales de hasta 45 kg/min lo cual permite una aceleración notable de ciertos procesos de tintura. La presión estática se consigue por medio de un cojín de aire.

Su mayor productividad y los notables ahorros de agua, vapor, energía eléctrica, productos químicos, colorantes, etc. generados por la operación a baja relación de baño la hacen ser una máquina rentable.

Actualmente la autoclave tiene un problema en el paso de blanqueo, existe una cubeta de expansión cuyo funcionamiento es el siguiente; cuando se introducen los químicos y el agua, se calienta con vapor hasta que llega a una temperatura de 95°C, en este ascenso de la temperatura la presión dentro de la autoclave aumenta debido a que la mezcla casi llega al punto de ebullición, para esto la autoclave tiene una válvula de paso ajustable que permite dejar pasar mezcla hacia la cubeta de expansión para aliviar la presión, esta tiene una bomba de inyección para mantener una recirculación entre la autoclave y la cubeta de expansión pero el flujo de inyección hacia la autoclave es menor que el flujo de alivio, por lo que la cubeta de expansión se llena hasta el punto de rebalse, dando como resultado la pérdida de químicos para procesar el algodón. Hoy en día se introducen químicos en una mayor proporción.

Con esto se mitiga el problema, de esta forma a pesar del desperdicio la mezcla hace el efecto deseado pero a un mayor costo.



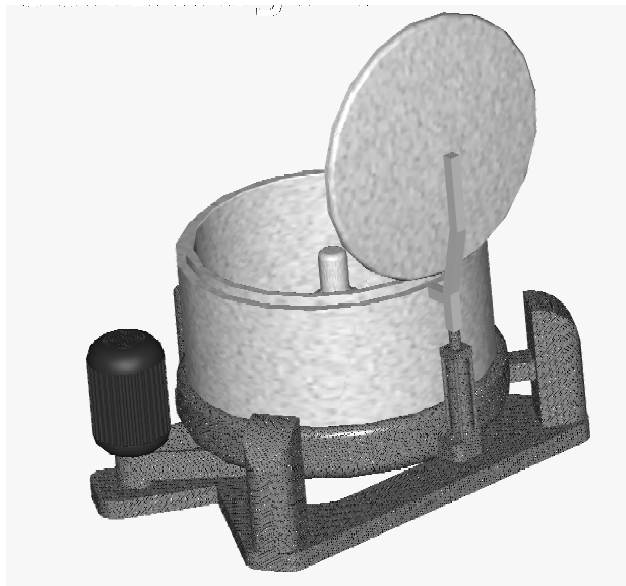
3.1.4 Centrífuga

Es una máquina que se utiliza para quitar el exceso de agua al algodón después que sale del autoclave, tiene una capacidad para cargas de 440/528 lbs, cuenta con un motor eléctrico de 15 hp y gira a 800 rpm, cuenta con un sistema de suspensión con tres puntos de apoyo, la tapa está equipada con un sistema de seguridad que asegura que la máquina no puede ser puesta en marcha si no está cerrada.

Un embrague hidráulico regula el arranque gradual y progresivo, el frenado se realiza por medio de un sistema de frenado automático mediante un cilindro neumático.

La máquina se suministra con un equipo eléctrico equipado con un temporizador para poder seleccionar el tiempo de centrifugado y está provisto de una señal acústica indicadora del final del proceso.

Figura 7. Centrifuga



3.2 Proceso de producción en bruto del algodón

El proceso comprende la transformación inicial que se le hace al algodón para limpiarlo, desinfectarlos y dejarlo con una absorbencia deseada. Se presenta una visión clara de la problemática actual del proceso.

3.2.1 Descripción del proceso

El proceso consiste en la transformación de un algodón sucio con polvo y semillas hasta la obtención de uno limpio, desinfectado, blanco y absorbente.

Primero se abre y corta el algodón en bruto que viene en pacas de gran tamaño al mismo tiempo que es mojado y llenado en el portamateriales, luego es procesado en la autoclave y por último se le quita el exceso de agua por centrifugado.

A continuación se presentan los diagramas actuales de operaciones, flujo y recorrido general del proceso.

Figura 8. Diagrama de operaciones general actual




OBJETO DEL DIAGRAMA: <u>lavado Y tratamiento de algodón, Proceso Dental</u>		
DIAGRAMA: # <u>1</u>		
DIBUJO :# <u>1</u> PARTE: <u>cortadora, portamateriales, superflux, centrifuga</u>		
MÉTODO: <u>actual</u>		
DIAGRAMA EMPIEZA EN: <u>bodega algodón</u> HECHO POR: <u>René Cano</u>		
DIAGRAMA TERMINA EN: <u>centrifuga</u> FECHA: <u>13/8/4</u> HOJA: <u>1</u> DE <u>1</u>		
TIEMPO EN MINUTOS	SIMBOLOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
210 min.		Separación y Llenado en portamateriales
286 min.		Proceso Dental en autoclave
246 min,		Centrifugado
<u>RESUMEN</u>		
EVENTO	NÚMERO	TIEMPO MIN
OPERACIÓN	3	742
TOTALES		742 min.

Figura 9. Diagrama de flujo general actual

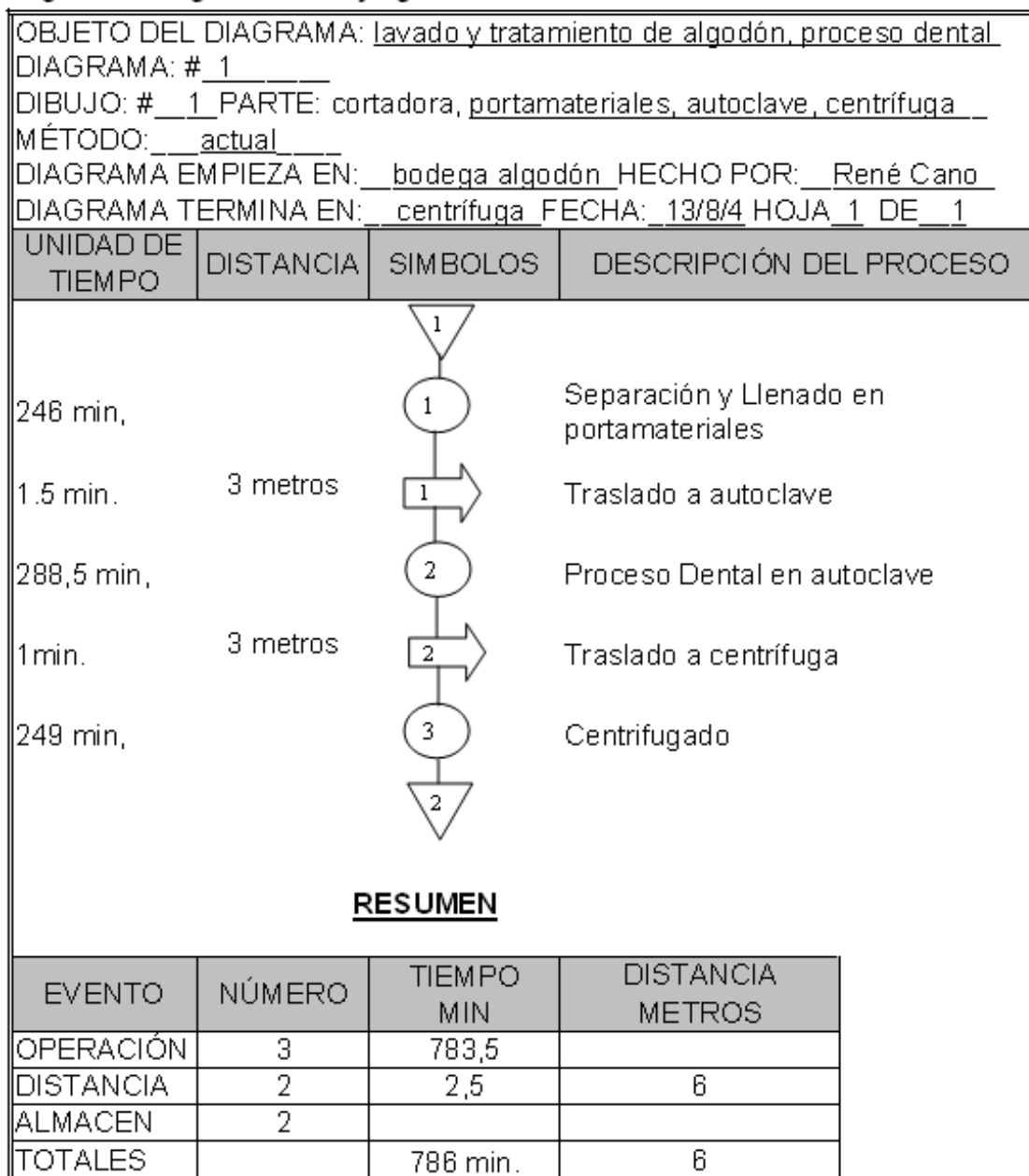
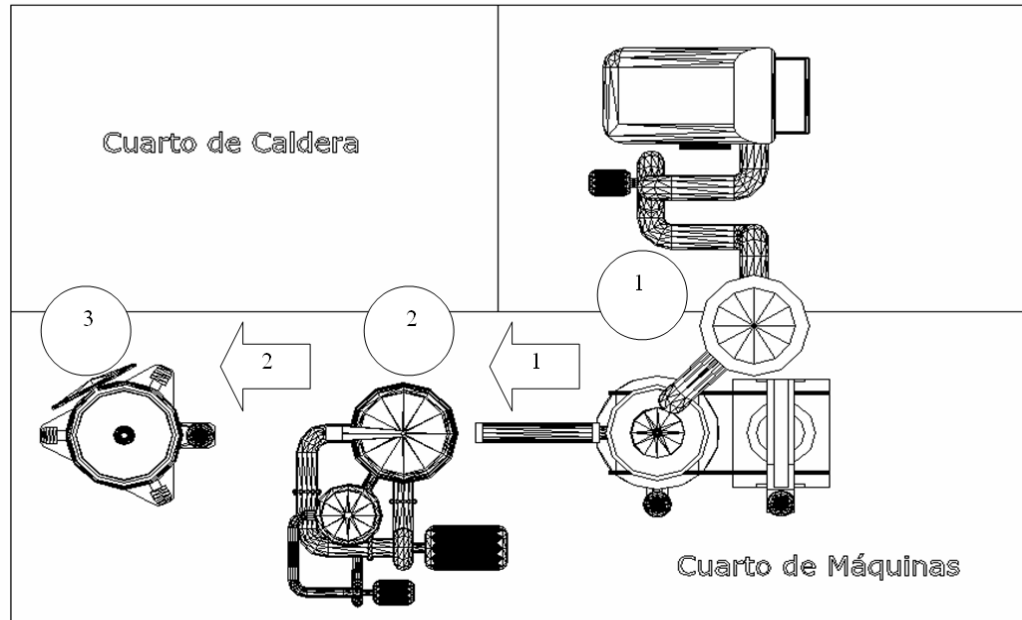


Figura 10. Diagrama de recorrido



1. Separación, cortado, lavado, llenado y compactado
2. Descruce, blanqueo y lavado
3. Centrifugado

3.2.1.1 Apertura y cortado

En el inicio del proceso, se toman pacas de algodón crudo, éste trae polvo y semillas en su interior, los operarios abren cada paca y le quitan el algodón por piezas para introducirla a la máquina abridora y cortadora, en esta parte del proceso se esta llenando simultáneamente el primer plato del portamateriales junto con un baño de agua y jabón para quitarle parte del polvo y las semillas que lleva el algodón, ya que se ha llenado se retrae el portamateriales para ser prensado el algodón por medio de una prensa hidráulica, una vez prensado se coloca el segundo plato y se vuelve repetir el mismo proceso dos veces más. El portamateriales cuenta con set de tres platos, cada uno tiene una capacidad de 225kg., o sea 675kg. en total.

En la operación de prensado del algodón actualmente una vez está lleno el primer plato se prensa el algodón, retrocede el carro y se le coloca un dado prensador, luego avanza el carro para que nuevamente vuelva a ser prensado el algodón, retrocede el carro nuevamente y se le quita el dado, después se le coloca el segundo plato, esto ocurre en el llenado de los platos posteriores, es una repetición innecesaria que consume 50.47 minutos. Para evitar esta repetición se puede omitir prensar el algodón sin el plato y cuando se llene el primer plato antes de de prensar el algodón se puede colocar el segundo plato encima del algodón, colocar el dado prensador y prensar, ya que el plato es de acero inoxidable y la presión que ejerce la prensa sobre el algodón es relativamente pequeña como para que el plato se pudiera fracturar. De esta forma se podrá ahorrar tiempo eliminando avances y retrocesos del carro y se reduciría el tiempo de llenado.

A continuación se presentan los diagramas de operaciones y flujo.

Figura 11. Diagrama de operaciones cortadora y portamateriales actual

OBJETO DEL DIAGRAMA: <u>lavado de algodón</u> DIAGRAMA: # <u>1</u>		
DIBUJO: # <u>1</u> PARTE: <u>portamateriales</u> MÉTODO: <u>actual</u>		
DIAGRAMA EMPIEZA EN: <u>bodega algodón</u> HECHO POR: <u>René Cano</u>		
DIAGRAMA TERMINA EN: <u>autoclave</u> FECHA: <u>13/8/4</u> HOJA <u>1</u> DE <u>2</u>		
UNIDADES DE TIEMPO	SIMBOLOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
3 min	1	Colocar 1er. Plato
45 min	2	Llenado 1er. Plato
3.66 min	3	Compactado
1 min	4	Colocar dado de prensa
3.66 min	5	Compactado
1 min	6	Colocar 2do. Plato
3 min	7	Colocar llenador
27 min	8	Llenado 2do. Plato
3.66 min	9	Compactado
17 min	10	Llenado
3.66 min	11	Compactado
1 min	12	Colocar dado de prensa
3.66 min	13	Compactado
1 min	14	Colocar 3er. Plato
	A	

Continuación

OBJETO DEL DIAGRAMA: lavado de algodón DIAGRAMA: # 1
 DIBUJO: # 1 PARTE: portamateriales METODO: actual
 DIAGRAMA EMPIEZA EN: bodega algodón HECHO POR: René Cano
 DIAGRAMA TERMINA EN: autoclave FECHA: 13/8/4 HOJA 2 DE 2

UNIDAD DE TIEMPO	SIMBOLOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
	B	
1 min	15	Colocar llenador
25 min	16	Llenado 3er. Plato
3.66 min	17	Compactado
27 min	18	Llenado
3.66 min	19	Compactado
20 min	20	Llenado
3.66 min	21	Compactado
1 min	22	Colocar dado de prensa
3.66 min	23	Compactado
2 min	24	Colocar tapa
2.25 min	25	Asegurar tapa

RESUMEN

EVENTO	NÚMERO	TIEMPO MIN
OPERACIÓN	25	210 min.
TOTALES		210 min.

Figura 12. Diagrama de flujo cortadora y portamateriales actual

OBJETO DEL DIAGRAMA: lavado de algodón DIAGRAMA: # 1			
DIBUJO: # 1 PARTE: portamateriales MÉTODO: actual			
DIAGRAMA EMPIEZA EN: bodega algodón HECHO POR: René Cano			
DIAGRAMA TERMINA EN: autoclave FECHA: 13/8/4 HOJA 1 DE 3			
UNIDAD DE TIEMPO	DISTANCIA	SIMBOLOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
		1	
3 min		1	Colocar 1er. Plato
45 min		2	Llenado 1er. Plato
2 min	1.8 metros	1	Avance
3.66 min		3	Compactado
1.33 min	1.8 metros	2	Retroceso
1 min		4	Colocar dado de prensa
2 min	1.8 metros	3	Avance
3.66 min		5	Compactado
1.33 min	1.8 metros	4	Retroceso
1 min		6	Colocar 2do. Plato
3 min		7	Colocar llenador
27 min		8	Llenado 2do. Plato
2 min	1.8 metros	5	Avance
3.66 min		9	Compactado
1.33 min	1.8 metros	6	Retroceso
		A	

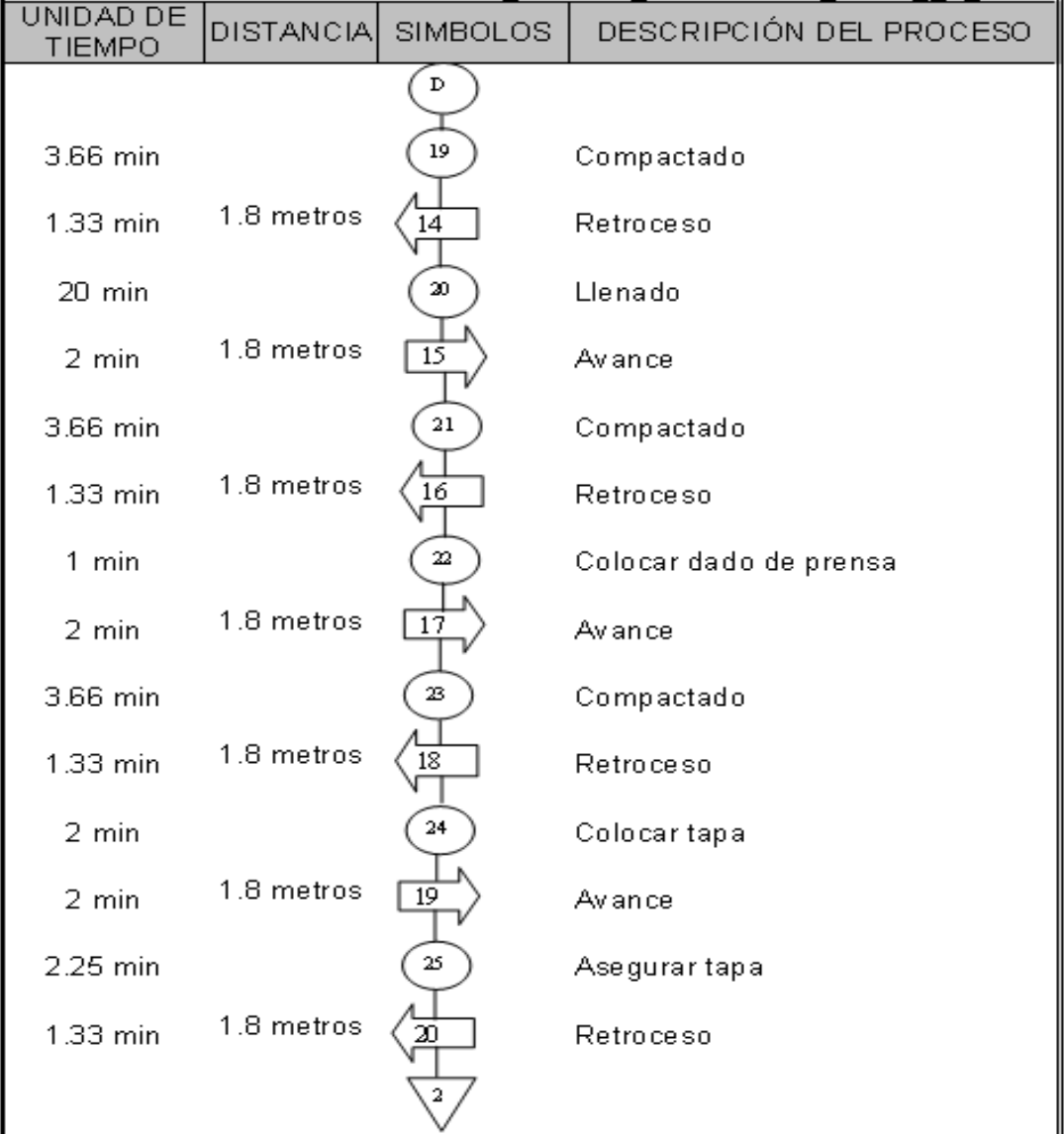
Continuación

OBJETO DEL DIAGRAMA: lavado de algodón DIAGRAMA: # 1
 DIBUJO: # 1 PARTE: portamateriales MÉTODO: actual
 DIAGRAMA EMPIEZA EN: bodega algodón HECHO POR: René Cano
 DIAGRAMA TERMINA EN: autoclave FECHA: 13/8/4 HOJA 2 DE 3

UNIDAD DE TIEMPO	DISTANCIA	SIMBOLOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
		(B)	
17 min		(10)	Llenado
2 min	1.8 metros	→ (7)	Avance
3.66 min		(11)	Compactado
1.33 min	1.8 metros	← (8)	Retroceso
1 min		(12)	Colocar dado de prensa
2 min	1.8 metros	→ (9)	Avance
3.66 min		(13)	Compactado
1.33 min	1.8 metros	← (10)	Retroceso
1 min		(14)	Colocar 3er. Plato
3 min		(15)	Colocar llenador
25 min		(16)	Llenado 3er. Plato
2 min	1.8 metros	→ (11)	Avance
3.66 min		(17)	Compactado
1.33 min	1.8 metros	← (12)	Retroceso
27 min		(18)	Llenado
2 min	1.8 metros	→ (13)	Avance
		(C)	

Continuación

OBJETO DEL DIAGRAMA: lavado de algodón DIAGRAMA: # 1
 DIBUJO: # 1 PARTE: portamateriales MÉTODO: actual
 DIAGRAMA EMPIEZA EN: bodega algodón HECHO POR: René Cano
 DIAGRAMA TERMINA EN: autoclave FECHA: 13/8/4 HOJA 3 DE 3



RESUMEN

EVENTO	NÚMERO	TIEMPO MIN	DISTANCIA METROS
OPERACIÓN	25	212,67	
DISTANCIA	20	33,33	36
ALMACEN	2		
TOTALES		246 min.	36

3.2.1.2 Descrude, blanqueo y lavado

Una vez está lleno el portamateriales se asegura para que no se salga el algodón de éste y se traslada por medio de un polipasto o grúa hacia la autoclave, se introduce y se cierra herméticamente para que no hayan fugas en el proceso. El autoclave es como una gran olla de presión donde se le da tratamiento al algodón, el cual consiste primero en quitarle todas las bacterias, la suciedad y semillas que pueda llevar el algodón después del llenado, este paso se le llama Descrude, el cual consiste en mezclar una cantidad de químicos como soda cáustica, cibapon, ultrabon y vitexol y agua, luego se eleva a una temperatura de 95 °C. donde se deja por 60 minutos. El paso que sigue se llama Blanqueo, se introducen tinoclarit, soda cáustica, peróxido de hidrógeno, cibapon, ultrabón y agua, se vuelve a elevar la temperatura a 95 °C. y se deja por 60 minutos, en este paso se logra obtener el color blanco del algodón y su absorbencia. El tercer paso es el lavado del algodón con un baño caliente a menor temperatura durante 30 minutos para quitarle todo los químicos de los pasos anteriores.

A continuación se presentan los diagramas de operaciones y flujo de este proceso.

Figura 13. Diagrama de operaciones autoclave proceso corto actual

OBJETO DEL DIAGRAMA: <u>proceso Corto</u> DIAGRAMA: # <u>2</u>		
DIBUJO: # <u>1</u> PARTE: <u>Autoclave</u> MÉTODO: <u>actual</u>		
DIAGRAMA EMPIEZA EN: <u>portamateriales</u> HECHO POR: <u>René Cano</u>		
DIAGRAMA TERMINA EN: <u>centrifuga</u> FECHA: <u>13/8/4</u> HOJA: <u>1</u> DE <u>2</u>		
UNIDAD DE TIEMPO	SIMBOLOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
3.5 min.	1	Realizar mezcla Descrude y blanqueo
1 min.	2	Mezclar con bomba funcionando
2.5 min.	3	Colocar portamateriales en autoclave y cerrar
4 min.	4	Llenado
33 min.	5	Alcanzar 95°C
60 min.	6	Descrude y blanqueo
10 min.	7	Realizar mezcla de lavado
25 min.	8	Alcanzar 90°C
20 min.	9	Lavado
10 min.	10	Realizar mezcla con ácido acético
	A	

Continuación

OBJETO DEL DIAGRAMA: proceso Corto DIAGRAMA: # 2
 DIBUJO: # 1 PARTE: Autoclave METODO: actual
 DIAGRAMA EMPIEZA EN: portamateriales HECHO POR: René Cano
 DIAGRAMA TERMINA EN: centrífuga FECHA: 13/8/4 HOJA: 2 DE 2

UNIDAD DE TIEMPO	SIMBOLOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
	(B)	
10 min.	(11)	Ácido acético
5 min.	(12)	Vaciado
1 min.	(13)	Quitar sacaplatos
4 min.	(14)	Sacar portamateriales de autoclave
2 min.	(15)	Quitar tapa de portamateriales
1 min.	(16)	Colocar sacaplatos
3 min.	(17)	Sacar 1er. Plato
1 min.	(18)	Colocar sacaplatos en portamateriales

RESUMEN

EVENTO	NÚMERO	TIEMPO MIN
OPERACIÓN	18	196
TOTALES		196 min.

Figura 14. Diagrama de flujo proceso corto actual

OBJETO DEL DIAGRAMA: <u>proceso corto</u> DIAGRAMA: # <u>2</u>			
DIBUJO: # <u>1</u> PARTE: <u>autoclave</u> MÉTODO: <u>actual</u>			
DIAGRAMA EMPIEZA EN: <u>portamateriales</u> HECHO POR: <u>René Cano</u>			
DIAGRAMA TERMINA EN: <u>centrífuga</u> FECHA: <u>13/8/4</u> HOJA <u>1</u> DE <u>2</u>			
UNIDAD DE TIEMPO	DISTANCIA	SIMBOLOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
		1 ▽	
3.5 min.		1 ○	Realizar mezcla Descrude y blanqueo
1 min.		2 ○	Mezclar con bomba funcionando
1.5 min.	3 metros	1 →	traslado portamateriales a autoclave
2.5 min.		3 ○	Colocar portamateriales en autoclave y cerrar
4 min.		4 ○	Llenado
33 min.		5 ○	Alcanzar 95°C
60 min.		6 ○	Descrude y blanqueo
10 min.		7 ○	Realizar mezcla de lavado
25 min.		8 ○	Alcanzar 90°C
20 min.		9 ○	Lavado
10 min.		10 ○	Realizar mezcla con ácido acético
		A ○	

Continuación

OBJETO DEL DIAGRAMA: proceso corto DIAGRAMA: # 2
 DIBUJO: # 1 PARTE: autoclave MÉTODO: actual
 DIAGRAMA EMPIEZA EN: portamateriales HECHO POR: René Cano
 DIAGRAMA TERMINA EN: centrífuga FECHA: 13/8/4 HOJA 2 DE 2

UNIDAD DE TIEMPO	DISTANCIA	SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
		○ B	
10 min.		○ 11	Ácido acético
5 min.		○ 12	Vaciado
1 min.		○ 13	Quitar sacaplatos
4 min.		○ 14	Sacar portamateriales de autoclave
1 min.	3 metros	➡ 2	Trasladar portamateriales
2 min.		○ 15	Quitar tapa de portamateriales
1 min.		○ 16	Colocar sacaplatos
3 min.		○ 17	Sacar 1er. Plato
1 min.		○ 18	Colocar sacaplatos en portamateriales
		▽ 2	

RESUMEN

EVENTO	NÚMERO	TIEMPO MIN	DISTANCIA METROS
OPERACIÓN	18	196	
DISTANCIA	2	2,5	6
ALMACEN	2		
TOTALES		198.5 min.	6

Figura 15. Diagrama de operaciones autoclave proceso dental actual

OBJETO DEL DIAGRAMA: <u>proceso dental</u> DIAGRAMA: # <u>2</u>		
DIBUJO: # <u>1</u> PARTE: <u>autoclave</u> MÉTODO: <u>actual</u>		
DIAGRAMA EMPIEZA EN: <u>portamateriales</u> HECHÓ POR: <u>René Cano</u>		
DIAGRAMA TERMINA EN: <u>centrifuga</u> FECHA: <u>13/8/4</u> HOJA: <u>1</u> DE <u>2</u>		
UNIDAD DE TIEMPO	SIMBOLOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
3.5 min.	1	Realizar mezcla Descruide
1 min.	2	Mezclar con bomba funcionando
2.5 min.	3	Colocar portamateriales en autoclave y cerrar
4 min.	4	Llenado
33 min.	5	Alcanzar 95°C
60 min.	6	Descruide
10 min.	7	Realizar mezcla Blanqueo
20 min.	8	Alcanzar 95°C
60 min.	9	Blanqueo
10 min.	10	Realizar mezcla de lavado
	A	

Continuación

OBJETO DEL DIAGRAMA: proceso dental DIAGRAMA: # 2
 DIBUJO: # 1 PARTE: autoclave MÉTODO: actual
 DIAGRAMA EMPIEZA EN: portamateriales HECHO POR: René Cano
 DIAGRAMA TERMINA EN: centrifuga FECHA: 13/8/4 HOJA: 2 DE 2

UNIDAD DE TIEMPO	SIMBOLOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
	B	
25 min.	11	Alcanzar 95°C
20 min.	12	Lavado
10 min.	13	Realizar mezcla con ácido acético
10 min.	14	Ácido acético
5 min.	15	Vaciado
1 min.	16	Quitar sacaplatos
4 min.	17	Sacar portamateriales de autoclave
2 min.	18	Quitar tapa de portamateriales
1 min.	19	Colocar sacaplatos
3 min.	20	Sacar 1er. Plato
1 min.	21	Colocar sacaplatos en portamateriales

RESUMEN

EVENTO	NÚMERO	TIEMPO MIN
OPERACIÓN	21	286
TOTALES		286.00min.

Figura 16. Diagrama de flujo autoclave proceso dental

OBJETO DEL DIAGRAMA: <u>proceso dental</u> DIAGRAMA: # <u>2</u>			
DIBUJO: # <u>1</u> PARTE: <u>autoclave</u> MÉTODO: <u>actual</u>			
DIAGRAMA EMPIEZA EN: <u>portamateriales</u> HECHO POR: <u>René Cano</u>			
DIAGRAMA TERMINA EN: <u>centrifuga</u> FECHA: <u>13/8/4</u> HOJA <u>1</u> DE <u>2</u>			
UNIDAD DE TIEMPO	DISTANCIA	SIMBOLOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
		▽ 1	
3.5 min.		○ 1	Realizar mezcla Descrude
1 min.		○ 2	Mezclar con bomba funcionando
1.5 min.	3 metros	→ 1	traslado portamateriales a autoclave
2.5 min.		○ 3	Colocar portamateriales en autoclave y cerrar
4 min.		○ 4	Llenado
33 min.		○ 5	Alcanzar 95°C
60 min.		○ 6	Descrude
10 min.		○ 7	Realizar mezcla Blanqueo
20 min.		○ 8	Alcanzar 95°C
60 min.		○ 9	Blanqueo
10 min.		○ 10	Realizar mezcla de lavado
25 min.		○ 11	Alcanzar 95°C
		○ A	

Continuación

OBJETO DEL DIAGRAMA: proceso dental DIAGRAMA: # 2
 DIBUJO: # 1 PARTE: autoclave MÉTODO: actual
 DIAGRAMA EMPIEZA EN: portamateriales HECHO POR: René Cano
 DIAGRAMA TERMINA EN: centrífuga FECHA: 13/8/4 HOJA 2 DE 2

UNIDAD DE TIEMPO	DISTANCIA	SIMBOLOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
		(B)	
20 min.		(12)	Lavado
10 min.		(13)	Realizar mezcla con ácido acético
10 min.		(14)	Ácido acético
5 min.		(15)	Vaciado
1 min.		(16)	Quitar sacaplatos
4 min.		(17)	Sacar portamateriales de autoclave
1 min.	3 metros	[2] →	Trasladar portamateriales
2 min.		(18)	Quitar tapa de portamateriales
1 min.		(19)	Colocar sacaplatos
3 min.		(20)	Sacar 1er. Plato
1 min.		(21)	Colocar sacaplatos en portamateriales

RESUMEN

EVENTO	NÚMERO	TIEMPO MIN	DISTANCIA METROS
OPERACIÓ	21	286	
DISTANCIA	2	2,5	6
ALMACEN	2		
TOTALES		288.5 min.	6

3.2.1.3 Centrifugado

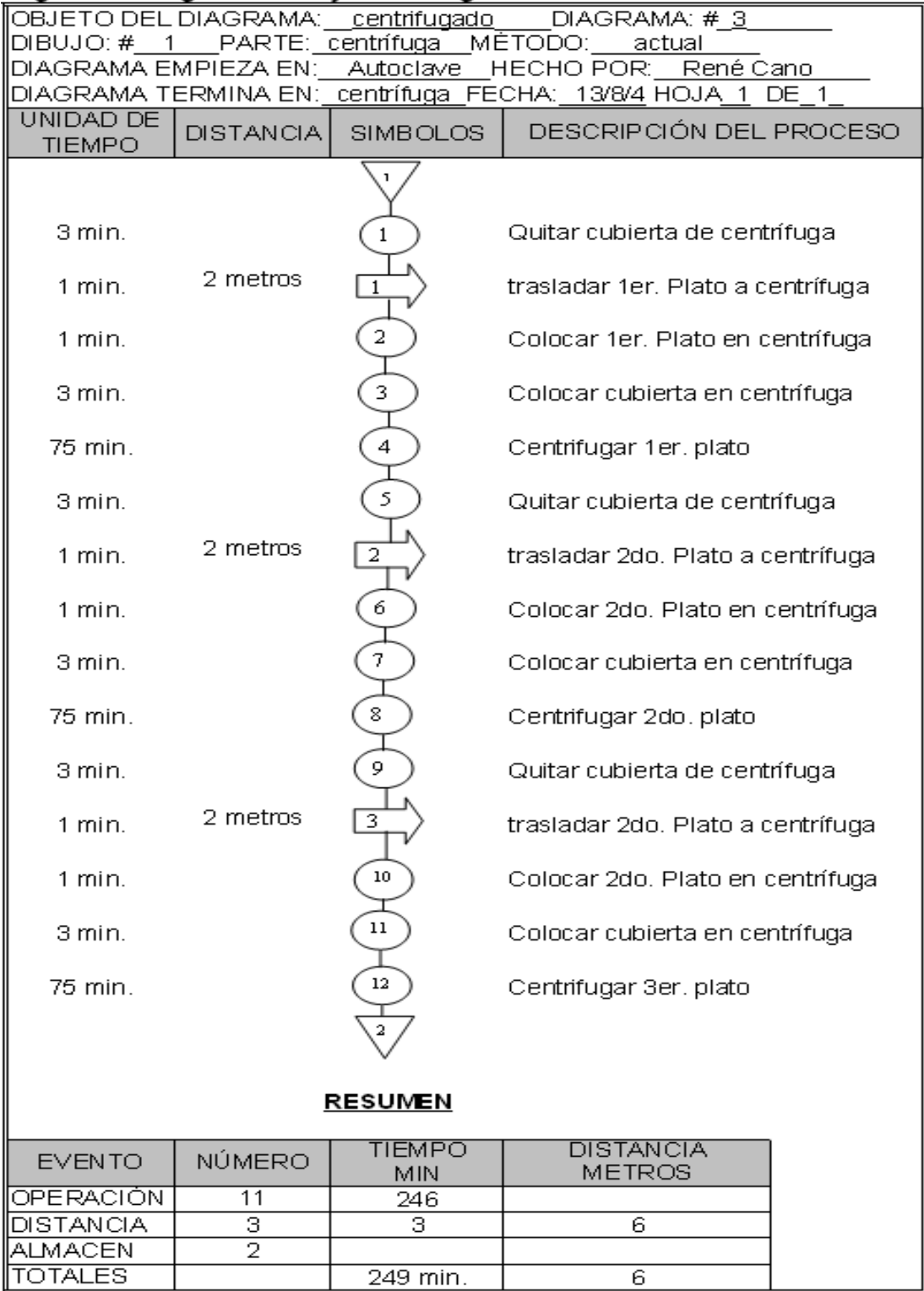
Una vez listo el algodón se saca el portamateriales de la autoclave y se procede a quitar cada plato para centrifugarlos a cada uno. El centrifugado se utiliza para quitarle el exceso de agua que trae el algodón del autoclave, ya que después de este proceso el algodón queda con una gran absorbencia y es necesario quitarle toda el agua posible antes de pasar a la secadora.

Figura 17. diagrama de operaciones centrifuga actual

OBJETO DEL DIAGRAMA: <u>centrifugado</u> DIAGRAMA: # <u>3</u>		
DIBUJO: # <u>1</u> PARTE: <u>centrifuga</u> MÉTODO: <u>actual</u>		
DIAGRAMA EMPIEZA EN: <u>autoclave</u> HECHO POR: <u>René Cano</u>		
DIAGRAMA TERMINA EN: <u>centrifuga</u> FECHA: <u>13/8/4</u> HOJA <u>1</u> DE <u>1</u>		
UNIDAD DE TIEMPO	SIMBOLOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
3 min.	1	Quitar cubierta de centrifuga
1min.	2	Colocar 1er. Plato en centrifuga
3 min.	3	Colocar cubierta en centrifuga
75 min.	4	Centrifugar 1er. plato
3 min.	5	Quitar cubierta de centrifuga
1min.	6	Colocar 2do. Plato en centrifuga
3 min.	7	Colocar cubierta en centrifuga
75 min.	8	Centrifugar 2do. plato
3 min.	9	Quitar cubierta de centrifuga
1min.	10	Colocar 2do. Plato en centrifuga
3 min.	11	Colocar cubierta en centrifuga
75 min.	12	Centrifugar 3er. plato

RESUMEN		
EVENTO	NÚMERO	TIEMPO MIN
OPERACIÓN	12	246
TOTALES		246 min.

Figura 18. Diagrama de flujo centrifuga actual



3.3 Estudio de tiempos y movimientos

En la actualidad la medición de los tiempos se hacen por medio del método toma de tiempo con retroceso a cero y los movimiento no se toman en cuenta debido a que el proceso es semiautomático, solo se tiene registro de los tiempos totales de cada paso anteriormente descritos. Para hacer un análisis más exacto del área de trabajo de cada paso del proceso es necesario determinar los tiempos y movimientos de cada máquina por separado, de esa forma se puede llevar un mejor registro y se pueden localizar las operaciones innecesarias para eliminarlas y volver más sencillo el proceso, se evitan posibles tiempos muertos de las máquinas o tiempos de ocio de los operarios.

A continuación se calculan los tiempos haciendo varias mediciones.

Tabla I. Medición de tiempos de operaciones del proceso general

Descripción de proceso	Tiempo 1 (min.)	Tiempo 2 (min.)	Tiempo 3 (min.)	Tiempo 4 (min.)	Tiempo 5 (min.)	Tiempo promedio
Llenado	214	216	208	210	202	210
Corto	206	190	192	201	191	196
Dental	290	280	305	301	304	296
Centrifugado	240	251	235	260	244	246

Tabla II. Medición de tiempos de flujo del proceso general

Descripción de proceso	Tiempo 1 (min.)	Tiempo 2 (min.)	Tiempo 3 (min.)	Tiempo 4 (min.)	Tiempo 5 (min.)	Tiempo promedio
Llenado	240	235	270	252	233	246
Corto	190	199	205.5	212	186	198.5
Dental	290	280.5	305.5	301.5	265	288.5
Centrifugado	240	253	238	262	252	249

3.4 Gráfica de Gantt

Esta herramienta se utilizará para observar la duración de cada proceso gráficamente y permitir determinar las mejores soluciones factibles que ayuden a mejorar el proceso.

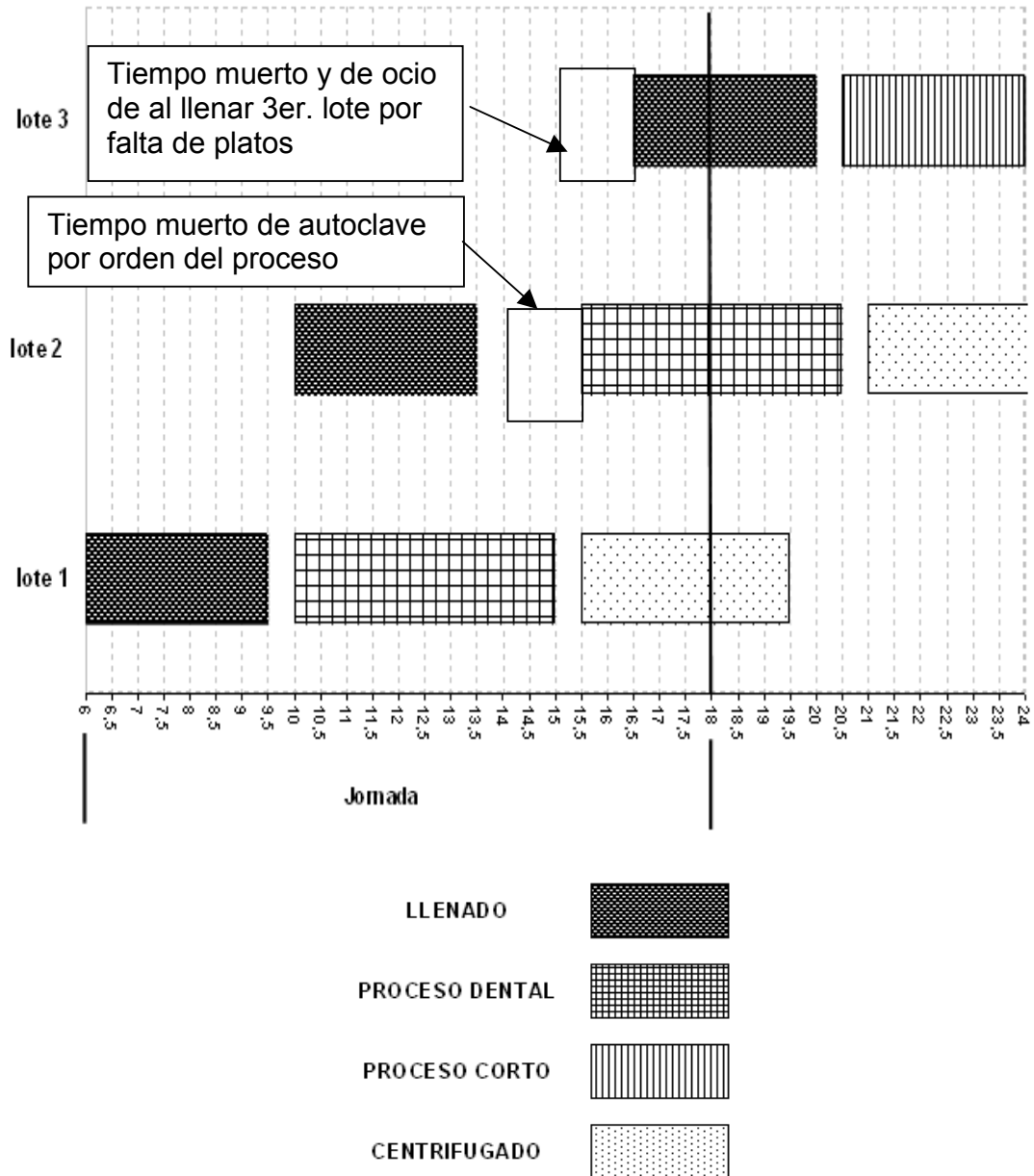
Son dos los procesos que se realizan diariamente debido a la demanda. El primero se le llama Dental, este consiste en obtener el algodón para productos de gran absorbencia, el segundo se llama Corto, que se utiliza para productos de menor absorbencia.

Al día se producen un proceso dental y un proceso Corto, debido a que el personal para llenar el portamateriales solo trabaja en el horario diurno, en el segundo turno el personal es utilizado en otra áreas, a veces se producen dos procesos dentales y un corto, que sería lo ideal para aumentar la productividad del proceso, pero esto es posible cuando los operarios llegan temprano motivados y el portamateriales esta listo solo para ser llenado. Debido al orden y la forma de operación, a la semana se producen 9 procesos dentales y 3 procesos cortos. Debido a este orden de procesar existen tiempo muerto del autoclave y tiempo de ocio de los operarios por falta de platos para llenar porque todos están ocupado con algodón.

Actualmente existe un tiempo de ocio para llenar el tercer lote de la jornada de 1.5 hr. Debido a que el proceso corto se deja hasta de último, este proceso es 1.5 hr. más corto que el proceso Dental.

A continuación veremos la gráfica actual del proceso.

Figura 19. Gráfica de Gantt actual



Como se puede observar el llenado de tres procesos no es posible en el horario diurno ya que antes de irse los operarios no han terminado de llenar el lote 3 y si lo dejan a medias se termina de llenar al día siguiente. También se puede observar existe un tiempo de ocio de los operarios de 1.5 hrs. porque no ha terminado el proceso en la autoclave.

Otro problema es que mientras se empieza a centrifugar el primer lote no se puede empezar a llenar el tercer lote debido a que no hay platos libres para ser utilizados y se pierde 1 hr.

3.5 Productividad y Rentabilidad

La productividad actualmente esta por debajo de los objetivos de la empresa debido a que se lleva un control muy general del proceso, para aumentar la productividad en el proceso se debe hacer un estudio mas preciso y detallado de cada área de trabajo, se deben analizar los tiempos actuales, eliminar las operaciones repetitivas e innecesarias que producen tiempos muertos en las máquinas y tiempos de ocio en los operarios, reorganizar el orden del proceso para aumentar la producción.

Para medir la productividad se utilizan varios métodos, pero el utilizado en este proyecto es a base del análisis de tiempos y movimientos del proceso, por lo que se utiliza la siguiente fórmula:

DOP = Diagrama de operaciones del proceso

DFP = Diagrama de flujo del proceso

Productividad = Tiempo DOP / Tiempo DFP

Introduciendo los datos del proceso actuales en la fórmula se obtiene el siguiente resultado:

Productividad actual = 742 min. / 786 min. = 0.9440

Como puede observarse la empresa tiene una productividad aceptable en el campo de la industria debido a que su proceso es más automatizado en lugar de manual, pero aún así se puede mejorar el proceso analizando cada operación de cada máquina y simplificar las operaciones o eliminarlas, también se puede mejorar el funcionamiento de las máquinas haciendo un análisis de las energías que las hacen funcionar.

La rentabilidad es otro aspecto muy importante que la alta gerencia le importa en un grado mayor ya que el aumento de la productividad se debe ver reflejado en el aumento de producción de productos con la menor inversión posible. De esta forma las dos se deben complementar para lograr lo objetivos de la empresa.

A continuación se hace un cálculo de la rentabilidad con los costos y la producción actual.

Tabla III. Costos actuales

Costos actuales mensuales	Cantidad
Mano de obra	Q. 65000.00
Materia prima	Q.195761.28
Mantenimiento	Q. 1000.00
Energía eléctrica	Q. 1100.00
Agua	Q. 600.00
Costo de desperdicio	Q. 566.90
Otros gastos	Q. 500.00
COSTO TOTAL	Q.264528.18
Ventas	Q.475981.44

$$\text{Rentabilidad actual} = 475981.44 / 264528.18 = 1.8$$

Esto significa que actualmente se le gana 80% por kg. De algodón vendido.

3.6 Seguridad e higiene industrial

La seguridad y la higiene son muy importantes en el área de trabajo debido a que ésta contribuye al mejor desempeño de los operarios en el trabajo, la empresa cuenta con sistemas de seguridad e higiene que a continuación se describe.

3.6.1 Equipo de protección personal

El equipo de protección personal es de sumamente importante en el área de trabajo debido a que evita accidentes que dañan la integridad física del operario, el equipo de protección con que cuenta actualmente la empresa para el desempeño del trabajo en el proceso es el siguiente:

- **Auditivos:** en el cuarto de máquinas el ruido muy alto, se utilizó con un decibelímetro y se obtuvo una lectura de 105 decibeles cuando todas las máquinas se encuentran encendidas, considerando que los empleados trabajan toda la jornada con este ruido puede producir una sordera con el tiempo si se está expuesto sin ningún tipo de protección, para esto la empresa utiliza tapones para los oídos para protección del operario, estos tapones son de plástico suave de tipo industrial para que entren bien en el oído, también cuentan con una cuerda para que no se pierdan fácilmente.

Figura 20. Tapones para los oídos



- Cabeza: los platos y el portamateriales son objetos pesados que se pueden caer al ser utilizados por el polipasto o grúa, por esta razón en esta área de trabajo se usa casco para protección, estos son de plástico altamente resistente y cuentan con un sujetador calibrador para cada tamaño de cabeza de los operarios.

Figura 21. Casco de seguridad



- Vías respiratorias: en la autoclave se mezclan químicos que son corrosivos y pueden producir mareos o vómito si se mantienen expuestos por un largo período de tiempo, es por eso que los operarios utilizan mascarías para no inhalar los gases, existen de dos tipos, los operarios usan las mascarías de farmacia, estas son algodón prensado con fibras sintéticas y tienen elásticos para ajustarlas bien a la boca, el otro tipo son mascarías para químicos, estas cuentan con un filtro que no deja pasar ninguna clase de gas tóxico y tienen un sujetador calibrado para ajustarla a la boca.

Figura 22. Mascarías respiratorias



- Ojos: por el uso de químicos en el proceso es necesario usar lentes para su manipulación ya que algunos de los químicos usados son peligrosos y pueden causar ceguera y entran en contacto con los ojos, estos lentes son de plástico transparente, cuentan con un elástico para que quede ajustado a la cara y no ingresen partículas por los lados.

Figura 23. Lentes industriales de protección



- Pies y manos: El uso de guantes y botas para manipular los químicos es sumamente importante y en el proceso los operarios los utilizan para evitar daños en sus extremidades, estos son de plástico impermeable, ya que no puede haber ningún tipo de penetración de químicos que llegue a la piel del operario.

Figura 24. Botas y guantes industriales de protección



3.6.2 Higiene industrial

Los operarios cuentan con accesorios para su debida higiene personal durante el trabajo, como mingitorios, duchas, jabón, champú, papel higiénico, etc., estos son usados antes de empezar la jornada laboral y cuando termina, ya que se producen productos de uso farmacéutico, cosmético, personal y es necesario no transporten ninguna clase de bacteria al algodón.

También cuenta con una clínica médica para cualquier eventualidad de emergencia o para que los empleados siempre se encuentren laborando sanamente dentro de la empresa sin ningún tipo de enfermedad, si este fuera el caso se le hace un examen médico y se le suspende si se encuentra enfermo, esto se hace para que no tenga contacto con el producto y pueda contaminarlo.

La empresa cuenta con un buen equipo de protección personal contra accidentes, este es usado por el período de tiempo que indique cada equipo, ya que cada uno trae especificaciones de uso.

Los supervisores de cada área se encargan de entregar y enseñar a los operarios como deben usar el equipo y por cuanto tiempo deben usarlo antes de cambiarlo, también son los encargados de velar por que en las áreas de peligro se encuentren laborando con el equipo puesto.

La empresa no tiene un buen sistema de señalización contra medidas de emergencia. Tampoco cuenta con un código de colores para las tuberías, actualmente las tuberías de agua, vapor, aire y químicos son incoloros, no se encuentran plenamente identificados, esto puede causar accidentes al no saber cual tubería es cual, por tanto es necesario mejorar la seguridad para evitar accidentes.

3.7 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es muy importante para mantener funcionando las máquinas con la capacidad como fueron diseñadas. En el proceso de producción de algodón en bruto no se tiene un mantenimiento preventivo de la maquinaria, se utiliza un mantenimiento correctivo. Aún cuando el mantenimiento preventivo no elimina por completo los desperfectos o averías de las máquinas si los reduce en gran medida, por lo que es una herramienta de suma importancia en un proceso industrial, al realizar únicamente mantenimiento correctivo las máquinas se desgastan con mayor rapidez y no funcionan óptimamente, de esta forma es evidente que este tipo de mantenimiento en este proceso en particular produce pérdidas de tiempo, cuellos de botella en el proceso y en general disminuye la producción de algodón, limitando lograr los objetivos de la empresa, por tal razón es necesario realizar un mantenimiento preventivo para aumentar la productividad del proceso y lograr los objetivos de la empresa.

3.8 Desperdicio de algodón en proceso

En algodón es un material que cuando se corta y se abre se dispersa en el ambiente con la mínima cantidad de aire, y aunque en esta parte del proceso se le aplica agua para que esto no suceda siempre existe una cantidad que se pierde, en cada proceso que se realiza en el área de producción en bruto se desperdicia una cantidad de algodón, este algodón eventualmente termina en una rejilla del desagüe que semanalmente se limpia, pero existen partículas que logran pasar las rejillas y pueden terminar en el desagüe público.

3.8.1 Reglamentación del medio ambiente

En la actualidad el manejo de desechos sólidos en Guatemala no tiene ningún control, de esa cuenta, los generadores de desechos peligrosos, se deshacen de ellos de la manera más fácil y barata que encuentran. Esto ocasiona que los desechos industriales, algunos de ellos peligrosos, tengan como destino final las áreas destinadas como botaderos a cielo abierto ya que prácticamente no existen rellenos sanitarios, esto presenta problemas de seguridad ambiental, puesto que en esas áreas no existe preparación adecuada del suelo, no se cuenta con sistemas de drenajes. Otros desechos industriales sin tratamiento alguno, se vierten en los alcantarillados municipales, o se depositan en los barrancos cercanos, o cuerpos de agua receptores.

En Guatemala existen leyes que prohíben votar desechos sólidos en los alcantarillados públicos debido a que muchos de estos no son biodegradables y terminan contaminando los ríos. A continuación se presentan los artículos del código de Salud que prohíben y sancionan a las empresas que tiren desechos sólidos.

El Código de salud en sus artículos 103, 104 y 107 se pronuncian en cuanto a las prohibiciones que tiene la industria para arrojar o acumular desechos sólido en los desagües públicos, incluso en los botaderos legales se necesita la probación del Ministerio de Salud, ya que este ente hace un análisis del tipo de desecho de cada rama de la industria. Cada empresa antes de abrir operaciones recurre al Ministerio de Salud para obtener una licencia sanitaria que le permita operar, en este la empresa da a conocer el sistema que empleara para el manejo de desechos sólidos, el cual es aprobado o rechazado por el Ministerio de salud.

Una vez una empresa obtiene la licencia sanitaria se compromete completamente a cumplir con los reglamentos, sino cumple con los reglamentos, el código de salud es claro en su artículo 219. en cuanto a las sanciones que se le aplican a las empresa, estas pueden ser multas de tipo monetario, cierre temporal de la empresa, cancelación de la licencia sanitario, Comiso de las materias primas, alimentos, medicamentos, instrumentos, materiales, bienes o clausura definitiva del establecimiento.

También el ministerio de ambiente y recursos naturales (MARN) creo la ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, decreto 68-86, para hacer un mejor uso de los desechos sólidos.

Esta ley en su artículo 6. indica que el suelo, subsuelo y limites de aguas nacionales no podrán servir de reservorio de desperdicios contaminantes del medio ambiente o radioactivos, incluso se refiere a que las empresas deben hacer un estudio de impacto ambiental y someterse a una evaluación por parte del ministerio para poder obtener la licencia sanitaria.

También sancionará a las empresas que no cumplan con las medidas expuestas en esta ley según el artículo 31. el cual indica que se harán advertencias para que la empresa corrija sus sistemas de control de desechos en un tiempo que el ministerio determina, luego una nueva evaluación de los resultados, si éstos son negativos se suspenden las operaciones de la empresa y se comisan las materias primas responsables de la contaminación y en ultimo caso multas ostentosas que el ministerio determina según la gravedad de cada caso.

3.8.2 Cantidad de algodón desperdiciada en el proceso

Debido a que el algodón es una fibra de muy poco peso, fácilmente se dispersa en el ambiente, cuando se abre y corta se utiliza un ventilador para depositarlo en el portamateriales, es en esta parte del proceso donde el algodón se desperdicia en una mayor cantidad.

A continuación se determina la cantidad de algodón que se desperdicia en un mes:

1 llenada del portamateriales = 1.58 kg de algodón desperdiciado

1 semana = 15 llenadas del portamateriales

1 mes = 4 x 15 = 60 llenadas del portamateriales

Desperdicio de algodón por mes = 60 X 1.58 kg = 94.8 kg de desperdicio

3.8.3 Costo del desperdicio de algodón

El algodón para producir a gran escala se compra por mayor en pacas que pueden llegar a pesar 250 kg cada una, costo de 1 kg. de algodón es igual a Q.5.98, por lo tanto;

Costo de desperdicio por mes = 94.8 kg de desperdicio x Q.5.98

Costo de desperdicio por mes = Q.566.90

4. PROPUESTAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO

En este capítulo se desarrollarán los métodos que ayuden a aumentar la productividad en el proceso.

4.1 Proceso productivo

Se describirán a continuación las propuestas para optimizar el área de producción en bruto de algodón, éstas permitirán aumentar la productividad, eliminar tiempos muertos de las máquinas, tiempos de ocio y les permitirá a los operarios trabajar en un buen ambiente de trabajo seguro.

4.1.1 Descripción del proceso

La primera propuesta para optimizar el proceso es eliminar las operaciones repetitivas del proceso y reducir o simplificar otras, como se mencionó en el capítulo anterior una vez se encuentra lleno el primer plato se prensaba el algodón primero, luego retrocede el carro, se coloca el dado prensador, vuelve a avanzar el carro hacia la posición de prensado y luego es prensado el algodón nuevamente, luego retrocede el carro y se le coloca el segundo plato para llenar nuevamente, esto se repite en los platos posteriores, la propuesta es una vez esta lleno el primer plato se debe colocar el segundo plato, colocar el dado prensador encima, avanzar hacia la posición de prensado y prensar, luego retrocede el carro, se retira el dado prensador y se puede empezar a llenar el segundo plato, esto se repite para el tercer plato y de esta forma se obtendrá una reducción en el proceso general de 50.47 min., el proceso será más eficiente.

4.1.2 Diagramas de operaciones, flujo y recorrido

A continuación se presentan los nuevos diagramas de operaciones, flujo y recorrido, estos se pueden comparar con los actuales para visualizar mejor los cambios hechos que ayudarán a optimizar el proceso. Los diagramas de la autoclave y la máquina centrífuga no se pueden cambiar debido a que son operaciones que están programadas con tiempos específicos para lograr los resultados requeridos en las propiedades del algodón.

Figura 25. Diagrama de operaciones general propuesto




OBJETO DEL DIAGRAMA: <u>lavado Y tratamiento de algodón, Proceso</u>		
DIAGRAMA: # <u>1</u>		
DIBUJO :# <u>1</u> PARTE: <u>cortadora, portamateriales, superflux, centrífuga</u>		
MÉTODO: <u>propuesto</u>		
DIAGRAMA EMPIEZA EN: <u>bodega algodón</u> HECHO POR: <u>René Cano</u>		
DIAGRAMA TERMINA EN: <u>centrífuga</u> FECHA: <u>17/11/4</u> HOJA: <u>1 DE 1</u>		
TIEMPO EN MINUTOS	SIMBOLOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
175.55 min.		Separación y Llenado en portamateriales
286 min.		Proceso Dental en autoclave
246 min.		Centrifugado
<u>RESUMEN</u>		
EVENTO	NÚMERO	TIEMPO MIN
OPERACIÓN	3	710,05
TOTALES		710.05 min.

Figura 26. Diagrama de flujo general propuesto

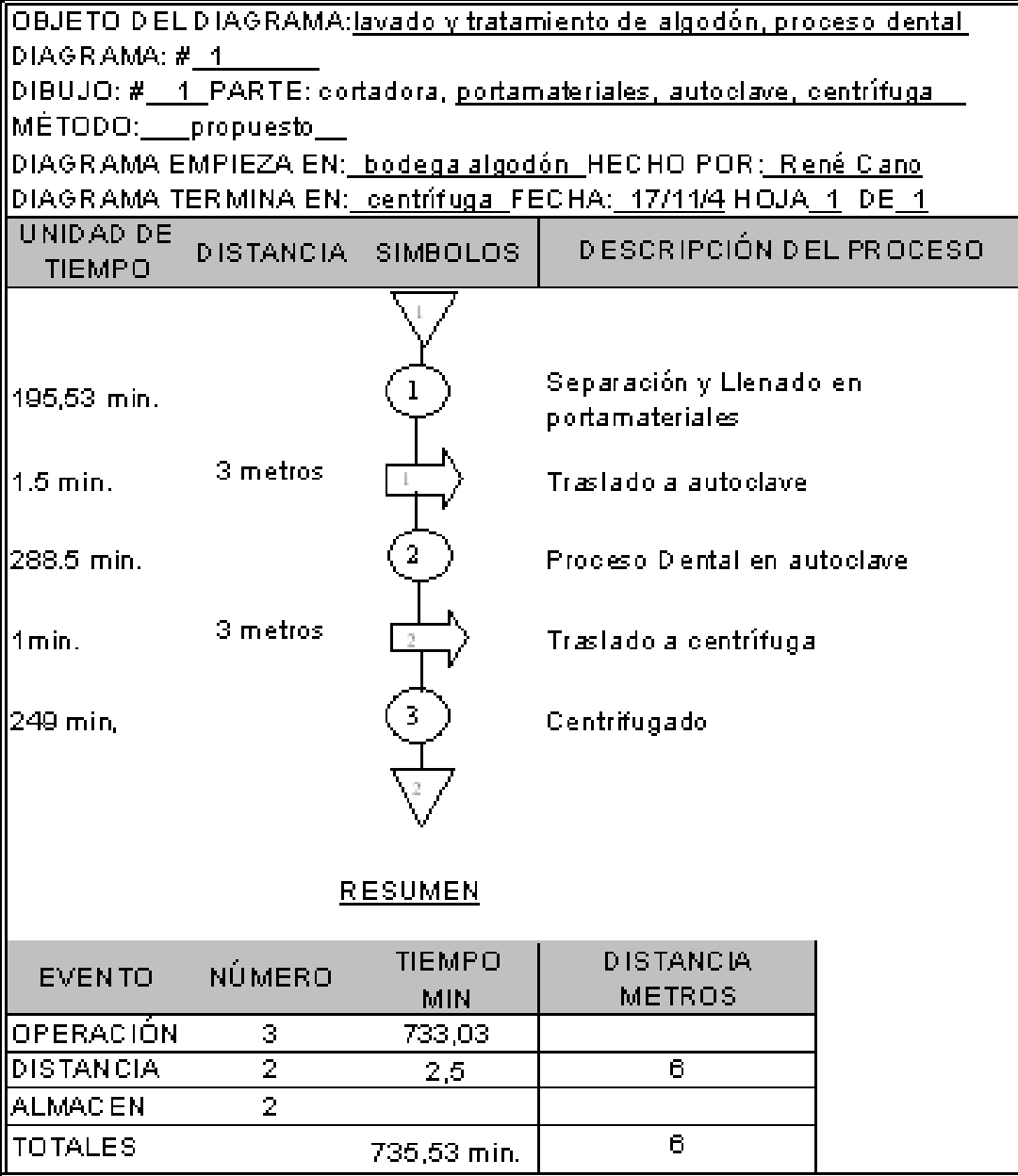


Figura 27. Diagrama de operaciones cortadora y portamateriales propuesto

OBJETO DEL DIAGRAMA: <u>lavado de algodón</u> _DIAGRAMA: # <u>1</u>		
DIBUJO: # <u>1</u> PARTE: <u>portamateriales</u> _MÉTODO: <u>propuesto</u>		
DIAGRAMA EMPIEZA EN: <u>bodega algodón</u> _HECHO POR: <u>René Cano</u>		
DIAGRAMA TERMINA EN: <u>autoclave</u> _FECHA: <u>17/11/4</u> HOJA <u>1</u> DE <u>2</u>		
UNIDADES DE TIEMPO	SIMBOLOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
3 min	1	Colocar 1er. Plato
45 min	2	Llenado 1er. Plato
1 min	3	Colocar 2do. Plato
1 min	4	Colocar dado de prensa
3.66 min	5	Compactado junto con 2do. Plato
3 min	6	Colocar llenador
27 min	7	Llenado 2do. Plato
3.66 min	8	Compactado
17 min	9	Llenado
1 min	10	Colocar 3er. Plato
1 min	11	Colocar dado de prensa
3.66 min	12	Compactado
1 min	13	Colocar llenador
	A	

Continuación

OBJETO DEL DIAGRAMA: lavado de algodón DIAGRAMA: # 1
 DIBUJO: # 1 PARTE: portamateriales MÉTODO: propuesto
 DIAGRAMA EMPIEZA EN: bodega algodón HECHO POR: René Cano
 DIAGRAMA TERMINA EN: autoclave FECHA: 17/11/4 HOJA 2 DE 2

UNIDAD DE TIEMPO	SIMBOLOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
	(B)	
25 min	(14)	Llenado 3er. Plato
3.66 min	(15)	Compactado
27 min	(16)	Llenado
1 min	(17)	Colocar dado de prensa
3.66 min	(18)	Compactado
2 min	(19)	Colocar tapa
2.25 min	(20)	Asegurar tapa
<u>RESUMEN</u>		
EVENTO	NÚMERO	TIEMPO MIN
OPERACIÓN	20	175.55 min
TOTALES		175.55 min.

Figura 28. Diagrama de flujo cortadora y portamateriales propuesto

OBJETO DEL DIAGRAMA: <u>lavado de algodón</u> DIAGRAMA: # <u>1</u>			
DIBUJO: # <u>1</u> PARTE: <u>portamateriales</u> MÉTODO: <u>propuesto</u>			
DIAGRAMA EMPIEZA EN: <u>bodega algodón</u> HECHO POR: <u>René Cano</u>			
DIAGRAMA TERMINA EN: <u>autoclave</u> FECHA: <u>17/11/4</u> HOJA <u>1</u> DE <u>3</u>			
UNIDAD DE TIEMPO	DISTANCIA	SIMBOLOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
		1 ▽	
3 min		1 ○	Colocar 1er. Plato
45 min		2 ○	Llenado 1er. Plato
1 min		3 ○	Colocar 2do. Plato
1 min		4 ○	Colocar dado de prensa
2 min	1.8 metros	1 →	Avance
3.66 min		5 ○	Compactado
1.33 min	1.8 metros	2 ←	Retroceso
3 min		6 ○	Colocar llenador
27 min		7 ○	Llenado 2do. Plato
2 min	1.8 metros	3 →	Avance
3.66 min		8 ○	Compactado
		A ○	

Continuación

OBJETO DEL DIAGRAMA: lavado de algodón DIAGRAMA: # 1
 DIBUJO: # 1 PARTE: portamateriales MÉTODO: propuesto
 DIAGRAMA EMPIEZA EN: bodega algodón HECHO POR: René Cano
 DAGRAMA TERMINA EN: autoclave FECHA: 17/11/4 HOJA 2 DE 3

UNIDAD DE TIEMPO	DISTANCIA	SIMBOLOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
		(B)	
1.33 min	1.8 metros	← 4	Retroceso
17 min		(9)	Llenado
1 min		(10)	Colocar 3er. Plato
1 min		(11)	Colocar dado de prensa
2 min	1.8 metros	→ 5	Avance
3.66 min		(12)	Compactado
1.33 min	1.8 metros	← 6	Retroceso
1 min		(13)	Colocar llenador
25 min		(14)	Llenado 3er. Plato
2 min	1.8 metros	→ 7	Avance
3.66 min		(15)	Compactado
1.33 min	1.8 metros	← 8	Retroceso
27 min		(16)	Llenado
		(C)	

Continuación

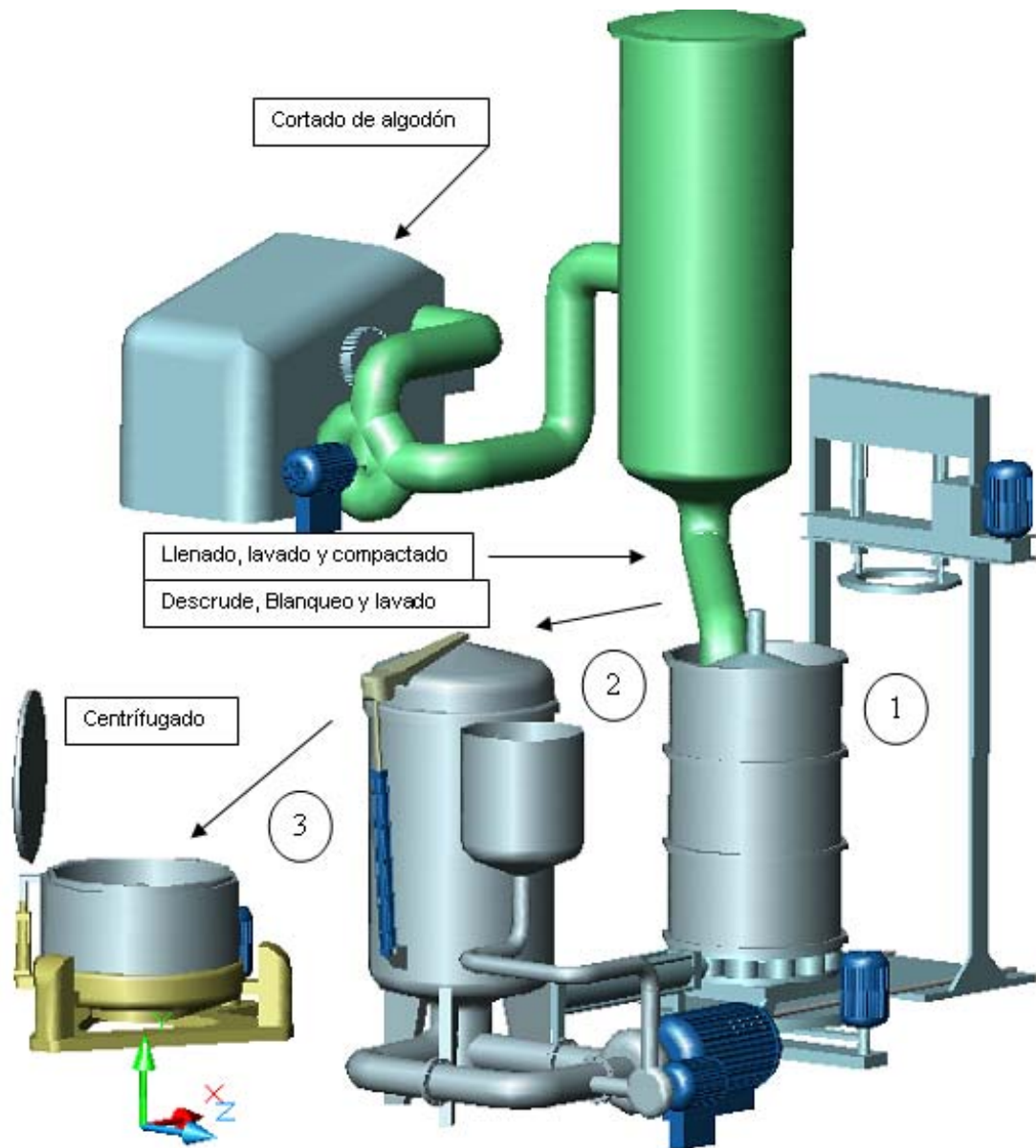
OBJETO DEL DIAGRAMA: lavado de algodón DIAGRAMA: # 1
 DIBUJO: # 1 PARTE: portamateriales MÉTODO: propuesto
 DIAGRAMA EMPIEZA EN: bodega algodón HECHO POR: René Cano
 DAGRAMA TERMINA EN: autoclave FECHA: 17/11/4 HOJA 3 DE 3

UNIDAD DE TIEMPO	DISTANCIA	SIMBOLOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
		(D)	
1 min		(17)	Colocar dado de prensa
2 min	1.8 metros	→ (9)	Avance
3.66 min		(18)	Compactado
1.33 min	1.8 metros	← (10)	Retroceso
2 min		(19)	Colocar tapa
2 min	1.8 metros	→ (11)	Avance
2.25 min		(20)	Asegurar tapa
1.33 min	1.8 metros	← (12)	Retroceso
		▽ (2)	

RESUMEN

EVENTO	NÚMERO	TIEMPO MIN	DISTANCIA METROS
OPERACIÓN	20	175,55	
DISTANCIA	12	19,98	21,6
ALMACEN	2		
TOTALES		195,53 min.	21,6

Figura 29. Diagrama de recorrido en 3 dimensiones propuesto



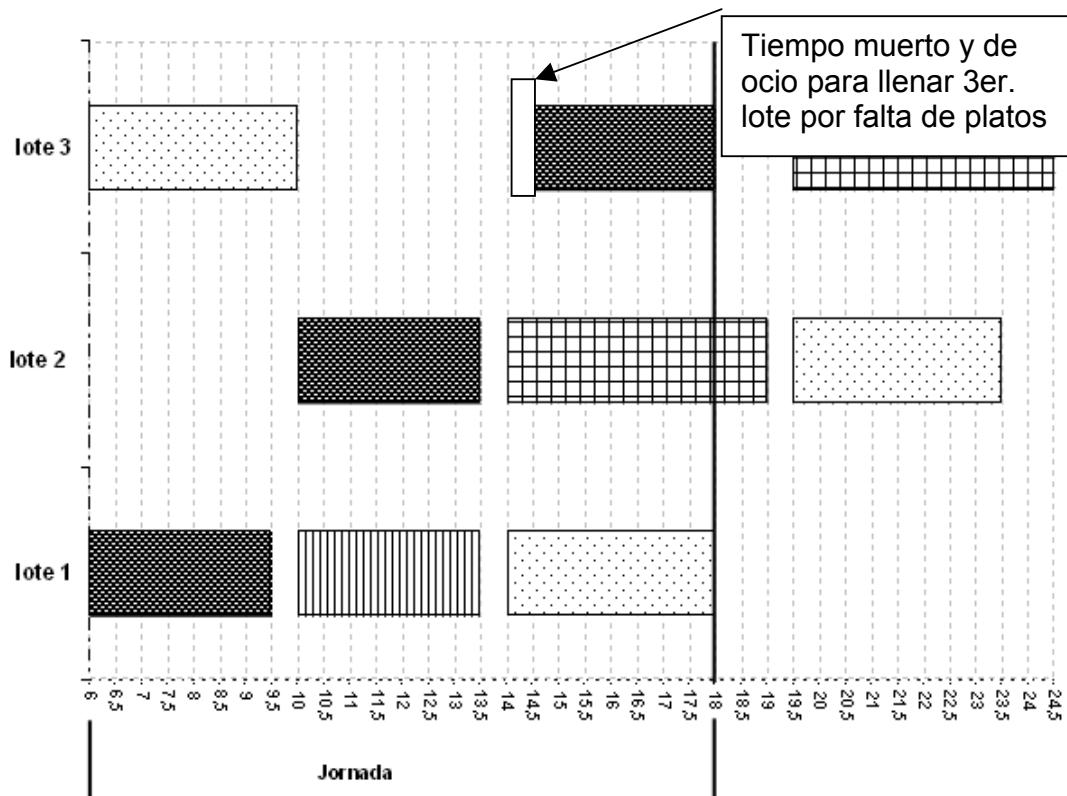
4.1.3 Gráfica de Gantt

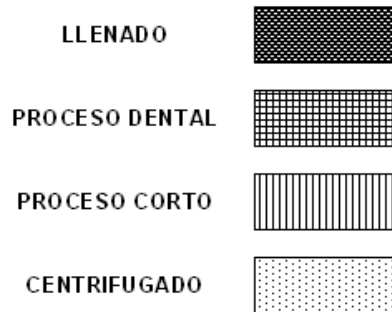
La segunda propuesta del proyecto es cambiar el orden con que se han estado realizando los procesos corto y dental, de esta forma se optimiza el proceso y se aumenta la producción de algodón.

Actualmente se producen inicialmente dos procesos dentales y luego un proceso corto, de esta forma se desperdicia tiempo innecesario, la mejor forma para aumentar la producción es producir inicialmente un proceso corto y luego dos procesos dentales, de esta forma se ahorraría 1 hr de tiempo de ocio.

A continuación se describe la forma adecuada para que se logren producir en un día dos procesos Dentales y un proceso Corto.

Figura 30. Diagrama de Gantt mejorado





Además del orden apropiado para procesar el algodón, La tercer propuesta surge a partir que siempre existirá un momento en el cual todos lo platos del portamateriales estarán llenos con algodón y eso provocará un tiempo muerto para llenar en el portamateriales de aproximadamente 36 min. Para evitar este tiempo muerto es preciso comprar un plato de Acero inoxidable AISI-316 que tiene un precio de \$151.53, o sea Q.1188.00 (tipo de cambio Q.7.84 por \$1.00) . El beneficio de tal inversión se verá recompensada con un aumento de producción del 33% al producir 18 procesos semanales, 12 procesos Dentales y 6 procesos Cortos.

Figura 31. Plato portamateriales

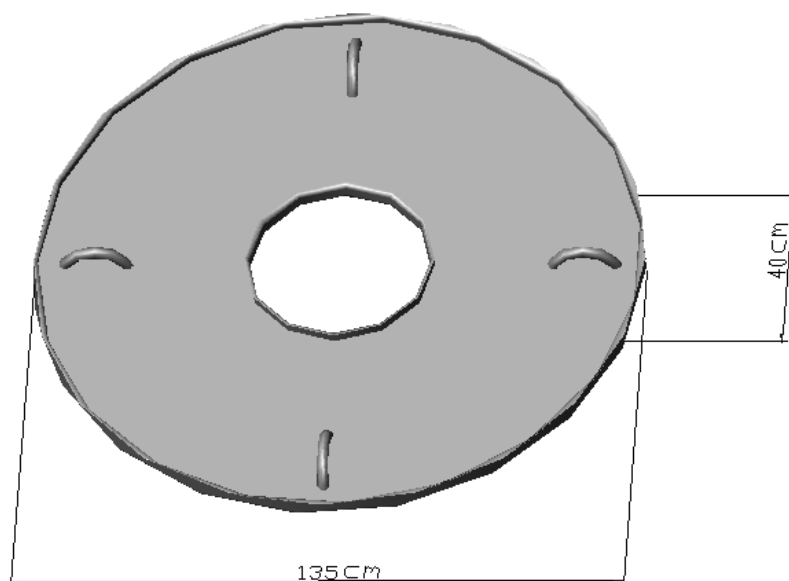
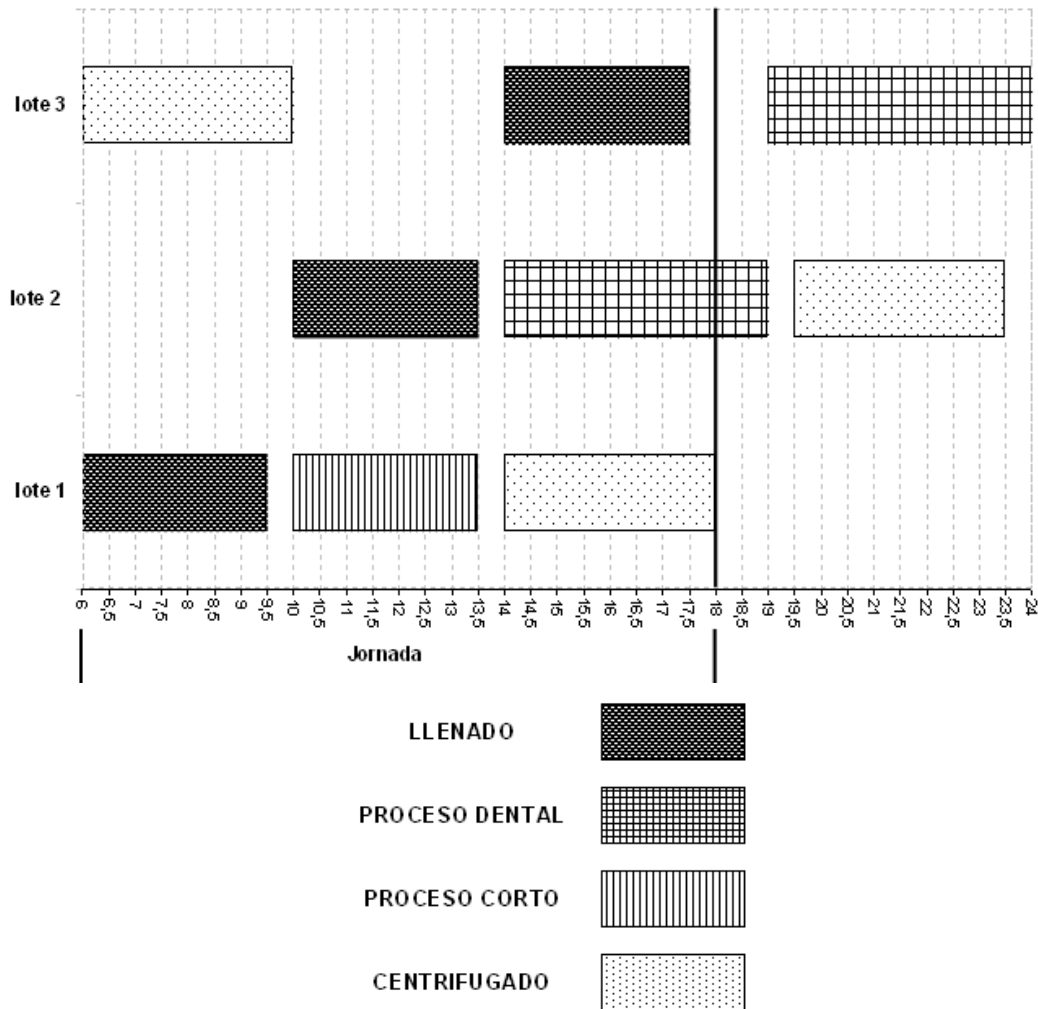


Figura 32. Diagrama de Gantt final



Con la adición del plato se puede observar que se pueden hacer tres llenados de algodón en el portamateriales antes que termine la jornada diurno.

Siempre existiría un tiempo muerto en el tercer lote de producción como puede observarse en la gráfica, pero a esa hora ya no es crítico porque lo importante es llenar tres lotes en el portamateriales antes que se termine la jornada diurno por falta de personal en el turno nocturno. En la jornada nocturna existen operarios dejan funcionando la autoclave con un programa automático.

En este caso sería proceso dental y no es necesario estar todo el tiempo en esa área para que se procese el algodón.

4.1.4 Productividad y rentabilidad

Al analizar el área de trabajo del proceso se han podido determinar mejoras que aumentan la producción de lotes de algodón con una inversión relativamente pequeña, por lo tanto la productividad del proceso con los cambios propuestos es la siguiente:

DOP = Diagrama de operaciones del proceso

DFP = Diagrama de flujo del proceso

Productividad = Tiempo DOP / Tiempo DFP

Introduciendo los datos del proceso propuesto en la fórmula se obtiene el siguiente resultado:

Productividad propuesta = 710.05 min. / 735.53 min. = 0.9654

Como puede observarse se logra un aumento en la productividad de 2.14 % implementando las propuestas en comparación con la productividad actual, por lo tanto es de esperarse que la rentabilidad también aumentará.

Para conocer si aumenta la rentabilidad del área de tratamiento de algodón con los cambios propuestos en el proceso es preciso hacer un análisis de los costos que se involucran en esta área de trabajo con un aumento de la producción de procesos de algodón debido a un reordenamiento en el proceso y un acortamiento en el tiempo mediante la simplificación y eliminación de operaciones repetitivas.

Tabla IV. Costos actuales propuestos

Costos mensuales con propuestas	Cantidad
Mano de obra	Q. 65000.00
Materia prima	Q.293641.92
Mantenimiento	Q. 1000.00
Energía eléctrica	Q. 1100.00
Agua	Q. 600.00
Otros gastos	Q. 500.00
COSTO TOTAL	Q.361841.92
Ventas	Q.713972.16

$$\text{Rentabilidad propuesta} = 713972.16 / 361841.92 = 1.97$$

Como se puede observar al implementar las propuestas se estaría produciendo un incremento en la rentabilidad, obteniendo una ganancia del 97% por kg. de algodón vendido, un incremento del 17% de la rentabilidad actual.

4.2 Seguridad e higiene industrial

Algo muy importante para optimizar un área de de trabajo es hacer sentir a los operarios que el trabajo lo hacen con la mayor seguridad e higiene posible, esto contribuye a que trabajen con un buen estado de ánimo, además evita accidentes por condiciones inseguras o actos inseguros. A continuación se proponen medidas que debe tomar la alta gerencia para transformar el área de trabajo en un lugar donde da gusto trabajar.

Como se describió en el capítulo anterior, la empresa cuenta con un buen equipo de protección y accesorios para la buena higiene dentro del área de trabajo, pero no tienen toda la señalización necesaria ni tampoco cuentan con un código de colores en el cuarto de máquinas para toda la tubería, lo cual con el tiempo puede causar un accidente por condiciones inseguras.

Al implementar mejoras se recomienda que la empresa se organice a realizar nuevas políticas de seguridad y forme un comité de seguridad dentro de la empresa conformado por los jefes de cada departamento, los cuales deben reunirse regularmente para programar la operaciones de inspección que se deben de realizar periódicamente, se les debe explicar a los trabajadores el significado de cada señal en las áreas colocadas, también deben realizar ejercicios periódicos con la participación de todos los trabajadores de la empresa y se debe realizar un reglamento de disciplina para que todos realicen lo que el comité implemente, se debe sancionar a las personas que no cumplan con el reglamento implementado.

4.2.1 Señalización

La señalización es de suma importancia en el área de trabajo ya que representa una guía para cualquier situación que se pueda dar dentro del trabajo.

Los carteles son de plástico, se colocan con tornillos en la pared, el color varia según el tipo de cartel, los de emergencia y obligación son de color azul con letras blancas, los de evacuación son de color verde con letras blancas, los de advertencia tienen sus figuras de color amarillo, los de incendios son blancos con letras negras y figuras azules, excepto el mata fuego que es de color rojo.

Las dimensiones de los carteles es de 30x20 cm., su precio es de Q.10.00 el cartel.

A continuación se presentan señales que toda industria debe poseer para evitar accidentes.

Figura 33. Carteles de emergencia



Figura 34. Carteles de evacuación



Figura 35. Carteles de obligación



Figura 36. Carteles de advertencia

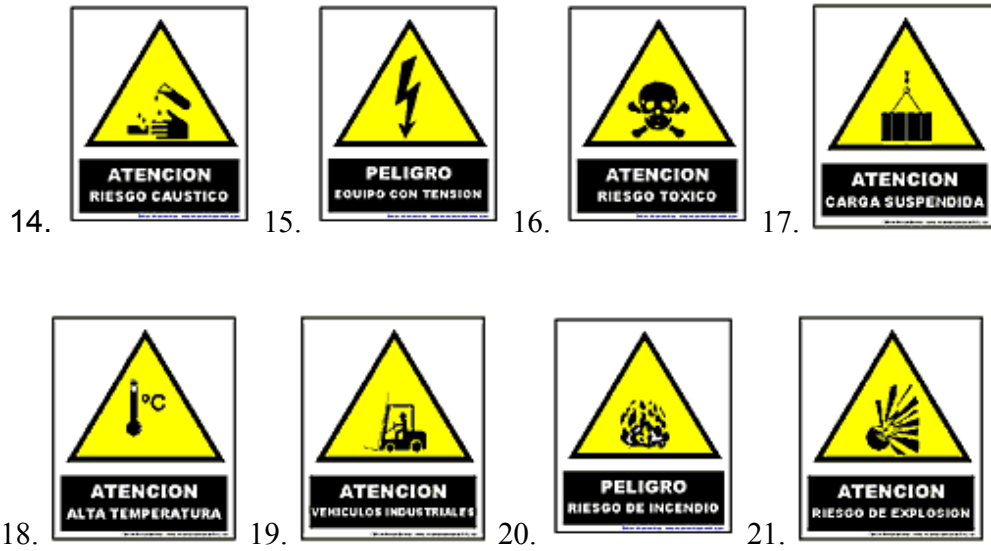
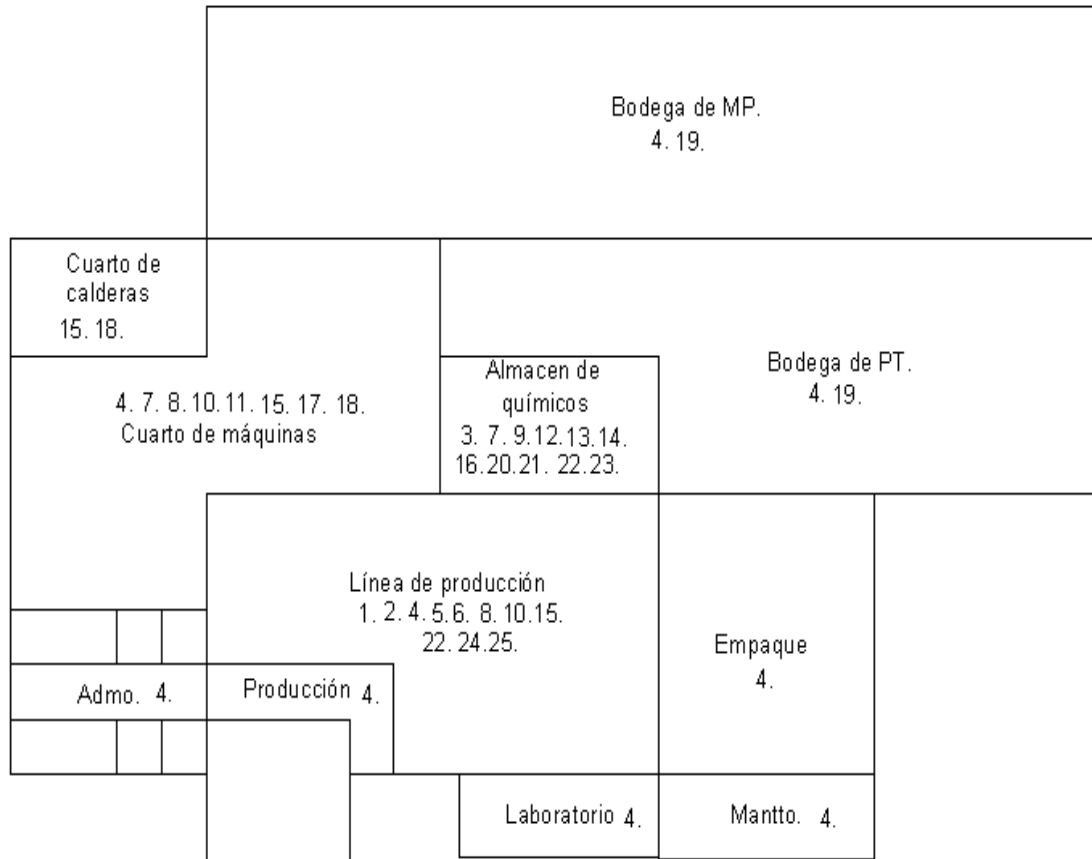


Figura 37. Carteles de incendios



Figura 38. Mapa de ubicación de la señalización



El precio de cada cartel es de Q.10.00, se necesitan 41 carteles para cubrir toda la empresa con la señalización adecuada, por lo que el costo haciendo a Q.410.00.

4.2.2 Código de colores

En toda industria es indispensable que la tubería por donde pasan sustancias para el proceso se encuentren debidamente identificadas para evitar accidentes.

En el cuarto de máquinas las tuberías no se encuentran identificadas, esto puede crear problemas a operarios nuevos que no saben el funcionamiento de las máquinas, pero si se encuentran debidamente identificadas las tuberías con una señal indicando cual color pertenece a que tipo de sustancia se pueden evitar accidentes debido a condiciones inseguras.

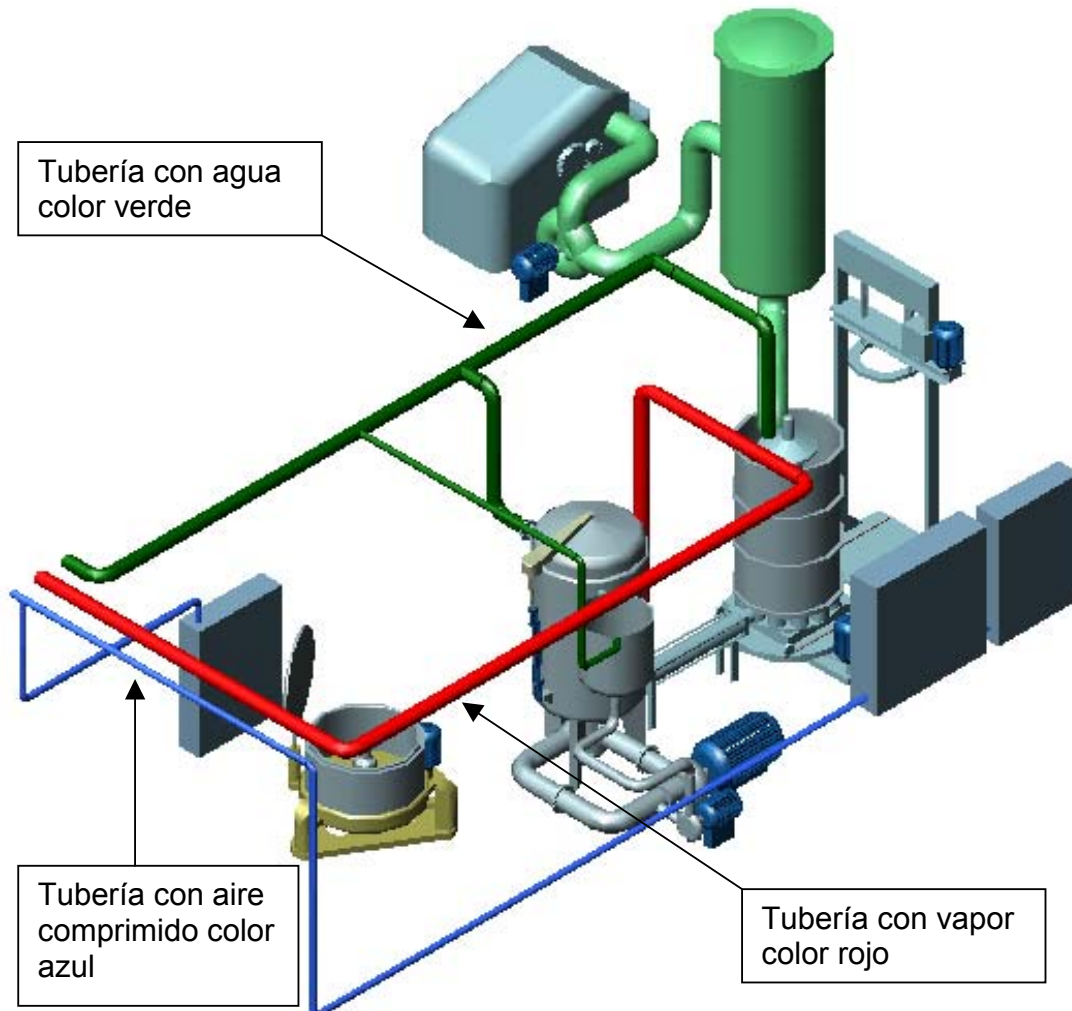
Antes de entrar al cuarto de máquinas es de suma importancia colocar un letrero indicando el código de colores para la tubería. A continuación se muestra como debe quedar el letrero.

Figura 39. Código de colores del cuarto de máquinas

Colores	Sustancia de la tubería
Verde	Agua
Azul	Aire comprimido
Rojo	Vapor

A continuación se presenta como debe lucir una planta bien señalizada.

Figura 40. Identificación de tubería por colores



4.3 Maquinaria

De todo el proceso la maquinaria es la parte más importante, ya que es la que auténticamente transforma un insumo en producto terminado, por lo tanto se deben tomar medidas para que funcionen correctamente en el proceso, a continuación se presentan las propuestas que optimicen el funcionamiento de la maquinaria del proceso.

4.3.1 Reducción de rebalse en autoclave

La presión se forma a causa de la resistencia de las paredes del autoclave a no dejar pasar la mezcla hacia el exterior mientras aumenta de temperatura, una vez alcanzado los 95 °C ya no aumenta la temperatura, la presión del autoclave se mantiene constante debido a que en este momento ya se está enviando mezcla a la cubeta de expansión para mantener el sistema en equilibrio, pero cuando alcanza una temperatura mayor de los 98 °C, muchas partes de la mezcla se encuentran en el punto de ebullición y empieza a generar vapor, para mantener el equilibrio de la presión la autoclave deja pasar una mayor cantidad de mezcla hacia la cubeta de expansión, es en este momento que la cubeta de expansión rebalsa los químicos al suelo porque su bomba de inyección no tiene la potencia necesaria para dejar pasar un caudal más grande de vuelta hacia la autoclave.

Otra causa del problema a considerar es que después del descruce, el algodón dentro de la autoclave tiene una mayor absorbencia, a pesar que el algodón está comprimido dentro de la autoclave, tiene una absorbencia 15% mayor en el Blanqueo, por tal razón al preparar los químicos para este paso se introduce una mayor cantidad de agua, esto puede estar ocasionando el rebalse debido al exceso de agua.

A continuación se analiza termodinámicamente la cantidad de vapor que se produce adentro para determinar si es una causa del rebalse.

Para encontrar la absorbencia en el blanqueo se tomó una muestra de algodón antes y después del descruce, se les quitó el exceso de agua comprimiendo las muestras a una misma presión y luego se pesaron para determinar la diferencia de absorbencia entre ambas.

Tabla V. Peso de muestras de algodón mojadas y secas

No. Muestra	Algodón crudo Peso en gramo	Algodón procesado en descruce peso en gramos
1	1.09	1.29
2	1.07	1.30
3	1.10	1.31
4	1.09	1.28
5	1.08	1.28
Promedio	1.086	1.292

$$\% \text{ de absorbencia} = (1 - 1.089 / 1.292) \times 100 = \mathbf{15.71 \%}$$

Para determinar la cantidad de agua que le cabe a la autoclave es necesario determinar cuanto volumen real de algodón ocupa dentro.

Muestra seca de algodón = 0.54 gramos

Muestra mojada con mezcla = 1.292 gramos

$$\% \text{ de agua en autoclave} = (1 - 0.54/1.292) \times 100 = \mathbf{58.2 \%}$$

$$\text{Volumen de autoclave} = \pi \times (150)^2 \times 180 \times 0.582 = \mathbf{7405048.04 \text{ cm}^3}$$

$$\text{Masa} = \text{densidad} \times \text{volumen} = 1 \text{ g/cm}^3 \times 7405048.04 \text{ cm}^3 = 7405048.04 \text{ gr.}$$

Los cambio de volumen para que se rebalse la mezcla se calculan a partir de la relación:

$$\Delta V = m (v_2 - v_1) \quad (1)$$

donde ΔV representa el cambio de volumen del sistema, en este caso sería el volumen de la cubeta de expansión, ya que este es el parámetro para que se produzca el rebalse, m se refiere a la masa, v_2 el volumen específico final y v_1 el volumen específico inicial.

Encontrando la calidad del vapor en el proceso se podrá determinar si es el vapor la causa del rebalse. La formula es la siguiente:

$$v_2 = v_f + Xv_{fg} \quad (2)$$

Sustituyendo (2) en (1) nos queda

$$\Delta V = m (v_f + Xv_{fg} - v_1)$$

Donde $v_f = v_1$ entonces

$$\text{Calidad del vapor } X = \Delta V / mxv_{fg}$$

Datos

$$\Delta V = \pi \times (90)^2 \times 100 = 2544690.049 \text{ cm}^3$$

La presión dentro de la autoclave es de 5 bar en su interior, por tal motivo se busca en la "tabla A13-m" (11) para encontrar v_{fg} .

$$v_{fg} = 373.8074 \text{ cm}^3/\text{gr.}$$

$$m = 7405048.04 \text{ gr.}$$

$$X = 2544690.049 \text{ cm}^3 / 373.8074 \text{ cm}^3/\text{gr.} \times 7405048.04 \text{ gr.}$$

$$\text{Calidad del vapor } X = \mathbf{0.092 \text{ \%}}$$

Como se puede observar la calidad de vapor es bastante pequeña pero es capaz de producir un rebalse en la autoclave, además del exceso de agua que ingresa debido a la absorbencia.

4.3.2 Operación correcta de autoclave

La autoclave es una máquina que trabaja con presión y temperatura para tratar el algodón, se debe mantener una temperatura por debajo de los 95°C para que la mezcla dentro de la autoclave no se evapore y esto de cómo resultado un aumento en la presión que provoque un rebalse, esta presión se debe liberar mediante la cubeta de expansión. Para que en el proceso de blanqueo no se rebalse la autoclave es necesario seguir el siguiente procedimiento:

Tabla VI. Operación correcta de autoclave

No.	Procedimiento
1.	Introducir los químicos del blanqueo en la cubeta de expansión.
2.	Encender la bomba de inyección y circulación para introducir los químicos en la autoclave.
3.	Cuando ha bajado el nivel de mezcla hasta el filtro abrir la válvula de alimentación de agua.
4.	Cerrar la válvula de alimentación al llenarse la autoclave y empiece a derramar mezcla hacia la cubeta de expansión.
5.	Dejar la válvula de paso abierta hasta que la cubeta de expansión se llene hasta el nivel de abajo del serpentín y se libere la presión deseada en la autoclave.
6.	Abrir válvula de vapor para aumentar la temperatura de la mezcla hasta el parámetro deseado (95°C).
7.	Cerrar la válvula de vapor cuando el parámetro de temperatura marque 94.5°C, antes que empiece a correr el reloj del programa.
8.	Mantener la temperatura en un rango de 92 – 95 °C.
9.	Abrir la válvula de vapor 20° solo si la temperatura baja de 92°C.

4.3.3 Diagramas neumáticos e hidráulicos mejorados

Los diagramas neumáticos e hidráulicos son importantes porque dan una guía del funcionamiento de las máquinas y también son de utilidad para determinar fallas y para dar mantenimiento de sus elementos.

Un elemento que actualmente no posee el sistema neumático del carro del portamateriales es una válvula de escape rápido. Con esta válvula pueden conseguirse elevadas velocidades de recorrido del cilindro de doble efecto de carro. Su funcionamiento es el siguiente; el aire comprimido fluye hacia el cilindro desde la válvula de mando y a través de la válvula de escape rápido que tiene un diámetro de salida más grande que los silenciadores comunes, de esta forma el cilindro deja salir aire con mayor velocidad y por ende aumenta la velocidad de recorrido del carro. El precio de esta válvula es de Q.250.00, pero puede reducir el tiempo de recorrido del portamateriales a la mitad, lo cual beneficia al llenado.

Figura 41. Válvula de escape rápido



Figura 42. Diagrama neumático portamateriales

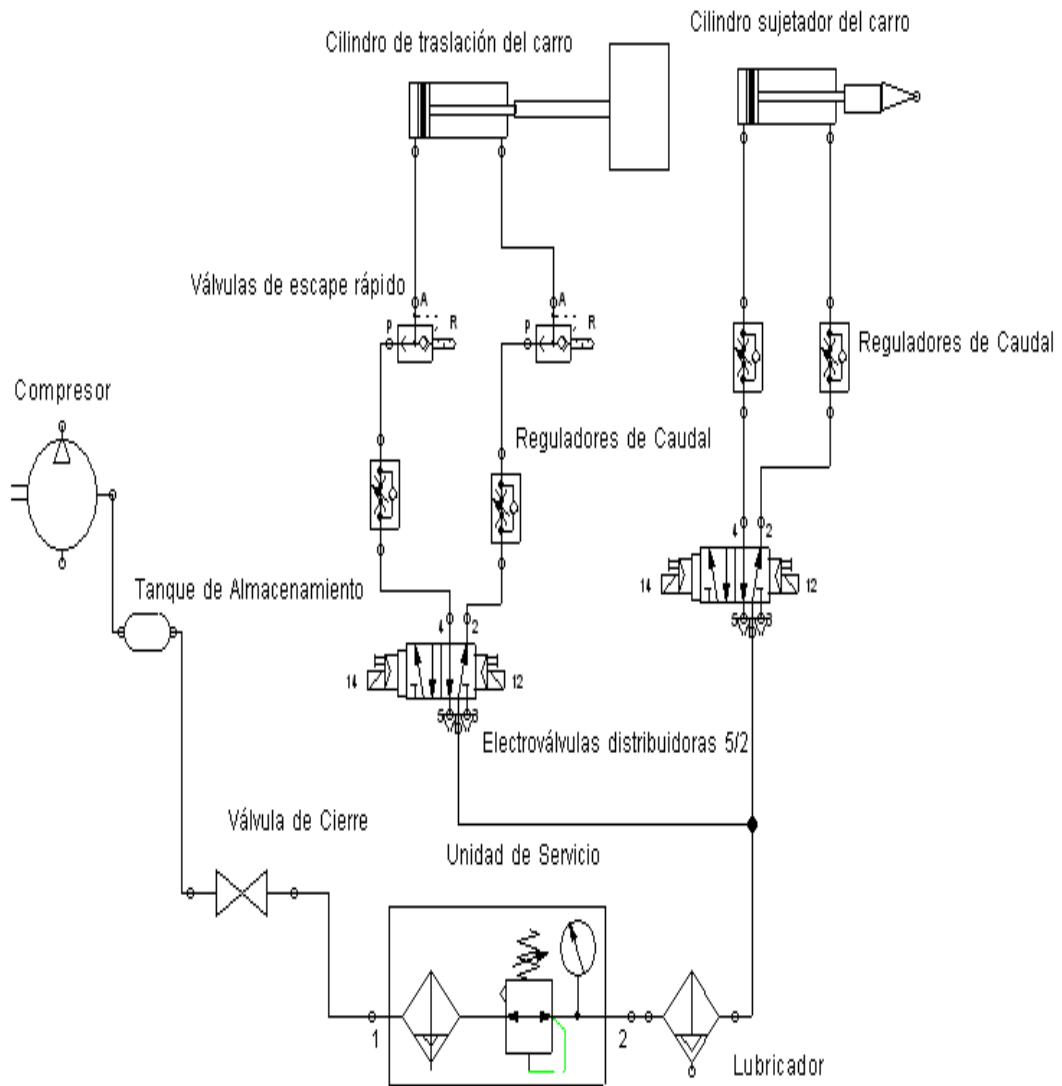


Figura 43. Diagrama hidráulico portamateriales

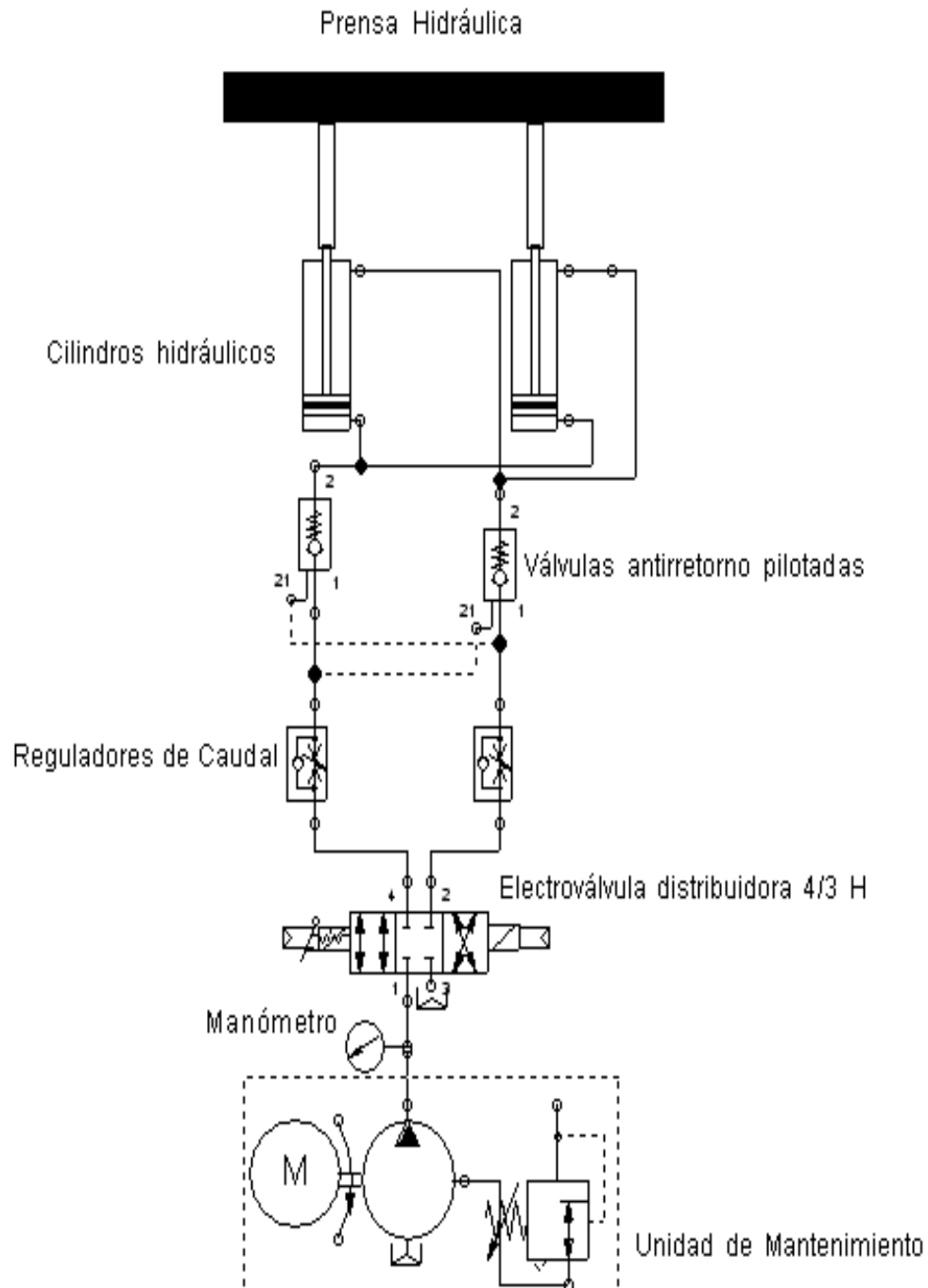


Figura 44. Diagrama neumático autoclave

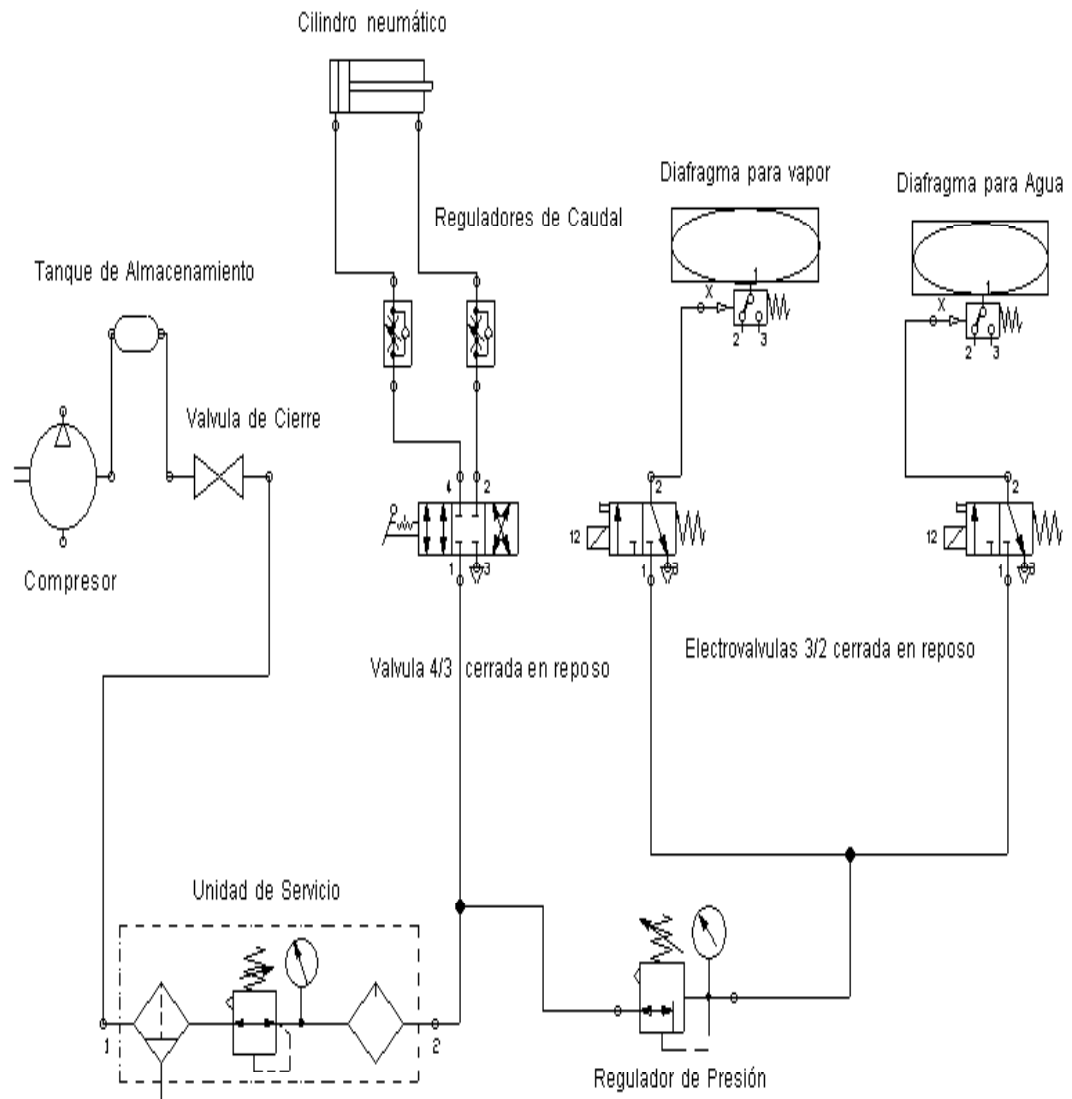
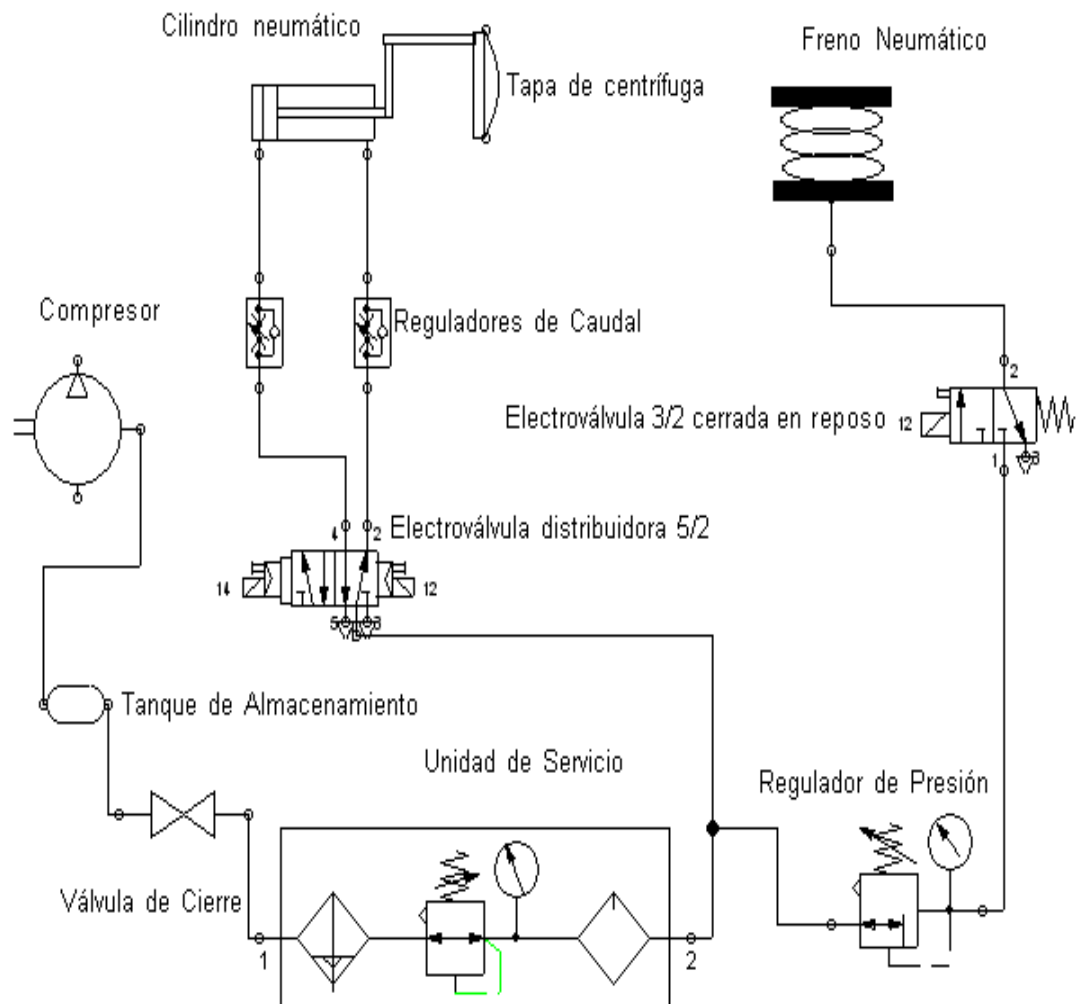


Figura 45. Diagrama neumático centrífuga



4.3.4 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo permite que las máquinas funcionen a la capacidad con que fueron diseñadas, a continuación se elaborará un programa de mantenimiento preventivo tomando en cuenta las tareas sencillas y los tipos de energía que utiliza el proceso.

4.3.4.1 Rutinas de limpieza

Las tareas más sencillas para dar mantenimiento a las máquinas son las rutinas de limpieza, estas se realizan cada día y a veces algunas tareas se pueden hacer semanalmente. A continuación se describen las rutinas de limpieza por máquina.

Tabla VII. Rutinas de limpieza

Tipo de rutina	Frecuencia
CORTADORA Y ABRIDORA	
Limpiar con una escoba el algodón que se encuentre encima de la máquina o el área de trabajo.	Diario
Remover el algodón que se acumule dentro del ventilador del motor eléctrico para evitar que éste se recaliente.	Diario
Limpiar el silo de algodón diariamente para que no hayan acumulaciones que impidan su paso hacia el portamateriales.	Diario
Remover la tierra usando un trapo húmedo para evitar que se forme polvo y ensucie el algodón.	Diario
Limpiar el rodillo cortador para evitar se acumule algodón que evite el paso de éste hacia el ventilador.	Semanalmente
Verificar que el rotor del ventilador no contenga acumulaciones de algodón en su eje.	Semanalmente
Limpiar el mecanismo cortador con una escobilla para remover el algodón que pueda estar evitando su correcto funcionamiento.	Semanalmente

PRENSA PORTAMATERIALES	
Remover la tierra que se acumula en la estructura de la prensa usando un trapo húmedo.	Diario
Limpia los cilindros neumáticos usando un trapo para remover el algodón mojado que se queda pegado.	Diario
Lavar el lodo y semillas que se acumulan en las paredes alrededor de la prensa hidráulica usando cepillo y detergente.	Diario
Remover el algodón que se acumula en las rejillas que impiden que éste se conduzca por el desagüe.	Semanalmente
Limpiar los sensores eléctricos usando un trapo seco para que el algodón acumulado no impida que éstos manden la señal correspondiente al panel de control.	Semanalmente
AUTOCLAVE	
Quitar la reja del desagüe y limpie bajo agua corriente usando detergente y cepillo.	Diario
Limpiar la cámara usando un trapo. No utilice productos abrasivos ni estropajo para limpiar, ya que estos productos pueden raspar y así corroer la superficie.	Diario
Limpiar con un trapo las juntas de la puerta o de la tapa y verificar que no tienen defectos. Cambie las juntas defectuosas.	Diario
Limpiar con detergente y trapo los estantes del autoclave o el portamateriales o carrito en que se coloque el algodón (inclusive las ruedas del carrito).	Diario
Siga los pasos a continuación para vaciar el tubo de escape o el desagüe de la cámara. Así se mantendrá libre de materia que pueda estorbar el aire y el vapor que salgan de la cámara:	

Quite la reja del desagüe.	Semanalmente
Usando embudo, eche 1 litro de solución de detergente y agua caliente por el desagüe.	Semanalmente
Eche 1 litro de agua caliente por el desagüe para enjuagarlo, quitando la solución de detergente.	Semanalmente
Vuelva a poner la reja.	Semanalmente
CENTRÍFUGA	
Limpiar la cesta de algodón con un trapo para que el plato del portamateriales con algodón quede horizontalmente sin inclinaciones que no permitan correr el programa debido a un desnivel en la canasta.	Diario
Limpiar con un cepillo fino los agujeros de la cesta para que el exceso de agua pueda salir por la tubería cuando ésta este girando.	Diario
Limpiar las ranuras de la cubierta de la centrífuga con un trapo para que exista un buen cierre de la tapa.	Diario
Limpiar el algodón acumulado en la rejilla que da hacia el desagüe para evitar la obstrucción del caudal de agua.	Semanalmente

4.3.4.2 Lubricación

La lubricación se utiliza para disminuir el coeficiente de fricción entre dos cuerpos y en el mantenimiento preventivo es sin duda lo más importante debido a que evita el rozamiento de superficies y reduce el desgaste de las partes críticas de las máquinas. Las partes críticas de las máquinas son todas aquellas que se mantienen en constante movimiento, esto produce aumento de temperatura en las piezas, por lo que la lubricación también sirve para enfriar estas piezas y con ello disminuir la posibilidad de fractura mecánica por fatiga. Para el departamento de mantenimiento es de suma importancia escoger el lubricante adecuado para cada máquina, ya que dependiendo de la selección y calidad del lubricante y su correcta aplicación se pueden disminuir los desperfectos mecánicos.

Se deben definir las partes de las máquinas del proceso que necesitan lubricación y su período de servicio.

TABLA VIII. Lubricación del proceso

Nombre del elemento mecánico	Frecuencia de lubricación
CORTADORA WILLOW	
Cadenas del mecanismo	Engrasar cada tres meses
Levas	Engrasar cada tres meses
Cojinetes de Ventilador centrífugo	Engrasar cada semana
Cojinetes de motor eléctrico	Engrasar cada seis meses
PRENSA PORTAMATERIALES	
Ruedas de la plataforma giratoria	Engrasar cada tres meses

Tornillo sin fin de la plataforma giratoria	Engrasar cada tres meses
Cojinetes de Motor eléctrico	Engrasar cada seis meses
AUTOCLAVE	
Cojinetes de bomba de inyección y circulación	Cada mes con grasa Shell Darina 2
Válvula de Seguridad	Engrasar cada semana si se observa el vástago agarrotado
Cojinetes de Motor eléctrico	Engrasar cada seis meses
CENTRÍFUGA	
Faja del motor principal	Engrasar Cada tres meses
Cojinetes de Motor eléctrico	Engrasar cada seis meses
Cojinete central de giro centrifugo	Engrasar cada mes

4.3.4.3 Mantenimiento preventivo neumático e hidráulico

La frase más común que se usa hoy en día para referirse a un sistema neumático es automatización de bajo costo (ABC), lo cual sugiere que el uso de la neumática e hidráulica para la automatización industrial proporciona al usuario grandes beneficios respecto al costo. Sin embargo. Pero es cierto que, si no en la producción, al menos respecto al mantenimiento de un sistema neumático o hidráulico, el costo global es mucho menor que para otros sistemas; en especial, los sistemas mecánicos. Para formular los programas de

mantenimiento preventivo y preparar la lista de verificación, se debe tener un panorama general completo de todo el campo neumático e hidráulico. Para la verificación e inspección periódicas de un sistema neumático e hidráulico, a las partes siguientes del sistema se les debe dar más importancia sobre las otras, ya que éstas constituyen áreas con más propensión a presentar problemas:

1. Líneas principales del aire o aceite, líneas en general, accesorios.
2. Unidad de acondicionamiento del aire o aceite; es decir el FRL.
3. Válvulas de conexión y desconexión de la línea.
4. Válvulas neumática o hidráulicas de control.
5. Cilindros y motores neumáticos o hidráulicos.
6. Elementos de transmisión mecánica.
7. Accesorios neumáticos o hidráulicos y otros componentes asociados.

TABLA IX. Líneas principales del aire o aceite, líneas en general, accesorios.

Nombre del trabajo	Frecuencia de inspección
Detección y supresión de las fugas de aire o aceite	Mensualmente
Inspección completa de todo el sistema de líneas	Una vez al año
Inspección de uniones, curvas, tes, codos, acoplamientos, etc.	Una vez cada tres meses

Determinación de la presión en puntos estratégicos	Una vez cada tres meses
Trampas de condensado	Diariamente
Drenaje automático del condensado en el sistema neumático	Una vez cada tres meses
Líneas de aire y aceite, choques, cortes en las líneas y agujeros	Semanalmente

TABLA X. Unidad FRL

Nombre del trabajo	Frecuencia de inspección
Detección y supresión de las fugas de aire y aceite	Diariamente
Drenar el condensado del filtro neumático	Diariamente
Limpeza del cartucho filtrante	Una vez cada seis meses
Determinación de la presión del regulador de presión	Mensualmente
Calibrar el manómetro	Una vez cada seis meses
Limpeza del tazón del filtro y del tazón de la aceitera para el sistema neumático	Anualmente
Recuperar el nivel de aceite para el sistema neumático	Semanalmente
Limpiar el paso del chorro de aceite para el sistema neumático	Una vez cada seis meses
Detención de las fugas de aceite para el sistema neumático	Una vez cada tres meses
Ajustar el chorro de aceite para el	Según se necesite

sistema neumático	
Cambiar el aceite después de una limpieza completa del tazón para el sistema neumático	Anualmente o cada seis meses, dependiendo de la necesidad

TABLA XI. Válvulas de conexión y desconexión

Nombre del trabajo	Frecuencia de inspección
Fugas de aire o aceite de la válvula y accesorio de manguera	Mensualmente
Accionamiento de la manija de la Válvula	Semanalmente
Restauración si es necesario o posible	Anualmente

TABLA XII. Válvulas neumáticas e hidráulicas

Nombre del trabajo	Frecuencia de inspección
Fugas posibles de aire o aceite y su supresión	Mensualmente
Verificación de falla posible del sello	Una vez cada seis meses
Inspección de los elementos de actuación	Una vez cada seis meses
Verificar el ajuste de la válvula	Una vez cada seis meses
Verificación del selenoide y su parámetro eléctrico	Mensualmente
Verificar resortes y actuadores de las válvulas	Anualmente o antes, si se abren debido a contingencias
Daños mecánicos a las válvulas y sus piezas	Anualmente o antes, si se desarmen debido a contingencias

TABLA XIII. Cilindros y motores neumáticos o hidráulicos

Nombre del trabajo	Frecuencia de inspección
Verificar las fugas y su supresión	Mensualmente
Verificar las tensiones de los tirantes	Una vez cada seis meses
Inspeccionar el soporte mecánico y los montajes del cilindro	Una vez cada seis meses
Inspeccionar el cilindro respecto a su fuerza y exactitud de su velocidad	Semanalmente
Verificar el alineamiento del pistón, la varilla del pistón y el cuerpo o tubo del cilindro	Anualmente o según se necesite
Daños mecánicos a la varilla del pistón	Semanalmente
Reemplazar el sello de copa	Una vez cada seis meses
Verificar las rpm del motor	Semanalmente
Verificar el para del motor	Semanalmente
Verificar la vibración producida por el motor	Semanalmente

TABLA XIV. Sistema de transmisión mecánica y otros accesorios neumáticos

Nombre del trabajo	Frecuencia de inspección
Los eslabones mecánicos hacia la fuente de potencia para comprobar si están flojos, etc.	Mensualmente
Inspeccionar los silenciadores en el sistema neumático	Una vez cada seis meses
Verificar las guías respecto al	Una vez cada seis meses

movimiento mecánico	
Realizar el alineamiento mecánico	Una vez cada seis meses

4.3.4.4 Mantenimiento mecánico

El mantenimiento mecánico es el que tiene mayor costo debido a que se debe mantener un stock de repuestos en inventario, pero el realizar el cambio de estos en forma periódica se reflejará en un mejor rendimiento de las máquinas, se obtendrá una considerable reducción de los paros por fallas, tiempos muertos, cuellos de botella por acumulación de producto. También es recomendable poseer una lista de los proveedores y tener más de una opción de compra para cada repuesto.

A continuación se presenta un programa de mantenimiento preventivo mecánico.

TABLA XV. Mantenimiento mecánico

Nombre del trabajo	Frecuencia de inspección
GENERAL	
Cambiar todo tipo de cojinete para evitar desperfectos en las máquinas	Cada dos años
Revisar todas las partes mecánicas de las Bombas	Quincenalmente
Tuberías	Semanalmente
Revisar todas las partes mecánicas	Quincenalmente

que los Motores eléctricos	
Revisar los paneles de carga de baterías	Trimestralmente
Revisar el equipo eléctrico de control	Quincenalmente
Cableado de alimentación de energía	Semanalmente
Arrancadores e interruptores	Quincenalmente
Aparato de interrupción	Anualmente
Transformadores	Trimestralmente
ESPECÍFICO	
CORTADORA Y ABRIDORA	
Revisar las aspas del Ventilador centrífugo	Mensualmente
Inspeccionar el desgaste de las Correas del mecanismo	Quincenalmente
Revisar eslabones de las cadenas del mecanismo y cambiar los que no se encuentren bien ajustados	Trimestralmente
PRENSA PORTAMATERIALES	
Apretar los portadores a tornillo si se encuentran flojos	Mensualmente
Revisar el polipasto o grúa eléctrica	Trimestralmente
Revisar las ruedas del carro portamateriales.	Semanal, mensual y trimestralmente
AUTOCLAVE	
Desmontar válvula de seguridad e inspeccionar si se abre	Semanalmente
Observar si sale baño por el orificio inferior de la bomba de circulación e	Semanalmente

inyección	
Cambio de estopada mecánica	Sólo cuando se observe goteo excesivo
Comprobar los anillos de goma de los platos de acoplamiento elásticos de las bombas	Anualmente
Observación de prensaestopas si gotean	Semanalmente
Asientos de válvulas	Semanalmente
Comprobar estado de las juntas de la tapa, asiento del portamateriales y cierre de la tubería de expansión	Mensualmente
CENTRÍFUGADORA	
Revisar que el freno neumático se encuentre bien ajustado	Quincenalmente
Inspeccionar el desgaste de la correa giratoria de la canasta	Mensualmente

Para todo el mantenimiento preventivo es necesario llevar un registro de las actividades indicando la clase de tarea, las horas necesarias para llevarlo a cabo, la cantidad de personal necesario, los repuestos y los costos que involucran tal operación.

A continuación se presenta un ejemplo del tipo de control que se necesita para tener un buen control del mantenimiento preventivo.

Tabla XVI. Hoja de registro para mantenimiento preventivo

Mantenimiento Orden N°		Fecha:	
Jefe Producción:		Jefe Mantenimiento:	
Trabajo a realizar: Cambio de cojinetes en autoclave			
			total
horas hombre utilizadas	10 horas	costo horas hombre = Q. 20.°°	Q.200.00
tiempo de duracion	5 horas	(2 operarios)	
Repuestos utilizados	6 cojinetes de bolas	costo unitario = Q. 250.°°	Q.1,500.00
otros materiales	1/2 galon de grasa	costo por galon = Q. 25.°°	Q.12.50
gastos generales (1)			Q.56.82
<u>costo total</u>			<u>Q.1,769.32</u>
(1) este departamento tiene gastos generales de Q.2,000.00 al mes			
44 horas/semana x 4 semanas = 176 horas/mes			
Costo general por hora = Q. 2,000.00/176 = Q. 11.36 /hora			
el tiempo de duracion fue de 5 horas			
el costo general aplicado = 5 horas x Q. 11.36 = Q. 56.82			

Controlando cada uno de los trabajos realizados en mantenimiento se puede obtener información valiosa para administrar mejor.

Con estos informes se puede obtener la siguiente información:

- Cuáles máquinas están fallando y con qué frecuencia.
- Qué tipo de reparaciones se están realizando y cuando.
- Tiempo de duración de la reparación.
- Costo total de la reparación.

Si se suman los costos de los trabajos realizados durante el mes, se puede obtener información sobre costos mensuales que sirven para compararlo con

otros meses del año o con los mismos meses de años anteriores y establecer causas de las variaciones.

El análisis de costos directos puede ampliarse y de hecho se recomienda hacer una división entre costos de trabajo correspondientes a mantenimiento correctivo (reparaciones) y correspondientes a mantenimiento preventivo, con la finalidad de establecer el efecto que causa.

El esfuerzo en mantenimiento preventivo sobre el esfuerzo en mantenimiento correctivo; es de esperarse que a mayor mantenimiento preventivo corresponda un menor esfuerzo en mantenimiento correctivo.

Este último análisis y división en los costos de mantenimiento es de suma importancia, debido a que las fallas imprevistas son las que elevan considerablemente los llamados costos indirectos involucrados con el mantenimiento.

Entre estos costos tenemos:

- Disminución de la producción programada, que implica incumplimiento con los clientes o elevar el número de horas extra ordinarias para lograr hacer el despacho a tiempo.
- Formación de cuellos de botella en la línea de producción, que nos lleva a disminución de producción; subutilización de la maquinaria y mano de obra; acumulación de producto en proceso, que ocasiona congestión de áreas de trabajo, deterioro del producto, desperdicio y mayor inversión en capital de trabajo, debido al congestión de las líneas, con producto que no puede terminarse.

- Mala calidad debido a algún tipo de fallas, la maquinaria sigue funcionando, produciendo artículos de mala calidad, con defectos que en algunos casos no pueden ser reparados.

El monto de estos costos son en algunos casos tan elevados, que impiden a una empresa ser competitiva.

4.4 Desperdicio de algodón

Como se mencionó en el capítulo anterior en cada proceso de llenado se desperdicia una cantidad de algodón que representa un costo perdido cada mes, no solo es un costo por el algodón perdido, también es un costo en mantenimiento de limpieza de las máquinas que se llenan de algodón, limpieza de las rejillas de drenaje, para evitar este desperdicio es necesario diseñar un mecanismo de bajo costo que permita reducir el desperdicio.

4.4.1 Mecanismo para reducir el desperdicio de algodón

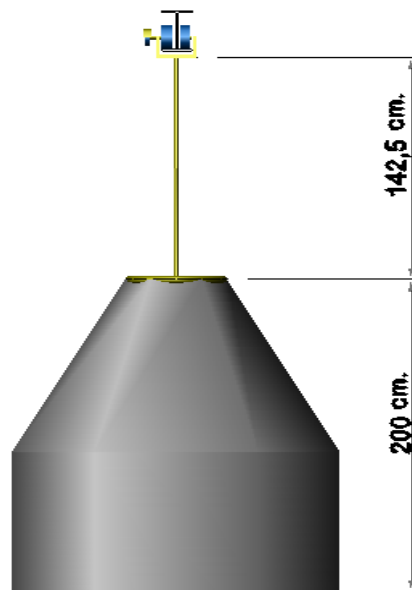
Se propone construir un mecanismo de forma cónica que ayude a cubrir el portamateriales cuando se esté llenando de algodón, ya que es en este momento donde más desperdicio se produce.

Se usará un plástico transparente para que los operarios observen que el algodón esta llenando el portamateriales y de esta forma no se atasque la tubería y tampoco se llene de algodón el silo de la cortadora, contará con unas ruedas para que se pueda deslizar por medio de la barra del polipasto o grúa cuando sea necesario usarlo.

El uso de este mecanismo se debe hacer cada vez que va a ser llenado el portamateriales y va quedar exactamente encima de este, su colocación dura menos de 1 minuto, y no se pueden interrumpir las otras operaciones al momento de colocarlo, se puede posicionar simultáneamente con las operaciones del proceso.

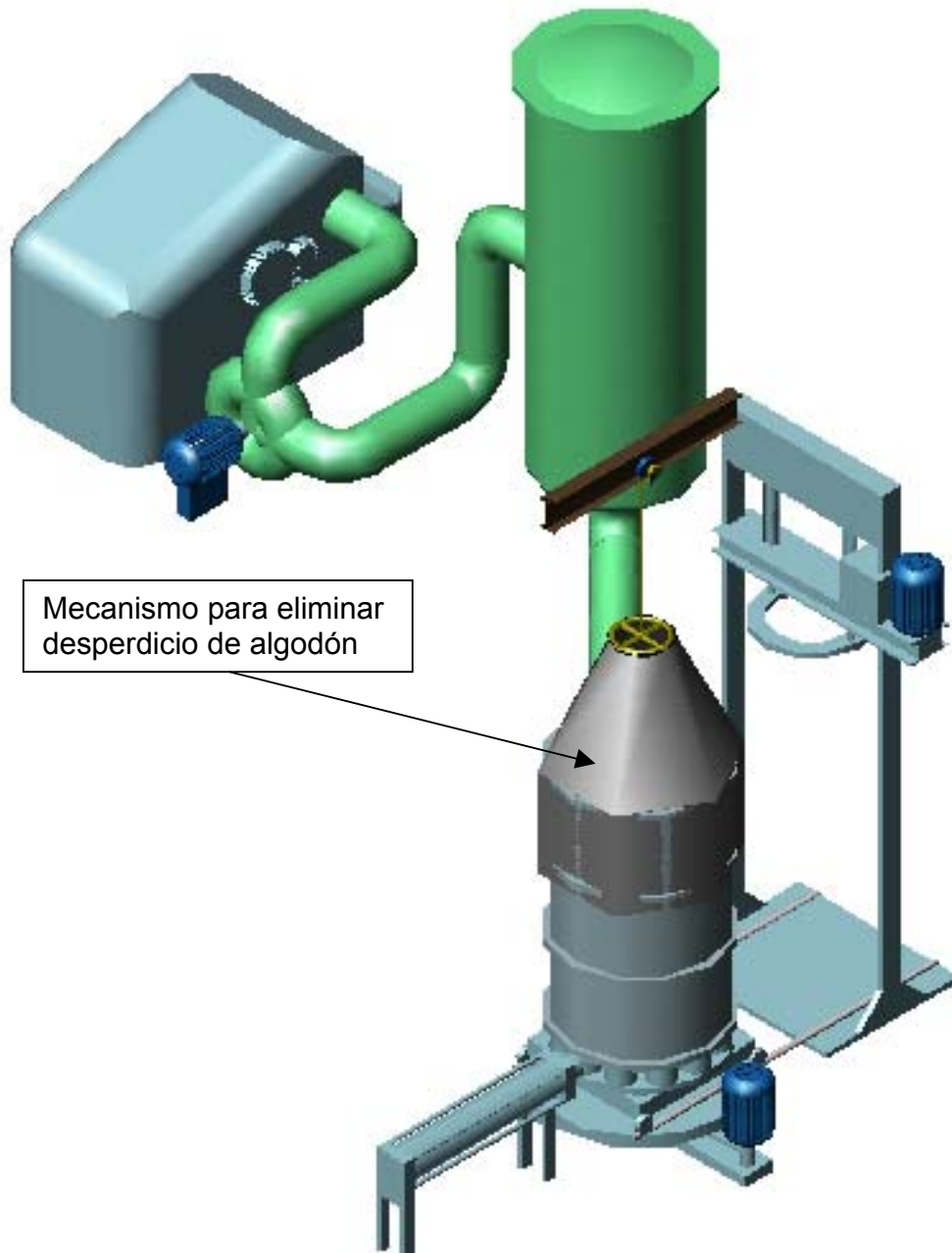
A continuación se presenta el mecanismo que ayudará a eliminar el desperdicio de algodón en el llenado con sus dimensiones.

Figura 46. Mecanismo para reducir desperdicio de algodón



A continuación se presenta el montaje del mecanismo sobre el portamateriales.

Figura 47. Mecanismo montado en portamateriales



4.4.2 Impacto al medio ambiente

Con la implementación del mecanismo para eliminar el desperdicio de algodón se estará evitando que cualquier cantidad se vaya por el desagüe,

llegue a los ríos y los contamine, como se observó en el segundo capítulo la celulosa es una fibra que se puede degradar pero solo a base de procesos químicos, realmente no se han hecho estudios para saber si es biodegradable en el ambiente. La empresa además de no contaminar con desperdicios el ambiente no tendrá problemas con las leyes del medio ambiente y ahorrará un costo al evitar perder algodón que se puede utilizar en las líneas de producción para obtener productos que producen ingresos.

4.5 Costos de implementación

En esta parte se describirán los costos de implementación de las propuestas y se analizarán sus beneficios.

4.5.1 Lista de herramientas y sus costos

Las herramientas que se necesitan para la implementación de las propuestas son las siguientes:

Tabla XVII. Listado de herramientas

HERRAMIENTAS	COSTOS
Plato portamateriales:	Q.1188.00
10 carteles de señalización	Q. 410.00
Válvulas de escape rápido: 2 valvulas	Q. 520.00
Mecanismo para evitar desperdicio	Q. 430.00

4.5.2 Beneficio-costo de las propuestas

A continuación se determinará el beneficio-costo de las propuestas:

Tabla XVIII. Costos finales del proyecto

Costos mensuales con propuestas	Cantidad
Mano de obra	Q. 65000.00
Materia prima	Q.293641.92
Mantenimiento	Q. 1000.00
Energía eléctrica	Q. 1100.00
Agua	Q. 600.00
Otros gastos	Q. 500.00
Plato portamateriales	Q. 1188.00
10 carteles de señalización	Q. 410.00
2 válvulas de escape rápido	Q. 520.00
Mecanismo para reducir desperdicio	Q. 430.00
COSTO TOTAL	Q.364389.92
Ventas	Q.713972.16

$$\text{Beneficio-costo} = \text{Q.713972.16} - \text{Q.364389.92} = \text{Q.349582.24}$$

$$\text{Rentabilidad} = 713972.16 / 364389.92 = 1.96$$

Como puede observarse la inversión de las propuestas no son muy elevadas y producen buenos resultados en el primer mes que se implementen, recupera la inversión con un incremento de la productividad.

CONCLUSIONES

1. En el proceso es preciso eliminar todas las operaciones monótonas e innecesarias que provocan un aumento en el tiempo de tratamiento del algodón. Mientras más sencillas sean las operaciones, mayor será la productividad del proceso.
2. Cambiando el orden de los procesos de algodón se puede lograr aumentar la producción, también, aprovechando la mano de obra de una jornada de trabajo y contando con un plato extra del portamateriales se puede concentrar la fuerza laboral para utilizarla en el llenado, que es el cuello de botella del proceso. Por ende, mientras más fuerza laboral se ocupe del llenado mayor será la producción del proceso.
3. La seguridad e higiene en el área de trabajo es fundamental, ya que, esta herramienta sirve para que el operario se sienta física y mentalmente capacitado a realizar una tarea determinada cuando su trabajo lo efectúa con el equipo de protección correcto, una señalización adecuada, implementos de limpieza completos, aumentan de esta forma su rendimiento en el área de trabajo, el cual se refleja en el aumento de la producción.
4. El mantenimiento de la maquinaria del proceso es fundamental para aumentar la productividad, pues, realizando servicios periódicos a las máquinas, estas funcionan a la capacidad a la que fueron diseñadas, además, se reducen los tiempos muertos por fallas imprevistas por falta de mantenimiento, por lo tanto, mientras se les realice mantenimiento

preventivo a las máquinas mayor será el tiempo de funcionamiento sin que se produzcan averías.

5. El desperdicio de algodón es un mal innecesario que se puede corregir con una pequeña inversión, además de impedir el desperdicio, la empresa puede evitar verse envuelta en problemas con las leyes donde podrían ser sancionado con multas monetarias e incluso el cierre de la empresa, por lo tanto, con el mecanismo de reducción de desperdicio se ahorra dinero en el desperdicio y se gana en la venta de éste algodón que antes se malgastaba.
6. Todas las áreas de la ingeniería que se emplearon para la realización de este proyecto en conjunto tienen un solo objetivo, el de optimizar el área de tratamiento de algodón, mientras estas herramientas sean utilizadas en el proceso, siempre se lograrán los resultados esperados por la empresa.

RECOMENDACIONES

1. Debido a que los operarios de ésta área de trabajo utilizan químicos nocivos para la salud es recomendable que el departamento de ingeniería realice un reglamento de uso del equipo de protección y que el jefe de turno obligue a los operarios a que los usen con sanciones que pueden llegar al despido en caso de desobediencia.
2. El departamento de mantenimiento debe mantener un stock de repuesto con máximos y mínimos para poder llevar a cabo todas las actividades del mantenimiento preventivo y no se produzcan pérdidas de tiempo en la reparación de las máquinas porque no cuentan con un repuesto, hay que involucrar al departamento de compras para que se responsabilicen por hacer las cotizaciones y compra directa de los repuestos.
3. Para lograr una mejor operación de las máquinas es necesario que la alta gerencia responsabilice al departamento de producción para que envíe en forma intercalada a los operarios a recibir cursos técnicos en el Intecap, pues, esta institución ofrece buenos programas educativos y con gran similitud a la tecnología que utilizan las máquinas del proceso.
4. En el momento que no se utilice el mecanismo para reducir del desperdicio de algodón, es recomendable correrlo hacia la prensa portamateriales para que el polipasto o grúa no se atasque en el carril

por presencia del mecanismo, es obligación del jefe de turno supervisar que los operarios realicen esta operación.

- 5 Se recomienda que el departamento de mantenimiento corra las arandelas o agarraderas de los platos portamateriales con equipo de soldadura inoxidable para que cuando se prene con el dado prensador no las aplaste.

REFERENCIAS

1. **MANUAL DE PLANEACIÓN**, Algodón superior S.A.
2. Niebel Benjamín W., **INGENIERÍA INDUSTRIAL, MÉTODOS, TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**, Editorial Mcgraw-hill, 1996 página 7
3. Niebel Benjamín W., **INGENIERÍA INDUSTRIAL, MÉTODOS, TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**, Editorial Mcgraw-hill, 1996 página 11
4. Niebel Benjamín W., **INGENIERÍA INDUSTRIAL, MÉTODOS, TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**, Editorial Mcgraw-hill, 1996 página 2
5. Abraham, Camilio Jajania, **MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL**, Editorial Limusa, 2da. Edición, México 1991, página 13
6. Abraham, Camilio Jajania, **MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL**, Editorial Limusa, 2da. Edición, México 1991, página 66
7. **MANUAL DE NEUMÁTICA E HIDRÁULICA**, Instituto técnico de capacitación (INTECAP), 1998, página 2
8. <http://www.elprisma.com/mantenimientopreventivo>
9. <http://www.elprisma.com/mantenimientopreventivo>
10. Kirk, **MANUAL DEL INGENIERO QUÍMICO**, volumen 1, página. 842
11. Wark, Kenneth, **TERMODINÁMICA**, Editorial Mcgraw-hill, 6ta. Edición, España 2001, página 824.

BIBLIOGRAFÍA

- Abraham, Camilio Jajania, **MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL**, Editorial Limusa, 2da. Edición, México 1991.
- **CODIGO DE SALUD**, ministerio de salud pública y asistencia social.
- Criollo, Roberto García, **MEDICIÓN DEL TRABAJO**, Editorial Mcgraw-hill, 1995.
- <http://www.elprisma.com/graficadegantt>
- <http://www.elprisma.com/mantenimientopreventivo>
- Kirk, **MANUAL DEL INGENIERO QUÍMICO**, volumen 1.
- **LEY DE PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE**, Ministerio de Ambiente y Recursos naturales (MARN).
- **MANUAL DE NEUMÁTICA E HIDRÁULICA**, Instituto técnico de capacitación (INTECAP), 1998.
- Niebel, Benjamín W., **INGENIERÍA INDUSTRIAL, MÉTODOS TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**, Editorial Mcgraw-hill, 1996.
- Torres, Sergio Antonio, **MANUAL DEL CURSO DE INGENIERÍA DE PLANTAS**, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2000.
- Wark, Kenneth, **TERMODINÁMICA**, Editorial Mcgraw-hill, 6ta. Edición, España 2001.

APÉNDICE

CÓDIGO DE SALUD, DESECHOS SÓLIDOS

Artículo 103. **Disposición de los desechos sólidos.** Se prohíbe arrojar o acumular desechos sólidos de cualquier tipo en lugares no autorizados, alrededor de zonas habitadas y en lugares que puedan producir daños a la salud a la población, al ornato o al paisaje, utilizar medios inadecuados para su transporte y almacenamiento o proceder a su utilización, tratamiento y disposición final, si la autorización municipal correspondiente, la que deberá tener en cuenta el cumplimiento de las medidas sanitarias establecidas para evitar la contaminación del ambiente, específicamente de los derivados de la contaminación de los afluentes provenientes de los botaderos de basura legales o clandestinos.

Artículo 104. **Lugares inadecuados.** Si el Ministerio de salud comprobara que existen lugares donde se estén depositando desechos sólidos sin llenar los requisitos de la presente ley, deberán ser trasladados a otros lugares que cumplan con los requisitos sanitarios, con base a un programa que de común acuerdo establezcan las municipalidades respectivas y el Ministerio de Salud.

Artículo 107. **Desechos sólidos de la industria y comercio.** Para el almacenamiento, transporte, reciclaje y disposición de residuos y desechos sólidos, así como los residuos industriales peligrosos, las empresas industriales

deberán contar con sistemas adecuados según la naturaleza de sus operaciones, especialmente cuando la peligrosidad y volumen de los desechos, no permitan la utilización del servicio ordinario para la disposición de los desechos generales. El Ministerio de salud y la municipalidad correspondiente dictaminarán sobre la base del reglamento específico sobre esta materia.

Artículo 219. **Sanciones.** A las infracciones establecidas en este código, sus reglamentos y demás leyes de salud, normas y disposiciones vigentes, se les impondrá las sanciones siguientes:

- Apercibimiento escrito, que formulará el funcionario o empleado debidamente autorizado por el Ministerio de salud, previamente y por escrito, según las reglas procedimentales establecidas en el presente libro.
- Multa, que se graduará entre el equivalente de dos a ciento cincuenta salarios mensuales mínimos vigentes para las actividades no agrícolas, siempre que no exceda el cien por ciento del valor del bien o servicio.
- Cierre temporal del establecimiento por un plazo no menor de cinco días y no mayor de seis meses, con la respectiva suspensión de la licencia sanitaria y, cuando proceda del registro sanitario de referencia de los productos que elabora o comercializa el infractor.
- Clausura definitiva del establecimiento.
- Comiso de las materias primas, alimentos, medicamentos, instrumentos, materiales, bienes y otros objetos que se relacionan con la infracción cometida. Cuando los objetos incautados no sean de lícito comercio, la autoridad decretará su comiso, aún cuando pertenezcan a un tercero.
- Prohibición de ejercer temporalmente alguna actividad y oficio.
- Publicación en los dos diarios de mayor circulación, a costa del infractor, de la resolución firme en la que conste la sanción impuesta, en los casos que establezca el reglamento respectivo.

LEY DE PROTECCION Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE

Artículo 6. El suelo, subsuelo y límites de aguas nacionales no podrán servir de reservorio de desperdicios contaminantes del medio ambiente o radioactivos. Aquellos materiales y productos contaminantes que estén prohibido su utilización en su país de origen no podrán ser introducidos al territorio nacional, salvo para uso científico, tecnológico o comercial, pero en todo caso necesitan autorización de conformidad con las leyes que rijan la materia.

Artículo 31. Las sanciones que la Comisión Nacional del Medio Ambiente dictamine por las infracciones a las disposiciones de la presente ley, son las siguientes:

- a. Advertencia, aplicada a juicio de la Comisión Nacional del Medio Ambiente y valorado bajo un criterio de evaluación de la magnitud.
- b. Tiempo y valorado para cada caso específico para la corrección de factores que deterioran el ambiente con participación de la Comisión en la búsqueda de alternativas viables para ambos objetivos.
- c. Suspensión cuando hubiese variación negativa en los parámetros de contaminación establecidos para cada caso específico por la Comisión Nacional del Medio Ambiente.
- d. Comiso de la materias primas, instrumentos, materiales y objeto que provengan de la infracción cometida, pudiéndose destinar a subasta pública o su eliminación cuando fueren nocivos al medio ambiente.
- e. La modificación o demolición de construcciones violatorias de disposiciones sobre protección y mejoramiento del medio ambiente.
- f. El establecimiento de multas para restablecer el impacto de los daños causados al ambiente, valorados cada cual en su magnitud.

- g. Cualquier otras medidas tendientes a corregir y reparar daños causados y evitar la continuación de actos perjudiciales al medio ambiente y los recursos naturales.

