



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

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA NEUMÁTICO PARA EL AUMENTO DE
LA PRODUCTIVIDAD DE ACABADOS ESPECIALES MEDIANTE LIJA EN
UNA FÁBRICA DE PANTALONES**

Max Estuardo López Ordóñez

Asesorado por el Ing. Herman Biceldo Quezada Elías

Guatemala, mayo de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA NEUMÁTICO PARA EL AUMENTO DE
LA PRODUCTIVIDAD DE ACABADOS ESPECIALES MEDIANTE LIJA EN
UNA FÁBRICA DE PANTALONES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

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

MAX ESTUARDO LÓPEZ ORDÓÑEZ

ASESORADO POR EL ING. HERMAN BICELDO QUEZADA ELÍAS

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

GUATEMALA, MAYO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. William Abel Aguilar Vásquez
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
EXAMINADOR	Ing. Hernán Leonardo Cortés Urioste
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:

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA NEUMÁTICO PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE ACABADOS ESPECIALES MEDIANTE LIJA EN UNA FÁBRICA DE PANTALONES,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 19 de septiembre de 2005.

Max Estuardo López Ordóñez.

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS	Por Concederme el don de la vida y Guiarme por los senderos del bien.
MIS PADRES	Alvia Teresa Ordóñez Cifuentes y Axel Sergio Danilo Ordóñez Cifuentes.
MIS HERMANOS	Hernán, Alejandra, Salome, Rosmery, Jorge y Pedro.
MI NOVIA	Susana Maria Aroche Mendoza.
MIS TÍAS	Noemí, Silvia y Paulina.
AL DOCTOR	German Schell Bartleth.

AGRADECIMIENTOS A:

- DIOS** Por las maravillas, por la larga vida y por hacerme un hombre de bien.
- MI MAMÁ** Gracias por la vida, la esperanza y alma. Eres la lluvia tierna y pura que con candor me ha cuidado.
- DANILO** Por estar siempre a mi lado y apoyarme.
- MIS HERMANOS** Por compartir alegrías y apoyarnos mutuamente.
- SUSANA** Por ser la compañera ideal, con todo mi amor y respeto.
- MI ASESOR** Ing. Herman Biceldo Quezada Elías.
Gracias por su asesoría.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XIII
GLOSARIO.....	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1. Presentación de la empresa.....	1
1.1.1. Misión de la empresa.....	2
1.1.2. Visión de la empresa.....	2
1.2. Objetivos de la empresa.....	2
1.2.1. General.....	2
1.2.3. Específicos.....	2
1.3. Ubicación de la empresa.....	3
1.4. Estrategias de la empresa.....	3
1.5. Funciones del departamento de acabados especiales.....	4
1.5.1. Auditores de calidad.....	4
1.5.2. Paqueteros.....	5
1.5.3. Coordinadores de acabados especiales.....	5
1.5.4. Operarios.....	6
1.5.5. Jefe de turno.....	6
1.5.6. Jefe de producción.....	7
1.5.7. Encargados de WIP.....	7
1.6. Acabados especiales.....	8

2.4.2. Costo por unidad de proceso.....	29
2.4.3. Costo en materiales para la elaboración de acabados especiales.....	30
2.5. Procesos no deseados en los acabados especiales.....	30
2.5.1. Lijado a mano intenso.....	30
2.5.2. Lijado a mano leve.....	31
2.5.3. Destrucción intensa.....	32
2.5.4. Destrucción leve.....	33
2.6. Seguridad en las condiciones laborales.....	34
3. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA NEUMÁTICO.....	35
3.1. Implementación de un sistema neumático.....	35
3.1.1. Evaluación de alternativas.....	36
3.1.1.1. Maniqués neumáticos.....	38
3.1.1.2. Motores de destrucción.....	39
3.1.2. Selección de la mejor alternativa.....	39
3.2. Automatización del proceso de acabados especiales.....	41
3.3. Diagramas del proceso.....	42
3.3.1. Diagrama de operaciones.....	43
3.3.2. Diagrama de recorrido.....	47
3.3.3. Diagrama de flujo.....	49
3.4. Aumento de la capacidad del proceso.....	51
3.4.1. Eficiencia y productividad.....	52
3.4.2. Ritmo de producción.....	54
3.5. Evaluación financiera.....	54
3.5.1. Costo por jornada de trabajo laborada.....	54
3.5.2. Costo por unidad en proceso.....	55
3.5.3. Cálculo del Valor Presente Neto (VPN).....	55

3.5.4. Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR).....	56
3.5.5. Ahorro neto en el proceso.....	57
3.6. Seguridad en las condiciones laborales.....	57
4. IMPLEMENTACIÓN.....	59
4.1. Automatización del proceso de acabados especiales.....	59
4.1.1. Análisis y preparación del maniquí neumático.....	59
4.1.2. Diseño del maniquí neumático.....	60
4.1.3. Diseño del sistema neumático de la automatización.....	63
4.1.4. Instalación de las redes neumáticas.....	66
4.1.5. Instalación de las redes eléctricas.....	68
4.2. Instalación electro-neumáticas.....	68
4.2.1. Pasos para la conexión neumática.....	69
4.2.2. Pasos para la conexión eléctrica.....	71
4.3. Funcionamiento del maniquí neumático.....	72
4.3.1. Panel de control.....	72
4.3.1.1. Encendido del maniquí.....	73
4.3.1.2. Elevación del maniquí.....	74
4.3.1.3. Inclinación del maniquí.....	74
4.3.1.4. Giro del maniquí.....	75
4.3.1.5. Entrada de aire al caucho.....	75
4.3.1.6. Salida de aire del caucho.....	75
4.4. Materiales para la elaboración del maniquí neumático.....	76
4.4.1. Costos empleados en la elaboración del maniquí Neumático.....	79
5. MEJORA CONTÍNUA.....	83
5.1. Mantenimiento de la unidad automatizada.....	83
5.1.1. Sistema neumático.....	83

5.1.2. Sistema eléctrico.....	84
5.1.3. Aspectos generales.....	87
5.2. Índices de evaluación del mantenimiento.....	88
5.2.1. Sistemas de confiabilidad.....	91
5.2.2. Eficiencia y productividad de la mano de obra.....	94
5.3. Capacitación.....	94
5.3.1. Operarios.....	95
5.3.2. Jefes de producción.....	95
5.3.3. Personal de mantenimiento.....	96
CONCLUSIONES.....	101
RECOMENDACIONES.....	103
BIBLIOGRAFÍA.....	105
APÉNDICE.....	107

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Acabado especial Bigotes de Gato.	9
2	Acabado especial líneas inclinadas en entre pierna.	10
3	Acabado especial línea al centro del pantalón.	11
4	Acabado especial destrucción en ruedo de pantalón.	12
5	Acabado especial destrucción en costado de pantalón.	13
6	Acabado especial destrucción en bolsillo.	14
7	Acabado especial lijado a mano completo.	15
8	Acabado especial de entorchado	16
9	Diagrama de recorrido para el proceso de acabados especiales de la empresa estudiada.	20
10	Diagrama de flujo del acabado especial de lijado a mano	23
11	Diagrama de flujo del proceso de acabado especial de destrucción	24

12	Diagrama de flujo del proceso de acabado especial de línea inclinada en entrepierna	25
13	Muestra de prenda con proceso no deseado de lijado a mano intenso	31
14	Muestra de prenda con proceso no deseado de lijado a mano leve	32
15	Muestra de prenda con proceso no deseado de destrucción intensa	33
16	Muestra de prenda con proceso no deseado de destrucción leve.	34
17	Diagrama de operación para el acabado de lijado a mano al implementar un sistema neumático.	44
18	Diagrama de operación para el acabado de lijado de bigotes de gato al implementar un sistema neumático.	45
19	Diagrama de operación para el acabado de lijado de línea en entrepierna al implementar un sistema neumático.	46
20	Diagrama de recorrido para el área de acabados especiales al implementar el sistema neumático.	48
21	Diagrama de flujo para el proceso de lijado a mano al implementar el sistema neumático.	49

22	Diagrama de flujo para el proceso de línea inclinada en entrepierna al implementar el sistema neumático.	50
23	Vista frontal de la estructura general del maniquí neumático	61
24	Vista lateral de la estructura general del maniquí neumático	62
25	Perfil de válvulas neumáticas del maniquí	65
26	Circuito neumático del maniquí	70
27	Circuito eléctrico para el área de motores de destrucción y compresor	71
28	Diagrama del panel de control del maniquí neumático	73
29	Proceso para definir e identificar mejores prácticas de mantenimiento	93

TABLAS

I	Eficiencia y productividad de los acabados especiales, según el método actual.	26
II	Ritmo de producción por área y operario de los acabados especiales, según método actual	27
III	Eficiencia y productividad en el área de acabados especiales, con la implementación del sistema neumático.	53
IV	Ritmo de producción por área y operario en los acabados especiales, con la implementación del sistema neumático	54
V	Datos calculados del Valor Actual Neto, para la automatización del área de acabados especiales.	56
VI	Datos calculados de la Tasa Interna de Retorno, para la automatización del área de acabados especiales.	57
VII	Listado de materiales utilizados en la elaboración de un maniquí neumático.	76
VIII	Listado de precios unitarios y total de los materiales utilizados para la elaboración del maniquí neumático.	79
IX	Formato de mantenimiento de maniqués neumáticos para seguimiento y corrección.	97

X	Formato de mantenimiento del sistema eléctrico del maniquí neumático para seguimiento y corrección.	98
XI	Formato de mantenimiento del motor de destrucción para seguimiento y corrección.	99
XII	Estadísticas de tiempos en los diferentes acabados especiales, según estudio de tiempos	108

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Descripción
Pant.	Pantalones
hr.	Hora
/	Por
min.	Minutos
Q	Quetzales
kPa	Kilo pascales
bar.	Bares de presión
N	Newton
Psi	Libras por pulgada cuadrada
m.	Metros
SBI	Sistema balanceado de indicadores

GLOSARIO

Calidad	Es una fijación mental del consumidor que asume conformidad con un producto o servicio determinado, que solo permanece hasta el punto de necesitar nuevas especificaciones. Es la percepción que el cliente tiene del mismo
Corte	Grupo de 250 unidades identificadas con código y estilo para su seguimiento.
Chasis	Estructura que sostiene y aporta rigidez y forma al maniquí neumático.
Desfogar	Dar salida violentamente a algo.
Desgaste	Abrasión ocasionada a las fibras del pantalón, por la fricción generada por una lija.
Dilación	Retraso o demora de algo por un tiempo
Electrolisis	Consiste en la descomposición mediante una corriente eléctrica de sustancias ionizadas denominadas electrolitos.

Estándar	Es una especificación que regula la realización de ciertos procesos o la fabricación de componentes para garantizar la interoperabilidad
Golpe de ariete	Es el principal causante de averías en tuberías e instalaciones hidráulicas.
Industria textil	Es el nombre general que se da al sector de la economía dedicado a la producción de ropa, tela, hilo, fibra y productos relacionados.
Maniquí	Modelo del cuerpo humano usado especialmente para modelar ropa.
Mantenimiento	Combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión, durante el ciclo de vida de un elemento, destinadas a conservarlo o devolverlo a un estado en el cual pueda desarrollar la función requerida.
Modulo	Conjunto de maniquís neumáticos que forman una línea de producción.
Mota	También conocida como pelusa. Fibras de tela que son desprendidas por el desgaste ocasionado por la lija a las prendas .

Paquetes	Grupos por talla de las piezas que conforman un corte.
Purga	Limpiar o purificar una cosa, eliminar lo que se considera malo o perjudicial.
Reprocesar	Corregir imperfecciones en piezas de producción por no cumplir los estándares de calidad.
Servicio	Es un conjunto de actividades que buscan responder a una o más necesidades de un cliente.
Talla	Indicador de medidas de las prendas de trabajo.
Transductor	Es un dispositivo capaz de transformar o convertir un determinado tipo de energía de entrada, en otra diferente de salida.
WIP	Nivel de inventario de prendas rígidas y procesadas.

RESUMEN

En general se realizó una presentación de la institución y las funciones del departamento de acabados especiales. Describiendo el proceso de la realización del acabado especial mediante lija, el cual incluye diversos tipos, los cuales son descritos y clasificados de acuerdo a su forma.

Se analizó la forma en que se efectúan actualmente los procesos de acabados especiales. Se analizaron los diagramas del proceso así como la eficiencia y productividad en esta área, como también, la capacidad actual del proceso conjuntamente con el de la maquinaria y el equipo utilizado para el proceso, indicando algunas de las causas perjudiciales que se tienen debido a su utilización.

Se presenta la propuesta de la implementación de maniqués neumáticos conjuntamente con la evaluación y selección de la mejor alternativa, además se propone la automatización para la alternativa seleccionada. Presentándose y explicándose a detalle la mejor alternativa, logrando una optimización de recursos y una maximización en la productividad. Se incluyen los diagramas del proceso, propuestos después de efectuada la automatización, así como el cálculo y propuesta para definir estaciones de trabajo, con la respectiva productividad y eficiencia obtenida, mediante dichos diagramas. También un análisis del mejoramiento de la seguridad de las condiciones laborales del proceso, como consecuencia de las aplicaciones de las opciones propuestas.

La automatización incluye el proceso necesario para realizarla y llevarla a cabo, además incluye el procedimiento para desarrollar la instalación

neumática, incluyendo los pasos para las conexiones neumáticas y eléctricas, también se incluyen los procedimientos para operar el maniquí ya automatizado. Desarrollando un programa de mantenimiento de la unidad automatizada que permita obtener un funcionamiento adecuado y continuo.

OBJETIVOS

- **General**

Aumentar la productividad en el área de acabados especiales, mediante lija en una fabrica de pantalones a través de un rediseño por medio de la implementación de maniqués neumáticos y de una reestructuración de las operaciones y de los diagramas de proceso.

- **Específicos**

1. Describir el equipo y la maquinaria utilizada en el proceso de acabados especiales realizados mediante lija.
2. Realizar un análisis de los diagramas del proceso actual para conocer la forma en que se efectúan los acabados especiales de pantalones, con el propósito de implementar mejoras.
3. Desarrollar un plan de mantenimiento de la unidad automatizada para lograr un funcionamiento adecuado continuo.
4. Caracterizar los problemas que se pueden presentar cuando se realizan los acabados especiales, con la finalidad de presentar soluciones factibles.

5. Elaborar los diagramas de flujo y de proceso de acabados especiales una vez realizada la automatización, para determinar las actividades, operaciones y tiempos.
6. Diseñar e implementar la automatización en el proceso de la elaboración de acabados especiales en los pantalones.
7. Establecer una metodología correcta para obtener un incremento en la capacidad del proceso de acabados especiales, mediante la utilización de los maniqués neumáticos.

INTRODUCCIÓN

Conscientes de la importancia de la utilización de la tecnología, con el fin de mejorar los procesos productivos, se observa la gran importancia introducirlos en el proceso de producción de la industria textil, como una fábrica de pantalones. Se sabe que conjuntamente con la tecnología avanzan las exigencias por lograr procesos cada vez más productivos, que brinden una calidad óptima deseada para la satisfacción de los clientes. Para ello, es necesario diseñar procesos productivos sistematizados, obteniendo, mediante la integración de ambos cambios, un rediseño de procesos completo, que permite una mejora real y continua.

Debido a la importancia que juega la tecnología para poder lograr una ventaja competitiva en el mercado, cabe mencionar que la empresa para la que se propone el rediseño del proceso se dedica a la fabricaciones de pantalones que se integra dentro del ramo textil de la industria, razón por la cual es de importancia contar con sistemas automatizados para el desarrollo de procesos que permitan obtener dicha ventaja competitiva sostenible, debido a la gran cantidad de industrias en el país dedicadas a este ramo.

Por esta razón, el presente trabajo pretende hacer llegar de manera práctica, sencilla y profesional el procedimiento adecuado, que permita la realización de la automatización neumática y el rediseño para las operaciones del proceso en el área de acabados especiales, mediante lija.

Además, se puede resaltar que dicho aporte servirá de marco referente para aquellos interesados en adquirir conocimientos básicos sobre la automatización de procesos con objeto de mejorar en el área productiva del ramo textil.

El tipo de automatización realizada, además de ser característica de una fábrica de pantalones, puede adaptarse para obtener resultados similares en cualquier área de la industria textil, con el objeto de lograr ventajas competitivas en su mercado meta específico.

1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA

1.1. Presentación de la empresa

La empresa donde se efectuó el rediseño del proceso de acabado especial mediante lija es líder en nuestro país en lo que se refiere a la fabricación de pantalones de prestigiosas marcas. Esta empresa tiene la particularidad de no ser considerada una maquila, sino una industria del ramo textil, ya que se dedica exclusivamente a la fabricación de estas prendas, por pedido.

Fue fundada en Guatemala en 1992, y desde entonces se ha convertido en la empresa líder en el país en lo que respecta a la elaboración de pantalones. Además, es considerada entre las mejores y más grandes plantas de toda Latinoamérica.

Su producto abarca un mercado específico, ya que trabaja con marcas establecidas, quienes proponen las especificaciones del producto, y la empresa es la encargada de elaborar las prendas con base en estas especificaciones.

Una particularidad de esta empresa es que los productos que fabrica no están destinados para el mercado interno, sino que son exportados a otros países, como Estados Unidos, Japón y algunos de Europa, debido a que las marcas con que se trabaja pertenecen a estos mercados internacionales.

Además, cuenta con la mejor tecnología en lo que respecta a la fabricación de pantalones, y representa una fuente de trabajo para más de 8,000 empleados de la ciudad de Guatemala.

1.1.1. Misión de la empresa

Proporcionar el servicio de elaboración de prendas de lona, desarrollando métodos nuevos y novedosos en la elaboración de acabados especiales, de alta calidad, con la finalidad de alcanzar nuestros objetivos y metas trazadas.

1.1.2. Visión de la empresa

Ser la empresa líder en América, proporcionando un servicio completo en la elaboración de pantalones con excelente calidad y en el menor tiempo, para satisfacer las necesidades de nuestros clientes.

1.2. Objetivos de la empresa

1.2.1. General

Satisfacer las necesidades de los clientes internos y externos exportando producto dentro de las especificaciones de calidad, desarrollando una cultura de calidad en los empleados liderando con el compromiso; desarrollándolos y motivándolos haciendo que nuestro trabajo se haga bien desde la primera vez.

1.2.2. Específicos

- Proporcionar un servicio de calidad cumpliendo con los estándares y requerimientos del cliente.
- Ser la empresa líder en la elaboración de pantalones en América, con el compromiso de calidad y cumplimiento a tiempo.

- Ser la empresa líder en elaborar y desarrollar métodos nuevos y novedosos en la elaboración de acabados especiales en pantalones.

1.3. Ubicación de la empresa

La empresa se encuentra ubicada en la zona industrial I-11, que de acuerdo a reglamento municipal, se encuentra a partir de la intersección de la 2ª. Calle zona 7, o antigua carretera a Mixco y la Calzada “San Juan”, hacia el Poniente por esta última hasta la 40 avenida; luego por medio de una diagonal de rumbo sur-poniente buscará el cruce de la 38 avenida y 2ª calle zona 7; luego por medio de esta última hacia el poniente hasta la 39 avenida, luego hacia el sur, pasando de la zona 7 a la 11 hasta alcanzar la orilla del barranco hacia el Oriente entre las lotificaciones “ Toledo” y “ Jardines de Uatlán II” hasta la calzada Roosevelt, hacia el norte por medio del lindero poniente de la lotificación “Jardines de Uatlán I” pasando ahora de la zona 11 a la 7 hasta la 2ª. calle de esta última, para que por medio de dicha 2ª. calle hacia el oriente hasta alcanzar el punto de origen de la descripción.

1.4. Estrategias de la empresa

Dentro de las estrategias que se presentan se tiene el mantenimiento de los niveles de demanda y clientes a través de la implementación de nuevas y novedosas técnicas en la elaboración de pantalones y elaboración de acabados especiales, manteniendo y mejorando en la mayoría de casos los estándares y niveles de calidad.

El compromiso y cumplimiento en tiempo del producto con los clientes a través de la incrementación de velocidades de procesos con la consigna del mantenimiento o mejora de los estándares de calidad.

Estabilidad de las plantas de producción y niveles de demanda aceptables, con diversidad de productos y procesos, para mantener la continuidad dentro de las mismas.

1.5. Funciones del departamento de acabados especiales

El departamento de acabados especiales mediante lija tiene el objetivo primordial de brindar una apariencia sin distorsiones y con la mayor calidad en los pantalones sometidos a dicho proceso, brindando una apariencia y consistencia permanente en determinadas partes del pantalón. Por ello el departamento se divide en dos centros de trabajo, las cuales son: el centro principal, en donde se realiza el acabado especial mediante lijado a mano para poder darle el efecto de desgaste a la prenda, y el centro de trabajo en donde se realizan acabados diversos tales como desgaste a través de motores, engrapado a través de máquinas engrapadoras y entorchado el cual tiene como función primordial lograr un acabo o apariencia que supone un tipo de arruga permanente en determinadas áreas del pantalón. Este tipo de acabado se realiza por medio de especificaciones de los clientes. Para llevar a cabo su función principal, el departamento de acabados especiales mediante lija está integrado por siete elementos que, al cumplir con sus propias funciones, permiten el cumplimiento de los objetivos del departamento.

1.5.1. Auditores de calidad

Tiene como función:

- Revisar que el estándar a procesar coincida con la producción programada
- Auditar las unidades al cien por cien en cada uno de los acabados, dentro de las líneas de producción e informar al supervisor de producción de cualquier anomalía en las unidades procesadas.

- Auditar una muestra aleatoria de las prendas con el conjunto de acabados especiales finalizados de acuerdo al requerimiento del estilo.
- Explicar como se debe realizar el acabado especial para un determinado estilo
- Una vez terminado de procesar un corte, debe de realizar la carátula de aceptación de calidad para que este sea recepcionado en la siguiente área
- Es el encargado de determinar si un corte necesita ser o no reprocesado por problemas de calidad.

1.5.2. Paqueteros

Tienen como funciones:

- Alimentar a todos los operarios con piezas para procesar
- Llevar un registro de las cantidades de unidades ingresadas a cada operario de las distintas líneas de producción
- Informar a los operarios qué programa se va a utilizar para cada corte
- Llevar todos los carros de carga con piezas ya procesadas a el área de cuadro para unificar y cuadrar el corte
- Separar por talla el corte procesado para poder entregarlo al siguiente proceso
- Informar al supervisor de cualquier problema o eventualidad que surja.

1.5.3. Coordinadores de acabados especiales

Tienen las siguientes responsabilidades:

- Mantener al día las hojas de control del departamento, producción general, producción por cliente, producción por hora
- Mantener control del estatus de los cortes de producción antes de ingresar a producción y después de finalizado el turno

- Recopilar la información de las unidades procesadas por modulo de los operarios en el día
- Reportar al jefe de turno las horas extras de cada jornada
- Informar al supervisor que corresponda cuándo se pueda ingresar un corte a el área de proceso
- Entregar y recibir cuadernillos de asistencia.

1.5.4. Operarios

Tienen las siguientes atribuciones:

- Procesar las prendas según especificaciones y requerimientos de los diferentes tipos de pantalones según el cliente específico
- Tener dominio de los procesos bigotes de gato, líneas inclinadas en la entrepierna y al centro del pantalón, destrucciones, además del entorchado y engrapado
- Entregar las piezas después de haber sido procesadas y acomodarlas de tal forma que no se confundan las diferentes tallas ni los paquetes
- Tener conocimiento previo de cada tipo de acabado especial (confirmar con el supervisor)

1.5.5. Jefe de turno

Tiene como función:

- Coordinar la producción y controlar la calidad
- Corroborar con el auditor de calidad si se puede iniciar con el proceso de producción en base a las especificaciones del cliente
- Al momento en que el alimentador le informa que ya puede iniciar el lijado de la producción, debe cerciorarse en la papelería respectiva sobre las

especificaciones del estilo y la información correspondiente a la cantidad total del corte

- Llevar a los encargados de calidad la papelería del corte que se está iniciando
- Supervisar la producción en la línea de trabajo para no tener retrasos en la producción
- Mantener orden y limpieza dentro de el área de trabajo
- Controlar la maquinaria en caso de desperfecto auxiliándose con el departamento de mantenimiento
- Mantener una relación directa con el personal operativo, informándole claramente de los objetivos, metas y eficiencias producidas y esperadas por día
- Firmar al Jefe de producción la hoja de control cuando se ingrese un corte ya corroborado por el auditor de calidad.
- Llevar el control de ingresos y egresos firmados de cortes no cuadrados y cuadrados que se ingresan en el área

1.5.6. Jefe de producción

Tiene las siguientes funciones:

- Dar seguimiento a las prioridades de producción y a las programaciones realizadas por el área de planificación
- Coordinar las actividades de los jefes de turno con respecto a calidad, producción, procesos o estilos nuevos
- Asegurarse de que se cumplan las normas y procedimientos establecidos.

1.5.7. Encargados de WIP

Tienen como funciones específicas:

- Realizar el cuadro de cada corte conjuntamente con el encargado de cuadrar y separar por talla en el área de conteo
- Hacer auditoria de revolvimiento de cortes, piezas sin corte y otros
- Informar al alimentador del estado del corte
- Corroborar que la información recopilada del corte coincida con la información de ruta que aparece documentada en los estándares de producción.
- Acomodar adecuadamente las tallas en los carros de carga o tapas para un mejor manejo del paquetero
- Informar al jefe de turno de cualquier problema o eventualidad

1.6 Acabados especiales

Estos son los procesos en los cuales se realizan diferentes formas o figuras en los pantalones a través de lija de una forma manual o mediante maquinaria con los cuales se logra obtener un acabado especial en el pantalón, dependiendo de especificaciones bien definidas por el cliente, puede llevar desde uno hasta varios procesos. Para la realización de este proceso pueden intervenir las siguientes etapas.

1.6.1 Bigotes de gato

Es una etapa que tiene como objetivo la marcación de líneas paralelas horizontales en la parte posterior a la altura de las bolsas de la prenda a través de lija y dependiendo del estilo del pantalón así será la intensidad que se le dé. Esto se lleva a cabo en el área de lijado a mano y de acuerdo a las especificaciones del cliente se realizaran la cantidad necesaria de bigotes de gato y la separación entre cada uno de ellos. También es conocido este proceso con el nombre de *Whikers*.

Figura 1. Acabado especial Bigotes de Gato.



FUENTE: obtención propia.

1.6.2. Líneas inclinadas en la entrepierna

Esta es una etapa que tiene como objetivo la marcación de líneas inclinadas en la parte de la entrepierna del pantalón y dependiendo del estilo así será la altura, separación e intensidad de lijado a la que se realizaran en la prenda. Esto se lleva a cabo en el área de lijado a mano y de acuerdo a las especificaciones del cliente se realizaran la cantidad necesaria de líneas inclinadas. También es conocido este proceso con el nombre de *Chevron*.

Figura 2. Acabado especial líneas inclinadas en entre pierna.

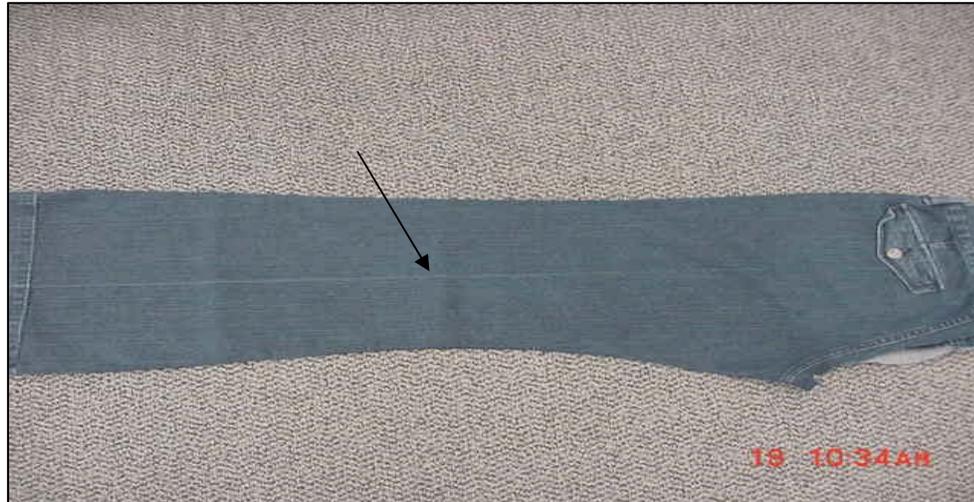


FUETE: Obtención propia.

1.6.3. Líneas al centro del pantalón

Esta etapa tiene como objetivo la marcación de una línea vertical centrada ya sea en la parte delantera o trasera de la pierna del pantalón que va desde arriba de la costura del ruedo hasta la altura de la rodilla y dependiendo del estilo y especificaciones del cliente así será la intensidad de lijado a la que se realizara. Esto se lleva a cabo en el área de lijado a mano a través de un tubo y de acuerdo a las especificaciones del cliente se realizara ya sea en la parte delantera o trasera.

Figura 3. Acabado especial línea al centro del pantalón.



FUENTE: Obtención propia.

1.6.4. Destrucción

Esta etapa debe de ser realizada a través de motores eléctricos en los cuales se encuentra una lija adherida para que exista un mayor desgaste de la prenda, el cual puede ser localizado en diferentes áreas del pantalón como el ruedo, los costados y en el área de las bolsas ya sea en la parte delantera o trasera y depende del estilo que se desee procesar así será la intensidad y tamaño del desgaste.

1.6.4.1. Destrucción en ruedo

Esta consiste en el desgaste del ruedo del pantalón ya sea en intervalos o de una manera corrida con una intensidad dependiendo de las especificaciones del estilo que se desee trabajar. Este acabado también es conocido con el nombre de *grinding* en ruedo.

Esta puede ser realizada con dos tipos de motores dependiendo de la intensidad deseada: con un motor eléctrico estacionario se obtiene una mayor intensidad y requiere menor precisión por parte del operario, a diferencia del motor neumático con el que se requiere una mayor precisión por parte del operario; con este último se puede trabajar el ruedo del pantalón sin cortar las costuras del mismo.

Figura 4. Acabado especial destrucción en ruedo de pantalón.



FUENTE: Obtención propia.

1.6.4.2. Destrucción en costados

Esta consiste en el desgaste de los costados del pantalón ya sea en intervalos o de una manera corrida con una intensidad dependiendo de las especificaciones del estilo que se desee trabajar. Este acabado también es conocido con el nombre de *grinding* en los costados del pantalón y es realizado a través de los motores neumáticos brindando una mayor precisión por parte

del operario, trabajando el costado del pantalón sin cortar las costuras del mismo.

Figura 5. Acabado especial destrucción en costado de pantalón.



FUENTE: obtención propia.

1.6.4.3. Destrucción en bolsas

Esta consiste en el desgaste de las bolsas del pantalón ya sea en intervalos o de una manera corrida con una intensidad dependiendo de las especificaciones del estilo que se desee trabajar, ya sea en las bolsas traseras o delanteras. Este acabado también es conocido con el nombre de *grinding* en bolsas. Puede elaborarse con el motor neumático y eléctrico.

Figura 6. Acabado especial destrucción en bolsillo.



FUENTE: Obtención propia.

1.6.5. Lijado a mano

Es una etapa que tiene como objetivo la marcación de un lijado general ya sea de la pieza completa o parte de la misma, la cual puede llevar la forma de alguna figura (Teléfono) o simplemente un lijado que puede realizarse en la parte delantera o trasera en el cual varía el tamaño y la intensidad dependiendo del estilo a trabajar. Cuando es una marcación completa que va desde las bolsas hasta la parte superior del ruedo se llama lijado a mano completo y cuando lleva alguna figura se llama lijado a mano de figura. Esto se lleva a cabo en el área de lijado a mano. Este proceso también es conocido con el nombre de *Hand Brush*.

Figura 7. Acabado especial lijado a mano completo.



FUENTE: Obtención propia.

1.6.6. Entorchado

Este proceso se lleva a cabo mediante la utilización de máquinas entorchadoras, y consiste en colocar un cincho plástico a la altura de la rodilla y luego darle vuelta a la pierna del pantalón creando un efecto de torbellino para que cuando se pase la lija sobre las partes expuestas quede el efecto de venas. Este tipo de aplicación debe hacerse solo bajo especificaciones bien definidas para algunos modelos.

Figura 8. Acabado especial de entorchado



FUENTE: Obtención propia.

1.6.7. Engrapado

Este proceso se lleva a cabo utilizando una engrapadora de grapa plástica. Y consiste en colocar grapas en el pantalón para crear un efecto de tonalidad distinto en la tela de la prenda luego de ser lavada o que pase por otro proceso donde no quiera que se le haga acabado especial.

1.7. Automatización

1.7.1. Definición

La automatización con relación a procesos se puede decir que es aplicar a la industria ciertos procedimientos automáticos, que proporcionan algunas ramas de la ingeniería, como la electrónica, la eléctrica, la mecánica etc., y que facilitan y agilizan enormemente las operaciones.

Mediante la automatización de un proceso podemos lograr pasar de una operación manual a una operación automática que brinde mejores resultados, y lograr con ello una mayor estandarización de procedimientos encaminados a lograr la mayor productividad y eficiencia en el proceso.

1.7.2. Automatización neumática

Al referirnos a la automatización neumática, describimos el procedimiento para convertir un proceso que se efectúa manualmente, en otro proceso que se ha de ejecutar en forma automática, empleando circuitos neumáticos de activación para obtener una serie de seguimientos consecuentes de circuitos que permitan la realización de dichos procedimientos.

Tal proceso se puede llevar a cabo de forma inversa, o mediante una combinación de ambos.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Análisis del proceso de acabados especiales

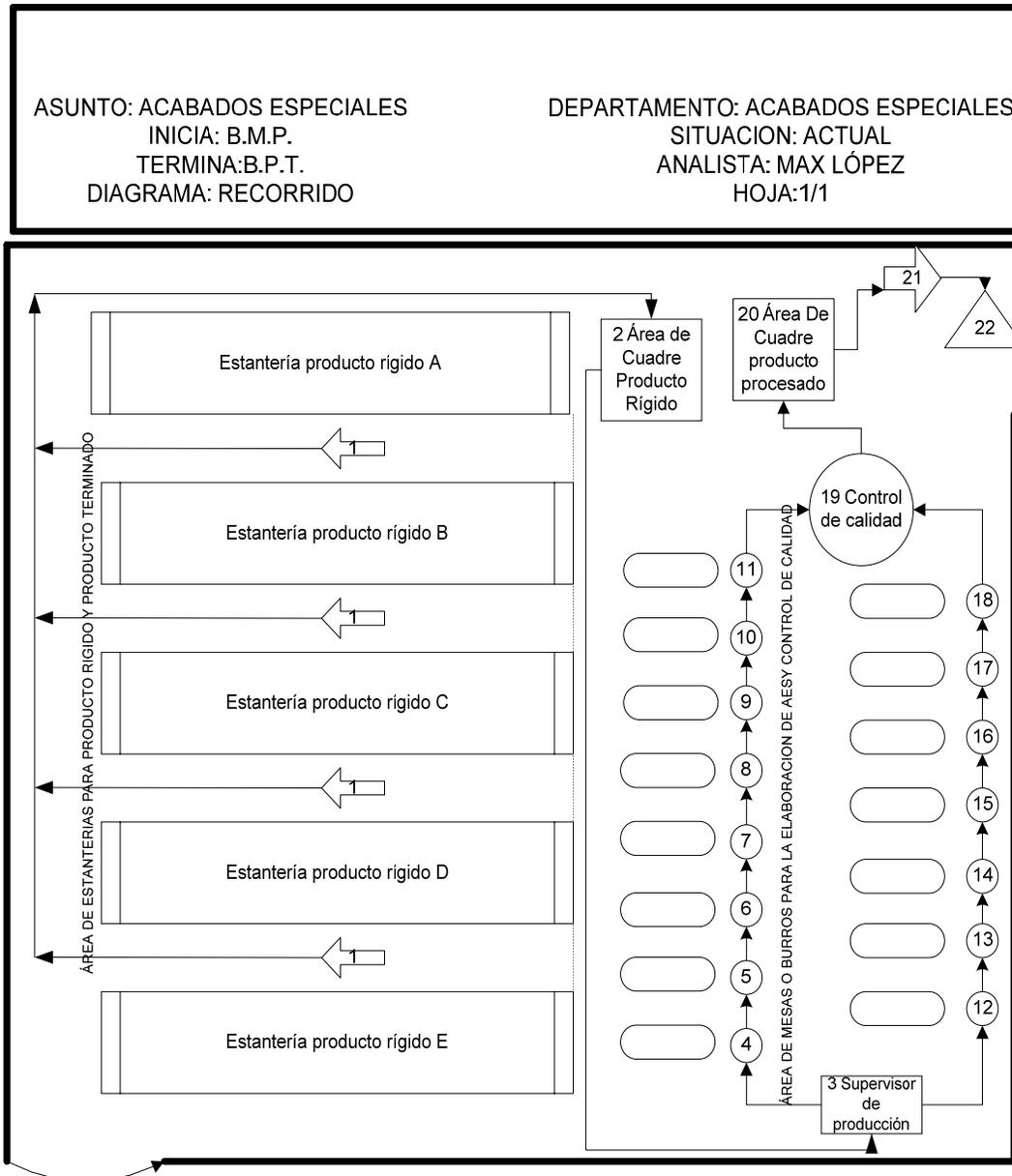
El proceso de acabados especiales representa una operación artesanal realizada para diversos tipos de pantalón. Cabe destacar que no todos los pantalones que se fabrican llevan el mismo tipo de acabado especial.

Este proceso, como se vio anteriormente, consiste en un tipo de desgaste permanente que se proporciona a la prenda en partes específicas como el ruedo, partes delantera y trasera, el intermedio de las piernas y el área inferior de las bolsas delanteras.

Se lleva a cabo en el área de acabados especiales y cuenta para su realización con 15 mesas o burros donde son lijadas las prendas, además de contar con 15 operarios y un supervisor por turno para el funcionamiento de dicha área. Se trabaja 24 horas diarias divididas en 2 turnos de 12 horas cada uno, con una meta trazada de acuerdo al tipo de acabado deseado por turno, por ejemplo: si para un estilo la meta trazada es de 250 pantalones diarios por operario, esto implicar 3,750 pantalones con acabados especiales por turno. Se tiene estimado que un pantalón tarda 6.88 minutos en ser procesado. Además, cada operario realiza los acabados especiales como bigotes de gato y lijado a mano en el pantalón. El moldeo del acabado se realiza manualmente, esto quiere decir que se requiere habilidad para poder desempeñar de una manera satisfactoria el proceso.

2.1.1. Diagrama de recorrido

Figura 9. Diagrama de recorrido para el proceso de acabados especiales de la empresa estudiada.



FUENTE: Elaboración propia.

Como se muestra en la figura 9, el recorrido del producto inicia en la búsqueda del producto en el área de estantería, donde se encuentra el producto rígido, el cual ha ingresado del área de costura y tiene un almacenaje relativamente corto de aproximadamente 1 día; luego el producto es trasladado al área de cuadro donde se cuenta y revisa que este completo en cantidad y tallas, el lote de producto puede variar de acuerdo al corte que halla tenido; el siguiente paso es la movilización hacia las líneas de producción, en donde es transformado y se le da el acabado deseado de acuerdo a las especificaciones del cliente revisadas a través de los auditores de calidad durante el proceso y tomando una muestra aleatoria al final de todos; luego regresa al área de cuadro en donde nuevamente es revisado y contado por talla y por ultimo, es trasladado a bodega de producto terminado del área de acabados especiales en donde se espera el siguiente proceso en su respectivo departamento.

2.1.2. Diagramas de flujo

En la actualidad la utilización de estas herramientas en la industria es de gran importancia, y aun más en procesos en serie o continuos los cuales necesitan ser medidos, controlados y optimizados; ya que se pueden identificar todas las operaciones, inspecciones, materiales, desplazamientos, almacenamientos y demoras comprendidas al elaborar los acabados especiales en los pantalones; se puede visualizar la complejidad de los procesos y lo que es más importante, la comparación entre los métodos actual y propuesto dándonos un mejor panorama de la operación.

2.1.2.1. Diagrama de flujo del acabado especial de lijado a mano

En la figura 10 se refleja el flujo del proceso para 250 pantalones y el tiempo que lleva al ser procesados en el área de lijado a mano completo, tanto en la

parte trasera como delantera; partiendo de la bodega de materia prima, pasando por las líneas de producción, con un tiempo promedio de proceso de 10.74 minutos por unidad tomando en cuenta el tiempo de colocación en la mesa de la prenda, tiempo de lijado a mano trasero y delantero.

2.1.2.2. Diagrama de flujo del acabado especial de destrucción

En la figura 11 se muestra el flujo del proceso para 250 pantalones y el tiempo que lleva procesarlos en el área de destrucción tanto en la parte de bolsas traseras como en las bolsas delanteras; partiendo de la bodega de materia prima, pasando por las líneas de producción con un tiempo promedio de proceso de 2.5066 minutos por unidad tomando en cuenta el tiempo de colocación en el motor de destrucción de la prenda y el tiempo desgaste en bolsas traseras y delanteras.

2.1.2.3. Diagrama de flujo de línea inclinada en entrepierna

En la figura 12 se refleja el flujo del proceso para 250 pantalones y el tiempo que lleva procesarlos en el área de lijado de línea inclinada en entrepierna; partiendo de la bodega de materia prima, pasando por las líneas de producción con un tiempo promedio de proceso de 3.16 minutos por unidad tomando en cuenta el tiempo de colocación en la mesa de la prenda y el tiempo de lijado de la prenda.

Figura 10. Diagrama de flujo del acabado especial de lijado a mano

IDENTIFICACIÓN		RESUMEN	MÉTODO ACTUAL	MÉTODO PROPUESTO	DIFERENCIA
DIAGRAMA DE OPERACIÓN <u>FLUJO DE PROCESO</u>		No. OPERACIONES	3	0	3
OPERACIÓN <u>LIJADO A MANO</u>		No. TRANSPORTE	5	0	5
PLANTA <u>K-6</u> DEPARTAMENTO <u>AES</u>		No. ALMACENAMIENTO	2	0	2
DIAGRAMADO POR: <u>MAX ESTUARDO LÓPEZ O.</u>		No. INSPECCIONES	7	0	7
DIBUJO No. <u>1</u> PARTE No. <u>1</u>		TOTAL TIEMPO	190641.8	0	190641.8
MAQUINA TIPO _____ No. _____		TOTAL DISTANCIA	149.7	0	149.7
COSTO DE INSTALACIÓN _____					

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAJE	INSPECCIÓN	DEMORA	TIEMPO	DISTANCIA
						Seg.	Mts.
1 Almacenaje del producto Rígido en estanterías						00	00
2 Localización y revisión del producto en estanterías						300	00
3 Movilización de producto de estanterías a pasillo a través de montacargas						350	25
4 Colocación de producto en gigante para transportar al área de cuadro						240	00
5 Transporte del producto al área de conteo y cuadro de producto						120	13
6 Conteo e inspección del producto (Revisión por talla)						2700	00
7 Traslado de producto a líneas de producción						70	17
8 Colocación en mesa de trabajo para trabajar parte delantera del pantalón						8750	00
9 Revisión de estándar de producción parte delantera de la prenda por parte del operario						2500	00
10 Lijado de pantalón parte delantera hasta alcanzar intensidad deseada						79050	00
11 Auditoria parte delantera del pantalón por parte de auditor de calidad						11250	00
12 Revisión de estándar de producción parte trasera de la prenda por parte del operario						2500	00
13 Lijado de pantalón parte trasera hasta alcanzar intensidad deseada						68400	00
14 Auditoria parte trasera del pantalón por parte de auditor de calidad						11250	00
15 Transporte de prenda al área de cuadro						70	17
16 Conteo e inspección del producto (Por Talla)						2700	00
17 Traslado del producto del área de cuadro a estanterías de producto terminado						391.8	77.7
18 Bodega de producto terminado						00	00
19							
20							
21							
22							
23							

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 11. Diagrama de flujo del proceso de acabado especial de destrucción

IDENTIFICACIÓN		RESUMEN	MÉTODO ACTUAL	MÉTODO PROPUESTO	DIFERENCIA
DIAGRAMA DE OPERACIÓN <u>FLUJO DE PROCESO</u>		No. OPERACIONES	3	0	3
OPERACIÓN <u>DESTRUCCIÓN</u>		No. TRANSPORTE	5	0	5
PLANTA <u>K-6</u>	DEPARTAMENTO <u>AES</u>	No. ALMACENAMIENTO	2	0	2
DIAGRAMADO POR: <u>MAX ESTUARDO LÓPEZ O.</u>		No. INSPECCIONES	7	0	7
DIBUJO No. <u>1</u>	PARTE No. <u>1</u>	TOTAL TIEMPO	65750	00	65750
MAQUINA TIPO _____ No. _____		TOTAL DISTANCIA	97	00	97
COSTO DE INSTALACIÓN _____					

	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAJE	INSPECCIÓN	DEMORA	TIEMPO	DISTANCIA
							Seg.	Mts.
1	Almacenaje del producto Rígido en estanterías	○	→	▼	□	□	00	00
2	Localización y revisión del producto en estanterías	○	→	▽	■	□	300	00
3	Movilización de producto de estanterías a pasillo a través de montacargas	○	→	▽	□	□	350	25
4	Colocación de producto en gigante para transportar al área de cuadro	○	→	▽	□	◐	240	00
5	Transporte del producto al área de conteo y cuadro de producto	○	→	▽	□	□	120	13
6	Conteo e inspección del producto (Revisión por talla)	○	→	▽	■	□	2700	00
7	Traslado de producto a líneas de producción	○	→	▽	□	□	70	17
8	Colocación de prenda en motor de destrucción para trabajar desgaste en bolsas delanteras	●	→	▽	□	□	2500	00
9	Remisión de estándar de producción en la parte de las bolsas delanteras de la prenda por parte del operario	○	→	▽	■	□	250	00
10	Desgaste de las bolsas delanteras hasta alcanzar intensidad deseada	●	→	▽	□	□	78350	00
11	Auditoría parte delantera del pantalón por parte de auditor de calidad	○	→	▽	■	□	11250	00
12	Revisión de estándar de producción parte bolsas traseras de la prenda por parte del operario	○	→	▽	■	□	2500	00
13	Desgaste de las bolsas traseras hasta alcanzar intensidad deseada	●	→	▽	□	□	11250	00
14	Auditoría parte trasera del pantalón por parte de auditor de calidad	○	→	▽	■	□	12250	00
15	Transporte de prenda al área de cuadro	○	→	▽	□	□	70	17
16	Conteo e inspección del producto (Por Talla)	○	→	▽	■	□	2700	00
17	Traslado del producto del área de cuadro a estanterías de producto terminado	○	→	▽	□	□	350	25
18	Bodega de producto terminado	○	→	▼	□	□	00	00
19								
20								
21								
22								
23								

FUETE: Elaboración propia.

Figura 12. Diagrama de flujo del proceso de acabado especial de línea inclinada en entrepierna

DIAGRAMA DEL CURSO DEL PROCESO

IDENTIFICACIÓN		RESUMEN	MÉTODO ACTUAL	MÉTODO PROPUESTO	DIFERENCIA
DIAGRAMA DE OPERACIÓN <u>FLUJO DE PROCESO</u>		No. OPERACIONES	2	0	2
OPERACIÓN <u>LÍNEA INCLINADA EN ENTREPIERNA</u>		No. TRANSPORTE	5	0	5
PLANTA <u>K-6</u>	DEPARTAMENTO <u>AES</u>	No. ALMACENAMIENTO	2	0	2
DIAGRAMADO POR: <u>MAX ESTUARDO LÓPEZ O.</u>		No. INSPECCIONES	5	0	5
DIBUJO No. <u>1</u>	PARTE No. <u>1</u>	TOTAL TIEMPO	65691.8	00	65691.8
MAQUINA TIPO _____ No. _____		TOTAL DISTANCIA	149.7	00	149.7
COSTO DE INSTALACIÓN _____		COSTO MANO DE OBRA			
		COSTO DE MATERIALES			

	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAJE	INSPECCIÓN	DEMORA	TIEMPO	DISTANCIA
							Seg.	Mts.
1	Almacenaje del producto Rígido en estanterías	○	→	▼	□	□	00	00
2	Localización y revisión del producto en estanterías	○	→	▽	■	□	300	00
3	Movilización de producto de estanterías a pasillo a través de montacargas	○	→	▽	□	□	350	25
4	Colocación de producto en gigante para transportar al área de cuadro	○	→	▽	□	■	240	00
5	Transporte del producto al área de conteo y cuadro de producto	○	→	▽	□	□	120	13
6	Conteo e inspección del producto (Revisión por talla)	○	→	▽	■	□	2700	00
7	Traslado de producto a líneas de producción	○	→	▽	□	□	70	17
8	Colocación en mesa de trabajo para trabajar parte de la entrepierna del pantalón	●	→	▽	□	□	7500	00
9	Revisión de estándar de producción por parte del operario	○	→	▽	■	□	2500	00
10	Lijado de pantalón parte de la entrepierna hasta alcanzar intensidad deseada	●	→	▽	□	□	37500	00
11	Auditoria parte delantera del pantalón por parte de auditor de calidad	○	→	▽	■	□	11250	00
12	Transporte de prenda al área de cuadro	○	→	▽	□	□	70	17
13	Conteo e inspección del producto (Por Talla)	○	→	▽	■	□	2700	00
14	Traslado del producto del área de cuadro a estanterías de producto terminado	○	→	▽	□	□	391.8	77.7
15	Bodega de producto terminado	○	→	▼	□	□	00	00
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								

FUENTE: Elaboración propia.

2.2. Capacidad del proceso

Para determinar la capacidad del proceso en el área de acabados especiales se utilizaron los diagramas de proceso, y los tiempos estándar de cada uno de los estilos trabajados, para calcular el número de piezas que se fabrican al día, según datos estadísticos de la empresa. La capacidad del proceso se calculó como se muestra en el apéndice 1.

2.2.1 Eficiencia y productividad

Tabla I. Eficiencia y productividad de los acabados especiales, según el método actual.

Acabado especial	Eficiencia del operario por prenda procesada	Productividad pant./hr.hombre
Lijado a mano	91.89%	0.80
Línea inclinada	97.78%	2.58
Destrucción	98.8%	3.23

FUENTE: resultados obtenidos de apéndice 1 datos calculados.

2.2.3. Ritmo de producción

Tabla II. Ritmo de producción por área y operario de los acabados especiales, según método actual

Acabado especial	Ritmo de producción por área (pant./min.)	Ritmo de producción por operario (pant./min.)
Lijado a mano	1.5189	0.1013
Línea inclinada	4.8522	0.3236
Destrucción	6.0727	0.4048

FUENTE: resultados obtenidos de apéndice 1 datos calculados.

2.3. Maquinaria y equipo

En la actualidad el área estudiada solo cuenta con 15 mesas cónicas truncadas de 1 metro de largo por 0.25 mt. de ancho en la parte superior y 0.15 mt. en la parte inferior; en las cuales se realizan los diferentes acabados especiales mediante lija de agua con diferentes calibres dependiendo de los requerimientos del cliente.

También cuenta con el motor de destrucción, la cual es una herramienta de alta velocidad (hasta 35,000 revoluciones por minuto) que utiliza energía eléctrica de 120 voltios para su funcionamiento. Entre las marcas más utilizadas están:

- Dremel
- Craftsman
- Black & Decker

Las partes más importantes del motor de destrucción son:

- Espiga
- Cordón
- Gancho
- Botón de aumento de velocidad
- Botón de reducción de velocidad
- Pantalla de LCD
- Interruptor
- Aberturas de ventilación
- Botón de fijación del eje
- Porta-herramienta
- Tuerca del porta-herramienta
- Eje flexible (solo en algunos casos)
- Llave de tuerca

Las partes del eje flexible:

- Tapa del impulsor
- Núcleo del eje flexible
- Porta-herramienta

Tuerca porta-herramienta

2.4. Evaluación de costos en el proceso

El operario tiene un salario de Q1,500.00, más Q700.00 de horas extras, para un total de Q2,200 al mes. Un supervisor tiene un salario de Q3,500.00 mensuales. La mano de obra en este departamento tiene un costo de Q80,000.00 al mes, equivalente a Q1.85 por minuto. Con esto ya presente se obtiene los siguientes costos.

2.4.1. Costos por jornada laborada

Éste se refiere al costo total en mano de obra, funcionamiento y mantenimiento para el área de acabados especiales mediante lija para completar una jornada de trabajo de 12 horas, la cual incluye 8 horas de la jornada diurna y 4 horas extras. Con la mano de obra se tiene un costo de Q40,000.00 al mes, lo que representa Q1,818.18 por jornada. En lo que respecta al funcionamiento y mantenimiento de los motores se tiene un costo de 0.0354 Q/minuto, lo que representa Q25.49 en la jornada. Con los datos anteriores se tiene que el costo por jornada de trabajo laborada es de Q1,843.67.

2.4.2. Costos por unidad en proceso

Este costo involucra los insumos necesarios para poder dar proceso al acabado especial mediante lija, únicamente. Con los costos de mano de obra se tiene en el área un total de Q40,000.00 al mes, lo que representa 2.52Q/minuto, por jornada efectiva. Un pantalón en proceso se lleva un tiempo de 10.74 minutos, y como se cuenta con 15 mesas, se tiene un tiempo neto de 2.125 minutos por pantalón, lo que hace un costo en mano de obra de Q22.82 por unidad, el costo de mantenimiento queda despreciado, ya que únicamente se cuenta con mesas para procesar las unidades. Del dato anterior se infiere que el costo por unidad en proceso de esta área es de Q22.82.

2.4.3. Costos en materiales para la elaboración de acabados especiales

El material a utilizar para la elaboración de acabados especiales es la lija de agua, con la cual la prenda es desgastada hasta adquirir la forma y diseño requerido. Pueden utilizarse distintos granos de lija, entre los cuales tenemos 320, 220 y 400, donde el más utilizado es el de calibre 220 con un precio unitario de Q3.55; si se toma en cuenta que la lija no es utilizada por completo en una prenda, si no que puede ser utilizada hasta en 5 prendas dependiendo de la intensidad que se desee en el acabado, el costo por la elaboración de acabados especiales es de Q. 0.71 por unidad.

2.5. Procesos no deseados en los acabados especiales

Estos son todos los procesos en los cuales se realizan diferentes formas o figuras en los pantalones a través de lija de una forma manual o a través de maquinaria mediante los cuales no se logra obtener un acabado especial en el pantalón de acuerdo al estándar y el cual puede tener variaciones de consistencia ya sea arriba al estándar o por debajo de este, dependiendo de las especificaciones definidas por el cliente. Puede llevar desde un solo proceso no deseado hasta varios procesos. Dentro de los procesos no deseados en los acabados especiales tenemos:

2.5.1. Lijado a mano intenso

Es un proceso no deseado en el cual la marcación de un lijado general ya sea de la pieza completa o parte de la misma, no están dentro de las especificaciones del estándar. Dando como resultado una intensidad en la prenda mayor a la que estipula el estándar de producción, y variando

completamente el acabado final, para este tipo de proceso no deseado es muy difícil el reproceso debido a que hubo mayor desgaste de las fibras.

Figura 13. Muestra de prenda con proceso no deseado de lijado a mano intenso



FUENTE: Obtención propia.

2.5.2. Lijado a mano leve

Es un proceso no deseado en el cual la marcación de un lijado general ya sea de la pieza completa o parte de la misma, no están dentro de las especificaciones del estándar. Dando como resultado una intensidad en la prenda menor a la que estipula el estándar de producción, y variando completamente el acabado final, para este tipo de proceso no deseado si existe el reproceso y consiste básicamente en pasarle nuevamente la lija por las partes en donde el lijado es leve hasta llevarlo a la intensidad deseada de acuerdo al estándar de producción.

Figura 14. Muestra de prenda con proceso no deseado de lijado a mano leve



FUENTE: Obtención propia.

2.5.3. Destrucción intensa

Es un proceso no deseado en el cual el desgaste a través de motor eléctrico tanto en bolsas como en ruedo, no están dentro de las especificaciones del estándar. Dando como resultado una intensidad en la prenda mayor a la que estipula el estándar de producción, y variando completamente el acabado final, para este tipo de proceso no deseado es muy difícil el reproceso debido a que hubo mayor desgaste de las fibras.

Figura 15. Muestra de prenda con proceso no deseado de destrucción intensa



FUENTE: Obtención propia.

2.5.4. Destrucción leve

Es un proceso no deseado en el cual el desgaste a través de motor eléctrico tanto en bolsas como en el ruedo, no están dentro de las especificaciones del estándar. Dando como resultado una intensidad en la prenda menor a la que estipula el estándar de producción, y variando completamente el acabado final, para este tipo de proceso no deseado si existe el reproceso y consiste básicamente en pasar nuevamente la parte de la prenda que esta leve por el motor eléctrico, hasta llevarlo a la intensidad deseada de acuerdo al estándar de producción.

Figura 16. Muestra de prenda con proceso no deseado de destrucción leve.



FUENTE: Obtención propia.

2.6. Seguridad en las condiciones laborales

Los acabados especiales mediante lija tienen el inconveniente que debido al desgaste de fibras de la prenda se produce mota, la cual es demasiado contaminante y perjudicial al ser humano si estas son inhaladas. Esta mota al ser inhalada puede provocar enfermedades tanto respiratorias a corto plazo como enfermedades pulmonares a largo plazo. Esto ha representado, como consecuencia, la utilización de equipo de seguridad dentro del cual cuenta la mascarilla de cartón y en casos extremos la utilización de la mascarilla de hule la cual brinda un mayor rango de seguridad.

3. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA NEUMÁTICO

3.1. Implementación de un sistema neumático

La neumática constituye una herramienta muy importante dentro del control automático en la industria, el aire comprimido es una de las formas de energía más antiguas que conoce el hombre y aprovecha para reforzar sus recursos físicos.

La introducción verdadera y generalizada de la neumática en la industria, ha hecho que se lleve una automatización consecuente y racionalización en los procesos de trabajo de manera urgente e imprescindible para la operación de la planta dando como resultado la disminución en costos de operación y producción en sí.

En la actualidad, ya no se concibe una moderna explotación industrial sin el aire comprimido. Este es el motivo principal para la implementación y puesta en funcionamiento de un sistema, el cual pueda ser utilizado en los más variados y eficaces procesos. Ya que esto conllevaría a ventajas tales como:

- El aire es de fácil captación y abunda en la tierra
- El aire no posee propiedades explosivas, por lo que no existen riesgos de chispas
- Los actuadores pueden trabajar a velocidades razonablemente altas y fácilmente regulables
- El trabajo con aire no daña los componentes de un circuito por efecto de golpes de ariete

- Las sobrecargas no constituyen situaciones peligrosas o que dañen los equipos en forma permanente
- Los cambios de temperatura no afectan en forma significativa
- Energía limpia
- Cambios instantáneos de sentido
- Aumento de eficiencia y productividad en procesos que normalmente se realizarían manualmente.
- Reducción y optimización de costos.

Es por ello que se plantea la implementación a través de un sistema neumático que tenga como finalidad primordial la disminución en tiempos de procesos operativos que normalmente se realizarían manualmente.

3.1.1. Evaluación de alternativa

Como alternativa al proceso actual en la realización de acabados especiales que consiste en la utilización de mesas, se plantea un sistema de automatización neumática para dicho proceso. Lo cierto es que, en la solución de algunos problemas de automatización no puede disponerse de otro medio que sea más simple y más económico; y que cuente con ventajas de operación y almacenamiento optimas.

Dicha alternativa está disponible para su compresión prácticamente en todos lados, en cantidades ilimitadas, por lo cual puede ser fácilmente transportado por tuberías, incluso a grandes distancias, no es necesario disponer con tuberías de retorno. El aire comprimido puede almacenarse en depósitos y tomarse de éstos, es insensible a las variaciones de temperatura, garantiza un trabajo seguro incluso a temperaturas extremas. No existe ningún riesgo de explosión ni incendio por lo tanto, no es necesario disponer instalaciones antideflagrantes, que no tienen elevados costos, es una fuente limpia y, en caso

de faltas de estanqueidad en elementos, no produce ningún ensuciamiento. La concepción de los elementos de trabajo es simple si, por tanto, precio económico. Es un medio de trabajo muy rápido y, por eso, permite obtener velocidades de trabajo muy elevadas.

Las herramientas y elementos de trabajo neumáticos pueden trabajar, hasta su parada completa, sin riesgo alguno de sobrecargas. Para delimitar el campo de utilización de la neumática es preciso conocer también las propiedades adversas. El aire comprimido debe ser preparado, antes de su utilización. Es preciso eliminar impurezas y humedad. Con aire comprimido no es posible obtener para los émbolos velocidades uniformes y constantes.

Lo que sí debe tenerse en cuenta es que el aire comprimido es económico sólo hasta cierta fuerza, debe ser condicionado por la presión de servicio normalmente usual de 700 kPa (7 bar), el límite, también en función de la carrera y la velocidad, es de 20.000 a 30.000 N.

Al igual que las ventajas con las que se cuentan para la implementación de este sistema se cuenta con la desventaja del ruido pero la cual puede ser superada, a través de la utilización de materiales insonorizantes.

Como consecuencia de la automatización y racionalización, la fuerza de trabajo manual ha sido reemplazada por otras formas de energía; una de éstas es muchas veces el aire comprimido.

El aire comprimido es una fuente cara de energía, pero, sin duda, ofrece indudables ventajas. La producción y acumulación del aire comprimido, así como su distribución a las máquinas y dispositivos suponen gastos elevados. Pudiera pensarse que el uso de aparatos neumáticos está relacionado con costos especialmente elevados. Esto no es exacto, pues en el cálculo de la

rentabilidad es necesario tener en cuenta, no sólo el costo de energía, sino también los costos que se producen en total.

3.1.1.1. Maniquís neumáticos

Los maniqués neumáticos son sistemas en los cuales se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos, todo esto con la finalidad del decremento de tiempo y costos en operación los cuales ya en volúmenes altos de producción son rentables debido a que logran una disminución en tiempo y aumento de eficiencia y productividad en las operaciones, en este se cuenta con la parte operativa que es la que actúa directamente sobre la máquina.

Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como cilindros, compresores y tubos de caucho, a continuación se detallan las partes de las cuales se encuentra conformado el sistema neumático:

- El maniquí: esta conformado por un pedal de inflado que al presionarlo se deja ingresar aire al robot para que infle las piernas que están compuestas por caucho y se desactiva automáticamente por medio de un resorte.
- Cilindro de elevación: al ser activado le da más altura y en forma inversa también disminuye la altura del robot.
- Cilindro de inclinación: al ser activado le da un ángulo de inclinación al robot dependiendo de la necesidad de trabajo ya sea una inclinación hacia arriba o abajo.
- Cilindro actuador de giro a 180 grados: al ser activado gira 180 grados dando facilidad para trabajar la parte trasera del pantalón, y se puede invertir nuevamente para trabajar la parte delantera.

- Válvula de elevación: activa el cilindro de elevación para cualquiera de los dos sentidos o dejarlo en una parte neutral de la posición del cilindro.
- Pistón de desfogue: al ser activada deja salir el aire que se encuentra en las piernas del robot, y debe ser desactivada para que no se nos escape el aire al momento de querer inflar de nuevo las piernas.
- Válvula de giro: activa el cilindro actuador para cualquiera de los dos lados
- Válvula de inclinación: activa el cilindro de inclinación para cualquiera de los dos sentidos o dejarlo en una parte neutral de la posición del cilindro.
- Estranguladores de presión: regula la velocidad de acción de los cilindros
- Válvula de desfogue: acciona el pistón de desfogue

3.1.1.2. Motores de destrucción

Esta herramienta de alta velocidad de hasta 35,000 revoluciones por minuto de acuerdo al diámetro del cilindro, utiliza energía eléctrica de 120 voltios para su funcionamiento y esta destinada para la elaboración del acabado especial de destrucciones tanto en bolsas traseras y delanteras como en el ruedo del pantalón, el cual consiste en colocar la parte de la prenda a desgastar manualmente en el cilindro giratorio hasta alcanzar el desgaste deseado dado por las especificaciones del cliente

3.1.2. Selección de la mejor alternativa

Para la toma de esta decisión fue necesario tomar en cuenta los recursos utilizados en las diferentes áreas y los recursos obtenidos con la utilización de estos recursos. La productividad es el valor de los productos, dividido entre el valor de los recursos que se han usado, quedando de la siguiente manera:

El acabado especial de lijado a mano es una operación artesanal compleja, que requiere de una gran precisión y exactitud, donde se recomienda la utilización del maniquí neumático el cual permite una mejor fijación de la prenda al momento en que las piernas del maniquí son infladas, evitando movimientos no deseados y teniendo menor utilización del recurso humano; ya que con la utilización de mesas de trabajo, que es el método anterior, se debía tener cuidado que la pieza no se moviera y esto diera un incremento en el tiempo de proceso y errores por parte del operario, dando como resultado problemas de calidad. Por el contrario, con el método actual el tiempo de proceso es disminuido hasta en un 70 por ciento debido a que no se tiene el inconveniente de tener que estar sujetando la prenda ya que esta se encuentra fija, teniendo una mejor versatilidad con los movimientos del maniquí, evitando mover la prenda para trabajar las diferentes partes de la misma. La productividad en el área era de 0.80 pantalones/horas-hombre, con la implementación del sistema neumático la productividad del área es de 2.07 pantalones/horas-hombre aumentando en un 158.75%. Dando un crecimiento de producción utilizando el mismo recurso tanto humano como físico.

Para los acabados especiales de bigotes de gato y líneas inclinadas en la entrepierna, de igual manera que en el lijado a mano, se recomienda la implementación del maniquí neumático debido a la versatilidad en sus movimientos, disminución de los tiempos de proceso y disminución de los errores debido a movimientos no deseados. Por el contrario, con el método de la utilización de mesas la productividad en el área era de 2.58 pantalones/horas-hombre; con la implementación del sistema neumático la productividad del área será de 5.01 pantalones/horas-hombre, aumentando en un 94.18%, duplicando de esta manera la producción por jornada laborada, lo cual incrementara las utilidades de la empresa, haciéndola mas rentable y mejorando de esta manera las expectativas que los clientes esperan tener,

debido a que con esta implementación se estará a la vanguardia, teniendo un mejor desempeño en la industria, y pudiendo de esta manera, desarrollar nuevas técnicas de trabajo e implementar a mediano plazo un centro de desarrollo para tener nuevas técnicas de proceso.

Al analizar el área total de acabados especiales con la alternativa de la implementación del sistema neumático, se da un incremento de la productividad del área de lijado del 125% en todas sus operaciones, triplicando la producción diaria del área completa por jornada utilizando el mismo recurso humano que en el método anterior. Cabe mencionar que la utilización de este maniquí es de fácil aprendizaje; y la eficiencia del operario dependerá únicamente de la velocidad y capacidad para desempeñarse, y no en los movimientos no deseados y retrasos por colocación y cambios de posición de la prenda, ya que esta se encontrara fija a las piernas del maniquí; dando como resultado que el tiempo en dar vuelta a la prenda sea en promedio de 1.2 segundos; mientras que con el método anterior entre la vuelta y la colocación de la prenda se tenía en promedio de diez a quince segundos.

Analizando la alternativa de la implementación neumática por el lado económico se ve un incremento de las utilidades en mas del 60%, con una inversión de 215,814.3 quetzales, la cual es recuperable en un plazo no mayor a 15 meses tomando en cuenta los egresos que esta tendrá y una tasa interna de retorno del 24%, lo cual hace esta alternativa rentable y atractiva hacia la industria textil.

3.2. Automatización del proceso de acabados especiales

La automatización del área de acabados especiales es un tema de mucha importancia ya que de ello depende disminuir tanto costos como tiempos de procesos, lo cual la hace mas productiva y con una mayor rentabilidad.

El tema de automatización nos dará una visión muchísimo más amplia de lo que puede ayudar esto al área completa como al desempeño de cada una de las estaciones de trabajo ya que se dará un proceso de mecanización de las actividades industriales para reducir la mano de obra, simplificar el trabajo para que así se de propiedad a algunas maquinas de realizar las operaciones de manera automática; por lo que indica que se va dar un proceso más rápido y eficiente.

Como se menciona anteriormente al darse una mayor eficiencia en el sector de maquinaria, se logrará que la empresa industrial disminuya la producción de piezas defectuosas, y por lo tanto aumente una mayor calidad en los productos que se logran mediante la exactitud de las maquinas automatizadas; todo esto ayudara a que la empresa industrial mediante la utilización de inversiones tecnológicas aumente toda su competitividad en un porcentaje considerable con respecto a toda su competencia, y si no se hace, la empresa puede sufrir el riesgo de quedarse rezagada.

Se espera que con esto se pueda cumplir con todas las expectativas propuestas por la empresa y así ser mas optima en sus operaciones de trabajo.

3.3. Diagramas del proceso

A continuación se describe el flujo de información de las operaciones evaluadas, el total del tiempo transcurrido por operaciones, las perdidas de calidad al ser detectadas, la frecuencia de los errores para que estos sean corregidos y aumentar la eficiencia del operario en las operaciones.

3.3.1. Diagrama de operaciones

El lijado a mano mostró una mejora en los tiempos tanto de operación como los de colocación de la prenda en el maniquí dando como resultado un incremento de la productividad en el área, en algunos casos inclusive de hasta un 50%.

El tiempo de colocación de la prenda mejoro y evita la sujetación de la misma y evita el corrimiento lo cual podría desembocar en problemas de calidad. Con el maniquí neumático la prenda queda sujeta o prensada por los piernas de caucho.

El lijado de bigotes de gato también mostró una mejora en los tiempos tanto de operación como los de colocación de la prenda en el maniquí dando como resultado el incremento de la productividad en el área, en algunos casos inclusive de hasta un 40%.

Al igual que en las áreas anteriores el área de lijado de línea en entrepierna mostró mejoras también de hasta un incremento en la productividad de un 60%, y dando mejores resultados en todas las áreas en la colocación de la prenda disminuyendo en casi un 90% o en algunos casos de mas tiempo.

Figura 17. Diagrama de operación para el acabado de lijado a mano al implementar un sistema neumático.

IDENTIFICACIÓN		RESUMEN	MÉTODO ACTUAL	MÉTODO PROPUESTO	DIFERENCIA
DIAGRAMA DE OPERACIÓN <u>DIAGRAMA DE PROCESO</u>		No. OPERACIONES	0	2	2
OPERACIÓN <u>LIJADO A MANO</u>		No. TRANSPORTE	0	0	0
PLANTA <u>K-6</u> DEPARTAMENTO <u>AES</u>		No. ALMACENAMIENTO	0	0	0
DIAGRAMADO POR: <u>MAX ESTUARDO LÓPEZ O.</u>		No. INSPECCIONES	0	2	2
DIBUJO No. <u>1</u> PARTE No. <u>1</u>		TOTAL TIEMPO	0	257.76	257.76
MAQUINA TIPO <u>MAQUINARIA NEUMÁTICA</u> No. <u>1</u>		TOTAL DISTANCIA	0	0	0
COSTO DE INSTALACIÓN <u>.....</u>					

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAJE	INSPECCIÓN	DEMORA	TIEMPO	DISTANCIA
						Seg.	Mts.
1 Colocación de prenda en el maniquí neumático						10	00
2 Revisión de estándar de producción						15	00
3 Lijado parte delantera de pantalón						107.76	00
4 Giro de válvula para darle vuelta al pantalón						03	00
5 Lijado parte trasera del pantalón						75	00
6 Desinflar prenda del maniquí y quitar el pantalón						02	00
7 Auditoria calidad parte delantera y trasera del pantalón						45	00
8 Almacenaje							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 18. Diagrama de operación para el acabado de lijado de bigotes de gato al implementar un sistema neumático.

IDENTIFICACIÓN		RESUMEN	MÉTODO ACTUAL	MÉTODO PROPUESTO	DIFERENCIA
DIAGRAMA DE OPERACIÓN <u>DIAGRAMA DE PROCESO</u>		No. OPERACIONES	0	2	2
OPERACIÓN <u>BIGOTES DE GATO</u>		No. TRANSPORTE	0	0	0
PLANTA <u>K-6</u> DEPARTAMENTO <u>AES</u>		No. ALMACENAMIENTO	0	0	0
DIAGRAMADO POR: <u>MAX ESTUARDO LÓPEZ O.</u>		No. INSPECCIONES	0	2	2
DIBUJO No. <u>1</u> PARTE No. <u>1</u>		TOTAL TIEMPO	0	126	126
MAQUINA TIPO <u>MAQUINARIA NEUMÁTICA</u> No. <u>1</u>		TOTAL DISTANCIA	0	0	0
COSTO DE INSTALACIÓN <u>.....</u>					

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAJE	INSPECCIÓN	DEMORA	TIEMPO	DISTANCIA
						Seg.	Mts.
1 Colocación de prenda en el maniquí neumático	○	→	▽	□	◐	10	00
2 Revisión de estándar de producción	○	→	▽	□	◐	15	00
3 Lijado bigotes de gato pierna izquierda	●	→	▽	□	◐	27	00
4 Lijado bigote de gato pierna derecha	●	→	▽	□	◐	27	00
5 Desinflar prenda del maniquí y quitar el pantalón	○	→	▽	□	◐	02	00
6 Auditoria calidad parte delantera del pantalón	○	→	▽	■	◐	45	00
7 Almacenaje	○	→	▽	□	◐		
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 19. Diagrama de operación para el acabado de lijado de línea en entrepierna al implementar un sistema neumático.

IDENTIFICACIÓN			RESUMEN	MÉTODO ACTUAL	MÉTODO PROPUESTO	DIFERENCIA
DIAGRAMA DE OPERACIÓN <u>DIAGRAMA DE PROCESO</u>			No. OPERACIONES	0	2	2
OPERACIÓN <u>LÍNEA INCLINADA EN ENTREPIERNA</u>			No. TRANSPORTE	0	0	0
PLANTA <u>K-6</u> DEPARTAMENTO <u>AES</u>			No. ALMACENAMIENTO	0	0	0
DIAGRAMADO POR: <u>MAX ESTUARDO LÓPEZ O.</u>			No. INSPECCIONES	0	2	2
DIBUJO No. <u>1</u> PARTE No. <u>1</u>			TOTAL TIEMPO	0	100.64	100.64
MAQUINA TIPO <u>MAQUINARIA NEUMÁTICA</u> No. <u>1</u>			TOTAL DISTANCIA	0	0	0
COSTO DE INSTALACIÓN <u>.....</u>						

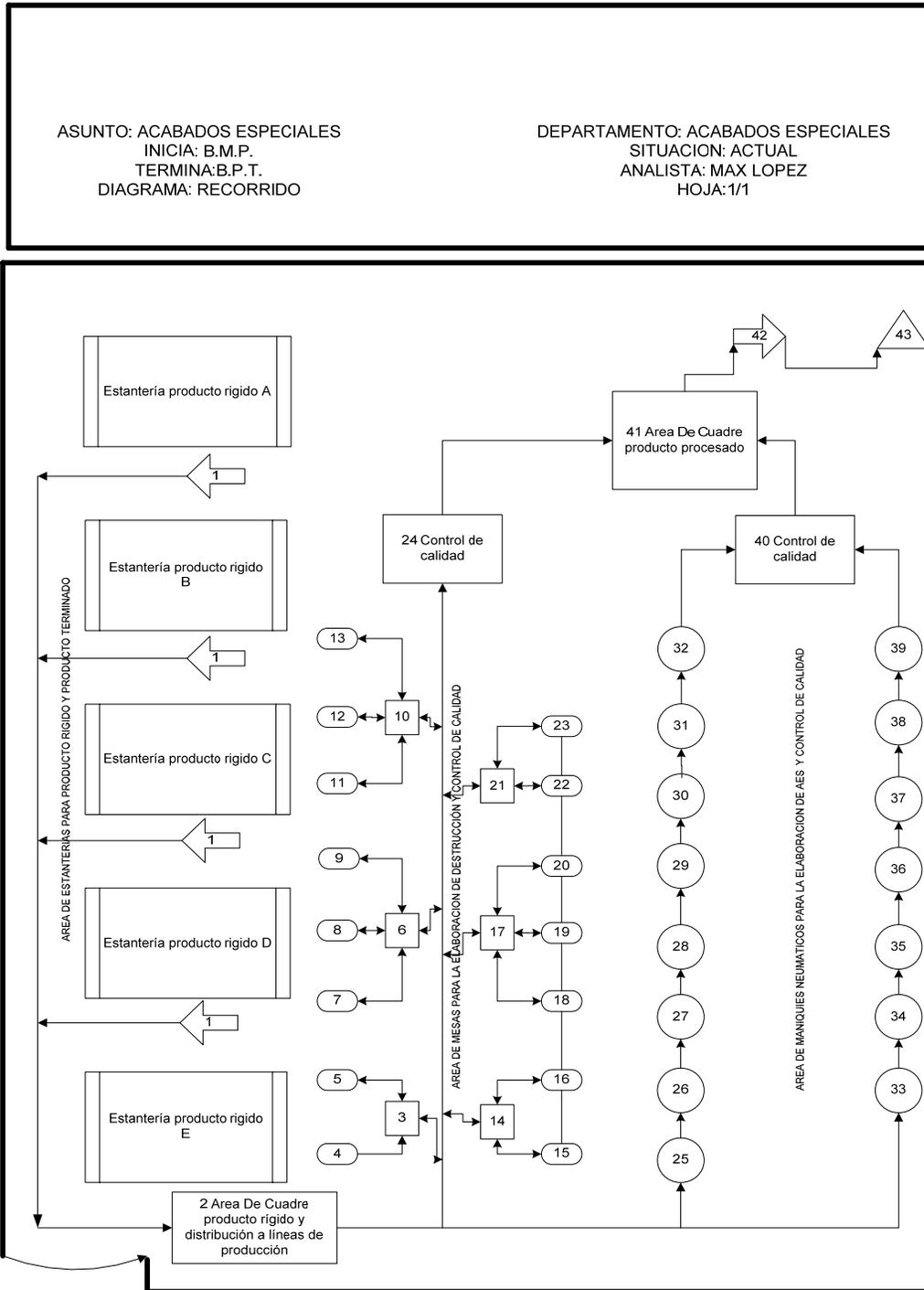
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAJE	INSPECCIÓN	DEMORA	TIEMPO	DISTANCIA
						Seg.	Mts.
1 Colocación de prenda en el maniquí neumático						10	00
2 Revisión de estándar de producción						15	00
3 Lijado línea inclinada pierna izquierda						20.64	00
4 Lijado línea inclinada pierna derecha						20	00
5 Desinflar prenda del maniquí y quitar el pantalón						02	00
6 Auditoria calidad parte delantera del pantalón						33	00
7 Almacenaje							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							

FUENTE: Elaboración propia.

3.3.2. Diagrama de recorrido

El recorrido del producto desde que ingresa de plantas de costura hasta que finaliza en la bodega de producto terminado, es de suma importancia debido a que este puede o no disminuir tiempos de proceso lo cual conlleva a una serie de costos, por lo cual es importante la disminución o decremento de las rutas de operación de los productos como se observa en la figura 20. El ingreso del producto de plantas de costura es almacenado en las estanterías de producto rígido, el cual es transportado a las líneas de producción sin ser enviado al área de cuadro y evitar así la primer demora que es en promedio de 60 minutos por paquete dependiendo del tamaño y cantidad de unidades, luego de pasar por líneas de producción al área de calidad en donde se inspeccionaran los acabados resultantes de los procesos, como siguiente etapa seria el área de cuadro en donde se revisaría por primera vez el producto por talla, y luego este seria enviado a la bodega de producto terminado del área de acabados especiales únicamente a la espera del siguiente paso o proceso.

Figura 20. Diagrama de recorrido para el área de acabados especiales al implementar el sistema neumático.



FUENTE: Elaboración propia.

3.3.3. Diagrama de flujo

Figura 21. Diagrama de flujo para el proceso de lijado a mano al implementar el sistema neumático.

DIAGRAMA DEL FLUJO DEL PROCESO							
IDENTIFICACIÓN			RESUMEN		MÉTODO ACTUAL	MÉTODO PROPUESTO	DIFERENCIA
DIAGRAMA DE OPERACIÓN <u>FLUJO DE PROCESO</u>			No. OPERACIONES		0	2	2
OPERACIÓN <u>LIJADO A MANO</u>			No. TRANSPORTE		0	5	5
PLANTA <u>K-6</u> DEPARTAMENTO <u>AES</u>			No. ALMACENAMIENTO		0	2	2
DIAGRAMADO POR: <u>MAX ESTUARDO LÓPEZ O.</u>			No. INSPECCIONES		0	5	5
DIBUJO No. <u>1</u> PARTE No. <u>1</u>			TOTAL TIEMPO		0	72631.8	72631.8
MAQUINA TIPO <u>MAQUINARIA NEUMÁTICA</u> No. <u>1</u>			TOTAL DISTANCIA		0	149.7	149.7
COSTO DE INSTALACIÓN			COSTO MANO DE OBRA				
			COSTO DE MATERIALES				

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAJE	INSPECCIÓN	DEMORA	TIEMPO	DISTANCIA
						Seg.	Mts.
1 Almacenaje del producto Rígido en estanterías	○	→	▽	□	○	00	00
2 Localización y revisión del producto en estanterías	○	→	▽	■	○	300	00
3 Movilización de producto de estanterías a pasillo a través de montacargas	○	→	▽	□	○	350	25
4 Colocación de producto en gigante para transportar al área de cuadro	○	→	▽	□	●	240	00
5 Transporte del producto al área de conteo y cuadro de producto	○	→	▽	□	○	120	13
6 Conteo e inspección del producto (Revisión por talla)	○	→	▽	■	○	2700	00
7 Traslado de producto a líneas de producción	○	→	▽	□	○	70	17
8 Colocación de pantalón en maniquí neumático	○	→	▽	□	●	2500	00
9 Revisión de estándar de producción por parte del operario	○	→	▽	■	○	5000	00
10 Lijado de la parte delantera del pantalón hasta alcanzar intensidad deseada	●	→	▽	□	○	26940	00
11 Giro de válvula para darle vuelta a el pantalón	○	→	▽	□	●	750	00
12 Lijado de la parte trasera del pantalón hasta alcanzar intensidad deseada	●	→	▽	□	○	18750	00
13 Desinflar piernas del maniquí y quitar pantalón	○	→	▽	□	●	500	00
14 Auditoria de calidad de las partes delantera y trasera del pantalón	○	→	▽	■	○	11250	00
15 Transporte de prendas al área de cuadro	○	→	▽	□	○	70	17
16 Conteo e inspección del producto (Por Talla)	○	→	▽	■	○	2700	00
17 Traslado del producto del área de cuadro a estanterías de producto terminado	○	→	▽	□	○	391.8	77.7
18 Bodega de producto terminado	○	→	▽	□	○	00	00
19							
20							
21							
22							
23							

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 22. Diagrama de flujo para el proceso de línea inclinada en entrepierna al implementar el sistema neumático.

IDENTIFICACIÓN		RESUMEN	MÉTODO ACTUAL	MÉTODO PROPUESTO	DIFERENCIA
DIAGRAMA DE OPERACIÓN	FLUJO DE PROCESO	No. OPERACIONES	0	3	3
OPERACIÓN	LÍNEA INCLINADA EN ENTREPIERNA	No. TRANSPORTE	0	5	0
PLANTA	K-6 DEPARTAMENTO AES	No. ALMACENAMIENTO	0	2	2
DIAGRAMADO POR:	MAX ESTUARDO LÓPEZ O.	No. INSPECCIONES	0	5	5
DIBUJO No.	1 PARTE No. 1	TOTAL TIEMPO	0	30351.8	30351.8
MAQUINA TIPO	MAQUINARIA NEUMÁTICA No. 1	TOTAL DISTANCIA	0	149.7	149.7
COSTO DE INSTALACIÓN	COSTO MANO DE OBRA			
		COSTO DE MATERIALES			

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	OPERACIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAJE	INSPECCIÓN	DEMORA	TIEMPO	DISTANCIA
						Seg.	Mts.
1 Almacenaje del producto Rígido en estanterías						00	00
2 Localización y revisión del producto en estanterías						300	00
3 Movilización de producto de estanterías a pasillo a través de montacargas						350	25
4 Colocación de producto en gigante para transportar al área de cuadro						240	00
5 Transporte del producto al área de conteo y cuadro de producto						120	13
6 Conteo e inspección del producto (Revisión por talla)						2700	00
7 Traslado de producto a líneas de producción						70	17
8 Colocación de pantalón en maniquí neumático						2500	00
9 Revisión de estándar de producción por parte del operario						2500	00
10 Lijado de línea inclinada de la parte izquierda hasta alcanzar intensidad deseada						5160	00
11 Lijado de línea inclinada de la parte derecha hasta alcanzar intensidad deseada						5000	00
12 Auditoria de calidad del pantalón						8250	00
13 Transporte de prenda al área de cuadro						70	17
14 Conteo e inspección del producto (Por Talla)						2700	00
15 Traslado del producto del área de cuadro a estanterías de producto terminado						391.8	77.7
16 Bodega de producto terminado						00	00
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							

FUENTE: Elaboración propia.

El flujo del producto deberá ser controlado y optimizado para disminuir costos por tiempos de espera por lo cual es importante la disminución o decremento de las rutas de operación como se puede observar en las figuras 21 y 22 sobre los diagramas del flujo del producto del área de acabados especiales en los cuales se ve un decremento del tiempo del flujo del proceso con lo cual no solo se eleva la eficiencia de la planta si no que también se eleva la productividad de la misma.

3.4. Aumento de la capacidad del proceso

Una de las áreas mas beneficiada con este cambio es el área de lijado a mano donde se contaba con un ritmo de producción de 1.51 pantalones por minuto observando que la mayoría del tiempo era utilizado en la colocación y sujetación de la prenda, al implementar el sistema neumático el ritmo de producción es de 3.49 pantalones por minuto, disminuyendo el tiempo de lijado en si de la pieza, de la colocación y sujetación de la prenda, para esta área se habla de un incremento del 131%.

Otra de las áreas beneficiadas es el lijado en entrepierna en la cual se contaba con un ritmo de producción de 4.85 pantalones por minuto donde la mayoría del tiempo era utilizado en la colocación y sujetación de la prenda, con la implementación del sistema neumático el ritmo de producción es de 9.41 pantalones por minuto en donde se disminuye el tiempo de lijado en si de la pieza y de la colocación y sujetación de la prenda, para esta área se habla de un incremento del 90%. En si la capacidad de la planta seria incrementada en un 50% mas al de su capacidad actual.

3.4.1. Eficiencia y productividad

La eficiencia y la productividad se calcularon con base a los diagramas de proceso de cada uno de los acabados que se realizan en área y según los datos estándares de la empresa que fueron calculados en base a toma de tiempos tal como se observa en el apéndice 1, obteniendo los siguientes resultados:

Se puede apreciar el tiempo de ciclo actual frente al tiempo propuesto y dado por la utilización del sistema propuesto, necesario para la realización de los procesos de destrucción, lijado a mano tanto partes delanteras como traseras y lijado en la entrepierna.

Para el acabado especial lijado a mano el tiempo del operario de acuerdo a estadísticas de la empresa en base al método toma de tiempos cronométrico es de 4.296 y el tiempo anterior era de 10.74 dando una disminución del 60% en el tiempo de proceso del operador.

Para el acabado especial línea inclinada el tiempo del operario de acuerdo a estadísticas de la empresa en base al método toma de tiempos cronométrico es de 1.594 y el tiempo anterior era de 3.16 dando una disminución del 49.55% en el tiempo de proceso del operador

Para el acabado especial de destrucción, la eficiencia del operario de acuerdo a tiempos del mismo y estadísticas de la empresa quedaría de igual manera que la manera propuesta que sería al 98% debido a que estos maniqués neumáticos no se pudieron adecuar al sistema de destrucción por lo cual quedaría igual.

La eficiencia y productividad de los operarios para cada uno de los procesos se observa en la siguiente tabla.

Tabla III. Eficiencia y productividad en el área de acabados especiales, con la implementación del sistema neumático.

Acabado especial	Eficiencia del operario por prenda procesada	Productividad pant./hr.hombre
Lijado a mano	99.30%	2.07
Línea inclinada	101.52%	5.01
Destrucción	98.8%	3.23

FUENTE: resultados obtenidos de apéndice 1 datos calculados.

Vale la aclaración que mientras mas se familiaricen los operadores al nuevo sistema neumático de maniqués aumentara la eficiencia de los operadores para la elaboración de acabados especiales.

De la tabla anterior tenemos que, la productividad en el departamento de lijado a mano aumento de 0.80 pant./hr hombre a 2.0714 pant./hr hombre dando un incremento del 158% mas en la productividad del mismo, para el departamento de lijado de línea inclinada en entrepierna fue de 2.58 pant./hr hombre a 5.0188 pant./hr hombre dando un incremento del 50% mas en la productividad para línea inclinada, y por ultimo al departamento de destrucción con una productividad del 3.23 pant./hr hombre igual a la productividad actual debido a que no aplico la implementación a este sistema de desgaste.

3.4.2. Ritmo de producción

Tabla IV. Ritmo de producción por área y operario en los acabados especiales, con la implementación del sistema neumático

Acabado especial	Ritmo de producción por área (pant./min.)	Ritmo de producción por operario (pant./min.)
Lijado a mano	3.49	0.23
Línea inclinada	9.40	0.63
Destrucción	6.07	0.40

FUENTE: resultados obtenidos de apéndice 1 datos calculados.

3.5. Evaluación financiera

3.5.1. Costos por jornada de trabajo laborada

Básicamente este costo continua con la implementación del sistema neumático, y este se refiere al costo total en mano de obra, funcionamiento y mantenimiento para el área de acabados especiales mediante lija para completar una jornada de trabajo de 12 horas, la cual incluye 8 horas de la jornada diurna y 4 horas extras. Con la mano de obra se tiene un costo de Q40,000 al mes, lo que representa Q1818.18 por jornada.

3.5.2. Costos por unidad en proceso

Involucra los insumos necesarios para poder dar proceso al acabado especial mediante lija, únicamente. Con los costos de mano de obra se tiene en el área un total de Q40,000.00 al mes, lo que representa Q2.52/minuto, por jornada efectiva. Un pantalón en proceso se lleva un tiempo de 10.74 minutos, y como se cuenta con 15 mesas, se tiene un tiempo neto de 2.125 minutos por pantalón, lo que hace un costo en mano de obra de Q22.82 por unidad, y para mantenimiento como únicamente se cuenta con mesas para procesarlas unidades queda despreciado. Del dato anterior se infiere que el costo por unidad en proceso de esta área es de Q22.82.

3.5.3. Cálculo del Valor Presente Neto (VAN)

Al evaluar la inversión mediante el cálculo del valor presente neto, como se observa en la tabla V, este es de Q. 148,358.51 luego de un periodo de 5 trimestres, dando como resultado una recuperación de la inversión a mediano plazo, por lo cual la inversión inicial de Q. 215,814.30, dada por la elaboración de 15 maniqués, quedara recuperada en un 100%. Si se toma en cuenta que el precio promedio para los acabados especiales básicos en conjunto; que incluye lijado a mano, bigotes de gato y destrucciones en un pantalón; es de 7.676 quetzales y este tendería a subir si la complejidad y cantidad de los mismos aumentara. El nivel de recuperación es relativamente rápido debido a la demanda trimestral con la que se cuenta, en promedio de 25,000 pantalones con diversidad de complejidad en la prenda, y dando como resultado ingresos estimados de 198,429 quetzales, con egresos de 119,057; por lo cual, dicha inversión es rentable dando como resultado la optimización de recursos físicos, así como el aumento de la productividad de la planta no importando la complejidad del acabado especial a trabajar. Con la implementación neumática

se elevara la cantidad de producto procesado por área con la misma cantidad de personal, mejorando las utilidades de la empresa, y logrando recuperar la inversión inicial en un plazo no mayor a 15 meses.

Tabla V. Datos calculados del Valor Actual Neto para la automatización del área de acabados especiales.

Trimestre	Inversión	Factor Actualización		15.000%	10% FACTOR	Actualización		Flujo Neto
		Ingresos	Egresos	Flujo de fondos	Actualización	Ingresos	Egresos	De Fondos
0	215,814.3		215,814.30	-215,814.30	1.00	0	215,814.3	215,814.3
1		194,500.00	116,700.00	77,800.00	0.87	169130.43	101,478.2	67,652.17
2		196,445.00	117,867.00	78,578.00	0.76	148540.64	59,416.26	89,124.39
3		198,409.45	119,045.67	79,363.78	0.66	130457.43	52,182.97	78,274.46
4		200,393.54	120,236.13	80,157.42	0.57	114575.65	45,830.26	68,745.40
5		202,397.48	121,438.49	80,958.99	0.50	100627.31	40,250.93	60,376.39
Total						663,331.49	514,972.9	
						VAN	148,358.5	

FUENTE: elaboración propia, según datos calculados.

3.5.4. Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR)

De igual manera se evaluó la inversión a través de la Tasa Interna de Retorno, con la información de ingresos y egresos calculados, como se muestra en la tabla VI. Dicha tasa es del 24.26027%, la cual es mayor a la tasa de obstáculo establecida, por ende la automatización del área de acabados especiales es aceptable.

Tabla VI. Datos calculados de la Tasa Interna de Retorno para la automatización del área de acabados especiales.

TRIMESTRES	FLUJO NETO DE FONDOS	ACTUALIZACIÓN	FLUJO DE FONDOS ACTUALIZADOS	TIR
		0.15		
0	- 215,814.30	1	-215,814.30	
1	77,800.00	0.80	62,610.52	
2	78,578.00	0.65	50,890.46	
3	79,363.78	0.52	41,364.28	
4	80,157.42	0.42	33,621.30	
5	80,958.99	0.34	27,327.73	
		Sumatoria	0.00	24.26027%

FUENTE: Elaboración propia, según datos calculados.

3.5.5. Ahorro neto en el proceso

La disminución de tiempos en las áreas productivas da como resultado la disminución de costos en mano de obra y la disminución de utilización de lija debido a la colocación de la prenda, teniendo un ahorro neto promedio de Q6.19 por unidad, mejorando así la optimización de los recursos empleados por la planta.

3.6. Seguridad en las condiciones laborales

Los acabados especiales mediante lija tienen el inconveniente que debido al desgaste de fibras de la prenda se produce mota y a la hora de incrementarse la productividad y eficiencia en las líneas mayor será la cantidad de partículas de mota que estarán circulando por lo cual deben de reforzarse

los niveles de seguridad industrial en el área, y mejorando las condiciones de trabajo de los operarios, debido a que la mota es demasiado contaminante y perjudicial al ser humano si estas son inhaladas, provocando enfermedades tanto respiratorias a corto plazo como enfermedades pulmonares a largo plazo. Esto ha representado, como consecuencia, la utilización de equipo de seguridad dentro del cual cuenta la mascarilla de cartón y en casos extremos la utilización de la mascarilla de hule la cual brinda un mayor rango de seguridad.

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1. Automatización del proceso de acabados especiales

Con la automatización del área de acabados especiales se consiguió mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma; se mejoraron las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad; realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente y se mejoraron la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso; y simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.

4.1.1. Análisis del maniquí neumático

El maniquí debe ser capaz de manejar diferentes ángulos de inclinación, debe ser capaz de variar la altura acorde a la necesidad del operario y de girar 180° para que pueda trabajarse tanto la parte delantera como trasera sin necesidad de quitar la prenda y así darle continuidad y optimización al proceso.

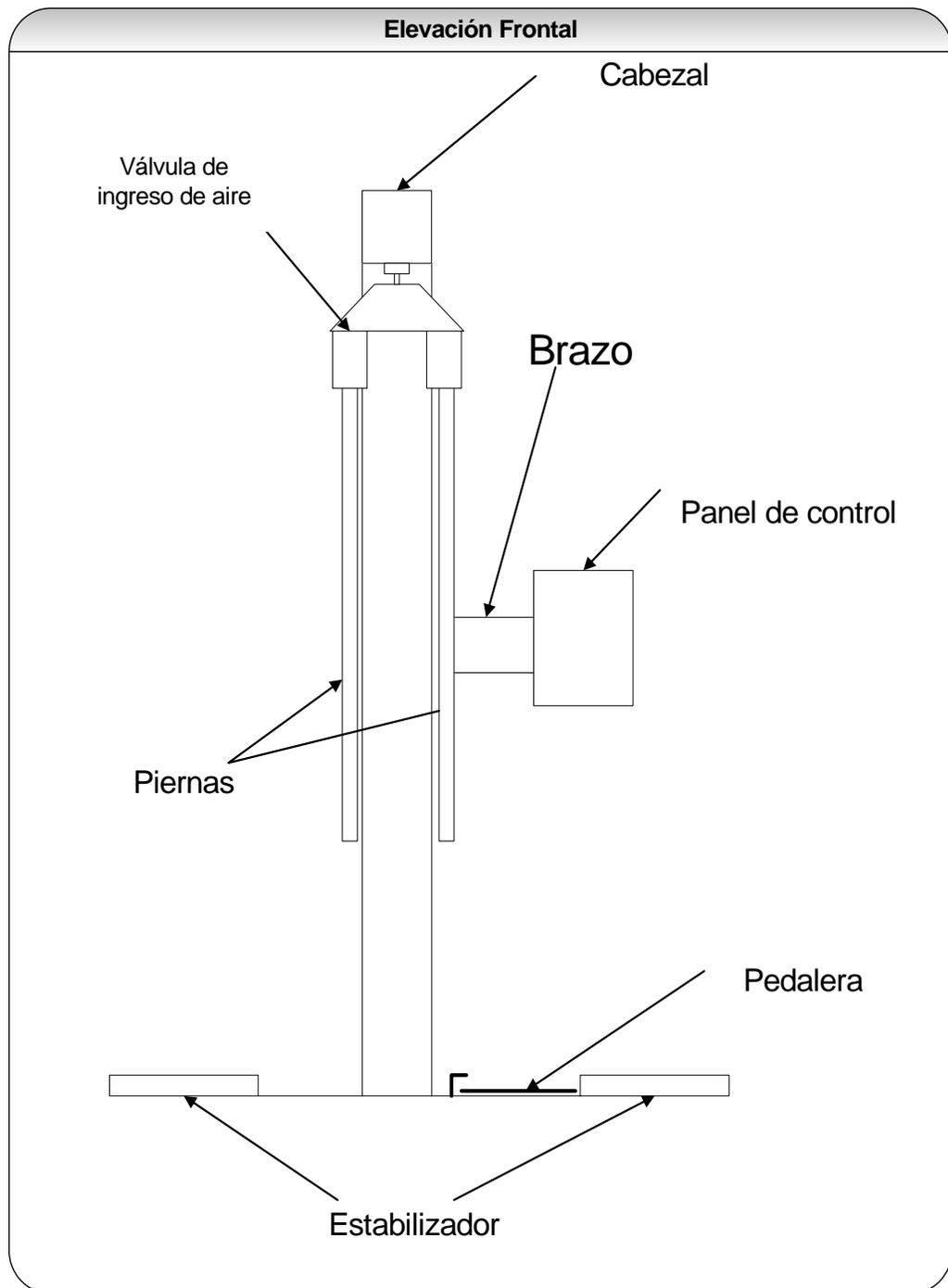
A demás, debe poseer piernas con un largo aceptable y estas piernas deben ser capaces de adaptarse a las diferentes tallas de las prendas trabajadas. En general el maniquí debe tener un diseño sencillo, de fácil manipulación para los operarios y de fácil mantenimiento.

4.1.2. Diseño del maniquí neumático

La estructura general de cada maniquí consta de:

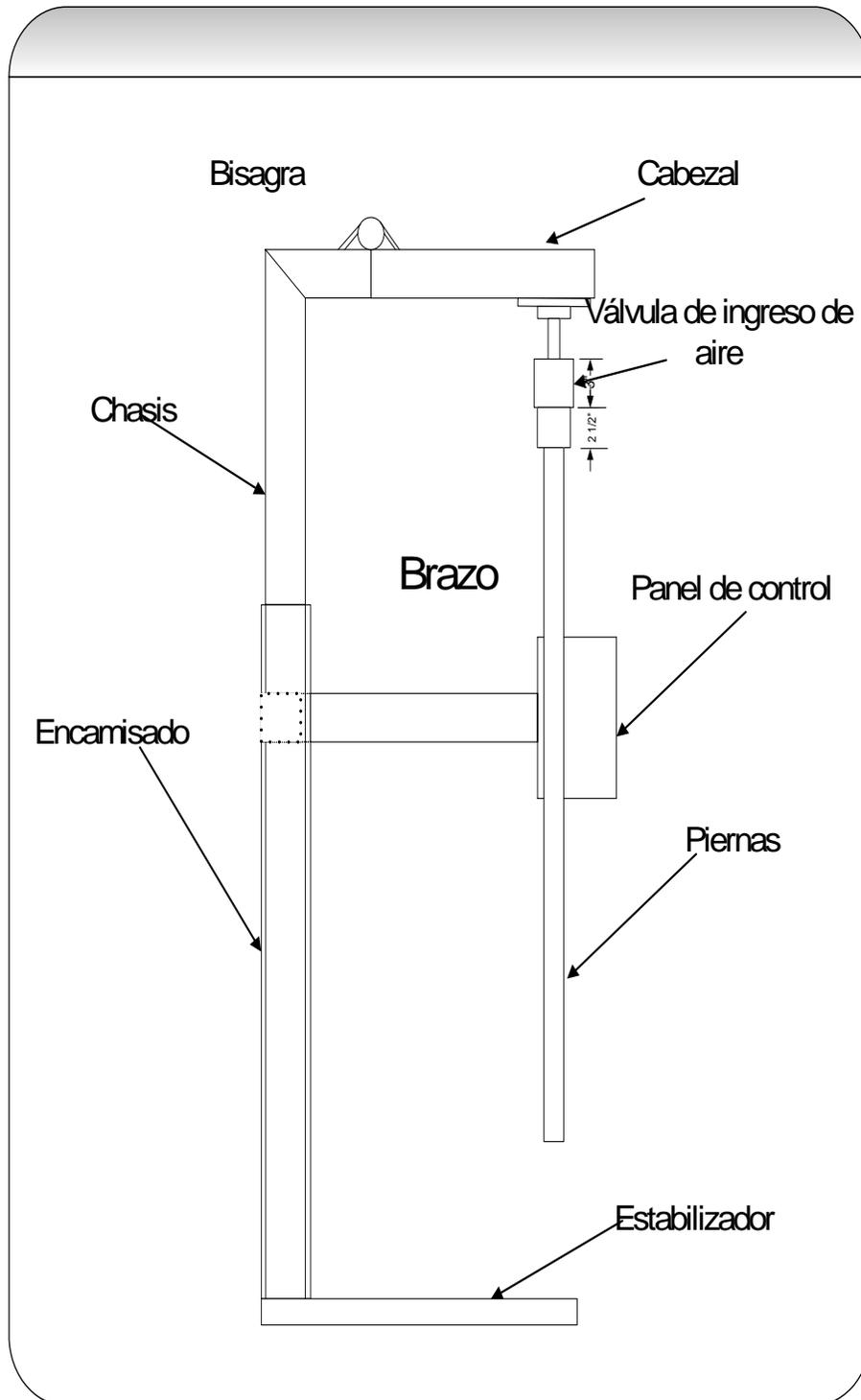
- Base: tiene como función mantener anclado y firme el robot al suelo evitando el tambaleo, esta elaborada con una plancha de acero inoxidable de 1.5 cm. de espesor de 50 x 50 cm. Contando con dos estabilizadores.
- Pedalera1: válvula que activa el cilindro de simple efecto el cual permite el ingreso de aire a las piernas del robot hasta alcanzar la cantidad de aire requerida.
- Cuerpo: tiene 1.8 m. de altura y se encuentra conformado por el cabezal, válvula de ingreso de aire a las piernas, chasis, piernas, encamisado principalmente.
- Bisagra: permite la inclinación de las piernas del maniquí hasta un ángulo de 45° cuando es activado el cilindro a través de la válvula de inclinación localizada en el panel de control
- Cabezal: permite el giro de 180° y la elevación de las piernas del maniquí de forma vertical para darle la altura deseada.
- Piernas: conformadas por dos tubos de 1.5 m de largo con orificios laterales los cuales permiten el ingreso de aire, forradas de caucho que se encuentra sujetado por una abrazadera en la parte superior y otra en la parte inferior.
- Chumacera: cojinete que permite el giro de las piernas para tener la versatilidad de trabajar tanto la parte delantera como trasera.
- Brazo: extensión de metal que conecta el panel de control con el cuerpo del maniquí.
- Panel de controles: consiste en una caja metálica la cual controla la activación de los cilindros neumáticos por medio de circuitos el ingreso y egreso de aire, elevación, inclinación y giro de las piernas.

Figura 23. Vista frontal de la estructura general del maniquí neumático.



FUENTE: Elaboración propia.

Figura 24. Vista lateral de la estructura general del maniquí neumático.



FUENTE: Elaboracion propia.

4.1.3. Diseño del sistema neumático de la automatización

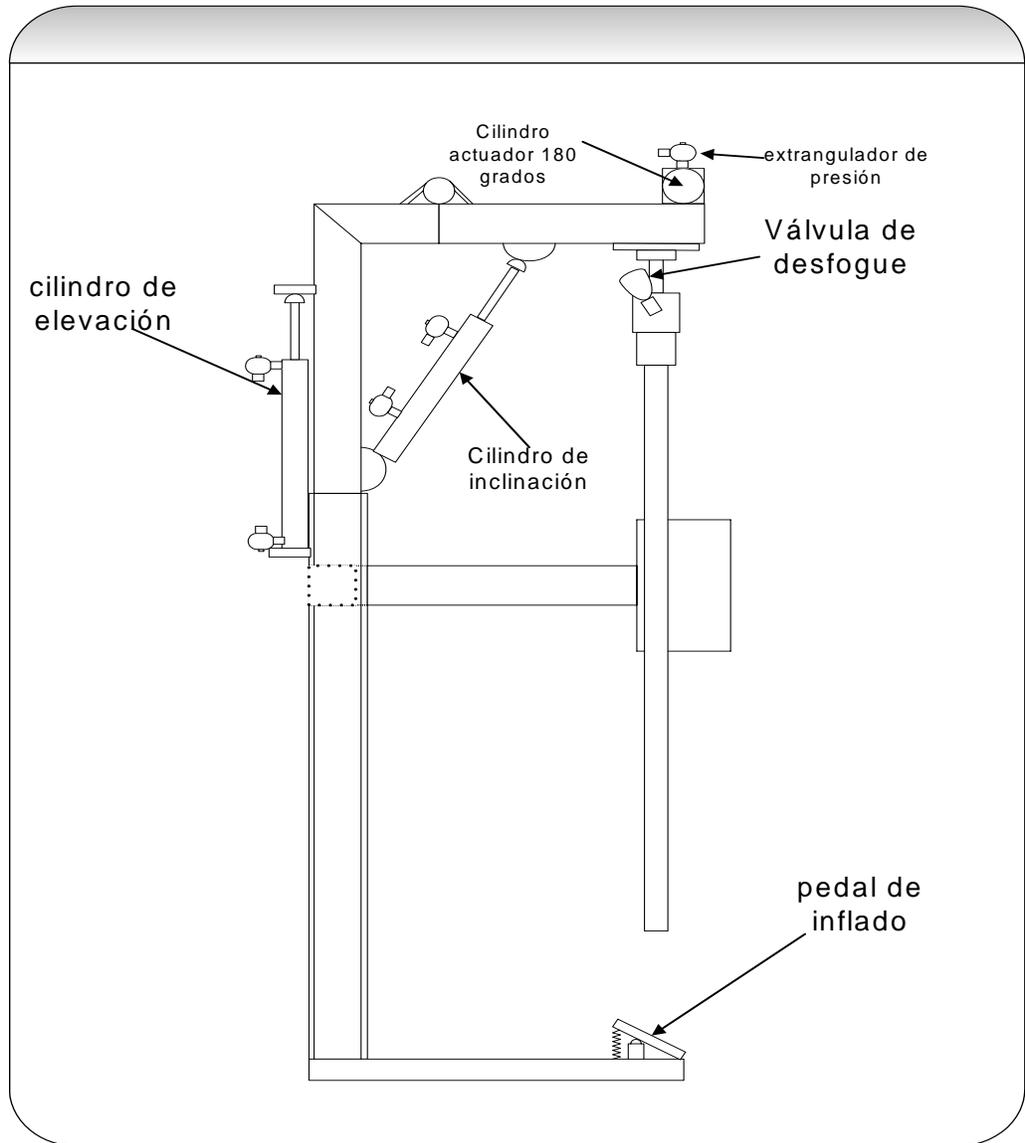
Los componentes neumáticos del maniquí son:

- Cilindro de elevación: al ser activado por medio de la válvula de elevación puede ser controlada la carrera del pistón llevando las piernas a la altura deseada de trabajo, la cual provocan que la fuerza ejercida por el aire comprimido anime al émbolo, en cilindros de doble efecto, realizando un movimiento de traslación en los dos sentidos. Se dispone de una fuerza útil tanto en la ida como en el retorno. Localizado entre el chasis y el encamisado.
- Cilindro de inclinación: al ser activado a través de la válvula de elevación puede ser controlada la carrera del pistón llevando las piernas desde una inclinación de 0 a 45 grados con respecto al tronco del maniquí, la cual provocan que la fuerza ejercida por el aire comprimido anime al émbolo, en cilindros de doble efecto, realizando un movimiento de traslación en los dos sentidos. Se encuentra ubicado en un ángulo de 45 grados entre la válvula de ingreso de aire a las piernas y el cabezal.
- Cilindro actuador de giro a 180 grados: localizado en forma horizontal en la parte posterior del cabezal, el cual al ser activado debido al movimiento de carrera del pistón arrastra consigo la base de las piernas provocando el giro de estas en 180 grados dando facilidad para trabajar la parte trasera del pantalón, pudiéndose invertir para trabajar la parte delantera.
- Válvula de ingreso de aire a las piernas: localizado en la base de las piernas, el cual controla la cantidad y velocidad del aire que ingresa a ellas, activado a través de la pedalera.
- Pistón de desfogue: Se activa a través de la válvula de desfogue dejando salir el aire que se encuentra en las piernas del maniquí, y debe ser

desactivada para que no se escape el aire al momento de querer inflar nuevamente las piernas.

- Válvula de elevación: Localizado en el panel de control, la cual permite el paso de aire para activar el cilindro de elevación.
- Válvula de giro: Localizada en el panel de control, activa el cilindro de giro dando como resultado el giro de 180 grados.
- Válvula de inclinación: Localizado en el panel de control, la cual permite el paso de aire para activar el cilindro de inclinación.
- Válvula de desfogue: Localizado en el panel de control, activa el pistón de desfogue.
- Pedalera: elaborado de aluminio de 10 cm. de ancho por 15 de largo, colocado en la parte inferior del maniquí de manera que pueda ser presionado con el pie permitiendo el ingreso de aire al maniquí para que infle las piernas y se desactiva automáticamente por medio de un resorte al soltar el pedal.
- Estranguladores de presión: regula la velocidad de acción de los cilindros

Figura 25. Perfil de válvulas neumáticas del maniquí.



FUENTE: Elaboración propia.

4.1.4. Instalación de las redes neumáticas

Para el logro en la mejora continua y optimización de los recursos fue necesaria la selección de los materiales en el medio de trabajo en donde una parte importante del trabajo manual pudo ser reforzado mediante controles neumáticos para lograr una producción rápida continua y económica.

A continuación se listan las necesidades del sistema básico para la introducción de la neumática en el área de acabados especiales.

- Planta de compresores: se equipó una planta de aire comprimido de capacidad apropiada para satisfacer la necesidad de 2.5 psi para cada uno de los maniquís instalados, por consiguiente se requirió un compresor de aire para generar presión alrededor de este valor. Por lo cual se recomendó la utilización de un compresor estacionario del tipo reciprocante el cual es accionado por un motor diesel. El depósito del compresor es un acumulador de aire comprimido, por lo que la capacidad del compresor no necesita ser igual al máximo consumo de aire, sino que es suficiente que sea igual al promedio del consumo de aire comprimido más una cierta capacidad de reserva. En la electricidad, se utilizó un generador extra para poder abastecer un caudal extra excesivamente grande.
- Tubería: debido a que el compresor de aire se colocó a cierta distancia del área de acabados especiales, a razones de problema de ruido llevado por el aire o relacionadas con la seguridad de la maquinaria y otros problemas de operación, como la transmisión de vibración al otro equipo. El aire comprimido se almacena en un tanque de compresión, del cual se lleva hacia el punto de consumo por medio de una tubería, de hierro galvanizado de 1 pulgada de diámetro con conectores roscados en forma de T las cuales

distribuyen el suministro de aire a cada una de las mangueras de plástico conectadas al maniquí. No existen tuberías de retorno para el aire de escape, ya que éste se hace directamente a la atmósfera. Las fugas en las tuberías neumáticas causan un gasto importante de aire, pero la máquina sigue trabajando y aunque debe resolverse, no tiene por qué pararse el proceso productivo.

- Válvulas de control: para controlar el movimiento a un lado a otro de un cilindro neumático, la energía del aire tiene que regularse, controlarse e invertirse, con una secuencia determinada. De manera análoga es posible en términos generales: 1.) arrancar y suspender la energía neumática, 2.) controlar la dirección del flujo del aire comprimido, 3.) controlar el gasto del aire comprimido y 4.) controlar el nivel de presión del aire comprimido.

Utilizando válvulas de control de dirección para dirigir el flujo de fluido a presión en la dirección deseada permitiendo el ingreso de aire al maniquí y distribuyéndolo a los cilindros de acuerdo al requerimiento que se tenga. Se utilizaron válvulas de retención de control de dirección las cuales controlan la dirección de la carrera del pistón, es decir, controla los movimientos verticales, horizontales, inclinados y de giro de las piernas del maniquí. Dichas válvulas se encuentran, al igual que las de control de dirección del flujo, en el panel de control.

- Actuadores neumáticos: se emplearon cilindros los cuales se encargan del movimiento lineal requerido y se tiene uno para cada movimiento, es decir, se cuenta con un cilindro que controlara el movimiento ascendente y descendente, un cilindro para controlar la inclinación y otro cilindro que controle el giro en 180 grados.

4.1.5. Instalación de las redes eléctricas

Las tomas de corriente en una misma línea de producción están conectadas a la misma fase. Cuando esto no sea posible, las tomas de corriente que se conecten a la misma fase deben estar agrupadas y se establecerá una separación entre tomas de corriente conectadas a fases distintas de por lo menos 1,5m.

La conexión de los interruptores unipolares se realizó sobre el conductor de la fase (marrón o negro) nunca en neutro azul claro.

No se realizaron empalmes en el interior de los tubos, sino que se utilizaron para ello las cajas de derivación. Para realizar los empalmes entre conductores se utilizó siempre regletas de bornes o conectores.

Los motores de destrucción deben ser conectados mediante un interruptor bipolar, con lo que corta tanto el conductor de fase (marrón o negro), como el neutro (azul claro).

4.2. Instalación electro-neumática

Como las distancias a cubrir por las conducciones neumáticas son grandes, las señales se debilitara y se retrasan sus efectos, debido a la pérdida de carga, por lo que ya no tendrían la condición de rápidas y seguras.

Por estas razones interesa combinar las ventajas del mando eléctrico con la simplicidad y eficacia de la neumática, lo que deriva en las aplicaciones electro neumáticas.

Por estas razones se utilizó el distribuidor electro neumático de 3/2 que, en principio, consta de un cuerpo con tres vías, con un electroimán. En el interior de éste hay un núcleo que actúa como una válvula doble que cierra una vía al final de cada uno de sus movimientos. Cuando el electroimán está sin corriente, el núcleo, gracias a la fuerza del muelle y a su peso, cierra la vía inferior. El efecto de una señal eléctrica en el distribuidor es la obtención de una señal de aire a la salida y cuando desaparece la señal eléctrica ocurre lo mismo con la neumática.

4.2.1. Pasos para la conexión neumática

En la figura 26 se encuentra detallado el circuito neumático para el maniquí. Se inicia con la toma de aire (1), que se dirige al compresor (2) el cual no es necesario que este funcionando durante todo el tiempo debido a que este consta con un tanque de compresión (3), el cual es el encargado de repartir el aire a la línea principal (4), de acuerdo a la necesidad de trabajo, la cual se encuentra conectada a las líneas secundarias de aire (18), que puede ser activada a través de una válvula de control de flujo regulando la cantidad de aire que se necesite en cada uno de los ramales de la línea principal de aire. En cada línea secundaria se encuentra una llave o válvula de paso de aire, la cual permite el ingreso de aire a cada uno de los dispositivos o maniqués y así controlar la cantidad de maniqués a utilizar por línea, evitando el desperdicio de aire cuando no sea requerido.

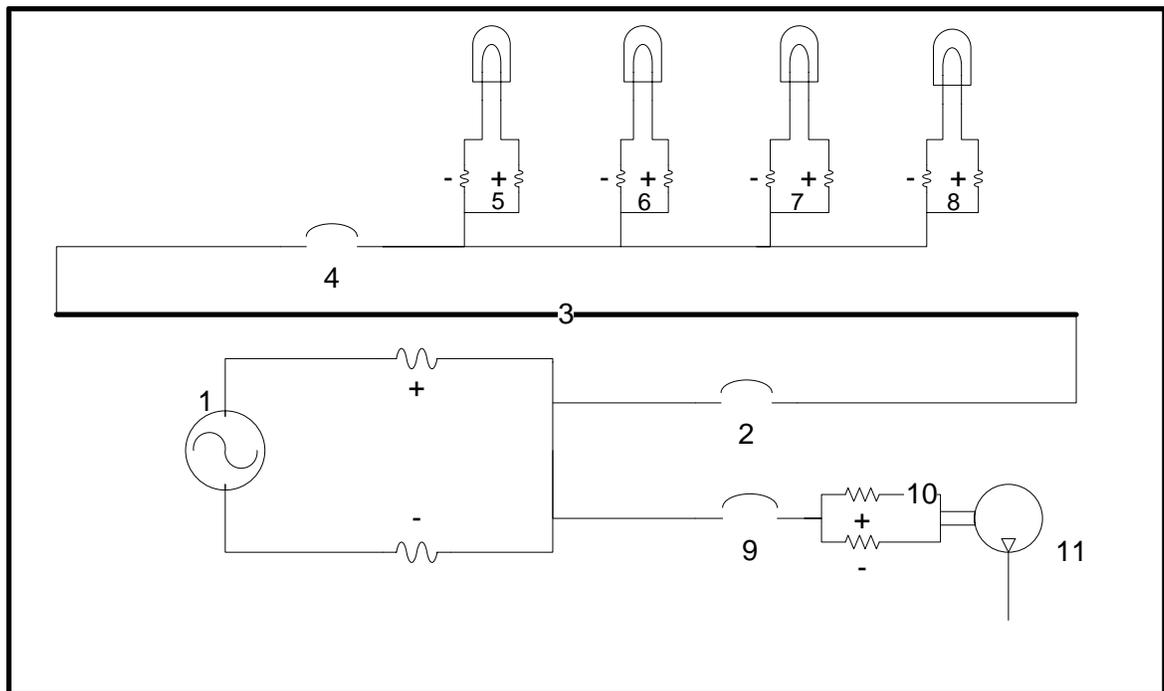
Ya regulando la presión de ingreso de aire al maniquí a través de un manómetro (8) los movimientos de las piernas vendrán dados por la activación de las válvulas. El flujo es dirigido a una válvula de cuatro tomas (9), la cual dirige a cada una de las válvulas aire de acuerdo al requerimiento que se tenga. La válvula (12), que activa el movimiento de arriba debajo de del cilindro (15), la

4.2.2. Pasos para la conexión eléctrica

En la figura 27 se encuentra detallado el circuito eléctrico para el área de motores de destrucción y para el compresor que surte de aire comprimido a las líneas de producción, de la fuente de corriente (1) y conecta a las cajas de flipones tanto de las líneas de los motores de destrucción (2), como de el compresor de aire (9), el interruptor de los motores de destrucción es el encargado de activar los trenes de corriente (3) de cada línea, activando los carretes (4), que se encuentran en este, y pasa la corriente a cada uno de los motores (5), (6), (7) y (8) según sea la necesidad de utilización de estos.

Por otra parte, el flipón (9), que activa la corriente y por consiguiente inicia la toma de aire del compresor (10), dando como resultado el envío de este a las líneas de distribución a la presión deseada (11).

Figura 27. Circuito eléctrico para el área de motores de destrucción.



FUENTE: Elaboración propia.

4.3. Funcionamiento del maniquí neumático

Es importante conocer el funcionamiento y utilización del maniquí para lograr una optimización de los recursos y una mayor vida útil de la maquinaria empleada en las tareas diarias.

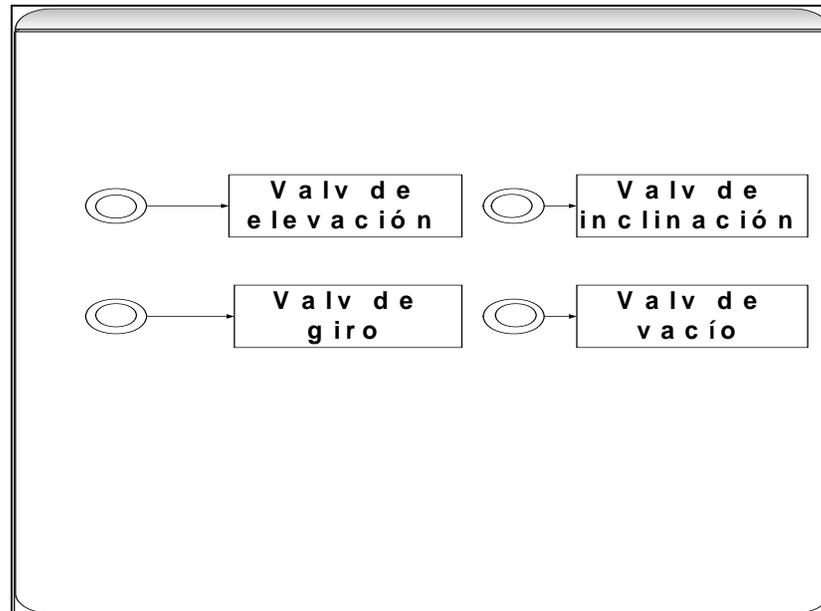
A continuación se da un listado de diversos elementos del maniquí dando una explicación de su funcionamiento:

4.3.1 Panel de control

Es la plataforma en donde se encuentran colocadas en forma estratégica las válvulas de paso de aire al maniquí, la cual es la encargada de activar el pistón que suministra aire a las piernas de caucho y de retirar el aire de las mismas. También se encuentra la válvula de inclinación, que dará la inclinación deseada al maniquí, desde un ángulo de 90 grados hasta un ángulo de 45 grados.

Se encuentra también la válvula que controla la elevación del maniquí y la válvula que permite la rotación del maniquí en 180 grados.

Figura 28. Diagrama del panel de control del maniquí neumático.



Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.1. Encendido del maniquí

El encendido del dispositivo esta dado básicamente por un interruptor que brinda energía eléctrica la cual activa el sistema neumático en el maniquí, por lo cual es de fácil accionamiento e inclusive disponiéndose en líneas de producción puede colocarse un solo interruptor eléctrico para cualquier cantidad de dispositivos a utilizar en dicho departamento o centro de trabajo, dando como resultado la disminución y uniformidad en el tiempo de trabajo.

4.3.1.2. Elevación del maniquí

Se activa a través de un cilindro de elevación, que al ser activado a través de una válvula de paso, le da más altura y en forma inversa también disminuye la altura del robot

El funcionamiento o la utilización para este aumento o disminución de la elevación, se da girando 45 grados de la parte neutral a la izquierda la válvula de paso para que el maniquí se eleve hasta alcanzar la altura ideal o deseada y si se le da un giro de 45 grados a la derecha de la parte neutral el maniquí disminuirá la altura hasta alcanzar la deseada o la ideal por el operario.

4.3.1.3. Inclinación del maniquí

Se activa a través de un cilindro de inclinación, que al ser activado le da un ángulo de inclinación al robot dependiendo de la necesidad de trabajo ya sea una inclinación hacia arriba o abajo.

El funcionamiento o la utilización para este aumento o disminución de la inclinación, se da girando 45 grados de la parte neutral a la izquierda la válvula de paso para que el maniquí se eleve hasta alcanzar la altura e inclinación ideal o deseada y si se le da un giro de 45 grados a la derecha de la parte neutral el maniquí disminuirá la altura de inclinación hasta alcanzar la deseada o la ideal por el operario.

4.3.1.4. Giro del maniquí

Se activa a través de un cilindro actuador de giro a 180 grados: Al ser activado gira 180 grados dando facilidad para trabajar la parte trasera del pantalón, y se puede invertir nuevamente para trabajar la parte delantera.

Cuenta con una válvula de giro, que activa el cilindro actuador para cualquiera de los dos lados, si se gira 45 grados a la izquierda el maniquí dará 180 grados mostrando la parte delantera del maniquí para trabajar, y girando 45 grados de la parte neutral pero hacia la derecha el maniquí dará un movimiento de 180 grados mostrando la parte trasera y así dar una versatilidad para poder trabajar cualquiera de las dos partes.

4.3.1.5. Entrada de aire al caucho

Se activa a través de un pedal de inflado, que al presionarlo dejamos ingresar aire al robot para que infle las piernas de caucho y se desactiva automáticamente por medio de un resorte al dejar de presionar. Cuenta con estranguladores de presión los cuales regulan la velocidad de acción de los cilindros y así evitan que se pierda la velocidad de ingreso de aire a las piernas de caucho y evitar que estas exploten.

4.3.1.6. Salida de aire del caucho

Se activa a través de un pistón de desfogue que al ser activado deja salir el aire que se encuentra en las piernas del robot, y debe ser desactivado para que no se nos escape, esta desactivación se da en el panel de control del maniquí y se da colocando la válvula de desfogue en la parte neutral, el aire al momento de querer inflar de nuevo las piernas.

La válvula de desfogue acciona el pistón de desfogue dando un movimiento de 45 grados dando la liberación del aire y desactiva el cilindro de desfogue colocando la válvula en la parte neutral.

4.4. Materiales para la elaboración del maniquí neumático

A continuación se da un listado de los diversos elementos que se utilizaron en la elaboración del maniquí neumático:

Tabla VII. Lista de materiales utilizados en la elaboración de un maniquí neumático.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA
Cilindro actuador 180g 1/4npt	1.00	Unidad
Cilindro doble efecto 63x160mm 1/4npt	1.00	Unidad
Cilindro doble efecto 50x250	1.00	Unidad
Codo giratorio reg./ flujo de aire 1/4x1/4npt	6.00	Unidad
Válvula mecánica 4/3 de 1/4npt	4.00	Unidad
Válvula mecánica de pedal 3/2 y 1/4npt	1.00	Unidad
Fitting codo 90G tubing 3/8x1/4npt	8.00	Unidad
Fitting codo 90g tubing 1/4x1/4npt	7.00	Unidad
Fitting a 90g tubing 1/4x1/8 npt	1.00	Unidad
Racor tee 3/8	4.00	Unidad
Tapón macho allen 1/4 npt	1.00	Unidad
Niple corrido HG de 3/4"	1.00	Unidad
Copla HG de 3/4"	1.00	Unidad
Copla hg de 1/4"	14.00	Unidad

Continuación tabla VII

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA
Eje de 7/8" para piernas de robot	1.00	Unidad
Acople con pasador para eje de pierna de robot 7/8" * 7/8"	1.00	Unidad
Chumacera de tipo ojo de pescado 7/8"	1.00	Unidad
Tornillo R/O R/C HN de 1/2"x1 1/2"	2.00	Unidad
Tubo HG de 1 1/4"	0.42	Unidad
Tornillo R/O RC HN de 1/4x1/2"	2.00	Unidad
Tuerca R/O HN de 1/4"	2.00	Unidad
Tornillo r/o r/c hn 5/16x1	4.00	Unidad
Tornillo R/O HG de 3/16" X 2 1/2"	1.00	Unidad
Tornillo busca rosca de 3/16 x 1/2	8.00	Unidad
Fitting recto tubing 1/4"x1/4" npt	10.00	Unidad
Fitting recto tubing 6mmx1/4npt	10.00	Unidad
Fitting recto tubing 3/8x1/4npt	2.00	Unidad
Fitting recto tubing 8mmx1/4npt	2.00	Unidad
Horquilla doble p/cil 250mm	1.00	Unidad
Horquilla simple p/cil 250mm	1.00	Unidad
Horquilla doble c/rosca hembra M16x1.5	1.00	Unidad
Horquilla doble p/cil 160mm	1.00	Unidad
Horquilla simple p/cil 160mm	1.00	Unidad
Válvula neumática de escape piloto 1/4x3/4	1.00	Unidad
Angular de 1/8x1/2"	0.17	Unidad
Lamina negra de 1/8x4x8	0.06	Unidad
Lamina negra de 1/16x4x8	0.05	Unidad

Continuación tabla VII

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA
Lamina negra de 1/16x4x8	0.04	Unidad
Tubo cuadrado hn 1/4" * 3" 3".	0.50	Unidad
Hembra de 3/16" X 3"	0.20	Unidad
Viga tipo U hn 3/16x4x1 5/8	0.46	Unidad
Bisagra para robot (HB)	1.00	Unidad
Tubo rectangular de 1x1 1/2 ch 18	0.10	Unidad
Angular de hierro negro de 1/8x1"	0.50	Mt
Reducidor bushing de bronce de 3/8"x1/4"	4.00	Unidad
Manómetro p/aire de 0 a 5 psi 1/4 npt	1.00	Unidad
Tubing P/aire de 1/4" sin adapt (plástica)	45.00	Pie
Tubing p/aire de 3/8 por pie	30.00	Pie
Tubin en espiral 6mm	5.00	Unidad
Manguera espiral de 8 mm*3 mt	1.00	Unidad
Angular de 1/4" * 3".	0.10	Pie
Electrodo 6011 de 1/8"	3.00	Lbs
Electrodo 7018 de 1/8"	3.00	lb.
Pintura fondo gris	0.13	GAL
Pintura azul natural	0.13	GAL
Thinner laca	0.50	GAL
Tornillo cabeza redonda R/O HG 1/4"X1 1/2"	19.00	Unidad
Tuerca R/O HG de 1/4"	19.00	Unidad
Tubo HG de 1/2"	0.25	Unidad
Teflón de 1/2"	2.00	Unidad

FUENTE: elaboración propia.

4.4.1. Costos empleados en la elaboración del maniquí neumático

Como se puede observar en tabla VIII se enlistan los costos, de los materiales que se utilizaron en la elaboración del maniquí neumático dando como resultado un costo total en la elaboración de Q.12688.11, con lo cual podemos conocer la tasa de retorno y el tiempo de recuperación de la inversión.

Tabla VIII. Lista de precios unitarios y total de los materiales utilizados para la elaboración del maniquí neumático.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Cilindro actuador 180g 1/4npt	1.00	Unidad	3234.25	3234.25
Cilindro doble efecto 63x160mm 1/4npt	1.00	Unidad	951.25	951.25
Cilindro doble efecto 50x250	1.00	Unidad	978.49	978.49
Codo giratorio reg./ flujo de aire 1/4x1/4npt	6.00	Unidad	91.32	547.92
Válvula mecánica 4/3 de 1/4npt	4.00	Unidad	456.60	1826.40
Válvula mecánica de pedal 3/2 y 1/4npt	1.00	Unidad	395.34	395.34
Fitting codo 90G tubing 3/8x1/4npt	8.00	Unidad	19.03	152.20
Fitting codo 90g tubing 1/4x1/4npt	7.00	Unidad	12.94	90.56
Fitting a 90g tubing 1/4x1/8 npt	1.00	Unidad	12.56	12.56
Racor tee 3/8	4.00	Unidad	22.83	91.32
Tapón macho allen 1/4 npt	1.00	Unidad	9.59	9.59
Niple corrido HG de 3/4"	1.00	Unidad	2.74	2.74
Copla HG de 3/4"	1.00	Unidad	3.42	3.42
Copla hg de 1/4"	14.00	Unidad	4.41	61.79
Eje de 7/8" para piernas de robot	1.00	Unidad	57.53	57.53
Acople con pasador para eje de pierna de robot 7/8" * 7/8"	1.00	Unidad	150.83	150.83

Continuación tabla VIII

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Chumacera de tipo ojo de pescado 7/8"	1.00	Unidad	81.81	81.81
Tornillo R/O R/C HN de 1/2"x1 1/2"	2.00	Unidad	0.91	1.83
Tubo HG de 1 1/4"	0.42	Unidad	172.98	72.65
Tornillo R/O RC HN de 1/4x1/2"	2.00	Unidad	0.23	0.46
Tuerca R/O HN de 1/4"	2.00	Unidad	0.08	0.15
Tornillo r/o r/c hn 5/16x1	4.00	Unidad	0.38	1.52
Tornillo R/O HG de 3/16" X 2 1/2"	1.00	Unidad	0.38	0.38
Tornillo busca rosca de 3/16 x 1/2	8.00	Unidad	0.08	0.61
Fitting recto tubing 1/4"x1/4" npt	10.00	Unidad	10.27	102.74
Fitting recto tubing 6mmx1/4npt	10.00	Unidad	14.46	144.59
Fitting recto tubing 3/8x1/4npt	2.00	Unidad	17.50	35.01
Fitting recto tubing 8mmx1/4npt	2.00	Unidad	13.32	26.64
Horquilla doble p/cil 250mm	1.00	Unidad	36.15	36.15
Horquilla simple p/cil 250mm	1.00	Unidad	32.34	32.34
Horquilla doble c/rosca hembra M16x1.5	1.00	Unidad	119.86	119.86
Horquilla doble p/cil 160mm	1.00	Unidad	36.15	36.15
Horquilla simple p/cil 160mm	1.00	Unidad	108.44	108.44
Válvula neumática de escape piloto 1/4x3/4	1.00	Unidad	665.88	665.88
Angular de 1/8x1/2"	0.17	Unidad	28.39	4.83
Lamina negra de 1/8x4x8	0.06	Unidad	533.69	32.02
Lamina negra de 1/16x4x8	0.05	Unidad	276.70	13.83
Lamina negra de 1/16x4x8	0.04	Unidad	276.70	11.07
Tubo cuadrado hn 1/4" * 3" 3".	0.50	Unidad	840.07	420.03
Hembra de 3/16" X 3"	0.20	Unidad	197.63	39.53
Viga tipo U hn 3/16x4x1 5/8	0.46	Unidad	420.00	193.20

Continuación tabla VIII

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Bisagra para robot (HB)	1.00	Unidad	41.47	41.47
Tubo rectangular de 1x1 1/2 ch 18	0.10	Unidad	67.20	6.72
Angular de hierro negro de 1/8x1"	0.50	mt	39.34	19.67
Reductor bushing de bronce de 3/8"x1/4"	4.00	Unidad	4.64	18.57
Manómetro p/aire de 0 a 5 psi 1/4 npt	1.00	Unidad	144.51	144.51
Tubing P/aire de 1/4" sin adapt (plástica)	45.00	pie	1.52	68.49
Tubing p/aire de 3/8 por pie	30.00	pie	1.52	45.66
Tubin en espiral 6mm	5.00	Unidad	190.25	951.25
Manguera espiral de 8 mm*3 mt	1.00	Unidad	213.08	213.08
Angular de 1/4" * 3".	0.10	pie	3044.00	304.40
Electrodo 6011 de 1/8"	3.00	lbs	6.93	20.78
Electrodo 7018 de 1/8"	3.00	lb.	7.38	22.15
Pintura fondo gris	0.13	GAL	116.81	14.60
Pintura azul natural	0.13	GAL	69.25	8.66
Thinner laca	0.50	GAL	31.66	15.83
Tornillo cabeza redonda R/O HG 1/4"X1 1/2"	19.00	Unidad	0.38	7.23
Tuerca R/O HG de 1/4"	19.00	Unidad	0.15	2.89
Tubo HG de 1/2"	0.25	Unidad	117.57	29.39
Teflón de 1/2"	2.00	Unidad	2.44	4.87
		TOTALES	14387.62	12688.11

5. MEJORA CONTINUA

5.1. Mantenimiento de la unidad automatizada

El objetivo primordial del mantenimiento en el maniquí neumático es la conservación, ante todo, del servicio que esta prestando. El servicio es lo importante y no la maquinaria que lo proporciona, por tal motivo se debe equilibrar en las labores de mantenimiento los factores esenciales siguientes:

- Calidad económica del servicio
- Duración adecuada del equipo
- Costos mínimos del mantenimiento.

Desde el punto de vista de costo, estos tres factores dan a conocer que existe un costo total de servicio, el cual resulta de un costo inicial del equipo considerando su depreciación, del costo de mantenimiento considerando su incremento y costo por la falta de servicio.

5.1.1. Sistema neumático

Para el mantenimiento y mejora continua del sistema neumático es necesario efectuar en intervalos regulares de tiempo los trabajos siguientes de conservación:

- a) Filtro de aire comprimido: debe examinarse periódicamente el nivel de agua condensada, porque no debe sobrepasar la altura indicada en la mirilla de control de lo contrario, el agua podría ser arrastrada hasta la tubería por el

aire comprimido. Para purgar el agua condensada hay que abrir el tornillo existente en la mirilla. Asimismo debe limpiarse el cartucho filtrante.

- b) Regulador de presión: cuando está precedido de un filtro, no requiere ningún mantenimiento.
- c) Lubricador de aire comprimido: verificar el nivel de aceite en la mirilla y, si es necesario, suplirlo hasta el nivel permitido. Los filtros de plástico y los recipientes de los lubricadores no deben limpiarse con tricloroetileno. Para los lubricadores, utilizar únicamente aceites minerales.
- d) Caudal en las unidades de mantenimiento: los aparatos poseen una resistencia interior, por lo que se produce una caída de presión hasta que el aire llega a la salida. Esta caída de presión depende mucho del caudal de paso y de la presión de alimentación correspondiente.

5.1.2. Sistema eléctrico

Para el mantenimiento y mejor optimización de recursos es indispensable el mantenimiento general por lo cual deben de tomarse las siguientes consideraciones:

- Caja general de protección
- Apretado de conexiones, comprobación de los terminales y estado de los conductores.
- Comprobación del estado de la cerradura
- Comprobación de la estanqueidad.

- Sección de los conductores y su estado. Comprobar que la potencia instalada y demanda por el edificio a plena carga esta de acuerdo con al previsión de cargas realizadas inicialmente en el proyecto.
- Comprobar la caída de tensión.
- Comprobación del aislamiento de los conductores.
- Inspección visual de los tubos de canalizaciones, así como de sus anclajes y protección mecánica.
- Comprobación de que por estas canalizaciones no se han introducido otras instalaciones como porteros automáticos.
- Comprobación de que los registros estén libres, accesibles y precintados.
- Inspección de posibles derivaciones a instalaciones incontroladas.
- Revisión de las placas cortafuegos, en el caso de que existan canaladuras verticales.
- Comprobación de que el acceso este libre de obstáculos.
- Puerta con cerradura normalizada, rótulo exterior y apertura hacia el exterior.
- Comprobación de ausencia de humedad, ventilación y perfectas condiciones del desagüe.
- Comprobación de ausencias de condiciones no eléctricas.
- Inspecciones de los fusibles calibrados y revisión de las conexiones y terminales.
- Inspección de los fusibles calibrados y revisión de las conexiones y terminales.
- Inspección del estado de las tapas de los módulos, facilidad de lectura de los equipos de media.

- Inspección de posibles derivaciones a instalaciones incontroladas.
- Comprobación de precintos
- Comprobación del estado de la canaladura y de ausencia de otras conducciones no eléctricas.
- Inspección del estado de las placas cortafuegos.
- Estado y accesibilidad de los registros
- Estado y fijación de los tubos de las canalizaciones.
- Comprobación de la sección de los conductores, de acuerdo con la potencia máxima demandada y la caída de tensión.
- Estado del aislamiento de los conductores y utilización de los colores reglamentarios.
- Revisión de las conexiones terminales en ambos extremos.
- Inspección de posibles derivaciones a instalaciones incontroladas.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficies próximas del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descargas de origen atmosférico.

Las disposiciones de puesta a tierra pueden ser utilizadas a la vez o separadamente, por razones de protección o razones funcionales, según las prescripciones de la instalación.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra este conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantendrá de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga pueden circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a la electrolisis que pudieran afectar a otras parte metálicas.

5.1.3. Aspectos generales

Debemos de tener en consideración que las normas de seguridad son conceptos de obligado cumplimiento que se establecen, divulgan e imponen para determinar el comportamiento a seguir para evitar o minimizar los riesgos. Normalmente las normas legales son suficientes, pero cuando no la empresa debe adaptarlas, sin contravenirlas. Serán necesarias, claras y concretas.

Normas para los operarios eléctricos y neumáticos: los operarios estarán adiestrados en los métodos de trabajo, usaran ropa sin accesorios metálicos, evitaran el uso de objetos de metal o artículos inflamables, llevaran las herramientas en bolsas, utilizaran calzado, guantes, pértigas, banquetas y alfombras aislantes, comprobaran la ausencia de tensión en los aparatos sobre los que trabajen y que las maquinas estén paradas.

Los accidentes y su desarrollo obedecen a causas y mecanismos identificables, así como sus consecuencias sobre las personas, lo que permite prevenir los accidentes y los que hay que hacer si ocurren. En las maquinas, instalaciones y equipos deben colocarse resguardos y dispositivos de seguridad que las desconecten, los cuales se incluirán en su diseño para tratar el peligro se elegirán los elementos preventivos y los correctivos. Entre los preventivos están el colocar detectores de presencia, y que cumplan las normas para los operarios eléctricos.

5.2. Índices de evaluación del mantenimiento

Al inicio de todo proceso de mejoramiento, ya sea a nivel de individuos o de las organizaciones, exige, como primera etapa, que se adquiera conciencia de la realidad y posteriormente, que se definan los objetivos a alcanzar y los medios para ello. Entre tanto, una vez iniciado el proceso, es necesario monitorear el progreso alcanzado, a través de observaciones y comparaciones, a lo largo del tiempo, de parámetros que definan claramente el nivel de calidad del desempeño organizacional, constatando, sin subjetivismo, si se ha mejorado o no respecto a la situación inicial.

En lo que se refiere a la actividad de mantenimiento en una empresa industrial, la necesidad de un procedimiento de este tipo es mucho más reconocida. Una variedad relativamente grande de indicadores ha sido

sugerida para monitorear su desempeño, con resultados casi siempre consistentes.

Es un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización, en los procesos o en las personas respecto a las expectativas o percepción de los clientes en cuanto a costo- calidad y plazos.

Tradicionalmente los indicadores se han visto reactivamente, o sea, utilizándolos para mirar hacia atrás con vistas a planear el futuro, sin embargo se ha venido provocando un cambio en este sentido encaminado a utilizar los indicadores con una visión proactiva, o sea, para tomar decisiones hacia el futuro, manejándolos.

Se deberá tener en cuenta que lo importante dentro del mantenimiento es:

- a) El análisis no debe presentar conclusiones especulativas. Las variaciones para mejorar o empeorar deben ser tomadas como síntomas que fueron discutidos en conjunto entre los departamentos de control y ejecución y podrán indicar necesidades de alteración de métodos de trabajo.
- b) Antes de emitir comentarios sobre los resultados del análisis de índices, el órgano de control debe estar seguro de que los datos que les dieron origen son confiables.
- c) El análisis debe tener observaciones negativas que deben estar acompañadas de sugerencias de alternativas para mejorar que deben ser discutidas con los supervisores del área de ejecución de mantenimiento antes del registro en el informe de análisis.

- d) Es válida la colocación de valores comparativos, entre períodos diferentes o valores promedios obtenidos en el año anterior, para su examen respecto a los resultados de disposiciones gerenciales, tomadas en función de análisis anteriores.
- e) Establecer metas para la mejora de los índices, junto con el área ejecutante.

Es importante, para el trabajo con los indicadores, tener presente los errores o defectos más usuales en los que se ha incurrido en los lugares donde se ha trabajado en este sentido, los mismos son los siguientes:

- Inadecuada selección de los índices, excesivos en número y no jerarquizados.
- Insuficiente y confusa definición que provoque diferentes interpretaciones y/o cálculos.
- Escasa o nula identificación de la relación existente entre el índice y los factores críticos.
- Inadecuación en los sistemas de captación de datos para el cálculo de los índices, cálculos erróneos y/u obtenidos con retraso, con lo cual se pierde la aptitud y rapidez de acción.
- Falta de establecimiento de valores objetivos y dificultades en obtener la información adecuada.
- Carencia de controles sistemáticos.
- Dilación en la toma de decisiones.

Dentro de la aplicación, ejecución, y control de un sistema de mantenimiento existen diferentes etapas, que las mismas pueden ser medidas a través de la citación de diferentes índices (Intervención, defectos, fuerzas de trabajo) que en su determinación van a permitir analizar el desenvolvimiento

del sistema aplicado. Apoyándose en la información que brindan estos índices como medios de control, se puede determinar la calidad del mantenimiento efectuado y así poder corregir las deficiencias en el sistema.

5.2.1. Sistemas de confiabilidad

Los sistemas balanceados de indicadores (SBI), son unas herramientas que buscan incorporar a los sistemas tradicionales de medición de la gestión empresarial del mantenimiento de activos, algunos aspectos no financieros que condicionan la obtención de resultados económicos.

SBI no es un software, ni una simple aplicación de hoja electrónica, ni una herramienta que permite formular estrategias, como tampoco es un instrumento de control, ni un informe periódico de gestión que se presenta a la gerencia. Los SBI son una herramienta para implementar opciones estratégicas, proceso que exige que los objetivos de esas opciones puedan ser medidos apropiadamente, y que ayudará a convertir la visión y la estrategia del negocio de mantenimiento en la organización, en mediciones y objetivos tangibles.

Los Sistemas Balanceados de Indicadores (Técnicos-Financieros) traducen la estrategia y la misión de una organización en un amplio conjunto de medidas de la actuación, 2 que proporcionan la estructura necesaria para un sistema de gestión y medición estratégica en la gestión de mantenimiento de activos.

La Visión, Misión y Los Sistemas Balanceados de Indicadores "SBI", nos conduce a que los indicadores de gestión deben ser divulgados y serán diferentes en diversos niveles dentro de la organización, y también, más que probablemente, serán diferentes para los diversos papeles del trabajo dentro de la organización.

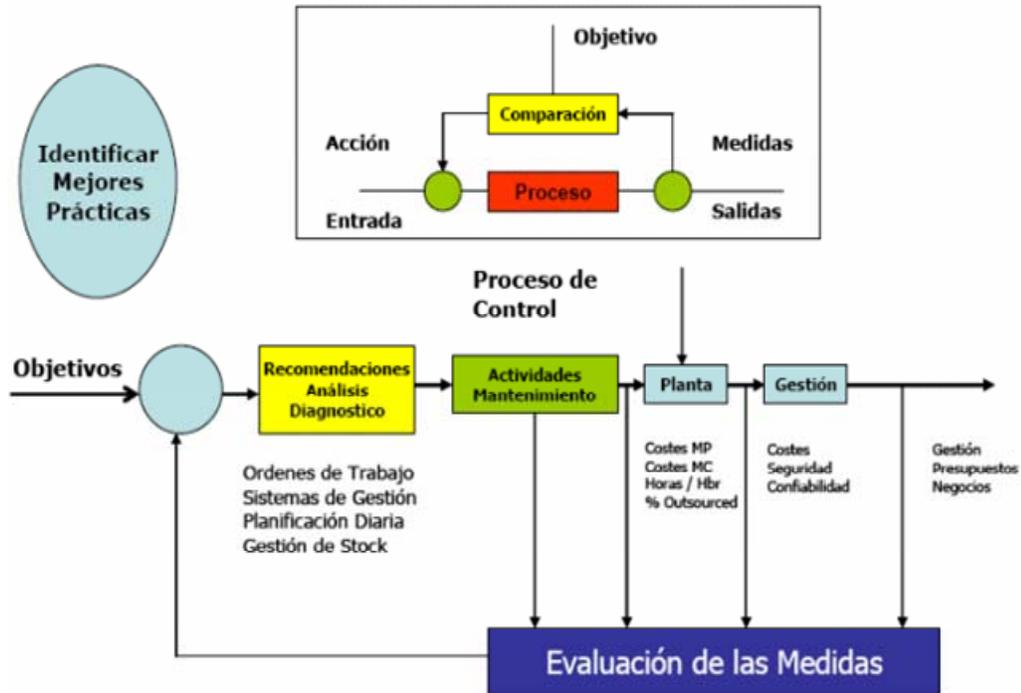
La selección apropiada de indicadores para la gestión de medidas del mantenimiento *"son las que se hacen propias con el apoyo de todos"* por que pueden influenciar en el funcionamiento del mantenimiento, y si se utilizan con eficacia por esta gente para conducir la mejora continua de los procesos.

De las herramientas y de las técnicas que se pueden utilizar para seleccionar indicadores apropiados, la más importante a la hora de tener buenos resultados es tener procesos con un nivel muy alto de participación por parte del personal que pueden influenciar en los resultados. Es preferible, una medida con menos nivel técnico que otra que para entenderla se necesite un alto nivel, y que además no sea considerada como propia por parte de las personas.

Para cumplir este propósito, definiremos indicador como una variable o un grupo de variables calculadas de acuerdo a una fórmula específica, las cuáles son características de un fenómeno y que podemos por lo tanto

El proceso descrito en la siguiente figura consiste en definir y evaluar los indicadores. Alguna medida de la ejecución de la instalación (disponibilidad, costos, confiabilidad, utilidad, seguridad, personas, calidad, etc.), mientras otros son específicos de las actividades del mantenimiento.

Figura 29. Proceso para definir e identificar mejores prácticas de Mantenimiento



FUENTE: Elaboración propia

La estrategia de implementación, es una nueva dimensión del control de gestión, pues no solo se centran en los indicadores técnicos y financieros, sino que reconocen la existencia de otros factores e indicadores no financieros que influyen en el proceso de creación de valor, como la gestión de proceso de la empresa, y se enfocan sobre la base de la existencia de objetivos propuestos a alcanzar.

5.2.2. Eficiencia y productividad de la mano de obra

El incremento en la productividad es inminente con la implementación del sistema neumático, el cual viene siendo inclusive mayor al 100% en varias áreas de acabados especiales tales como el lijado a mano y dependiendo del estilo y requerimientos del cliente, aumentara o disminuirá. Lo que si es preciso es la optimización del recurso humano el cual deberá ir mejorando los tiempos de elaboración de acabados especiales netamente de operación de las prendas el cual fue disminuido en un 70% en la mayoría de los casos lo cual aumenta la productividad de estos y dependiendo de la agilidad del operario aumentara o disminuirá la eficiencia de este.

5.3. Capacitación

La capacitación en el trabajo es quizás la parte más estimulante de todo el proceso.

Los programas de capacitación durante el trabajo ayudaran a mejorar la calidad. Las enseñanzas de los nuevos métodos de trabajo a empleados con experiencia o la capacitación de nuevos trabajadores en las prácticas actuales suele aumentar la productividad y reducir el número de piezas defectuosas. A este respecto, no se refiere únicamente a la calidad sino también se aplica al mejoramiento de los procesos. También los jefes necesitan desarrollar nuevas habilidades y no solo las que se relacionan directamente con sus responsabilidades sino también las que tendrán que enseñar a sus subordinados.

5.3.1. Operarios

La capacitación brinda al operario la oportunidad de practicar lo aprendido, ayudándolo a prevenir lesiones y a mejorar el desempeño, eficiencia, productividad y seguridad en el proceso. La mayor parte del entrenamiento debe ser en el puesto de trabajo, debido a que de esta forma será fácil de poner en práctica y será menos costoso. Sin embargo, para los nuevos operarios el entrenamiento en el puesto causara interrupciones en el centro de trabajo, dando como resultado un incremento de errores mientras se genera el aprendizaje; por lo cual la capacitación debe darse fuera del ambiente de trabajo, a través de la creación de un modulo exclusivo para la capacitación de estos operarios, debido a que son entrenamientos en habilidades demasiado complejos para aprenderse de una manera rápida.

Esta capacitación debe brindar todas las medidas técnicas de uso y operación de la maquinaria, equipo e instrumentos, en conjunto así como la instrucción y concientización de los riesgos que esto conlleva para prevenir las lesiones y mejorar el desempeño de su área de trabajo.

5.3.2. Jefes de producción

Una parte de la capacitación esta dirigida a la jefatura de producción y consiste en brindar todas las medidas técnicas de uso y operación así como las de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, equipo e instrumentos, uso de los manuales de operación y mantenimiento así como de todos aquellos riesgos que conlleva el uso y mantenimiento de estos y la concientización que le deben brindar a los bajos mandos para prevenir las lesiones y mejorar el desempeño de su área de trabajo.

5.3.3. Personal de mantenimiento

Una parte de la capacitación esta dirigida al personal encargado de planificación y de mantenimiento y consiste en brindar todas las medidas técnicas de uso, operación y planificación de la maquinaria, equipo e instrumentos, lectura y uso de los manuales de operación así como las recomendaciones e instrucciones necesarias para planificar los mantenimientos preventivos y correctivos. Es indispensable brindarles información de todos aquellos riesgos que conlleva el uso y mantenimiento de estos. Es importante que este proceso sea continuo y expansivo a todo nivel de mando.

Una parte importante para el funcionamiento adecuado y obtener mayor vida útil del sistema neumático propuesto, es teniendo una mejora continua, a través de una actualización de bases de datos en donde se lleve el control diario, semanal y anual de cada tipo de maquinaria instalada. Para esto es necesario llevar a cabo controles diarios del sistema neumático y eléctrico, tanto en sistemas que actualmente trabajan y que debido a la naturaleza del proceso no podrán ser modificados, como del sistema a implementar.

Como se puede observar en la tabla IX se enumeran los componentes mas importantes y a los que debe prestárseles mayor atención ya que estos se encuentran en contacto con el personal operativo por lo que tienden a tener mayor desgaste y existe una mayor probabilidad de mantenimiento correctivo, por lo cual es recomendable la revisión diaria, consolidando la información quincenalmente, para poder tener una mejor visión sobre un plan de mantenimiento general, atacando así las partes mas vulnerables que se logren detectar durante este periodo de observación y prevención. Es recomendable que cualquier anomalía en la maquinaria sea reportada y revisada en conjunto con el jefe de producción para programar los paros necesarios para efectuar el

mantenimiento y evitar así pérdidas de tiempo innecesarias e incurrir en costos elevados. De esta manera se obtendrá una mejora continua y una cultura de prevención, tanto dentro del departamento de mantenimiento como en el resto de departamentos.

Tabla IX. Formato de mantenimiento de maniqués neumáticos para Seguimiento y corrección.

Lista de chequeo semanal para maniqués neumáticos									
Semana: _____					Mecánico: _____				
Mes: _____					Turno: _____				
Año: _____					Área: _____				
Marque con una "X" cuando concluya el mantenimiento si no tuvo complicación alguna, si necesita mantenimiento correctivo marque "0" y en observación coloque el problema.									
No.	Componente	Día							Observación
		Estado	1	2	3	4	5	6	
1	Estado del manómetro								
2	Estado del tubo de estándares								
3	Falta 1 manecilla								
4	Falta 2 manecillas								
5	Falta 3 manecillas								
6	Falta 4 manecillas								
7	Fugas en racores de cilindros								
8	Pedal seguro en su lugar								
9	Fugas en mangueras								
10	Fuga en cilindro de elevación								
11	Fuga en cilindro de inclinación								
12	Fuga en cilindro actuador 180°								
13	Tiene tapadera de cabezal								

Fuente: elaboración propia

De igual manera otro aspecto importante a tener en cuenta, es el mantenimiento y seguimiento diario del sistema eléctrico del maniquí. Ya que de este depende que el proceso sea continuo y no se tengan accidentes laborales. Este proceso debe reportarse a diario, consolidando la información quincenalmente para poder realizar un mantenimiento preventivo general tomando a consideración las especificación y resultados obtenidos de la tabulación de la información. En la tabla X, se enumeran los aspectos más importantes a tomar en cuenta durante el chequeo diario, que el personal de mantenimiento debe realizar.

Tabla X. Formato de mantenimiento del sistema eléctrico del maniquí neumático para seguimiento y corrección.

Lista de chequeo semanal sistema eléctrico									
Semana: _____					Mecánico: _____				
Mes: _____					Turno: _____				
Año: _____					Área: _____				
Marque con una "X" cuando concluya el mantenimiento si no tuvo complicación alguna, si necesita mantenimiento correctivo marque "0" y en observación coloque el problema.									
No.	Componente	Día							Observación
		Estado	1	2	3	4	5	6	
1	Caja general de protección								
2	Caja de protección secundaria								
3	Caída de tensión								
4	Tubos de canalización								
5	Placas cortafuego								
6	Ausencia de Humedad								
7	Ventilación								
8	Fusibles								
9	Interruptores								
10	Cableado línea producción								

Fuente: elaboración propia

De igual forma es importante el chequeo de los motores de destrucción tomando en cuenta los aspectos enunciados en la tabla XI, ya que estos tienen una mayor tendencia a fallar por cuestiones de uso, condiciones de trabajo y manipulación por parte del personal operativo. Debe llevarse un control diario y consolidar la información quincenal para crear planes de mantenimiento general los cuales deben ir enfocados en mayor proporción a las anomalías que se presenten en estos chequeos diarios.

Tabla XI. Formato de mantenimiento del motor de destrucción para seguimiento y corrección.

Lista de chequeo semanal motores de destrucción									
Semana: _____					Mecánico: _____				
Mes: _____					Turno: _____				
Año: _____					Área: _____				
Marque con una "X" cuando concluya el mantenimiento si no tuvo complicación alguna, si necesita mantenimiento correctivo marque "0" y en observación coloque el problema.									
No.	Componente	Día							Observación
		Estado	1	2	3	4	5	6	
1	Medir temperatura de cojinetes								
2	Limpiar ventilador de entrada y salida								
3	Tiene protección de aire								
4	Tapadera de bornes de motor								
5	Revisar plug								
6	Revisar arrancador								
7	Revisar cable TSJ (sujetar con cinchos)								

Fuente: elaboración propia

CONCLUSIONES

1. El rediseño del área de acabados especiales es factible, ya que la productividad aumentó en un 55%, lográndose así el aumento de las unidades procesadas, disminución de tiempos de proceso y la optimización del recurso humano y físico.
2. Se obtuvo un mejor control y mejor utilización de la maquinaria utilizada, tanto actualmente, como la requerida para la implementación del sistema neumático, a través de la especificación e identificación de estas, lográndose la optimización de los recursos físicos del área.
3. Se respaldó la necesidad de implementar el sistema neumático al analizar los diagramas de flujo y de proceso actual frente a los diagramas de flujo y de proceso del sistema neumático, ya que se observó la disminución de rutas y tiempos en cada uno de los procesos en los cuales fueron aplicados, evidenciando de esta manera el aumento de la productividad dentro de cada uno de los centros de trabajo del área de acabados especiales.
4. Es indiscutible la implementación de capacitaciones sobre el cuidado de las unidades automatizadas, las cuales son de fácil mantenimiento, y que a través de una buena inducción debe llegar a ser parte de la rutina diaria del operario.
5. Se elevó la calidad y características de los acabados especiales, debido a la firmeza que ofrece el maniquí neumático a la prenda colocada evitando movimientos indeseados.

6. Se determinaron e identificaron las actividades, operaciones, tiempos y demoras en los diferentes flujos del proceso, por medio de la implementación de diagramas de flujo aplicados a la implementación del sistema neumático.
7. Se definió y diseñó la unidad automatizada a través de aire comprimido de acuerdo a los requerimientos y especificaciones acordes a los centros de trabajo, logrando la optimización de las operaciones realizadas en el área de acabados especiales.
8. Se incremento la capacidad del proceso de acabados especiales, mediante lija a través de la implementación de los maniquíes neumáticos, ya que se requiere un menor tiempo de colocación y preparación de la prenda debido a la especificación y características de estas.

RECOMENDACIONES

1. Darle seguimiento a las nuevas tecnologías e innovaciones sobre el maniquí neumático, para poderse desempeñar mejor frente a nuevos retos de productividad.
2. Implementar el sistema neumático propuesto para el aumento de la productividad de acabados especiales mediante lija, dando seguimiento a los cambios y propuestas planteadas.
3. Realizar capacitaciones continuas sobre la utilización y mantenimiento de los sistemas neumáticos, tanto a nivel del departamento de mantenimiento como a nivel operativo, para mejorar el tiempo de vida útil del producto.
4. Evaluar y monitorear continuamente las estaciones de trabajo, para conocer y tener un mejor control de la curva de aprendizaje del operario.
5. Llevar a cabo el cumplimiento de una metodología correcta, para obtener un incremento en la capacidad del proceso de acabados especiales, mediante la utilización de los maniqués neumáticos.
6. Extender la automatización al resto de las áreas de elaboración de pantalones donde sea aplicable.

7. Implementar una mejora continúa añadiendo sistemas de producción, los cuales aumenten los beneficios que representa la implementación el maniquí neumático.

BIBLIOGRAFÍA

1. MILLER, Irwin. FREUND, John. JOHNSON, Richard. **Probabilidad y Estadística para Ingenieros.** Cuarta edición. Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A. México 1992. pp. 187-205. Octubre 2006.
2. Lee J. Krajewski, Larry P. Ritzman. **Administración de operaciones: estrategia y análisis.** Quinta edición. Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A. México 2000. pp. 9-18, 222-223, 494-495. Julio 2006
3. WALPOLE, Ronald E. MYRERS, Raymond H. **Probabilidad y Estadística para Ingenieros.** Sexta edición. Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A. México 1999. pp. 198-236. Octubre 2006.
4. Deppert W. / K. Stoll. **Aplicaciones de Neumática** Editorial Marcombo. España, Barcelona. pp. 54-56, 87, 104 – 105, 124 – 129. Octubre 2006.
5. Deppert W. / K. Stoll. **Dispositivo Neumáticos.** Editorial Marcombo Boixareu. España, Barcelona. Pág: 8. Julio 2006.
6. GUILLÉN SALVADOR, Antonio. **Introducción a la Neumática** Editorial Marcombo, Boixerau editores, Barcelona-México 1988, p: 31 – 40. Noviembre 2006.
7. E. T. Newbrough. **Administración de mantenimiento industrial.** Tercera edición. Editorial Diana S.A. México 1974. pp. 145-180. Octubre 2006.

8. **Neumática.** <http://www.festo.com/argentina/104.htm>. Diciembre 2006
9. **Neumática.** <http://www.sapiens.itgo.com/neumatica/neumatica19.htm>. Julio 2006.

APÉNDICE

DATOS CALCULADOS

Capacidad del proceso

Para determinar la capacidad del proceso en el área de acabados especiales se utilizaron los diagramas de proceso, y los tiempos estándar de cada uno de los estilos trabajados, para calcular el número de piezas que se fabrican al día, según datos estadísticos de la empresa. La capacidad del proceso se cuantifica de la siguiente forma:

Eficiencia y productividad

La eficiencia y la productividad se calculan con base a los diagramas de proceso de cada uno de los acabados que se realizan en área y según los datos estándares de la empresa, utilizando para ello el siguiente procedimiento:

$$E_{op} = (\text{tiempo del operario}) / (\text{tiempo Estándar}) * (100)$$

$$\text{Productividad} = \text{obtenido} / \text{invertido}$$

Del diagrama de proceso se tienen los resultados, los cuales pertenecen a la realización del acabado especial para una prenda de vestir, únicamente.

Se puede apreciar el tiempo de ciclo actual necesario para la realización de los procesos de destrucción, lijado a mano tanto para las partes delanteras como

traseras y lijado en la entrepierna. De acuerdo a estadísticas y estudio de tiempos y movimientos, y a eficiencias de trabajo tenemos:

Tabla XII. Estadísticas de tiempos en los diferentes acabados especiales, según estudio de tiempos

% Eficiencia	Lijado a mano (min.)	Línea Inclinada (min.)	Destrucción (min.)
100%	9.870	3.090	2.470
95%	9.969	3.121	2.495
90%	10.168	3.183	2.545
85%	10.473	3.279	2.621
80%	10.892	3.410	2.726
75%	11.437	3.580	2.862
70%	12.123	3.795	3.034
65%	12.971	4.061	3.246
60%	14.009	4.386	3.506
55%	15.270	4.781	3.821

Fuente: Elaboración propia.

Para el acabado especial lijado a mano la eficiencia del operario de acuerdo a tiempos del mismo y estadísticas de la empresa queda de la siguiente manera por prenda procesada:

$$E_{op} = (9.87/10.74) * 100 = 91.89\%$$

Para el acabado especial de línea inclinada la eficiencia del operario de acuerdo a tiempos del mismo y estadísticas de la empresa queda de la siguiente manera por prenda procesada:

$$E_{op} = (3.09/3.16) * 100 = 97.78\%$$

Para el acabado especial de destrucción, la eficiencia del operario de acuerdo a tiempos del mismo y estadísticas de la empresa queda de la siguiente manera por prenda procesada:

$$E_{op} = (2.47/2.50) * 100 = 98.8\%$$

De igual manera, se puede apreciar el tiempo de ciclo actual vrs el tiempo propuesto y dado por la utilización del sistema propuesto, necesario para la realización de los procesos de destrucción, lijado a mano tanto partes delanteras como traseras y lijado en la entrepierna.

Para el acabado especial lijado a mano el tiempo del operario de acuerdo a estadísticas de la empresa en base al método toma de tiempos cronométrico es de 4.296 y el tiempo anterior era de 10.74 dando una disminución del 60% en el tiempo de proceso del operador y por ende quedaría de la siguiente manera la eficiencia por prenda procesada:

$$E_{op} = (4.296/4.32) * 100 = 99.30\%$$

Para el acabado especial línea inclinada el tiempo del operario de acuerdo a estadísticas de la empresa en base al método toma de tiempos cronométrico es de 1.594 y el tiempo anterior era de 3.16 dando una disminución del 49.55% en el tiempo de proceso del operador y por ende quedaría de la siguiente manera por prenda procesada:

$$E_{op} = (1.594/a.57) * 100 = 101.52\%$$

Para el acabado especial de destrucción, la eficiencia del operario de acuerdo a tiempos del mismo y estadísticas de la empresa quedaría de igual manera que la manera propuesta que sería al 98% debido a que estos

maniqués neumáticos no se pudieron adecuar al sistema de destrucción por lo cual quedaría de la siguiente manera por prenda procesada:

$$E_{op} = (2.47/2.50) * 100 = 98.8\%$$

Para determinar los recursos invertidos en el área de acabados especiales, se realiza el siguiente procedimiento.

El operario tiene un salario de Q1,500.00, más Q700.00 de horas extras, para un total de Q2,200 al mes. Un supervisor tiene un salario de Q3,500.00 mensuales. La mano de obra en este departamento tiene un costo de Q80,000.00 al mes, equivalente a Q1.85 por minuto.

De los datos anteriores se infiere que la productividad en el área de acabados especiales por cada una de las áreas, se calcula de acuerdo a la cantidad de prendas procesadas en 30 días entre el tiempo utilizado para conseguirlas y queda de la siguiente manera:

Para el proceso de lijado a mano queda de la siguiente manera

$$P = \frac{[133 (30)]}{(15) (11)(30)} = 0.80 \text{ pant./hr. hombre}$$

Para el proceso de lijado de línea inclinada queda de la siguiente manera

$$P = \frac{[427(30)]}{(15) (11)(30)} = 2.58 \text{ pant./hr hombre}$$

Para destrucción quedaría de la siguiente manera

$$P = \frac{[534 (30)]}{(15) (11)(30)} = 3.23 \text{ pant./hr. hombre}$$

De datos anteriores se infiere que la productividad en el área de acabados especiales por cada una de las áreas con la implementación del sistema de neumático queda de la siguiente manera:

Para lijado a mano quedaría de la siguiente manera

$$P = \frac{[307(30)]}{(15) (11)(30)} = 2.0714 \text{ pant./hr hombre}$$

Para lijado de línea inclinada quedaría de la siguiente manera

$$P = \frac{[828.10(30)]}{(15) (11)(30)} = 5.01 \text{ pant./hr hombre}$$

Y para destrucción quedaría al igual que la manera actual

$$P = \frac{[534 (30)]}{(15) (11)(30)} = 3.23 \text{ pant./hrs hombre}$$

De lo anterior, tenemos que la productividad en el departamento de lijado a mano aumento de 0.80 pant./hr hombre a 2.0714 pant/hr hombre dando un incremento del 258% mas en la productividad del mismo, para el departamento de lijado de línea inclinada en entrepierna fue de 2.58 pant./hr hombre a 5.0188 pant/hr hombre dando un incremento del 50% mas en la productividad para línea inclinada, y por ultimo al departamento de destrucción con una productividad del 3.23 pant./hr hombre igual a la productividad actual debido a que no aplico la implementación a este sistema de desgaste.

Ritmo de producción

El ritmo de producción del área de acabados especiales se calculó de la siguiente manera:

$$R = \text{No. total de piezas procesadas} / \text{tiempo efectivo de trabajo}$$

Según los datos estadísticos se tiene una producción promedio diaria en el área de acabados especiales mediante lija en pantalones, de dos jornadas de trabajo cada una de 12 horas al día, para lijado a mano de 2005 pantalones, para lijado de línea inclinada 6405 pantalones y para destrucción 8016 pantalones.

El tiempo efectivo de trabajo se calculó teniendo en cuenta que se dan 30 minutos para el almuerzo y 30 minutos de paros programados, en los cuales se toma en cuenta: idas al baño, dos refacciones, tiempo para tomar agua, entre otros. Por ello se obtiene un total de horas:

$$12 \text{ hrs.} - 1 \text{ hr. (Paros Programados)} (\text{Por 2 Turnos}) = 22 \text{ hrs. Efectivas de trabajo}$$
$$1,320 \text{ minutos efectivos de trabajo}$$

Luego tenemos:

Para toda el área de lijado a mano:

$$R = 2005 \text{ pant./} 1320 \text{ min} = 1.51 \text{ pant./min.}$$

para cada operario, es:

$$R = 1.51 / 15 = 0.10 \text{ pant./min.}$$

Para el área de lijado de línea inclinada en la entrepierna:

$$R = 6405 \text{ pant./} 1320 \text{ min} = 4.85 \text{ pant./min.}$$

para cada operario, es:

$$R = 4.85/ 15 = 0.3236 \text{ pant./min.}$$

Para el área de destrucción:

$$R = 8016 \text{ pant./} 1320 \text{ min} = 6.07 \text{ pant./min.}$$

para cada operario, es:

$$R = 6.07/ 15 = 0.4048 \text{ pant./min.}$$

El nuevo ritmo de producción del área de acabados especiales derivado de la implementación de maniqués neumáticos se calcula de igual manera. Tomando en cuenta que según los datos estadísticos recopilados ya con la utilización de los maniqués se tiene que tendría una producción promedio diaria, en el área de acabados especiales mediante lija en pantalones, en dos jornadas de trabajo de 12 horas al día cada una, para lijado a mano sería de 4608 pantalones, para el lijado de línea inclinada 12421 y para destrucción 8016. Para determinar el tiempo efectivo de trabajo se tomaron las mismas consideraciones del ciclo actual. Se obtuvo lo siguiente

Para el área de lijado a mano:

$$R = 4608 \text{ Pantalones/} 1320 \text{ min} = 3.4909 \text{ pant./minuto.}$$

En toda el área de lijado a mano, ahora para cada operario, es:

$$R = 3.4909 / 15 = 0.23 \text{ pant./minuto}$$

Para el área de lijado de línea inclinada en la entrepierna:

$$R = 12421 \text{ Pantalones} / 1320 \text{ min} = 9.40 \text{ pant./minuto.}$$

En toda el área de lijado de línea inclinada, ahora para cada operario, es:

$$R = 9.40 / 15 = 0.6273 \text{ pant./minuto}$$

Para el área de destrucción quedaría igual:

$$R = 8016 \text{ pant.} / 1320 \text{ min} = 6.07 \text{ pant./minuto.}$$

En toda el área de destrucción, ahora para cada operario, es:

$$R = 6.07 / 15 = 0.4048 \text{ pant./minuto}$$