



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

**MEJORA Y REORGANIZACIÓN DE CONTROLES INDUSTRIALES
(PRODUCCIÓN Y CALIDAD) EN UNA FÁBRICA
DE CONFECCIÓN DE ROPA**

David Alfredo Tojin Sánchez

Asesorado por el Ing. Víctor Hugo García Roque

Guatemala, noviembre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORA Y REORGANIZACIÓN DE CONTROLES INDUSTRIALES
(PRODUCCIÓN Y CALIDAD) EN UNA FÁBRICA
DE CONFECCIÓN DE ROPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

DAVID ALFREDO TOJIN SÁNCHEZ

ASESORADO POR EL ING. VÍCTOR HUGO GARCÍA ROQUE

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

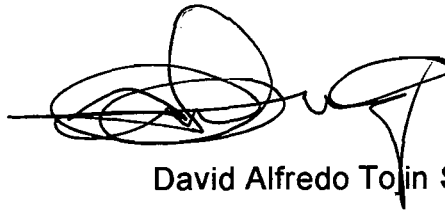
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Aku Castillo
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Lenny Virginia Gaitán Rivera
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

MEJORA Y REORGANIZACIÓN DE CONTROLES INDUSTRIALES (PRODUCCIÓN Y CALIDAD) EN UNA FÁBRICA DE CONFECCIÓN DE ROPA

Tema que me fuera asignado por la dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica industrial, con fecha mayo de 2004



David Alfredo Tojin Sánchez

Ingeniero
CESAR ERNESTO URQUIZU RODAS
Director de Escuela de
Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

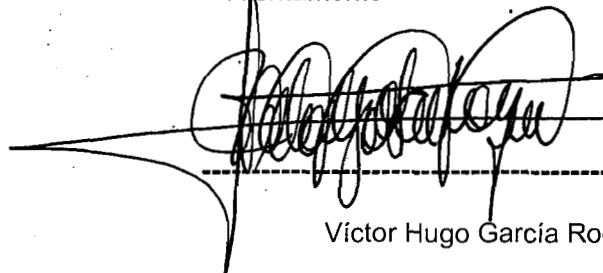
Presente

Ingeniero Cesar Urquizu

Por este medio tengo el agrado de informar a usted, que el desarrollo del trabajo de graduación. **“Mejora y Reorganización de Controles Industriales (producción y Calidad) en una fabrica de confección de ropa”**, Presentado por el estudiante de Ingeniería Industrial David Alfredo Tojín Sánchez, con carne 85 – 10027, cumple con los objetivos y procedimientos Trazados, por lo que me permito recomendar la aprobación correspondiente

Sin otro particular, me suscribo de usted

Acentamente



Victor Hugo Garcia Roque
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiado No. 5133

Victor Hugo Garcia Roque

Ingeniero Industrial

Colegiado 3,351



REF.REV.EMI.075.011

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MEJORA Y REORGANIZACIÓN DE CONTROLES INDUSTRIALES (PRODUCCIÓN Y CALIDAD) EN UNA FÁBRICA DE CONFECCIÓN DE ROPA**, presentado por el estudiante universitario **David Alfredo Tojin Sánchez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Renaldo Giron Alvarado', written over a faint circular stamp.

Ing. Renaldo Giron Alvarado
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, mayo de 2011

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **MEJORA Y REORGANIZACIÓN DE CONTROLES INDUSTRIALES (PRODUCCIÓN Y CALIDAD) EN UNA FÁBRICA DE CONFECCIÓN DE ROPA**, presentado por el estudiante universitario **David Alfredo Tojin Sánchez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


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



Guatemala, noviembre de 2011.

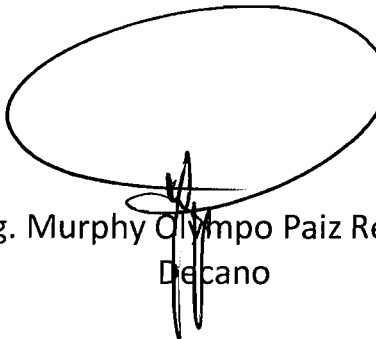
/mgp



DTG. 523.2011.

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **MEJORA Y REORGANIZACIÓN DE CONTROLES INDUSTRIALES (PRODUCCIÓN Y CALIDAD) EN UNA FÁBRICA DE CONFECCIÓN DE ROPA**, presentado por el estudiante universitario **David Alfredo Tojin Sánchez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 23 de noviembre de 2011.



/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Te agradezco Jehová por seguir derramando bendiciones sobre mí y permitir esforzarme.
Mi padre	David Tojin Méndez (q.e.p.d), donde te encuentres Dios te guarde.
Mi madre	Carmen Sánchez, por su sacrificio, amor y apoyo que me ha transmitido desde que nací, gracias madre.
Mi esposa	María del Carmen García Prado, por su apoyo.
Mis hijos	Marco André y Melina Izabella Tojin García, por ser la inspiración de continuar y salir adelante.
Mis hermanos (as)	Etelvina, Juan Antonio, (q.e.p.d.), Ricardo, Mariana, Amanda, Samuel, Josefina, Silvia, Sergio (q.e.p.d.), Astrid y Corina infinitas gracias por su ejemplo y consejos.
Mis sobrinos (as)	Luisa Fernanda (q.e.p.d.), Liliana, Frans, Antonio, Rodrigo, Sergio, Sabrina, Fernando, Daniela, José Andrés, Karen, Axel, Diana, Jéssica, Melissa, Jimena, Karla, Alejandra, Samuel, Laura, José Carlos, Mariana Fernanda, Susan y Andrea por ser parte fundamental en mi familia.
Mis cuñados (as)	Viviana, Silvia, Juan Carlos, Johnny, Axel, Víctor, Jorge Mario, José María, por su apoyo y amistad.
Tíos (as) y primos (as)	Por su apoyo.

AGRADECIMIENTO A:

Dios	Gracias por iluminarme.
Mis padres	Por su dedicación y buenos consejos.
Mi esposa	Por su paciencia.
Mis hijos	Por inyectar alegría a mi ser.
Mis hermanos (as)	Por su apoyo incondicional.
Mi familia	Por compartir parte de su vida y mantener la unión heredada de nuestra madre.
Mi asesor	Por su apoyo y experiencia.
La Facultad de Ingeniería	Por brindarme conocimientos y carácter.
La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por darme la oportunidad de pertenecer a esta prestigiosa casa de estudios.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Conceptos generales	1
1.1.1. Diagrama de operaciones	1
1.1.2. Diagrama de flujo	3
1.1.3. Balance de líneas	5
1.1.4. Estudio de movimientos	7
1.1.5. Tiempos y costos estándar	8
1.1.6. Diagrama de recorrido	8
1.1.7. Costos de producción	9
2. SITUACIÓN ACTUAL	11
2.1. Proceso de producción	11
2.1.1. Diagramas	11
2.1.1.1. Diagrama de operaciones	11
2.1.1.2. Diagrama de flujo	15
2.1.1.3. Diagrama de recorrido	21
2.1.2. Condiciones ambientales	23
2.1.2.1. Iluminación	23

2.1.2.2.	Ventilación	25
2.1.2.3.	Ruido	26
2.1.2.4.	Limpieza	28
2.1.3.	Estudio de tiempos y movimientos	28
2.1.4.	Control de indicadores	28
2.1.4.1.	Eficiencia	28
2.1.4.2.	Productividad	29
2.1.4.3.	Costos de producción	29
	2.1.4.3.1. Costos fijos	29
	2.1.4.3.2. Costos variables	29
2.1.5.	Balance de líneas	29
2.1.6.	Capacidad instalada	32
3.	PROPUESTA	35
3.1.	Optimización de tiempos y movimientos	35
3.2.	Adecuar la capacidad instalada	35
3.3.	Optimización de diagramas	36
	3.3.1. Diagrama de operaciones	36
	3.3.2. Diagrama de flujo	44
	3.3.3. Diagrama de recorrido	51
3.4.	Indicadores de producción	54
	3.4.1. Eficiencia	54
	3.4.2. Productividad	54
3.5.	Optimización del balance de líneas	55
3.6.	Diseño de controles de producción	56
3.7.	Diseño de controles de calidad	57

4.	IMPLANTACIÓN	59
4.1.	Difusión del método a implantar	59
4.1.1.	Capacitación	59
4.1.2.	Entrenamiento	61
4.2.	Ejecutar el procedimiento de estandarización	61
4.2.1.	Elaboración de la secuencia de operaciones	61
4.2.2.	Tiempos y costos estándar	62
4.2.3.	Diagrama de operaciones	62
4.2.4.	Balance de líneas	63
4.2.5.	Distribución de planta	65
4.2.6.	Controles de producción	69
4.2.7.	Controles de calidad	69
4.2.8.	Manual de procedimientos de métodos de trabajo	70
4.3.	Control de inventarios de materia prima	72
4.3.1.	Evaluación de mínimos y máximos	72
4.3.2.	Niveles de reorden	72
5.	SEGUIMIENTO	73
5.1.	Creación de círculos de calidad	73
5.2.	Auditoría interna de calidad	80
5.2.1.	Muestreos	80
5.2.2.	Tolerancias	80
5.2.3.	Verificación de especificaciones	80
5.3.	Controles de producción	81
5.3.1.	Control de flujo del proceso	81
5.4.	Ajustes al balance de líneas	82
5.5.	Mejoras en el manejo de inventarios	82
5.5.1.	Plan de requerimiento de materiales	82

5.5.2.	Bodega de consignación	83
	CONCLUSIONES	85
	RECOMENDACIONES	87
	BIBLIOGRAFÍA	89
	ANEXOS	91

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

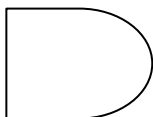
FIGURAS

1.	Diagrama de operaciones del proceso actual	12
2.	Diagrama de flujo del proceso actual	17
3.	Diagrama de recorrido del proceso actual	22
4.	Extractor de aire helicoidal	26
5.	Diagrama de operaciones del proceso mejorado	38
6.	Diagrama de flujo del proceso mejorado	45
7.	Diagrama de recorrido del proceso mejorado	52
8.	Distribución en planta	67

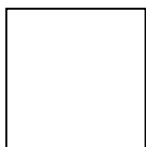
LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo

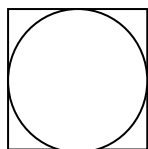
Significado



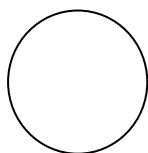
Demora: se origina cuando la materia prima es retenida antes de continuar con la operación siguiente.



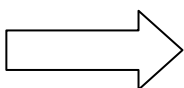
Inspección: se realiza cuando una actividad se somete a examen para determinar su conformidad de acuerdo con una norma estándar.



Inspección/operación: se ejecuta cuando se realiza una actividad y a la vez se inspecciona.



Operación: ocurre cuando una actividad se transforma intencionalmente en un fin determinado.



Transporte: se utiliza cuando el producto en proceso tiene un traslado mayor a 1 metro.

GLOSARIO

Balance de Líneas	Método utilizado para producir grandes cantidades de un producto a bajos costos.
Calidad	Conjunto de cualidades con las que cuenta un producto, teniendo una alta aceptación entre los consumidores.
Confección	Hechura de prendas de vestir.
Control Industrial	Medio por el cual es determinada la calidad en producción, sometida a especificaciones.
Demanda	Cantidad de productos a fabricar en un momento preciso y a un precio determinado.
Diagrama de flujo del proceso	Secuencia cronológica del flujo que tiene la materia prima para ser convertida en un producto o servicio.
Diagrama de operaciones del proceso	Secuencia cronológica de las operaciones realizadas durante el proceso productivo.
Diagrama de recorrido del	Secuencia cronológica del flujo dentro de la

proceso	planta.
Eficiencia	Virtud y facultad de realizar un producto con los insumos necesarios y en un tiempo óptimo.
Líneas de producción	Conjunto de actividades necesarias para producir un bien o servicio.
Proceso	Desarrollo de sistemas de un conjunto de operaciones determinadas que impone un producto.
Productividad	Capacidad o grado de producir un bien o servicio.

RESUMEN

Actualmente Guatemala ha tenido un crecimiento en la industria de confección de prendas de vestir, a raíz que se encuentra en una excelente ubicación para la distribución de las mismas, así como el bajo costo en su mano de obra. Para la industria de confección de ropa es necesario desarrollar y mejorar los sistemas de control de calidad, ya que de esta manera se contribuirá con el desarrollo de este tipo de industria, así también, con la mejora de calidad de vida para la población que trabaja en la misma.

Las mejoras y reorganización de controles industriales son los procesos por los cuales se rediseña, reestructura la producción para alcanzar la eficiencia deseada y cumplir con las demandas que el cliente solicita.

En cualquier empresa dedicada a la manufacturación se cambian o modifican sus procesos, implementando un mejoramiento continuo, a través de capacitación constante, organizando al personal para que este motivado tenga un desempeño de calidad.

Este trabajo se enfoca directamente al mejoramiento de sistemas de control en los procesos para la confección de pantalones de lona, tiene la visión de aportar una guía para las empresas que carecen de controles, ya sean éstos de confección de ropa, como de ensamble de cualquier producto industrial o de consumo.

Todo mejoramiento se considera eficiente si genera una mejora sustancial en el sistema productivo, esto significa ahorro económico durante el proceso.

El sistema trata de eliminar tiempos muertos que existan, al utilizar la maquinaria eficientemente y distribuir de la mejor manera el equipo para que la producción llegue a buen término.

Esta investigación busca la manera adecuada de estandarizar los procesos productivos para la confección de pantalones de lona, busca el beneficio para la empresa en sí, como al sector de las empresas que conforman la industria de la maquila, obteniendo productividad, mejoramiento en los niveles de calidad, disminución de inventarios en proceso y el mejoramiento del flujo de trabajo en las líneas de producción, así también, la calidad de vida para las personas que laboran en este tipo de industria.

OBJETIVOS

General

Aumentar la productividad a través de controles industriales existentes recabando suficiente información para elaborar un documento técnico, determinando los puntos críticos, con lo cual aumentará la eficiencia, tanto de mano de obra como de la maquinaria, con el fin de que el proceso de fabricación de prendas de vestir sea más continuo.

Específicos

1. Distribuir al personal de una manera eficaz logrando un balance de líneas productivo.
2. Establecer estaciones de medición de calidad dentro del proceso (o a lo largo de todo el proceso).
3. Reducir o eliminar tiempos muertos dentro de las líneas de producción.
4. Trabajar en equipo tratando de que todos los operarios mantengan el mismo ritmo de producción.
5. Verificar que la maquinaria tenga el mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo adecuado para cumplir con la metas y mantener el balance en la línea.

Verificar que después de realizado el estudio, la planta tenga la capacidad de producir igual cantidad de prendas de vestir en menos cantidad de horas laboradas, o en su defecto, con menor cantidad de personal.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad es necesario para las empresas dedicadas a la confección de prendas de vestir tener controles eficaces de producción, obteniendo de esta manera una alta competitividad en el mercado, así como costos bajos en su producción.

Este trabajo enfoca directamente la producción de pantalones de lona, ya que el mismo es una prenda la cual es maquilada, el cliente provee de toda la materia prima y la empresa proporciona la mano de obra y la maquinaria. Debido a que la industria de maquila ha crecido en el mercado guatemalteco y las empresas dedicadas a este tipo de industria carecen de métodos para la producción de prendas de vestir.

Para que el control sea eficaz, es necesario desarrollar los diagramas siguientes: el diagrama de operaciones, diagrama de flujo y diagrama de recorrido, así también, como un balance de líneas eficiente. Realizando un análisis de la situación actual de la empresa se puede observar que es necesario reestructurar todo el flujo del proceso, con esta propuesta se reducirán los costos de producción, así también, se proponga un programa de capacitación y aprendizaje para los operarios.

La empresa se dedica directamente a maquilar pantalones de lona bajo normas específicas que la misma proporciona, el trabajo consiste en prestar un servicio de calidad, basado en el sistema productivo se realizó un enfoque

general de la fabricación de pantalones de lona, sin embargo, es fácil de adaptarlo a las necesidades que se requieran de otras prendas de vestir según sea el caso.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Conceptos generales

1.1.1. Diagrama de operaciones

En este diagrama se muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones que sufre la materia para su transformación en un producto terminado, en este caso, en específico la tela en pantalones. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto o pieza principal.

De igual manera que un plano o dibujo de taller presentan en conjunto detalles de diseño como ajuste, tolerancias, especificaciones, todos los detalles de fabricación o administración se aprecian globalmente en diagrama de operaciones del proceso.

El diagrama de operaciones del proceso permite detectar con claridad el problema, pues si no se plantea correctamente un problema difícilmente será resuelto.

En la elaboración de los diagramas del proceso, una operación ocurre cuando la pieza en estudio se transforma intencionalmente, o bien, cuando se estudia o planea antes de realizar algún trabajo de producción en ella. Algunos analistas prefieren separar las operaciones manuales de aquellas que se refieren a los trámites administrativos. Las operaciones manuales se relacionan con la

mano de obra directa mientras que los referentes a simples trámites (papeleo) normalmente son una parte de los costos directos o gastos. Una inspección tiene lugar cuando la parte se somete a examen para determinar su conformidad con una norma o estándar.

Antes de empezar a construir el diagrama de operaciones del proceso, el analista debe identificarlo con un título escrito en la parte superior de la hoja. Se usan líneas verticales para identificar el flujo o curso general del proceso a medida que se realiza el trabajo y se utilizan líneas horizontales que entroncan con la línea de flujo verticales para indicar la introducción de material, ya sea proveniente de compras o sobre del que se ha hecho un trabajo durante el proceso. Los valores de tiempo deben ser asignados a cada operación e inspección. A menudo estos valores no están disponibles (en especial en el caso de inspecciones), por lo que los analistas deben hacer estimaciones de los tiempos necesarios para ejecutar diversas acciones.

En la utilización del diagrama de operaciones del proceso, se tiene que realizar una operación, los siguientes enfoques se aplican en particular cuando se estudia el diagrama de operaciones:

- Propósito de la operación
- Diseño de parte o pieza
- Tolerancias y especificaciones
- Materiales
- Proceso de fabricación
- Preparación y herramental
- Condiciones de trabajo
- Manejo de materiales

- Distribución de la planta
- Principios de la economía de movimientos

El diagrama de operaciones ayuda a promover y explicar un método propuesto determinado. Como, también, proporciona claramente una gran cantidad de información, es un medio de comparación ideal entre dos soluciones competidoras.

1.1.2. Diagrama de flujo

Se aplica sobre todo un componente de un ensamble o sistema para lograr economía en la fabricación, o en los procedimientos aplicables o componentes a una sucesión de trabajos en particular. Este diagrama de flujo es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez expuesto estos períodos no productivos, el analista puede proceder a su mejoramiento, además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo del proceso muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza un artículo en su recorrido por la planta.

En el diagrama de flujo se utilizan otros símbolos, además de los de operación e inspección empleados en el diagrama de operaciones (ver fig. 1), una pequeña flecha indica transporte que se define como el movimiento de un lugar a otro o traslado de un objeto cuando no forma parte del curso normal de una operación o una inspección. Un símbolo como la letra D indica demora o retraso, el cual ocurre cuando no se permite que una pieza sea procesada inmediatamente en la siguiente estación de trabajo.

Un triángulo equilátero puesto sobre un vértice indica almacenamiento, o sea cuando una pieza se retira o protege contra un traslado no autorizado. Cuando es necesario mostrar una actividad combinada, por ejemplo, cuando un operario efectúa una operación y una inspección en una estación de trabajo, se utiliza como símbolo un cuadro de 10 mm (o 3/8") por lado con un círculo inscrito de este diámetro.

La elaboración de diagramas de flujo del proceso como el diagrama de operaciones, el de flujo del proceso debe ser identificado correctamente con un título, la información mencionada comprende, por lo general número de la pieza, número del plano, descripción del proceso, método actual o propuesto, fecha y nombre de la persona que elabora el programa. El símbolo de transporte se emplea para indicar el sentido de la circulación. Así cuando hay flujo en línea recta se coloca el símbolo con la flecha apuntando a la derecha del papel, cuando el proceso se invierte o retrocede la flecha apunta a la izquierda.

Utilización del diagrama de flujo del proceso, este diagrama es una herramienta invaluable para lograr una meta y alcanzar un objetivo, se utiliza como instrumento de análisis para eliminar los costos ocultos de un componente.

Como el diagrama muestra claramente todos los transportes, retrasos y almacenamientos, es conveniente reducir la cantidad y la duración de estos elementos.

Una vez que el analista ha elaborado el diagrama de flujo del proceso debe empezar a formular las preguntas o cuestiones basadas en las consideraciones de mayor importancia para el análisis de operaciones. En el caso de este diagrama se debe considerar:

- Manejo de materiales
- Distribución de equipo en la planta
- Tiempo de retrasos
- Tiempo de almacenamiento

1.1.3. Balance de líneas

A la línea de producción se le reconoce como el medio para producir a bajos costos grandes cantidades o series de elementos normalizados.

Lo que básicamente se analiza es el proceso en el que varios operarios realizan operaciones consecutivas colocadas inmediata y mutuamente adyacentes, donde el material se mueve continuamente y a un ritmo uniforme, su objetivo principal es evitar el cuello de botella, cuya consecuencia es el atraso en el proceso de producción en serie. La tasa de producción estará en la estación del operario más lento, el cual regirá la velocidad que tenga la línea. También se definirá el ritmo de producción, con lo que es posible definir si se puede o no con la demanda específica, en un tiempo determinado para la misma.

Para que la producción en la línea sea práctica deben existir algunas condiciones, entre ellas:

- Cantidad: el volumen de producción debe ser suficiente para cubrir los costos de la preparación y estudio de la línea. Este depende del ritmo de producción y de la duración de cada tarea en las diferentes estaciones de trabajo.

- Equilibrio: los tiempos utilizados en las distintas operaciones en las estaciones de trabajo tienen que ser aproximadamente iguales.
- Continuidad: una vez iniciado el trabajo, la línea de producción debe continuar pues la detección en un punto corta la alimentación del resto de las operaciones y precisamente uno de los objetivos de este.

El balance de líneas servirá para:

- Determinar el número de operadores necesarios para cada actividad.
- Minimizar el número de estaciones de trabajo si se pudiera o por el contrario, aumentar a otra estación si fuera necesario.
- Asignar elementos de trabajo a las estaciones, según la cantidad de actividades a realizar.

Factores de análisis para el balance de líneas:

- Tiempo efectivo
- Tiempo cronometrado
- Porcentaje de concesiones

Al realizar el balance de líneas, se pueden tomar algunas decisiones conforme a los resultados, entre ellas están:

- El reemplazo del equipo
- Estabilizar la línea y que toda lleve el mismo ritmo de producción
- Colocar maquinaria similar

- Programar tiempo extra
- Subcontratar operación

1.1.4. Estudio de movimientos

El análisis de los movimientos se utiliza para determinar un método y ayudar al desarrollo de una estación de trabajo eficiente. El estudio de los movimientos debe analizarse cuidadosamente ya que trata de los diversos movimientos que ejerce el cuerpo en una estación de trabajo, su objeto es eliminar los movimientos inútiles y facilitar los eficaces.

Este concepto fue desarrollado por Frank Gilberth en sus primeros ensayos y es aplicable a todo trabajo efectuado por las manos de un operario. Gilberth los denominó "*therblig*" y son los movimientos fundamentales que realiza el operario en una estación de trabajo y se dividen en 17, que son los siguientes:

- Buscar
- Seleccionar
- Tomar
- Alcanzar
- Mover
- Sostener
- Soltar
- Colocar en posición
- Precolocar en posición
- Inspeccionar
- Ensamblar

- Desensamblar
- Usar
- Demora inevitable
- Demora evitable
- Planear
- Descansar

1.1.5. Tiempos y costos estándar

El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio plenamente calificado, adiestrado y trabajando a un ritmo normal lleve a cabo la operación. Se determina sumando el porcentaje de tolerancias de la operación y el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estudio de tiempos.

Como una base para tomar decisiones en las operaciones se emplean los estándares de tiempos para evaluar el desempeño de los trabajadores y de las instalaciones para realizar la producción, la planeación y el control de operaciones.

1.1.6. Diagrama de recorrido

Aunque el diagrama de flujo del proceso proporciona la mayor parte de la información, es pertinente realizar un diagrama que contenga la información del curso de la materia prima en la producción, esto permitirá tener una idea de la distribución global de la planta y servirá para ahorrar demoras por traslados de materia prima de un lugar a otro y desarrollar un nuevo método según se considere conveniente. La forma de obtener esta información es tomar el plano

de la distribución existente de las áreas a considerar en una planta y trazar en el las líneas de flujo que indiquen el movimiento de material, en una actividad es necesario identificar los símbolos de una manera tal que sea fácil de distinguir.

1.1.7. Costos de producción

Son los gastos necesarios para mantener una línea de producción funcionando, en una empresa estándar la diferencia entre el ingreso y el costo de producción indica el beneficio bruto. Esto significa qué destino está tomando la empresa con su ingreso bruto y el costo de producción.

2. SITUACIÓN ACTUAL

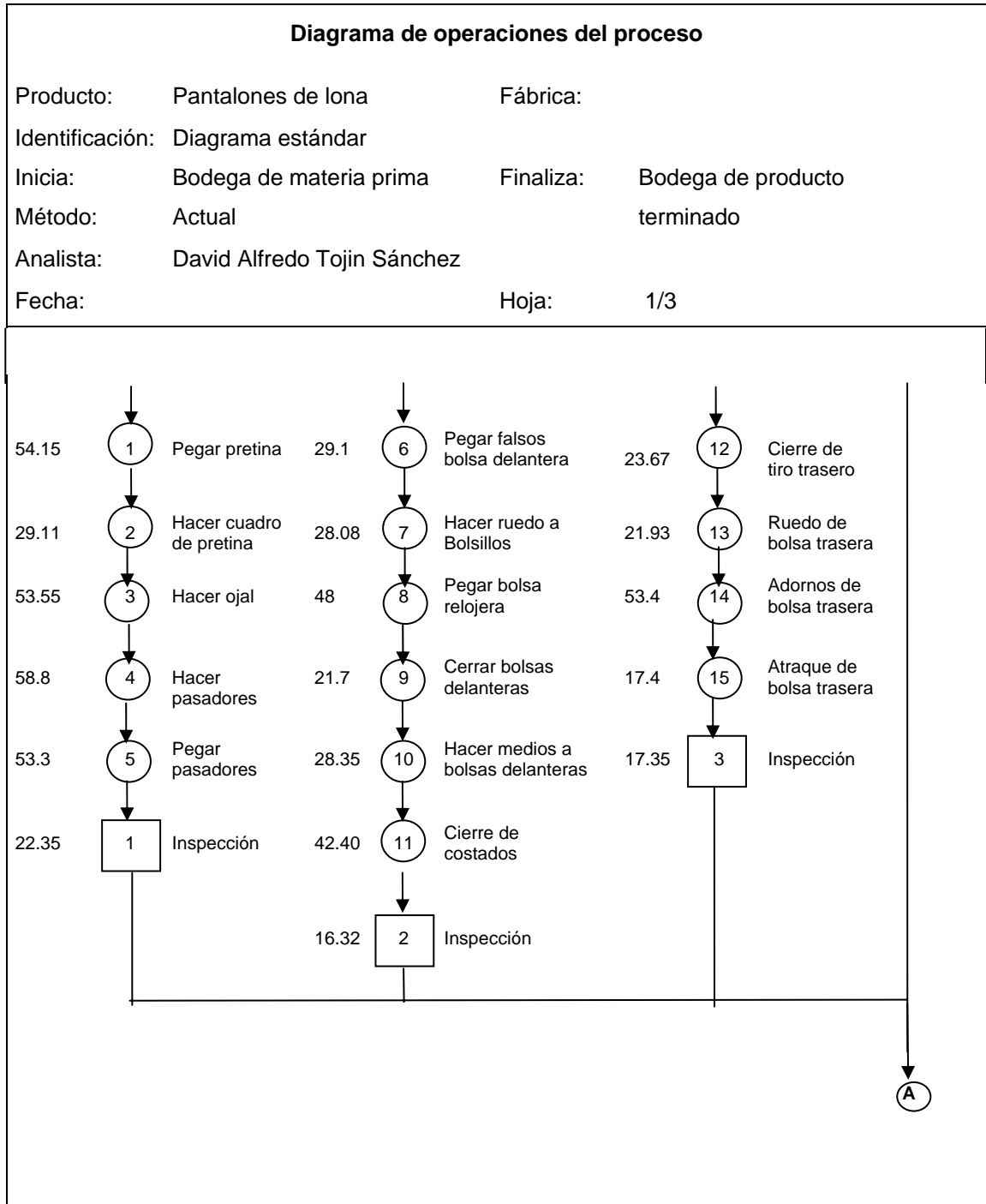
2.1. Proceso de producción

2.1.1. Diagramas

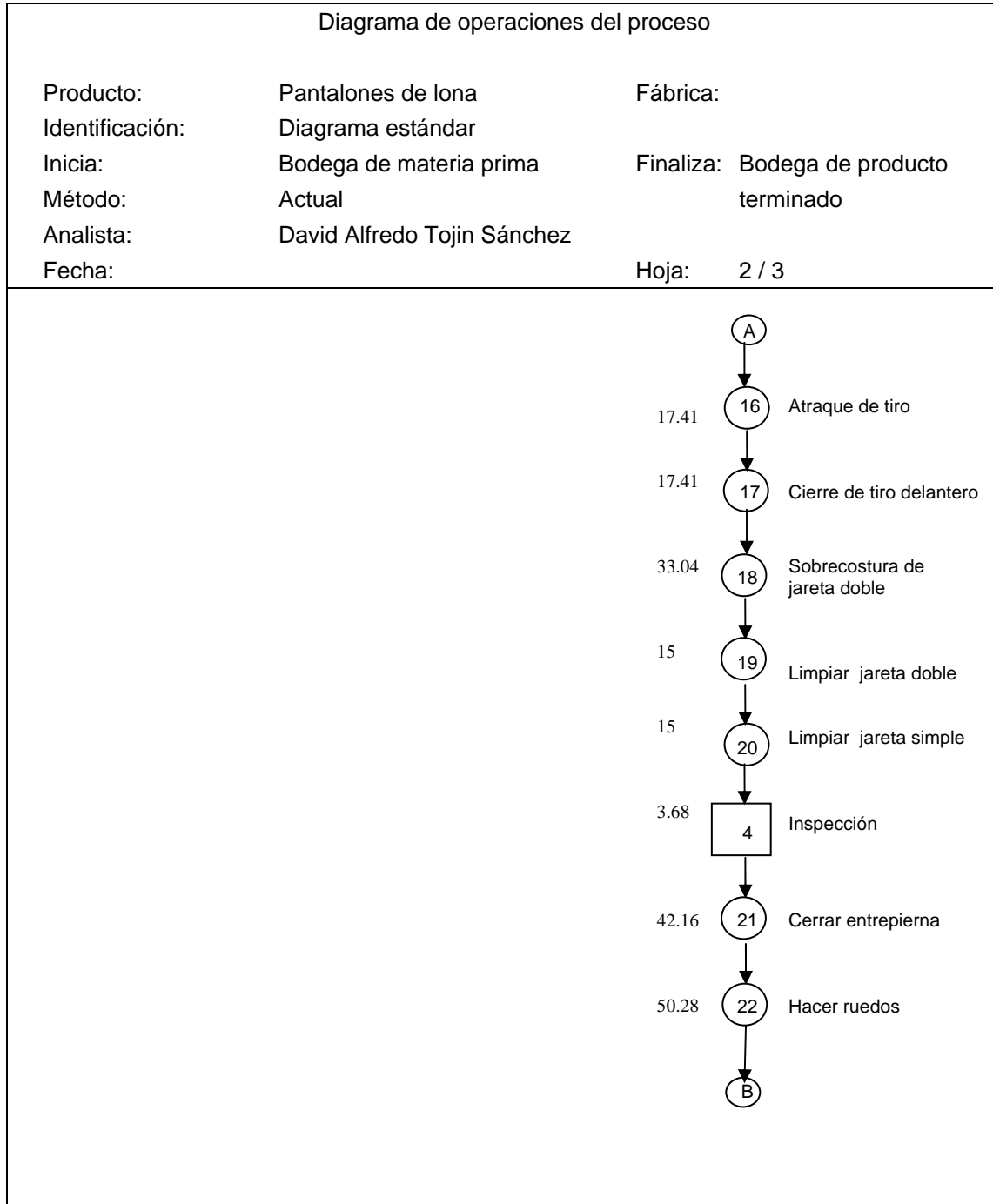
2.1.1.1. Diagrama de operaciones

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones e inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el final del proceso, este diagrama está realizado en tiempos en segundos y es desde el ingreso al circuito hasta la conclusión que es el pantalón terminado. Ver figura 1. Diagrama de operaciones del proceso.

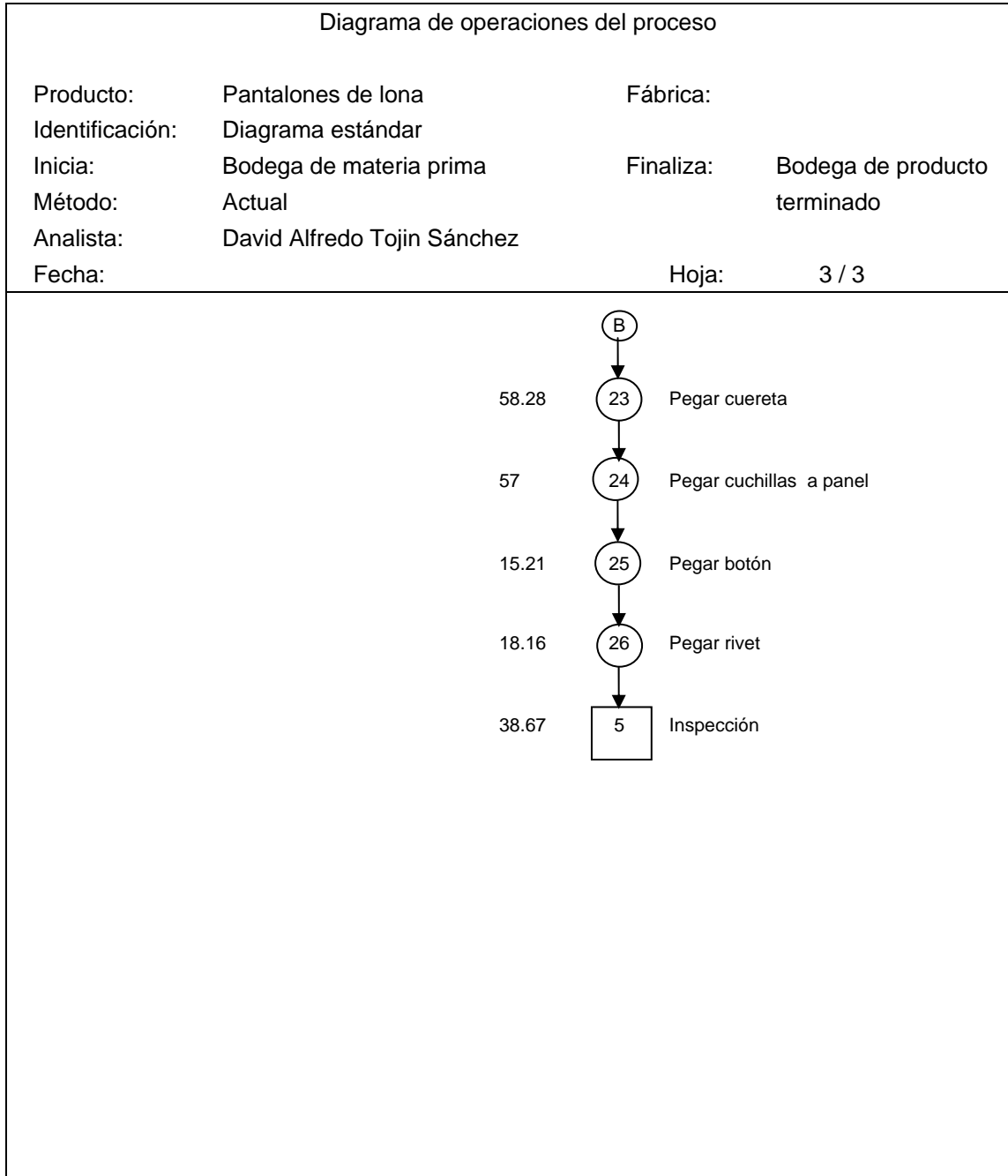
Figura 1. Diagrama de operaciones del proceso



Continuación de la figura 1.



Continuación de la figura 1.



Fuente: elaboración propia.

2.1.1.2. Diagrama de flujo

El diagrama de flujo empieza en la bodega de materia prima, el cliente nos proporciona toda la materia prima ya cortada y lista para ser ensamblada, se trabajan pantalones de una sola talla por cada batch de producción, por tal motivo el diagrama de flujo está hecho de una manera estándar, este está realizado bajo el método actual, la descripción general es la siguiente:

Es transportado de la bodega de materia prima al área de producción a una distancia de 4 metros en 9 segundos, por medio de un operario al cual llamamos alimentador de línea, él es el encargado de llevar las distintas piezas a cada estación e ingresarlo al flujo de producción, luego de que es recibida, la pretina es cosida en un tiempo de 54.15 segundos, se hace el cuadro de pretina en un tiempo de 28.11 segundos, se hace el ojal en 53.55 segundos, los pasadores también en 58.8 segundos, se pegan los pasadores en 53.3 segundos, se realiza la inspección de esta sección del pantalón de lona en 22.35 segundos, llevando el mismo a la sección de ensamblado final, a una distancia de 2 metros en 6 segundos.

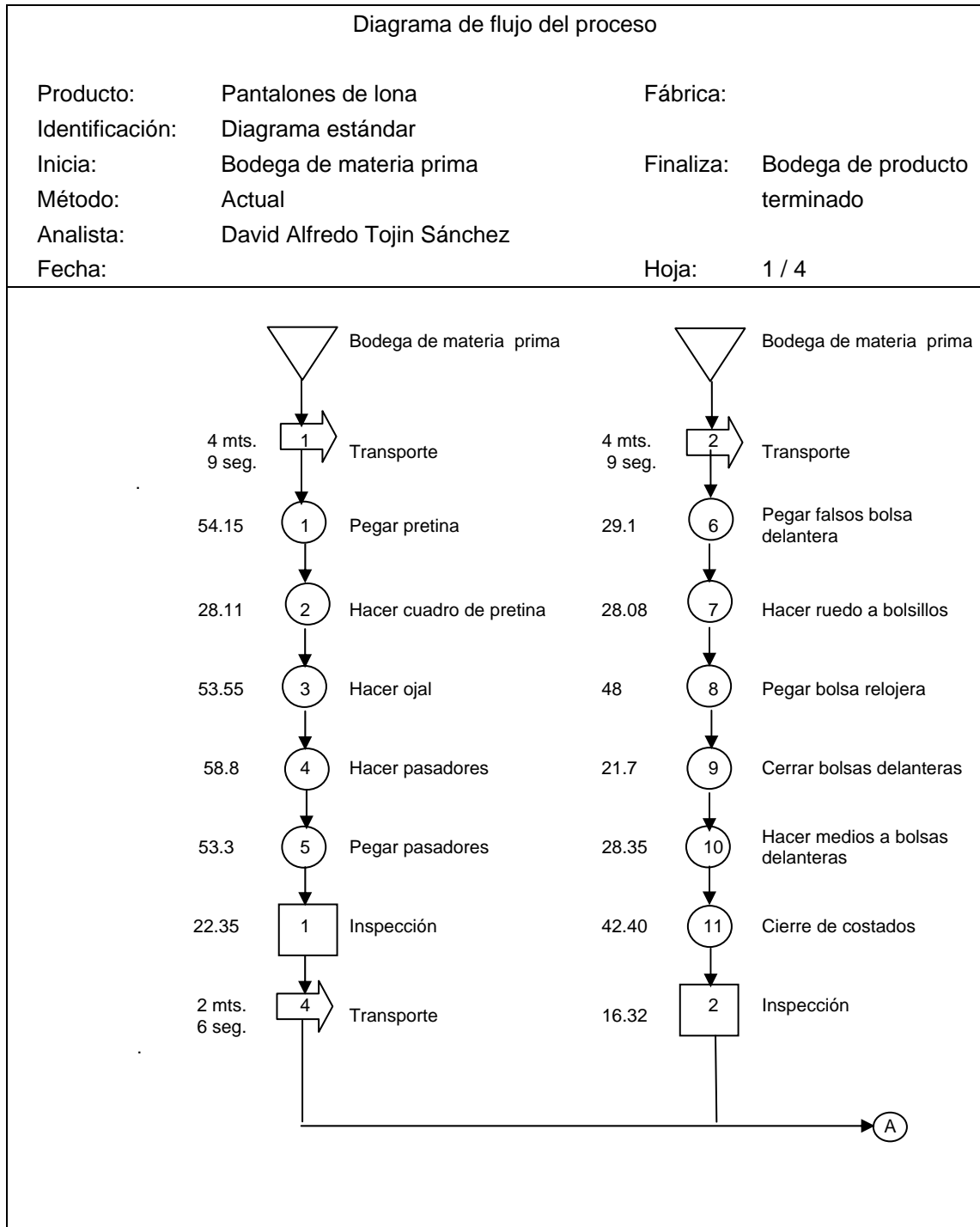
Se alimenta la línea y se pegan el falso de bolsas delanteras en 29.1 segundos, se hacen los ruedos a los bolsillos en 28.08 segundos, se pega la bolsa relojera en 48 segundos, se cierran las bolsas delanteras en 21.7 segundos, se hacen los medios a bolsas delanteras en 28.35 segundos y se cierran los costados en 42.40 segundos, se inspecciona en 16.32 segundos y se agrega a la sección de ensamblado.

Cuando el alimentador de la línea ha llevado la materia prima al área a una distancia de 4 metros en 9 segundos, se continúa con el cierre del tiro

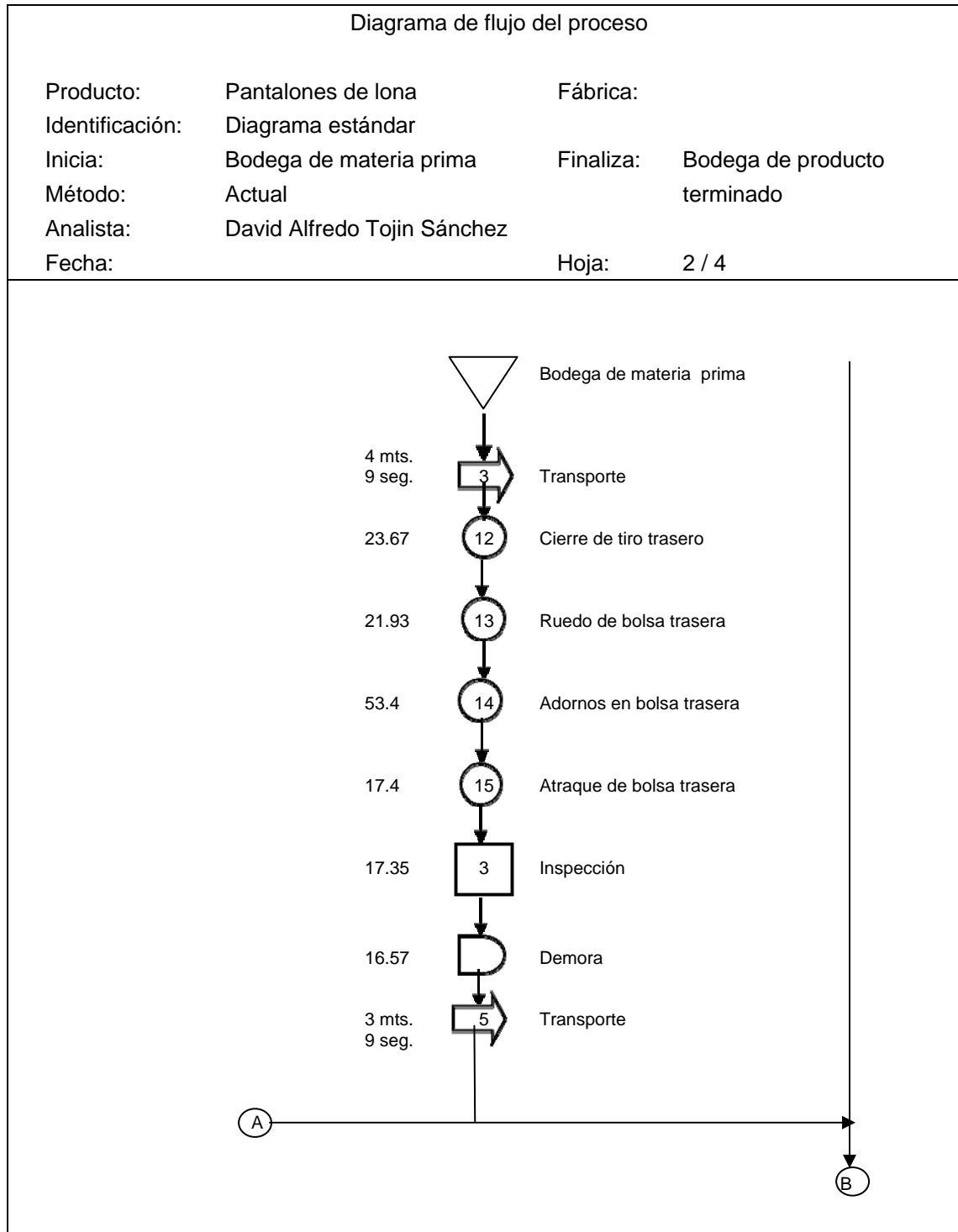
trasero en 23.67 segundos y el ruedo de bolsa trasera en 21.93 segundos, adornando la bolsa trasera en 53.4 segundos, luego se hace el atraque en 17.4 segundos, inspeccionándolo en 17.35 segundos, respectivamente, aquí hay una demora de 16.57 segundos, ya que no están las piezas listas para ser ensamblado, luego es transportado 3 metros en 9 segundos.

En esta etapa ya todas las secciones respectivas han llegado a la sección de ensamble, atracando el tiro en 17.41 segundos, cerrando el tiro delantero en el mismo tiempo, se realiza la sobrecostura de la jareta doble en 33.04 segundos y se limpia la jareta doble y jareta simple en 15 y 15 segundos, respectivamente, luego se realiza una inspección de rutina en 23.68 segundos, revisando cómo va el pantalón en el proceso, luego se cierra la entrepierna en 42.16 segundos y se realizan los respectivos ruedos en un tiempo de 50.28 segundos, en seguida es alimentada la cuereta y pegada en 58.28 segundos, se pegan las cuchillas al panel en 57 segundos, se pega el botón en 15.21 segundos y los rivets en 18.16 segundos, haciendo una inspección final en 38.67 segundos, se traslada el pantalón a la bodega de producto terminado a una distancia de 5 metros en 12 segundos. Ver figura 2. Diagrama de flujo del proceso.

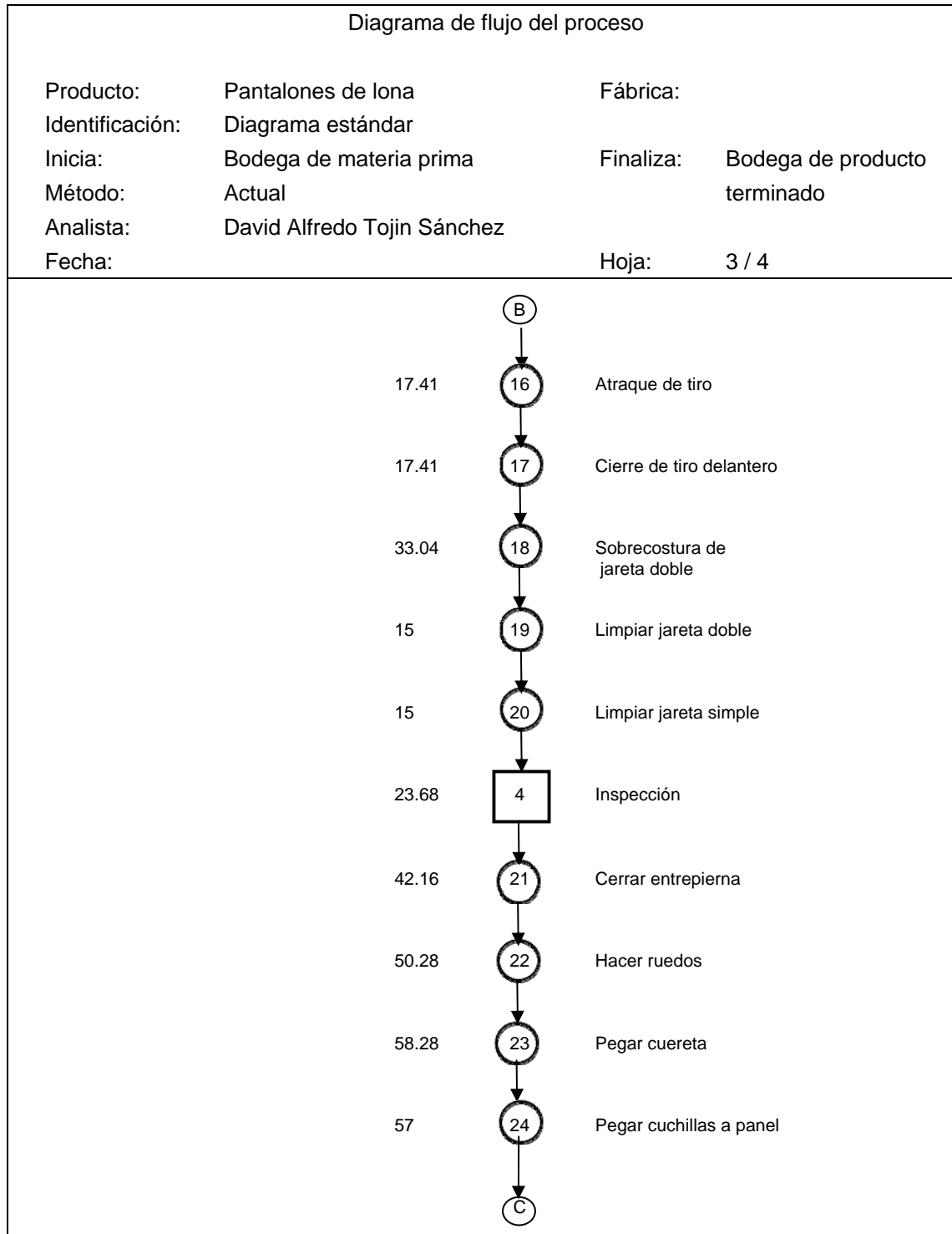
Figura 2. Diagrama de flujo del proceso



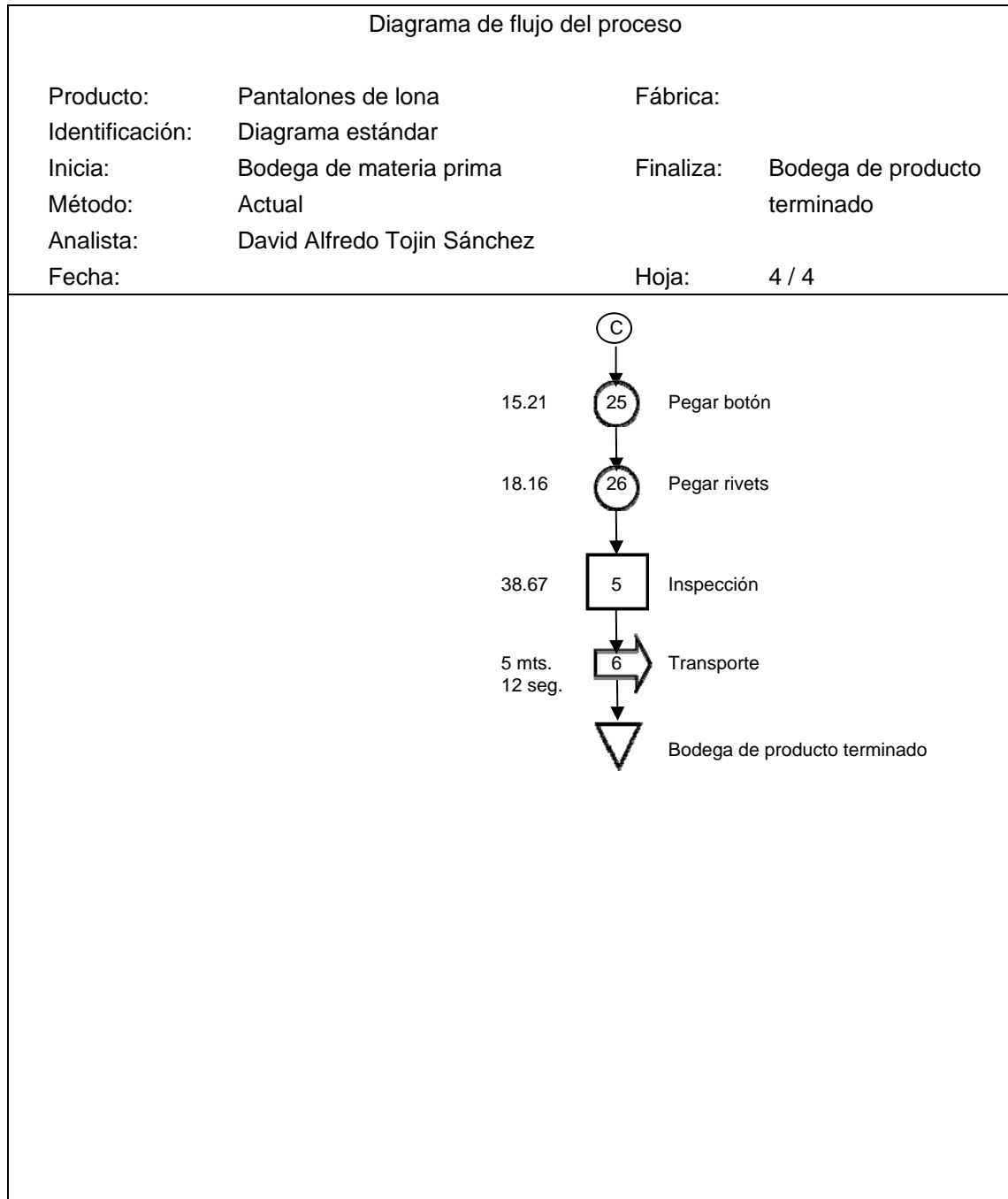
Continuación de la figura 2.



Continuación de la figura 2.



Continuación de la figura 2.

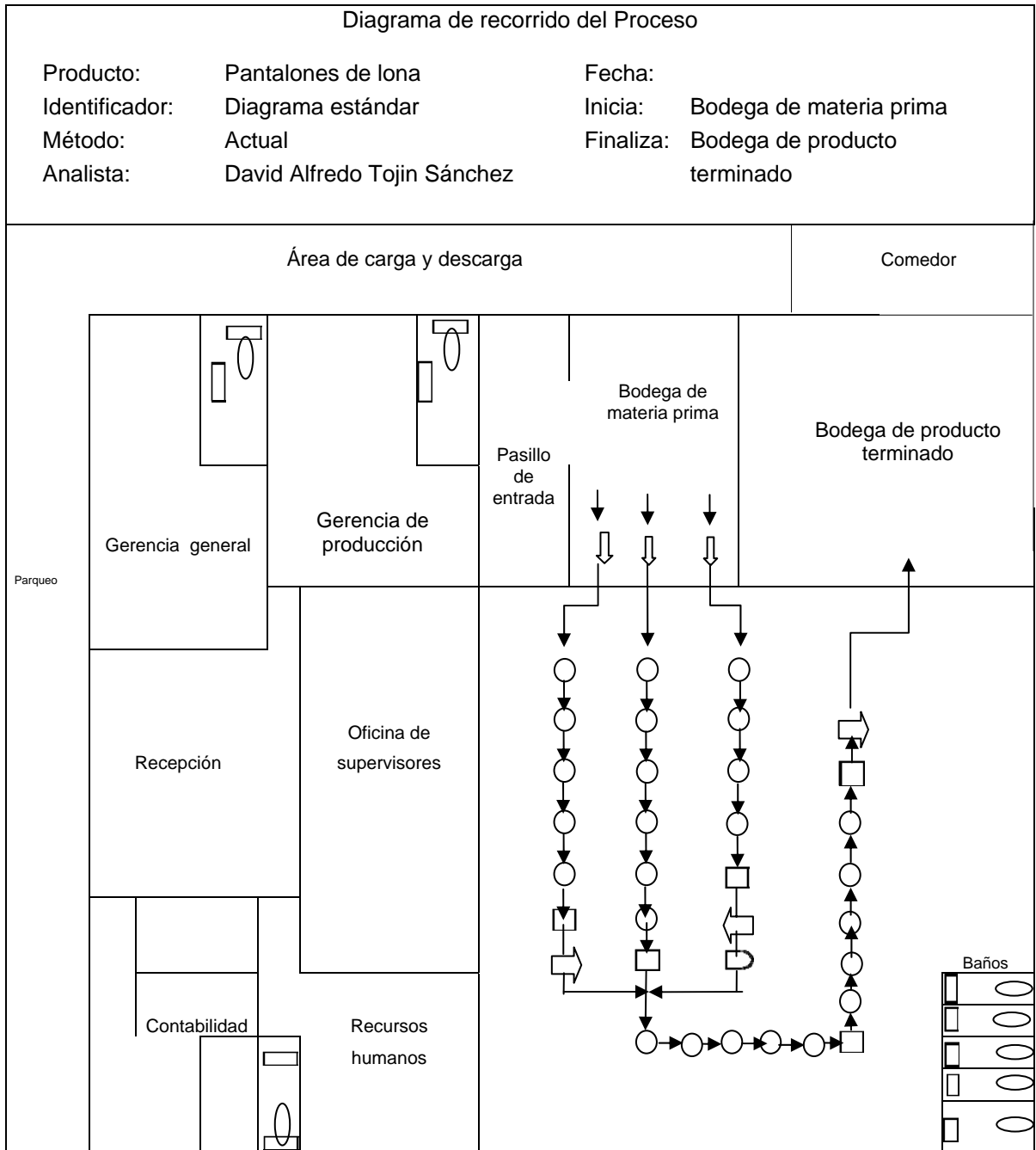


Fuente: elaboración propia.

2.1.1.3. Diagrama de recorrido

Al saber que el diagrama de flujo del proceso provee la mayor parte de la información relacionada con el proceso de producción de pantalones de lona, no significa que representa una distribución en el plano del curso de trabajo, por tal motivo se realiza el diagrama de recorrido de las distintas actividades que se ejecutan para la producción de los pantalones de lona, este diagrama se hace a través de un plano realizado de las dimensiones de la planta de distribución, ya que con esta representación se puede realizar una distribución objetiva dentro de la planta. Ver figura 3. Diagrama de recorrido del proceso.

Figura 3. Diagrama de recorrido del proceso



Fuente: elaboración propia.

2.1.2. Condiciones ambientales

2.1.2.1. Iluminación

La iluminación en una planta dedicada a la confección de ropa, es un elemento importante para que la productividad sea eficaz, la iluminación propone comodidad para los empleados, también contribuye a cumplir con las normas de calidad establecidas, la iluminación en la planta es combinada, ya que cuenta con luz artificial como natural, aprovechando eficientemente la luz que proporciona el edificio.

La intensidad luminosa dentro de un ángulo, en una dirección especificada se le denomina candela.

El flujo luminoso, también se le denomina flujo de luz, se utiliza para expresar la cantidad reflectada en una superficie, a la unidad se le denomina lumen.

La iluminancia es la cantidad de luz a una distancia dada, su unidad es el lux.

El método cavidad zonal es el que se utilizó en la planta para calcular las luminarias, se basa en:

Cavidad de techo, es el área de medida desde el plano de las luminarias de techo y para luminarias colgantes directamente el techo ofrecerá a la vez una cavidad.

Cavidad de local, este es el espacio entre el plano de trabajo donde se desarrolla una tarea específica.

Cavidad de piso, esta se considera desde el piso hasta la parte donde se encuentre la luminaria y que a su vez es la que se tiene que iluminar.

La teoría básica que ofrece el método, es el cálculo de la iluminación que ofrece una lámpara y cuan tan reflejada es por todas las superficies del área, debido a que es de suma importancia la iluminación en el plano de trabajo es preciso determinar:

- Las dimensiones del local
- Las reflectancias del local de
 - ✓ Techo
 - ✓ Paredes
 - ✓ Piso
- Características de la lámpara
 - ✓ Factor de depreciación
 - ✓ Coeficiente de utilización

La planta de confección cuenta con 20 metros de largo y 15 metros de ancho y una altura de 5 metros.

La reflectancia del techo es de 0.70, las paredes son de color blanco hueso y su valor es de 0.30, el piso es gris claro y su valor es de 0.20.

La altura del plano de trabajo es aproximadamente un metro y las horas de trabajo es de ocho horas diarias.

Para el cálculo de la depreciación tenemos que la vida útil de cada candela es de 20,000 horas de servicio, entonces, se determinó un factor de depreciación de 0.82 y en el factor de recuperación se utilizó el 0.78.

Calculando las zonas de cavidad:

$$\text{Cavidad del local} = 5 \cdot 5(20 \cdot 0.15) / (20 + 15) = 2.2$$

$$\text{Cavidad de techo} = 2.2$$

$$\text{Cavidad de piso} = 0.4$$

Cálculo de número de lámparas (#Lam):

$$\#Lam = \frac{\text{Área} \times \text{Luxes}}{(\text{Coef. Mantenimiento} \times \text{número de lúmenes por lámpara de 400 wats}) \times \text{factor de mantenimiento}}$$

$$\#Lam = 23 \text{ lámparas}$$

$$\text{Lámparas a lo largo} = 6 \text{ lámparas}$$

$$\text{Lámparas a lo ancho} = 4 \text{ lámparas}$$

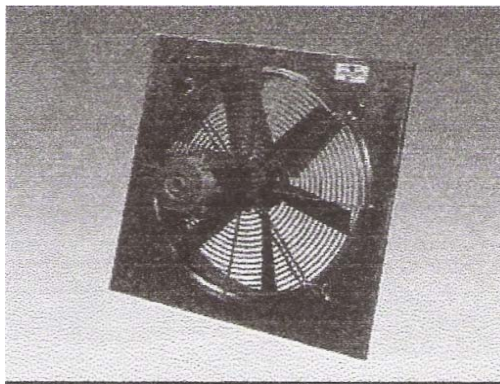
2.1.2.2. Ventilación

En la industria de la confección de ropa es necesario tener una buena ventilación, ya que con esto se conservará la salud de los trabajadores, la calidad en el aire está determinado por la concentración de mota y otros agentes contaminantes dentro de esta industria, el concepto básico es el reemplazo de aire viciado por el aire del exterior, realizando un balance térmico ya que las máquinas producen el alza de la temperatura y este cambio produce que la misma sea constante.

Renovación natural, es la que se utiliza en la empresa y es producida por medios naturales, para introducir aire al interior del edificio y expulsarlo por medio de un extractor monofásico de capacidad de expulsión de 6,900 m³/hora.

Ver figura 4, se recomienda ver tabla de volumen necesario por persona/hora/m³.
Ver anexo 1.

Figura 4. **Extractor de aire helicoidal**



Fuente: <http://www.climatecnica.com/extractor-helicoidal-seriew.72.41.hotmail>.
Abril del 2005

Tamaño 1.15 x 1.15 metros

Capacidad de extracción de 9,000 a 13,500 mts³ / hora

2.1.2.3. Ruido

En la industria dedicada a la confección de ropa es un factor importante para mantener la salud en los trabajadores, ya que el continuo ruido produce incapacidad audible, a pesar de los esfuerzos por los fabricantes para que las máquinas sean lo menos ruidosas posibles.

Para la medición del ruido se utiliza un instrumento llamado decibelímetro, que mide los decibeles que es la unidad de medida para el ruido, este instrumento se clasifica en tres escalas para la determinación de la incapacidad dentro de la industria.

- 0 a 55 decibeles
- 55 a 85 decibeles
- 85 decibeles, en adelante

Para tomar un plan de acción con relación al ruido y los efectos a largo plazo, éstos se clasifican en:

Ruido del ambiente, este se clasifica entre los niveles mínimos de ruido y son los que se encuentran en el ambiente.

Ruido estable o continuo, este es generado por maquinaria o aparatos con sonidos constantes.

Ruido intermitente, este es el que varía los decibeles, para tiempos mayores a 200 mil segundos.

Ruido impulsivo, este es el que tiene duración para decibeles altos.

Según el decibelímetro el ruido en la planta se encuentra entre 81 decibeles, se tienen colocados paneles de plexiglás para eliminación de ruidos, estos paneles son de 2 x 2 pies y 1/8 de ancho.

2.1.2.4. Limpieza

La limpieza está organizada en cuadrillas diarias, éstas se dividen en 6 que son los 6 días de la semana laborados, estas cuadrillas se encargarán de limpiar toda la planta, independientemente existe personal operativo para la limpieza de las oficinas y el área administrativa, los talleres son limpiados por los mecánicos de la empresa, aunque se tiene un comodín haciendo el despitaje que tiene que colocar el residuo de despitado en una bolsa adecuada para su posterior evacuación.

2.1.3. Estudio de tiempos y movimientos

El estudio de tiempos y movimientos son técnicas establecidas para la medición del trabajo, esta técnica se basa en establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, considerando que existe fatiga, demora y retrasos inevitables, el analista de tiempos y movimientos utiliza varias técnicas para establecer los estándares, entre ellas tenemos: el estudio cronométrico de los tiempos, recopilación computarizada de datos, datos estándares, datos de movimientos fundamentales, muestreos basados en datos históricos, cada una de estas técnicas tiene ciertas condiciones las cuales serán utilizadas a juicio del analista.

2.1.4. Control de indicadores

2.1.4.1. Eficiencia

Es la relación entre las unidades producidas y el tiempo disponible para la confección de los pantalones de lona, sirve como un indicativo para medir el

desempeño de los operarios que conforman la línea de producción y determina si el tiempo está siendo utilizado de una manera satisfactoria y efectiva.

2.1.4.2. Productividad

Utilización óptima de los recursos invertidos por la empresa, relación entre recursos obtenidos vrs. recursos invertidos = productos/insumos. Para mejorar la productividad se requiere de un buen plan de incentivos para tener contentos a los trabajadores, a través de la utilización de métodos del estudio de tiempos y un sistema de pago de salarios. Buscar el costo más bajo con la máxima satisfacción de la empresa.

2.1.4.3. Costos de producción

2.1.4.3.1. Costos fijos

Son los gastos que desembolsa la empresa sin que este produzca un bien, por ejemplo, alquiler, pago de vigilantes de la empresa.

2.1.4.3.2. Costos variables

Son aquellos que varían dependiendo del número de unidades producidas, entre ellas, energía eléctrica, mano de obra, etc.

2.1.5. Balance de líneas

Una línea de producción es un medio que se establece para producir grandes cantidades o series de elementos normalizados.

Lo que se analiza es el proceso en que varios operarios realizan operaciones consecutivas colocadas inmediata y mutuamente, cuyo objetivo principal es evitar el cuello de botella, esto trae como consecuencia el atraso en todo el proceso de producción en serie. La tasa de operación estará en función del operario más lento, el cual regirá la velocidad de toda la línea.

Para que la línea sea práctica debe cumplir con algunas condiciones, entre ellas:

Cantidad: el volumen de producción debe ser suficiente para cubrir los costos de preparación y estudio de la línea.

Equilibrio: los tiempos utilizados en las distintas operaciones de las estaciones de trabajo tienen que ser aproximadamente iguales.

Continuidad: una vez iniciado el trabajo, la línea de producción debe continuar ya que la detección en un punto corta la alimentación del resto de las operaciones.

El balance de líneas nos ofrecerá una gama de beneficios efectivos para la línea de producción, entre ellos:

- Determinación del número de operarios necesarios en cada estación de trabajo.
- Minimizar el número de estaciones de trabajo o en caso contrario, aumentar si se necesitase.
- Asignar elementos a las estaciones de trabajo según cantidad de las mismas.

Para la viabilidad del balance de líneas es necesario tomar en cuenta los siguientes factores:

- Tiempo efectivo
- Tiempo cronometrado
- % concesiones

Con el balance de líneas se toman decisiones efectivas para cumplir con los objetivos delineados por la empresa. Entre ellas están:

- El reemplazo del equipo o maquinaria.
- Trabajo más ordenado actuando a la velocidad del cuello de botella, esto hará que se tenga una continuidad eficaz.
- Programación efectiva de la producción.
- Programar tiempo extra de operación.
- Subcontratar operaciones.

Ya que la línea de confección de pantalones de lona utiliza una producción intermitente, para cumplir con los tiempos estipulados para la entrega de los mismos, se realizará el análisis llamado balance con ritmo de producción que es uno de los métodos más utilizados en estos casos, para calcular el ritmo de producción se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Ritmo (R)} = \frac{\text{\# de unidades}}{\text{Tiempo}}$$

Tiempo efectivo de trabajo: es el tiempo de la jornada expresada en minutos, luego de restar el tiempo de almuerzo, refacción y tiempos de

preparación de la maquinaria (lubricación y limpieza).

$$\text{Operación / jornada} = \frac{\text{Tiempo efectivo}}{\text{Tiempo estándar}}$$

Número de estaciones de trabajo en la línea, el número de estaciones que se espera obtener para cumplir con la demanda.

$$\text{Número de estaciones} = \frac{\text{Ritmo (R)} * \text{Tiempo estándar por jornada}}{\text{Tiempo efectivo que se trabaja}}$$

Número de estaciones de trabajo por operación, este es el número de estaciones que deberán trabajar en una operación y depende directamente del ritmo de producción.

$$\text{Número de estaciones} = \frac{\text{Ritmo (R)} * \text{Tiempo estándar por operario}}{\text{Tiempo efectivo}}$$

2.1.6. Capacidad instalada

Es el equipo y maquinaria utilizada para la producción de pantalones de lona, la empresa cuenta con la siguiente maquinaria:

- 15 Máquinas planas de una aguja
- 3 Máquinas planas de dos agujas
- 1 Cadeneta de 2 agujas
- 2 Cerradoras
- 2 Overlock de 3 hilos

- 2 Overlock de 5 hilos
- 3 Atracadoras 28
- 1 Atracadora automática
- 2 Pretinadoras
- 2 Ruedo especial
- 1 Ojal
- 1 Botonera
- 1 Rivet

3. PROPUESTA

3.1. Optimización de tiempos y movimientos

En la optimización de los tiempos y movimientos se definió el método adecuado y el tiempo estándar para cada operación, esto permite tener una buena eficiencia y productividad en la línea de confección, por lo que el cálculo de las operaciones tiene que ser lo más exacto posible.

3.2. Adecuar la capacidad instalada

Para que el proceso productivo sea eficiente se necesita una buena distribución del equipo en la planta, contribuyendo de esta manera al desarrollo de las áreas de trabajo de la manera más económica durante las actividades que se produzcan.

La adecuada distribución de la planta logrará que las áreas o estaciones de trabajo sean económicas, sin embargo, se tiene que tomar en cuenta que éstas tienen que ser seguras y satisfactorias para los empleados.

Los objetivos en la distribución de la planta incluyen varias actividades que involucran a la planta en sí, entre ellas tenemos:

- Integración: la distribución eficiente de la maquinaria será un método de la integración de la mano de obra, materiales y equipo.

- **Mínima distancia:** entre menos se mueva la materia prima de un lugar a otro se tendrá mejor distribuida la maquinaria.
- **Flujo:** es necesario ordenar las estaciones de trabajo para las actividades que se realicen y con base a la secuencia que lleve la materia prima en el diagrama de flujo.
- **Espacio cúbico:** considerar el volumen que ocupará la maquinaria, si es posible realizar una maqueta que sirva como guía antes de proceder a la instalación definitiva.
- **Seguridad:** es necesario que la distribución de la maquinaria presente el menor riesgo para accidentes que puedan producirse.
- **Flexibilidad:** distribuir en la forma más adecuada para que en determinado momento pueda ser reemplazada o trasladada de lugar según los requerimientos lo necesiten.
- **Balance:** tratar que no se formen cuellos de botella por la distribución del equipo.

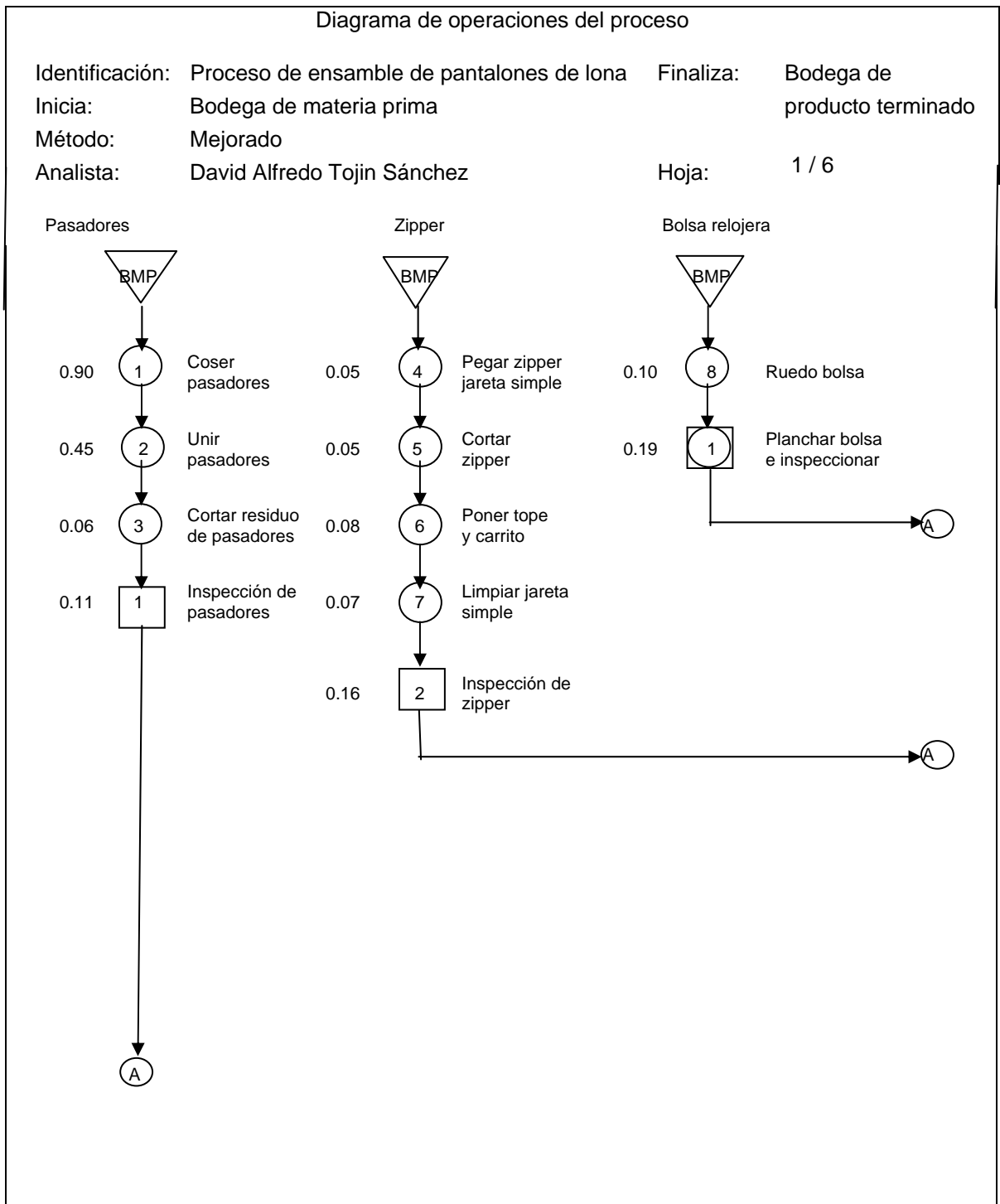
3.3. Optimización de diagramas

3.3.1. Diagrama de operaciones

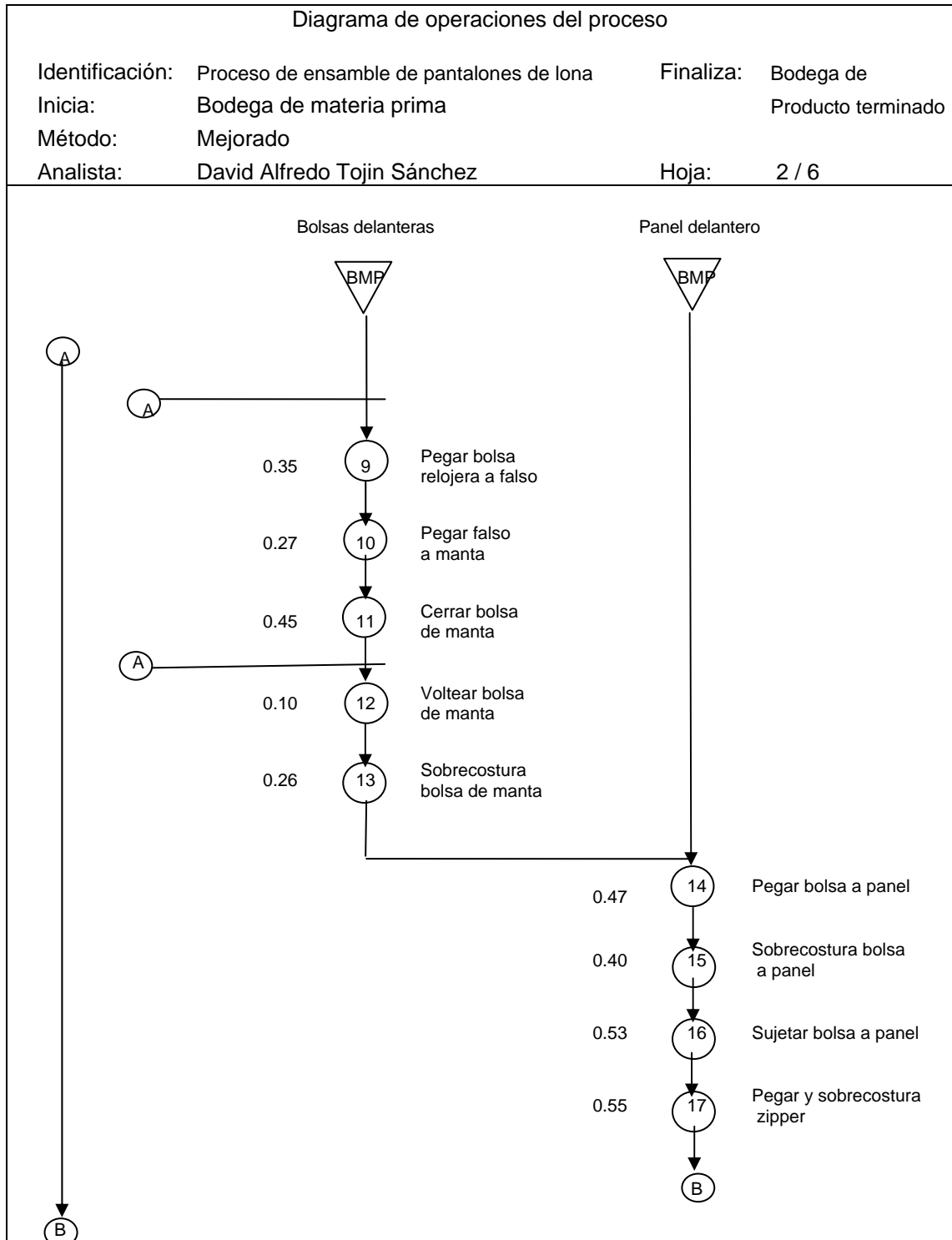
Este diagrama está basado en procesos mejorados, ya que generalmente se le eliminan actividades al proceso, a este se le agregaron, tomando en cuenta que al momento de implementar más actividades en el proceso se optimizará el

recurso humano, se cumplirá con la demanda establecida y se logrará un mejor control en todo el proceso y como agregado una distribución eficaz de la maquinaria, teniendo como resultado una eficiencia aceptable. Ver figura 5. Diagrama de operaciones del proceso mejorado.

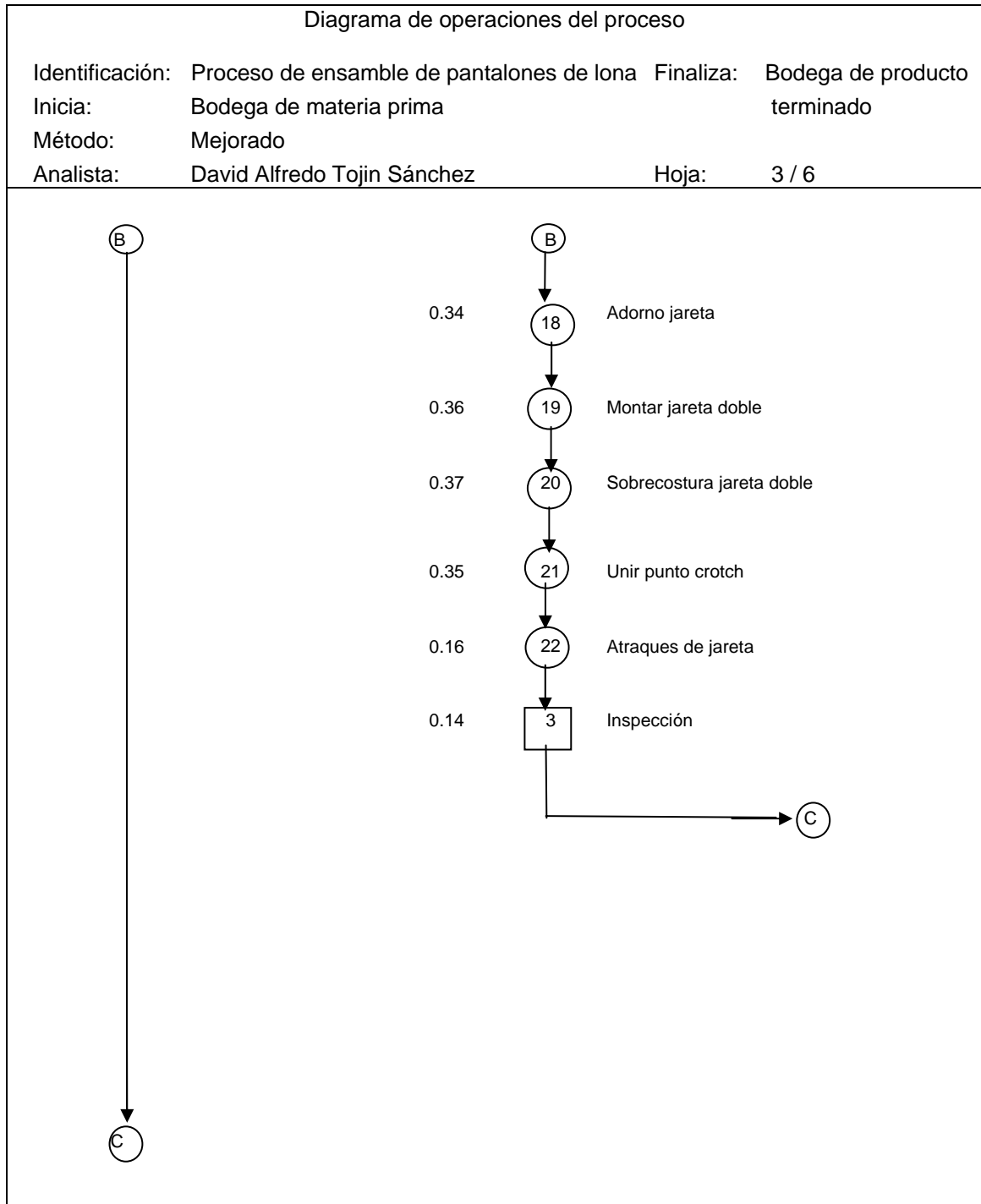
Figura 5. Diagrama de operaciones del proceso (mejorado)



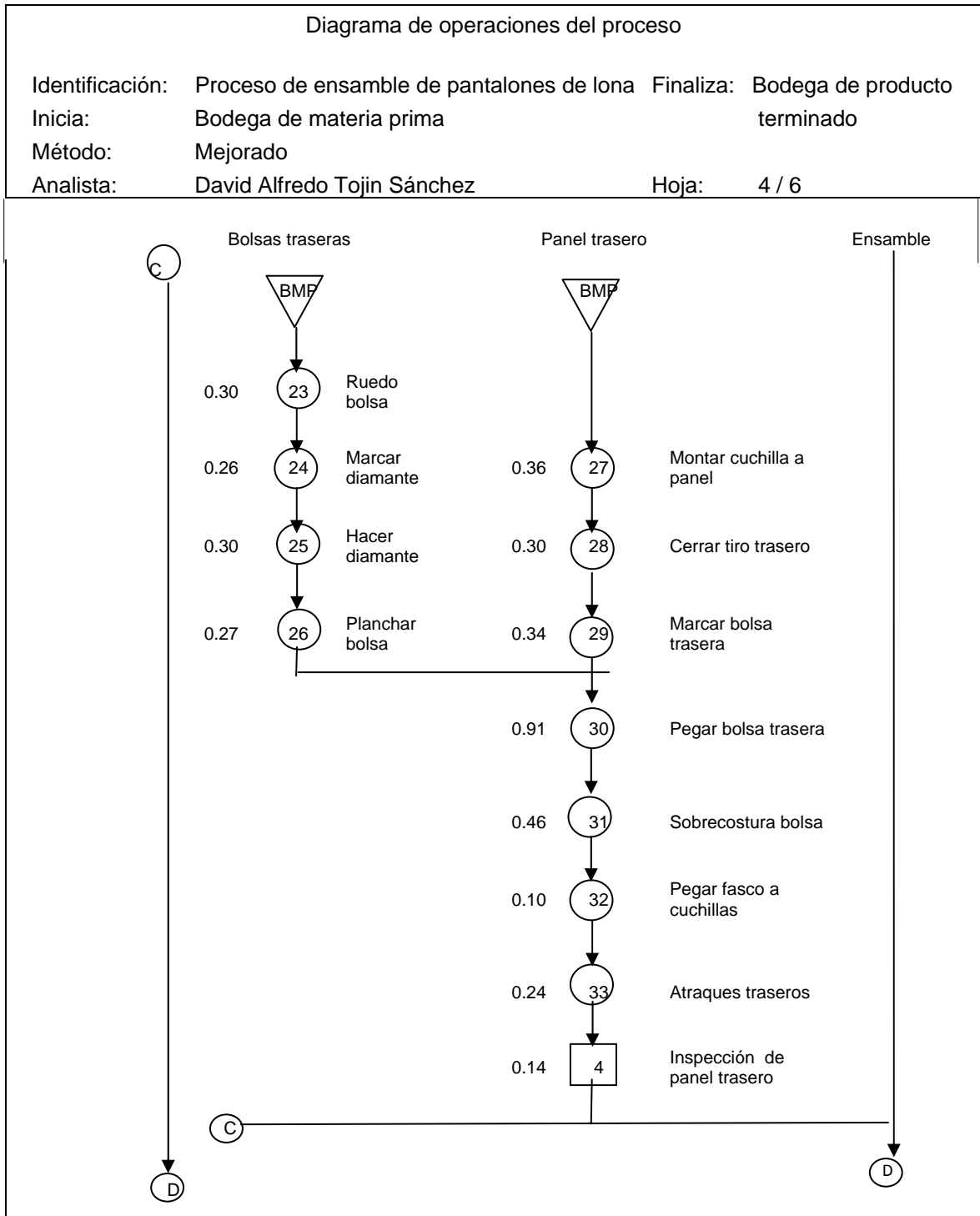
Continuación de la figura 5.



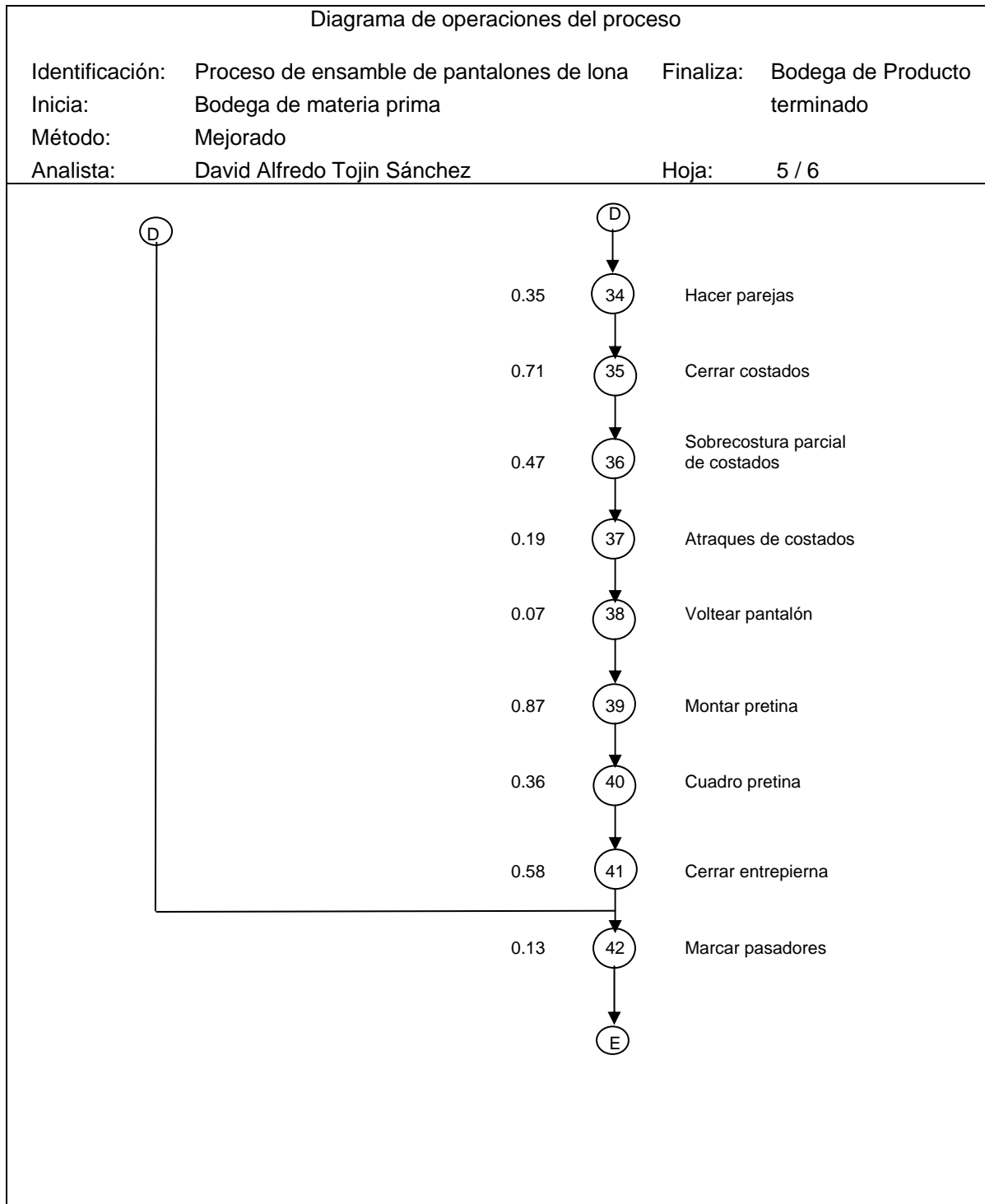
Continuación de la figura 5.



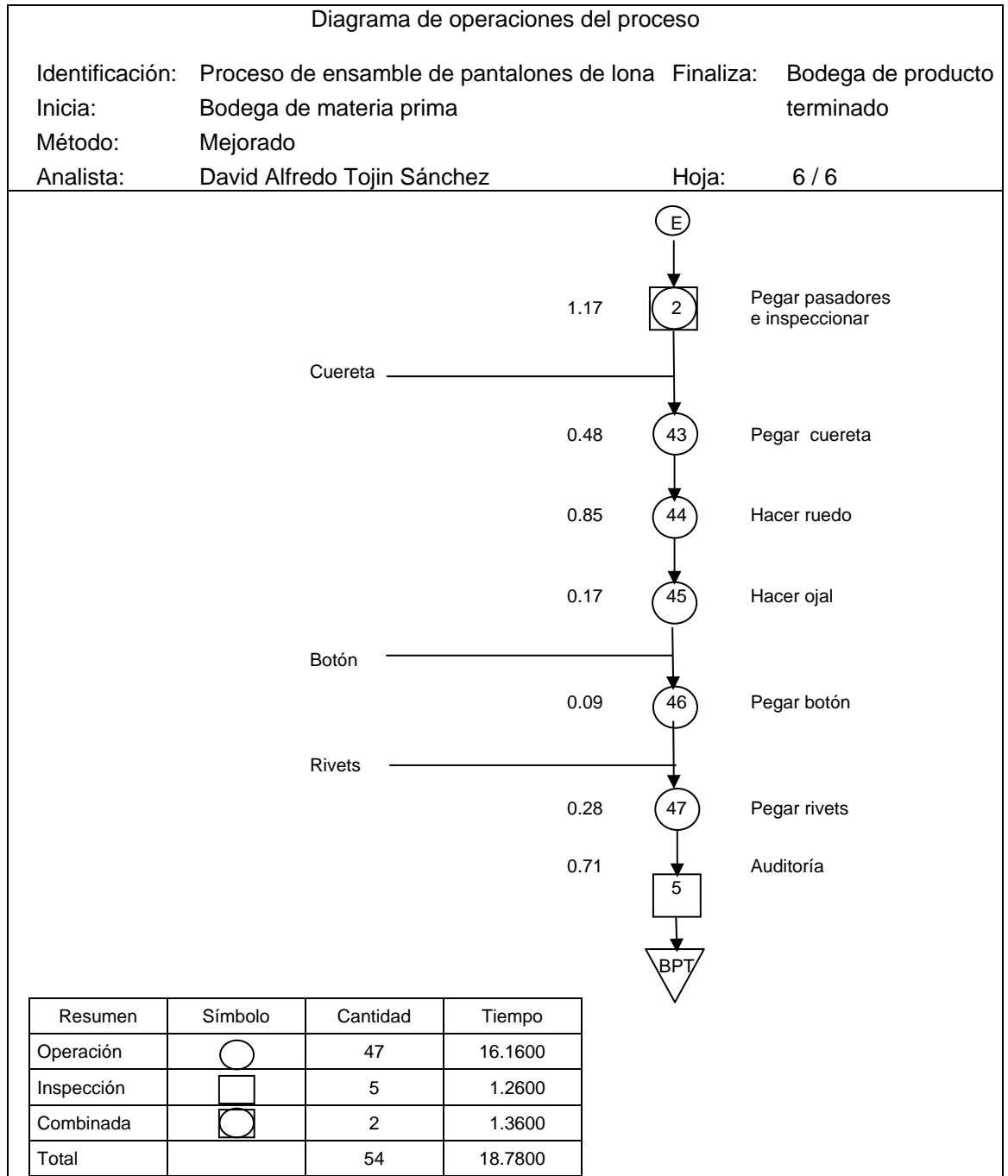
Continuación de la figura 5.



Continuación de la figura 5.



Continuación de la figura 5.



Fuente: elaboración propia.

3.3.2. Diagrama de flujo

Luego de haber realizado el análisis del flujo anterior, se agregaron actividades en el diagrama, revisando cada una de las inspecciones desde el punto de vista de los enfoques primarios del análisis de la operación, basándose en el siguiente análisis:

- Propósito de la operación
- Diseño de la parte o pieza
- Tolerancias y especificaciones exigidas por el cliente
- Materiales proporcionados por el cliente
- Preparación de las máquinas
- Manejo de materiales
- Distribución de la planta
- Principios de la economía de movimientos

Este diagrama se realizó basándose en las siguientes interrogantes:

¿Por qué es necesaria esta operación?

¿Por qué esta operación se efectúa de esta manera?

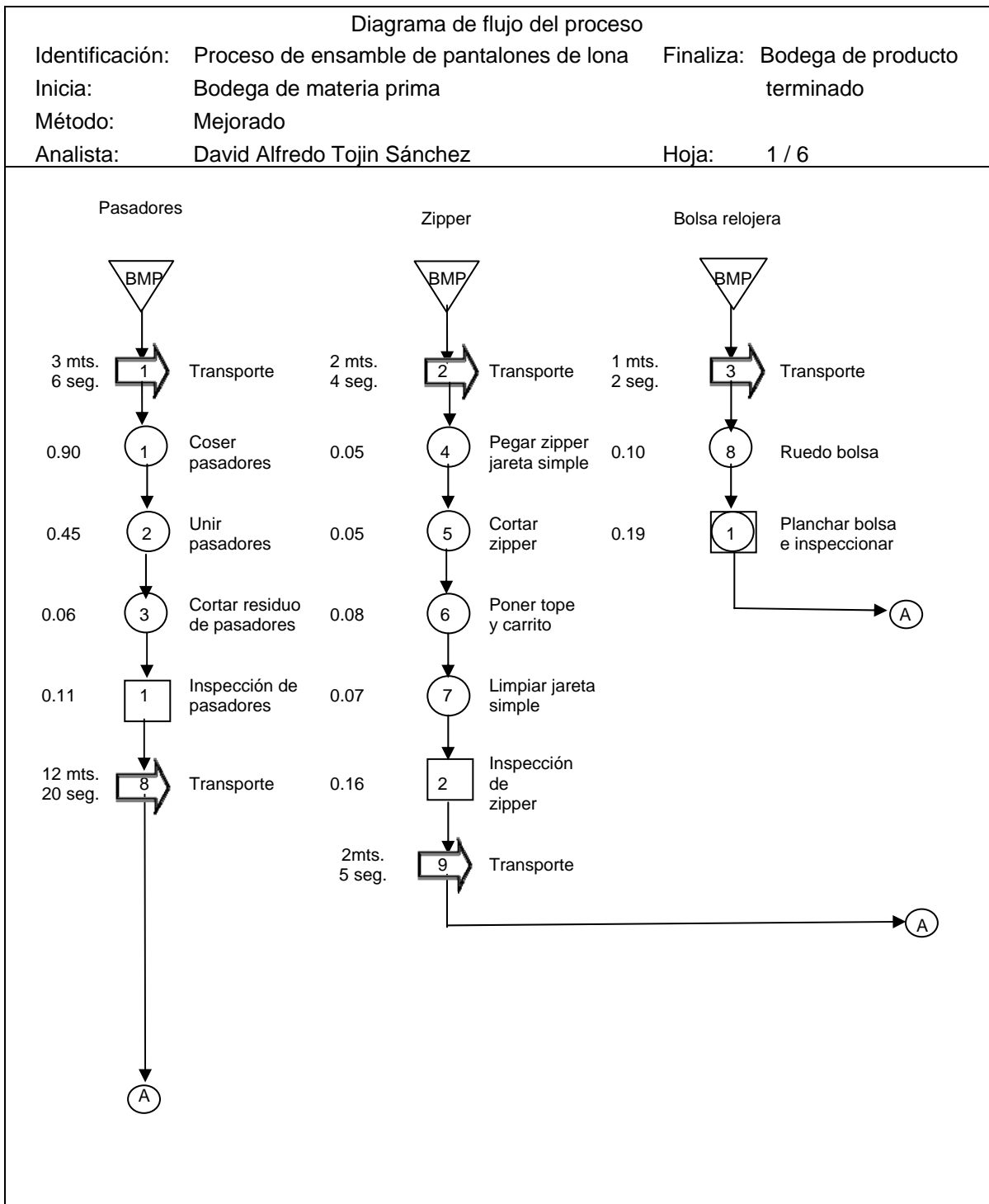
¿Por qué son tan estrechas estas tolerancias?

¿Por qué se ha asignado esta clase de operarios para ejecutar el trabajo?

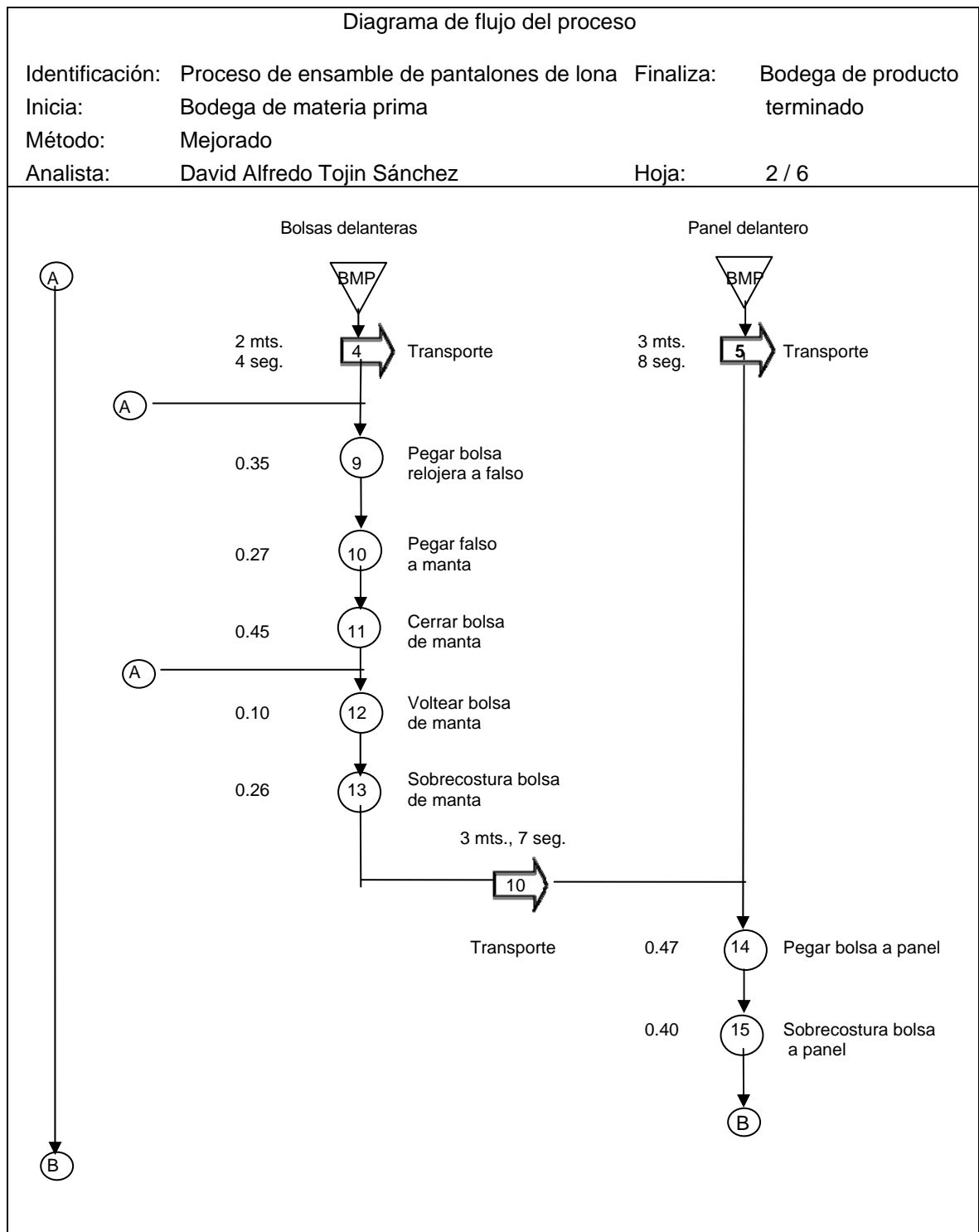
¿Tolerancias más estrictas facilitarían el ensamble y mejorarían la confiabilidad del producto?

Respondiendo este tipo de preguntas, el analista recomendó que el diagrama se realizara de la siguiente forma, ver figura 6, teniendo de esta manera eficiencia, control y ergonomía en la producción.

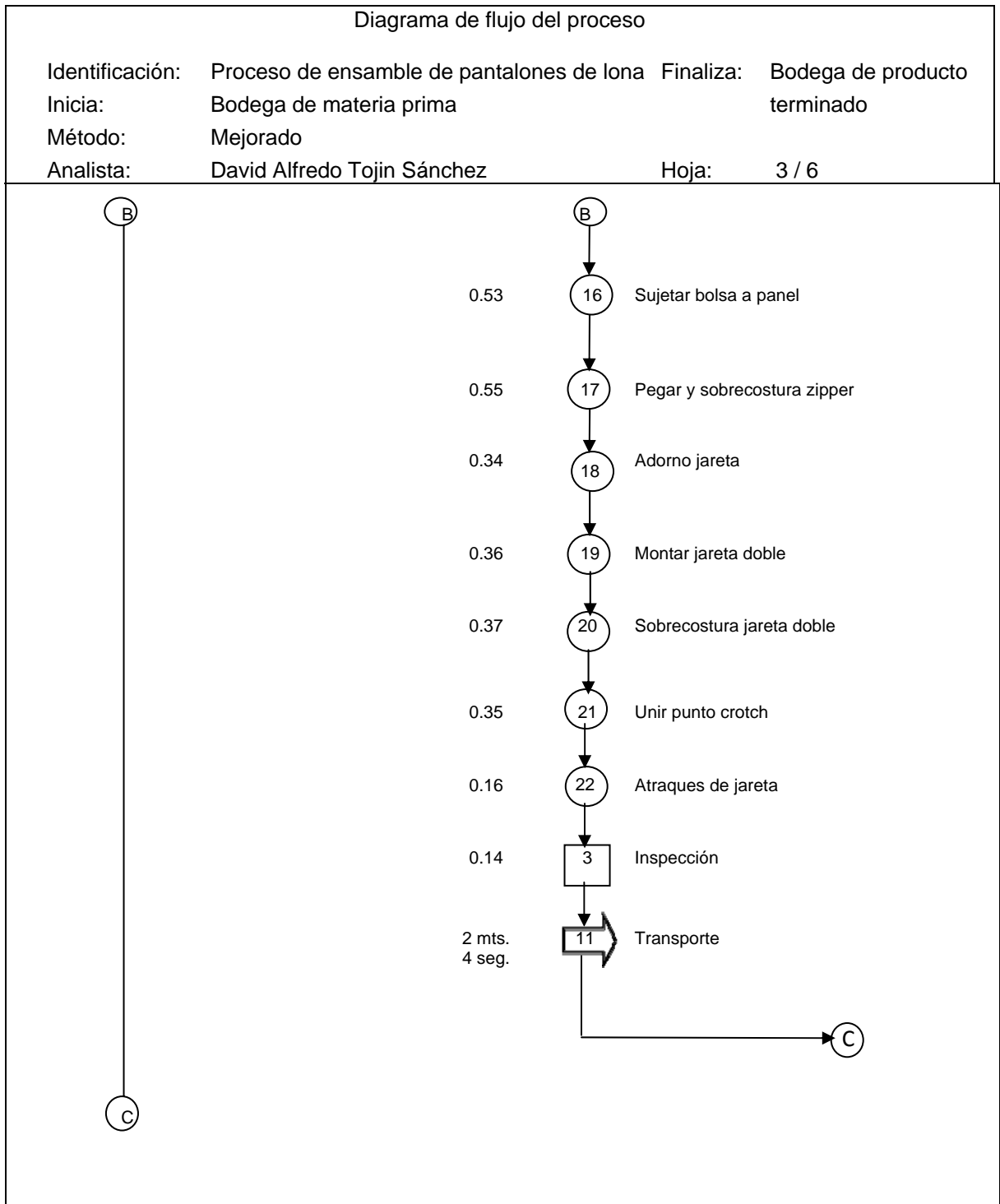
Figura 6. Diagrama de flujo del proceso (mejorado)



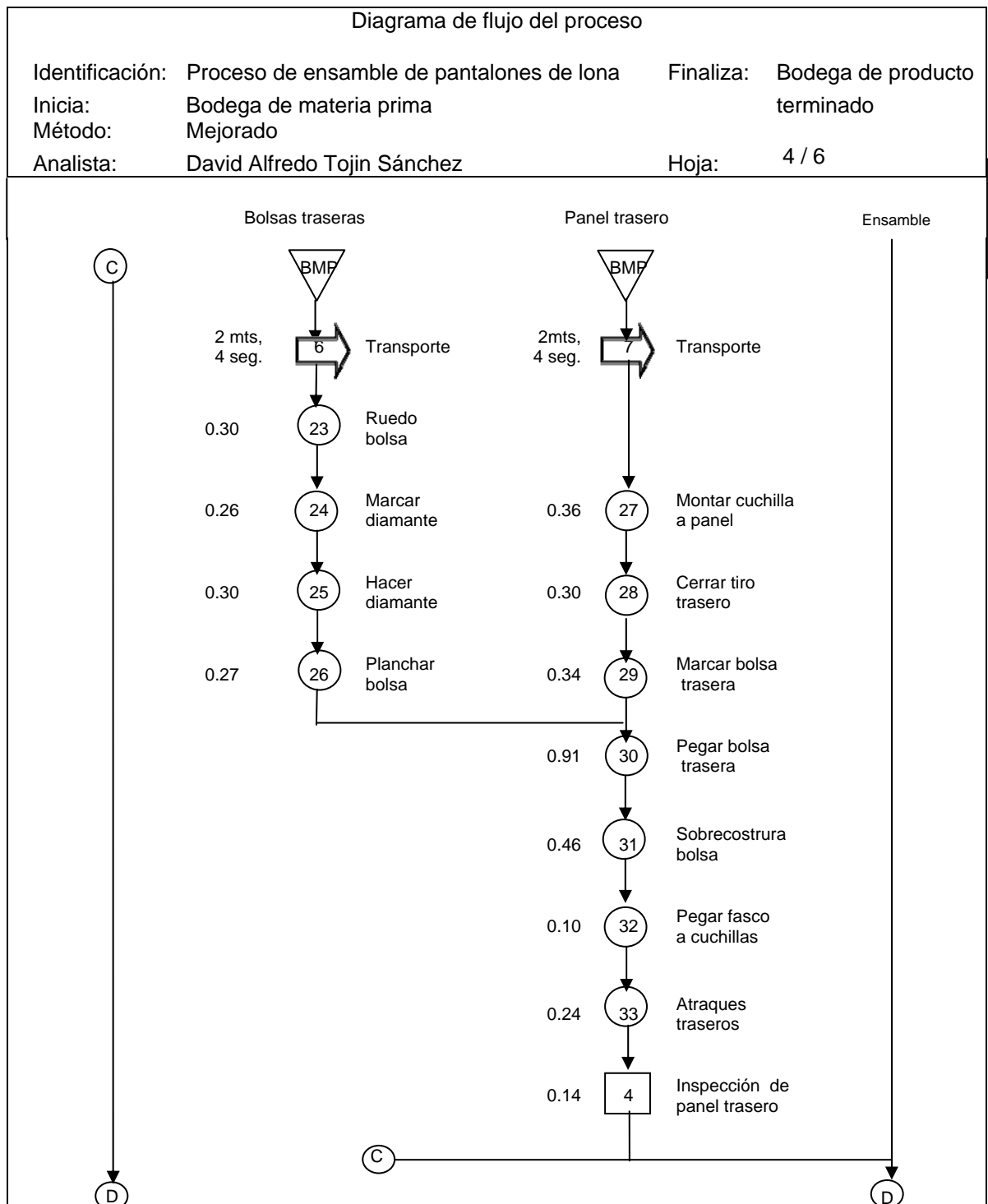
Continuación de la figura 6.



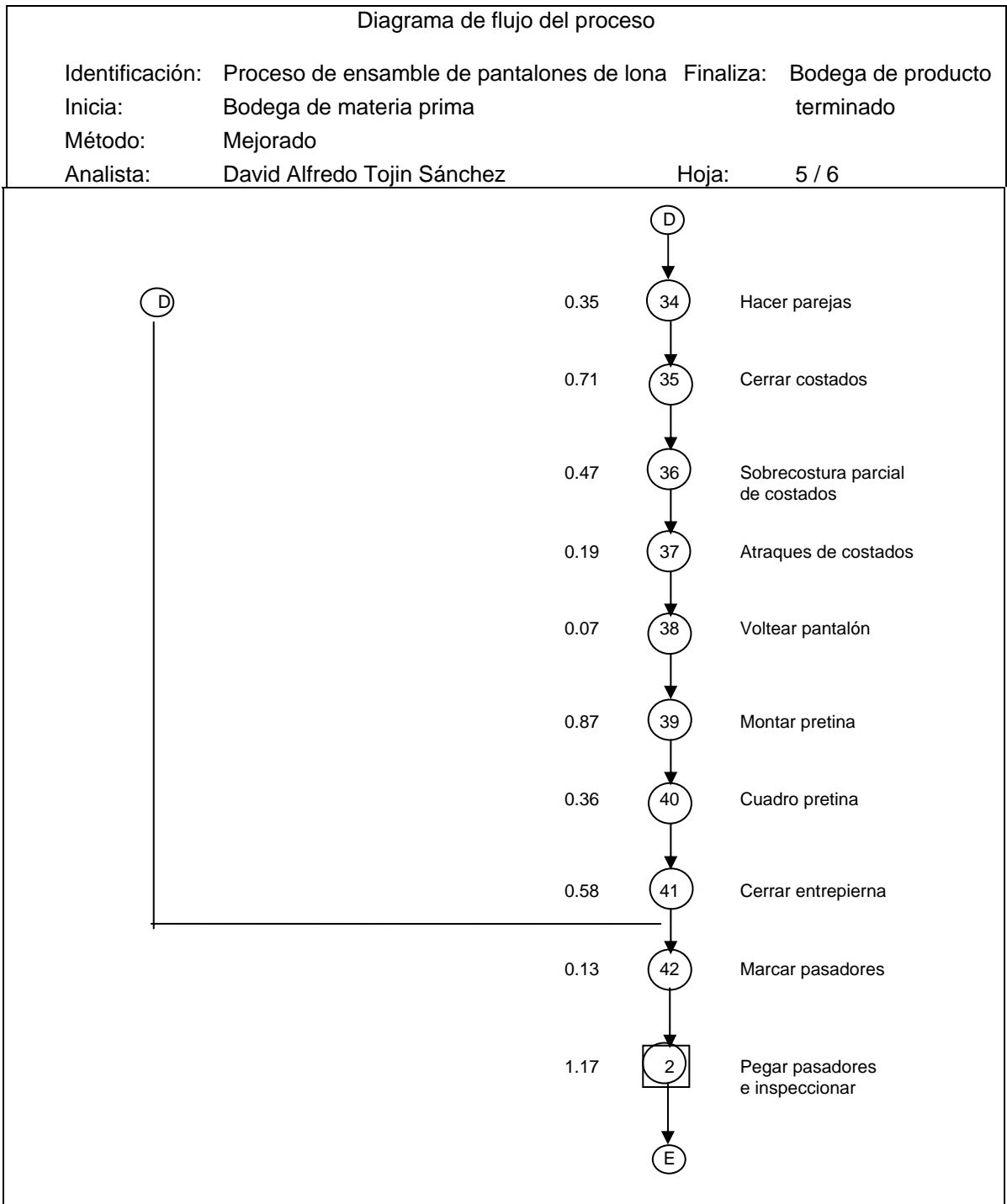
Continuación de la figura 6.



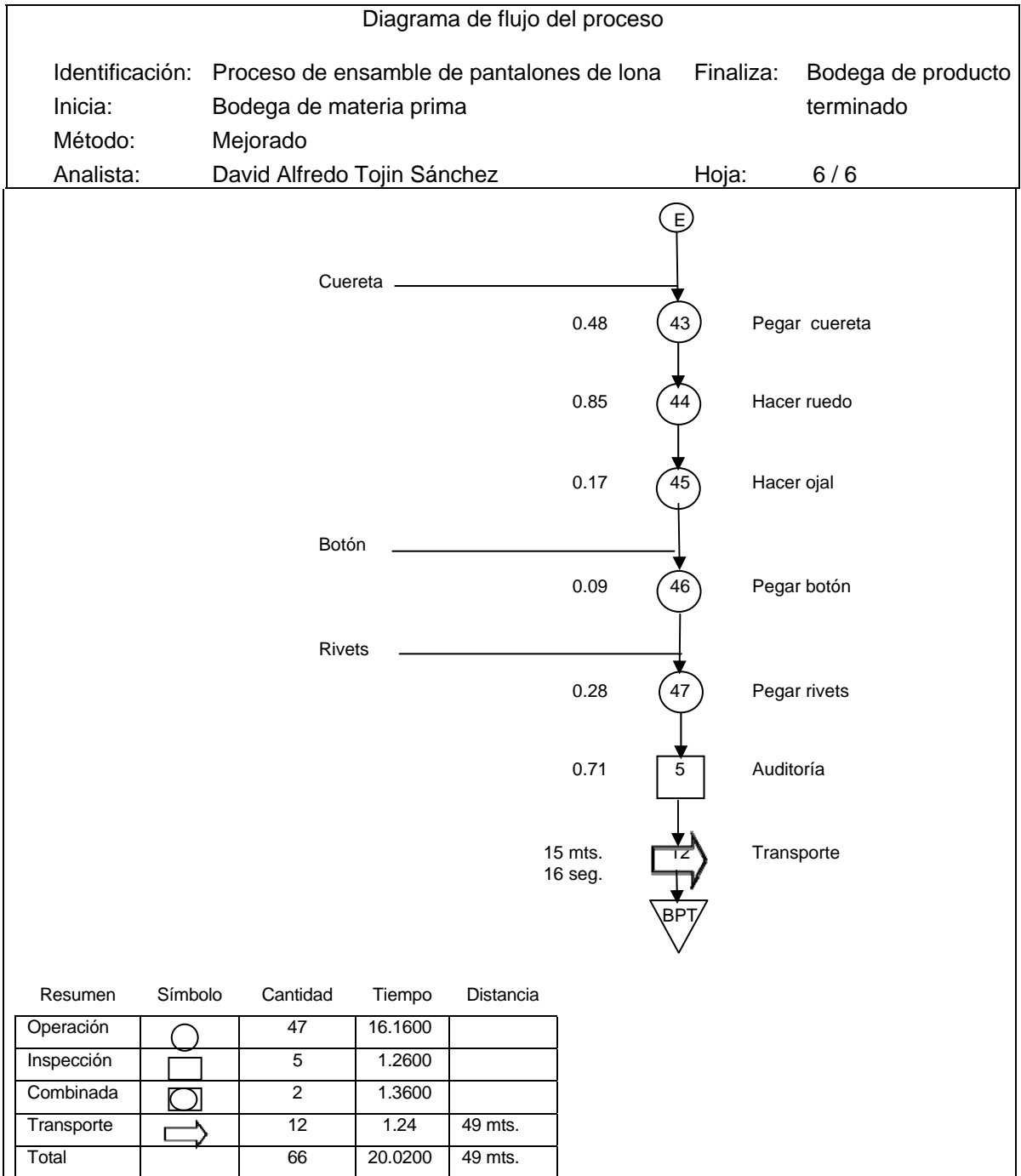
Continuación de la figura 6.



Continuación de la figura 6.



Continuación de la figura 6.



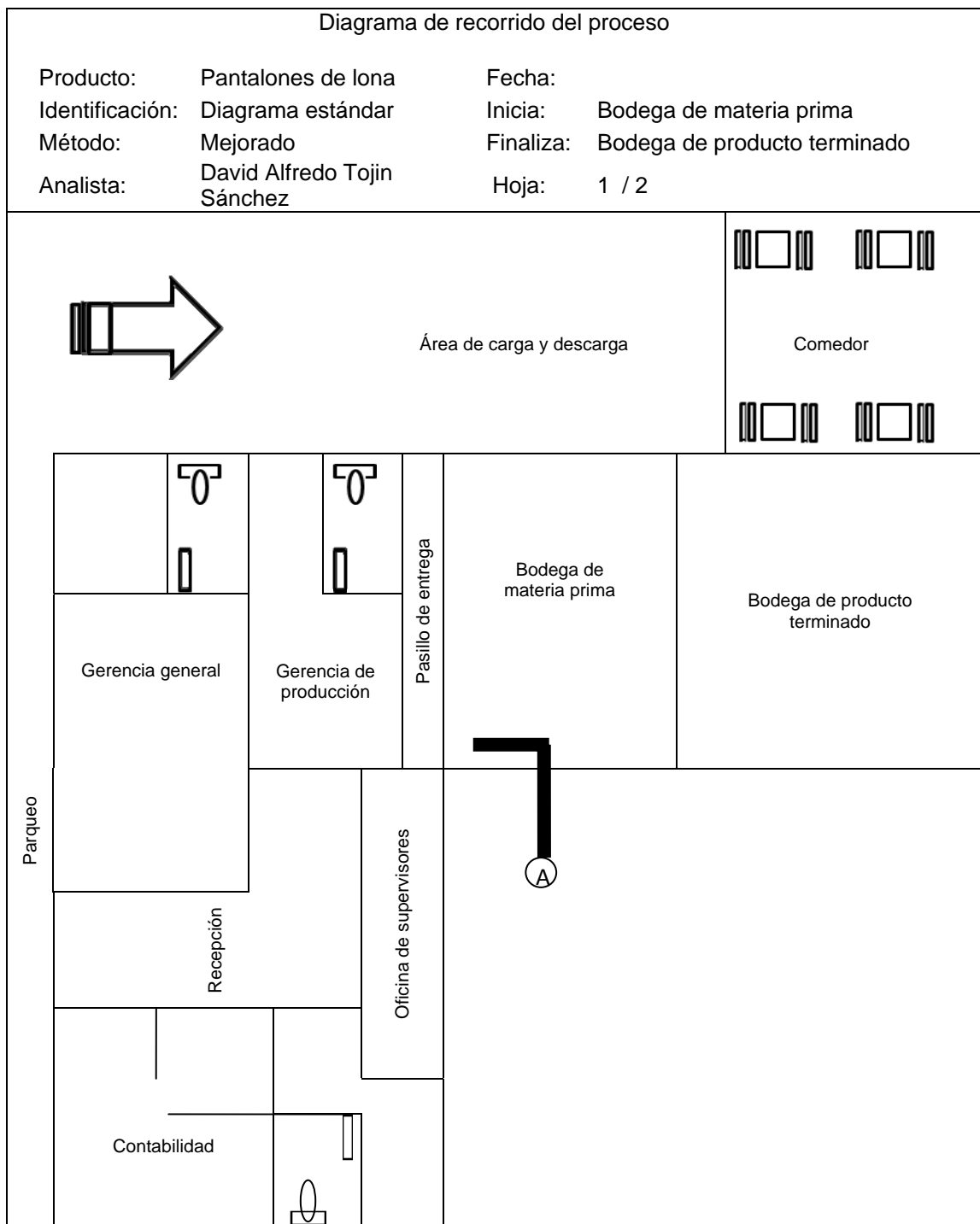
Fuente: elaboración propia.

3.3.3. Diagrama de recorrido

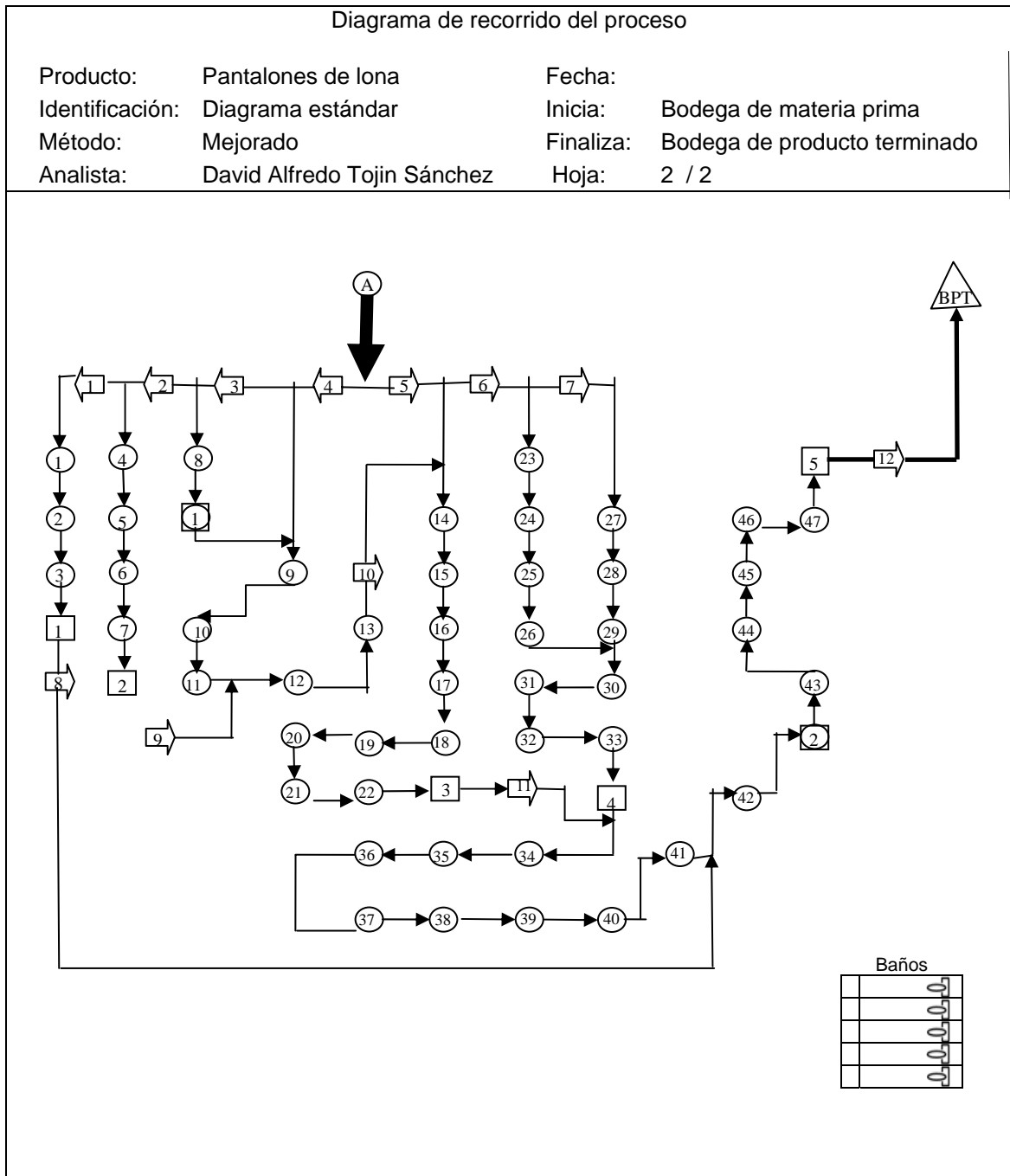
Este diagrama muestra una representación objetiva y topográfica de la distribución de las actividades registradas en el diagrama de flujo.

Este diagrama sirve para visualizar el flujo de la materia prima en el proceso y es posible analizar el mismo bajo otro esquema. Ver figura 7. Diagrama de recorrido del proceso mejorado.

Figura 7. Diagrama de recorrido del proceso (mejorado)



Continuación de la figura 7.



Fuente: elaboración propia.

3.4. Indicadores de producción

Es una técnica cuya finalidad es asignar una carga de trabajo a las máquinas que se tengan destinadas al proceso productivo. Se puede asignar trabajo hombre-máquina, producto-máquina, tiempo-hombre, tiempo-máquina, etc. El índice o indicador lo que hace es tomar de base una máquina cuya eficiencia es mayor que otras para el mismo producto, dando la idea de que el trabajo que hace la más eficiente, lo puede hacer la más lenta en una tracción mayor de tiempo igual al índice de la más lenta, menos índice de la más eficiente.

3.4.1. Eficiencia

Es la relación entre la producción real y la producción estándar, lo que se produjo vrs lo que se debió haber producido, teniendo en cuenta que la producción real es la que se está produciendo actualmente bajo un estándar bajo, más adelante encontrará la eficiencia que se recomienda, la eficiencia no depende únicamente de la empresa, sino depende también de los trabajadores, ellos son los encargados de elevar la eficiencia con su trabajo.

3.4.2. Productividad

Es la utilización óptima de los recursos invertidos por una empresa. $\text{Recursos obtenidos vrs. Recursos invertidos} = \text{Productos} / \text{Insumos}$, para mejorar la productividad se necesita un plan de incentivos, para tener motivados a los trabajadores, buscar costes más bajos, logrando la satisfacción de los clientes y ganancias para la empresa. Ver anexo 2. Estado de costos de producción.

3.5. Optimización del balance de líneas

Con frecuencia cuando la línea está balanceada trabaja bajo una eficiencia muy baja, por distintas causas, o entran en juego consideraciones adicionales que afectan el balance de la línea, es necesario hacer algunas modificaciones o desarrollar actividades adicionales sobre la línea ya balanceada. Se mencionan algunas de estas consideraciones:

- Trabajar horas o turnos extras.
- Incluir o sacar operarios de la línea.
- Cambiar la velocidad de las máquinas.
- Cambiar operaciones y balancear los grupos.
- Asignar ayuda extra (operarios, comodines) para operaciones no equilibradas o más lentas.
- Acumular materiales en proceso y realizar el trabajo de las tareas más lentas durante horas o turnos extras.
- Dirigir piezas de las tareas más lentas a otros puestos de trabajo.
- Dirigir piezas de las tareas más lentas a otros puestos de trabajo fuera de la línea, como apoyo a la misma.
- Utilizar artículos o líneas combinadas.
- Movilizar operarios a otros lugares, de operaciones más rápidas con más holgura a operaciones más lentas o con poca holgura de tiempo.
- Mejorar la actuación del operario, mediante programas de entrenamiento basados en la curva de aprendizaje.
- Mejorar la operación.
 - ✓ Aplicación de estudios y movimientos
 - ✓ Mejora de métodos, simplificación del trabajo

- ✓ Cambios en el diseño del producto, proceso o equipo
- ✓ División del trabajo

Existe un sin número de métodos para balancear la línea, sin embargo, los más prácticos o más comunes son:

- Mayor número de tareas subsecuentes: consiste en asignar primero aquellas tareas que tienen mayor número de tareas subsecuentes, es decir, las que siguen.
- Tiempo más largo de operación: consiste en asignar primero aquellas tareas que tienen el tiempo de operación más largo.
- Peso posicional: consiste en asignar primero aquellas tareas que tienen el peso posicional más alto. El peso posicional es una combinación entre mayor número de tareas subsecuentes y tiempo de operación más largo.

3.6. Diseño de controles de producción

En el diseño de controles de producción es necesario considerar los siguientes factores, entre ellos:

- La planificación debe tener una manera lógica y ordenada de la producción, tomando como base la calidad, eficiencia, economía y ergonomía en los procesos productivos.
- Eliminar errores en la confección de productos y de esta forma eliminar pérdidas por mala producción.
- Cumplir con los planes diseñados para la producción.

Es necesario cuando se planifica tomar en cuenta:

Control anticipado: tener preestablecido el procedimiento para la solución de posibles errores en los que se pueda incurrir.

Control ocurrente: este control debe realizarse cuando el producto se encuentra en proceso, con el fin de prever soluciones a los atrasos que puedan suceder.

3.7. Diseño de controles de calidad

Estos controles son diseñados con el fin de que sea fácilmente detectar errores producidos durante la producción, para que esto se lleve a buen término es necesario colocar controles en puntos específicos en la línea de producción, el primer punto lo colocarán en la recepción de materia prima, ellos revisarán si todos los cortes vienen completos, para éstos se utilizará una hoja de control, ver anexo 3, luego el otro se colocará al final de cada proceso, esta hoja de control será la misma para todas y al final se tendrá otro control de todo el proceso, eso contribuirá a que en todo el proceso se tenga control y se puedan corregir errores antes de que se termine la pieza.

4. IMPLANTACIÓN

4.1. Difusión del método a implantar

4.1.1. Capacitación

En todas las empresas se tiene la necesidad de mejorar y para que esto suceda, se tienen que involucrar programas de capacitación eficientes, éstos con el fin de que los trabajadores realicen un trabajo eficaz.

El proceso de la capacitación empieza por el análisis de la situación, este análisis es vital para justificar los cursos de acción de capacitación que se desea.

Metodología: es necesario que se involucre a la gerencia, ya que ellos son los que cuantifican el desempeño del personal, y las posibles causas cuando existen deficiencias.

Para que esta etapa tenga viabilidad es necesario manejar los siguientes puntos:

- Determinar la evaluación del desempeño del personal.
- Motivarle a participar en la capacitación del personal.
- Que la gerencia brinde la información necesaria para diseñar el plan de capacitación.

Para el diseño de la capacitación es necesario definir los objetivos terminales y objetivos específicos.

Los objetivos terminales son los que indican la conducta que mostrarán al finalizar el curso de capacitación.

Los objetivos específicos, son objetivos de menor nivel que se van logrando en tanto avanza el desarrollo del programa, éstos son llamados objetivos operacionales y se refieren a las conductas observadas, son conductas que se pueden evaluar, son indicativos claros de lo que se espera de los participantes, tienen un límite para su cumplimiento, limitan una sola conducta.

Se realiza un manual del curso, este servirá como guía para el presentador del tema y en el mismo estarán definidos los puntos a tratar y los alcances que tendrán los capacitados, la estructura del curso es el siguiente:

- Código del curso
- Nombre del curso
- Requisitos de ingreso
- Objetivo terminal
- Objetivos específicos
- Población a la que se dirige el curso
- Duración
- Lugar
- Metodología
- Contenido
- Observaciones

4.1.2. Entrenamiento

Para el éxito de una empresa es necesario el desarrollo óptimo a nivel individual y personal de los colaboradores.

Todos los trabajadores pueden realizar un excelente trabajo, independientemente de su nivel jerárquico dentro de la organización, esto no depende directamente de la empresa sino de las actitudes a nivel personal y el compromiso con la empresa.

Para que el entrenamiento sea exitoso se tiene que considerar los siguientes factores:

- Determinar los puestos jerárquicos dentro de la empresa, operativos, supervisión, gerencia media y alta gerencia.
- Determinar funciones del puesto, así como sus responsabilidades.
- La responsabilidad que tiene el puesto dentro de la empresa y el compromiso para con la misma.

4.2. Ejecutar el procedimiento de estandarización

4.2.1. Elaboración de la secuencia de operaciones

Es el orden de todas las operaciones que tienen que ser realizadas para confeccionar el pantalón de lona. La secuencia de operaciones se puede observar en el anexo 4.

La primera columna indica el número de operación a la que corresponde dentro del flujo del proceso, la segunda columna describe la operación a realizar, la tercera columna describe el tiempo estándar de la operación y la cuarta detalla las tareas que deben ser finalizadas antes de iniciar la siguiente.

4.2.2. Tiempos y costos estándar

Es de suma importancia que el cálculo del tiempo estándar o de ejecución sea lo más exacto posible ya que tendrá eficiencia y productividad en la línea de confección. Determina la cantidad de puestos de trabajo y maquinaria que se deben establecer en una línea de producción, un tiempo estándar incorrecto provocará que se pueda crear un exceso o falta de puestos de trabajo y por ende afectará la eficiencia y productividad de la línea, dando como resultado un aumento en los costos de producción.

Para analizar el comportamiento de los costos se requiere recopilar toda la información necesaria respecto al costo del producto que se está elaborando. La empresa se dedica al maquilado de pantalones de lona, la materia prima viene directamente del proveedor y debidamente cortada, la función de la empresa es ensamblar las partes y entregar el producto terminado, así que los costos son: energía eléctrica, mano de obra directa, mano de obra indirecta, combustibles etc.

4.2.3. Diagrama de operaciones

El diagrama de operaciones es la forma correcta en la que la línea de confección debe funcionar para obtener eficiencia en la producción.

Todas las piezas se clasifican en secciones con el fin de ahorrar tiempo para el ensamble del pantalón de lona.

4.2.4. Balance de líneas

El objetivo del balance de líneas es distribuir de manera uniforme las cargas de trabajo. El método para balancear la línea es el mayor número de tareas subsecuentes. Se analizan solamente las secciones de panel delantero, panel trasero y ensamble. El cálculo para las secciones de los módulos: zipper, pasadores, bolsillo, bolsas delanteras y bolsas traseras; se realiza de la misma forma para las secciones lineales, para proseguir con la aplicación del balance de líneas es necesario continuar con la siguiente información:

- Diagrama de operaciones del proceso, con el fin de determinar el tiempo total de las operaciones que se realizan en la línea de producción que es de 14.5 minutos.
- La secuencia en las operaciones precedentes, sirve para determinar las operaciones precedidas una de la siguiente.
- La demanda a satisfacer la propone el proveedor, para quien se trabaja, esta demanda está en 1000 unidades diarias.
- El tiempo productivo por jornada, expresado en las mismas unidades que el tiempo de la secuencia de las operaciones, se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Jornada (P)} = 9\text{h} \times 60 \text{ min.} = 540 \text{ min.} - 60 \text{ min.} = 480 \text{ min.}$$

Los 60 minutos se le restan ya que éstos corresponden a 30 minutos de almuerzo, 15 minutos de refacción y 15 minutos de holgura en otras actividades.

Luego de contar con los datos, se calcula el tiempo de ciclo, a este tiempo se le conoce como tiempo máximo que cada estación de trabajo debe tener disponible, así como el tiempo que tarda el pantalón de salir completamente ensamblado de la línea, el tiempo de ciclo se determina de la siguiente manera:

$$C = \frac{P}{D} = \frac{480 \text{ min.}}{1000 \text{ pantalones}} = 0.48$$

C = Tiempo de ciclo (factor de balance)

P = Jornada por día

D = Demanda

Desde este punto se puede calcular el número mínimo de puestos de trabajo, este solamente es un dato teórico, el cual sirve para comparar resultados al final del balance de líneas.

Este cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$N = \frac{D \times T}{P} = \frac{1000 \times 18.7000 \text{ min.}}{480 \text{ min.}} = 38.95 \text{ estaciones de trabajo}$$

Luego de haber establecido las estaciones de trabajo que son las recomendadas en teoría se procede a realizar el balance de líneas. Ver anexo 5, balance de líneas, se tiene como conclusión, que se necesitan 52 operarios para que la producción sea efectiva, sin embargo, entre ellos cuentan las operaciones manuales y máquinas que no se utilizan el 100%, entonces estos operarios funcionan como inspectores y revisan la calidad del producto.

Una vez establecido el número de estaciones de trabajo se procede a calcular la eficiencia en la línea de producción.

$$E = \frac{\text{Tiempo total de operaciones de línea}}{\# \text{ de puestos de trabajo} * \text{ tiempo de ciclo}}$$

$$\frac{=18.7000 \text{ min.}}{52 \times 0.46} = 0.8548 \times 100 = 85.48\% \text{ de eficiencia en la línea de producción.}$$

Luego se realiza el retraso que tiene la línea y es:

$$R = (1-E) \times 100 = (1- 85.48) \times 100 = 14.42\%$$

4.2.5. Distribución de planta

El objetivo principal de la distribución de planta es la distribución efectiva, el desarrollo de un sistema de producción que permita la confección de distintas prendas con calidad y al menor costo de operación posible, distancias más cortas para transportes o la eliminación de los mismos.

Existen dos tipos de distribuciones, las cuales son:

- Rectilíneo o por producto
- Funcional o por proceso

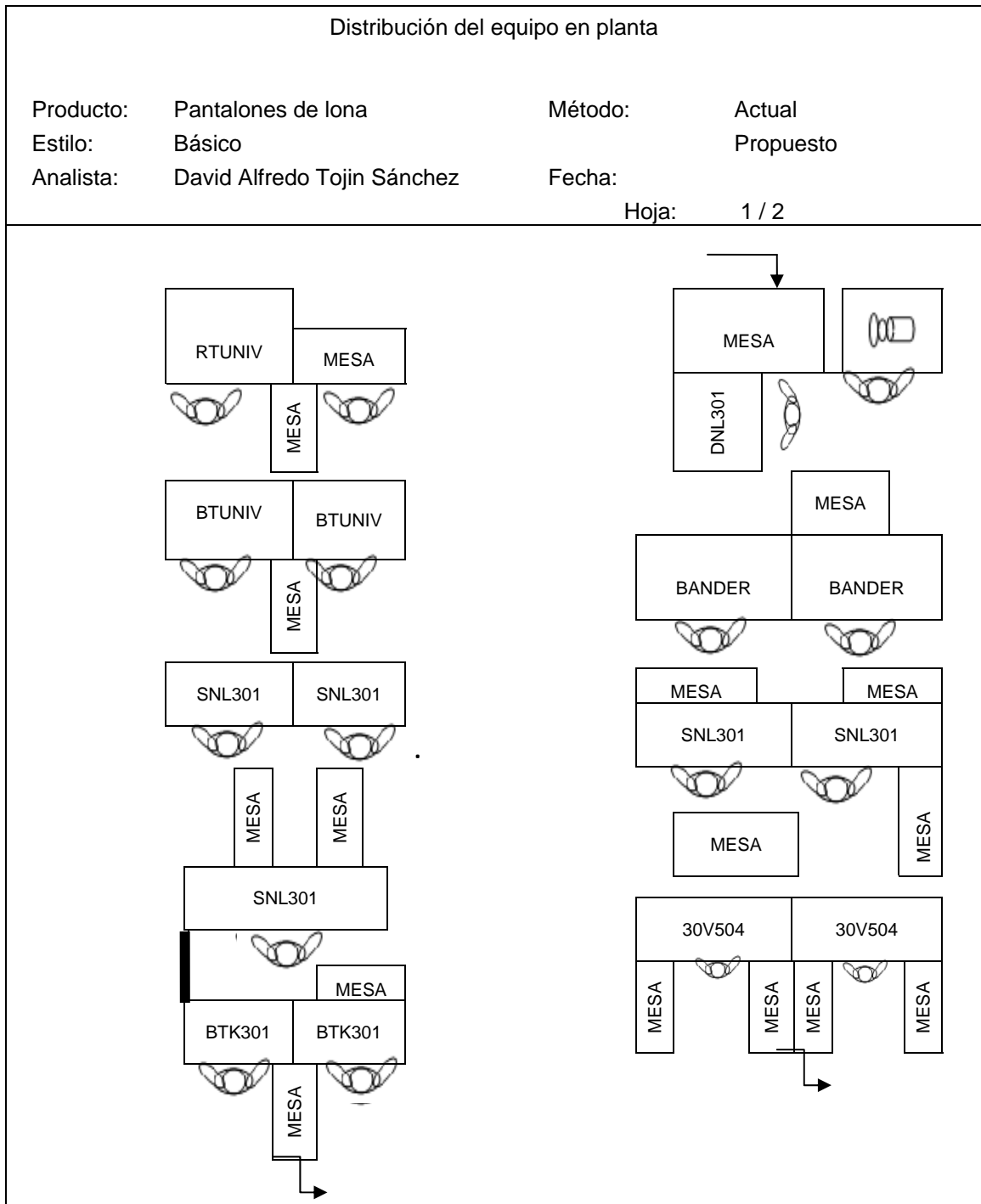
La distribución en línea recta de la maquinaria se hace de manera que la circulación de la operación sea la misma para cada producto.

La distribución funcional consiste en la agrupación de instalaciones o

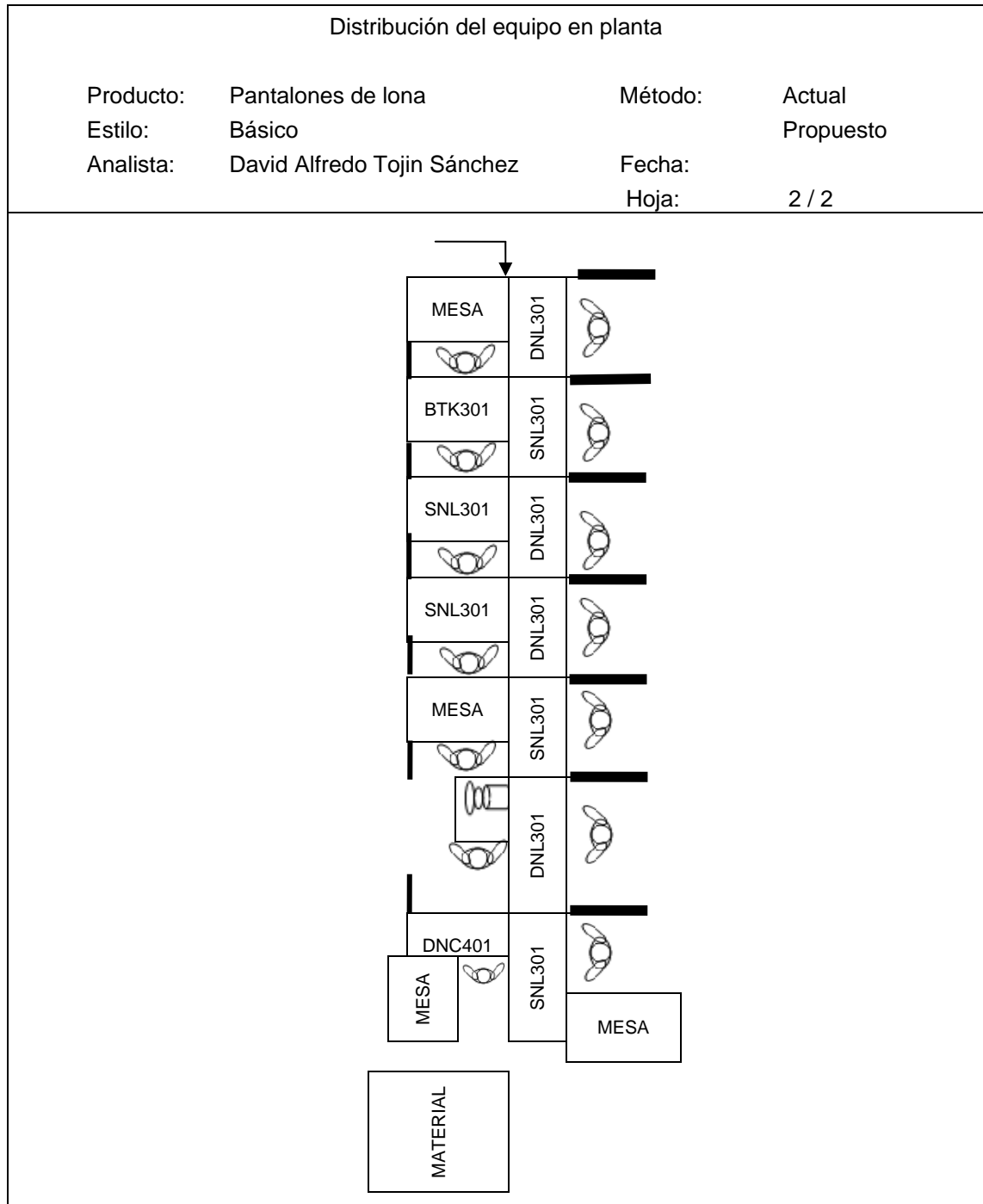
maquinarias semejantes, esta da un mejor aspecto y se tiene mejor control y limpieza en cada una de las operaciones.

Al observar la planta está distribuida en una forma funcional, ya que la empresa está dedicada a la confección de pantalones de lona y sobre la base del diagrama de flujo y a las recomendaciones de maquinaria del balance de líneas con relación a las máquinas que deben utilizarse para cubrir la demanda que el cliente solicita. Ver figura 8. Distribución del equipo en planta de confección de pantalones de lona.

Figura 8. Distribución en planta



Continuación de la figura 8.



Fuente: elaboración propia.

4.2.6. Controles de producción

Cuando la línea de producción es establecida, es necesario contar con controles que permitan verificar varios aspectos importantes para garantizar la eficiencia de la línea. Estos aspectos son:

- Inventario de trabajo en proceso
- Cambios que existan en el flujo de producción
- Variación en las capacidades de los recursos de operación
- Desequilibrios en la línea original
- Localización de cuellos de botella

Es importante mencionar que los controles de producción no determinan la acción a seguir, sino únicamente sirve para rectificar la situación, esto dependerá de la habilidad y capacidad del gerente de producción de interpretar los resultados con la información que se le está proporcionando.

4.2.7. Controles de calidad

La calidad es una cualidad del producto que se encuentra implícita dentro del servicio que se ofrece al cliente final. La calidad no es un valor agregado sino una característica vital para que el producto se encuentre en competencia dentro del mercado.

Paralelamente a los controles de producción, se utiliza una serie de herramientas, para cuantificar que la calidad sea la especificada.

Para que este control sea exitoso se determinaron dos controles de calidad del producto terminado.

- Auditoría de verificación de las especificaciones
- Auditoría al final de la línea

Dentro de la línea de producción, existirán varias personas encargadas de verificar la cantidad de las especificaciones de los pantalones, estos verificadores junto con el supervisor y el auditor de calidad son los encargados de reportar anomalías dentro de la producción, ver anexo 3. Control de aseguramiento de calidad.

Cuando el pantalón es terminado pasa por una auditoría por parte de la empresa a la cual le maquilamos, ellos se encargan de realizar un muestreo, ver formato de reporte de auditoría. Anexo 6.

4.2.8. Manual de procedimientos de métodos de trabajo

Este manual es la documentación del método correcto y los puntos de calidad a tomar en cuenta para la confección de pantalones de lona, su objeto es reunir información y tener un cimiento sólido para la creación de líneas de producción del producto.

Este manual se divide en cuatro estaciones de revisión, estas son:

Colocado de bolsas traseras

- Las bolsas traseras deben estar alineadas a los agujeros de dril en paneles traseros, las bolsas deben cubrir los agujeros completamente.

- La línea exterior de la puntada va a 1/16" de la orilla de la bolsa, la línea interior de la puntada va a 1/4" de la línea exterior de las puntadas, ambas líneas de puntadas inician y finalizan a 1/8" de la orilla superior del ruedo en la bolsa.
- La marca de registro va colocada dentro del costado izquierdo de la bolsa y va insertado exponiéndose a 5/16" de la orilla de la bolsa, la marca de registro es cazado por la línea exterior de puntada, la marca registrada es nivelada, paralela a las bolsas y las letras de la marca de registro tienen que estar completamente visibles.

Atraque de bolsas traseras

- Atraque manual de bolsas.
- El atraque va centrado en la línea superior en ruedo de bolsa y debe asegurar ambas líneas de puntadas colocadas en bolsa. Colocar atraque en un ángulo en la línea inferior de puntada de bolsa derecha trasera, centrada entre las dos líneas de puntada en ruedo de bolsa.

Puntos de calidad

- Las puntadas rotas, salidas y cambios de bobinas deben ser descosidas, limpiadas de todos los hilos y vueltas a coser.
- Las bolsas deben estar planas sin apretamiento o extra llenamiento.

Ensamble Principal

- Una puntada de seguridad para unir costuras de costados con medida de 3/8" y corte de 3/8".
- Colocar correctamente la cuereta debajo de la puntada interna de la pretina.

4.3. Control de inventarios de materia prima

4.3.1. Evaluación de mínimos y máximos

Los inventarios en la empresa son distribuidos por la misma, cuya labor es mantener agujas, repuestos e insumos que utiliza la maquinaria para que éstas funcionen correctamente, ya que la tela y el hilo los proporciona el cliente y la función básica es prestar el servicio de maquila.

4.3.2. Niveles de reorden

Los niveles de reorden solo se manejarán en insumos de la maquinaria, así como de limpieza y lubricantes, ya que la materia prima la proporciona el cliente para que se le confeccionen las distintas piezas, para llevar un control específico de las piezas que se han fracturado o han tenido que ser cambiadas, se utiliza el kardex como guía, de ahí se descargan las piezas, y con base al movimiento y con 15 días de anticipación se realiza el pedido, se tiene estipulado que el día 5 y 20 de cada mes se realice el pedido de los insumos necesarios para que el equipo se encuentre funcionando correctamente, esto es directamente con el departamento de taller.

5. SEGUIMIENTO

5.1. Creación de círculos de calidad

Los círculos de calidad son el compromiso que tienen los empleados de la productividad y calidad de lo que se está produciendo, a través de equipos de trabajo, experiencias y conocimientos con el apoyo recíproco de todos los colaboradores.

Su función básica es reunir a un grupo de colaboradores voluntariamente con el fin de solucionar problemas dentro de su área de trabajo.

Este grupo de trabajo logrará altos niveles de desarrollo, tanto en la empresa como a nivel personal, se sentirá más motivado y con nuevas inquietudes cada día, lo que hará que el trabajo sea agradable.

La misión de los círculos de calidad puede dividirse en tres pilares principales que son:

- Contribuir al desarrollo y mejoramiento de la empresa.
- Respeto al derecho humano de los colaboradores y contribuir a la autorrealización, creando ambientes agradables de trabajo.
- Desarrollar el talento de los colaboradores, mejorando sus áreas de trabajo.

Para la introducción de los círculos de calidad dentro de la empresa es necesario llevar a cabo las siguientes fases:

- Convencer y comprometer a la gerencia dentro del proceso.
- Establecer la organización necesaria para la administración de los círculos de calidad, a partir de una unidad administrativa encargada de coordinar la introducción y operación.
- Desarrollar un plan de trabajo con el fin de que sea tomado en cuenta como ente participativo en el negocio.
- Reglamentos y estatutos de la operación de los círculos de calidad.
- Desarrollar sistemas de apoyo a los círculos de calidad.
- Aplicar programas de capacitación para el personal, con el fin de que una actividad no interfiera en la otra.
- Disponer de una logística eficaz para el buen funcionamiento de los círculos de calidad.

Una vez que es aprobada la decisión de iniciar la formación de los círculos de calidad, debe desarrollarse la organización básica para su operación.

- El Comité de dirección
- La Oficina de los círculos de calidad

Comité de dirección del proceso. Se forma por los niveles superiores de la organización. Su propósito es coordinar las actividades necesarias para la introducción y mantenimiento en operación de los círculos de calidad. Asimismo, decide acerca de la viabilidad de las propuestas que surjan de los propios círculos de calidad y en su caso vigila su instrumentación. Se recomienda que sus integrantes no sean más de 13 personas.

El Comité de dirección tiene como misión:

- Institucionalizar el apoyo permanente y amplio a los círculos de calidad
- Promover la colaboración de todas las áreas de la empresa.
- Apoyar las labores de capacitación para la operación de los círculos de calidad.
- Supervisar el programa de inducción y las actividades de la Oficina de los círculos de calidad.
- Constituirse en un ejemplo del compromiso de la mejora continua.

Oficina de los círculos de calidad. Es la encargada de la administración del programa. Debe elaborar el plan de introducción, vigilar su ejecución; también es responsable de la contratación de la asesoría externa e instructores que se requiera. Controla e informa de los avances al comité de dirección.

Durante las primeras etapas de introducción del programa no es conveniente utilizar demasiado personal en la Oficina de los círculos de calidad. Una sola persona, puede fungir como el administrador del programa y desarrollar la planeación.

Cuando llega el momento de comenzar la capacitación, es necesario contar con otra persona que quizá puede actuar a la vez como instructor y asesor. Con el tiempo, a medida que aumenta el número de círculos, se requerirá de más personal.

Por otra parte, existen personajes encargados del desarrollo de los círculos de calidad:

- El Facilitador
- El Líder del círculo de calidad
- El Instructor
- El Asesor
- El Experto

El Facilitador. Él o ella, es el responsable para dirigir las actividades de los círculos y atender sus juntas. Siendo también miembro de la Oficina de los círculos de calidad sirve como un enlace o vía entre los círculos y el resto de la compañía y reporta a una alta autoridad que apoya la idea de los círculos de control de calidad.

Otras responsabilidades incluyen el entrenamiento de líderes y la formación de otros círculos dentro de la organización. Consigue asistencia técnica externa cuando se requiera.

El Líder del círculo de calidad. El supervisor es el jefe natural del grupo de trabajo, y a la vez, el símbolo del respaldo de la gerencia. Su ausencia de los círculos de calidad, de una u otra forma, es siempre perjudicial para el proceso.

Con el tiempo, los integrantes del círculo de calidad elegirán al líder que más prefieran según sus acuerdos; mientras tanto y hasta que esto suceda, el supervisor será el generalmente elegido.

Más adelante, los supervisores empezarán a comprender el círculo y no tomarán el liderazgo de otro como una agresión personal, ya que entenderán que la operación y el progreso del círculo es en mucho su trabajo.

Las actividades del líder comprenden:

- Crear un ambiente en las reuniones que aliente la participación.
- Utilizar técnicas de interacción que dan a cada uno la oportunidad de hablar a fin de que se escuchen todos los puntos de vista.
- Trabajar con el equipo para ayudarles a tomar decisiones sin conflictos.
- Asegurar que alguien se encargue de llevar a cabo las decisiones y acuerdos tomados por el círculo de calidad.
- Dar seguimiento a las propuestas y resoluciones tomadas.

Instructor. Organiza y realiza los cursos de capacitación para gerentes, supervisores y jefes de los círculos, así como para los empleados miembros de los círculos y asesores. Inicialmente, los cursos están dirigidos a explicar las funciones que cada cual debe desempeñar dentro del proceso, después la capacitación se orienta al manejo de herramientas y técnicas para la identificación y resolución de problemas.

Asesor. Aconseja a los círculos y en particular a los líderes, sobre la manera como deben de manejarse las reuniones, solucionar los problemas y hacer la presentación de los casos a la gerencia. El asesor asiste a todas las

reuniones de los círculos que le han sido asignados, se reúne en privado con sus líderes antes y después de cada reunión con el propósito de ayudarles a organizar y evaluar su progreso y brinda su apoyo en lo que se refiere a material de estudio.

El asesor lleva registro minucioso sobre el progreso de cada uno de los círculos y sirve también como mediador para tratar de solucionar cualquier problema que pueda surgir dentro de ellos, o entre ellos y el resto de la empresa.

En otras palabras, el asesor es el eje de acción dentro del proceso de introducción de los círculos de calidad. Un asesor puede trabajar aproximadamente con un máximo de quince círculos.

El asesor cumple con tres funciones esenciales:

- Vela por que los miembros pongan en práctica lo que han aprendido durante su capacitación y porque reciban la instrucción necesaria "dentro del círculo" para poder solucionar los diferentes problemas. Esto conlleva igualmente la detección de necesidades de capacitación.
- Controla las actividades del círculo con el fin de garantizar que los miembros cumplan con las reglas del proceso y no distorsionen su propósito.
- Garantiza que el supervisor no domine y reprima a los demás miembros del círculo. En cierto sentido, actúa como árbitro dispuesto a intervenir si el supervisor trata de dirigir al grupo en forma tradicional y autoritaria. Por otra parte, actúa como contrapeso, como otro jefe que en términos de

estructura, representa otra autoridad, evitando así que el supervisor o líder del círculo llegue a monopolizar al grupo.

El experto. Es aquel que por su conocimiento científico o técnico está facultado para dictaminar la factibilidad de la solución o medida propuesta por el círculo de calidad.

El Jefe de la Oficina de los círculos de calidad (Administrador del Programa) y el Asesor trabajan mejor si sus funciones son independientes. A pesar de ser diferentes se complementan.

El jefe de la Oficina de los círculos de calidad está orientado hacia las relaciones con el "Alto Mando" a través del Comité de dirección, también debe cuidar que la Oficina cuente con fondos suficientes para operar. Por su parte, el asesor debe tener un estrecho vínculo con los líderes y miembros de los círculos. Su función está dirigida a mantenerse en contacto directo con los empleados.

El Jefe de la Oficina de los círculos de calidad necesita del Asesor

En su calidad de compañero en quien confían los miembros del círculo, el asesor, a su vez, necesita del jefe de la Oficina de los círculos en su calidad de máxima autoridad en lo que se refiere a las políticas del programa y como mediador con los niveles administrativos superiores.

5.2. Auditoría interna de calidad

5.2.1. Muestreos

Los muestreos se realizarán cada 30 minutos en los distintos puntos de supervisión al final de cada actividad, con esto se llenará una forma.

5.2.2. Tolerancias

La tolerancia máxima aceptada es del 2.5%, con base en la auditoría al final del proceso, ver anexo 6. Se hace un cálculo de unidades defectuosas y si esta no sobrepasa el 2.5% se continúa con la producción, en caso contrario, se verifica cuales son los puntos donde se origina el defecto, de la siguiente forma:

- Verificar que la máquina esté ajustada correctamente.
- Verificar que tenga el hilo y las agujas que corresponda según sea el caso.
- Verificar que la persona esté trabajando correctamente.
- Verificar que la línea lleve la continuidad especificada.
- Verificar que no exista cuello de botella en estos puntos. Después de haber realizado esta verificación se tomarán medidas para corregir las infracciones y poder tener la mínima tolerancia.

5.2.3. Verificación de especificaciones

Las especificaciones vienen creadas por el cliente, él es el que detalla las especificaciones y es como se deben trabajar, se trabajan en estaciones, las cuales, cada una de ellas tienen un control en el cual un supervisor revisa y

traslada el producto a la siguiente área, este traslado no es mayor de 1 metro, las estaciones son:

- Zipper
- Pasadores
- Bolsillo
- Bolsas traseras
- Bolsas delanteras
- Ensamble delantero
- Ensamble trasero
- Ensamble final

Cada una de estas estaciones tiene especificaciones establecidas por el cliente, las cuales se deben cumplir para obtener un producto de calidad.

5.3. Controles de producción

5.3.1. Control de flujo del proceso

Su objetivo es que la línea se desarrolle a un ritmo normal, esta es una herramienta básica para cuantificar el inventario en proceso y la cantidad de materia prima que se encuentra entre una operación y otra, se utiliza también para verificar si se está cumpliendo con la demanda esperada y el avance que tiene el lote en la línea de producción, este control está diseñado en un formato el cual es llenado por el supervisor o jefe de línea.

5.4. Ajustes al balance de líneas.

Los ajustes que se le pueden realizar al balance de líneas son, la evaluación de tiempos y movimientos a través de las tablas proporcionadas por la *General Sewing Data* y su traducción al español es Datos Generales de Costura, que se utiliza para definir diversos tipos de operaciones dentro del ambiente de la confección, para utilizar este sistema es necesario que exista la certificación y capacitación correspondiente por parte de *la Methods Workshop, Lda.*

Se ha determinado que un operario puede clasificar los movimientos siguientes:

- Tomar una parte o partes y alinear.
- Formar o llevar partes al prénsatelas de la máquina.
- Coser partes con varios elementos y añadir partes entre tramos de costura.
- Cortar hilos o hebras.
- Desplazar o llevar a un lado partes cosidas.

De esta manera es fácil identificar los movimientos de los operarios y se tendrá tiempos más consistentes en la producción.

5.5. Mejoras en el manejo de inventarios

5.5.1. Plan de requerimiento de materiales

El jefe de taller por medio de una forma establecerá cuales son las piezas que con frecuencia sufren ruptura o necesitan ser reparadas, estas tendrán una

fecha para ser entregadas a la administración para ser procesadas y evaluadas para comprar los distintos insumos necesarios, lo mismo realizará el jefe de producción para la solicitud de bobinas y agujas, se analiza con qué frecuencia las agujas son fracturadas y tener listos los reemplazos, ya que se cuenta con alimentadores de línea que al final del día hacen el conteo de cuantas agujas fueron recibidas.

5.5.2. Bodega de consignación

La bodega de consignación es una tienda para los empleados, que tenga acceso a adquirir pantalones de segunda, los mismos están dados en calidad de consignación y se administra por medio de los mismos empleados.

CONCLUSIONES

1. Cuando el balance de líneas es eficiente se puede determinar el número de operarios por estación de trabajo.
2. El equipo y herramienta deberá estar en óptimas condiciones, así se evitarán retrabajos y ahorro en costos al no laborar tiempo extraordinario.
3. La iluminación, la ventilación y el ruido, son utilizados en algunos casos para indicar el bajo rendimiento de los operarios.
4. La distribución en la planta permite que el flujo de la materia prima dentro del proceso sea eficiente.
5. Los controles de calidad se establecen en cada sección, ya que desde el momento que se produce el error puede ser observado y remediado o desechado según sea el caso.

RECOMENDACIONES

1. Evaluar con frecuencia que la maquinaria y el equipo estén funcionando correctamente y de esta forma evitar accidentes laborales.
2. Establecer la eficiencia en el proceso de producción y continuar con la misma para mantener los niveles estándares de producción así como de calidad.
3. Revisar con frecuencia los controles de producción y calidad, con el fin de disminuir el índice de errores producidos en la fabricación de dichos pantalones de lona.
4. Entrenar y capacitar al personal para que su trabajo sea más eficiente.
5. Establecer programas de incentivos para que el empleado se sienta motivado y realice eficientemente su labor.

BIBLIOGRAFÍA

1. GREENE, James H. *Control de la producción*. 9ª ed. México: Diana, 1968. 710 p.
2. HARRINGTON, James H. *Como incrementar la calidad en la productividad*. 2ª ed. México: McGraw-Hill, 1987. 243 p.
3. HERNÁNDEZ ARRIAZA, Francisco Arturo. “Guía Teórico práctica del curso de control de la producción”. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 1990. 140 p.
4. HODSON, William K. *Maynard Manual del ingeniero industrial*. 4ª ed. México: McGraw-Hill, 1996. 2128 p.
5. NIEBEL, Benjamin W. *Ingeniería industrial, métodos, tiempos y movimientos*. 9ª ed. México: Alfaomega. 1993. 880 p.
6. ROCA BERREONDO, Jorge Manuel. “Diseño de un sistema de control de producción para el ensamble de molinos de nixtamal”. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2003. 87 p.

ANEXOS

Anexo 1. Cambios en volúmenes de aire m³ x hora por persona

Volumen de Aire Necesario por Persona/hora/m³

Recomendaciones de iluminación	Luxes
Exteriores del edificio	50
Áreas de almacenamiento	200
Planchado a mano	1500
Reparaciones	2000
Corte en confección	300
Sala de calderas	300
Lavadoras de latas	300
Empaquetado	500
Pintura de carros	500
Fotograbado	1000
Inspección de color	2000
Hilado de mano	500
Corredores	200
Carga de camiones	200

Hospitales, salas generales	60
Hospitales, salas de heridos	100
Hospitales, salas de enfermedades	150
Talleres	60
Industrias insalubres	100
Teatros y salas de reunión	50
Escuela de niños	15
Escuela de adultos	30
Estancias ordinarias	10

Fuente: Ing. CIPEduardo Tiravanti
www.stilar.net
etiravanti@sitar.net

Anexo 2. Estado de Costos de producción

Estado de costos de producción			
Periodo de: 01/05/2004		al: 31/05/2004	
Materia prima			0.00.00
Mano de obra directa		Q	83,214.55
Gastos generales de fabricación			
Combustible	Q	923.45	
Energía eléctrica	Q	4,345.65	
Agua	Q	221.34	
Materiales y suministros indirectos	Q	3,829.10	
Mano de obra indirecta	Q	3,240.24	
Depreciación de maquinaria y equipo	Q	9,345.69	
Depreciación de edificio de planta	Q	4,675.78	
Reparaciones y suministros para autos	Q	755.80	
Guardianía	Q	1,200.00	
Total de gastos de fabricación		Q	28,537.05
Costo de producción		Q	111,751.60

Fuente: koret de California
Calzada Roosevelt 22-43, zona 11

Anexo 3. Hoja de control de aseguramiento de calidad

Hoja de control de		5788
Aseguramiento de calidad		
Fecha	_____	Hora de inicio _____
No. Batch	_____	Hora de Finalización _____
Nombre de la sección	_____	
Defecto	SI <input type="checkbox"/>	Nombre: _____
	NO <input type="checkbox"/>	Firma: _____
No. actividad		
Defecto de la actividad		
Cantidad de defectos por inspección		
No. actividad		
Defecto de la actividad		
Cantidad de defectos por inspección		
No. Actividad		
Defecto de la actividad		
Cantidad de defectos por inspección		
No. Actividad		
Defecto de la actividad		
Cantidad de defectos por inspección		
Cantidad de defectos por hora		
Defectos más frecuentes		
_____		_____
Vo. Bo. SUPERVISOR		Vo. Bo. JEFE DE PRODUCCIÓN

Fuente: koret de California
Calzada Roosevelt 22-43, zona 11

Anexo 4. Secuencia de operaciones

	ZIPPER			
1	MONTAR ZIPPER A JARETA	0.05400	DNC401	-
2	CORTAR ZIPPER	0.04800	YKIC	1
3	PONER TOPE Y CARRITO DE ZIPPER	0.08340	YKIS	1,2
4	LIMPIAR JARETA SIMPLE	0.07140	30V504	1,2,3
	PASADORES			
5	HACER PASADORES X 5	0.09000	DN602	-
6	PLANCHAR PASADORES	0.04500	FUSE	5
7	CORTAR PASADORES	0.05520	EAST	5,6
	BOLSILLO			
8	HACER RUEDO DE BOLSILLO	0.10430	DNL301	-
9	PLANCHAR BOLSILLO	0.11040	PRESS	8
	BOLSAS DELANTERAS			
10	MONTAR BOLSILLO A FALSO	0.34680	DNL301	9
11	MONTAR FALSOS A MANTA	0.26520	DN602	9,10
12	CREAR BOLSAS DELANTERAS	0.44960	SNL301	9,10,11
13	VOLTEAR BOLSAS DELANTERAS	0.11000	MANUAL	9,10,11,12
14	S/COSER BOLSAS DELANTERAS	0.26000	SNL301	9,10,11,12,13
	BOLSAS TRASERAS			
15	HACER RUEDO DE BOLSAS TRASERAS	0.29920	DNL301	-
16	MARCAR DIAMANTE	0.26100	MANUAL	15
17	HACER DIAMANTE	0.35700	DNL301	15,16
18	PLANCHAR BOLSAS TRASERAS 3 ESQUINAS	0.27250	PRESS	15,16,17
	ENSAMBLE TRASERO			
19	MONTAR CUCHILLA A PANEL	0.35540	US56500	-
20	CERRAR TIRO TRASERO	0.30350	US56600	19
21	MARCAR POSICIÓN DE BOLSA TRASERA	0.34050	MANUAL	19,20
22	MONTAR BOLSAS TRASERAS INSERTANDO TAB X 2	0.91200	SNL301	18,19,20,21
23	S/COSER BOLSAS TRASERAS	0.46260	SNL301	18,19,20,21,22
24	MONTAR FALSO A PANEL TRASERO	0.09660	BTK301	18,19,20,21,22,23
25	ATRAQUES DE BOLSA TRASERA X4	0.24240	BTK301	18,19,20,21,22,23,24
	ENSAMBLE DELANTERO			
26	MONTAR MANTA A PANEL	0.47040	SNL301	14
27	VOLTEAR Y S/COSER MANTA FORMANDO RUEDO	0.40000	DNL301	14,26
28	SUJETAR BOLSA EN CINTURA Y COSTADO	0.52810	SNL301	14,26,27
29	MONTAR JARETA SIMPLE Y S/COSER A 1/16"	0.55020	SNL301	4,14,26,27,28
30	HACER ADORNO	0.34000	DNL301	4,14,26,27,28,29
31	MONTAR JARETA DOBLE	0.35670	30V504	4,14,26,27,28,29,30
32	S/COSER JARETA DOBLE EXT A CROTCH	0.38690	SNL301	4,14,26,27,28,29,30,31
33	UNIR PUNTO CROTCH	0.35000	DNL301	4,14,26,27,28,29,30,31,32
34	HACER ATRAQUES DE JARETA X2	0.15860	BRK301	4,14,26,27,28,29,30,31,32,33
	ENSAMBLE			
35	HACER PAREJAS	0.35000	MANUAL	25,34
36	CERRAR COSTADOS	0.70680	50V504	25,34,35
37	S/COSTURA PARCIAL DE COSTADOS	0.47100	SNL301	25,34,35,36
38	ATRAQUES DE COSTADOS	0.19770	BTK301	25,34,35,36,37
39	VOLTEAR PANTALÓN	0.08880	MANUAL	25,34,35,36,37,38
40	MONTAR PRETINA	0.86770	BANDER	25,34,35,36,37,38,39
41	HACER CUADRO DE PRETINA	0.36300	SNL301	25,34,35,36,37,38,39,40
42	CERRAR ENTREPIERNA	0.58080	US35800	25,34,35,36,37,38,39,40,41
43	MARCAR POSICIÓN DE PASADORES TRASEROS X2	0.13250	MANUAL	25,34,35,36,37,38,39,40,41,42
44	ATRACAR PASADORES X 5	0.96000	BTK301	25,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43
45	MONTAR CUERETA	0.46000	SNL301	7,25,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44
46	HACER RUEDO	0.85000	SNL301	7,25,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44
47	HACER OJAL EN PRETINA	0.17100	RCE101	7,25,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44
48	PEGAR BOTÓN	0.09180	BTUNIV	7,25,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44
49	PEGAR RIVETS X 6	0.27860	RTUNIV	7,25,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44
50	AUDITORÍA	0.54660	MANUAL	7,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49

Fuente: koret de California
Calzada Roosevelt 22-43, zona 11

Anexo 5. Balance de Líneas

**LEVI ROSTER & CO.
BALANCE DE LÍNEAS PANTALÓN DE LONA**

FECHA			PAÍS DE ORIGEN				
NOMBRE DE PLANTA			UNIDADES POR DÍA				
CONTRATO			NOMBRE DEL ANALISTA				
			Tn	Ts	OPERACIONES X JORNADA	NUMERO DE ESTACIONES	BALANCE DE LÍNEAS
1	SNL301	PLANA 1 AGUJA	0.4704	0.8500	1.8071	3.7647	4.0000
2	DNL301	PLANA 2 AGUJAS	0.3491	0.4000	1.1460	2.3874	2.0000
3	DN602	COLLARETERA	0.1776	0.2652	1.4932	3.1109	3.0000
4	DNC401	CADENETA 2 AGUJAS	0.0540	0.0540	1.0000	2.0833	1.0000
5	US56500	ATRACADORA	0.3554	0.3554	1.0000	2.0833	2.0000
6	BTK301	OVERLOCK 3 HILOS	0.4388	0.9600	2.1880	4.5582	5.0000
7	30V504	OVERLOCK 5 HILOS	0.3783	0.7068	1.8684	3.8924	4.0000
8	BTN301	BOTÓN COSIDO	0.1695	0.2424	1.4301	2.9793	3.0000
9	BTUNIV	BOTÓN A PRESIÓN	0.0918	0.9180	1.0000	2.0833	2.0000
10	RTUNIV	RIVETEADORA	0.2786	0.2786	1.0000	2.0833	2.0000
11	RCE101	OJAL DE GOTA	0.1710	0.1710	1.0000	2.0833	2.0000
12	PRESS	PLANCHA	0.1884	0.2725	1.4464	3.0133	3.0000
13	FUSE	FUSIONADORA	0.0450	0.0450	1.0000	2.0833	2.0000
14	MANUAL	OPERACIÓN MANUAL	0.2614	0.5466	2.0910	4.3563	5.0000
15	YKCC	CORTADORA DE ZIPPER	0.0480	0.0480	1.0000	2.0833	2.0000
16	YKKS	TOPE DE CARRITO DE ZIPPER	0.0834	0.0834	1.0000	2.0833	2.0000
17	US35800	CERRADORA DE ENTREPIERNA	0.5808	0.5808	1.0000	2.0833	2.0000
18	US56900	CERRADORA DE TIRO TRASERO	0.3035	0.3035	1.0000	2.0833	2.0000
19	BANDER	PRETINADORA	0.8677	0.8677	1.0000	2.0833	2.0000
20	EAST	CORTADORA DE PASADORES	0.0552	0.0552	1.0000	2.0833	2.0000

Fuente: koret de California
Calzada Roosevelt 22-43, zona 11

Anexo 6. Reporte de auditoría

REPORTE DE AUDITORÍA			
Fecha _____	No. Orden de producción _____	Código del Producto _____	
Hora _____	Nombre de quien lo realiza _____		
Unidades revisadas _____	Número de defectos _____		
Unidades defectuosas _____	% de defectos _____		
UNIDADES DEFECTUOSAS POR CATEGORÍA			
1 Braqueta/cierre _____	9 Tiro delantero _____	17 Tonalidad _____	
2 Botones/ojal _____	10 Entrepieña _____	18 Otra construcción _____	
3 Atranques/Remaches _____	11 Pierna torcida _____	19 Mancha/acete costura _____	
4 Cuchilla _____	12 Ruedo _____	20 Efecto especial pobre _____	
5 Tiro trasero _____	13 Pretina _____	21 Defecto de tela _____	
6 Costado _____	14 Medidas de más _____	22 Planchado pobre _____	
7 Bolsa delantera _____	15 Medidas de menos _____	23 Proceso erróneo _____	
8 Bolsa trasera _____	16 Hilos _____	24 Agujeros _____	
INFORMACIÓN PRECISA			
Cajas revisadas _____	Caja en error _____		
Unidades revisadas _____	Unidades en error _____		
Unidades de más _____	Unidades de menos _____		
Talla equivocada _____	Componentes equivocados _____		
Irregularidades _____			
AUDITORIA E INFORMACIÓN DE IRREGULARIDADES			
Unidades auditadas _____	Total de unidades incorrectas _____		Producto incorrecto _____
Debe ser reparada _____	Debe ser causada por terminado _____		Debe ser salvado _____
No debe ser reparada _____	Código de razón incorrecto _____		
Vo. Bo. Supervisor de línea _____	Vo. Bo. Jefe de producción _____		

koret de California
Calzada Roosevelt 22-43, zona 11