

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

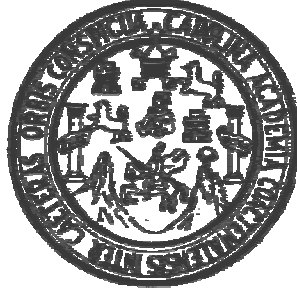
**ESTUDIO TÉCNICO PARA EL TRASLADO, INSTALACIÓN
Y FUNCIONAMIENTO DE LA FÁBRICA ZARAHEMLA, S.A.**

Asirio Pardaillan Zea Barrera

Asesorado por Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel

Guatemala, Agosto de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

**ESTUDIO TÉCNICO PARA EL TRASLADO, INSTALACIÓN Y
FUNCIONAMIENTO DE LA FÁBRICA ZARHEMLA, S. A.**

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

ASIRIO PARDAILLAN ZEA BARRERA

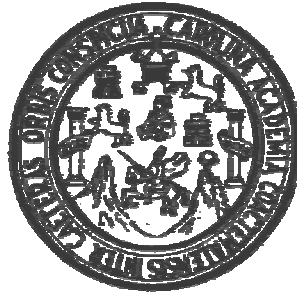
**ASESORADO POR:
ING. JAIME HUMBERTO BATTEN ESQUIVEL**

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2005

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA**



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Herber René Miranda Barrios
EXAMINADOR:	Ing. Luis Antonio Tello Castro
EXAMINADOR:	Ing. Pedro Avalos Castañeda
EXAMINADOR:	Ing. Pablo Fernando Hernández
SECRETARIA:	Inga: Hilda Marina Castellanos de Illescas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

ESTUDIO TÉCNICO PARA EL TRASLADO, INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA FÁBRICA ZARAHEMLA, S. A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 05 de septiembre de 2000.

Asirio Pardaillan Zea Barrera

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

Quien me sostuvo en sus brazos mientras yo buscaba su consuelo, mas no saber que El era quien hacia todo por mí.

Con mucha gratitud por lo maravilloso que ha sido con migo y es a quien le debo todo.

A MIS PADRES: Quines un día se unieron para darme el derecho a la vida, y a mi madre que es un ejemplo de grandeza, perseverancia y a quien debo esto, y mucho más, gracias.

A MIS HERMANOS: Erica, Ricardo, Johana: Por su colaboración de poner su granito de arena.

A MI ESPOSA Silvina; **MIS HIJOS** Pardaillán, Rafael y Efraín. Quienes se privaron de mucho cuando luchaba por lograr alcanzar la meta, que constantemente mi esposa me apoyo con su trabajo y amor, gracias.

A MIS SUEGROS, CUÑADOS, SOBRINOS Y DEMÁS FAMILIARES.

A MIS AMIGOS:

Gabriel Jirón y Esposa, Nery Ramos, Jackeline Curín, Cindy Cetino, Tesalia Granja, Julio Granja, Inga. Marcia Véliz, Ing. Jaime Batten, Inga. Claudia Barrientos, Ing. Mario Fajardo, Inga. Norma Sarmientos, Ing. Poloski Cordón, Ing. Alejandro López, Carlos Ibáñez, Oscar Abadillo, Bosbely Fuentes, Marlon Rodas, Fernando López y Esposa, Lic. Alvaro Maldonado y Esposa, Ileana y Cesar Sanchez. Dr. Hugo Gálvez, Adolfo Avalos y Esposa, Víctor Cañenguez y Esposa. Dr. Abner Vásquez, Francisco Plaza, y todos aquellos que no integran éste grupo que de alguna manera aportaron a esta causa, y a usted que lee estas notas, gracias.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

La casa madre que nos brinda su albergue y saber a través de aquellos que tenemos la bendición de ser instruidos.

A LA FACULTAD DE INGENIERÍA

De donde se obtuvo la mejor enseñanza que podría tener una persona en su vida que deja una huella indeleble en mí.

A MIS CATEDRÁTICOS

Quienes a través de su esfuerzo, éxito y derrota, han forjado el camino hacia una vida mejor.

A MI PATRIA GUATEMALA

Que tuve la dicha de nacer en ella con su eterna primavera, me enseña que siempre que desee, tendré una primavera eterna y por ello le rindo honor.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	IX
RESUMEN	X
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN	XII
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	
1.1. Descripción compañía	1
1.2. Antecedentes compañía	3
1.3. Actividad que desarrolla	3
1.3.1. Productos que elabora	5
2. BASE TEÓRICA SOBRE LA PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD	
2.1. Concepto de planeación	7
2.2. La planeación de la capacidad del medio	9
2.3. Modelos para la planeación de la capacidad	10
2.4. Consideración sobre el comportamiento en la planeación de la capacidad humana	11
3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	
3.1. Generalidades	13
3.2. Administración	16
3.3. Descripción del proceso	17
3.4. Diseño actual de la fábrica	18
3.5. Distribución actual de la planta	19
3.6. Diagrama del proceso actual	23
3.6.1. Diagrama de operaciones	23

3.6.2.	Diagrama de flujo	27
3.6.3.	Diagrama de recorrido	31
3.7.	Análisis de seguridad e higiene industrial	33
4.	SISTEMA DE PRODUCCIÓN MODULAR	
4.1.	Historia de la producción modular	35
4.2.	Conversión del equipo de trabajo	36
4.3.	Beneficios de salud y seguridad	37
4.4.	Trabajo en equipo	40
4.5.	La continuidad de cambios	40
4.6.	Flexibilidad	41
4.7.	Las causas de los cambios en los módulos	43
4.8.	Los factores determinantes del tamaño del módulo	44
4.8.1.	El aspecto humano	44
4.8.2.	Las características técnicas del producto	45
4.8.3.	Condiciones del sistema	45
4.8.4.	Grado de utilización de las máquinas	46
4.8.5.	Polifuncionalidad de los operarios	46
4.9.	Beneficios	47
4.9.1.	Productividad máxima	47
4.9.2.	Reacción expeditada	47
4.9.3.	Flexibilidad óptima	47
4.9.4.	Ergonomía	48
4.9.5.	Inventario mínimo	49
4.9.6.	Calidad máxima	49
4.9.7.	Ambiente de trabajo mejorado con mejor pago	50
4.9.8.	Flujo de producción balanceado	50
4.9.9.	Menos tiempo perdido	51
4.9.10.	Sistemas más sencillos	51

5.	PLANEACIÓN PARA LA LOCALIZACIÓN DE LAS NUEVAS INSTALACIONES	
5.1.	Procedimientos generales para la planeación de la localización de las nuevas instalaciones	63
5.1.1.	Topografía	64
5.1.2.	Tipos de construcción	66
5.1.2.1.	Clase de edificio	66
5.1.2.2.	Tipos de edificios	67
5.1.2.3.	Techos industriales	69
5.1.2.4.	Tipos de techos	70
5.1.2.5.	Materiales utilizados	70
5.1.2.6.	Aspectos técnicos	71
5.1.2.7.	Ventilación	72
5.2.	Costos de traslado	75
5.3.	Cronograma de actividades para el traslado	77
5.4.	Impacto del comportamiento humano en la localización de las instalaciones	78
6.	PROPUESTA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LA NUEVA PLANTA	
6.1.	Distribución de la fábrica en las nuevas instalaciones	85
6.2.	Distribución de la planta de producción	88
6.3.	Distribución de los módulos de trabajo	89
6.3.1.	Plano propuesto para la ampliación del departamento de producción	91
6.3.2.	Plano propuesto para el taller de reparación de máquinas	93
6.4.	Cálculo de iluminación	94
6.4.2.	Bodega de producto terminado	105
6.4.3.	Bodega de materia prima	105
6.4.4.	Departamento de control de calidad	105
6.4.5.	Departamento de empaque	106

6.4.6. Departamento de planchado	106
6.4.7. Instalación de cafetería	107
6.5. Diagramas propuestos del proceso de producción	109
6.5.1. Diagrama de operaciones	109
6.5.2. Diagrama de flujo	117
6.5.3. Diagrama de recorrido	120
7. SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL	123
7.1. Seguridad industrial en la planta	123
7.1.1. Protección personal	126
7.1.2. Prevención de incendios	128
7.2. Higiene industrial	134
7.2.1. Higiene personal	135
7.2.2. Higiene del lugar de trabajo	137
7.2.3. Señalización de las áreas de riesgo	138
7.3. Riesgos de trabajo en la planta	142
7.4. Plano de señalización de las instalaciones	145
CONCLUSIONES	146
RECOMENDACIONES	147
BIBLIOGRAFÍA	149
ANEXOS	148

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1. Descripción compañía.

Zarahemla, S. A. es una empresa familiar de orden privado, administrada por el gerente general quien es el dueño y por su familia, además de una persona encargada de la gerencia del departamento de producción.

El diseño que posee no es el adecuado para el desarrollo de las distintas actividades, esto afecta directa e indirectamente a los empresarios y personal que labora. Los gastos de operación son bastante altos sólo de energía eléctrica se consume una cantidad bastante considerable mensualmente lo mismo sucede con los alquileres, sin tomar en cuenta otros gastos que se deben efectuar, como los de transporte, teléfono, etc.

Algunas de las personas que laboran actualmente en la empresa viven en el área cercana, otras muy lejos, se puede decir que se encuentran en las afueras de la ciudad. El tipo de instalaciones hace que no sean propicias para laborar todo un día de tareas.

La ubicación actual de la empresa es. 1ra. Avenida 2-38 de la zona 3, Guatemala ciudad capital. El edificio de la fábrica Zarahemla, S. A. es una casa en alquiler dividida en varias partes. Y una de ellas es ocupada por las oficinas.

Otra parte que se ocupa para el área de producción, ésta se distribuye en varios departamentos, iniciando por las oficinas, luego el área de producción y en un área aledaña se encuentra la bodega de producto terminado que está saturada de producto de primera, segunda, rechazo. En la parte frontal del área de producción se encuentra un corredor que divide el área de oficinas con los servicios y con la bodega de materia prima, en la cual se guarda toda la tela que sirve para producir y mercadería que está en espera para otra campaña.

Las instalaciones tienen un segundo nivel donde se ubica otra empresa que es una maquila de origen coreano, en donde están las oficinas hay varios compartimentos una es la sala de juntas de gerencia, un servicio, sala de visitas con la recepcionista y secretaria luego los módulos que se usan como oficinas de gerencia, subgerencia, contador y control de compras y gastos.

En el edificio se encuentra una oficina más que es utilizada por un arquitecto, que se dedica a las tareas de su profesión, a la vez hay un compartimiento para la dueña de la casa donde ella vive con su familia.

En relación con el departamento de producción se puede decir que se está dividido en varias secciones, en el departamento de corte trabajan 3 a 4 operarios, que ocupan un área aproximada de 12 x 5 m. El área de producción que se encuentra distribuida en forma de "L" abarca un área aproximada de 10 x 8 m., y está dividida en módulos de producción, esta es una característica propia de la empresa donde se emplea una cantidad considerable de personal. El departamento de planchado ocupa un área aproximada de 3 x 1.5 m. Otro de los departamentos es el de control de calidad que ocupa unos 3 x 5 m. Donde se coloca la ropa para revisión y empaque a la vez, otro es el departamento de confección, donde se preparan las muestras y moldes para ser presentados en las campañas efectuadas por AVÓN S.A.

1.2. Antecedentes compañía

Zarahemla, S.A. surgió de la disolución de una sociedad con la empresa ARGO, que se dedica también a la confección de ropa. Después del rompimiento la fábrica ha tenido varios cambios de instalación, debido a que ha ido creciendo su demanda, se ha visto en la necesidad de ir ampliando sus instalaciones. El lugar donde se encuentra instalada actualmente se alquiló en un inicio solo para el área para oficinas y después se fue ampliando hasta cubrir aproximadamente 20 x 15 m. a la fecha está pasando por una situación similar donde necesita más espacio para bodegas de producto terminado, bodega de materia prima, sin mencionar la ampliación de los distintos departamentos, siendo el de producción el más limitado con el espacio físico.

1.3. Actividad que desarrolla

La empresa actualmente elabora pedidos requeridos, en su mayoría por AVÓN S.A., quien solicita los modelos para cada campaña con varios días de anticipación; luego que son escogidos por la empresa se presentan ante la compañía AVÓN S.A. y en conjunto con otras empresas que compiten en cada campaña de modas, los encargados de AVON S.A. escogen las prendas que creen convenientes para la campaña programada. La selección debe ser de acuerdo a varios factores, como la época, el país, el costo, la calidad, etc., luego de haber presentado las prendas de la campaña son repartidas varias copias para que los encargados de promoción las exhiban a los vendedores para ver cuánta aceptación tendrá en el mercado. Después de haber elegido la o las prendas AVÓN S.A. notifica a Zarahemla, S. A., para la campaña que corresponde.

Después se realiza un estudio de fotografías a modelos con la ropa y estas son enviadas a otro país para editar la revista de AVÓN S.A. durante la campaña correspondiente. Se prepara la tela y los insumos, a la vez se elaboran los moldes, se toma la muestra que ha quedado de reserva; los encargados del departamento de confección que han elaborado las muestras con anterioridad estudian una de ellas, se toman los tiempos para saber cuánto tiempo lleva elaborar una pieza. Analizan cómo elaborar la pieza de una forma más fácil y rápida, después se hacen moldes por talla y luego se llevan al departamento de corte.

Ahí nuevamente son analizadas para calcular el número de piezas que pueden obtener de un rollo de tela para definir la cantidad de tela que se va a consumir en el departamento, también tiene que ver mucho el peso porque es la forma para establecer el precio, que es calculado por el gerente general por peso y los costos de mano de obra.

Cuando inicia la campaña, AVÓN S.A. hace sus pronósticos de ventas estimados, y se los envía a Zarahemla, S. A., luego el gerente de producción estima lo que debe producir en el día para cumplir con los nuevos requerimientos sin tener ningún atraso. Al día siguiente AVÓN S.A. manda el nuevo pronóstico de venta estimado del día, nuevamente es revisado por la gerencia general algunas veces y siempre por el gerente general de producción, a la vez se le da el requerimiento al encargado del departamento de corte, quien revisa en la bodega de materia prima si hay lo que necesita para cumplir con el requerimiento del día, o si no hay comunicarse con el gerente de producción que se encarga de hacer los pedidos de producto a los proveedores, cuando el caso es de mucha urgencia se encarga personalmente el gerente de producción de ir en busca de lo que necesite.

1.3.1. Productos que elabora

Zarahemla, S. A. como toda empresa dedicada a la confección de productos diversos, tiene varios clientes, pero el de mayor importancia es AVÓN S.A. De manera que las normas de calidad que requiere su cliente mayoritario, han hecho que elabore artículos de alta confiabilidad y calidad.

Al inicio su producción industrial era poca, debido a la escasa demanda, confeccionaba playeras con cuello y algunos vestidos. Actualmente ha incrementado su producción, por lo que ha diversificado sus productos entre los cuales se pueden mencionar.

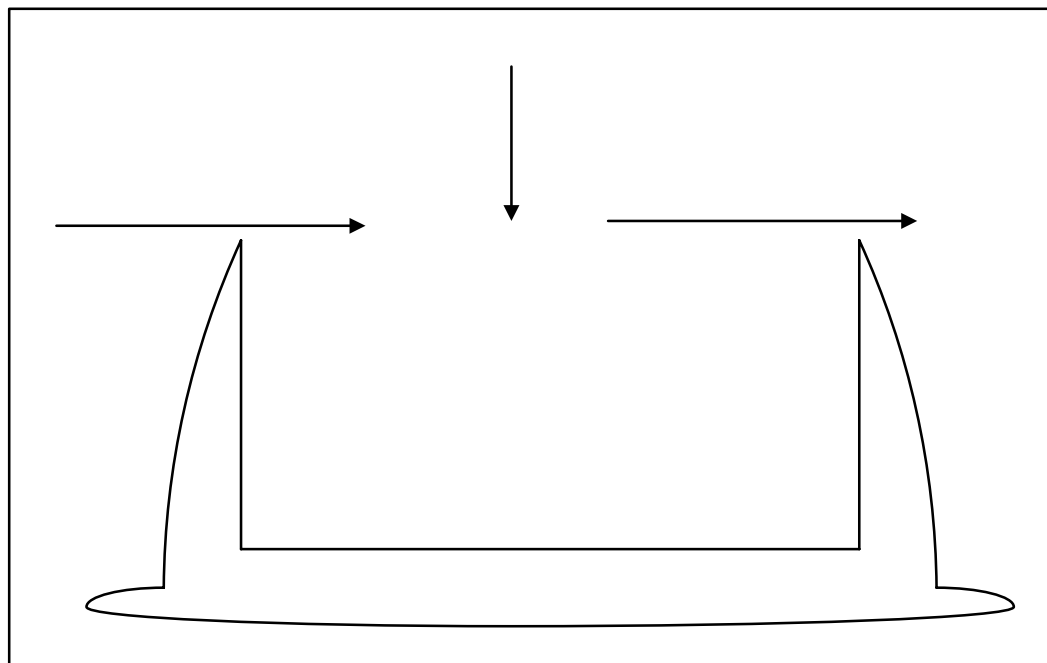
- Playeras
- Blusas
- Calzoncillos
- Jumper
- Faldas
- Pantalones
- Pants
- Blusones
- Camisetas
- Uniformes
- Sudaderos
- Camisas, etc.

2. BASE TEÓRICA SOBRE LA PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD

2.1. Concepto de planeación

Planear incluye una serie de pasos, de fases distintas que se siguen de acuerdo a un patrón ordenado. Estos pasos han sido descubiertos y refinados a lo largo del tiempo por las principales escuelas del pensamiento administrativo que se analizaron con el tiempo. Estos conceptos de planeación se resumen en la figura 1.

Figura 1. Pasos de una planeación



Fuente: Everett E. Adam, Jr. Administración de la producción y las operaciones 4Pa Edición. México, Editorial Prentice Hall 1994. pp. 46

El uso de este modelo ayuda a identificar tres fases principales del mejoramiento de procesos y sus objetivos:

- Fase de diseño: mejorar el esfuerzo que se enfoca en información sobre las necesidades del cliente, pasos de diseño en la transformación de procesos especificación de requerimientos de las entradas planeación de desarrollo, información de la capacidad de los proveedores.
- Fase de producción: mejorar los esfuerzos que se enfocan en las entradas para producir los productos y/o servicios deseados. Esto incluye temas relacionados con conformidad para diseñar especificaciones efectividad y eficiencia; por ejemplo, errores, fracasos y trabajos dobles, producir en un tiempo oportuno costos, conocer las necesidades de recursos de los empleados cumpliendo con requerimientos regulares.
- Sistema de retroalimentación: mejorar los esfuerzos que se enfocan a expandir la información recibida desde dos sistemas de retroalimentación. Información del ambiente interno en la efectividad y eficiencia de la fase de diseño e información desde el ambiente externo o clientes, basándose en si el producto cumple con sus especificaciones de calidad

Bajo el nuevo concepto de operaciones se puede definir que un sistema de producción utiliza recursos operacionales para transformar insumos en algún tipo de resultado deseado. Un insumo puede ser una materia prima o un producto terminado proveniente de otro sistema.

No se tiene sustituto para los conocimientos sobre proceso del trabajo cuando se está estableciendo un plan o desarrollando un programa de acción.

Al hacer un análisis de los hombres y las máquinas en el trabajo, al examinar muy de cerca las actividades que se estuvieran llevando a cabo en las áreas de producción. Como resultado de la observación hay tres funciones importantes del departamento de planeación en una organización.

2.2. La planeación de la capacidad del medio

Análisis completo de todas las órdenes de trabajo recibidas por la compañía de acuerdo con las máquinas o el trabajo. Representa un análisis de todas las solicitudes recibidas por trabajos nuevos en el departamento de ventas y los compromisos de tiempo de entrega. Además del costo de todos los productos fabricado con un análisis completo de los gastos y una comparación de los costos por meses y de los gastos totales.

El director de mercadeo debe conocer el trabajo realizado por la fuerza de ventas, los mercados de los productos y los sistemas de distribución para que el esfuerzo total de su función sea planeado efectivamente. El director de finanzas debe entender los mecanismos que rigen el mercado monetario, los enfoques alternativos para la obtención de fondos y los efectos que tienen las decisiones operativas sobre la estructura financiera, la rentabilidad y los flujos de fondos de la organización. Para entender la producción y operaciones, mercadeo y finanzas, las cabezas de estos subsistemas deben estar envueltas en el análisis y la documentación, si se pone en duda que siempre sea oportuno establecer un departamento de planeación separado.

2.3. Modelos para la planeación de la capacidad

No debe sorprender a nadie que los modelos de planeación sean presentados, más a menudo, en forma verbal o diagramática. La planeación exige la consideración de un número tal de variables y de interrelaciones entre ellas que hacen casi imposible una cuantificación precisa. Sin embargo, hay dos enfoques cuantitativos que son la programación de objetivos y el uso de un modelo de consistencia en los objetivos.

La programación de objetivos presenta objetivos múltiples y puede, con frecuencia, conducir a conflictos entre los mismos objetivos; después de realizar un extenso esfuerzo de planeación puede encontrarse por ejemplo, que un subobjetivo de mercadeo está en conflicto con uno de operaciones o de finanzas y de manera similar, dentro de una misma área funcional, tal como operaciones, dos submetas pueden estar en conflicto. La meta de reducir los costos anuales de operación en un 10% puede ser incompatible con la de aumentar la producción en un 15%. Cuando los recursos son limitados, y éste es el caso general, todas las submetas no pueden alcanzarse simultáneamente, un método de análisis conocido como programación objetivo puede ayudar a determinar el mejor camino a seguir. Esta técnica es una versión especial de la programación lineal.

Para utilizar la programación de objetivos los ingenieros deben identificar claramente cada meta y cada submeta y deben darle a cada una de ellas un grado de prioridad que refleje su importancia relativa y especifique las limitaciones en los recursos necesarios para alcanzar las metas. Una vez que todo lo anterior se ha hecho, los ingenieros pueden utilizar la técnica, para asignar sus recursos y seguir las prioridades que ellos mismos hayan establecido.

2.4. Consideración sobre el comportamiento en la planeación de la capacidad humana

El interés de la mayoría de empresarios es la inversión de la capacidad instalada, consideran otros aspectos como el invertir en maquinaria, pero no siempre con la mira de alcanzar un cambio de actitud humana, aunque no se puede apartar del hecho que con mejores instalaciones, mejor ambiente, etc. se mejora la producción.

A las consideraciones sobre comportamiento humano se le da, en toda organización, un énfasis débil al considerar la planeación de la capacidad de las operaciones y la principal razón para ello puede ser que las decisiones sobre capacidad se encuentran dominadas, en su gran mayoría, por aspectos relacionados con las características del producto, factores económicos y la tecnología de los procesos.

A este nivel de planeación es difícil mostrar cómo los aspectos específicos del comportamiento de los empleados se relacionan con las decisiones de capacidad de manera precisa e identificable. Esta situación cambia sin embargo, en otros dos aspectos de la planeación de las operaciones, que son la localización de las plantas y la distribución interna de las instalaciones.

Una vez que se han entendido los conceptos generales de la planeación es necesario establecer ¿cómo pueden ponerse en práctica? Se incluyen a continuación algunas sugerencias evidentemente prácticas.

Usar la planeación para aumentar la comprensión de los empleados sobre su trabajo y la responsabilidad de los mismos. La comunicación efectiva de las políticas evita confusión y duplicación de los esfuerzos individuales y de grupo.

Estimular la participación en el establecimiento de metas, especialmente por parte de los subalternos. Aunque se sabe que no todas las metas pueden establecerse con la participación de los subalternos son muchas las que pueden serlo, ello reduce la resistencia al cambio y genera motivación.

Limitar la acción arbitraria de los supervisores por medio de una planeación efectiva, que establece guías y estimula la toma de decisiones racionales.

Fomentar la consideración, por medio de la planeación, de un buen número de variables y alternativas antes de iniciar la acción. El proceso de planeación puede conducir a un mejor proceso de toma de decisiones y una buena planeación debe alentar los procesos de decisiones contingentes.

Los presupuestos son expectativas expresadas en términos cuantitativos y son algo que debe usarse. Traducir las políticas en reglas y procedimientos; establecer metas en tiempo, las fechas en las cuales deben completarse ciertas actividades constituye una parte importante de la planeación de las operaciones.

El proceso de planeación debe, en general, trasladarse del ámbito ideal a las guías prácticas.

Permitir que la planeación interactúe con las actividades de organización y control. Estas funciones no se desarrollan en el vacío sino que por el contrario interactúan. La retroalimentación que se obtiene de las labores de control es básica en la planeación lo mismo que lograr en las organizaciones relaciones entre el trabajo y los grupos de personas. Una planeación efectiva conduce necesariamente a una organización y a un control efectivo.

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1. Generalidades

El área de producción se divide en 6 departamentos y 2 bodegas, a continuación se presenta una descripción de las actividades que desarrolla cada uno de ellos.

- Actividad del departamento de corte

Las operaciones del departamento de corte se inician al revisar la existencia de materia prima para cubrir el pedido que el departamento de producción solicita por medio de una requisición.

- Actividad del departamento de producción

Las actividades que desarrolla el departamento de producción son múltiples y variadas, se centran a través del supervisor del departamento. Cuando llega el requerimiento a la gerencia de producción se programa lo que se va procesar y se determina el tiempo necesario para lograr las metas del día, luego se verifica qué módulo tiene menos trabajo o que módulo es el más adecuado para desempeñar la tarea, en ese momento se recogen los bultos, se le entrega al encargado del módulo una muestra de cómo se debe elaborar dicha pieza. En el proceso de confección es necesario colocarle a cada prenda una etiqueta textil según la pieza, que permitirá identificar la marca, la talla del producto y la información del cuidado de la vestimenta.

Cuando la prenda ha sido terminada, se determina si hay necesidad de planchar las piezas, las cuales son enviadas al departamento de planchado.

- Actividad del departamento de planchado

Cuando las piezas necesitan ser planchadas, el supervisor de producción las lleva y explica qué partes se deben de planchar, en ocasiones se necesita que la pieza completa se planche de una manera especial; se indica a los operarios la forma correcta de hacerlo de tal manera que no tenga problemas al pasar por el departamento de control de calidad.

Hay casos en los que el departamento juega un papel importante ya que existen piezas con diseño de serigrafía que deben ser planchadas con un paño especial para que no sufran desperfectos por los cuales las piezas sean rechazadas por el departamento de control de calidad.

- Actividad del departamento de control de calidad

Al estar elaboradas las piezas tanto llegan al departamento de control de calidad revisar la costura, tonalidad, remates, manchones, botones, ojales, ruedos, plancha, etc. Luego son enviadas al departamento de empaque.

- Actividad del departamento de empaque

Cuando las piezas han sido revisadas, son dobladas y colocadas en su respectivo empaque, se sellan las bolsas y se hace el requerimiento a gerencia de producción para que elaboren las etiquetas adhesivas que llevan las piezas y las cajas.

Estas etiquetas permiten identificar el producto, fijando las mismas sobre la superficie del empaque. Las etiquetas son elaboradas con una máquina de código de barras, los códigos corresponden a la campaña que le asignó AVON S.A. luego son colocadas en la bodega para ser transportadas.

- Actividad del departamento de despacho

Cuando ya se tiene el producto empacado el gerente de producción coordina el despacho del pedido a través de un encargado de transporte, quien recibe el envío que le hace la gerencia de producción, revisa las cajas comparando con la papeleta de envío de manera que carga el vehículo y se dirige a AVON S.A. donde se lo revisan y reciben, en ocasiones le rechazan alguna caja del embarque, por lo que el encargado de transporte reporta lo sucedido.

- Actividad de la bodega de materia prima

La función primordial de bodega de materia prima es proveer al departamento de producción de los insumos necesarios para cumplir con la demanda que la gerencia ha requerido en determinado momento; a la vez se consulta a la gerencia general para saber la disponibilidad de crédito y ordenar que se le envíe el producto que necesite el área de producción y así cumplir con sus tareas asignadas.

- Actividad de la bodega de producto terminado

Las actividades que desarrolla este departamento son múltiples y variadas; recibe insumos y los provee al departamento de producción, almacena las prendas cuando AVÓN no logra negociar todos los productos en la campaña de ventas.

Además recolecta el producto de segunda que fabricó el Departamento de Producción.

Avón realiza el requerimiento del producto en un periodo determinado, analizando las proyecciones de acuerdo a las ventas, las cuales son enviadas en una tabla, y son recibidas en el departamento de producción por medio de un fax.

Las tallas que se manejan son S o talla pequeña, M o talla mediana y G o talla grande.

TABLA I. Requisición del pedido realizado por Avón

DISEÑO	TALLAS			PROYECCIÓN DEL MES
	S	M	G	
<i>CHARLIE BLACK</i>	150	150	100	400
<i>JUMPER</i>	250	150	100	500
<i>CHARLIE BEIGE</i>	200	250	150	600

3.2. Administración

En el área de administrativa la organización ha experimentado varias mejoras a través del tiempo; el cálculo de mano de obra se lo hace estableciendo un patrón al pagar por pieza, con el objeto de motivar al obrero, pero aún así se deben buscar soluciones más viables para tener un mejor desarrollo de actividades.

Ya que la centralización de actividades es una de las debilidades y la toma de decisiones que existe en cuanto al departamento de producción, bodega de producto terminado, bodega de materia prima, pues no se tiene quién coordine dicha labor en cada uno de ellos, también es necesario un encargado de promociones y de ventas.

Es importante una mejora de la estructura organizacional, ya que por medio de una evaluación y asignación de atribuciones se puede resolver mayor cantidad de problemas y necesidades que surjan dentro de cada departamento.

3.3. Descripción del proceso

El proceso actual es netamente empírico en algunos procedimientos, y son mínimos en los que se usa las herramientas de ingeniería adecuadamente como por ejemplo la elaboración de piezas sin ningún patrón que sirva para un mejor diseño; además, las normas de seguridad e higiene industrial carecen en los perímetros donde se labora actualmente.

El proceso inicia cuando el departamento de confecciones escoge las prendas a fabricar según la elección del encargado del departamento y la subgerente, con la debida aprobación del gerente general, luego se determinan los costos en que se incurre para la elaboración de dicha prenda, verificando la existencia de la materia prima (tela de algodón, poliéster, lino, rayón, etc.) en las fábricas que distribuyen dicho producto, utilizando un código para la referencia de las mismas.

Luego de la verificación se elaboran algunas prendas de vestir y se hacen mejoras para obtener el diseño más conveniente para clasificarlo en las futuras campañas.

3.4. Diseño actual de la fábrica

La fábrica no está distribuida adecuadamente, no permite la manipulación eficiente de los materiales, desde que se reciben la materia prima hasta que se despachan los productos terminados, ya que la misma fue dividida de acuerdo a los requerimientos de fabricación que tuvo la empresa; tampoco contempla la disminución de las distancias a recorrer por los materiales, herramientas y trabajadores.

Las paredes del edificio son de block, están repelladas y pintadas con pintura de hule, pero debido a que no se le ha dado el mantenimiento adecuado, se han decolorado con el paso del tiempo presentando una apariencia desagradable, en algunas áreas se sufre de filtraciones de agua por lo que se ha generado moho.

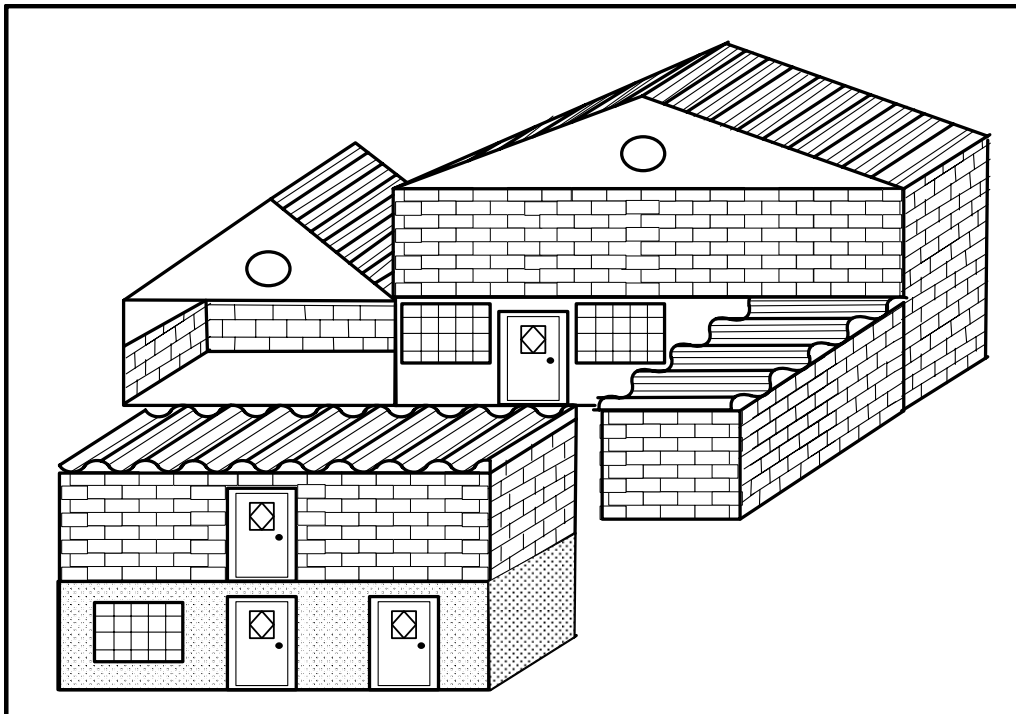
El diseño del edificio no permite el aprovechamiento de la luz natural, por lo que los gastos mensuales en consumo de energía eléctrica son altos. El piso es de concreto pero debido al deterioro que ha tenido en el transcurso de los años, en algunas partes hay hoyos o espacios que no permiten el traslado de materiales con facilidad. Además, no hay un adecuado flujo de aire dentro del edificio, no existe un sistema de alarma contra incendio y no se cuenta con salidas de emergencia debidamente señalizadas.

Se ha utilizado madera para realizar algunas divisiones entre las áreas de trabajo, pero la misma está deteriorada completamente.

Debido a que se cuenta con pocas ventanas, no se utiliza la luz que entra a través de ellas, reduciendo la iluminación en el interior del edificio, en algunas áreas no se garantiza los niveles adecuados de iluminación, por lo que se disminuye el bienestar visual de operario en el área de trabajo.

A continuación se presenta el diseño actual de la fábrica en la figura 2:

Figura 2. Diseño actual de la fábrica



3.5. Distribución actual de la planta

La bodega de materia prima almacena todos los elementos necesarios para la fabricación de las prendas de vestir, abarca un área de 12 x 5 m. Actualmente no existe una distribución adecuada que permita una efectiva utilización del espacio disponible según la necesidad.

En el departamento de corte realiza sobre los tejidos las tareas necesarias para que todas las piezas y componentes de un modelo estén afinadas y dispuestas en bloques para pasarlas al proceso de preparación de la costura, cuenta con tres mesas para corte. Esta área ocupa un área de 12 x 5 m.

El área de producción se encuentra en forma de L, consta de cinco módulos de trabajo donde se elaboran las diferentes prendas de vestir, cuenta actualmente con treinta y ocho máquinas (planas, elásticas, para ojal y para botón) distribuidas en dichos módulos.

El área que ocupa producción es de 10 x 8 m. Cada módulo cuenta con seis estaciones de trabajo, exceptuando el quinto módulo que tiene ocho. Las tareas requeridas para completar una prenda de vestir son divididas y asignadas a las estaciones de trabajo, tal que cada estación ejecuta la misma operación en cada producto.

Las estaciones de trabajo no están diseñadas para la optimización de movimientos y prevención de lesiones, por lo que no permite incrementar la productividad del trabajador y su calidad de vida.

En el área de empaque se selecciona el producto, se empaca y se almacena para el despacho, cuenta con un área de 5 x 3 m.

En el área de control de calidad se revisa de acuerdo a las normas establecidas por la empresa, las especificaciones y calidades del producto. Actualmente comprende un área de 5 x 3 m.

En la sección de planchado se planchan los productos según la necesidad, cuenta con un área aproximada de 1.5 x 3 m.

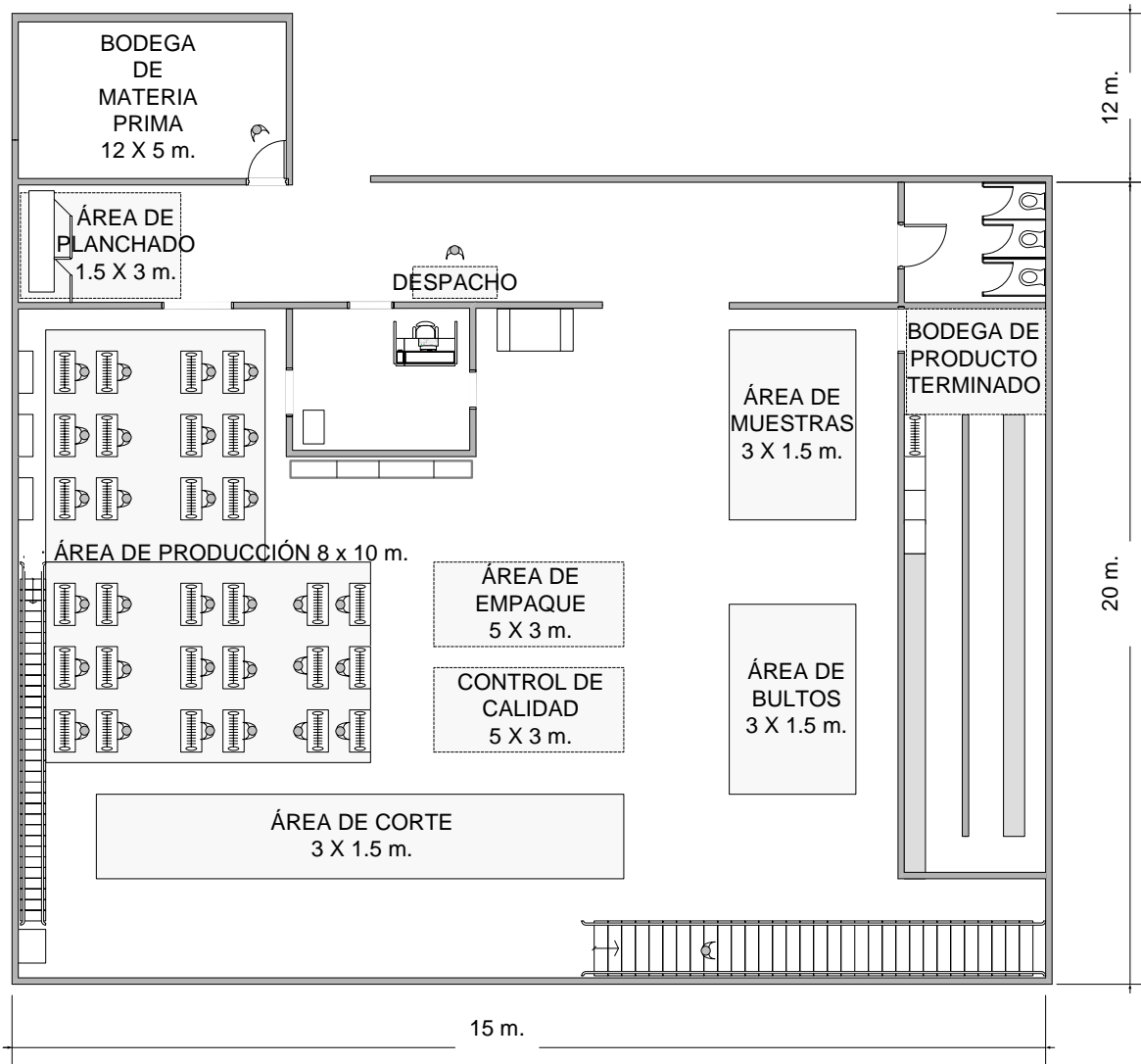
En el área de muestras se almacenan las muestras de los diferentes estilos de prendas de vestir, cuenta con un área de 3 x 1.5 m.

En el área de bultos se almacenan los bultos de productos debidamente cortados, utiliza un área de 3 x 1.5 m.

La bodega de producto terminado tiene la función de recepción, es la encargada del control de inventarios, es el almacén quien controla la entrada y salida del producto terminado. Ocupa un área de 3 X 5 m.

Es importante hacer notar la falta de espacio en la bodega de producto terminado, por lo que no se puede almacenar gran cantidad de artículos por el espacio que ocupan.

Figura 3. Plano de la distribución actual de la fábrica



3.6. Diagrama del proceso actual

La representación gráfica de los procedimientos se convierte en un instrumento muy importante para guiar la ejecución de forma ordenada; también busca mostrar en forma dinámica y lógica la secuencia del trabajo, permitiendo conocer y comprender el proceso que se describe, a través de los elementos como los diagramas de flujo de proceso, los diagramas de recorrido y los planos de la planta.

3.6.1. Diagrama de operaciones

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones en el proceso de fabricación de las prendas de vestir, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado.

Se recolectaron los apuntes de los detalles del proceso para luego ser documentados, y puestos en orden para el análisis del estado actual del proceso de confección.

Se presentan las lecturas realizadas en la siguiente tabla y el cálculo del tiempo promedio (\bar{T}) que es la suma de todos los tiempos recolectados, dividido entre el número de ciclos, este tiempo calculado es el valor representativo de todos los datos:

Tabla II. Lecturas de tiempos con cronometro vuelta a cero para diagrama de operaciones actual

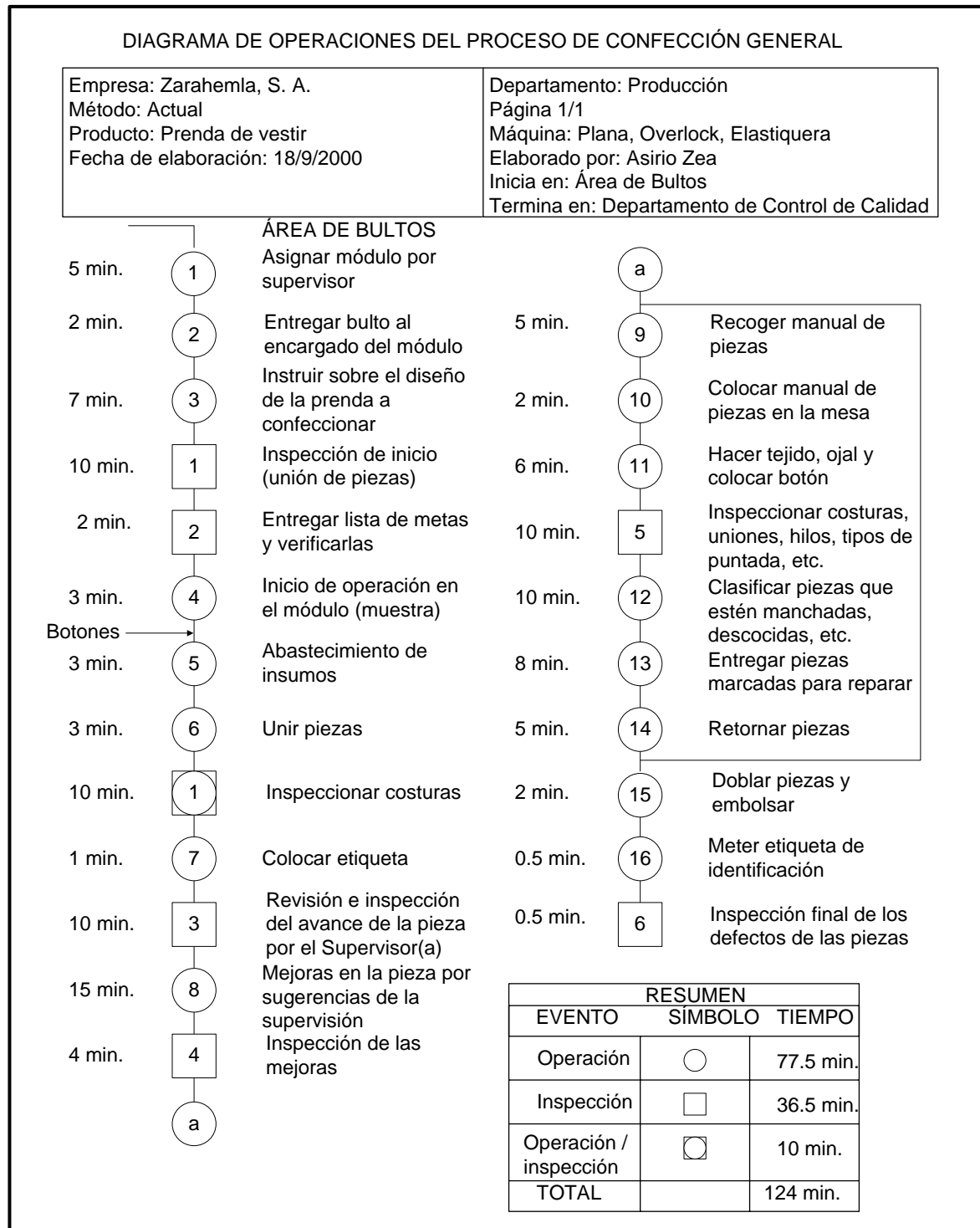
	ELEMENTO	CICLOS										\bar{T}
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Asignar módulo por supervisor	5.15	4.90	5.10	5.00	5.00	5.00	4.85	5.00	5.00	5.00	5.00
2	Entregar bulto al encargado del módulo	2.00	1.75	1.85	2.15	2.10	2.05	1.95	2.15	2.00	2.00	2.00
3	Instruir sobre el diseño de la prenda a confeccionar	7.10	6.85	6.95	7.00	6.90	7.10	7.00	7.10	7.05	6.95	7.00
4	Inspección de inicio	10.10	9.85	9.95	10.00	10.00	10.10	10.00	10.00	9.90	10.10	10.00
5	Entregar lista de metas y verificarlas	1.95	1.95	2.05	2.05	2.00	1.95	2.00	2.05	2.05	1.95	2.00
6	Inicio de operaciones en el módulo	2.95	2.90	3.00	3.10	3.10	3.00	2.95	3.00	3.15	2.85	3.00
7	Abastecimiento de insumos	3.00	3.00	3.00	3.05	3.05	2.95	3.00	2.95	2.95	3.05	3.00
8	Unir piezas	3.05	3.00	3.00	3.00	2.95	3.00	3.05	2.95	3.05	2.95	3.00
9	Inspeccionar costuras	10.00	10.00	10.10	10.00	10.00	9.95	9.85	10.10	10.00	10.00	10.00
10	Colocar etiqueta	1.00	1.10	1.05	0.95	0.90	1.00	1.00	1.00	0.95	1.05	1.00
11	Revisión e inspección del avance de la pieza	9.95	9.95	9.90	10.00	9.95	10.00	10.15	10.10	10.10	9.90	10.00
12	Mejoras en la pieza por sugerencias	14.95	14.85	15.15	15.00	15.00	15.10	14.95	15.00	15.00	15.00	15.00
13	Inspección de las mejoras	3.95	3.95	4.00	4.00	3.95	4.00	4.05	4.10	4.05	3.95	4.00
14	Recoger manual de piezas	5.00	4.95	4.90	5.05	5.00	5.00	5.05	5.05	5.05	4.95	5.00
15	Colocar manual de piezas en la mesa	1.95	1.85	2.00	2.05	2.10	2.00	2.05	2.00	1.95	2.05	2.00
16	Hacer tejido, ojal y colocar botón	6.10	6.10	6.05	5.95	5.95	6.00	5.85	6.00	6.05	5.95	6.00
17	Inspeccionar costuras, uniones, hilos puntadas, etc.	10.00	9.95	9.90	10.05	10.10	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00

Continuación tabla II.

18	Clasificar piezas que estén manchadas, descocidas, etc.	10.10	10.05	9.95	9.90	10.00	10.00	10.00	10.00	10.05	9.95	10.00
19	Entregar piezas marcadas para reparar	8.10	7.95	7.90	7.90	8.05	8.10	8.00	8.00	8.15	7.85	8.00
20	Retornar piezas	4.95	4.90	5.00	5.00	5.10	5.05	5.00	5.00	4.85	5.15	5.00
21	Doblar piezas y embolsar	2.05	2.05	2.00	2.00	2.00	1.95	1.95	2.00	2.15	1.85	2.00
22	Meter etiqueta de identificación	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.40	0.60	0.50
23	Inspección final de los defectos de las piezas	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.45	0.55	0.50

La figura 4, muestra la estructura de tiempos para la confección general de las prendas de vestir.

Figura 4. Diagrama de operaciones del proceso de confección general del departamento de producción



3.6.2. Diagrama de flujo

Se utilizó herramientas gráficas como la diagramación, la observación directa, el análisis y la corroboración de la información con los patrones de confección para determinar las actividades requeridas y no requeridas para la fabricación de una prenda en general.

En la recolección de la información y la posterior esquematización de la misma, se puede analizar cada una de las tareas que transforman los insumos en productos, el flujo de materiales y el flujo de la información como limitante para los procesos posteriores es analizado y se llegó a alcanzar un nivel de terminación deseado.

Cuando no se está realizando ninguna tarea ni se está transfiriendo ninguna parte, se estudió el almacenamiento de productos en proceso y la posterior salida del mismo para el siguiente proceso.

En el proceso se realizaron las siguientes lecturas, con el cálculo del tiempo promedio (\bar{T}) respectivo:

Tabla III: Lecturas de tiempos con cronometro vuelta a cero para diagrama de flujo actual

	ELEMENTO	CICLOS										\bar{T}
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Transportar bulto	2.00	2.05	1.95	2.10	1.90	1.95	2.00	2.00	2.00	2.05	2.00

Continuación tabla III.

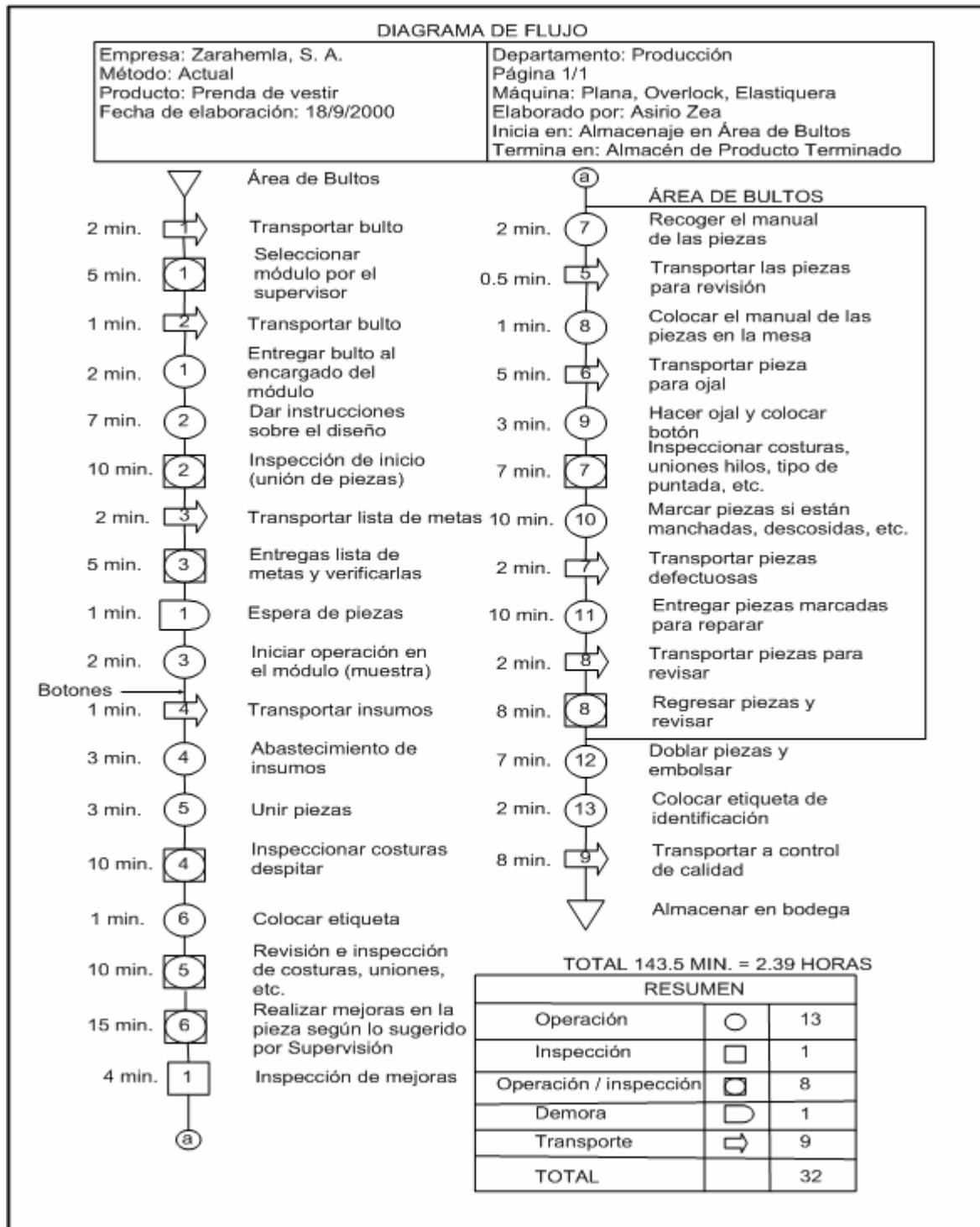
2	Seleccionar módulo por el supervisor	5.00	5.00	5.05	5.10	4.95	4.90	5.00	5.05	4.95	5.00	5.00
3	Transportar bulto	1.00	1.00	1.00	1.05	1.00	1.00	1.00	0.95	1.05	0.95	1.00
4	Entregar bulto al encargado del módulo	2.00	2.05	2.10	1.95	1.90	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
5	Dar instrucciones sobre el diseño	7.05	7.05	7.00	7.00	7.00	6.95	6.95	7.00	7.00	7.00	7.00
6	Inspección de inicio (unión de piezas)	10.00	10.05	10.00	10.00	10.05	10.00	10.00	10.05	9.95	9.90	10.00
7	Transportar lista de metas	2.05	2.00	2.05	2.00	1.95	1.95	2.00	2.05	1.95	2.00	2.00
8	Entregar lista de metas y verificarlas	5.00	5.00	5.05	5.00	5.00	5.00	5.00	5.05	4.95	4.95	5.00
9	Espera de piezas	1.00	0.95	0.95	0.95	1.05	1.10	1.00	1.05	0.95	1.00	1.00
10	Iniciar operación en el módulo (muestra)	2.00	2.05	2.05	2.05	2.00	2.00	1.95	1.95	2.05	1.90	2.00
11	Transportar insumos	1.00	1.00	1.05	0.95	0.90	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
12	Abastecimiento de insumos	3.00	3.05	3.10	2.95	2.90	3.00	3.00	2.90	3.10	3.00	3.00
13	Unir piezas	3.00	3.10	2.95	2.95	3.00	2.95	3.05	2.80	3.20	3.00	3.00
14	Inspeccionar costuras despitar	10.00	9.95	9.95	10.15	10.05	9.90	10.00	10.10	9.90	10.00	10.00
15	Colocar etiqueta	1.00	0.95	0.95	0.90	1.05	1.15	1.00	1.15	0.85	1.00	1.00
16	Revisión e inspección de costuras, uniones, etc.	10.05	10.05	10.05	10.05	9.90	9.90	10.00	10.05	9.95	10.00	10.00
17	Realizar mejoras en la pieza según lo sugerido por supervisión	15.00	15.05	15.10	14.95	14.90	15.00	14.90	14.90	15.10	15.10	15.00
18	Inspección de mejoras	4.00	4.05	4.10	4.05	3.95	4.00	4.00	4.00	4.00	3.85	4.00
19	Recoger el manual de las piezas	2.00	2.05	2.00	2.05	2.00	1.90	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
20	Transportar las piezas para revisión	0.50	0.45	0.45	0.55	0.55	0.50	0.50	0.55	0.45	0.50	0.50

Continuación tabla III.

21	Colocar el manual de las piezas	1.00	1.05	1.05	1.05	1.00	1.00	1.00	1.05	0.95	0.85	1.00
22	Transportar pieza para ojal	4.95	4.95	5.05	5.05	5.00	5.00	5.05	5.15	4.85	4.95	5.00
23	Hacer ojal y colocar botón	2.95	2.95	2.95	2.90	3.00	3.00	3.10	3.15	2.85	3.15	3.00
24	Inspeccionar costuras, uniones, hilos, tipos de puntada, etc.	7.05	7.15	6.90	6.95	6.95	7.00	7.00	6.95	7.05	7.00	7.00
25	Marcar piezas si están manchadas, descocidas, etc.	10.00	10.05	10.05	10.05	9.90	10.00	10.00	10.05	9.95	9.95	10.00
26	Transportar piezas defectuosas	2.00	2.00	2.05	2.05	2.00	1.95	1.90	1.90	2.10	2.05	2.00
27	Entregar piezas marcadas para reparar	10.00	10.05	10.00	10.05	9.95	9.90	10.00	10.00	10.00	10.05	10.00
28	Transportar piezas para revisar	2.00	1.95	1.90	1.95	2.00	2.00	2.05	2.05	2.05	2.00	2.00
29	Regresar piezas y revisar	8.00	8.05	8.05	8.00	7.90	7.85	8.10	8.00	8.00	8.05	8.00
30	Doblar piezas y embolsar	7.00	7.05	7.15	7.10	6.85	6.85	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
31	Colocar etiqueta de identificación	2.20	2.05	1.85	1.85	2.00	2.00	2.05	2.05	1.95	2.00	2.00
32	Transportar a control de calidad	8.00	8.00	8.10	8.10	7.95	7.95	7.95	7.95	8.05	7.95	8.00

En la figura 5 se muestra el diagrama de flujo para la confección de cualquier prenda de vestir.

Figura 5. Diagrama de flujo de la confección general de las prendas de vestir en el departamento de producción.



3.6.3. Diagrama de recorrido

Antes de que se pueda acortar un transporte es necesario ver o visualizar dónde habría sitio para agregar una instalación o dispositivo que permita disminuir la distancia.

Asimismo, es útil considerar posibles áreas de almacenamiento temporal o permanente, estaciones de inspección y puntos de trabajo. Para esta función se crea el diagrama de recorrido de actividades, en el cual se crean líneas de flujo que indiquen el movimiento del material de una actividad a otra.

Dicha información recogida, es condensada y depurada para ser plasmada en el diagrama, que al adaptarse al medio, se convierten en una herramienta de decisión y control sobre el estudio.

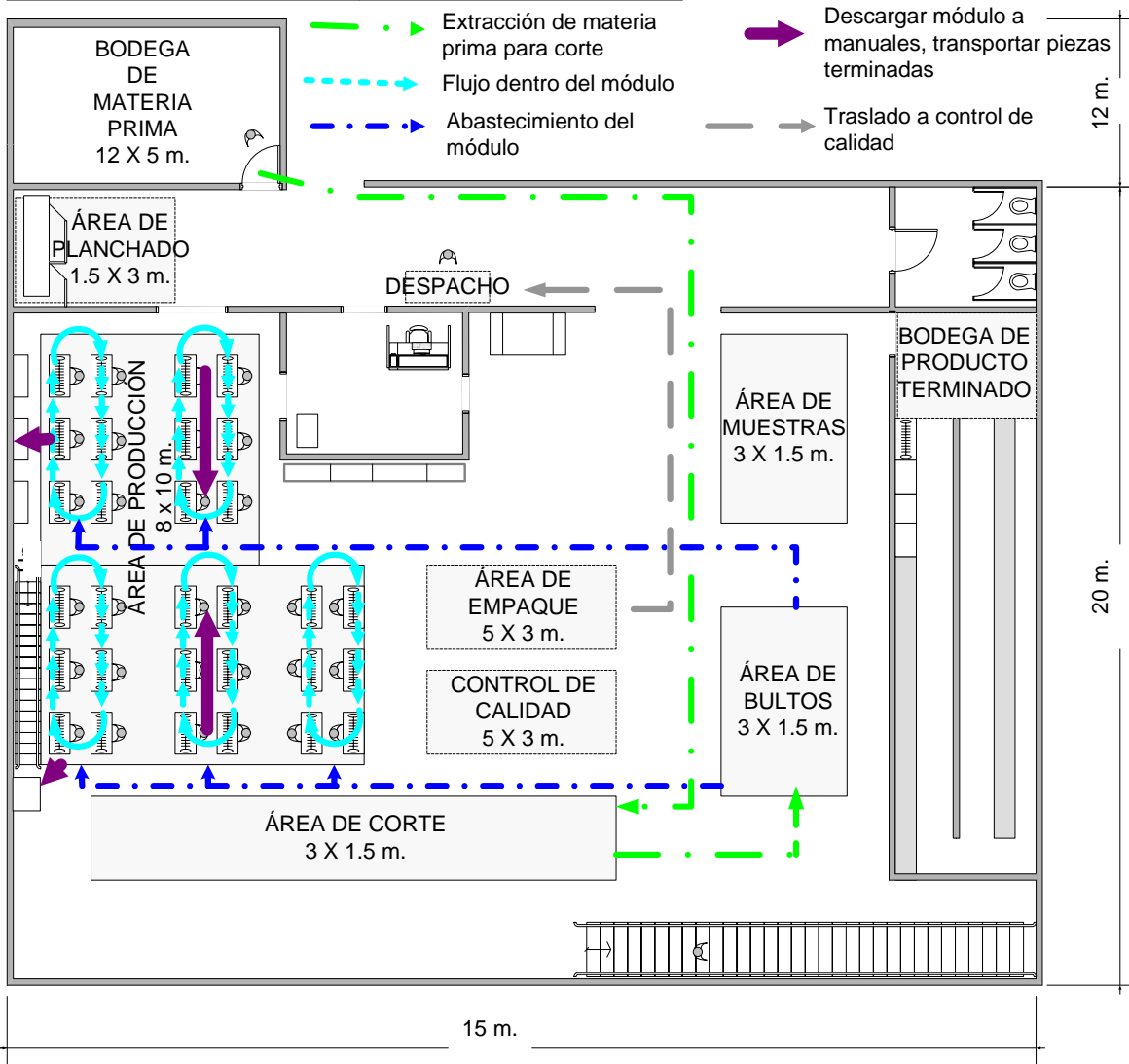
Por medio de la observación directa, se recolectaron apuntes de detalles de proceso para ser luego documentados y puestos en orden para el análisis del estado actual de la planta de confección.

El diagrama de recorrido de actividades para cualquier prenda de vestir se pueden observar en la figura 6.

Figura 6. Diagrama de recorrido de la confección general de las prendas de vestir en el Departamento de Producción

DIAGRAMA DE RECORRIDO

Empresa: Zarahemla, S. A. Proceso: Actual Producto: Prenda de vestir Fecha de elaboración: 18/9/2000 Inicia en: Área de Bultos	Departamento: Producción Página 1/1 Máquina: Plana, Overlock, Elasticquera Elaborado por: Asirio Zea Finaliza en: Departamento de Control de Calidad
--	--



3.7. Análisis de seguridad e higiene industrial

Actualmente no se ha implantado un plan de seguridad e higiene industrial dentro de la empresa que informe y capacite a los trabajadores de acuerdo a los riesgos relacionados con su actividad, así como los peligros que estos implican para su salud y seguridad.

Se pudo observar cómo el medio ambiente de trabajo es un factor que afecta en gran medida la productividad del personal operativo dado que la planta presentaba algunos problemas de calor excesivo, partículas (lanillas, motas) en suspensión y ruido continuo, que definitivamente influye en el rendimiento de los operarios.

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo se encuentran regularmente ocupadas con cajas apiladas, debido a que no se cuenta con el suficiente espacio para almacenar los diferentes productos.

Los lugares de trabajo no se limpian periódicamente y no se mantienen en condiciones higiénicas adecuadas. La iluminación de cada zona no se adapta a las características de la actividad que se efectúe en ella, por lo que afectan las condiciones de visibilidad de los operarios.

Las áreas de trabajo no disponen de materiales para primeros auxilios en caso de accidente. No se cuenta con dispositivos adecuados para combatir los incendios, ni se utilizan detectores contra incendios y sistemas de alarma.

No se cuenta con un sistema de señalización que, referida a un objeto, actividad o situación determinada, proporcione una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo.

Las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo no se mantienen en forma adecuada ya que se sobrecargan los tomacorrientes.

4. SISTEMA DE PRODUCCIÓN MODULAR

4.1. Historia de la producción modular

Solamente dos años después de que el primer módulo de confección de pie y en movimiento se instaló en *Southwest Cupid* en noviembre de 1991, muchas otras personas aceptaron de buena manera el cambio.

Ésta fue la primera empresa que convirtió de un sistema tradicional de bulto progresivo a un modular de pie. Basado en el sistema de manejo de productos de costura Toyota (TSS), lo cual fue muy positivo para ambos, los trabajadores y la gerencia. Los operarios disfrutaban de sueldos más altos, aumentan la satisfacción por el trabajo y eliminan la rutina de los trabajos repetitivos y la gerencia ha notado mayor calidad y productividad.

David Welkch de South west Cupid dijo: “Se considera (el sistema modular de producción) como la mejora más importante. Esperamos que todas nuestras operaciones de estructura en Blackwell, se convierta a sistemas modulares al final de año, esta empresa empezó a ver el progreso seis meses después”.

TSS ha ayudado a *Cupid* a producir prendas de vestir con un 71% de defecto más bajo que en el sistema lineal de bulto progresivo, dice Welsch. *Cupid* empezó a ver el progreso seis meses después de que la conversión empezó.

4.2. Conversión del equipo de trabajo

El éxito de la conversión de *Cupid* a modular hubiera sido muy difícil sin la cooperación entre la gerencia y sus oficiales. Ellos empezaron a discutir la conversión a modular desde abril de 1991, siete meses antes de que el primer equipo TSS de cuatro personas fuera establecido. La unión logró convertir una vieja planta de personal sentado en una modular TSS.

Ellos además participaron en un entrenamiento de relaciones humanas por dos partes de la empresa. Los primeros trabajadores del módulo fueron todos voluntarios a quienes se les garantizó sus ingresos de acuerdo con sus promedios anteriores.

Cerca de seis meses después de que el primer módulo arrancó, un nuevo paquete de compensaciones fue formulado entre el departamento de producción y la gerencia. Éste implantó un sistema incentivo precio-pieza-grupo, basado en el número de prendas completas producidas por el equipo. La compensación también incluye un bono de asistencia de 25 centavos por hora por cada miembro presente. Si uno de los miembros del equipo se ausenta sin razón justificada, cada miembro del equipo pierde su bono de 25 centavos por hora. Un segundo bono de 15 centavos se paga a cada miembro del equipo que pertenece al grupo de alta calidad certificada. Al final de junio, cuatro grupos estaban certificados, con ocho más con una corta distancia.

Cuando un operario de Cupido dice, “no me siento bien par trabajar hoy”. Ellos dicen “¡Nunca te has sentido mejor para trabajar!”. Efectivamente, la presión del equipo es una parte inherente de cualquier sistema en el que los ingresos de cada trabajador dependen del resto del grupo. Muchas disputas se han cambiado por amabilidad.

Aunado a la revisión que se ejerce entre los grupos para lograr alto rendimiento, muchos trabajadores de Cupido han aceptado que habrá algunas tensiones entre compañeros, que se compensan con la satisfacción de ser reconocidos como adultos responsables.

“Algunas veces se tienen problemas personales o resultan diferencias, y cada una de las formas en que nos sentimos, se quedan afuera del trabajo,” dice la operaria Connie Anderson.

Los equipos son formados con miembros que conocen absolutamente todos los pasos necesarios para producir una prenda completa. Durante el periodo de entrenamiento, cada operario enseña que es lo que mejor sabe a sus compañeros. Cupid tiene además un entrenador de tiempo completo.

4.3. Beneficios de salud y seguridad

Las ventajas de salud y seguridad del sistema TSS de pie y en movimiento son mencionadas por ambos, la gerencia y los trabajadores.

Previene los complejos del puesto de trabajo, relacionados con los movimientos repetitivos. Los trabajadores tienen entrenamiento cruzado para desarrollar todas las operaciones de una prenda. La expansión del trabajo permite a los trabajadores usar muchas diferentes posiciones y movimientos durante el día de trabajo, reduciendo la repetición del trabajo y reduciendo los riesgos de trauma acumulativo. El sistema permite ajustar las máquinas a la altura necesaria para cada grupo de trabajo, ya que permite que la espalda, muñecas y brazos estén en el ángulo en el cual puedan movilizarse más fácilmente.

Coser de pie recibe los elogios unánimes de los empleados de Cupid. “Yo me puedo mover adelante y atrás, y estar parado no me cansa ya que las máquinas están adaptadas para tener la posición correcta”. Comenta un operario. Otro trabajador comenta que “Cuando yo estaba sentado, tenía muchos dolores de espalda, de nuca y cabeza. Ahora no tengo ninguno.”

Es sistema modular TSS incrementa la satisfacción por el trabajo y reduce el estrés laboral al permitir que los trabajadores tomen más decisiones relacionadas con su trabajo, aumenta el trabajo en equipo, disminuyendo la presión de una supervisión constante. Como explica un operario: “Yo quería una forma fácil de coser, y ésta es fácil, no es cansado como estar sentado haciendo lo mismo una y otra vez. Ahora, yo hago un poquito de todo.”

Claudiel Lapierre dice que está dedicando toda la atención a su empresa, ha dejado de lado otros negocios para modernizarse con la producción modular. Cuando el gobierno de Canadá hizo un llamado para dar orientación de trabajo en equipo a TSS. Éste se instaló en la planta de Claudiel de Montreal.

“Realmente trabaja para la compañía en términos de calidad y producción.” Dice Lapierre, presidente y fundador de una empresa productora de diversa ropa femenina, ropa deportiva y otros, “Ha sido un gran éxito al incremento del involucramiento del operario en el proceso.”

“Es una de las cosas más grandes que nos ha pasado.” dice Michel Lapierre, hijo de Claudiel Lapierre y director de nueva tecnología del 30% y retorno U. \$. 400,000. Invertidos en la tecnología modular solamente en un año.

Claudiel implementó el sistema TSS desde 1991, cuando Michael asistió al *Bobbin Show* en Atlanta, vio una demostración del sistema y regreso a Montreal contando sus ventajas.

“Hace tres o cuatro años, nadie tenía funcionando un sistema modular. Todos se decían. El mundo entero cose sentado. ¿Porque quiere ponerlos de pie? Dice Michel, Pero mi padre y yo decidimos que era la forma de ir adelante ahora sabemos que estábamos en lo correcto.”

Claudiel empezó entrenando sus empleados, luego puso un módulo y agregó dos más, seis meses después. La compañía ha usado TSS exclusivamente desde 1993.

La compañía de 25 años de edad, tuvo utilidades superiores a \$10 millones de dólares en el período 1993. Noventa por ciento de sus ventas son hechas en Canada donde las más prestigiosas boutiques y tiendas de departamentos como *Eaton's* y *The Bay* venden los productos de Claudiel. Distribuidores en Estados Unidos como *Sears*, *Nordstrom*, *Macy's* y *Bloomingdale's* representan el 10% restante.

La compañía cambia de 800 a 1200 a estilos en el año, además de producir gran diversidad de productos como pijamas de satín al mismo tiempo que playeras y pantalones cortos de algodón. Los últimos dos años de empresa ha usado el sistema Gerber CAD para patentes y elaboración de marcas y el programa Gerber Accumark Spectrum para desarrollo de producción, especificaciones y costeos.

4.4. Trabajo en equipo

Los 80 operarios de Lapierre, quienes trabajan en nueve módulos equipados con una cantidad entre 14 y 21 máquinas de coser cada uno, reciben entrenamiento cruzado en cada una de las operaciones del módulo. Esto le ha dado a los operarios mayor control, lo cual ha mejorado la producción y la satisfacción en el trabajo. Dice Michel “El trabajo en equipo que TSS requiere es increíble. Si usted invierte un total de 28 minutos en coser una prenda, y tiene 7 personas en el equipo, eso quiere decir que cada persona tiene 4 minutos para coser,” y es natural para el equipo mejorarlo con trabajo rápido. Esto significa que las cosas deben ser hechas rápido y mejor.”

El éxito de Claudel con TSS ha llamado la atención de agencias del gobierno y negocios privados interesados en convertirse a sistemas modulares. La compañía ha ofrecido recorridos por su planta para el departamento de empleos de Canadá, París y otros.

TSS es un sistema operación de clase mundial que ha sido probado y habilita al fabricante de productos de costura a ser los más competitivos en su mercado. Con operación óptima, costo mínimo, beneficio máximo para el fabricante, sus clientes, y sus empleados.

4.5. La continuidad de cambios

Lo único permanente es el cambio. En el plano económico y, en particular, en lo que respecta a la industria, se viene experimentando en los últimos años una transición contundente en la industria hacia sistemas alternativos de producción concebidos según la filosofía de la manufactura flexible basada en los principios de la producción “justo a tiempo.”

Entre estos principios es importante destacar la reducción de inventarios, el incremento de la calidad y la velocidad de repuesta, la reducción de costos de producción y el desarrollo del potencial y la creatividad de cada individuo que forma parte de la organización.

Si bien esta profunda reflexión es una verdad indiscutible y las compañías que no comprenden las ventajas del sistema, se arriesgan a la extinción, es importante comprender que esta inestabilidad o paradójica “continuidad de cambios” es sumamente peligrosa si no se analiza y define las políticas a seguir para minimizar sus efectos sobre las diferentes áreas de actividad de la empresa. Aceptar esta verdad no debe servir como argumento para justificar la falta de previsión; al contrario, se debe que reconocer que nuestras decisiones no planeadas pueden afectar negativamente los objetivos anhelados.

4.6. Flexibilidad

TSS hace que el fabricante sea flexible con equipos totalmente ajustables y portátiles, con grupos versátiles en habilidades y su diseño de sistema le permite al manufacturador arreglar el proceso y reaccionar a cambios de estilo. Un fabricante con TSS hace 1,000 prendas diferentes diariamente, con operaciones variadas y todo con sólo un grupo de tres miembros.

En el caso particular del área de producción, el concepto de la manufactura flexible se consolida día tras día. Es la respuesta eficaz frente a la exigencia de adaptarse al cambio que será condicionante del nuevo siglo. Sin embargo, no debe confundirse esta flexibilidad propia del sistema asumiendo que todo está permitido, dado que la prioridad la marcan los cambios, porque el sistema en sí mismo también tiene sus restricciones.

Indiscutiblemente, la manufactura flexible resuelve el problema de la velocidad de respuesta a las necesidades del cliente, entre otros beneficios. Pero no debe olvidarse que el aspecto humano constituye uno de los pilares fundamentales de esta filosofía, que se manifiesta a través de la integración de los miembros del módulo, del sentido grupal generado por el sistema y del efecto sinérgico logrado cuando se respeta esta identificación del operario con su módulo de trabajo.

La idea básica consiste en integrar a un grupo de personas en un módulo equipo de costura, que será responsable del proceso de confección completo de un producto o grupo de productos, desde la primera operación de costura hasta obtener la prenda terminada.

Por lo tanto, es una falacia pretender que el sistema de módulos permite deshacer equipos ya formados, agregando o quitando personas en los mismos según la necesidad del momento que va en contra de los objetivos fundamentales del sistema, en especial sobre aquellos relacionados con el aspecto humano.

Desde luego, si se habla de la flexibilidad, el sistema debe estar abierto a admitir ciertos cambios que surjan del análisis de alguna situación especial y de la planeación racional de los recursos y necesidades de la compañía, aún cuando estos cambios signifiquen reestructurar o modificar los equipos de trabajo existentes.

El problema es que muchas veces estas excepciones se convierten en la regla. Es entonces cuando se encuentran módulos inestables cuya formación no se mantiene por períodos prolongados. Esta inestabilidad atenta contra uno de los principios básicos del sistema, la consolidación del “espíritu de equipo”.

4.7. Las causas de los cambios en los módulos

Lo expresado en el punto anterior es una realidad tan evidente que cualquiera que tenga experiencia en la industria la puede apreciar, aunque no trabaje con el sistema modular. Si es una verdad tan obvia, cabe entonces hacer la pregunta, ¿por qué se permite modificar la configuración de los módulos, aún cuando se sabe que esto puede hacer fracasar al sistema? En general, la respuesta está en la falta de una correcta planeación previa a la implementación del sistema. También influye el desconocimiento de las distintas variables y aspectos a considerar en el momento de establecer el número de personas que formarán cada módulo. Con frecuencia el responsable de producción se ve obligado a “probar” otras configuraciones del equipo después de iniciar el funcionamiento del módulo.

Lo hace para cubrir algún compromiso de entrega a un cliente, para resolver problemas de disponibilidad de máquinas o simplemente para tratar de mejorar el nivel de eficiencia del grupo, en especial cuando se presentan problemas de falta de práctica o habilidad en operaciones críticas.

Estas medidas improvisadas sólo producen un efecto negativo y, en la mayoría de los casos, la frustración del grupo y su posterior desintegración.

Por eso, se analizan los distintos factores y las variables a considerar en el momento de determinar el tamaño o número de personas que integrarán el módulo de trabajo, de manera que los beneficios de manufactura flexible sean aprovechados en su totalidad.

4.8. Los factores determinantes del tamaño del módulo

4.8.1. El aspecto humano

Éste es uno de los factores fundamentales que inciden a la hora de definir la cantidad de personas que tendrá el módulo. Con responsables de la conducción de los grupos, se debe analizar cuidadosamente el número de integrantes que se les asignará. Éste será el factor determinante de la capacidad productiva potencial del módulo para asegurar la continuidad y estabilidad del mismo. Así se evitarán los cambios frecuentes cuyo resultado es la destrucción de ese espíritu de equipo tan importante para esta filosofía de organización.

Desde el punto de vista práctico de la conducción de los grupos de trabajo es recomendable que la cantidad de integrantes promedio no exceda de 12 a 15 personas por grupo. Esta afirmación tiene sentido cuando se comprende que los objetivos del grupo no sólo se alcanzan sino que se superan ampliamente cuando se logra la identificación entre sus miembros. Ellos dan prioridad a los intereses del conjunto. Si se reflexiona un momento sobre la naturaleza del ser humano y la forma en que es educado, tanto en el contexto familiar como en el académico, se encontrará que, en general, todos tienen una marcada tendencia hacia el individualismo. Desde luego, esta tendencia choca con estos principios orientados hacia el compartimento de esfuerzos y logros tan característicos del trabajo en equipo. La integración del grupo o módulo y su supervisión por líderes o “facilitadores” tienden a contrarrestar esa tendencia individualista y formar y promover el sentido grupal de todos los participantes en busca del objetivo común.

La importancia que representa este factor para el éxito del módulo y la complejidad de sus integrantes, con sus respectivos caracteres, actitudes, emociones, valores e intereses particulares, requieren un desarrollo minucioso del proceso de integración del equipo, muy parecido al artesano que moldea una pieza única e irrepetible.

Es evidente que este proceso se hará más difícil cuando mayor sea el número de miembros que conformen el grupo, lo que explica la sugerencia sobre el máximo número recomendado (12 a 15 personas), este número no es inflexible, puede variar según la influencia que ejerzan otras variables.

4.8.2. Las características técnicas del producto

Con un grupo pequeño, se facilita el proceso de integración y conducción del mismo. Sin embargo, en la práctica aparecen otros factores que influyen sobre el tamaño del módulo y que deben considerarse dado que su importancia es tan relevante como la del aspecto humano que se acaba de evaluar.

Los conceptos implícitos en los principios operativos de los sistemas de manufactura flexible para entender mejor cuales son estas variables que dependen de las características técnicas del producto.

4.8.3. Condiciones del sistema

El módulo es responsable, refiriéndose al personal encargado de darle marcha al módulo para realizar la producción asignada para el día.

Teniendo en cuenta la confección de la prenda que integra la confección de ésta con su respectiva dificultad. Desde la primera operación de costura hasta la limpieza e inspección final.

4.8.4. Grado de utilización de las máquinas

El módulo debe reunir todas las máquinas necesarias para realizar las operaciones correspondientes. Deberá contar con distintos tipos de máquinas y con los ajustes y adaptaciones especiales que requiera cada máquina para cada operación en particular.

El número de máquinas requeridas aumentará sensiblemente de acuerdo a la mayor complejidad del producto.

4.8.5. Polifuncionalidad de los operarios

Con respecto a la polifuncionalidad, es decir, la capacidad de los operarios para realizar diversas tareas, los integrantes del módulo deberán estar entrenados para absorber las operaciones que se les asignen según el balanceo de línea correspondiente al producto a confeccionar. Análogamente, cuando se incrementa la cantidad de máquinas necesarias debido a un producto más complejo, se precisa también la exigencia de polifuncionalidad del personal para que realice una mayor cantidad de operaciones.

4.9. Beneficios

4.9.1. Productividad máxima

TSS maximiza la productividad al minimizar o eliminar actividades que no añaden valor. Levantando y colocando prendas a mano, movimiento departamentos y operaciones, apareamiento de trabajo y matrices, casi todo soporte de mano de obra indirecta y otras funciones costosas que no añaden valor pero sí añaden costo y son tan comunes en planta hoy y otros sistemas de operación. Hay ganancias en productividad del 25 o más de 100 por ciento versus conjunto de equipos, unidades modulares, y sistemas de producción por unidad la mayor parte de clientes de TSS han realizado ganancias de productividad del 50 por ciento. La productividad incrementada se convierte en costos más bajos de mano de obra.

4.9.2. Reacción expeditada

TSS reduce en forma dramática el tiempo de entrega de producto acabado, haciéndolo igual al tiempo de proceso sin esperas entre operaciones. Una vez comenzado el proceso de flujo continuo de TSS, el producto no para, hasta estar listo para embarque. Con TSS el fabricante puede manufacturar la orden, no a un pronóstico de ventas, aún despachando de la planta y no por centros costosos de distribución.

4.9.3. Flexibilidad óptima

TSS hace que el fabricante sea flexible con equipos totalmente ajustables y portátiles, con grupos versátiles en habilidades y su diseño de sistema que permite al manufacturer arreglar el proceso y reaccionar a cambios de estilo.

Un fabricante con TSS hace 1,000 prendas diferentes diariamente, con TSS implementa operaciones variadas y todo con sólo un grupo de tres miembros.

4.9.4. Ergonomía

TSS responde a los intereses de seguridad de hoy día en la industria de costura. Su proceso operacional multifuncional minimiza movimiento repetitivo. Se ejecutan labores variadas con movimientos variados. Se elimina manejo en bulto por el flujo de pieza unitaria.

Se colocan sitios específicos para guardar el material, a fin de permitir que haya mejor secuencia de operaciones y reducir los movimientos de búsqueda y selección. También se utilizan depósitos o carga por gravedad y entrega o descarga por caída, reduciendo los tiempos de alcanzar y mover.

Todos los materiales y herramientas se localizan dentro del área normal de trabajo. Esta área comprende el plano horizontal donde el antebrazo puede girar con centro en el codo. También se proporciona al operario un asiento cómodo, cuidando que la altura sea la indicada para un trabajo eficiente en posiciones de sentado y de pie alternativamente. En el caso de las mesas, cuentan con sistemas ajustables en altura e inclinación.

Además se proporciona el alumbrado, ventilación y temperatura ambiental apropiados que permiten mantener buenas condiciones de trabajo, reduciendo la fatiga y minimizando las causas de accidentes.

4.9.5. Inventario mínimo

TSS minimiza esteras contra fatiga y otras características del equipo ayudan en crear un ambiente sano para el empleado. Trabajando de pie permite que el miembro del grupo use todo el cuerpo para cumplir su obra segura y eficientemente.

Usuarios de TSS han efectuado reducciones significantes en reclamos y costos de compensación por empleados.

El costo de inventario y los problemas de obsolescencia a cambiar estilos o en tiempo de ventas bajas. Su tiempo rápido de comienzo a terminación reduce la necesidad de gran cantidad de existencia de producto terminado. Producto en proceso generalmente es sólo una unidad por miembro de grupo. Lo que comienza hoy en el conjunto de costura será completado hoy, lo que se cortó y tal vez a punto que se pidió hoy o ayer.

Pedidos de urgencia despachados con prioridad mientras que órdenes a la medida llegan a ser rutinarias. Y con inventarios reducidos, vienen costos reducidos menos requisitos por espacio (un 25 ó 30 por ciento de espacio en planta) y se minimizan el manejo, conteo, movimiento y administración.

4.9.6. Calidad máxima

A razón de tener productos hechos una a la vez en flujo continuo, defectos se descubren más pronto y son corregidos inmediatamente para que no sean repetidos en cientos de unidades. Hacer el producto entero dentro de un grupo presta sentido de orgullo y propiedad que traen responsabilidad y enfoque sobre calidad máxima. Usuarios de TSS rutinariamente realizan más de 90 y aún hasta 100 por ciento en reducción de defectos con costos de calidad muy rebajados.

4.9.7. Ambiente de trabajo mejorado con mejor pago

Además TSS hace más significativo e interesante el trabajo de coser.

La producción completa de una prenda por un grupo, con variedad de trabajo, participación en el proceso y mejorías, se aprende a trabajar en grupo y otras habilidades y actividades, todos contribuyen en hacer mejor el día de trabajo y la obra. Y a razón de ganancias mayores en productividad y otras áreas financieras, usuarios de TSS pueden pagar más a sus empleados mientras se obtienen costos menores.

Cambia el trabajo de nivel mínimo en el mercado a un nivel de alta satisfacción para el obrero. Y el ambiente físico de trabajo con TSS con su limpieza, apariencia moderna y su adaptabilidad total al individuo mejora aún más el lugar de trabajo y orgullo. El cambio de personal y ausencia son reducidos mientras la moral mejora.

4.9.8. Flujo de producción balanceado

A diferencia de otros sistemas de manufactura, TSS queda totalmente balanceado – en absentismo, ya sea de corto o largo plazo, en variación de habilidades, y en rapidez de producción. Ya no hay necesidad de reuniones matinales y esfuerzos por mantener una planta balanceada manteniendo trabajo para todos los empleados. Tampoco hay las ineficiencias y diversiones mayores de tiempo y recursos de la administración para mantener programaciones y empleo completo de trabajadores. Además, no hay pérdidas de oportunidad para ganancias por empleados cuando el trabajo está fuera de balance.

4.9.9. Menos tiempo perdido

TSS también ha demostrado reducción en tiempo perdido y sus costos asociados, puesto que equipos operan menos tiempo y con menos esfuerzo.

Se puede obtener reportes de áreas de problema con más facilidad y hacer correcciones. Un usuario de TSS comparado su conjunto de equipos a TSS con el mismo producto y en la misma planta encontró una reducción de 75 por ciento en tiempo perdido.

4.9.10. Sistemas más sencillos

Todo se hace más sencillo con TSS, ya que la planeación emplea planes sistemáticos y acciones que permitan dirigir la producción, considerando los factores, cuánto, cuándo, dónde y a qué costo. Se establece límites o niveles para las operaciones de fabricación en el futuro. Se aprovechan los insumos de entrada y se procesan en forma adecuada, optimizando el producto resultante, elevando al máximo la eficiencia de la empresa.

Con la programación se proporcionan cantidades de producto necesario en el momento adecuado y a un costo total mínimo, congruente con las exigencias de calidad, facilitando el flujo ininterrumpido de materiales, herramientas piezas y servicios requeridos por el sistema de producción.

5. PLANEACIÓN PARA LA LOCALIZACIÓN DE LAS NUEVAS INSTALACIONES

Es necesario analizar el sistema que se puede implementar, todo esto con el fin de abarcar la mayor cantidad de demanda, optimizando las utilidades de la empresa, para aumentar el mercado y brindar un mejor servicio de calidad y satisfacción de necesidades a la mayor parte de la población consumidora del producto.

En el traslado de la planta no debe detenerse la producción por lo que ha de realizarse una planeación del desmontaje, transporte, montaje y puesta en marcha del sistema de producción.

Se utilizará el método CPM, por medio del cual se establecerá la ruta crítica de la ejecución del proyecto. A continuación se presenta las actividades con el tiempo planificado en la tabla IV:

Tabla IV. Período de tiempo de las actividades

	ACTIVIDADES	TIEMPO EN SEMANAS
1	Planeación de las nuevas instalaciones	3
2	Análisis de los costos por traslado	1
3	Actividades de desmontaje	2
4	Actividades de traslado	2
5	Actividades de montaje	3
6	Puesta en marcha del sistema	1

La matriz de secuencias se presenta en la tabla V:

Tabla V. Descripción de las actividades

	ACTIVIDADES	SECUENCIA
1	Planeación de las nuevas instalaciones	----
2	Análisis de los costos por traslado	1
3	Actividades de desmontaje	1
4	Actividades de traslado	2; 3
5	Actividades de montaje	4
6	Puesta en marcha del sistema	5

Para el cálculo de la matriz de tiempos asignados (días) se requieren tres cantidades estimadas: el tiempo más probable (M), el tiempo más optimista (O) y el tiempo más pesimista (P).

El tiempo más probable (M) es el tiempo normal que se necesita para la ejecución de las actividades. El tiempo más optimista (O) es el que representa el tiempo mínimo posible sin importar el costo o cuantía de elementos materiales y humanos que se requieran; es simplemente la posibilidad física de realizar la actividad en el menor tiempo. El tiempo más pesimista (P) es un tiempo excepcionalmente grande que pudiera presentarse ocasionalmente como consecuencia de accidentes, falta de suministros, retardos involuntarios, causas no previstas, etc. Debe contarse sólo el tiempo en que se ponga solución al problema presentado y no debe contar el tiempo ocioso.

Para el cálculo del tiempo asignado ("t") se utiliza el tiempo óptimo, más cuatro veces el tiempo moderado, más el tiempo pésimo, esta suma dividida entre seis.

Esta fórmula está calculada para darle al tiempo medio una proporción mayor que los tiempos óptimo y pésimo que influyen. Esta proporción es de cuatro a seis. A continuación se presenta el cálculo del tiempo en la tabla VI:

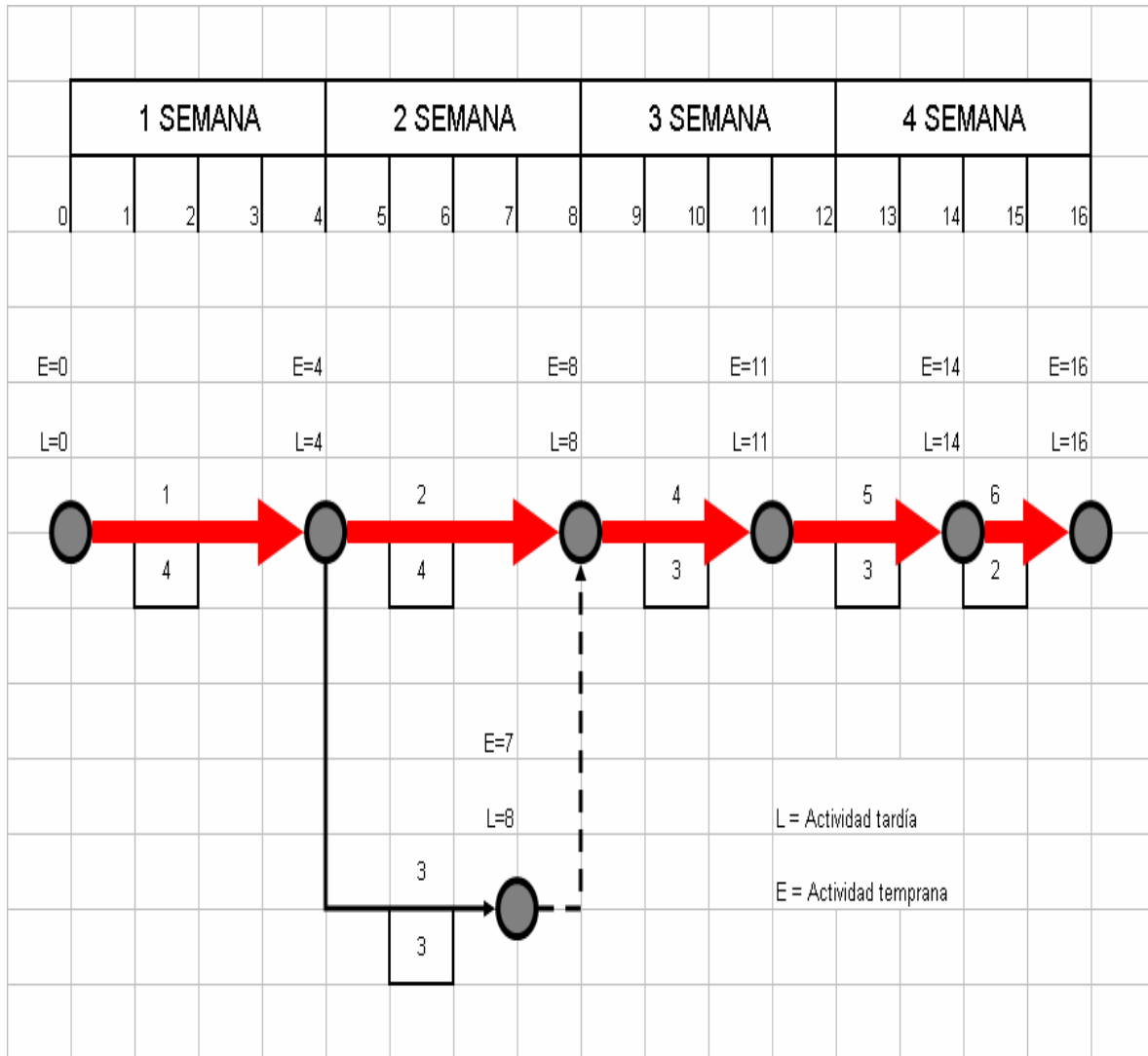
Tabla VI. Cálculo del tiempo asignado

	ACTIVIDAD	SEMANAS			
		Tiempo óptimo	Tiempo moderado	Tiempo pesimista	"t"
1	Planeación de las nuevas instalaciones	3	4	5	4
2	Análisis de los costos por traslado	2	3	4	3
3	Actividades de desmontaje	2	3	4	3
4	Actividades de traslado	2	3	4	3
5	Actividades de montaje	2	3	4	3
6	Puesta en marcha del sistema	1	2	3	2

La ruta crítica permitirá determinar las actividades que desde el inicio del proyecto hasta la culminación, no tienen flexibilidad en su tiempo de ejecución, por lo que cualquier retraso que se sufra en alguna de las actividades, provocará demora en todo el proyecto, incrementando los costos que se planifiquen.

Se utilizará la actividad temprana (E) que identifica el tiempo de ocurrencia más cercano en la actividad. Se empleará la actividad tardía (L) que es el tiempo de ocurrencia más lejano en la actividad, la construcción del Cpm se presenta en la siguiente figura:

Figura 7. Construcción del Cpm



La actividad crítica no puede ser retardada sin afectar la duración total del proyecto. En otras palabras, en el tiempo más temprano y el tiempo más tardío de inicio de la actividad son idénticos.

- Limitaciones económicas

Se determinará el costo óptimo para conocer si se puede hacer el proyecto con los recursos económicos disponibles. Si existe la posibilidad de realizarlo, se utilizará el tiempo total más favorable para las necesidades y objetivos del proyecto; en caso contrario el proyecto deberá esperar hasta tener los recursos económicos mínimos para realizarse.

- Ingresos

Dependen de la cercanía de las instalaciones a los clientes potenciales. En el caso de empresas productoras que provean a sus clientes (que con bastante frecuencia son, al mismo tiempo productoras y ensambladoras), el tiempo de entrega es un factor vital. En el caso de Zarahemla, S. A. la cercanía de las nuevas instalaciones no juega un papel preponderante ya que su cliente primordial espera el producto terminado para una fecha indicada cuando la campaña lo estipule.

A continuación se presentan los rubros que van inmersos los ingresos de las diferentes alternativas para la ubicación de Zarahemla, S. A.:

Tabla VII. Cálculo de los ingresos planificados de la opción 1

OPCION 1	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6
Ingresos						
Ventas	Q350,000.00	Q320,000.00	Q300,000.00	Q310,000.00	Q325,000.00	Q310,000.00
Documentos por cobrar	Q75,000.00	Q85,000.00	Q90,000.00	Q82,000.00	Q84,000.00	Q76,000.00
Cuentas por cobrar	Q45,000.00	Q24,000.00	Q32,000.00	Q46,000.00	Q23,000.00	Q44,000.00
Deudores varios	Q35,000.00	Q22,000.00	Q32,000.00	Q35,000.00	Q25,000.00	Q30,000.00
Mercadería en consignación	Q85,000.00	Q110,000.00	Q135,000.00	Q140,000.00	Q142,000.00	Q62,000.00
TOTAL	Q590,000.00	Q561,000.00	Q589,000.00	Q613,000.00	Q599,000.00	Q522,000.00

Tabla VIII. Cálculo de los ingresos planificados de la opción 2

Opción 2						
Ingresos	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6
Ventas	Q310,000.00	Q340,000.00	Q365,000.00	Q346,000.00	Q376,000.00	Q355,000.00
Documentos por cobrar	Q60,000.00	Q55,000.00	Q75,000.00	Q76,000.00	Q62,000.00	Q66,000.00
Cuentas por cobrar	Q43,000.00	Q40,000.00	Q36,000.00	Q40,000.00	Q29,000.00	Q31,000.00
Deudores varios	Q32,000.00	Q17,000.00	Q36,000.00	Q28,000.00	Q26,000.00	Q22,000.00
Mercadería en consignación	Q65,000.00	Q85,000.00	Q75,000.00	Q73,000.00	Q80,000.00	Q76,000.00
TOTAL	Q510,000.00	Q537,000.00	Q587,000.00	Q563,000.00	Q573,000.00	Q550,000.00

- Costos fijos

Los costos fijos iniciales generalmente ocurren una sola vez durante la vida del producto y que deben recuperarse a partir de los ingresos si la inversión es rentable. Las instalaciones nuevas cuestan dinero, una vez adquiridas ellas tendrán con absoluta seguridad, que invertirse más dinero. En el caso de Zarahemla, S. A., ha adquirido el terreno para la construcción de las nuevas instalaciones, por lo que ha incurrido en costos que con el tiempo se ha de recuperar.

A continuación se detallan los mismos en sus diferentes alternativas:

Tabla IX. Cálculo de los gastos fijos de las diferentes opciones

Opción 1	
Gastos Fijos	
Gastos de Instalación	Q20,000.00
Compra Terreno	Q1,000,000.00
Construcción de instalaciones	Q200,000.00
Gastos de transporte	Q6,000.00
TOTAL	Q1,226,000.00

Opción 2	
Gastos fijos	
Gastos de Instalación	Q36,000.00
Compra Terreno	Q1,500,000.00
Construcción de instalaciones	Q320,000.00
Gastos de transporte	Q12,000.00
TOTAL	Q1,868,000.00

- Costos variables

Son muy raras las veces en las cuales una empresa encuentra un solo sitio que pueda considerarse como el mejor en función de los ingresos totales y de los costos variables. La localización que ofrezca los mayores ingresos potenciales probablemente generara costos variables de operación más altos. La escogencia de un lugar óptimo exige que se tengan en cuenta todos estos factores. Seguramente haya que encontrar puntos de equilibrio entre los costos fijos, los costos variables y los ingresos potenciales y entonces, la selección de la localización final dependerá del mejor balance total. Los costos variables se detallan a continuación:

Tabla X. Cálculo de los costos variables de la opción 1

Opción 1						
Gastos variables	PERÍODO 1	PERÍODO 2	PERÍODO 3	PERÍODO 4	PERÍODO 5	PERÍODO 6
Costo de mano de obra	Q225,000.00	Q220,000.00	Q222,000.00	Q240,000.00	Q235,000.00	Q220,000.00
Costo de materia prima	Q75,000.00	Q85,000.00	Q88,000.00	Q92,000.00	Q83,000.00	Q79,000.00
Materiales	Q45,000.00	Q43,000.00	Q47,000.00	Q46,000.00	Q50,000.00	Q42,000.00
Energía eléctrica	Q15,000.00	Q18,000.00	Q17,500.00	Q14,000.00	Q8,500.00	Q12,000.00

Tabla XI. Cálculo de los costos variables de la opción 2

Opción 2						
Gastos variables	PERÍODO 1	PERÍODO 2	PERÍODO 3	PERÍODO 4	PERÍODO 5	PERÍODO O 6
Costo de mano de obra	Q142,000.00	Q145,000.00	Q140,000.00	Q138,000.00	Q139,000.00	Q132,000.00
Costo de materia prima	Q90,000.00	Q110,000.00	Q99,000.00	Q115,000.00	Q95,000.00	Q92,000.00
Materiales	Q55,000.00	Q57,000.00	Q58,000.00	Q52,000.00	Q59,000.00	Q58,000.00
Energía eléctrica	Q19,000.00	Q23,000.00	Q27,000.00	Q25,000.00	Q22,000.00	Q24,000.00

Al evaluar el sitio potencial se deben considerar todos los elementos que componen los ingresos y los costos.

Se utiliza el método de análisis del punto de equilibrio en donde se visualiza gráficamente dónde los ingresos son iguales a los gastos, y por ende en ese punto no existe utilidad, también es un punto de referencia a partir del cual un incremento en los volúmenes de venta generará utilidades. A continuación se presentan los ingresos y gastos acumulados de las alternativas, para determinar el punto de equilibrio de ambas:

Tabla XII. Cálculo de los ingresos y gastos acumulados de la opción 1

Opción 1				
Año	Ingresos	Ingresos acumulados	GASTOS	Gastos acumulados
1	Q 590,000.00	Q 590,000.00	Q1,586,000.00	Q1,586,000.00
2	Q 561,000.00	Q1,151,000.00	Q 366,000.00	Q1,952,000.00
3	Q 589,000.00	Q1,740,000.00	Q 374,500.00	Q2,326,500.00
4	Q 613,000.00	Q2,353,000.00	Q 392,000.00	Q2,718,500.00
5	Q 599,000.00	Q2,952,000.00	Q 376,500.00	Q3,095,000.00
6	Q 522,000.00	Q3,474,000.00	Q 376,500.00	Q3,471,500.00
7	Q 534,000.00	Q4,008,000.00	Q 363,000.00	Q3,834,500.00
8	Q 517,000.00	Q4,525,000.00	Q 377,000.00	Q4,211,500.00
9	Q 513,000.00	Q5,038,000.00	Q 361,000.00	Q4,572,500.00

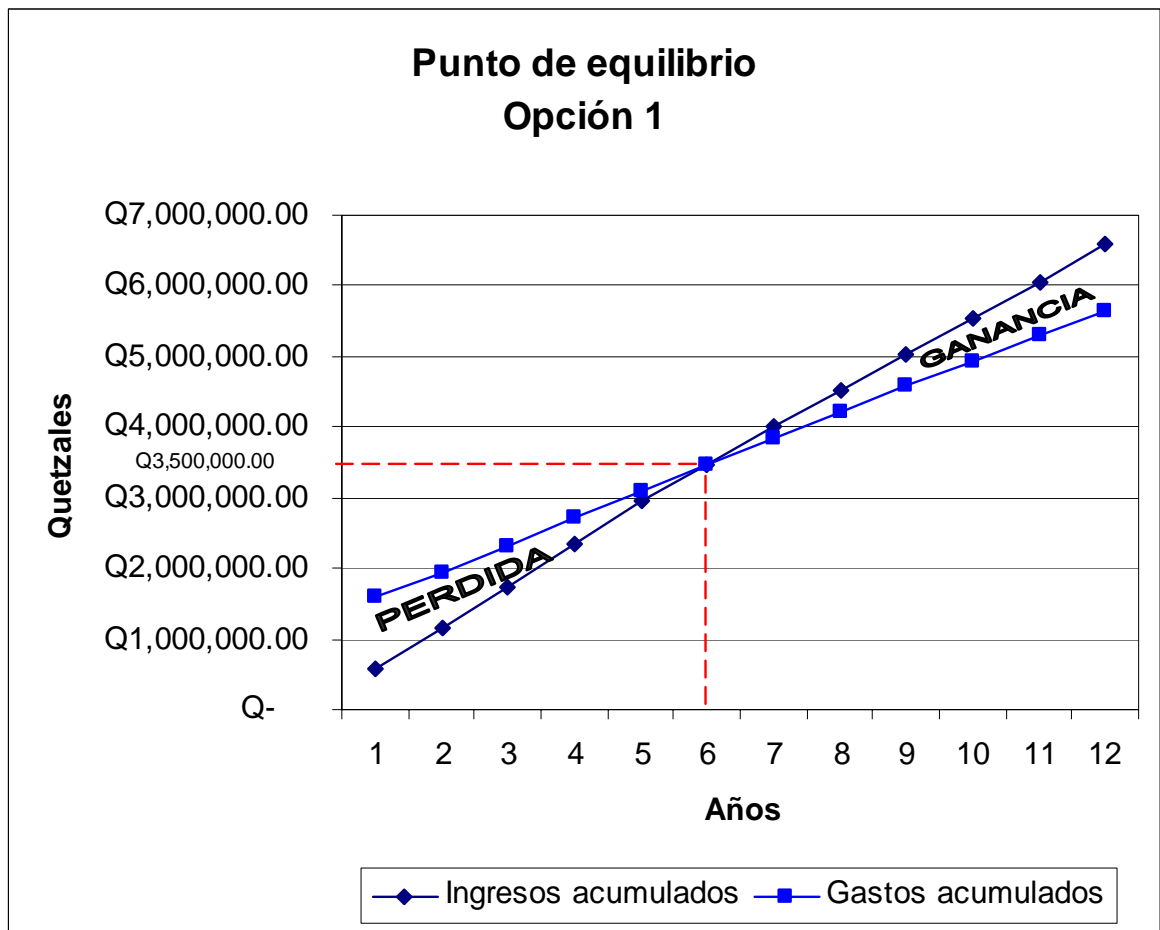
Tabla XIII. Cálculo de los ingresos y gastos acumulados de la opción 2

Opción 2				
Año	Ingresos	Ingresos acumulados	GASTOS	Gastos acumulados
1	Q 510,000.00	Q 510,000.00	Q2,174,000.00	Q2,174,000.00
2	Q 537,000.00	Q1,047,000.00	Q 335,000.00	Q2,509,000.00
3	Q 587,000.00	Q1,634,000.00	Q 324,000.00	Q2,833,000.00
4	Q 563,000.00	Q2,197,000.00	Q 330,000.00	Q3,163,000.00
5	Q 573,000.00	Q2,770,000.00	Q 315,000.00	Q3,478,000.00
6	Q 550,000.00	Q3,320,000.00	Q 306,000.00	Q3,784,000.00
7	Q 508,000.00	Q3,828,000.00	Q 318,000.00	Q4,102,000.00
8	Q 538,000.00	Q4,366,000.00	Q 319,000.00	Q4,421,000.00
9	Q 544,000.00	Q4,910,000.00	Q 319,000.00	Q4,740,000.00

El punto de equilibrio permitirá determinar el nivel de operaciones que se debe mantener para cubrir todos los costos de operación y para evaluar la rentabilidad a diferentes niveles de ventas.

Gráficamente el punto de equilibrio de la alternativa 1 se presenta de la siguiente manera:

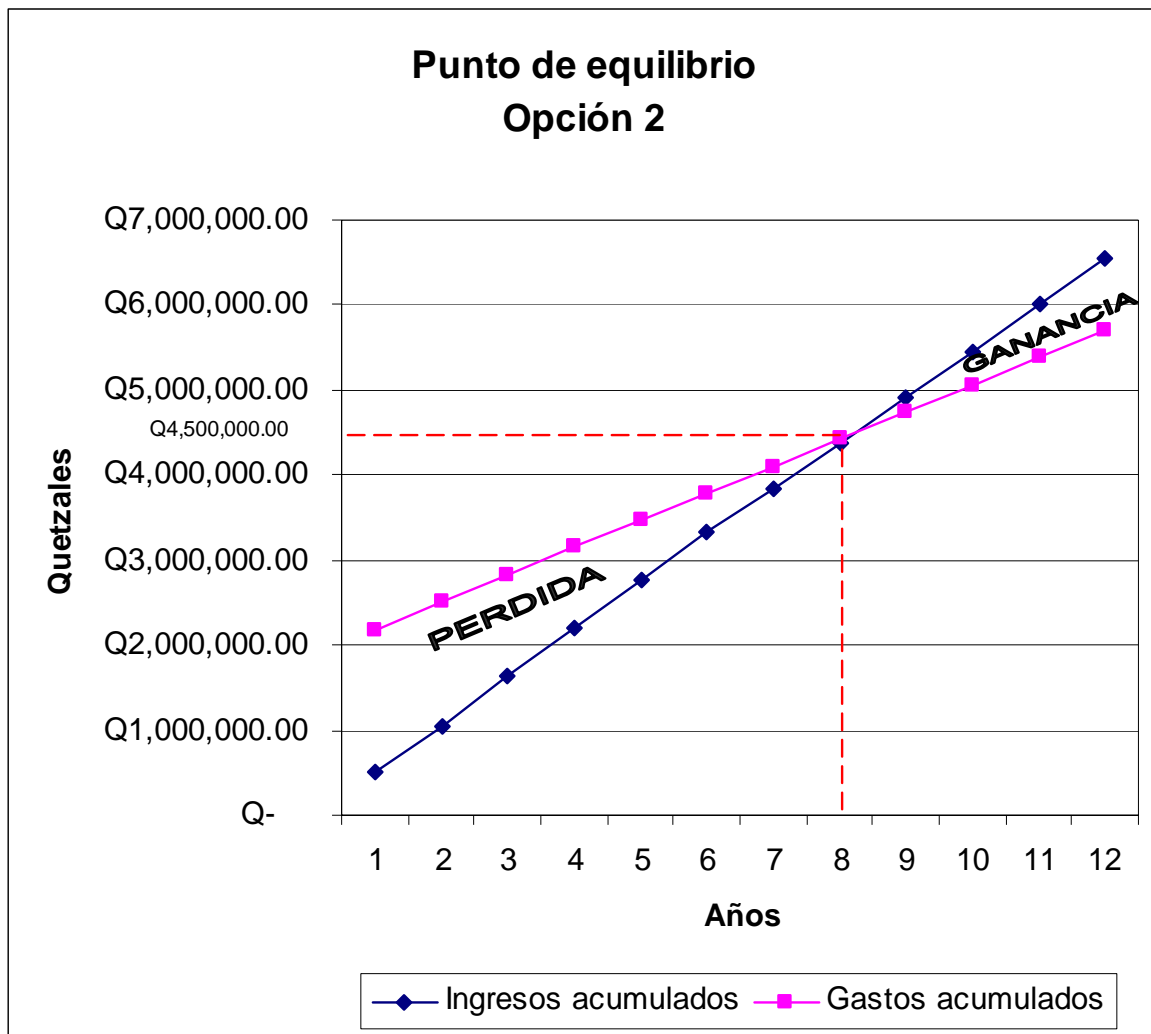
Figura 8. Punto de equilibrio para la localización de la planta opción 1



En el gráfico anterior se visualiza que la empresa recuperará la inversión a partir del sexto año, en el cual no generará ni pérdidas ni ganancias (Q.3,500.000.00), arriba de este monto la empresa generará ganancias y debajo de ella, la empresa incurrirá en pérdidas.

El punto de equilibrio de la alternativa 2 se presenta a continuación:

Figura 9. Punto de equilibrio para la localización de la planta opción 2



Según el gráfico anterior, la empresa recuperará la inversión a partir del octavo año, recuperando Q.4,500,000.00 el cual es un punto de referencia ya que los volúmenes de venta arriba de esa cantidad generarán utilidades, debajo de ese valor ocasionará pérdidas.

En el Gráfico 8, el punto de equilibrio se encuentra en Q.3,500,000.00 que es la posición en el cual los ingresos cubrirán exactamente los costos, recobrando la inversión en 6 años. En el gráfico 9, el punto de equilibrio está ubicado en Q.4,500,000.00 reintegrando la inversión en 8 años, por lo que la mejor alternativa económica es la opción 1, debido a que la inversión es mucho menor y ocupará menor margen de tiempo.

5.1.Procedimientos generales para la planeación de la localización de las nuevas instalaciones

La planeación de la localización de las nuevas instalaciones se realizó debido a que no se contaba con instalaciones adecuadas para la elaboración de la producción. Para la ubicación de las nuevas instalaciones se utilizó el método de asociación de puntos, el cual relaciona la distancia de la planta de producción a los recursos y al mercado. Se establecieron dos posibles alternativas para ubicar las nuevas instalaciones, la alternativa A se encuentra ubicada en la 5ª Avenida y 3ª calle de la colonia Atlántida zona 18 y la alternativa B ubicada se encuentra ubicada en 47 calle de la zona 12, por lo que se aplicó el siguiente procedimiento:

1. Se desarrolló una lista de factores relevantes.
2. Se asignó un peso a cada factor para indicar su importancia relativa.
3. Se asignó una escala común a cada factor.
4. Se calificó a cada sitio de acuerdo con la escala designada.

5. Se sumó la puntuación de cada sitio y se eligió el de máxima puntuación.

Tabla XIV. Cálculo de la ponderación de factores de las diferentes alternativas

Factor relevante	Peso asignado	Alternativa A		Alternativa B	
		Calificación	Calificación ponderada	Calificación	Calificación ponderada
M. P. disponible	0.33	5.0	1.65	4.0	1.32
M. O. disponible	0.25	7.0	1.75	7.5	1.875
Costo de los insumos	0.20	5.5	1.1	7.0	1.4
Costo de la vida	0.07	8.0	0.56	5.0	0.35
Cercanía del mercado	<u>0.15</u>	8.0	<u>1.2</u>	9.0	<u>1.35</u>
Suma	1.00		6.26		6.295

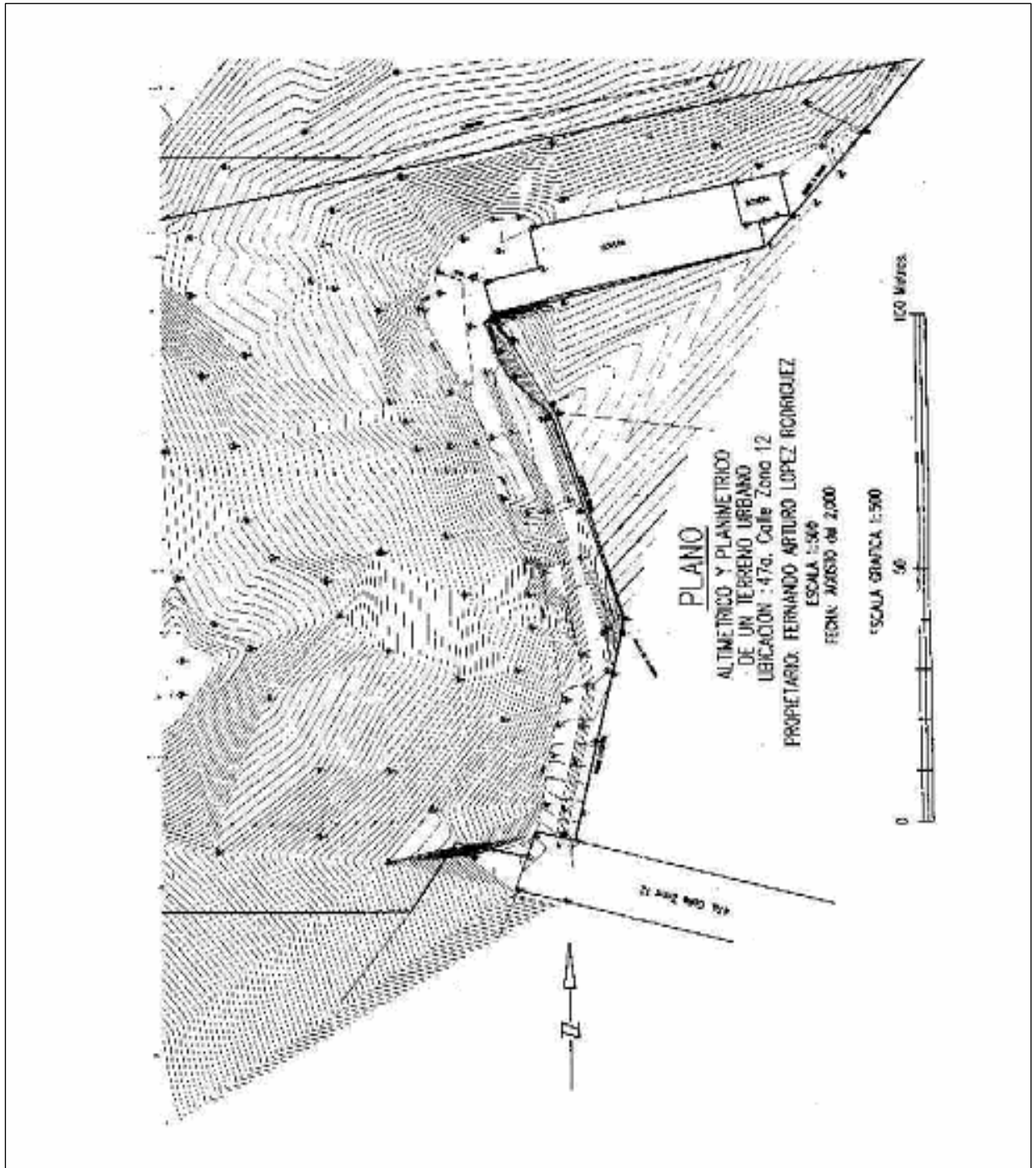
Se escoge la alternativa B porque posee la mayor puntuación ponderada.

5.1.1. Topografía

El tipo de terreno es plano, de textura arcillosa, contiene abundantes raíces, la rocosidad es nula, el relieve del terreno ligeramente ondulado. El terreno está ubicado en un área urbana, las dimensiones del mismo son 14 X 13.8 m, colinda al sur con el terreno propiedad de la Cervecería Centroamericana, al este con un taller de estructuras metálicas, al norte con una empresa de transporte y al sur con una hondonada. El clima es del tipo tropical. Se caracteriza por tener temperaturas suaves en la estación fría (comprendidas entre los 5 y los 15 °C) y cálidas en verano (entre los 25 y los 35 °C). La humedad suele ser elevada durante todo el año.

La situación topográfica es presentada en la siguiente figura

Figura 10. Situación topográfica del terreno



La figura muestra una vista de planta en especial los límites donde se encuentra la empresa, el plano topográfico permite determinar el lugar estratégico para realizar ampliaciones futuras, la parte frontal se va ocupar para parqueo de los visitantes y administración, en la parte de atrás se ubicarán los baños y una cafetería para los empleados y la administración.

5.1.2. Tipos de construcción

El edificio industrial es una estructura diseñada para satisfacer funcionalmente las necesidades de la empresa, tomando en consideración las áreas productivas e improductivas necesarias para su funcionamiento. El ingeniero industrial tendrá a cargo la planeación y el diseño del edificio, el ingeniero civil efectuará las actividades de construcción bajo la norma de máxima eficiencia y mínimo costo y el propietario proporcionará los fondos necesarios para la construcción del edificio.

5.1.2.1. Clase de edificio

La edificación industrial que se diseña en este proyecto consta de un nivel. Se distribuye el espacio para la zona de producción, administración y el área de carga y descarga de mercancías.

Los materiales a utilizar en la construcción son: block, madera, cemento, costaneras, laminas de zinc, hierro de $\frac{1}{2}$ " y de $\frac{3}{4}$ ".

5.1.2.2. Tipos de edificios

En construcciones de segunda categoría predomina el acero estructural con una combinación del concreto armado en cantidades menores, ya que éste último servirá de apoyo a las columnas de acero y a los tabiques de relleno. Las estructuras principales en las cuales intervienen las columnas, las uniones y las vigas pueden ser del tipo conocido como alma llena o vacía.

La cimentación de las columnas principales son individuales y de concreto armado. Los muros exteriores y los interiores generalmente transmiten su peso al suelo mediante cimentaciones corridas. La cubierta superior del edificio será de lámina de zinc.

Los muros exteriores no reciben ninguna carga superior por lo que su acabado será de superficie rústica pintada. Los muros interiores serán de bloques de cemento. Las ventanas serán metálicas, y las puertas serán de metal.

Los pisos para el área de producción serán de concreto armado sin pulir, ya que su resistencia y tipo están en función del proceso de producción, mientras que para el área de oficinas, serán de granito.

La construcción del área de oficinas será de concreto armado y el área de producción será de acero estructural, lámina, madera y mampostería.

Se tendrá un área de jardín y parqueo tanto para visitantes como para empleados, áreas de carga y descarga de mercadería, así como también áreas de servicios y deportivas para los empleados.

La ventilación y la iluminación se suministran aprovechando las fuentes naturales, utilizándose medios artificiales únicamente para operaciones aisladas que así lo requieran. Esto determina que los edificios de éste tipo tengan formas rectangulares alargadas.

Ventajas

- Las cargas que soportan pueden ser altas.
- Son amplios en su interior y esto los hace que se adapten perfectamente a procesos industriales pesados.
- Son de montaje fácil y rápido ya que sus elementos estructurales principales son prefabricados.
- Los costos de demolición son bajos permitiendo que los cambios en la instalación resulten económicos.
- Por ser de tal tipo prefabricados sus elementos principales, pueden ser vendidos en un momento determinado.

Desventajas

- Aunque el acero es un metal incombustible, cuando se le somete al fuego directo y continuo, la resistencia disminuye y se deforman los elementos con probables defectos destructivos, este riesgo es posible disminuirlo mediante la instalación de rociadores de agua suspendidos, los cuales se accionan mediante la sección, de sensores de humo.

- Son estructuras susceptibles a la vibración, lo cual trae como consecuencia una instalación ruidosa.
- Su costo de mantenimiento es muy alto debido a que aprovechan la ventilación natural, el interior del edificio está prácticamente a merced de la intemperie aumentando por lo tanto los costos de mantenimiento.

5.1.2.3. Techos industriales

El techo es el elemento que corona toda construcción. Un techo con pendiente mayor del 2% no estará sujeto al tránsito frecuente de persona y su carácter principal será el de proteger el interior de la planta industrial de los factores climatológicos o intemperie.

Los factores determinantes de un techo son:

- Impermeabilidad.
- Duración.
- Seguridad.
- Pendientes.
- Aislante térmica.
- Aislante acústica.
- El techo necesita dos elementos básicos:
- Cubierta
- Estructura.

Tabla XV. Grados y pendientes de la cubierta

TIPOS DE CUBIERTA	GRADOS	PENDIENTES
AZOTEAS	3	0.052
LÁMINA GALVANIZADA	15	0.268
LÁMINA DE ASBESTO	20	0.364

Torres Méndez, Sergio Antonio. Ingeniería de Plantas. Tesis Ing. Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 1999 75 pp

Las losas de concreto, la cubierta y la estructura se encontraran internamente vinculadas al extremo de constituir una cubierta estructural, cada una de ellas forma una unidad y cada una de ellas requiere materiales, formas, normas y en general, tratamientos diferentes.

5.1.2.4. Tipos de techos

Para las nuevas edificaciones el techo será inclinado utilizando lámina galvanizada y la pendiente máxima será de quince (15) grados, se utilizará el techo dos aguas, ya que evita el acumulamiento de agua durante el invierno lo que impide que el agua se filtre a través de la superficie

5.1.2.5. Materiales utilizados

Se utilizará la lámina acanalada ya que constituye uno de los productos más usados en nuestro medio por su fácil instalación, su peso ligero y su precio.

La lámina galvanizada es de color blanco azulado, peso ligero impermeable y no es aislante del sonido y del calor, mecánicamente por ser acanalada es muy resistente a la flexión.

5.1.2.6. Aspectos técnicos

Los techos que se utilizarán deberán tener la superficie lisa, continua, impermeable, impenetrable, sin grietas ni aberturas, lavable y sellada.

Se debe impedir la acumulación de polvo, suciedad y evitar al máximo la condensación debida a los vapores de agua, ya que al condensarse caen y arrastran la contaminación; además de que ésta facilita la formación de mohos y bacterias.

Para evitar esto, los techos deben sujetarse a una limpieza programada y continua, con un intervalo tal que asegure su sanidad. Para efectos de cálculo de la superficie de la cubierta se debe considerar todos los alerones de la misma, es importante considerar el área de estos, ya que pueden constituir un porcentaje apreciable del material a usar.

Dentro de la superficie total que se debe calcular, se debe tomar en cuenta las aristas exteriores del techo con respecto a las paredes laterales y el frente con el dorso del edificio, para que éstas tengan como mínimo una saliente de dos pies de distancia entre el techo y la pared, medidos perpendicularmente a las paredes.

Las láminas metálicas tendrán un traslape de entre cada lámina de dos pulgadas, esto incluye las láminas finales.

5.1.2.7. Ventilación

El aire dentro de la nave industrial será renovado naturalmente ya que se aprovecharán los medios naturales disponibles para introducir el aire al interior del edificio, pasarlo por él y expulsarlo, por lo que se utilizará la energía cinética del viento.

Los ventanales del edificio deberán ser colocados tanto longitudinalmente como frontalmente para una buena ventilación, ya que el viento algunas veces soplará paralelo al lado longitudinal y otra soplará al lado frontal. En la distribución de ventanas se aprovecharán las zonas de presión y de vacío, colocando ventanas de entrada y de salida respectivamente de tal manera que la acción combinada de ambos efectos produzca ventilación cruzada dentro del edificio evitando así los bolsones de aires dentro del mismo.

Las zonas de baja presión se encuentran próximas a las aristas de la pared perpendicular a la dirección del viento (pared anterior y posterior) y las zonas de vacío serán las paredes, que se encontrarán longitudinalmente a la dirección del viento, de tal manera que la acción combinada de estos efectos producirá una ventilación cruzada al abrir las ventanas.

Se utilizará el 25% del área de la superficie total de las paredes del edificio para las ventanas, permitiendo una buena ventilación natural.

La ubicación del edificio es Norte y el viento en la capital es de orientación norte, con la diferencia que el edificio está en su eje principal paralelamente al viento, esto quiere decir que el viento en su parte ancha no pega perpendicularmente hacia él.

Pero la ventilación se da por la sencilla razón que existe la puerta principal por donde se puede renovar el aire constantemente dentro del edificio.

Entre los factores a tomar en cuenta para el diseño del sistema de ventilación están los siguientes.

- Velocidad promedio del aire
- Dirección dominante
- Variaciones diarias y estacionarias de la velocidad y dirección.
- Obstáculos cercanos tales como edificios árboles, accidentes topográficos, vallas publicitarias etc.

La cantidad de aire que entra al edificio la se puede medir a través de la siguiente fórmula:

$$Q = C \times A \times V$$

Q = flujo de aire en m³ / seg.

C = Coeficiente de entrada de la ventana

A = Área de paso de las ventanas en metro cuadrados.

V = Velocidad del aire.

Tabla XVI. Coeficientes de entrada de aire

C	Características
0.25 - 0.35	Cuando actúa longitudinalmente
0.3 - 0.5	Cuando actúa frontalmente.

Fuente: Torres Méndez, Sergio Antonio Ingeniería de Plantas. Tesis Ing. Industrial, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1999 pp. 84

Se debe calcular el flujo de aire necesario por metro cúbico por segundo.

La fórmula anterior es

$$Q = C \times A \times V$$

Donde $C = 0.25$ debido a las condiciones en las que se encuentra el edificio ubicado.

$$A = 11.25\text{m}^3$$

$V =$ Velocidad del viento (información extraída del INSIVUMEH)

$V =$ 8 a 18 km. / h para efecto de calculo se utiliza 10 km./ h y se tiene el resultado de 166.666 m / seg.

Entonces el resultado sería:

$$Q = (0.25) (11.25 \text{ m}^2) (166.66\text{m/Seg.}) = 468.75 \text{ m}^3/\text{Seg.}$$

Conociendo el volumen de aire a renovar, se debe calcular el caudal de aire necesario para que se dé una buena ventilación.

$$CA = V \times \text{no-R} / \text{hora.}$$

$CA =$ Caudal de aire necesario (m^3 / hora)

$V =$ Volumen de aire que se desea renovar.

No. R. = Número de renovaciones de aire por hora.

$$CA = (468.75 \text{ m}^3/\text{Seg.})(4/\text{h})(60) = 112500 \text{ Mts}^3/\text{h}$$

Conociendo el caudal de aire y el flujo de aire que entra al edificio, se puede entonces verificar el balance entre ambas mediciones.

Volumen de aire renovador.

$$V = Q1 / (0.3116 - (T1 - tme.))$$

V = Volumen de aire en metro cúbico que se desea renovar por Hora.

Q1 = Calor a eliminar.

T1 = Temperatura interior que se desea.

Tme = Temperatura mínima exterior.

$$V = (60 \text{ m}^3/\text{h}) / (0.3116 - (24 - 21)) = 18.09 \text{ m}^3/\text{h}.$$

El caudal de aire que se renovará dentro del edificio será de $18.09 \text{ m}^3/\text{h}$, lo que permitirá mantener a temperatura, velocidad del aire y un nivel de contaminantes dentro de los límites admisibles para preservar la salud de los trabajadores

5.2. Costos de traslado

El propósito del traslado de la planta es hallar un orden de las áreas de trabajo y del equipo, lo que generará las siguientes ventajas:

- Incremento de la producción
- Disminución en los retrasos de la producción.
- Ahorro de área ocupada
- Reducción del material en proceso.
- Acortamiento del tiempo de fabricación
- Disminución de la congestión o confusión
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones

Los costos de traslado se detallan a continuación:

Tabla XVII. Cálculo de los costos por traslado

Costos por traslado		
No.	Actividad	Monto
1	Traslado de M. P.	Q900.00
2	Traslado de P. T.	Q850.00
3	Traslado de área de corte	Q700.00
4	Traslado de área de muestras	Q450.00
5	Traslado de área de plancha	Q450.00
6	Traslado de área de control de calidad	Q500.00
7	Traslado de área de empaque	Q550.00
8	Traslado de área de gerencia de producción	Q350.00
9	Traslado de área de retazo	Q450.00
10	Traslado de área de gerencia	Q800.00
	TOTAL	Q6,000.00

En cuanto a los gastos incurridos en la instalación se detallan a continuación:

Tabla XVIII. Cálculo de los gastos fijos por instalación

Gastos fijos	
Gastos de instalación	Q20,000.00
Compra terreno	Q1,000,000.00
Construcción de instalaciones	Q200,000.00
Gastos de transporte	Q6,000.00
TOTAL	Q1,226,000.00

No se dejó en ningún momento de producir, los módulos siguieron operando de manera que se minimizaron los gastos por traslado.

5.3. Cronograma de actividades para el traslado

El cronograma permitirá monitorear el desarrollo de las diferentes actividades en el traslado a las nuevas instalaciones, el mismo se presenta a continuación:

Figura 11. Cronograma de actividades

Comprende del 15-12 del 2000, al 15-01 del 2001

		SEMANA 1				SEMANA 2				SEMANA 3				SEMANA 4			
	ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Planeación de las nuevas instalaciones	■	■	■	■												
2	Análisis de los costos por traslado					■	■	■	■								
3	Actividades de desmontaje					■	■	■	■								
4	Actividades de traslado									■	■	■	■				
5	Actividades de montaje												■	■	■	■	
6	Puesta en marcha del sistema															■	■

5.4. Impacto del comportamiento humano en la localización de las instalaciones

Todo comportamiento es variado, depende en mayor parte de la actitud de la persona, ya que cuando se desea hacer las cosas se hacen aunque se tenga muchos obstáculos que atravesar.

En cuanto a la localización, las discusiones sobre la ubicación de las instalaciones son difíciles y complejas porque pueden traer muchas consecuencias para la organización, el estudio sobre la localización se centra muchas veces en los costos pero se sabe muy bien, que los costos no son toda la historia y además, los modelos deben interpretarse con cautela porque su resultado es a veces decepcionantemente impreciso.

Pero independientemente de su exactitud, los modelos son incompletos porque no tienen en cuenta aspectos que no sean cuantificables. A medida que se van agregando nuevos componentes, la empresa se torna más difícil de manejar.

La estructura de la organización y la forma en la cual se toman las decisiones operativas deben acomodarse a los cambios y los costos ocultos ocasionados por los procesos de adaptación no se incluyen, generalmente, en los modelos cuantitativos, constituyen aspectos cruciales en las decisiones relacionadas con la ubicación de las instalaciones.

Hay varios factores que tienen que ver con el comportamiento humano como.

- Diferencias culturales:

La decisión del cambio de instalaciones implica que se tendrá que contratar personal que viva en las colonias aledañas a la planta, como a la vez indica que la organización tiene que establecer unas relaciones apropiadas con la comunidad para encajar en la localidad y ser buen vecino y ciudadano. La empresa para tener éxito en estos compromisos, debe reconocer las modalidades especiales que tienen los diferentes sitios.

- 2) La personalidad:

La personalidad de un individuo es el resultado de una combinación de factores congénitos (herencia) y del medio. La estructura de cada ciudadano, el color de su piel, sus capacidades físicas y su habilidad intelectual afectan de manera definitiva su personalidad.

La combinación de los factores heredados, con aquellos que caracterizan el medio, las costumbres, los valores y los estándares se transmiten de generación en generación. Todos estos elementos se unen con las experiencias que pueden considerarse únicas en cada ser humano para formar su personalidad y esa personalidad a su turno, tiene efecto sobre el comportamiento, las actitudes y la forma como se mire la propia vida y la de los demás. La influencia central del medio en el hombre se presenta en cuatro instituciones sociales que inciden en la escala de valores y son la familia, la religión, la escuela y el estado. Como el acto de tener dependencia, iniciativa, para conformar un estilo propio en el manejo de las relaciones con otros y los objetivos y aspiraciones que se tracen para la vida. Son todos factores que están controlados en alguna forma, por los elementos que conforman el medio ambiente.

También los procesos de decisiones gerenciales se notan las diferencias culturales ya que esos procesos dependen de la escala de valores que tenga quien esté tomando las decisiones y, lo mismo que se presenta con cualquier otra persona, el bagaje cultural determina las normas y los valores.

Ese bagaje ayuda en consecuencia, a determinar las alternativas que son aceptables para ellos en una determinada situación. Son muchos los estudios que comparan distintos aspectos entre diferentes culturas que han demostrado que existen diferencias sustanciales entre los sistemas de valores gerenciales.

En el caso de Zarahemla, S. A., se ha enmarcado el caso del comportamiento humano en cuanto al cambio de instalaciones, por el hecho de la resistencia al cambio.

Al hablar de resistencia al cambio se entiende como a la oposición que tiene el personal ante la transformación efectuada en la empresa, un de ellas es que muchas personas viven al extremo de las nuevas instalaciones, por ejemplo una viven en la zona 18 y esto les representa gastos extra de buses. La gerencia está dispuesta a cambiar el horario, se entraba por lo general a las 7:30 hrs. para salir a las 18:00 hrs. Con el nuevo horario se entrará a las 8:00 hrs. para salir a las 17:30 hrs. Los operarios desean que se les reconozca lo de los pasajes extra pero la gerencia no accedió, con mucha razón, esto les representa costos extra para la producción.

Como consecuencia hay operarios que se han ido de la empresa antes que suceda el cambio por antipatía, y hay operarios que piensan que deben buscar otro empleo debido a lo lejano de las nuevas instalaciones; a través de una encuesta se ha podido evaluar estos aspectos para marcar la resistencia al cambio, en especial se ha puntualizado en donde radica el problema, situación que ha motivado a la gerencia a contrarrestar un poco la resistencia al cambio a través de una conferencia a los operarios por grupo, que fue una sugerencia del estudio de ingeniería, con la ayuda de un conferencista que les dio la platica a los distintos grupos.

El resultado de la conferencia fue positivo, se averiguó por medio de un entrevista verbal por qué aquellos operarios manifestaban no aceptar el cambio futuro en la empresa, pocos sostuvieron lo que habían dicho, y la mayoría de los operarios se trasladó a la nueva planta.

Ventajas de las nuevas instalaciones

- La capacidad máxima de producción de estas nuevas instalaciones podría, además, doblar los niveles actuales de producción, sin sobrepasar la capacidad de sus almacenes
- En la actualidad el proceso de distribución es realmente rápido, realizándose la carga de los camiones en media hora, frente a las dos o tres horas que se necesitaban en las antiguas instalaciones.
- La adecuada disposición de los medios físicos en un espacio determinado, ya esté prefijado o no, extendiéndose su utilidad tanto a procesos industriales como de servicios, por ejemplo; fábricas, talleres, grandes almacenes, hospitales, restaurantes, oficinas, etc.
- Se evita el retroceso y cruce en la circulación de los materiales.

Desventaja de las nuevas instalaciones:

- Con la nueva ubicación de las instalaciones, gran cantidad de personal renunciará a la empresa, debido al incremento en los diferentes gastos de transportación a la misma.
- La empresa deberá invertir en costos de capacitación para los nuevos operarios.
- Numeroso personal auxiliar en supervisión, control y mantenimiento.
- Monto elevado en gastos de inversión.

Los resultados de la plática con el personal operativo se describen a continuación:

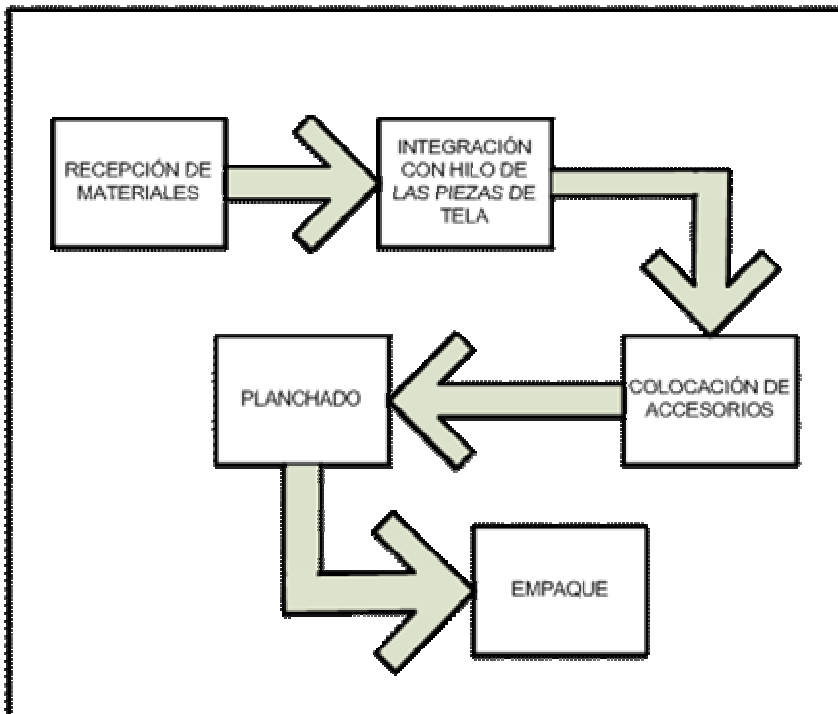
- El 60% de los encuestados tiende instintivamente a resistir el cambio como respuesta a temores conscientes e inconscientes.
- El 75% de los encuestados manifestó que el área donde laboran será afectada.
- El 66% reaccionó de manera negativa, ya que les inquieta que haya despidos obligatorios.
- El 46% indicó que hubo malos entendidos, por lo que se llenaron de ideas equivocadas y temores innecesarios.

6. PROPUESTA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LA NUEVA PLANTA

6.1. Distribución de la fábrica en las nuevas instalaciones

Se recomienda utilizar, como esquema para la distribución de instalaciones, el flujo de operaciones orientado a expresar gráficamente todo el proceso de producción, desde la recepción de la materia prima hasta la distribución de los productos terminados, pasando obviamente por el proceso de fabricación, según se puede observar en la figura 12.

Figura 12. Diagrama de bloque del flujo de materiales



Además de la localización, diseño y construcción de la planta es importante estudiar con detenimiento el problema de la distribución interna de la misma.

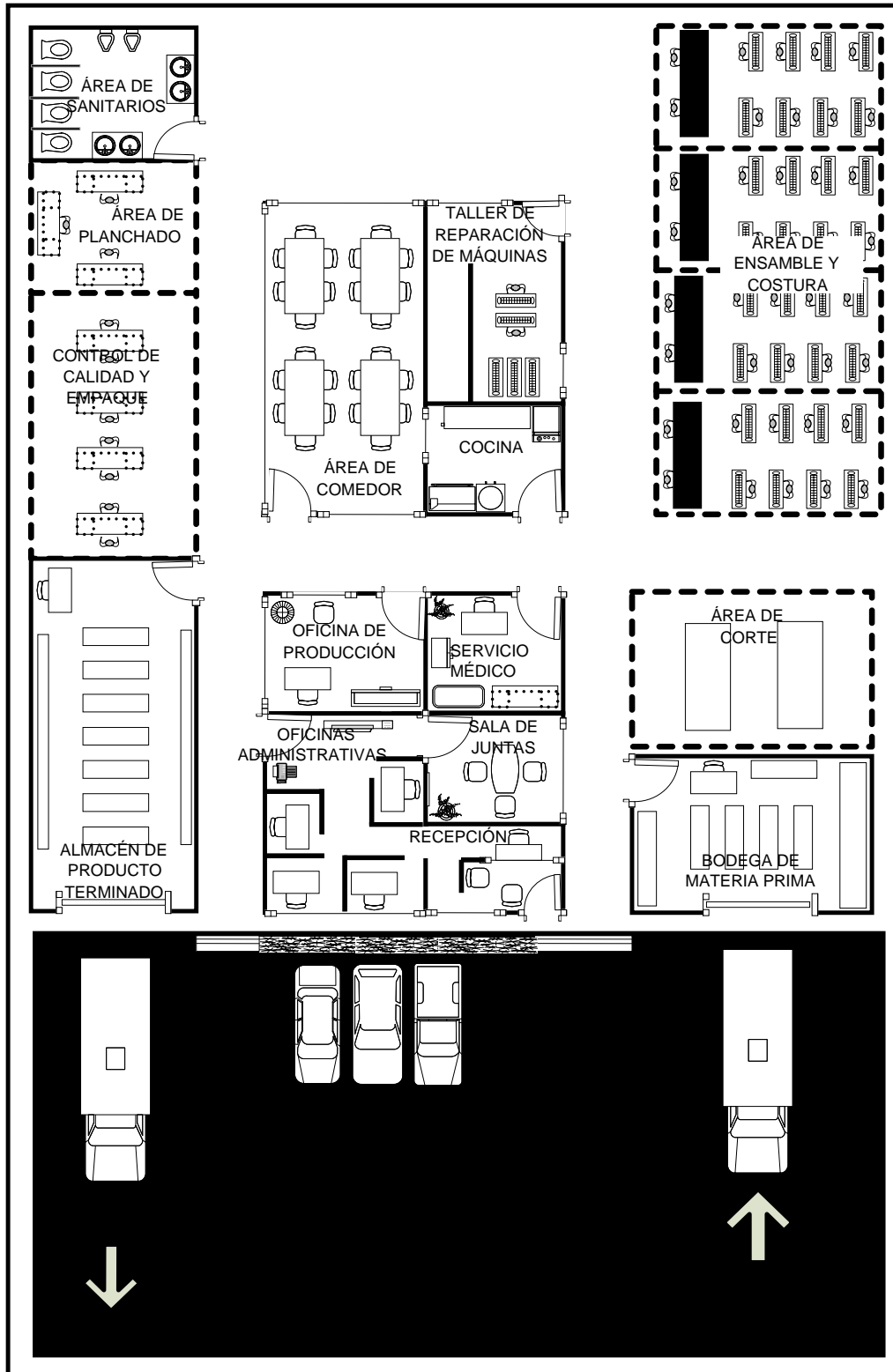
Para lograr una disposición ordenada y bien planeada de la maquinaria y equipo, acorde con los desplazamientos lógicos de la materia prima y de los productos acabados, de modo que se aprovechen eficazmente el equipo, el tiempo y las aptitudes de los trabajadores.

A continuación se señala una relación de las instalaciones necesarias para la empresa, y se presentan un bosquejo de su distribución interna:

- Almacén de materiales
- Área de ensamble y costura
- Área de acabado
- Área de planchado y empaque
- Almacén de producto terminado
- Oficinas administrativas
- Área de comedor
- Servicio médico
- Sanitarios
- Taller de reparación de máquinas

Se presenta la distribución interna de las instalaciones:

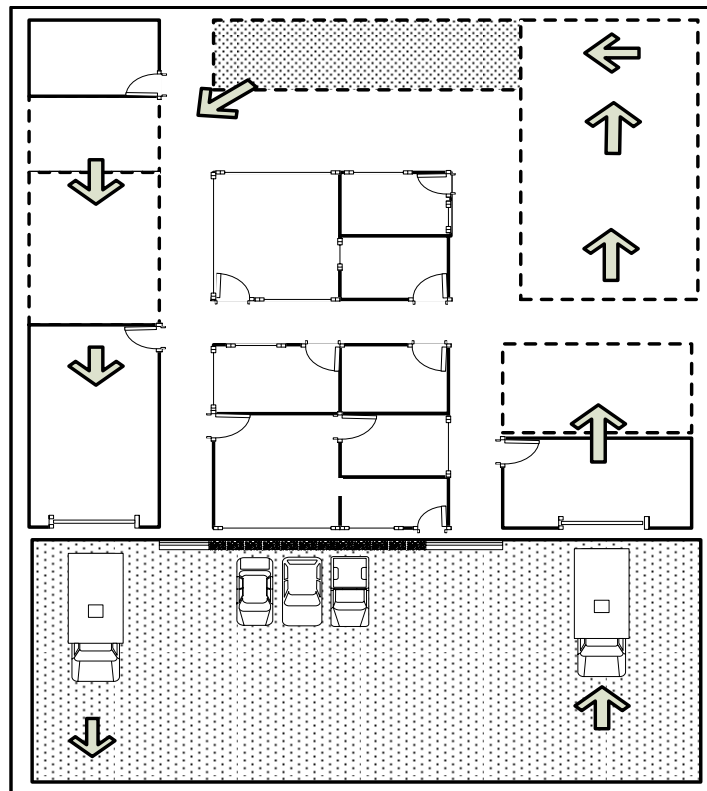
Figura 13. Distribución interna de las instalaciones de la planta



6.2. Distribución de la planta de producción

El proceso de confección de los diferentes tipos de ropa es similar, pues la maquinaria que se emplea para coser ropa hecha en serie es básicamente la misma. Se obtienen prendas de vestir como producto final. Se presenta el flujo propuesto del proceso productivo, sin embargo, se debe evaluar en cada caso la pertinencia de cada una de las actividades previstas, la naturaleza de la maquinaria y el equipo considerados, el tiempo y tipo de las operaciones a realizar y las formulaciones o composiciones diferentes que involucra cada producto o variante que se pretenda realizar. A continuación se presenta la distribución propuesta de la planta:

Figura 14. Distribución interna de la planta de producción

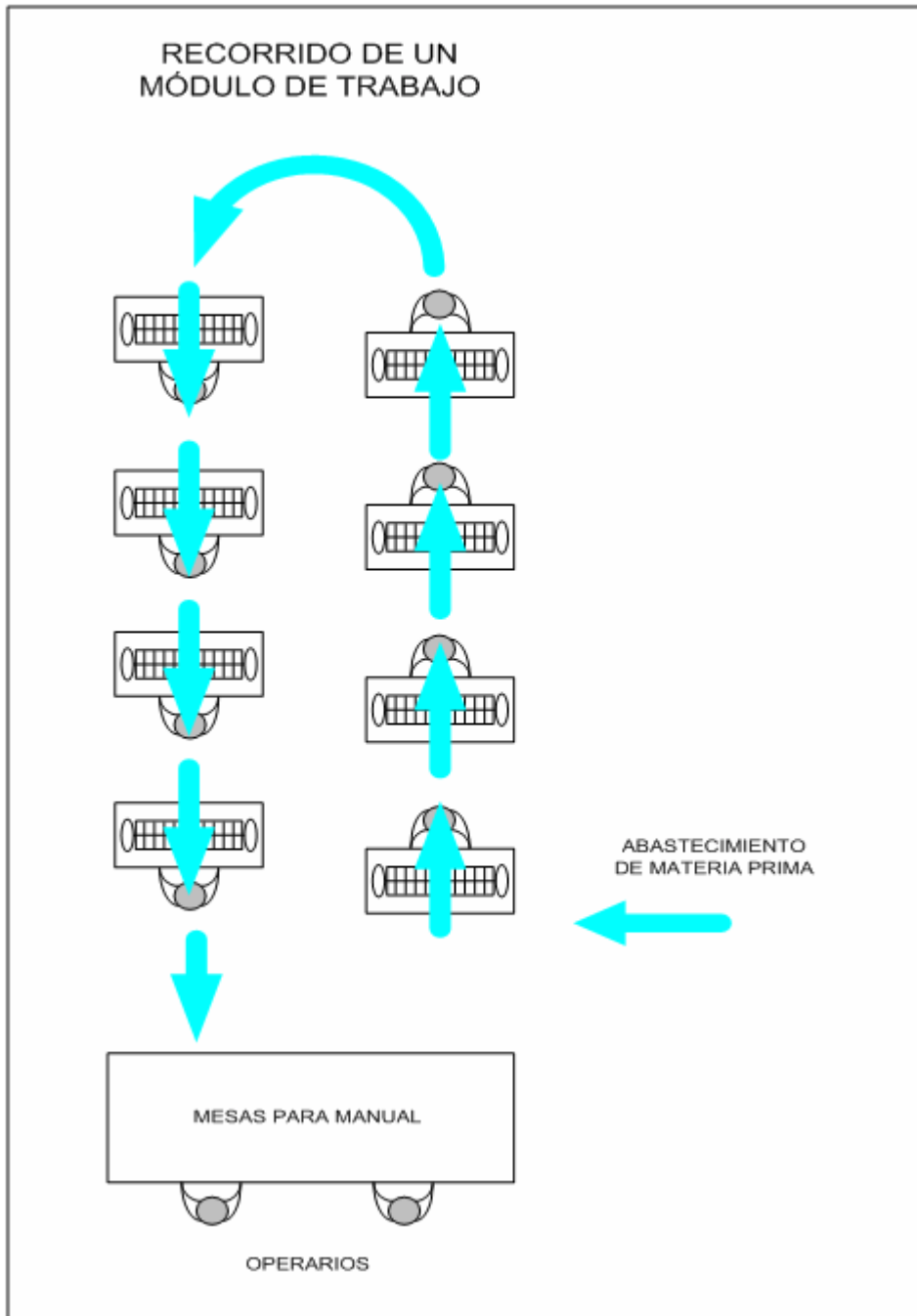


6.3. Distribución de los módulos de trabajo

Se propone utilizar 4 módulos de trabajo de 8 máquinas cada uno en los que se desarrollan las actividades individualmente, como lo enseña el proceso por módulos de trabajo; existe una aceptación buena en lo que respecta a los operarios, ya que su producción no ha descendido en nada, sino al contrario ha aumentado, porque producen lo mismo, pero no trabajan la misma cantidad de horas e inclusive se entra más tarde y se sale más temprano, por lo que se han economizado tanto en horas extras por parte de la gerencia, así como también por parte de los operarios. Hay casos en los cuales algunos de ellos se van a estudiar a la Universidad, y otros tienen tiempo para dedicarlo a otras labores, como se puede ver se ha ido avanzando en lugar de retroceder, eso ha sido bastante motivante para la gerencia y para el personal que labora.

A continuación se presenta la distribución de los módulos de trabajo:

Figura 15. Representación del movimiento dentro de un módulo de trabajo



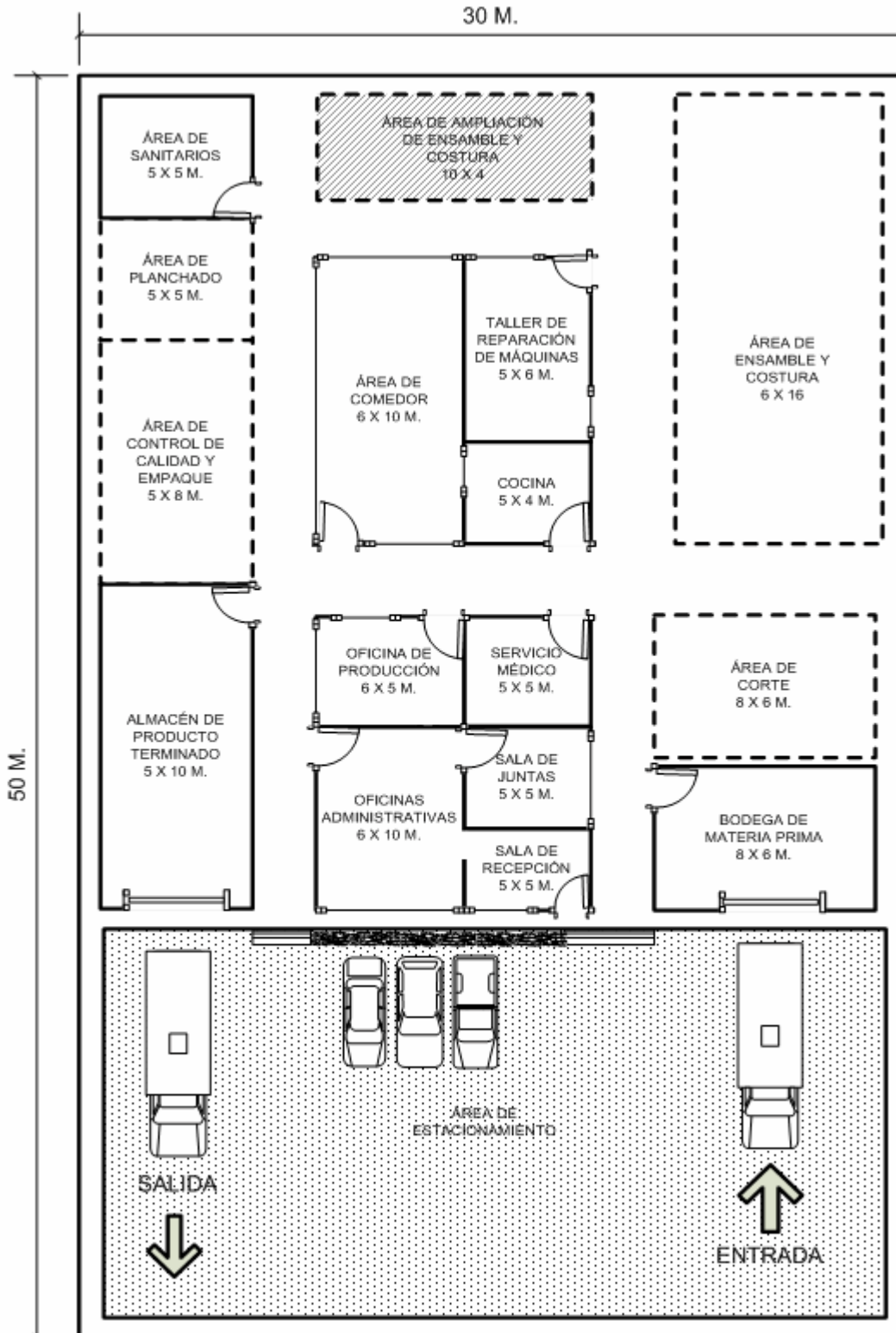
6.3.1. Plano propuesto para la ampliación del departamento de producción.

Para llegar a proponer un plano se debe tomar en cuenta muchos factores uno de ellos es la visión que se tenga para lograr los objetivos de los departamentos en general y unificarlos con la gerencia, para que no haya ninguna desavenencia con el tiempo.

Debido a que dentro de la distribución de planta se encuentra un espacio que se ha designado para el área de planchado se puede aprovechar parte del espacio que actualmente ocupará dicha área para un futura ampliación de los módulos de trabajo, se calcula que se puede ocupar con unos 3 módulos de trabajo más con 8 máquinas más cada uno y que la bodega de producto terminado se corra o se estreche un poco más en su espacio, ya que existe mucho producto que puede ser subastado para que por lo menos se saque los costos de operación en la mercadería y se aproveche más el área física.

A continuación el plano de una posible ampliación del departamento de producción, en él se detalla el área que se puede ocupar en forma sombreada y se muestran los otros módulos en producción.

Figura 16. Plano propuesto para ampliación del departamento de producción



6.3.2. Plano propuesto para el taller de reparación de máquinas

Para realizar una gestión eficiente del taller de reparación de máquinas, se debe administrar adecuadamente la bodega de repuestos realizando las siguientes funciones:

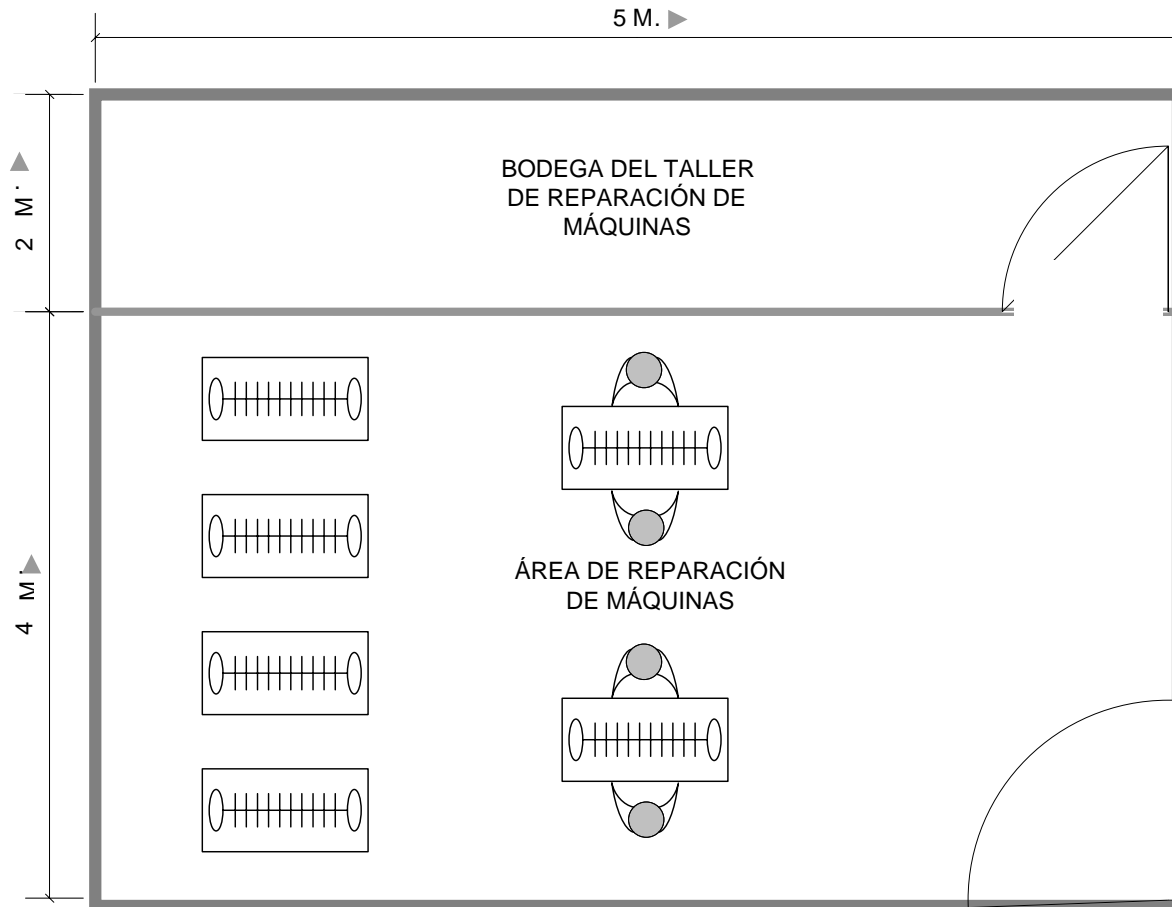
- Se debe tener el control del ingreso de repuestos a la bodega del taller.
- Es necesario tomar acciones orientadas al ordenamiento de los materiales y repuestos en el interior de la bodega de repuestos.

Establecer un lugar para el taller de reparación fue una idea que surgió de las necesidades observadas en el departamento de producción, debido a que cuando se reparan las máquinas se tiende a ensuciar todo a su alrededor, por lo que a la larga en lugar de ayudar se estaría estropeando el material que se confecciona.

Por tal es necesario asignar un área cerrada, es por ello que se ha elaborado un plano del lugar preciso donde puede colocarse el taller de reparación de máquinas, su ubicación es contigua al área de ensamble y costura, tomando en cuenta que se edificará una pared que divida los dos departamentos.

A continuación se presenta el plano del taller de reparación de máquinas:

Figura 17. Plano de la sección del taller de reparación de máquinas



6.4. Cálculo de iluminación

Iluminación

Los objetivos de una adecuada iluminación son los siguientes:

- **Uniformidad:** luz equilibrada y uniforme por toda el área. La luz uniforme promueve menor deslumbramiento, la luz deslumbrante directa (como la de un foco) y la reflejada (en superficies brillantes) se eliminan.

Además se dan menos sombras especialmente en el área de trabajo. Una transición drástica de la luz a la oscuridad o viceversa puede ser algo tremendamente incómodo para quienes tienen la visión reducida.

- Flexibilidad: cuando se necesita luz más brillante, se puede añadir o ajustar la iluminación.
- Concentración: la luz se dirige a las áreas que más la necesitan.

Para la iluminación de las diferentes áreas se utilizará el método combinado, iluminación natural y artificial. Este sistema debe ser planeado y diseñado para que se aproveche al máximo, minimizando gastos en iluminación artificial.

- Iluminación natural

La luz natural se obtiene al poner ventanales corridos en los extremos de las paredes laterales del edificio, así como láminas plásticas de color claro en los techos.

- 2) Iluminación artificial

Debido a las operaciones que se realizan en la fabricación de prendas, en el área de producción, como producir piezas que llevan costuras con un grado de dificultad mayor que el normal, el riesgo de cortarse las manos por falta de la iluminación apropiada es alto, se debe hacer una distribución óptima de las lámparas para eliminar los peligros mencionados. La técnica que se empleará es el método de cavidad zonal.

Este método es el más moderno y recomendado por el IES, asume que cada local está constituido por tres diferentes zonas o cavidades.

Cada una será tratada en conjunto, ya que tiene un efecto en cada una de las otras cavidades para producir iluminación uniforme. Este método calcula niveles horizontales de iluminación promedio a través de un espacio.

Cavidad de cielo: (H_{cc}) es el área medida desde el plano de las luminarias al techo.

Cavidad de ambiente: (H_{ca}) es el espacio entre el plano de trabajo donde se desarrolla la tarea y la parte inferior de la luminaria; el plano de trabajo se encuentra localizado normalmente arriba del nivel del piso.

Cavidad de piso: (H_{cp}) Se considera desde el piso a la parte superior del plano de trabajo o bien el nivel donde se realiza la tarea específica.

La teoría básica en este método de cálculo de iluminación es que la luz producida por una lámpara es reflejada por toda la superficie del área.

Los pasos a seguir para aplicar el método de cavidad zonal son los siguientes:

Escoger el nivel lumínico de acuerdo a una de las normas. Los trabajos se clasifican de acuerdo a las normas IES en:

Tabla XIX. Clasificación de rango (para el cálculo de Iluminación)

MONTAJE	RANGO
Simple	D
Moderadamente difícil	E
Difícil	F
Muy difícil	G
Extra difícil	H
Talleres	E
Trabajo grueso	D
Trabajo medio	E
Trabajo fino	H

Fuete: Pérez Joaquín, Edgar Herminio Elaboración de un programa de seguridad e higiene ocupacional para la industria de jabón de tocador en Guatemala. Tesis Ing. Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000 PP. 98

Escoger el tipo de luminaria, clasificada generalmente en directo, indirecto, semidirecto, semi-indirecto y de difusión general, de acuerdo con el porcentaje de luz dirigida hacia arriba y abajo (ver tabla XIX).

Los rangos de iluminación en lux se aplican en la forma siguiente:

D 200 – 300 – 500

Trabajos de gran contraste o tamaño. Trabajo sencillo de inspección o de banco.

E 500 – 750 – 1000

Trabajos de contraste medio o tamaño pequeño.

Trabajos moderadamente difíciles de montaje o banco.

F 1000 – 1500 – 5000

Trabajos durante periodos prolongados. Trabajo muy difícil de ensamblar, inspección o banco.

H 5000 – 7500 – 10000

Trabajos muy exigentes y prolongados, escoger los colores del ambiente.

Tabla XX. Clasificación de colores

COLOR	COEF. DE REFLEXIÓN
Blanco	75-85
Marfil	70-75 claros
Colores pálidos	60-70
Amarillo	55-65
Marrón Claro	45-55 semi-claros
Verde Claro	45-55
Gris	30-50
Azul	25-35
Rojo	15-20 oscuros
Marrón oscuro	10-15

Fuente: Pérez Joaquín, Edgar Herminio Elaboración de un programa de seguridad e higiene ocupacional para la industria de jabón de tocador en Guatemala. Tesis Ing. Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000 PP. 99

Tabla XXI. Coeficiente de mantenimiento

Mala	0.5
Regular	0.6
Buena	0.8

Se determinan las relaciones de cavidad de ambiente.

De cielo y de piso respectivamente.

$$RCA = (5Hca (L+W)) / (L \times W)$$

$$RCC = (5Hcc (L+W)) / (L \times W)$$

$$RCP = (5Hcc (L+W)) / (L \times W)$$

Buscar en la tabla XX, la reflectancia efectiva para la cavidad de cielo, entrando a la misma con los valores de reflectancia del cielo y de paredes, y la relación de cavidad de cielo (RCC).

Proceder de forma similar para encontrar la reflectancia efectiva de la cavidad de piso (Pcp), usando la reflectancia del piso (Pf).

Con los valores de relación de cavidad ambiente (RCA) y los de reflectancia efectiva cavidad de cielo (Pcc) y de reflectancia de paredes (Pp), encontrar o interpolar en la tabla correspondiente ver tabla XXI, el coeficiente de utilización, de acuerdo al tipo de luminaria usado. Esta tabla supone una reflectancia efectiva de cavidad de piso (Pcp) 20%. Si el valor encontrado antes difiere apreciablemente de 20 hay que multiplicar por el factor de corrección (o un factor interpolado, es necesario).

Se calcula el flujo lumínico total que hay que proporcionar:

$$O' = (E \times S) / (K \times k')$$

Al ser O' el flujo total, E la iluminación en lux, S la superficie en metros cuadrados, K el coeficiente de utilización K' el factor de mantenimiento. Se calcula el espaciamiento máximo de lámparas, de acuerdo al principio de uniformidad, para determinar el número de lámparas requeridas.

Se determina el flujo por lámpara dividiendo el flujo total entre el número de lámparas, y se escoge las bombillas de tubos adecuados para proporcionar como mínimo ese flujo de acuerdo con la tabla siguiente:

Tabla XXII. Clasificación de luminarias

Lámpara	W	LUMENES INICIALES	VIDA ÚTIL
Incandescente estándar	25	230	2500
Incandescente estándar	40	450	1500
Incandescente estándar	60	890	1000
Incandescente estándar	75	1200	850
Incandescente estándar	100	1700	750
Incandescente estándar	150	2850	750
Fluorescente estándar	20	1220	9000
Fluorescente estándar	40	3200	18000
Fluorescente high output	85	6450	12000

Fuente: Pérez Joaquín, Edgar Herminio Elaboración de un programa de seguridad e higiene ocupacional para la industria de jabón de tocador en Guatemala. Tesis Ing. Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000 PP. 99

Diseño de la Iluminación

Diseñar el alumbrado para el área de producción de una fábrica de confección con un área de 140 m².

Hcc = 5.00 m. Altura al cielo

Hcp = 0.90 m. Altura del banco.

Hca = 1.40 m. Altura del banco a la lámpara.

Aplicando el método de cavidad zonal se procederá de la siguiente manera: En área de fabricación se produce ropa de todo tipo para el requerimiento que haga Avón, con una inspección rigurosa.

Para escoger entre los límites establecidos, se tomarán en consideración los siguientes factores de peso, según la siguiente tabla:

Tabla XXIII. Factores de peso

	-1	0	+1
EDAD	< 40	40 – 45	>55
VELOCIDAD O			
EXACTITUD	No importa	Importa	Crítico
REFLECTANCIA			
ALREDEDOR	>70%	30%– 70%	<30%
Si los factores de peso suman			
(-2 o -3)		Usar valor inferior	
(-1 o +1)		Usar el valor medio	
(+2 o +3)		Usar el valor superior	

Los factores de peso son edad 40 años; el factor de peso que le corresponde tiene un valor de -1 , en cuanto a la exactitud el factor de peso es 0, reflectancia de alrededor es de 30% - 70%, o la suma de los factores de peso nos da $+1$, por lo que se usará el valor medio.

H = 7500 luxes.

Se escoge el tipo de alumbrado fluorescente directo por ser más eficiente tipo B.

Reflectancia alrededor se obtiene de la siguiente forma.

Pp Semiclaro	50%
P.c. Blanco	70%
Pf Gris	50%

Coefficiente de mantenimiento $k^\circ = 0.6$ regular.

Cálculo de cavidad ambiental.

$$Rca = 5 \times hca \times (L + W) / L \times W = 5 \times 1.40 \times 22 / 112 = 1.38$$

$$Rcc = 5 \times hcc \times (L+W) / L \times W = 5 \times 2.7 \times 22 / 112 = 2.65$$

$$Rcp = 5 \times 09 \times 22 / 112 = 0.88 = 1$$

Obteniendo $Pcc = 54\%$

Debido a que el valor de Ko para $Pcc = 54\%$ y $Tca = 1.38$ se toma el dato mayor por es mínima la diferencia de Pcc .

Entonces el coeficiente de utilización es:

$$K = 0.71 = 71\%$$

Encontrando Pcp para verificar el fuera aproximadamente el 10% el Ko anterior entonces busco $Pcp = 58\%$ es mayor que el 20 % se hace factor de corrección F.c. = 1.04 a un 30% de reflectancia tomando el valor mayor en tabla porque es mínima la diferencia.

Entonces el nuevo K es $K = k^\circ \times FC = 0.71 \times 1.04 = 0.738 = 73.8\%$.

Ahora el factor de mantenimiento $K^\circ = 0.6$ de las luminarias.

El flujo total es.

$$\varnothing = E \times S / K \times K^\circ = 7500 \text{ luxes } 140 / 0.738 \times 0.6 = 2371273.7 \text{ lumen}$$

$$\varnothing = 1897018.9 \text{ lumen.}$$

Para cumplir con los requisitos de uniformidad, se adopta el criterio de espacio máximo.

$$\text{Entonces} = 1.5 \times H = 1.5 \times 1.4 = 2.10 \text{ m,}$$

Distribuyendo las lámparas por filas, a lo largo.

$$14/2.10 = 6.67 \text{ que equivale a un total de 7 lámparas.}$$

Ahora a lo ancho:

$$\text{Lámpara. Ancho} = 7 / 2.10 = 3.809 \text{ un total de 4 lámparas a lo ancho.}$$

$$\text{Se necesita un total de: } 7 \times 4 = 28 \text{ lámparas.}$$

Los espaciamientos reales serán, a lo largo:

$$14/2 = 2 \text{ m}$$

A lo ancho:

$$8/4 = 2 \text{ m.}$$

El flujo mínimo que debe aportar cada lámpara será:

$$\varnothing \text{Min.} = 1897018.9 / 28 = 84688.35$$

Entonces se tomarán 28 lámparas de 2 tubos en 3 paneles.

6.4.1. Áreas de oficinas

Para obtener los datos de dichas áreas se basó el cálculo en el ejemplo anterior por lo tanto se escribirán sólo los resultados.

Para la oficina de reuniones se necesitan.

Dos lámparas de 3 tubos cada una de 40 Wats. Se cubrirá un área de 3.00 x 5.30 metros.

Oficina de secretaria:

Se necesita dos lámparas de 2 tubos de 40 Watts. Se cubrirá un área de 2 x 5.30 metros.

Oficina administrativa.

Se necesitan 4 lámparas de 2 tubos de 40 Watts. Se cubrirá un área de 5 x 5.30 metros.

Oficina de producción.

Se necesita 1 lámpara de 3 tubos de 40 Watts. Siendo un área de 4.15 x 4.20 metros aproximados.

6.4.2. Bodega de producto terminado

En el caso de la bodega de materia prima se debe tomar en cuenta varios factores como el estibar cajas a la altura deseada para abarcar un mejor espacio, y bajo el concepto de buena iluminación para desarrollar tareas minuciosas.

Se ha hecho un cálculo aproximado de dos lámparas de 3 tubos de 40 Watts. Para cubrir un área de 10 x 5 m. en total.

6.4.3. Bodega de materia prima

Para un área aproximada de 8 x 5 m. Se toma en cuenta que para dicho ambiente no se necesita mucha luz, por lo tanto se calcula dos lámparas de 2 tubos cada uno de 40 Watts. Se debe tomar en consideración que las lámparas se deben colocar a una distancia aproximada de 3.10 metros del nivel del suelo, con la condicionante que se desea que estén más arriba se pueden colocar en el momento preciso.

6.4.4. Departamento de control de calidad

En el departamento de control de calidad, las tareas a desarrollar son de dificultad bastante grande, luego se toma en cuenta que las lámparas se bajan a un nivel de 1.10 m. sobre la mesa de trabajo, para obtener mayor visión y aprovechamiento de haz luminoso el color de piso es otro factor determinante así como el de paredes. El área a ocupar es de 2.50 x 5.00 m. en general, pero el área específica es la que abarca la mesa de trabajo.

En lo que respecta a Zarahemla, S. A. se debe adquirir mesas para utilizarlas en forma de U para recepción y despacho del producto a revisar, las medidas aproximadas son:

Mesa frontal de 2.50 m. de largo por 0.90m altura. Dos mesas laterales de 3.00 m. de largo por 0.90 m. de altura. Entonces se ha calculado un total de 3 lámparas de 2 tubos de 40 Watts, teniendo una altura del área de trabajo hacia la lámpara de 1.10 m. como máximo

6.4.5. Departamento de empaque

Para dicha área se toma en cuenta la adquisición de dos mesas de 0.80 m. de altura con un tablero de 1.20 m. de ancho por 2.00 m. de largo para poder colocar en condiciones normales la mercadería que llega para empaque y etiquetado.

Se necesitan 2 lámparas de 2 tubos de 40 Watts. Para poder laborar en condiciones normales.

6.4.6. Departamento de planchado

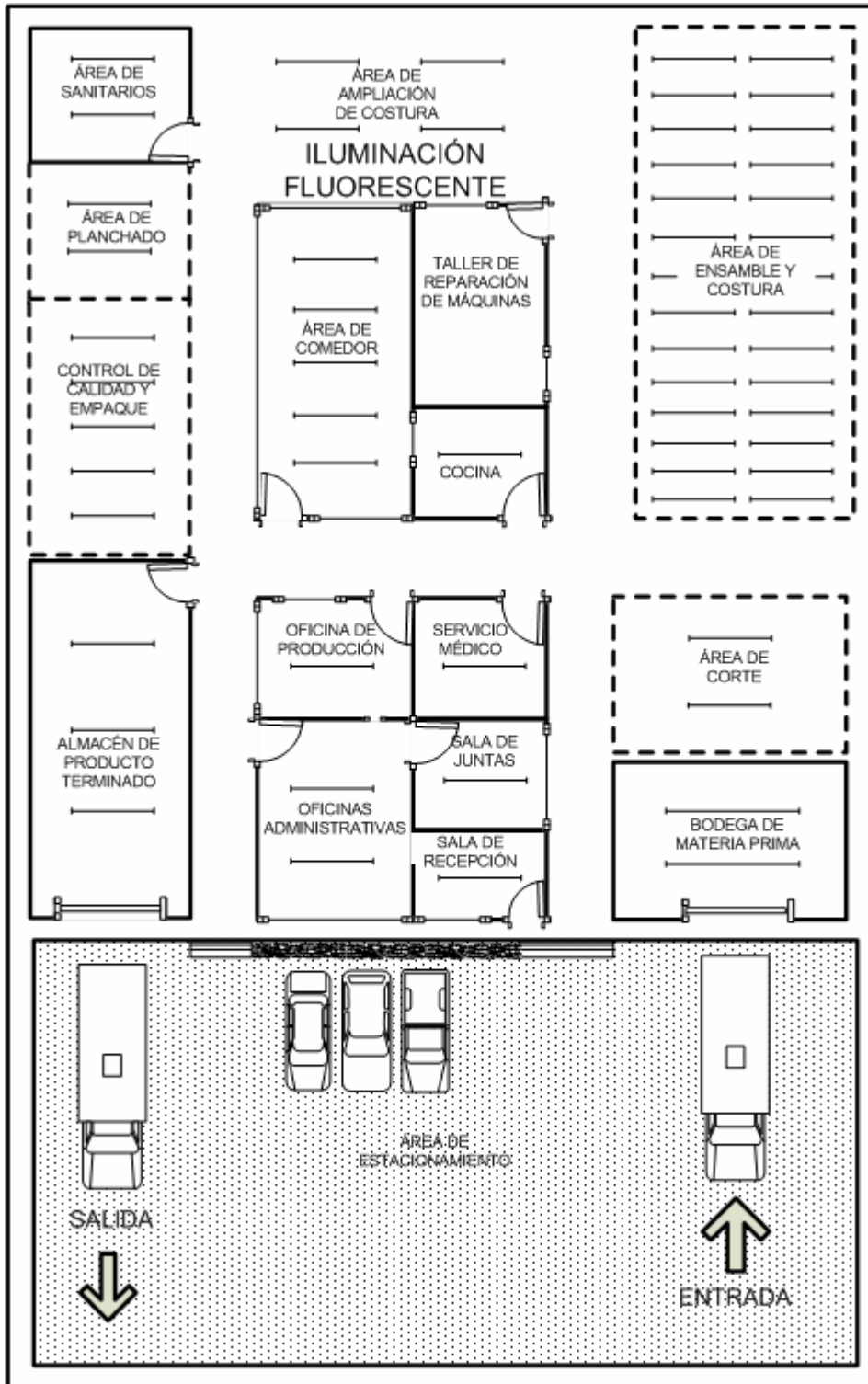
En lo que se refiere al departamento de planchado se debe tomar en cuenta que bajo las condiciones actuales se debe adquirir un mejor mobiliario para el departamento, laborando en la forma actual se debe tener la siguiente iluminación: Tres lámparas de 2 tubos por 40 Watts. Para tener mayor eficiencia.

6.4.7. Instalación de cafetería

En lo que se refiere a cafetería se toma en consideración que casi está a la intemperie tiene un buen ventanal que recibe buena luz natural, por lo que se recomienda iluminación artificial durante la noche por si tocase que trabajar horas extras.

Se ha escogido para cubrir un área aproximada de 10.00 m² con cinco lámparas de 1 candela por 40 Watts. Para poder cumplir con el requerimiento adecuado. A continuación se presenta el plano propuesto de iluminación de las nuevas instalaciones de la empresa Zarahemla, S. A.

Figura 18. Plano propuesto de iluminación de la empresa Zarahemla, S. A.



6.5. Diagramas propuestos del proceso de producción

Los diagramas son una representación esquemática de una secuencia de operaciones o procesos, aplicables sobre todo a un componente de un ensamble o en los procedimientos aplicables a una sucesión de trabajos en particular.

Son especialmente útiles para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez expuestos estos periodos no productivos, se puede proceder a su mejoramiento.

6.5.1. Diagrama de operaciones

El diagrama propuesto muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones y márgenes de tiempo a utilizar en el proceso de confección en general de las prendas de vestir, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado.

Además permite mejorar los valores de tiempo asignados a cada operación e inspección. Para obtener estos valores se realizaron estimaciones de los tiempos necesarios para ejecutar diversas acciones.

El diagrama ayudó a promover y explicar el método propuesto y proporciono la información necesaria, para comparar el sistema actual que se encuentra detallado en figura IV, versus el propuesto.

El estudio de tiempos, fue realizado con un cronómetro en el lugar de trabajo. Para la toma de tiempos fue necesario hacer visitas al área de producción y tomar tiempos para cada operación.

Se aplicó la lectura a vuelta cero, haciendo mediciones para registrar los tiempos y el ritmo de trabajo para los elementos de las diferentes tareas realizadas, y para analizar los datos y así determinar el tiempo necesario para desempeñar una tarea definida.

El tiempo normal en minutos necesario para los elementos de trabajo se pueden expresar por:

$$TN = TMO (1 + FN)$$

Donde:

TN = minutos normales para realizar el elemento

TMO = Tiempo medio observado = \bar{T}

FN = Factor de nivelación

El TN es el tiempo en el que un operario capacitado, conocedor del trabajo y desarrollándolo a un ritmo «normal», emplearía en la ejecución de la tarea objeto del estudio.

Para determinar el factor de nivelación se utilizó el sistema Westinghouse, desarrollado por *Westinghouse Electric Corporation* y descrito por Lowry, Maynard y Stergemerten¹, ya que es un sistema de calificación que es simple y conciso, basado en puntos de referencia.

¹ S. M. Lowry, H. B. Maynard y G. J. Stegermerten, Estudio de tiempos y movimientos y fórmulas para los incentivos en los salarios, 3a. ed. (Nueva Cork: McGraw – Hill, 1940), pp. 2077-250

Este método considera cuatro factores al evaluar la actuación del operario, que son la habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia.

La habilidad se define como la pericia para seguir un método dado y se puede explicar más relacionándola con la calidad artesanal, revelada por la apropiada coordinación de la mente y las manos. Según el sistema Westinghouse de calificación o nivelación, existen 6 grados o clases de habilidad asignables a operarios y que representan una evaluación de pericia aceptable, tales grados son: deficiente, aceptable, regular, buena, excelente y extrema. El observador debe evaluar y asignar una de estas seis categorías, que va desde +15% hasta -22%.

Según el sistema de esfuerzo o empeño se define como una "demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia". El empeño es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y puede ser en alto grado por el operario. Pueden distinguirse seis clases representativas de rapidez, deficiente, aceptable, regular, bueno, excelente y excesivo, al excesivo se le asigna valor de +13% hasta -17%.

En la calificación o nivelación, existen 6 grados o clases de habilidad asignables a operarios y que representan una evaluación de pericia aceptable, tales grados son deficiente, aceptable, regular, buena, excelente y extrema, se debe evaluar y asignar una de estas seis categorías, que va desde +15% hasta -22%.

Las condiciones a que se ha hecho referencia en este procedimiento de calificación de la actuación, son aquellas que afectan al operario y no a la operación, las condiciones serán calificadas como normales o promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la forma en la que se hallan generalmente en la estación de trabajo.

Se han enumerado 6 clases generales de condiciones que van desde + 6% hasta -7% estas condiciones de estado general se denominan ideales, excelentes, buenas, regulares, aceptables y deficientes.

El último de los cuatro factores es la consistencia del operario. Debe evaluarse mientras se realiza el estudio. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican consistencia perfecta; hay seis clases de consistencia perfecta, excelente, buena, regular, aceptable, y deficiente, asignando el valor más 4% a la consistencia perfecta y de menos 4% a la deficiente.

Una vez que se ha asignado la habilidad, el esfuerzo, las condiciones y la consistencia de la operación y se han detectado sus valores numéricos, el factor de actuación se determina sumando algebraicamente los cuatro valores, como se presenta a continuación:

<u>Factor de nivelación</u>		<u>Calificación</u>
Habilidad	C2	+ 0.03
Esfuerzo	C1	+ 0.05
Condiciones	C	+ 0.02
Consistencia	C	+ <u>0.01</u>
Suma algebraica		+ 0.11

Para calcular el tiempo estándar se debe dar un margen de tolerancia al tener en cuenta las interrupciones, retrasos y movimientos lentos producidos por la fatiga inherente al trabajo.

- Retrasos personales

Las condiciones generales en que se trabaja y la clase de trabajo que se desempeña, influirá en el tiempo correspondiente a retrasos personales. El tiempo por retrasos personales dependerá naturalmente de la clase de persona y de la clase de trabajo, pero se han hecho estudios detallados que demuestran un margen o tolerancia de 5% por retrasos personales, o sea aproximadamente de 24 minutos en ocho horas, aplicándose este porcentaje para condiciones típicas para la mayor parte de trabajadores.

- Fatiga

Va desde el cansancio puramente físico hasta la fatiga psicológica e incluye una combinación de ambas, el resultado es la aminoración en la voluntad para trabajar. Los factores más importantes que afectan la fatiga son condiciones de trabajo, luz, temperatura, humedad, frescura del aire, color del local y ruido, repetitividad del trabajo, concentración necesaria para realizar las tareas, monotonía, y posición del operario y el estado general de la salud del trabajador, físico y mental.

Los periodos de descanso reducen la fatiga, por lo que se asignaran 10 minutos de descanso por la mañana y 10 minutos de descanso por la tarde, por lo que la tolerancia por fatiga será la siguiente:

$$\% \text{ Fatiga} = (\text{tiempo total de descanso}) / \text{tiempo productivo normal}$$

$$\% \text{ Fatiga} = (20 \text{ min.}) / 480 \text{ min.} = 0.042 = 4.2\%$$

- Retrasos inevitables

Se aplica a los elementos de esfuerzo y comprende conceptos como interrupciones; todo operario tendrá numerosas interrupciones en el curso de un día de trabajo, que pueden deberse a un gran número de motivos. Los retrasos inevitables suelen ser resultado de irregularidades en los materiales, a medida que resultan inadecuadas las tolerancias usuales por retrasos inevitables. Se asignan 15 minutos de retrasos inevitables en toda la jornada de trabajo (480 minutos de trabajo = 8 horas diarias estipuladas en el Código de Trabajo) calculándose el porcentaje de la siguiente manera:

$$\text{Retrasos inevitables} = 15 \text{ min.} / 480 \text{ min.} = 0.03 = 3\%$$

El cálculo de las tolerancias totales será:

Personal	5.0%
Fatiga	4.2%
Retrasos inevitables	<u>3.0%</u>
Total de retrasos	12.2%

$$\text{Factor de tolerancia} = 100\% / (100\% - 12.2\%) = 1.14$$

Así que el tiempo normal debe ser multiplicado por 1.14 para determinar el tiempo de tolerancias totales.

Se presenta la lectura de los tiempos cronometrados y el cálculo del tiempo normal, utilizando el procedimiento vuelta a cero:

Tabla XXIV: Lecturas de tiempos con cronometro vuelta a cero para diagrama de operaciones método propuesto

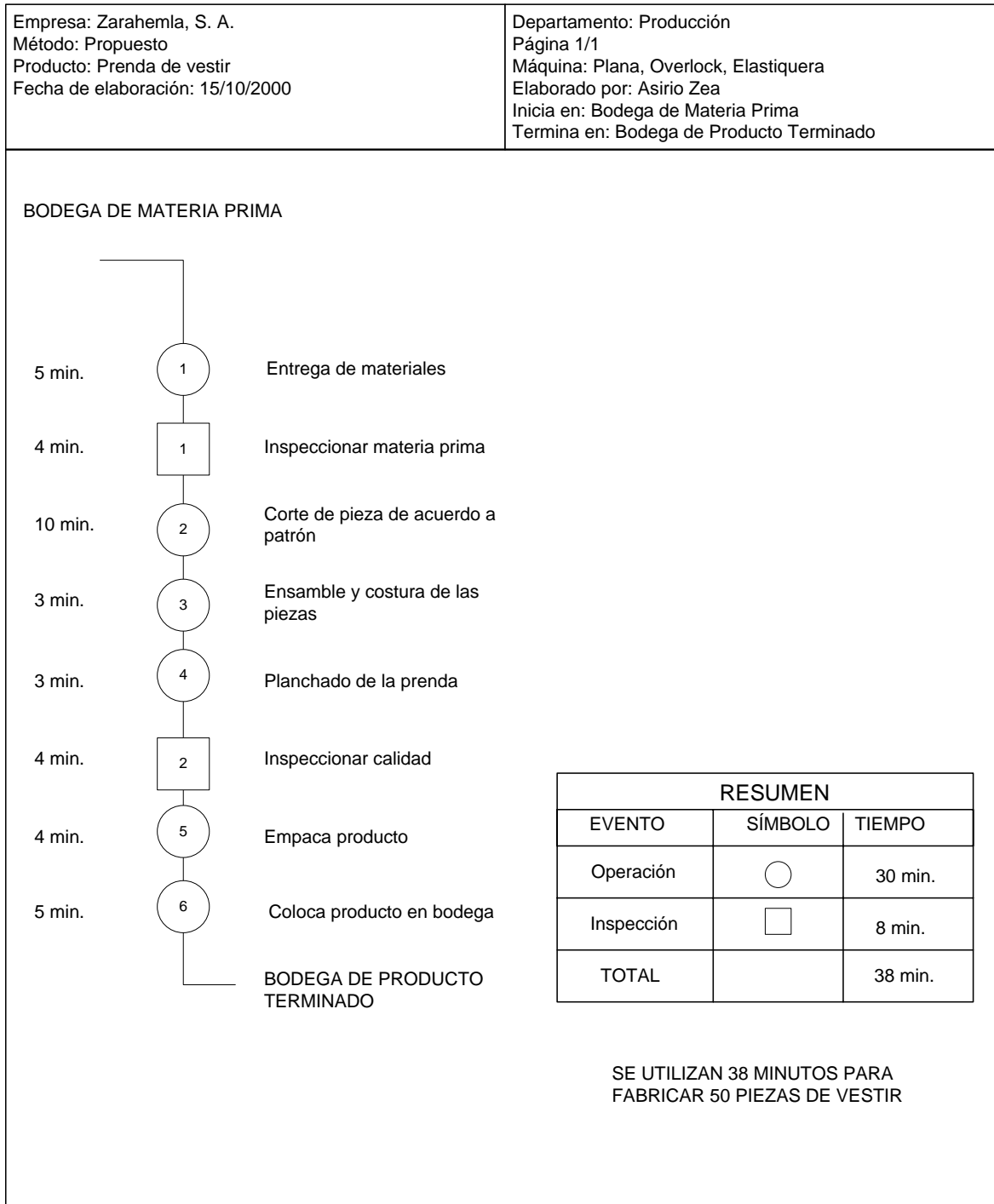
	ELEMENTO	CICLOS										\bar{T}	TN	TS
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Entrega de materiales	5.00	5.00	4.85	4.85	5.25	5.15	4.90	5.00	5.00	5.00	5.00	5.55	5.7
2	Inspeccionar materia prima	4.15	4.05	4.00	4.00	3.95	3.90	3.90	4.00	4.00	4.00	4.00	4.43	4.55
3	Corte de pieza de acuerdo a patrón	10.00	9.95	9.90	9.95	10.00	10.00	10.05	10.10	10.00	10.00	10.00	11.1	11.4
4	Ensamble y costura de las piezas	3.00	3.05	3.10	2.95	2.90	2.95	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.32	3.41
5	Planchado de la prenda	3.05	3.10	3.00	3.00	3.00	2.95	2.95	2.90	3.00	3.00	3.00	3.32	3.41
6	Inspeccionar calidad	4.00	4.05	4.05	4.00	4.00	3.95	3.95	3.95	4.00	4.00	4.00	4.43	4.55
7	Empacar producto	4.00	4.00	4.10	3.95	3.95	3.90	4.10	4.00	4.00	4.00	4.00	4.44	4.56
8	Colocar producto en bodega	5.00	5.00	5.05	5.00	5.00	5.00	5.00	5.05	4.95	4.95	5.00	5.55	5.7

El tiempo estándar calculado anteriormente para cada elemento, es la cantidad de tiempo necesario para procesar los diferentes trabajos donde se incluye el porcentaje de retrasos para la elaboración de los mismos.

A continuación se presenta el diagrama de operaciones para cualquier prenda de vestir:

Figura 19. Diagrama de operaciones del sistema propuesto

DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA PROPUESTO DE CONFECCIÓN GENERAL



6.5.2. Diagrama de flujo

El Diagrama de Flujo permite mostrar los procedimientos aplicables a la elaboración de cualquier prenda de vestir en particular. El mismo es especialmente útil para poner de manifiesto los costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos. Una vez expuestos estos periodos no productivos, se procedió a su mejoramiento para implementar el sistema propuesto. Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo de proceso muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza un artículo en su recorrido por la planta.

Es importante indicar en el diagrama todas las demoras y tiempos de almacenamiento. Cuanto mayor sea el tiempo de almacenamiento o retraso de artículo, tanto mayor será el incremento en el costo acumulado y, por tanto, es de importancia saber qué tiempo corresponde a la demora o al almacenamiento.

Se obtuvieron los valores de tiempo, y se registro el tiempo transcurrido y se promedió los resultados, se calculó el tiempo normal y el estándar y para implementar el método propuesto.

Tabla XXV: Lecturas de tiempos con cronometro vuelta a cero para diagrama de flujo método propuesto

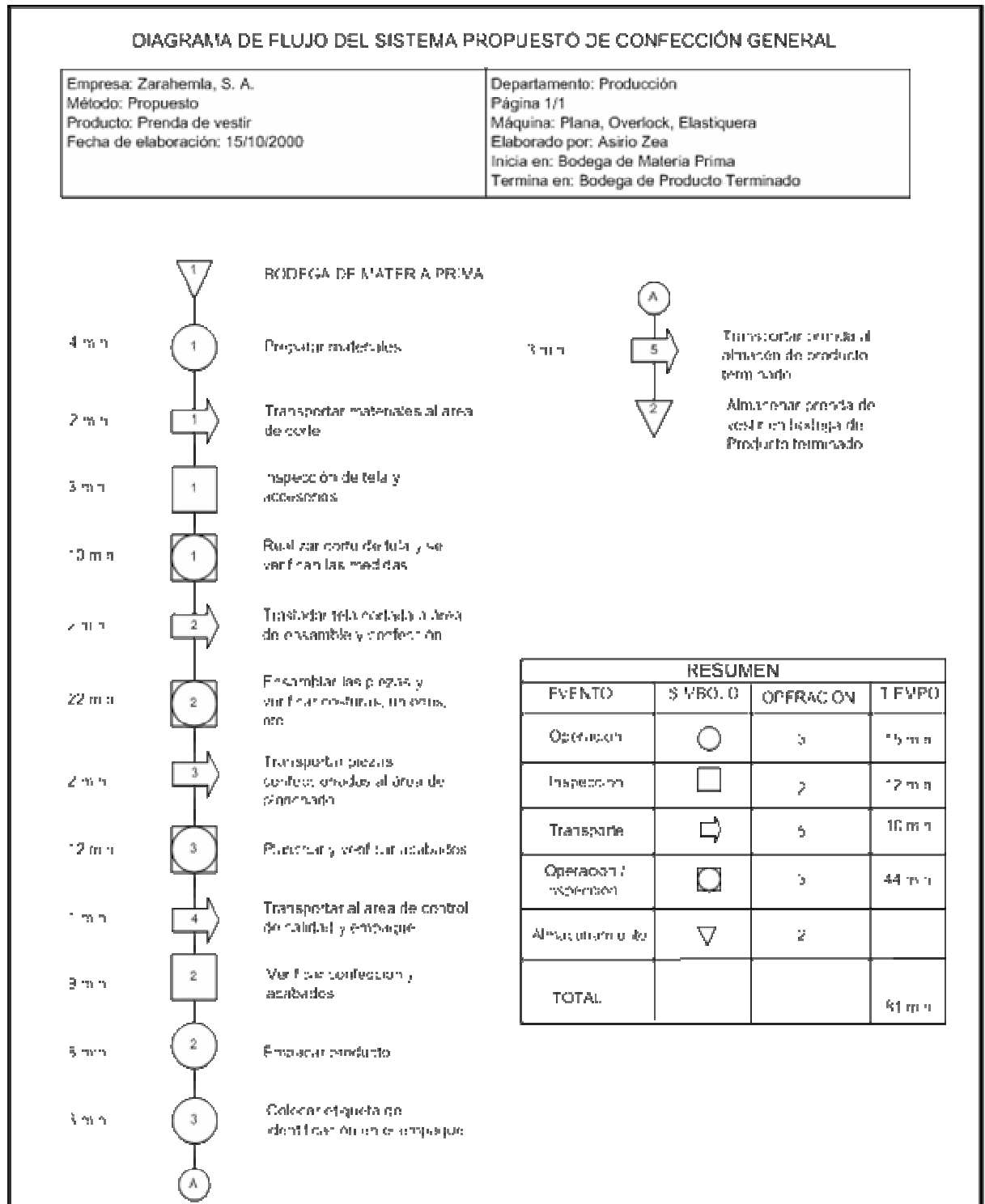
	ELEMENTO	CICLOS										\bar{T}	TN	TS
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Preparar materiales	5.15	4.90	5.10	5.00	5.00	5.00	4.85	5.00	5.00	5.00	5.00	5.55	5.7

Continuación tabla XXV

2	Transportar materiales al área de Corte	2.00	1.75	1.85	2.15	2.10	2.05	1.95	2.15	2.00	2.00	2.00	2.22	2.28
3	Inspección de tela y accesorios	3.00	3.05	3.10	2.95	2.90	2.95	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.324	3.414
4	Realizar corte de tela y se verifican las medidas	10.00	10.05	10.00	10.00	10.05	10.00	10.00	10.05	9.95	9.90	10.00	11.1	11.4
5	Trasladar tela cortada a área de ensamble y confección	2.00	2.05	1.95	2.10	1.90	1.95	2.00	2.00	2.00	2.05	2.00	2.22	2.28
6	Ensamblar las piezas y verificar costuras, uniones, etc.	22.00	21.85	22.15	22.00	22.00	21.90	21.95	22.15	22.00	22.00	22.00	24.42	25.08
7	Transportar piezas confeccionadas al área de planchado	2.00	2.05	2.10	1.95	1.90	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.22	2.28
8	Planchar y verificar acabados	12.00	12.00	12.05	12.05	11.85	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	13.31	13.67
9	Transportar al área de control de calidad y empaque	1.00	1.00	1.00	1.05	1.00	1.00	1.00	0.95	1.05	0.95	1.00	1.11	1.14
10	Verificar confección y acabados	9.15	9.00	9.00	9.05	8.85	8.90	8.95	9.00	9.00	9.00	8.99	9.979	10.25
11	Empacar producto	8.00	8.05	8.05	8.00	7.90	7.85	8.10	8.00	8.00	8.05	8.00	8.88	9.12
12	Colocar etiqueta de identificación en el empaque	3.00	3.00	3.00	3.05	3.05	2.95	3.00	2.95	2.95	3.05	3.00	3.33	3.42
13	Transportar prenda al almacén de producto terminado	3.05	3.00	3.00	3.00	2.95	3.00	3.05	2.95	3.05	2.95	3.00	3.33	3.42

Se presenta el diagrama de flujo en la siguiente figura:

Figura 20. Diagrama de flujo del sistema propuesto



El sistema propuesto considera un margen de retrasos en la producción de acuerdo al tiempo estándar y también incluye el cálculo del factor de nivelación en el tiempo normal, mejorando de esta manera el proceso de fabricación, utilizando menor cantidad de procesos y menor utilización de tiempo, según se puede examinar los tiempos empleados en el sistema existente (ver tabla II y III).

6.5.3. Diagrama de recorrido

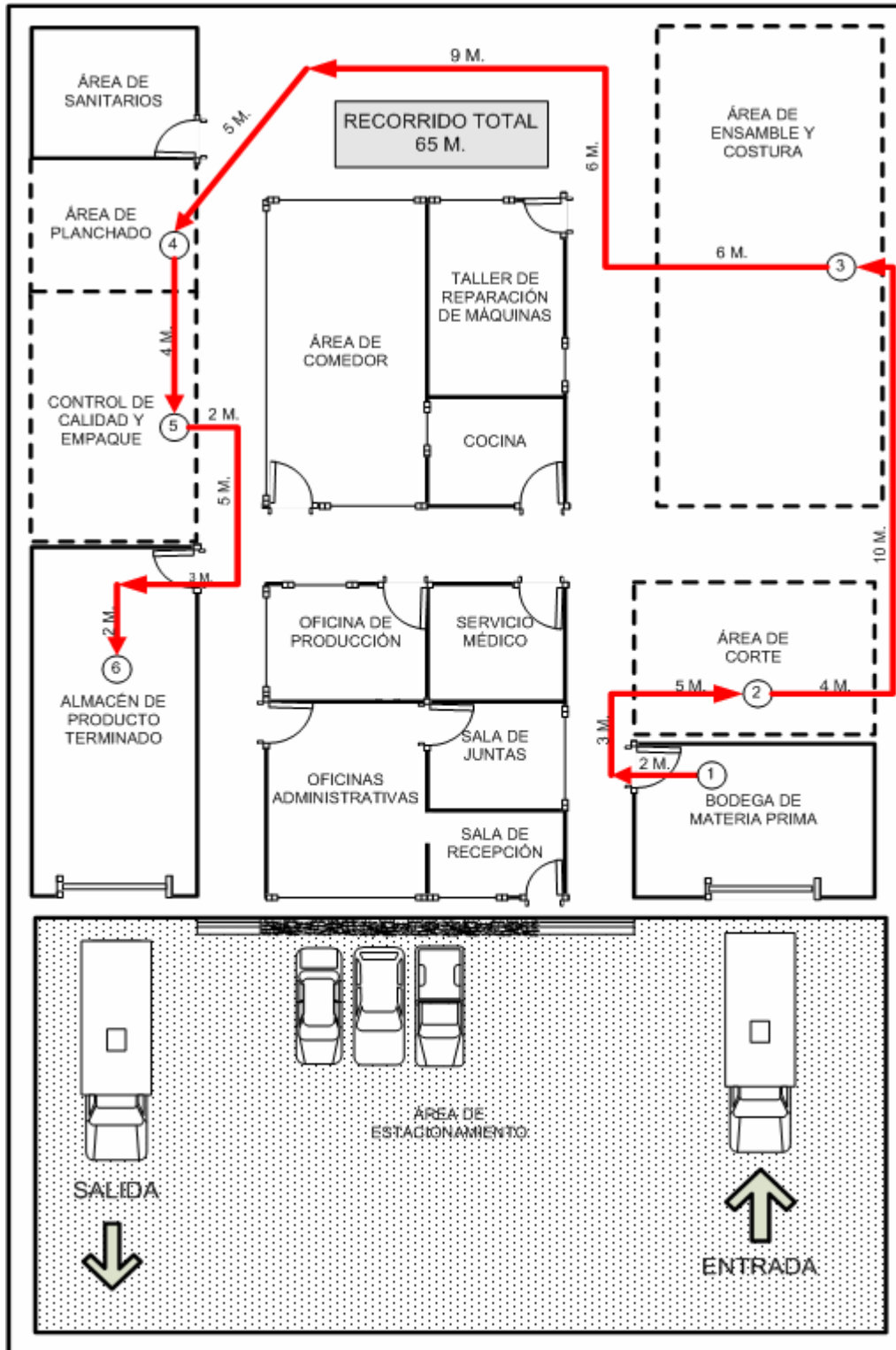
Es evidente que el diagrama de recorrido es un complemento valioso del diagrama de curso de proceso, pues en el puede trazarse el recorrido y encontrar las áreas de posible congestión de tránsito, y facilita así lograr una mejor distribución en la planta.

El nuevo sistema disminuye la distancia de recorrido del producto en la planta. Asimismo, evita utilizar áreas de almacenamiento temporales o permanentes en puntos de trabajo.

Se dibujó un plano de la distribución propuesta de las áreas a considerar en la planta, y se trazó en él las líneas de flujo que indiquen el movimiento del material de una actividad a otra.

La figura siguiente ilustra el diagrama de recorrido de la elaboración de cualquier prenda de vestir que se elabore y junto con el diagrama de flujo de proceso, dio como resultado lograr ahorros en la producción anterior.

Figura 21. Diagrama de recorrido del departamento de producción



7. SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL

7.1. Seguridad industrial en la planta

La seguridad industrial en el trabajo es el conjunto de medidas técnicas, educacionales, médicas psicológicas, que se utilizan para prevenir y evitar accidentes, eliminar las condiciones inseguras del ambiente e instruir o convencer a las personas sobre la implementación de medidas preventivas.

Su empleo es necesario para el desarrollo adecuado del trabajo. La seguridad industrial tiene la finalidad de establecer procedimientos, que ponen en práctica los recursos que están disponibles para lograr la prevención de accidentes y controlar los resultados obtenidos.

En lo que respecta a seguridad industrial en la planta se implementarán programas que prevengan los riesgos laborales que puedan causar daños al trabajador, mientras más peligrosa es una operación. Debe ser mayor el cuidado y las precauciones que se observen al efectuarla; prevención de accidentes y producción eficiente van de la mano. La producción es mayor y de mejor calidad cuando los accidentes son prevenidos; un óptimo resultado en seguridad resultara de la misma administración efectiva que produce artículos de calidad, dentro de los límites de tiempo establecidos.

Problemas de salud y tipos de enfermedades

Normalmente pasar mucho tiempo sentado y realizar tareas que exigen inclinarse hacia adelante a partir de la cintura, alzarse intermitentemente y el uso repetitivo de los pedales.

De modo que los operarios de máquinas de coser pueden desarrollar dolores en la región lumbar y las extremidades inferiores, para evitar este tipo de enfermedades es necesario que los operarios cambien la posición que utilizan cada determinado tiempo. Los cortadores, cuyo trabajo requiere levantar y transportar grandes piezas de tejido, así como el manejo de máquinas de corte manuales, también se encuentran en situación de riesgo de desarrollar lesiones músculos esqueléticas en el cuello, el hombro, el codo, el antebrazo/muñeca y la región lumbar. Para evitar este tipo de incidentes es necesario que se utilice un cinturón que evitara cualquier tipo de sobreesfuerzo. Los planchadores se hallan en situación de riesgo de contraer tendinitis y lesiones del hombro, codo y antebrazo, y también pueden desarrollar lesiones de nervios, por lo que se debe realizar modificaciones ergonómicas del puesto de trabajo.

Es necesario reducir al nivel más bajo técnica y razonablemente posible de los riesgos derivados de la exposición al ruido, disponiendo de medidas de control del ruido, en particular, en su origen, aplicadas a las instalaciones u operaciones existentes.

Se debe determinar si se superan los límites o niveles fijados (80 dBA) en el uso de la maquinaria. Se evaluarán los puestos de trabajo existentes. Se harán evaluaciones adicionales cada vez que se cree un nuevo puesto de trabajo, o alguno de los ya existentes que se vea afectado por modificaciones que supongan una variación significativa de la exposición de los trabajadores al ruido.

Las evaluaciones serán periódicas que se llevarán a cabo, como mínimo, anualmente, en los puestos de trabajo en que el nivel diario equivalente o el nivel de Pico superen 85 dBA, respectivamente.

Según la frecuencia del movimiento oscilatorio y su intensidad, la vibración puede causar sensaciones muy diversas que van desde la simple inconformidad hasta alteraciones graves de la salud, pasando por la interferencia con la ejecución de ciertas tareas como la lectura, la pérdida de precisión al ejecutar movimientos o la pérdida de rendimiento debido a la fatiga. Por lo que se debe emplear los siguientes criterios preventivos:

- Se establecerá un sistema de rotación de lugares de trabajo.
- Se establecerá un sistema de pausas durante la jornada laboral.
- Habrá una adecuación de los trabajos a las diferencias individuales.
- Se atenuara la vibración, colocando manijas o asas de material elástico.
- Se instruirá al operario sobre la forma de asir la empuñadura de las máquinas, que debe ser con la menor fuerza que permita ejecutar el trabajo.

Se deberá verificar la situación ambiental evitando que el calor se transmita hacia el cuerpo humano, alterando el equilibrio térmico del trabajador, que se incremente su temperatura corporal y esto genere calambres y agotamiento, por lo que se utilizará el sistema de ventilación natural que permitirá que el aire dentro de la nave industrial sea renovado, a la vez que se aprovechen los medios naturales disponibles para introducir el aire al interior del edificio.

Las áreas, planos y lugares de trabajo deben contar con las condiciones y niveles de iluminación adecuados al tipo de actividad que se realice. Se utilizará la iluminación natural como la artificial, para minimizar los gastos en iluminación artificial.

Cuando la interrupción de la iluminación artificial represente un peligro para los trabajadores, se instalarán sistemas de iluminación eléctrica de emergencia.

Los centros de trabajo deberán contar con ventilación natural y artificial adecuados, evaluando y controlando el volumen del aire.

Los servicios sanitarios deberán conservarse en condiciones de uso e higiénicas, la basura y desperdicios deberán identificarse, clasificarse, manejarse y en su caso, controlarse, de manera que no afecten la salud de los trabajadores y al centro de trabajo.

Los instrumentos y sustancias químicas que se utilicen para el aseo, deberán ser los adecuados para el tipo de limpieza que se requiera, debiendo capacitar y adiestrar al personal que efectúe dichas labores, así como hacer de su conocimiento los posibles riesgos a su salud.

7.1.1. Protección personal

En general, la frecuencia de accidentes y los índices de gravedad son bajos, pero existe una gran variedad de lesiones menores que se podrían evitar si se tomaran más en serio los primeros auxilios inmediatos.

Las hojas de las cuchillas pueden provocar heridas graves si no se protegen adecuadamente; por lo que solamente se dejará sin protección la parte del filo necesaria para cortar; las cuchillas circulares de las máquinas de corte portátiles deberán protegerse de forma similar.

Para las máquinas planchadoras es necesario disponer de la protección necesaria, preferiblemente fija, para mantener las manos fuera de la zona de peligro.

La máquina de coser presenta dos riesgos principales: los motores y la aguja. Actualmente el motor se coloca debajo del banco de la máquina. Es esencial que el motor esté debidamente protegido mediante puertas o rejillas; evitando así accidentes en que los trabajadores metan las manos debajo de los bancos para recuperar materiales o cambiar correas. Se mantendrán los dedos fuera de la zona de peligro donde la aguja cose.

El uso de planchas industriales para la confección implica un grave riesgo de aplastamiento y quemaduras, por lo que se utilizarán mandos que deben accionarse con las dos manos ajustándose para evitar la operación con una sola mano. Las protecciones deben evitar que el cabezal ejerza presión sobre la base si hay algo (sobre todo la mano) en la zona donde se trabaja. Además se debe realizar una inspección frecuente.

Se deben preparar las máquinas, materiales y herramientas según el prototipo y hoja de instrucciones de producción, por lo que el personal operativo deberá estar capacitado en los siguientes tópicos:

Tabla XXVI: Criterios para la capacitación del personal.

OBJETIVOS	CRITERIOS DE EJECUCIÓN
1.1. Conocer tipos de máquinas y procesos utilizados en el cosido y acabado de prendas.	1.1.1. Conocer los distintos tipos de máquinas y herramientas utilizados en el cosido industrial. 1.1.2. Conocer las partes de las máquinas de coser. 1.1.3. Identificar las diferentes clases de acabados más utilizados en la confección de prendas. 1.1.4. Dominar los distintos tipos de máquinas y herramientas según la operación a realizar.
1.2 Conocer los diferentes accesorios utilizados en el cosido, ensamblado y acabado.	1.2.1. Conocer los accesorios más usuales, según los diferentes tipos de operaciones y máquinas que intervienen en el proceso de producción. 1.2.2. Conocer las distintas utilidades de los accesorios.
1.3 Aplicar la normativa de salud laboral a la confección industrial.	1.3.1. Conocer el plan de seguridad e higiene para su puesto de trabajo. 1.3.2. Determinar el procedimiento a seguir en caso de accidente laboral. 1.3.3. Conocer los conceptos de ergonomía aplicables a su puesto de trabajo.

7.1.2. Prevención de incendios

Las actividades de prevención del incendio tendrán como finalidad limitar la presencia del riesgo de fuego y las circunstancias que pueden desencadenar el incendio, limitando su propagación y posibilitando su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes.

Los incendios se clasifican en varias clases.

- Clase A: Son aquellos que ocurren en componentes o materiales combustibles, como el papel y madera y pueden ser apagados con agua.
- Clase B: Son aquellos que se producen en líquidos, grasas, o ceras inflamables, en los que el efecto que tienda a la supresión del oxígeno necesario para la combustión es esencial para su eliminación.
- Clase C: Son aquellos que se originan en equipos eléctricos, en los que es de primordial importancia el empleo de un extinguidor no conductor de la electricidad.
- Clase D: Son aquellos que se originan en los metales combustibles como el magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio.

Aparte de la realización de las operaciones de mantenimiento previstas, se verificará cualquier problema con el “cableado fijo”, como enchufes y cables. Se evitará el mal uso de los cables eléctricos, sobrecargando los circuitos. Se usará solamente un enchufe de tres orificios, nunca se forzara un enchufe de dos orificios.

Precauciones de seguridad

Área de Mantenimiento

- Revisar con frecuencia los artefactos eléctricos y el cableado de las instalaciones.

- Cambiar de inmediato todos los cables de los artefactos eléctricos que estén gastados, viejos, o dañados.
- Mantener los artículos potencialmente combustibles alejados a por lo menos un metro con regularidad para ver si están en buen estado.
- Cambiar cualquier herramienta o equipo que provoque choques eléctricos, que se caliente, se interrumpa o genere humo o chispas.
- Se colocaran alarmas para detectar humo en todas las instalaciones de la empresa.
- Se revisaran las herramientas eléctricas con regularidad para ver si están en buen estado. Si los cables están gastados o rajados, se deberán cambiarlos.

Operarios

- No se permitirá que el personal fume en lugares de trabajo, especialmente donde exista combustibles, madera, papel, gasolina, gas entre otros, por lo que se exigirá que se cumpla las señales de seguridad.
- Siempre que sea posible, se mantendrá una zona de seguridad (sin combustibles) alrededor de los aparatos eléctricos.
- No se sobrecargará los enchufes. No se utilizaran regletas para conectar diversos aparatos eléctricos a un mismo punto de la red.

- Si detecta cualquier anomalía en las instalaciones eléctricas o de protección contra incendios, comuníquelo al responsable del área afectada.
- No aproximar focos de calor intensos a materiales combustibles.
- No obstaculizar en ningún momento los recorridos y salidas de evacuación, así como el acceso a los extintores, salidas de emergencia, pulsadores de alarma. Estos equipos deben estar siempre accesibles para su rápida utilización en caso de emergencia.
- Se fijará en la señalización, comprobar las salidas disponibles, vías a utilizar y la localización del pulsador de alarma y del extintor más próximo.
- Mantener el lugar de trabajo limpio y ordenado. La suciedad, los derrames de líquidos y materiales como tela, papeles y cartones pueden originar fácilmente incendios.
- Los espacios ocultos son peligrosos. No dejar en los rincones, debajo de las estanterías o detrás de las puertas lo que no se quiere que esté a la vista.
- Ante cualquier olor sospechoso o superficie excesivamente caliente, avisar al responsable.
- Utilizar los ceniceros, asegurándose que no queda ninguna colilla encendida y no tire la ceniza en las papeleras.

- Inspeccionar el lugar de trabajo al final de la jornada laboral. Si es posible desconectar los aparatos eléctricos que no se necesiten mantener conectados.
- Ubicar los artefactos eléctricos lejos de pisos mojados y mostradores.

Programa de Contingencia

Dirección:

- Indicar las pautas de actuación al personal.
- Capacitar al personal en el uso de los extintores.
- Verificar el incidente.
- Dar aviso a los bomberos.
- Indicar el nombre y dirección de la empresa.
- Advertir el tipo de incidente y localización.
- Señalar los accesos al lugar del incidente.
- Explicar las materias o productos implicados y sus características.
- Establecer el número de personas afectadas y determinar el tipo de lesiones y daños.
- Observar las instalaciones afectadas y determinar la gravedad de los daños.

- Organizar la primera intervención sobre el incidente, la evacuación de personas y los primeros auxilios.
- Observar que se cumplan las indicaciones.
- Comprobar que el personal ha sido evacuado en todas las áreas.
- Recibir y atender a los servicios de emergencia.

Operarios:

- Transmitir la alarma al descubrir el incidente.
- No realizar actuaciones de forma individual sin comunicarlo, pedir ayuda y evitar correr riesgos individuales.
- Utilizar el extintor más cercano para sofocar el principio de incendio.
- Verificar que el fuego este completamente apagado en el interior de los objetos quemados, ya que puede volver a incendiarse.
- En caso de no poder controlar el incendio, seguir las guías de evacuación hasta el punto de reunión.
- No utilizar montacargas.
- Comprobar que puertas y ventanas queden cerradas.
- Comprobar que no quede nadie en el área de trabajo.

7.2. Higiene industrial

El concepto de higiene industrial se refiere a un conjunto de normas y procedimientos que ayudan a proteger la integridad física y mental del trabajador, que lo preserve de los riesgos de salud inherentes a las tareas del cargo y el ambiente físico donde son efectuados, por lo que el personal operativo llevarán a cabo las siguientes actividades:

- Realizar el mantenimiento preventivo del equipo y máquinas de coser.
- Conocer las principales variables a tener en cuenta para el mantenimiento del equipo y máquinas.
- Establecer un plan periódico de mantenimiento de los diferentes equipos y máquinas según su uso.
- Limpiar las diferentes partes de los equipos y máquinas utilizando pincel y trapo según corresponda.
- Implementar el procedimiento a seguir en caso de avería.
- Identificar los puntos de engrase de las máquinas más usuales, corrigiendo el nivel de lubricación si es necesario.

7.2.1. Higiene personal

Es importante que el personal practique diariamente su aseo personal, no olvide el respectivo cuidado para cuando tenga que producir piezas o la tarea que tenga que desempeñar debe hacerse con la mayor higiene debida, para evitar pérdidas en la producción. El personal deberá practicar las siguientes medidas:

- Utilizar cualquier tipo de desodorante para eliminar el olor corporal o para ayudar a prevenir la descomposición bacteriana del sudor.
- Usar ropa limpia y apropiada al tipo de trabajo que desarrolla, incluyendo el calzado.
- Lavar las manos y sanearlas antes de iniciar el trabajo, después de cada ausencia del mismo y en cualquier momento durante la jornada cuando puedan estar sucias o contaminadas. Los operarios deben lavar sus manos a fondo, desde la mitad del antebrazo hasta la punta de los dedos, con jabón y restregando con energía, usando cepillo para las uñas y yemas de los dedos; después de enjuagarse, sumergir las manos en una solución jabonosa y luego secarlas.
- Mantener las uñas cortas, limpias y libres de pintura y esmalte. Si se utilizan guantes que estén en contacto con el producto, serán impermeables y deberán mantenerlos limpios y desinfectados, con la misma frecuencia que las manos.
- Usar cubreboca, asegurando que se cubre nariz y boca.

- Evitar cualquier contaminación con expectoraciones, mucosidades, cosméticos, cabellos, sustancias químicas, medicamentos o cualquier otro material extraño.
- El cabello debe mantenerse limpio, usar protección que lo cubra totalmente y usarla en la planta todo el tiempo.
- Los bigotes deben ser cortos y mantenerse limpios. No deben rebasar la comisura de los labios, ni extenderse más allá de los lados de la boca.
- La barba y el cabello facial no se permite, a no ser que estén protegidos totalmente.
- Las patillas deben mantenerse limpias y recortadas, no más largas que la parte inferior de la oreja.
- Las redes deben ser simples y sin adornos, ya que éstas pueden terminar dentro del producto.
- Fumar, mascar, comer o beber sólo podrá hacerse en áreas preestablecidas, en donde el riesgo de contaminación sea mínimo.
- Se prohíben chicles, dulces u otros objetos en la boca durante el trabajo, ya que estos pueden caer al producto en proceso.

- Prescindir de plumas, lapiceros, termómetros, lentes, herramientas, alfileres, sujetadores u otros objetos desprendibles en los bolsillos superiores de la vestimenta.
- No se debe usar joyas, ni adornos, broches para el cabello, pasadores, pinzas, aretes, anillos, pulseras y relojes, collares u otros que puedan contaminar el producto, aún cuando se usen debajo de una protección.
- Queda prohibido estrictamente escupir en el área de proceso.
- Evitar estornudar y toser sobre el producto (uso obligatorio de cubreboca).
- Los operarios deben mantener un alto grado de limpieza personal. Se requiere que se presenten diariamente bañados, de preferencia al llegar a su trabajo; usen el cabello convenientemente recortado y los hombres estén bien afeitados.
- Evitar que personas con enfermedades contagiosas, erupciones, heridas infectadas o mal protegidas, laboren en contacto directo con los productos. Será conveniente aislarlos y que efectúen otra actividad que no ponga en peligro la calidad del producto.
- Cortadas o heridas, deberán cubrirse apropiadamente con un material sanitario (gasas, vendas) y colocar encima algún material impermeable (dedillo plástico, guante plástico), antes de entrar al área de proceso.

7.2.2. Higiene del lugar de trabajo

Cuando un lugar es inadecuado para laborar no se puede obtener la eficiencia que se requiere para tener una buena producción, por ello se debe de realizar lo siguiente:

- Mantener en orden y limpieza todas las áreas.
- No fumar en áreas no autorizadas.
- Señalizar adecuadamente las áreas de trabajo.
- Manipular cuidadosamente el producto que se fabrica.
- Conocer las características de cada uno de los contaminantes y las medidas para prevenir su acción.
- Vigilar el tiempo máximo a que pueden estar expuestos a cierto tipo de contaminante.
- Informar sobre las condiciones anormales en el trabajo y en su organismo.
- Usar adecuadamente el equipo de protección personal.
- Someterse a exámenes médicos iniciales y periódicos.

7.2.3. Señalización de las áreas de riesgo

El punto de vista de la señalización en las áreas de riesgo tiene un objetivo primordial que es proteger al personal, que no ocurran accidentes que pueden ser evitados por un simple aviso o señal pintada de la forma adecuada que lo entienda toda persona que labora y no labora en la instalación.

Hay varios tipos de señalización, entre ellos se puede mencionar el de peligro, de alerta, etc. Lo importante es saber simbolizar lo que se quiere dar a entender o capacitar al personal para estar preparado para el momento preciso.

La señalización debe satisfacer los siguientes requisitos mínimos para cumplir integralmente su objetivo:

- Debe ser necesaria.
- Debe ser visible y llamar la atención.
- Debe ser legible y fácil de entender.
- Debe dar tiempo suficiente al usuario para responder adecuadamente.
- Debe infundir respeto.
- Debe ser creíble.

De acuerdo a la función que desempeñan, las señales se clasifican en:

- Reglamentarias

Tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de las mismas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes. Su trasgresión constituye infracción a las normas establecidas.

A continuación se presentan algunas de ellas:

Figura 22. Señales reglamentarias



- Señales de advertencia de peligro

Su propósito es advertir a los usuarios la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes. Estas señales suelen denominarse también señales preventivas. Se presentan en la figura siguiente:

Figura 23. Señales de peligro



- Señales informativas

Tienen como propósito guiar a los usuarios a través de la zona de trabajos y entregarles la información necesaria para transitar por ella en forma segura.

Figura 24. Señales informativas



Los sistemas de señalización (carteles), se mantendrán, modificarán y adecuarán según el tipo de actividad y su riesgo emergente, de acuerdo a normas nacionales o internacionales reconocidas.

Todas las herramientas, equipos y maquinarias deberán contar con señalamiento adecuado a los riesgos que genere su utilización, para prevenir la ocurrencia de accidentes.

Las señales visuales serán en forma tal que sean fácilmente visibles a distancia y en las condiciones que se pretenden sean observadas.

Se utilizarán leyendas en idioma español, pictogramas, ideogramas, etc., que no ofrezcan dudas en su interpretación y usando colores contrastantes con el fondo.

La señalización de los lugares de acceso, salidas y rutas de escape deberán adecuarse al diseño de la planta.

Los colores que indican riesgo son:

Tabla XXVII. Clasificación de colores que indican riesgo

COLOR	SIGNIFICADO
Rojo	peligro
Amarillo	precaución
Azul	aire
Verde	área de paso
	En ocasiones agua

Fuente: Pérez Joaquín, Edgar Herminio Elaboración de un programa de seguridad e higiene ocupacional para la industria de jabón de tocador en Guatemala. Tesis Ingeniería Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000 PP. 99

7.3. Riesgos de trabajo en la planta

Dentro de las instalaciones y fuera de las mismas existen riesgos, lo que se desea es entender qué tipos de riesgo existen para tomar en cuenta las medidas necesarias para evitar accidentes.

La visión que se tiene sobre las instalaciones es sobre la base de la experiencia y la teoría que existe en los registros, por lo tanto se dirá que se ha visualizado posibles riesgos en la planta y fuera de ella.

Operación con las máquinas al usar las máquinas se debe tener cuidado con los posibles distractores como la música, el hablar con otros operarios.

Con los pisos al desempeño de labores en el área de trabajo se debe tener sumo cuidado porque pueden ocurrir accidentes que pueden prevenirse tomando las medidas apropiadas.

Al construir se debe tomar en cuenta el uso que tiene el piso, pues no se debe poner un piso cerámico en área de producción, se debe contar con una cimentación adecuada para no sufrir posibles hundimientos en lo futuro, que podrían ocasionar accidentes donde no hay motivo para que ocurran, se debe evitar encerar el piso con ceras que son suaves, existen ceras que mantienen el piso brillante y no permite que las personas se resbalen, se debe evitar botar retazo, agua, solventes, aceites, en sí mantener bien ordenadas las cosas sirve para evitar accidentes.

Respecto al departamento de corte, en este lugar es donde se usa con mayor frecuencia objetos que son punzo cortantes, y máquina cortadora, por lo que la recomendación es de actuar con el debido cuidado, especialmente con el personal nuevo que se integra al equipo, por lo que no se debe bromear mucho entre compañeros, no descuidarse a la hora de cortar, evitar distractores ajenos al departamento, verificar constantemente el cordón de conducción eléctrica, como también el alambre, argollas que sostienen al cordón, etc.

En el taller de confección de máquinas y reparación: en confección se debe tomar en cuenta las mismas restricciones que para corte; en reparación se debe utilizar la herramienta adecuada para las reparaciones, usar mascarilla cuando se está sopleteando, ver que no halla personas u objetos que sufran daños, mantener ordenados los talleres, etc.

Las salidas de escape se deben mantener desalojadas (...para que a la hora que se necesite usar)... se haga sin ninguna interferencia, debe estar abierta la salida, se debe abrir con facilidad que cualquiera lo pueda hacer.

Conexiones eléctricas, hay dos formas en las que ocurre un circuito, ya sea por sobrecarga, o por una mala conexión, situación que se debe revisar constantemente para que no ocurra.

En caso que hubiere un incendio como ya se mencionó anteriormente se debe detectar que tipo de incendio es para tratarlo.

Respecto a la topografía del terreno donde están ubicadas las instalaciones actualmente se debe tomar muy en cuenta, para no sufrir accidentes por algún descuido del personal que las utiliza.

Es recomendable que no se juegue en las orillas de las rampas, que se actúe con suma cautela, que los desechos se manden al respectivo lugar, que se siembren más árboles para darle mayor consistencia al terreno, etc.

La forma de operar después de haber hecho la distribución por áreas y departamentos en la planta se determinó que el momento propicio para colocar la señalización de vías de acceso en la planta.

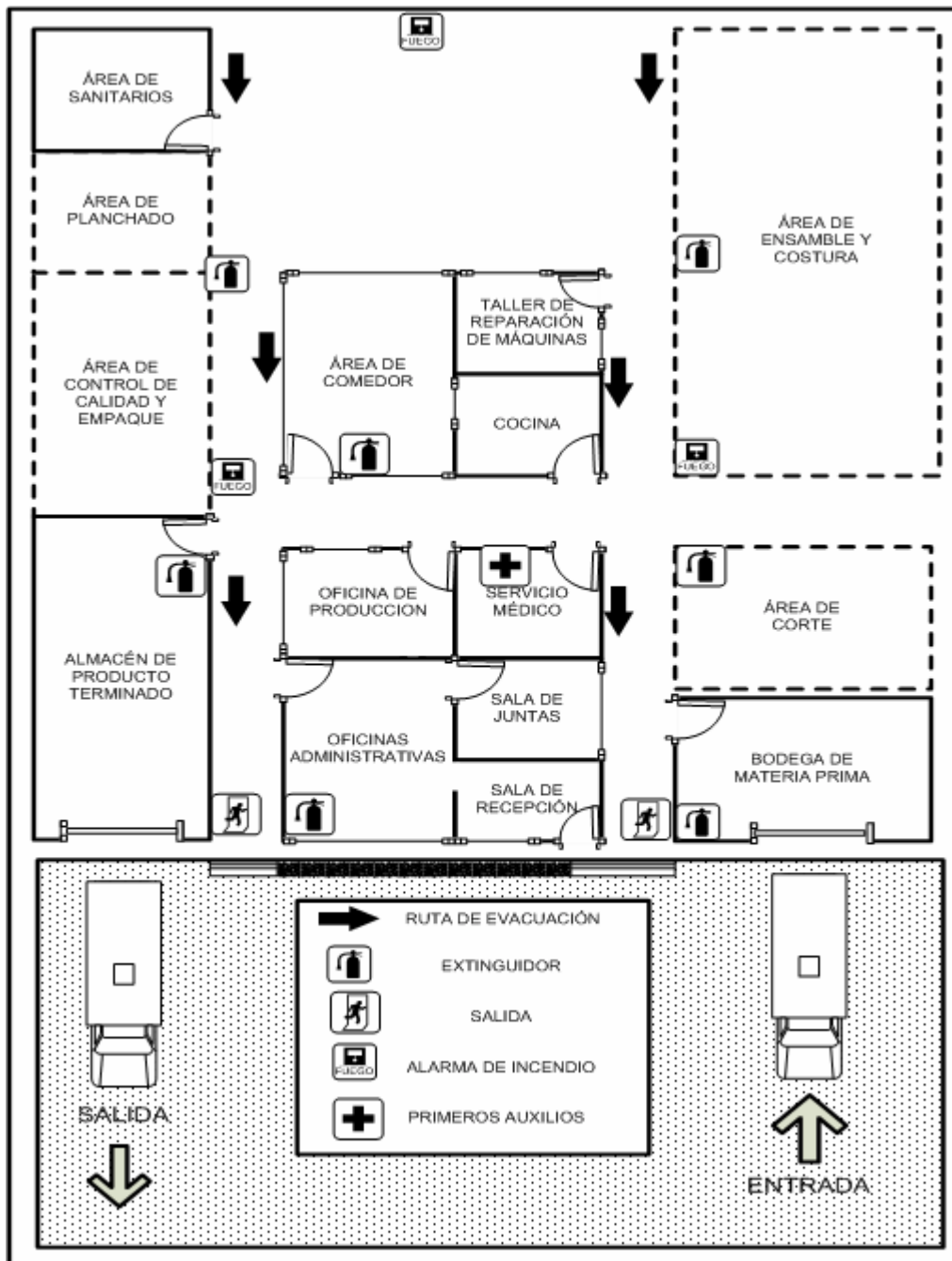
La reacción del personal operativo fue un poco resistente en un principio pero cuando se les habló por módulos su reacción fue totalmente diferente ya que comprendieron que era por su beneficio, como lo es el caso de que no se aceptaba comida dentro del área operativa.

El comentario del personal fue en algunos casos fue que si sentían hambre qué podían hacer, entonces al hablarles del riesgo que se corre cuando se labora con alimentos en su lugar.

7.4. Plano de señalización de las instalaciones

La ubicación de la señalización se presenta en la siguiente figura:

Figura 25. Plano de Señalización de las instalaciones de Zarahemla, S. A.



CONCLUSIONES

1. Se estableció que el problema primordial era el espacio físico dentro de la planta de producción de la empresa Zarahemla, S. A., el cual no permitía al personal laborar en condiciones normales, por lo que se planteó el traslado de la empresa a un lugar convenientemente diseñado, considerando los gastos de instalación y operación, persiguiendo minimizar los costos de traslado, sin dejar de producir.
2. Con el diseño de las nuevas instalaciones de Zarahemla, S. A., se redujo el nivel de cansancio del personal; se mejoró el alumbrado, aprovechando la iluminación natural ahorrando un 25% en gastos de energía; se optimizó el movimiento interior de aire para satisfacer los requerimientos necesarios de ventilación, además las instalaciones son más limpias, la relación laboral es mejor y hay un cambio de actitud positiva del personal hacia la empresa.
3. La reorganización del espacio físico de la planta y una apropiada distribución de los diferentes departamentos, permitió que se mejorara la seguridad e higiene industrial en la planta, contribuyendo a resolver la salud y la integridad física del trabajador evitando consecuencias fatales, producidos por los accidentes.
4. El proceso de ubicación del lugar adecuado para trasladar la planta industrial, requirió del análisis de diversos factores desde el punto de vista económico, social y tecnológico entre otros, lo que generó que la nueva localización geográfica a través del método de sucesión de puntos se convirtiera en el sitio ideal de las nuevas instalaciones de la empresa Zarahemla, S. A.

5. La localización industrial, la distribución de la maquinaria, el diseño de la planta y la selección del equipo son algunos de los factores que se tomaron en cuenta como riesgos, que si no se llevan a cabo de manera adecuada podrían provocar serios problemas en el futuro y por ende la pérdida de mucho dinero en la optima localización de la planta.

6. En cualquier industria se presenta o presentará el problema de determinar un método más factible y preferible para realizar el trabajo y esto se debe a la propia necesidad del perfeccionamiento de los métodos de trabajo, influidos por la nueva tecnología, la demanda y los procesos económicos, por lo que debe emplearse procedimientos que determinen la cantidad de tiempo necesario para realizarlo, lo que permitirá aumentar la efectividad y eficiencia en los procesos, generando una mayor utilidad en la empresa.

RECOMENDACIONES

1. Para una adecuada distribución en la planta de producción de Zarahemla, S. A., es necesario hacer una ordenación física de los elementos industriales de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible.
2. Es necesario que la gerencia de producción aproveche las ventajas de una buena distribución en planta, tomando en cuenta que el diseño sea seguro para hacer mínimo el proceso de movimientos de materiales, logrando la máxima utilización del espacio, donde los materiales fluyan continuamente dentro de los módulos del área de producción, siempre hacia delante evitando entrecruzamientos, la distribución deberá proveer y garantizar seguridad en el trabajo y satisfacción del operario y que la distribución sea suficientemente flexible como para permitir modificaciones.
3. Para incrementar el nivel de utilidades de la empresa, habrá que modificar alguno o varios de los aspectos que influyen en el logro de las utilidades, los cuales irán de acuerdo a las políticas de la empresa, como incrementar precios, reducir costos, disminuir costos de operaciones, o bien, se sugiere considerar la ampliación del turno de producción actual o bien añadir un turno adicional, de manera que se aproveche la maquinaria que ya se posee. De esta forma se mejorará el nivel de productividad.
4. Para un adecuado movimiento de materiales en el área de producción, es necesario estudiar la distribución interna de la planta, tratando de eliminar, en la medida de lo posible, el desplazamiento innecesario de los materiales,

haciendo que el diagrama de flujo definido tenga la menor cantidad de movimientos.

5. Asimismo, se estudiarán los métodos para eliminar o disminuir los recorridos innecesarios y/o combinar operaciones a fin de elegir los equipos más adecuados e instruir al personal sobre la utilización de los equipos y lograr la adecuada capacitación/comprensión de todos los miembros de la organización.
6. Antes de emprender el estudio de tiempos hay que considerar que para obtener un estándar es necesario que el operario domine a la perfección la técnica de la labor que se va a estudiar, haciendo que el método a estudiar sea estandarizado; además, se debe vigilar que la actitud del trabajador sea tranquila y el analista no ejerza presión sobre el primero.

BIBLIOGRAFÍA

1. Everest E. Adam. Jr. y Ronald J. Ebert. **Administración de la producción y las Operaciones. Traducida al español.** Editorial Prentice Hall Internacional. México 1988.
2. Hodson, William K. **Manual del ingeniero industrial.** 4ª. Ed. Editorial Mcgraw-Hill. México. 1996.
3. Hackett y Tobins. **Manual de Seguridad y Primeros Auxilios.** s.e. Editorial Alfaomega. México, 1992
4. Niebel, Benjamín W. **Ingeniería industrial, métodos, tiempos y movimientos.** 3ª. Ed. México, Alfaomega, 1994.
5. **Revista de Américas** 21st. Inc. 85 Commerce Drive, Greenville, Carolina del sur 296115. EE.UU.
6. **Revista la Bobina:** La Revista para la Industria y la confección latinoamericana desde 1969. Edición Mayo / junio 2000.

ANEXO 1

Tabla XXII. Tabla para el cálculo de la iluminación.

TABLA PARA EL CÁLCULO DE ILUMUNACIÓN
TABLA I Coeficiente de utilización (k)

Anexo iluminación 1.

Tabla de coeficientes de utilización (K).

Distribución Típica	Techo	Claro				Claro	
	Paredes	Claro	Semiclaro	Claro	Oscuro	Claro	Oscuro
	Tipo	Oscuro		Claro		Semiclaro	
	FR						
	0.6	0.27	0.21	0.17	0.11	0.28	0.22
	1.0	0.35	0.33	0.26	0.20	0.42	0.35
	2.0	0.55	0.49	0.36	0.29	0.60	0.52
	3.0	0.61	0.56	0.40	0.34	0.69	0.62
	5.0	0.69	0.64	0.44	0.39	0.78	0.72
	0.6	0.24	0.19	0.17	0.11	0.24	0.19
	1.0	0.35	0.30	0.26	0.19	0.37	0.31
	2.0	0.49	0.44	0.36	0.29	0.53	0.47
	3.0	0.59	0.50	0.40	0.34	0.61	0.55
	5.0	0.6	0.57	0.45	0.39	0.68	0.63
	0.6	0.34	0.28	0.31	0.24	0.35	0.29
	1.0	0.49	0.42	0.44	0.36	0.50	0.43
	2.0	0.64	0.59	0.58	0.51	0.69	0.62
	3.0	0.7	0.66	0.63	0.57	0.78	0.72
	5.0	0.75	0.72	0.68	0.63	0.86	0.81
	0.6	0.26	0.21	0.23	0.16	0.27	0.22
	1.0	0.38	0.33	0.33	0.26	0.40	0.34
	2.0	0.53	0.48	0.44	0.38	0.57	0.51
	3.0	0.59	0.55	0.49	0.44	0.65	0.59
	5.0	0.64	0.61	0.54	0.49	0.73	0.68

ANEXO 2

Tabla XXIII. Tabla para el cálculo de iluminación

TABLA PARA EL CÁLCULO DE ILUMINACIÓN

Tabla II Coeficientes de utilización para algunas luminarias típicas.

Distribución típica	Pcp RCA	80				70				50				30				10				
		70		50		30		10		50		30		10		50		30		10		
		Coeficiente de utilización, método cavidad zonal. Pcp = Z0																				
Tipo A	0 100	1	0.86	0.84	0.82	0.79	0.84	0.81	0.79	0.77	0.77	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.69	0.68			
		2	0.81	0.77	0.73	0.70	0.79	0.75	0.71	0.69	0.71	0.69	0.66	0.65	0.66	0.64	0.63	0.62				
		3	0.76	0.70	0.66	0.62	0.74	0.69	0.65	0.61	0.66	0.63	0.60	0.63	0.61	0.58	0.61	0.59	0.57			
		4	0.71	0.64	0.59	0.56	0.69	0.64	0.59	0.55	0.61	0.57	0.54	0.50	0.55	0.52	0.56	0.54	0.51			
		5	0.67	0.59	0.54	0.50	0.65	0.58	0.53	0.49	0.56	0.52	0.49	0.54	0.50	0.48	0.52	0.49	0.47			
		6	0.63	0.55	0.49	0.45	0.61	0.54	0.49	0.45	0.52	0.47	0.44	0.50	0.46	0.44	0.49	0.45	0.43			
		7	0.59	0.50	0.45	0.41	0.57	0.49	0.44	0.41	0.48	0.43	0.40	0.46	0.42	0.39	0.45	0.41	0.39			
		8	0.55	0.46	0.41	0.37	0.54	0.45	0.40	0.37	0.44	0.40	0.36	0.43	0.39	0.36	0.41	0.38	0.35			
		9	0.51	0.43	0.37	0.34	0.50	0.42	0.37	0.33	0.41	0.36	0.33	0.40	0.35	0.33	0.38	0.35	0.32			
		10	0.47	0.38	0.32	0.29	0.46	0.37	0.32	0.29	0.36	0.31	0.28	0.35	0.31	0.29	0.34	0.30	0.27			
Tipo B	0 100	1	0.73	0.70	0.68	0.66	0.71	0.68	0.67	0.67	0.66	0.64	0.65	0.63	0.62	0.61	0.61	0.60	0.59			
		2	0.67	0.63	0.59	0.56	0.66	0.62	0.58	0.56	0.59	0.57	0.54	0.57	0.55	0.53	0.55	0.54	0.52			
		3	0.62	0.57	0.52	0.49	0.61	0.56	0.52	0.48	0.54	0.50	0.47	0.52	0.49	0.47	0.51	0.48	0.46			
		4	0.58	0.51	0.46	0.43	0.57	0.50	0.46	0.43	0.49	0.45	0.42	0.47	0.44	0.41	0.46	0.44	0.41			
		5	0.53	0.46	0.41	0.37	0.52	0.45	0.40	0.37	0.44	0.40	0.36	0.43	0.39	0.36	0.41	0.38	0.36			
		6	0.50	0.42	0.36	0.33	0.48	0.41	0.36	0.32	0.40	0.35	0.32	0.39	0.35	0.32	0.38	0.34	0.32			
		7	0.46	0.36	0.32	0.29	0.45	0.37	0.32	0.29	0.36	0.32	0.28	0.35	0.31	0.28	0.34	0.31	0.28			
		8	0.42	0.34	0.29	0.25	0.41	0.33	0.28	0.25	0.32	0.28	0.25	0.32	0.28	0.25	0.31	0.27	0.24			
		9	0.39	0.31	0.25	0.22	0.38	0.30	0.25	0.22	0.29	0.25	0.22	0.29	0.24	0.21	0.28	0.24	0.21			
		10	0.36	0.28	0.23	0.19	0.36	0.27	0.23	0.19	0.27	0.22	0.19	0.26	0.22	0.19	0.25	0.22	0.19			
Tipo C	0 100	1	0.98	0.96	0.95					0.92	0.91	0.90				0.87	0.86	0.85				
		2	0.94	0.91	0.89					0.89	0.87	0.86				0.85	0.84	0.83				
		3	0.90	0.87	0.85					0.87	0.85	0.83				0.83	0.82	0.80				
		4	0.87	0.83	0.81					0.84	0.81	0.80				0.81	0.79	0.78				
		5	0.83	0.80	0.77					0.81	0.78	0.76				0.79	0.77	0.75				
		6	0.81	0.77	0.75					0.79	0.76	0.74				0.77	0.75	0.73				
		7	0.78	0.74	0.72					0.76	0.73	0.71				0.74	0.72	0.70				
		8	0.75	0.72	0.69					0.74	0.71	0.69				0.72	0.70	0.68				
		9	0.73	0.69	0.67					0.72	0.68	0.66				0.70	0.68	0.66				
		10	0.70	0.67	0.64					0.69	0.66	0.64				0.68	0.66	0.64				

TABLA PARA EL CALCULO DE ILUMINACIÓN

continuación tabla II

Distribución	Pcc	80				70				50			30			10			
		70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	
típica	RCA	Coeficiente de utilización, método CAVIDAD zonal, Pcp = 20																	
↑ 67 ↓ 33	1	0.72	0.70	0.67		0.65	0.63	0.61		0.52	0.51	0.49							
	2	0.64	0.59	0.56		0.58	0.54	0.51		0.46	0.44	0.42							
	3	0.56	0.51	0.47		0.51	0.47	0.44		0.43	0.38	0.35							
	4	0.50	0.44	0.40		0.46	0.41	0.37		0.37	0.34	0.31							
	5	0.45	0.39	0.34		0.41	0.36	0.32		0.33	0.29	0.27							
	6	0.40	0.34	0.30		0.37	0.31	0.28		0.30	0.26	0.23							
	7	0.36	0.30	0.26		0.33	0.28	0.24		0.27	0.23	0.20							
	8	0.33	0.27	0.23		0.30	0.25	0.21		0.25	0.21	0.18							
	9	0.30	0.24	0.20		0.27	0.22	0.19		0.22	0.18	0.16							
	10	0.27	0.21	0.18		0.25	0.20	0.16		0.20	0.17	0.14							
↑ 55 ↓ 45	1	0.74	0.71	0.69		0.67	0.65	0.63		0.56	0.54	0.53							
	2	0.65	0.61	0.57		0.60	0.56	0.53		0.50	0.47	0.45							
	3	0.58	0.53	0.49		0.53	0.49	0.45		0.45	0.41	0.39							
	4	0.52	0.46	0.42		0.48	0.43	0.39		0.40	0.36	0.34							
	5	0.47	0.40	0.36		0.43	0.38	0.34		0.36	0.32	0.29							
	6	0.42	0.35	0.31		0.39	0.33	0.30		0.33	0.29	0.26							
	7	0.38	0.32	0.27		0.35	0.30	0.26		0.29	0.25	0.22							
	8	0.34	0.28	0.24		0.31	0.26	0.23		0.27	0.23	0.20							
	9	0.31	0.25	0.21		0.28	0.23	0.20		0.24	0.20	0.17							
	10	0.28	0.23	0.19		0.26	0.21	0.18		0.22	0.18	0.16							
↑ 25 ↓ 75	1	0.89	0.86	0.83						0.78	0.76	0.74				0.65	0.64	0.63	
	2	0.79	0.74	0.69						0.69	0.66	0.63				0.58	0.56	0.54	
	3	0.70	0.64	0.59						0.62	0.57	0.54				0.53	0.50	0.47	
	4	0.62	0.56	0.51						0.55	0.50	0.46				0.47	0.44	0.41	
	5	0.55	0.48	0.43						0.49	0.44	0.40				0.42	0.38	0.35	
	6	0.50	0.42	0.37						0.46	0.39	0.34				0.38	0.34	0.31	
	7	0.45	0.37	0.33						0.40	0.34	0.30				0.34	0.30	0.27	
	8	0.40	0.33	0.28						0.36	0.30	0.26				0.31	0.27	0.24	
	9	0.36	0.29	0.24						0.32	0.27	0.22				0.28	0.23	0.20	
	10	0.33	0.26	0.21						0.29	0.24	0.20				0.25	0.21	0.18	

ANEXO 3

Tabla XXIV. Factores de multiplicación.

TABLA PARA EL CÁLCULO DE ILUMINACIÓN

Tabla III . Factores de multiplicación.

Para reflectancias de cavidad de piso del 10%.

Tabla XXV. Reflectancia efectiva de cavidad

Rcc	80				70				50				30				10			
	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10			
RCA	1	0.92	0.93	0.93	0.94	0.93	0.94	0.94	0.95	0.96	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99		
	2	0.93	0.94	0.95	0.96	0.94	0.95	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99		
	3	0.94	0.95	0.96	0.97	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99		
	4	0.94	0.96	0.97	0.98	0.95	0.96	0.97	0.98	0.97	0.98	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99		
5	0.95	0.96	0.98	0.90	0.95	0.97	0.98	0.98	0.97	0.98	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99			
	6	0.95	0.97	0.98	0.99	0.96	0.97	0.98	0.99	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99			
	7	0.96	0.97	0.98	0.99	0.96	0.97	0.98	0.99	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99			
	8	0.96	0.98	0.99	0.99	0.96	0.98	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99			
	9	0.96	0.98	0.99	0.99	0.96	0.98	0.99	0.99	0.98	0.99	1	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99			
	10	0.96	0.98	0.99	0.99	0.97	0.98	0.99	0.99	0.98	0.99	1	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99			

Factores de multiplicación.

Para reflectancias cavidad de piso 30%.

Rcc	80				70				50				30				10			
	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10			
RCA	1	1.09	1.08	1.07	1.07	1.08	1.07	1.06	1.06	1.05	1.04	1.04	1.03	1.03	1.02	1.01	1.01	1.01		
	2	1.08	1.07	1.05	1.05	1.07	1.06	1.05	1.04	1.04	1.03	1.03	1.03	1.02	1.02	1.02	1.01	1.01		
	3	1.07	1.05	1.04	1.03	1.06	1.05	1.04	1.03	1.03	1.03	1.02	1.02	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01		
	4	1.06	1.04	1.03	1.02	1.05	1.04	1.03	1.02	1.03	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01		
5	1.06	1.04	1.03	1.02	1.05	1.03	1.02	1.01	1.03	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01			
	6	1.05	1.03	1.02	1.01	1.05	1.03	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01			
	7	1.05	1.03	1.02	1.01	1.04	1.03	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01			
	8	1.04	1.03	1.01	1.01	1.04	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1	1.01	1.01			
	9	1.04	1.02	1.01	1.01	1.04	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1	1.02	1.01	1	1.01	1.01			
	10	1.04	1.02	1.01	1.01	1.03	1.02	1.01	1	1.02	1.01	1	1.01	1.01	1	1.01	1.01			

Rcc = porcentaje de reflectancia efectiva de cavidad cielo.

Rp = porcentaje de reflectancia de paredes

RCA = relación de cavidad de ambiente.

TABLA PARA EL CÁLCULO DE ILUMINACIÓN

Tabla IV Reflectancias efectivas de cavidad de ciclo (P_{CC}) y de piso (P_{CP}) en %.

Reflectancia Piso o cielo	90				80				70			50			30				10		
	90	70	50	30	80	70	50	30	70	50	30	70	50	30	65	50	30	10	50	30	10
0	90	90	90	90	88	80	80	80	70	70	70	58	50	50	30	30	30	30	10	10	10
0.1	90	89	88	87	79	79	78	78	69	69	68	59	49	48	30	30	29	29	10	10	10
0.2	89	88	86	85	79	78	77	76	68	67	66	49	48	47	30	29	29	28	10	10	9
0.3	89	87	85	83	78	77	75	74	68	66	64	49	47	46	30	29	28	27	10	10	9
0.4	88	86	83	81	78	76	74	72	67	65	63	48	46	45	30	29	27	26	11	10	9
0.5	88	85	81	78	77	75	73	70	66	64	61	48	46	44	29	28	27	25	11	10	9
0.6	88	84	80	76	77	75	71	68	65	62	59	47	45	43	29	28	26	25	11	10	9
0.7	88	83	78	74	76	74	70	66	65	61	58	47	44	42	29	28	26	24	11	10	8
0.8	87	82	77	73	75	73	69	65	64	60	56	47	43	41	29	27	25	23	11	10	8
0.9	87	81	76	71	75	72	68	63	63	59	55	46	43	40	29	27	25	22	11	9	8
1	86	80	74	69	74	71	66	61	63	58	53	46	42	39	29	27	24	22	11	9	8
1.1	86	79	73	67	74	71	65	60	62	57	52	46	41	38	29	26	24	21	11	9	8
1.2	86	78	72	65	73	70	64	58	61	56	50	45	41	37	29	26	23	20	12	9	7
1.3	85	78	70	64	72	69	63	57	61	55	49	45	40	36	29	26	23	20	12	9	7
1.4	85	77	69	62	72	68	62	55	60	54	48	45	40	35	28	26	22	19	12	9	7
1.5	85	76	68	61	72	68	61	54	59	53	47	44	39	34	28	25	22	18	12	9	7
1.6	85	75	66	59	71	67	60	53	59	53	45	44	39	33	28	25	21	18	12	9	7
1.7	84	74	65	58	71	66	59	52	58	51	44	44	38	32	28	25	21	17	12	9	7
1.8	84	73	64	56	70	65	58	50	57	50	43	43	37	32	28	25	21	17	12	9	6
1.9	84	73	63	55	70	65	57	49	57	49	42	43	37	31	28	25	20	16	12	9	6
2	83	72	62	53	69	64	56	48	56	48	41	43	37	30	28	24	20	16	12	9	6
2.1	83	71	61	52	69	63	55	47	56	47	40	43	36	29	28	24	20	16	13	9	6
2.2	83	70	60	51	68	62	54	45	55	46	39	42	36	29	28	24	19	15	13	9	6
2.3	83	69	59	50	68	62	53	44	54	46	38	42	35	28	28	24	19	14	13	9	6
2.4	82	68	58	48	67	61	52	43	54	45	37	42	35	27	28	24	19	14	13	9	6
2.5	82	68	57	47	67	61	51	42	53	44	36	41	34	27	27	23	18	14	13	9	6
2.6	82	67	56	46	66	60	50	41	53	43	35	41	34	26	27	23	18	13	13	9	5
2.7	82	66	55	45	66	60	49	40	52	43	34	41	33	26	27	23	18	13	13	9	5
2.8	81	66	54	44	66	59	48	39	52	42	33	41	33	25	27	23	18	13	13	9	5
2.9	81	65	53	43	65	58	48	38	51	41	32	40	33	25	27	23	17	12	13	9	5
3	81	64	52	42	65	58	47	38	51	40	32	40	32	24	27	22	17	12	13	8	5
3.1	80	64	51	41	64	57	46	37	50	40	31	40	32	24	27	22	17	12	13	8	5
3.2	80	63	50	40	64	57	45	36	50	39	30	40	31	23	27	22	16	11	13	8	5
3.3	80	62	49	39	64	56	44	35	49	39	30	39	31	23	27	22	16	11	13	8	5
3.4	80	62	48	38	63	56	44	34	49	38	29	39	31	22	27	22	16	11	13	8	5
3.5	79	61	48	37	63	55	43	33	48	38	29	39	30	22	26	22	16	11	13	8	5
3.6	79	60	47	36	62	54	42	32	48	37	28	39	30	21	26	21	15	10	13	8	5
3.7	79	60	46	35	62	54	42	32	48	37	27	38	30	21	26	21	15	10	13	8	4
3.8	79	59	45	35	62	53	41	31	47	36	27	38	29	21	26	21	15	10	13	8	4
3.9	78	59	45	34	61	53	40	30	47	36	26	38	29	20	26	21	15	10	13	8	4
4	78	58	44	33	61	52	40	30	46	35	26	38	29	20	26	21	15	9	13	8	4
4.1	78	57	43	32	60	52	39	29	46	35	25	47	28	20	26	21	14	9	13	8	4
4.2	78	57	43	32	60	51	39	29	46	34	25	37	28	19	26	20	14	9	13	8	4
4.3	78	56	42	31	60	51	38	28	45	34	25	37	28	19	26	20	14	9	13	8	4
4.4	77	56	41	30	59	51	38	28	45	34	24	37	27	19	26	20	14	8	13	8	4
4.5	77	55	41	30	59	50	37	27	45	33	24	37	27	19	25	20	14	8	14	8	4
4.6	77	55	40	29	59	50	37	26	44	33	24	36	27	18	25	20	14	8	14	8	4
4.7	77	54	40	29	58	49	36	26	44	33	23	36	26	18	25	20	13	8	14	8	4
4.8	76	54	39	28	58	49	36	25	44	32	23	36	26	18	25	19	13	8	14	8	4
4.9	76	53	38	28	58	49	35	25	44	32	23	36	26	18	25	19	13	7	14	8	4
5	76	53	38	27	57	48	35	25	43	32	22	36	26	17	25	19	13	7	14	8	4

