



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTAS DE MEJORA PARA DISMINUIR EL TIEMPO DE  
PRODUCCIÓN  
CASO: VIDRIOS VENEZUELA C.A.**

**AUTOR:**

María Gabriela Sulbarán Andrade

Valencia, Diciembre 2009



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTAS DE MEJORA PARA DISMINUIR EL TIEMPO DE  
PRODUCCIÓN  
CASO: VIDRIOS VENEZUELA C.A.**

Trabajo Especial de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo,  
para optar al Título de Ingeniero Industrial

**TUTOR:**

Ma. Carolina García  
Andrade

**AUTOR:**

María Gabriela Sulbarán

Valencia, Diciembre 2009





## INTRODUCCIÓN

La Ingeniería Industrial ha sido base para el desarrollo de los diferentes sistemas de producción existentes, algunos más complejos que otros, pero que han traído mejoras a las organizaciones e indirectamente beneficios a los consumidores de productos. Por la razón anterior, es necesario que como futura Ingeniero Industrial trate de seguir mejorando y fortaleciendo la estructura de las industrias y la calidad de los productos. Uno de los aspectos más influyentes es el estudio de los procesos de manufactura, el desarrollo óptimo de los mismos permitirá el avance de cualquier industria. Es por esto, que la empresa Vidrios Venezuela C.A. busca mejorar su proceso productivo, ya que al lograr disminuir el tiempo de producción, también bajarán los costos de fabricación utilizando los mismos recursos disponibles en la organización. Basándose en los principios de la ingeniería de métodos para el desarrollo de esta investigación, se logró la simplificación de las actividades productivas.

En busca de disminuir el tiempo de producción en al menos un 10 % del actual, se empleó la Metodología ESIDE en conjunto con herramientas de la Ingeniería Industrial, tales como estudios de tiempo y distribución en planta. Éstos coinciden con la identificación de problemas y actividades innecesarias que aumentan los tiempos de producción y disminuyen los volúmenes de productos.

Se realizó una evaluación de la situación actual de la empresa, permitiendo estudiar los elementos que se encontraron con mayores problemas, determinando de esta manera los indicadores de gestión para su análisis. Éstos son: retrabajos, desperdicio de materia prima y condiciones disergonómicas. Como acciones correctivas se plantearon diferentes propuestas, entre las cuales se pueden mencionar la implantación de un dispositivo con el objetivo de eliminar el retrabajo en el área de corte de vidrio, para evitar así que los defectos vayan pasando de etapa en etapa causando un aumento en los costos, una redistribución de planta con el fin de disminuir las distancias recorridas por el operario y los tiempos de producción,



inclusión de un equipo adecuado de manejo de materiales para disminuir la fatiga y el cansancio de los operarios, suministrarle equipos de seguridad a los trabajadores del área a fin de que prevenir accidentes y enfermedades laborales.

Se desea es que la empresa pueda tener un ritmo de producción más adecuado y un óptimo desempeño de todos los trabajadores al realizar sus tareas.

En el Capítulo I, se abarcaron generalidades de la empresa, tales como: ubicación, reseña histórica, visión, misión y valores. Se realizó una descripción de cada una de las etapas que conforman el proceso de fabricación de puertas y se plantearon los problemas existentes, la formulación de los objetivos, justificación, alcance y limitaciones.

En el Capítulo II, se presenta el Marco teórico, conformado por los antecedentes, las bases teóricas y conceptuales.

El Capítulo III, expresa el tipo de investigación desarrollada, las fuentes y técnicas empleadas para la recolección de información, técnicas para el análisis de la información y fases de la investigación.

En el Capítulo IV, se define la zona de estudio y a través de la tabla de Identificación de Prioridades de Estudio de la metodología ESIDE y los indicadores seleccionados (retrabajo, desperdicio de materia prima, condiciones disergonómicas), se identifica la zona definida como crítica. Se cuantificaron los indicadores en un período de un mes. Se describen cada una de las tres áreas de producción, especificando su producto, insumos, cliente, proveedor, actividades y recursos.

El Capítulo V, presenta la identificación y cuantificación de los desperdicios, posteriormente, el análisis de las causas que originan a los mismos.

El Capítulo VI, presenta



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS



## PROPUESTAS DE MEJORA PARA DISMINUIR EL TIEMPO DE PRODUCCIÓN CASO: VIDRIOS VENEZUELA C.A.

**TUTOR:**

María Carolina García

**AUTOR:**

María Gabriela Sulbarán Andrade

### RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la empresa Vidrios Venezuela C.A. con el objetivo de proponer mejoras que permitieran disminuir el tiempo de producción al menos en un 10% del actual. A través de un estudio se obtuvo el tiempo que se estaba invirtiendo para producir, el cual se ve afectado por diferentes desperdicios, ocasionando un excedente en el tiempo real de la producción. El análisis de la situación se hizo aplicando la herramienta ESIDE (Eliminación Sistémica del Desperdicio). Con el fin de mejorar tal situación se plantearon diferentes propuestas, entre las cuales se encuentran: implantación de un dispositivo para cortar láminas con el fin de eliminar los problemas en el área de corte de vidrios, una redistribución de planta, diseño de un dispositivo de manejo de materiales para disminuir la fatiga en los operarios y suministrar equipos de seguridad a los trabajadores del área, logrando así la disminución del tiempo de producción de la empresa en un 14,6%, alcanzando la meta planteada.

**Palabras claves:** tiempo de producción, desperdicios, ESIDE, mejoras.



## DEDICATORIA

A Dios infinitas gracias, por la vida, experiencias, aprendizajes, por ser mi fiel compañero y siempre sentirlo de la mano.

A los amores de mi vida, mis padres!, el mejor regalo, mi soporte, mi fuerza, ejemplo a seguir, el verdadero amor, fidelidad, los amo!, gracias por todo!, sin ustedes nada.

A mis hermanos, los mejores compañeros y amigos, los amo!

A mi hermosa familia, llena de variedad, consejos, mis mejores momentos compartidos, alegrías, tristezas, pero siempre juntos!.

A mi abuela Belén Arévalo, las conversaciones y momentos más dulces son a tu lado, gracias por estar siempre pendiente de todos.

A mi tía Magali por servirme de inspiración, ejemplo a seguir y su incondicional ayuda.

A Michel Griman, por ser mi fiel compañero y apoyo, gracias, te quiero.

A los que sólo han dejado de estar físicamente:

A mi Abuela Carmen Josefina Guzmán, por su incondicional apoyo, amor, conmigo y toda mi familia... sé que estás sonriendo y muy orgullosa de mi.

... Arnoldo E. Medina Sulbarán... primo amado gracias por llenar mi vida de inolvidables sonrisas... tu pp lo logró!

A todos los que han colaborado de alguna manera conmigo, agradecida.

María Gabriela Sulbarán Andrade.



## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la luz y la fuerza necesaria para alcanzar todos mis objetivos, y siempre ser esa guía para ir por el buen camino.

A mi familia, por todo el apoyo que me dieron y la ayuda que me brindaron incondicionalmente.

A la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, por ser la base fundamental de mi formación y preparación por este largo camino.

A mi tutora, la Profesora Ma. Carolina García, por su tiempo, orientación y enseñanzas en la realización de este trabajo de grado.

A mi jurado, las Profesoras Florangel Ortiz y Karelys Osta, por su colaboración en tiempo y asesoría, realizando un valioso aporte a mis conocimientos.

A la empresa Vidrios Venezuela C.A., por permitirme realizar este trabajo de grado con ellos, y suministrarme la información necesaria para poder desarrollar plenamente esta investigación.

Y, en general, a todas aquellas personas que hicieron posible la realización del presente trabajo de grado.



## ÍNDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
AGRADECIMIENTO	I
DEDICATORIA	II
RESUMEN	III
INTRODUCCIÓN	IV
<b>CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA</b>	
1.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA	6
1.1.1 GENERALIDADES	6
1.1.2 RESEA HISTÓRICA	6
1.1.3 VISIÓN	7
1.1.4 MISIÓN	7
1.1.5 VALORES	7
1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO	8
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.4 OBJETIVOS	13
1.4.1 Objetivo General	13
1.4.2 Objetivos Específicos	13
1.5 JUSTIFICACIÓN	14
1.5.1 Alcance	15
1.5.2 Limitaciones	15



## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

2.1 ANTECEDENTES	16
2.2 BASES TEÓRICAS	18

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	27
3.2 FUENTES TÉCNICAS Y RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	27
3.2.1 Fuentes Primarias	27
3.2.1 Fuentes Secundarias	27
3.3 TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	28
3.4 FASES DE LA INVESTIGACIÓN	28

## **CAPÍTULO IV: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

4.1 DEFINICIÓN DE ZONA DE ESTUDIO	30
4.1.1 Descripción del Área de Corte de Láminas de Vidrio	39
4.1.2 Descripción del Área de Corte de Perfiles	43
4.1.3 Descripción del Área de Ensamble de Puertas	46

## **CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

5.1 IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE DESPERDICIOS	50
5.2 ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE LOS DESPERDICIOS	51



---

## **CAPÍTULO VI: PROPUESTAS DE SOLUCIONES**

6.1 PROPUESTA No 1. DISEÑO DE DISPOSITIVO POKA JOKE PARA LA ELIMINACIÓN DE CORTES DEFECTUOSOS	54
6.2 PROPUESTA No 2. DISEÑO DE DISPOSITIVO PARA EL MANEJO DE LÁMINAS DE VIDRIOS	56
6.3 PROPUESTA No 3. SUMINISTRO A OPERARIOS DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD TALES COMO BOTAS Y LENTES, TAPA BOCAS Y GANTES	59
6.4 PROPUESTA No 4. REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN	60
6.5. PROPUESTA No 5. DISEÑO DE DISPOSITIVO PARA CARGA DE LÁMINAS CORTADAS Y MANIPULACIÓN DE PUERTAS ENSAMBLADAS	68
6.6. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS PROPUESTAS PLANTEADAS	71
6.7. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO CON LAS PROPUESTAS DE MEJORAS IMPLANTADAS	77
<b>CONCLUSIONES</b>	79
<b>RECOMENDACIONES</b>	81
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	82
<b>ANEXOS</b>	83



## ÍNDICE DE FORMA Y TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Forma 1.</b> Identificación de prioridades de estudio dentro del trabajo de Investigación.	31
<b>Tabla 1.</b> Retrabajos en el área de corte de vidrio	33
<b>Tabla 2.</b> Retrabajos en el área de corte de perfiles	34
<b>Tabla 3.</b> Retrabajos en el área de ensamble de puertas	35
<b>Tabla 4.</b> Desperdicio de materia prima en el área de corte de vidrio	36
<b>Tabla 5.</b> Desperdicio de materia prima en el área de corte de perfiles	37
<b>Tabla 6.</b> Desperdicio de materia prima en el área de ensamble de puertas.	37
<b>Tabla 7.</b> Desperdicio movimientos disergonómicos en el área de producción.	38
<b>Tabla 8.</b> Descripción del área de corte de vidrios.	40
<b>Tabla 9.</b> Insumos utilizados en el proceso.	41
<b>Tabla 10.</b> Equipos y herramientas utilizados en el área de corte	43
<b>Tabla 11.</b> Descripción del área de corte de perfiles	44
<b>Tabla 12.</b> Insumos utilizados en el proceso.	45
<b>Tabla 13.</b> Equipos y herramientas utilizadas en el área de corte de perfiles.	46
<b>Tabla 14.</b> Descripción del área de ensamble de puertas	47
<b>Tabla 15.</b> Insumos utilizados en el proceso de ensamble de puertas	48
<b>Tabla 16.</b> Equipos y herramientas utilizados en el proceso de ensamble de puertas.	49
<b>Tabla 17.</b> Identificación de los desperdicios.	50
<b>Tabla 18.</b> Cuantificación de desperdicios	51
<b>Tabla 19.</b> Análisis de las causas de los desperdicios.	51



---

<b>Tabla 20.</b> Escala de deseabilidad nueva distribución en planta	64
<b>Tabla 21.</b> Evaluación de alternativas	65
<b>Tabla 22.</b> Costo de dispositivo POKA JOKE para la eliminación de cortes defectuosos	71
<b>Tabla 23.</b> Costo de Implementación de dispositivo para manejo de láminas de vidrio.	72
<b>Tabla 24.</b> Costo de implementos de seguridad	74
<b>Tabla 25.</b> Costo de implementación de dispositivo para carga de láminas de vidrio cortadas y manipulación de puertas ensambladas	75

## Referencias Bibliográficas

Borrego, L. y Sánchez C. (2008). Mejoras para elevar la productividad en el proceso de elaboración de bobinas de empaque flexible. Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Industrial. Venezuela.

Illada, R. y Ortiz, F. (2008). Eside. Herramientas para las mejoras continuas de los procesos. Cuaderno de Ingeniería Industrial. Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela

Escobar, María. (2007). Propuesta de mejora de los métodos de trabajo de la línea de sello blanco del área de pintura de una empresa ensambladora de automóviles. Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Industrial. Venezuela.

Rospigliosi (2005). Determinación, análisis y planteamiento de soluciones de soluciones de las principales causas que originan La no conformidad de productos terminados en la empresa de confecciones Lives SAC. Trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero Industrial. Caracas. Universidad peruana de ciencias aplicadas

Pérez, María. (2002). Propuesta de mejoras para el área de empaque de una empresa productora de papas fritas (caso Empresa Snack Fritolays). Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Industrial. Venezuela.

Burgos, F. (1999). "Ingeniería de métodos, calidad-productividad". Universidad de Carabobo. II Edición. Valencia, Venezuela



## **CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA**

### **1.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA.**

#### **1.1.1 GENERALIDADES**

##### **Ubicación Geográfica.**

La empresa está localizada en el Estado Aragua, Maracay, Av. Miranda Oeste, No. 202, Sector La Romana. Teléfono: 0243-5541821

#### **1.1.2 RESEÑA HISTÓRICA**

La empresa Vidrios Venezuela, C.A, cuenta con 25 años de fundada, dedicándose a la distribución, transformación y comercialización de todo tipo de vidrios, cristales, cristales de seguridad, accesorios, láminas de espejos, productos terminados, a partir de cualquier vidrio, cristal y espejo, para la industria del mueble, decoración y construcción. Se ha dedicado a la fabricación y distribución de todo tipo de estructuras y ventanería de aluminio en combinación con vidrio orientada hacia el sector de la construcción y a la elaboración de estudios de proyectos de asesoría en el área del aluminio arquitectónico. Se establecieron inicialmente en el Edo. Aragua, Av. Intercomunal Santiago de Mariño, sector La Providencia, parcela No. 32, último galpón a la izquierda, La Morita.

En la actualidad ya tienen dos establecimientos más, uno ubicado en Maracay en la Av. Miranda Oeste, N° 202, Sector la Romana y, otro, en el Edo. Carabobo, Valencia, calle Girardot, N° 103-68.



### 1.1.3 VISIÓN

Ser la empresa que ofrece productos provenientes del ensamble del vidrio y el aluminio de preferencia para el consumidor a través de una organización eficiente, sólida, comprometida y productiva, ofreciendo el mayor valor en producto y siendo líderes en costos.

### 1.1.4 MISIÓN

Ser la mejor alternativa de productos elaborados a través de una cultura de servicio y crecimiento que busca la excelencia desarrollando a nuestros colaboradores y contribuyendo al bienestar de la sociedad.

### 1.1.5 VALORES

**Integridad:** gente honesta, confiable, respetuosa y responsable en la realización de las tareas asignadas.

**Lealtad:** fidelidad de todos los empleados hacia la empresa y evitar cualquier conducta que pueda perjudicar a la organización.

**Compromiso:** los empleados deben tener un compromiso sincero con la empresa para así poder realizar su trabajo con criterios de excelencia.

**Comunicación:** una buena comunicación, directa, clara, respetuosa logra el buen entendimiento entre todos.

**Trabajo en Equipo:** en nuestra organización queremos realzar el valor del trabajo en equipo como principal medio para garantizar el éxito, pues a través de la cooperación y del aporte de cada uno lograremos las metas comunes.



## 1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO.

El proceso de fabricación de puertas está dividido en tres etapas tal como se describe a continuación:

### **Etapas I:**

El proceso se inicia cuando la materia prima (láminas de 2,4 m x 3,3 m, cuyo peso varía entre 100 Kg y 300 Kg según su espesor) se descarga del camión del proveedor, una a una, por cuatro (4) operarios de la empresa (utilizando como protección guantes anti resbalantes), que se disponen a colocar en un sostenedor móvil, el cual permite deslizar la pieza totalmente vertical hasta el soporte correspondiente. Posteriormente, se retira la lámina del sostenedor para colocarla en el soporte, con ayuda de chupones metálicos. Esta operación se realiza los martes y viernes durante la primera hora de la jornada de trabajo, se reciben 60 láminas en cada descarga. Por la duración de esta actividad la misma no se ve reflejada en los análisis siguientes del proceso, aun cuando se conoce que representa 2 de las 40 horas de trabajo semanal de las cuales dispone la empresa, además de otros elementos que se describirán más adelante.

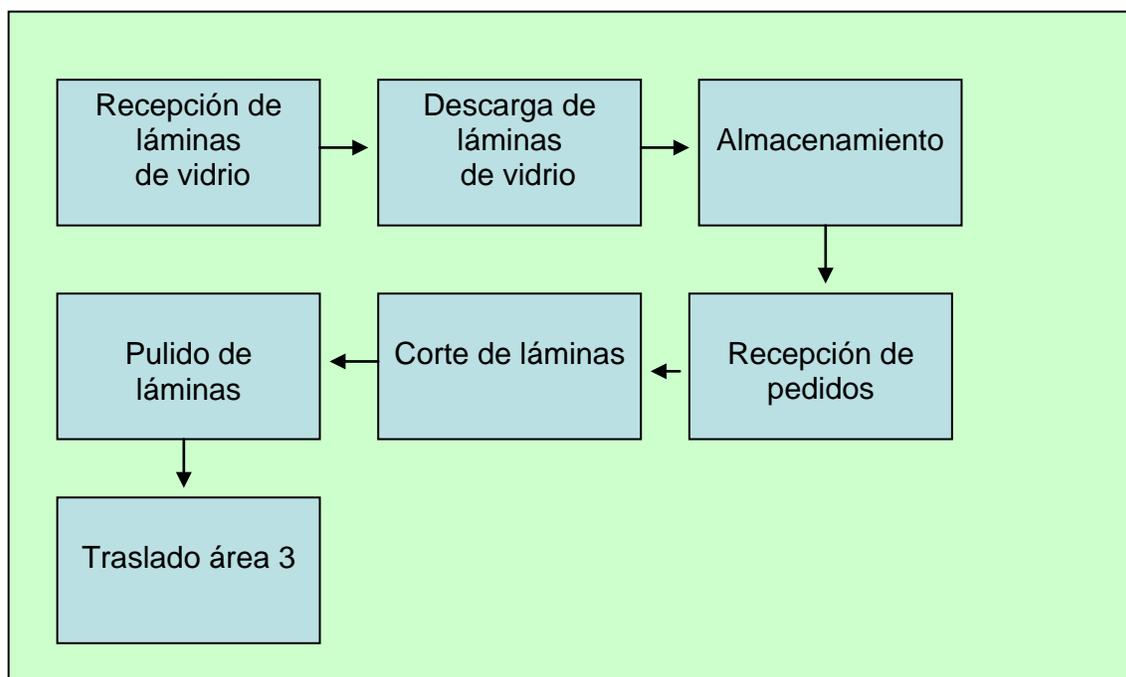
Cuando se recibe un pedido comienza el proceso de fabricación del mismo, se selecciona la lámina de vidrio indicada desde el almacén y se dirige a la mesa de corte (donde se realizan cortes rectos). El lugar de corte está ubicado a 15 m del almacén, y las láminas se trasladan con la ayuda de cuatro operarios y el sostenedor. Una vez ubicada la lámina en el área de corte, la misma se posiciona, se delimita con escuadras de madera y luego la lámina se marca para la realización de los cortes.

Los cortes de vidrio se llevan a la máquina de pulido donde se realiza un proceso de desbaste, pulido y abrillantado de los cantos de la lámina (por ser vidrios planos). Dicha máquina está ubicada a 1 metro de distancia de la mesa de corte. Por último, un operario le coloca un tirro donde se escribe el código del pedido que se

acaba de cortar y ubica la pieza en sostenedores hasta que ésta sea solicitada en el área 3 para el ensamble de una pieza o se haga entrega de su pedido al cliente.

En la siguiente FIGURA 1 se muestra el diagrama de bloques de la etapa I, el cual representa las actividades por las cuales atraviesa la materia prima láminas de vidrio; desde su recepción, almacenamiento y corte, finalizando con su traslado hacia el área de ensamble o área 3.

**FIGURA 1.** Diagrama de bloques del proceso de láminas de vidrio.



Fuente: elaboración propia

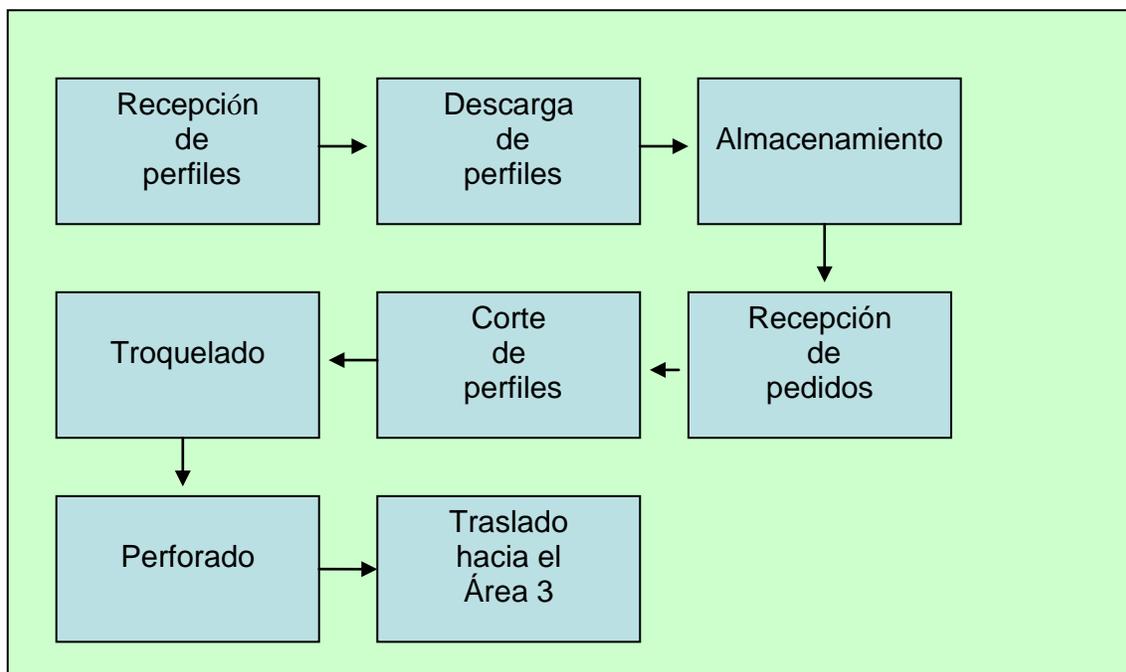
## **Etapa II:**

En la segunda área y etapa del proceso se tiene como materia prima los perfiles de aluminio (6,10 m), que se utilizan para enmarcar las puertas. Estos perfiles, (70 unidades), son descargados del camión del proveedor, por dos (2) operarios de la empresa, los días lunes y miércoles durante la primera hora de la jornada de trabajo, éstos los ubican en un área localizada a 2 metros de altura sobre la superficie del

suelo, utilizada para almacenarlos. Al momento de elaborar un pedido se bajan los perfiles requeridos, uno a uno, de forma manual, para colocarlos en el área de corte donde se marcan y, posteriormente, se cortan según el pedido a realizar.

Los cortes de perfiles se llevan a la troqueladora para efectuarle los ajustes necesarios. Se trasladan los cortes de perfil ya troquelados a una máquina perforadora operada manualmente y se realizan los orificios donde se colocan los remaches de la pieza. Luego, los perfiles se llevan directamente hacia el Área 3. En la FIGURA 2 se muestran las actividades, recepción, almacenamiento, corte y traslado de perfiles.

**FIGURA 2.** Diagrama de bloques del proceso de perfiles.



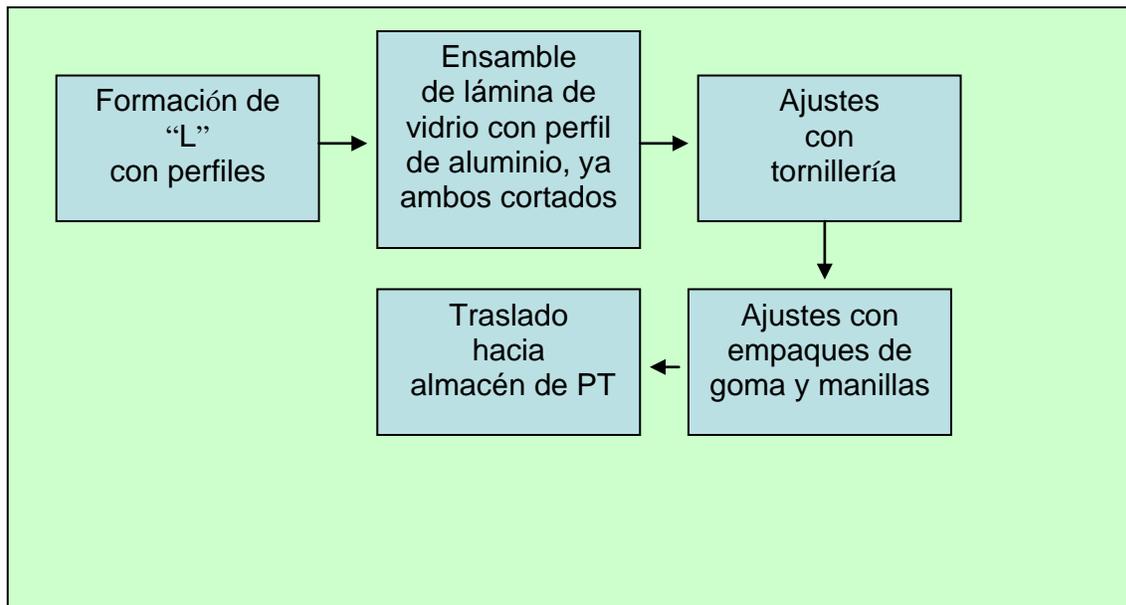
Fuente: elaboración propia

### **Etapas III:**

En la última etapa del proceso se realiza manualmente el ensamble de la estructura de aluminio con las hojas de vidrio. Se trasladan los cortes de vidrio a utilizar y los perfiles hasta el mesón de trabajo. Se constituyen dos estructuras con

forma de “L” (1,8 m x 1,5 m), correspondientes al marco de la puerta de baño; posteriormente, se procede al ensamble de 4 estructuras en forma de “L” con dimensiones (1,7 m x 0,8 m), dos de las cuales enmarcan a cada hoja de vidrio después de sujetarse con tornillos galvanizados. Si éstos cuadran perfectamente, se ajustan las manillas y las puertas van al almacén de producto terminado. Si por lo contrario, no cuadran, se observa si es el vidrio o el perfil que se encuentra mal cortado y se regresa a su respectiva área de corte para acomodar dicho defecto. En promedio se producen 20 puertas diarias. En la FIGURA 3 se observa el diagrama de bloques del proceso de ensamble de puertas.

**FIGURA 3.** Diagrama de bloques del proceso de ensamble.



Fuente: elaboración propia

### 1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, las empresas apoyan mucho más, la mejora continua de los procesos de toda actividad realizada, lo que se traducirá en mayores beneficios tanto para la misma como para sus clientes.



Se realizó un estudio en la empresa Vidrios Venezuela C.A. observándose lo siguiente:

- ✓ Distribución de planta: el almacén de los perfiles de aluminio está ubicado al final del pasillo del área de producción y cuando se tiene que cargar o descargar los perfiles se debe recorrer una distancia de 30 m. Una vez ubicado en el almacén, un operario escala la estructura que resguarda los perfiles, hasta una altura aproximada de 2 m. Allí se extrae o coloca el material requerido para la producción, sin utilizar ningún equipo de protección, generando una condición insegura, además de utilizar en promedio un 10% del tiempo de la jornada diaria laboral (8 horas); según información dada por la empresa.
- ✓ Al descargar la materia prima (láminas de vidrio que oscilan entre 100 Kg y 300 Kg) del camión de los proveedores, los cuatro (4) operarios se someten a una carga física al descargar 60 láminas. Actividad que se realiza dos veces por semana, generando en ellos fatiga (según entrevistas realizadas a los operarios), lo que ocasiona demoras en la producción; Además se utilizan alrededor de 20 láminas al día para la producción de 20 puertas en promedio, lo que requiere del traslado diario de las láminas de vidrio, desde los sostenedores hasta la mesa de corte y por último al Área 3, lo que expone a los trabajadores nuevamente a las mismas condiciones.
- ✓ Capacidad instalada: la empresa realizó un estudio de mercado referente al producto que fabrican actualmente (las puertas) y encontraron que existe una demanda insatisfecha de más de 200 puertas semanales en la zona. A partir de estos datos y por el tamaño de planta, su máxima capacidad es del 60% de la demanda antes mencionada. El proveedor de láminas de vidrio puede surtir hasta 60 láminas en cada viaje y un máximo de 2 despachos semanales, acordando la empresa recibir las láminas con esa frecuencia y en esas cantidades, (martes y viernes 60 láminas cada día). En total 120 láminas semanales, 1 puerta por cada lámina, es decir, pueden fabricarse (según cantidad de láminas) hasta 120 puertas durante la semana aproximadamente. La empresa tiene en máquinas e infraestructura la misma capacidad instalada,

esto sería equivalente a 23 puertas diarias. Sin embargo, sólo se producen en promedio 20 puertas diarias, teniendo que ser 3 de ellas retrabajadas.

- ✓ Ausencia de orden, seguridad e higiene; los equipos y herramientas no se encuentran en un lugar definido lo que ocasiona tiempos muertos por búsqueda de herramientas de trabajo. No se cuenta con equipos de protección. El área está totalmente sucia y desordenada, con muchos obstáculos y desperdicios en la parte de producción.
- ✓ El límite de producción viene dado por la capacidad de planta, el tiempo disponible y las materias primas. En el caso de estudio, existen piezas defectuosas diariamente en promedio de 3 unidades de la producción total, las cuales son retrabajadas. Estos defectos en los cortes son detectados al momento de ensamblar las puertas en el área 3, ocurren 2 en el área de corte de perfiles y 1 en el área de ensamble en promedio al día. Estos retrabajos afectan el tiempo de producción de la empresa negativamente.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General**

Proponer mejoras para disminuir el tiempo de producción al menos en un mínimo del 10% del actual en la empresa Vidrios de Venezuela C.A.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Identificar los desperdicios presentes que inciden directamente en el proceso de producción.
- Establecer las causas que inciden en el incremento del tiempo de producción.
- Proponer mejoras en el área de producción.
- Evaluar la factibilidad técnico-económica de la incorporación de las propuestas de mejoras en la empresa Vidrios Venezuela C.A.



## 1.5 JUSTIFICACIÓN

Con el estudio realizado en la empresa Vidrios Venezuela, C.A., se busca la disminución de al menos un 10% del tiempo de producción (requerimiento de la empresa), reduciendo desperdicios presentes en el sistema. Entre ellos se puede mencionar: desperdicios de materia prima, reproceso y movimientos disergonómicos, permitiendo así la mejor utilización de los recursos de los que dispone el área. Siendo para la empresa las puertas de baño, el producto de mayor venta y el que le genera mayores ingresos, se hace primordial el desarrollo del nivel de producción de las mismas, incrementando sus ganancias, que es el motivo principal de cualquier empresa con fines de lucro.

Este trabajo Especial de Grado sirve como fundamentación teórico-práctica de utilidad para las empresas de producción a nivel nacional, en el mejor aprovechamiento de sus recursos y para los estudiantes como material de apoyo a la hora de realizar investigaciones en la Universidad de Carabobo. La razón por la cual fue efectuada esta investigación es debido a que se observaron deficiencias en las distintas etapas de fabricación de puertas para baño, tales deficiencias son: inadecuada distribución en planta; la cual ocasiona altos recorridos, la recepción de materia prima y alimentación de las distintas áreas de cortes; actividades que genera movimientos disergonómicos de quinto orden. El impacto que este Trabajo de Grado tiene está enfocado hacia la mejora en los procesos en el área de producción de la empresa Vidrios Venezuela C.A. Para la autora representó el último requisito académico exigido para la obtención del título de Ingeniero Industrial, además de que permitió la aplicación de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, relacionados al diseño y mejora de procesos industriales.

### 1.5.1 Alcance

Este estudio comprende el análisis del escenario actual en la empresa Vidrios Venezuela, C.A. y las diferentes propuestas de mejoras, dejando por parte de la misma la implementación de éstas. Se realiza el estudio pertinente al proceso de



producción, métodos, condiciones de trabajo que afectan desfavorablemente la productividad del área. Para ello se tomó como base la información necesaria en cuanto a los principios de seguridad, calidad, entrega y costos permitiendo identificar las causas que afectan el tiempo de producción del producto terminado.

### **1.5.2 Limitaciones:**

Los recursos de la empresa son limitados para la inversión de equipos más sofisticados, por lo que se deben buscar soluciones a los problemas encontrados tomando en cuenta esta información.

La falta de adiestramiento de los trabajadores en el manejo de dispositivos tecnológicos y automatizados dificulta la implementación de nuevos métodos de trabajo.



## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.**

### **2.1 ANTECEDENTES**

ROSPIGLIOSI (2005), en esta investigación se propusieron mejoras en los métodos de trabajo para la línea de acabado de camisas de algodón haciendo uso de la metodología de análisis de la operación. Una de gran importancia fue la de la implementación de un dispositivo para la descarga de la materia prima desde el camión del proveedor hacia el almacén, este dispositivo optimizó el método de trabajo y eliminó las condiciones que causaban fatiga en los operarios. Específicamente los movimientos de 5to orden.

Esta investigación fue tomada como ejemplo para el diseño de dispositivos que simplifican operaciones en las áreas de trabajo consideradas como críticas, además de eliminar las condiciones que causan fatiga en los operarios, las cuales están presentes en cada una de la áreas de producción estudiadas.

PEREZ (2002), efectuó un estudio cuyo objetivo general se enfocó en proponer mejoras de métodos de trabajo orientadas a la disminución de desperdicios en el área de empaque de una empresa productora de papas fritas, con el cual buscaba asegurar un aumento de la productividad, garantizando a su vez la calidad del producto, la seguridad y la ergonomía de las operaciones.

En esta investigación se utilizaron diferentes herramientas como Diagrama de Operaciones, estudio de movimientos entre otros, para determinar las causas que originan las fallas del proceso, así como también para realizar el estudio crítico de las operaciones, para luego formular alternativas de solución que garanticen los mejores niveles de eficiencia y eficacia de los procesos dirigidos a aumentar la productividad de la empresa.



Este trabajo está orientado en la búsqueda de eliminar desperdicio y aumentar la productividad y en determinar aquellos factores que afectan el buen desempeño de las actividades de trabajo, aspectos iguales a lo que se busca con la presente investigación utilizando para ello en ambos casos herramientas de mejora continua.

Esta investigación sirvió de orientación y aprendizaje con respecto a la disminución de desperdicios en los métodos de trabajo.

ESCOBAR (2007) elaboró un trabajo cuya finalidad fue la de aumentar la productividad del área de pintura proponiendo para ello la mejora del proceso y la redistribución de la línea de sello blanco, que permita la utilización eficiente del área de trabajo, la estandarización de métodos y la optimización de los recursos.

En el desarrollo de este estudio se utilizaron técnicas como Diagrama de Causa-Efecto, Diagrama de Pareto y otras herramientas que permitieron realizar el diagnóstico de la situación para dar término y cumplimiento de los objetivos de esta investigación.

La investigación anterior aporta a este trabajo aspectos teóricos como conceptos de metodología tales como producción, estación de trabajo entre otros, que sirven de apoyo debido a que plantea un aumento de la producción y eliminación del desperdicio.

BORREGO Y SÁNCHEZ (2008), quienes realizaron una investigación enfocada hacia el estudio de una empresa dedicada a la producción de bobinas de todo tipo de papel de empaque, su objetivo general fue diseñar propuestas para elevar la productividad laboral así como el desempeño general dentro del proceso de elaboración de bobinas de empaques flexibles.

Para dar cumplimiento al objetivo Borrego y Sánchez (2008), analizaron la situación de las condiciones de trabajo a través de la metodología ESIDE y de las 5'S, y por medio de la aplicación de técnicas de Ingeniería de Métodos y utilización de los recursos del Mejoramiento Continuo, se proponen mejoras destinadas a alcanzar el nivel de producción esperado.



En la investigación antes mencionada se relaciona con la presente en que se busca aumentar la producción, mejorando por medio del uso de métodos adecuados aquellos factores que estarían afectando de manera significativa el proceso de producción de la empresa en conjunto con las técnicas aplicadas en las metodologías de trabajos que se llevan a cabo en el área.

## **2.2 BASES TERICAS**

**2.2.1 Eliminación Sistémica del Desperdicio (ESIDE):** Para Ortiz e Illada (2008), la metodología ESIDE, es un enfoque sistémico para la eliminación o minimización de toda forma de desperdicio presente en cualquier unidad organizacional. Consiste en diez pasos que aplicados en forma sistemática, cíclica y permanente, permiten mejorar el desempeño de los sistemas componentes de una organización. ESIDE consta de 10 pasos que son:

### **Paso 1: elegir (seleccionar) el sistema a ser analizado.**

Es la fase principal del estudio, aquí a través de indicadores se podrá determinar cuál será el área donde se enfocará todo el análisis y la dirección de la investigación. Los indicadores pueden ser cualitativos o cuantitativos, entre los cuales están: clima organizacional, posicionamiento, liderazgo, ingresos, egresos, costos, productividad y otros que pudieran medir el impacto e importancia del sistema.

### **Paso 2: recolectar y organizar la información.**

Como su nombre lo indica, en esta etapa se busca recolectar la mayor información posible y organizarla para un posterior análisis, entre los datos que se pueden conseguir están: producto, cliente, proveedor, recursos, proceso, entre otros. Se utilizan herramientas como: diagrama de proceso, representaciones fotográficas, modelos y otros.



### **Paso 3: decidir el alcance del estudio.**

En esta fase del análisis se debe delimitar los elementos a estudiar, respecto a limitaciones y restricciones que logren presentarse, entre éstas se pueden encontrar: tiempo para conseguir soluciones, recursos humanos y financieros, magnitud, aspectos legales y técnicos.

### **Paso 4: identificar los desperdicios presentes.**

Para esta etapa se cuenta con una lista de chequeo donde se presentan los desperdicios más comunes que se encuentran en un proceso productivo, y se identifican a través de los diferentes elementos del sistema (producto, insumos, equipos y herramientas, mano de obra, espacio y actividades). Los desperdicios que se presentan en esta metodología no limitan en ningún caso la posible inclusión de cualquier otro de relevancia para el sistema.

### **Paso 5: cuantificar los desperdicios presentes.**

Es la forma de medir el impacto que tiene un determinado desperdicio sobre el sistema. A través de esta cuantificación se podrá jerarquizar las variables, creando un orden que permitirá el posterior ataque de los mismos.

### **Paso 6: analizar los desperdicios.**

Esta fase tiene como objetivo determinar las causas de un determinado desperdicio, para dejar bien claro la fuente del mismo. En esta etapa se utiliza una herramienta de gran uso y efectividad como lo es la aplicación sistemática de la pregunta ¿por qué?

### **Paso 7: diseñar y seleccionar las soluciones.**

Las soluciones son la respuesta a los desperdicios, se pueden generar soluciones según conocimientos adquiridos y formación profesional, en esta metodología se presentan herramientas de ayuda como: 5'S, Poka Yoke, SMED (puesta a punto rápida), mantenimiento productivo total, entre otros.



### **Paso 8: evaluar el impacto de las soluciones en el sistema.**

Es importante evaluar el impacto del cambio cuando se presenta una solución, ésta, no sólo puede presentar cambios en el área evaluada sino hasta más allá. Por eso, es necesario recopilar y organizar toda la información referente al nuevo método, para luego verificar el impacto sobre los indicadores estratégicos de la organización y sobre el resto de los sistemas.

### **Paso 9: planificar para la acción-control.**

El plan de acción debe responder el qué hacer, cómo hacerlo, cuándo hacerlo, dónde hacerlo y quién debe hacerlo. Es preciso resaltar que este plan debe tener también una escala temporal y espacial que dependen de los recursos disponibles y son proclives a variaciones.

### **Paso 10: implementar y controlar las soluciones.**

Llevar a cabo las acciones para la puesta en marcha de los nuevos métodos y soluciones. Aparte de esto hacer un análisis respecto a lo planificado y obtenido, para hacer correcciones y modificaciones para alcanzar los objetivos.

**2.2 Método de selección de distribución en planta:** la metodología es usada para la selección óptima de distribución en planta e indica que primero se debe establecer una escala de valoración para determinar la importancia de la relación existente entre cada uno de los departamentos del área seleccionada. Luego asignar valores según escala de deseabilidad e importancia entre ellas, para posteriormente realizar la suma de estos valores y seleccionar el mayor resultante de dichas alternativas para hacer el arreglo de los departamentos.



**2.3 Método de muestreo de tiempos:** el método usado para la medición del tiempo de cada una de las actividades en las distintas áreas a estudiar es el intermitente y la calificación de velocidad usada para determinar el tiempo estándar fue la suministrada por el ingeniero de planta.

### **2.2.3 Bases Conceptuales**

#### **Clasificación de velocidad**

Según Burgos (1999), el proceso de calificar la velocidad

Es una parte muy importante del estudio de tiempos. Consiste en juzgar cuán rápido trabaja un operario tomando como base de referencia lo que signifique el ritmo normal de ejecución de la tarea que realiza.

#### **Cronometrado**

Según Burgos (1999), para el cronometrado:

Existen dos técnicas para realizar el cronometrado de una operación:

##### **1.- El método Continuo**

Consiste en poner en marcha el cronómetro en el momento de comienzo de estudio y no se detiene hasta que éste haya concluido. Cada vez que finaliza un elemento se lee el cronómetro y se hace la anotación respectiva.

##### **2.- El método intermitente**

Consiste en activar el cronómetro al comienzo del estudio y luego, cada vez que finaliza un elemento se detiene el cronómetro y se devuelve la lectura a cero.

Para esta investigación se trabajo con el método intermitente.

#### **Estudio de tiempos**

Según Burgos (1999), se define estudio de tiempos como:



La técnica para establecer un tiempo estándar para realizar una tarea dada. Esta técnica se basa en la medición del contenido de trabajo prescrito, permitiendo las debidas tolerancias por fatiga, demoras inevitables y necesidades personales.

### **Intervalo de confianza (I)**

Según Burgos (1999), se entiende por intervalo de confianza:

El intervalo de la variable en el cual está comprendido, en términos de probabilidad, un determinado porcentaje de los valores observados. Por lo general, se expresa en términos de la desviación estándar.

### **Medida estándar**

Según Burgos (1999), se entiende por medida estándar:

Un denominador común o base para expresar una característica o fenómeno en términos cuantitativos. Ejemplos de estándares comunes son el metro, el segundo, el grado centígrado, la libra.

### **Métodos de calificación de la velocidad**

Según Burgos (1999) existen varios métodos para calificar la velocidad:

- a) El método subjetivo.
- b) El Westinghouse y el Westinghouse modificado.
- c) Calificación sintética.
- d) Calificación objetiva.

### **Nivel de Confianza**

Según Burgos (1999), el nivel de confianza:

Representa la probabilidad de que los valores obtenidos en el muestreo no se desvíen más allá del intervalo de confianza. Un valor muy aplicado del nivel de



confianza es 95%, lo cual significa que podemos esperar que en el 95% de los casos el valor verdadero del tiempo esté dentro del grado de precisión requerido.

## **Normalización**

Según Burgos (1999), normalizar es:

Establecer una norma, un patrón.

## **Precisión**

Según Burgos (1999), la precisión:

Representa el grado de desviación o tolerancia permitida con respecto al valor verdadero de la media.

## **Productividad**

Según Burgos (1999), se entiende por productividad:

La relación entre los resultados alcanzados y los recursos empleados para ello. Se expresa de la siguiente manera:

Productividad = (Resultados alcanzados / Recursos utilizados)

## **Tiempo estándar**

Según Burgos (1999), el tiempo estándar es:

Una función del tiempo requerido para realizar una tarea. Se expresa por la relación:

$TE = TPS \times CV + Tolerancias$

Siendo:

TE = Tiempo Estándar

TPS = Tiempo Promedio Seleccionado

Cv = Calificación de Velocidad



## **Tiempo normal**

Según Burgos (1999), el tiempo normal:

Es el tiempo que tardaría un operario calificado en ejecutar la tarea si trabajara a ritmo normal, sin incluir ningún tipo de tolerancias.

## **Tolerancias**

Según Burgos (1999), se define tolerancia como:

La consideración de una serie de factores como, demoras e interrupciones, que también forman parte del trabajo y cuya presencia incrementa el tiempo de ciclo de ejecución de la tarea.



## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Debido a las características presentes en la investigación y según definiciones expuestas por la UPEL en 1990, “se puede clasificar como proyecto factible”, la cual consiste en la elaboración de una propuesta de un modelo operativo viable para satisfacer necesidades de una institución o grupo social”. En este caso, lo que se busca es disminuir el tiempo de producción de la empresa Vidrios Venezuela, C.A.

### **3.2 FUENTES Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

Se emplearon diversas técnicas y herramientas para la obtención de toda la información necesaria en el desarrollo de la investigación, definida anteriormente, para lograr los objetivos planteados. Entre ellas se pueden mencionar:

#### **3.2.1 Fuentes primarias**

Se basó en la observación directa por parte del investigador del proceso, aprovechando la oportunidad de obtener el mayor número de datos, información relacionada con el trabajo que se le realiza al vidrio y las estructuras que se forman en conjunto con el aluminio. De igual manera, se aplicaron constantes entrevistas a profundidad con el personal involucrado con las actividades en ambas áreas.

#### **3.2.2 Fuentes secundarias**

Aportó información que le permitió a la empresa la obtención de información básica relacionada con la investigación. Las fuentes a utilizar son los datos históricos, trabajos especiales de grado e Internet.



### **3.3 TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Las técnicas de investigación utilizadas para el análisis de los datos sirvieron como orientación en la búsqueda de mejoras para las tres áreas del proceso de producción. Entre las herramientas manejadas para la recolección y análisis de los datos se tiene: el ESIDE, observación directa, toma de tiempos, entrevistas y análisis del investigador.

### **3.4 FASES DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **FASE I. Descripción de la situación actual.**

Se basó en la identificación y en el análisis de las actividades críticas que afectan el desempeño del proceso, especificando causas que lo originan, efectos presentes y consecuencias que pueden provocar. Este análisis abarcó datos obtenidos de las fuentes primarias, secundarias, además de aplicar el enfoque correctivo o de mejoramiento en aspectos como la seguridad, calidad y costos.

#### **FASE II. Aplicación de la Metodología ESIDE**

- Seleccionar el Sistema a ser analizado.
- Recolectar y organizar la información.
- Decidir el alcance del estudio.
- Identificar los desperdicios.
- Cuantificar los desperdicios.
- Analizar los desperdicios.
- Diseñar y seleccionar las soluciones.
- Evaluar el impacto de las soluciones en el Sistema.

Con la finalidad de obtener las formas más adecuadas de eliminar los desperdicios encontrados.



---

### **FASE III. Propuesta de mejoras.**

Se detectaron posibles oportunidades de mejora, tanto para el aumento de la productividad así como la disminución del tiempo de producción.

### **FASE IV. Evaluación de la factibilidad económica de las propuestas.**

En esta etapa se elaboró una evaluación económica de la inversión necesaria para la implementación de las propuestas y su relación Costo vs. Beneficio. Cabe destacar que la inversión realizada por la empresa se estima se recupere en un mes.



## CAPÍTULO IV: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1 DEFINICIÓN DE ZONA DE ESTUDIO.

La empresa Vidrios de Venezuela C.A. cuenta con dos líneas de producción para la obtención de puertas de baño. En una de las líneas se trabaja el vidrio como materia prima, realizándole el corte requerido y el canto pulido, la otra línea trabaja con los perfiles de aluminio ejecutándole cortes y modificaciones precisas según sea el caso.

Es necesario identificar la zona definida como crítica o de prioridad de estudio dentro del presente trabajo de investigación, para ello, se aplicó la tabla de Identificación de Prioridades de Estudio de la metodología ESIDE Ortiz e Illada (2008).

Los indicadores que permitieron realizar esta selección fueron:

- **RETRABAJO:** mediante este indicador, se busca medir el porcentaje de unidades que son retrabajadas, sobre la cantidad total de unidades elaboradas como producto terminado.
- **DESPERDICIO DE MATERIA PRIMA:** mediante este indicador, se evalúa la cantidad de materia prima que no es usada con respecto a la ingresada hacia el área de almacén.
- **CONDICIONES DISERGONÓMICAS:** este indicador mide la cantidad de veces q en que los operarios realizan movimientos que causan fatiga, tales como agacharse y levantar láminas de vidrio, puertas y perfiles.

En la siguiente tabla (Forma 1) se puede apreciar los indicadores y sus valores:



**Forma 1.** Identificación de prioridades de estudio.

<b>ORGANIZACIÓN</b>										<b>Vidrios de Venezuela, C.A.</b>							
<b>SISTEMA DE ESTUDIO</b>										<b>Líneas de Producción</b>							
<b>REALIZADO POR</b>										<b>María Gabriela Sulbarán</b>							
<b>FECHA</b>										<b>feb-09</b>							
<b>Indicadores de gestión del sistema</b>					<b>Área 1</b>			<b>Área 2</b>			<b>Área 3</b>						
Nombre	Unidad medida	Valor actual	Valor meta	Peso relativo	Valor	Status	Puntos	Valor	Status	Puntos	Valor	Status	Puntos				
Retrabajo (%)	unidades retrabajadas/unidades procesadas	3,05	0	10	15,77	3	30	1,27	2	20	5,08	1	10				
Desperdicio de materia prima (%)	Materia prima no utilizada/Materia prima disponible	32,79	16,06	10	18,13	2	20	29,82	3	30	18,13	2	20				
Condiciones disergonómicas	Veces/ jornada	117,9	39,3	8	58,95	3	24	19,65	2	16	39,3	2	16				
							<b>TOTAL</b>	<b>74</b>				<b>TOTAL</b>	<b>66</b>			<b>TOTAL</b>	<b>46</b>

Fuente: elaboración propia.



**Unidad de medida:** unidad de medida del indicador.

**Valor actual:** valor actual del indicador.

**Peso Relativo:** valor asignado al indicador según su importancia en el desempeño global del sistema. Escala Asignada: 10 al más importante descendiendo hasta 1 al menos importante.

**Status:** prioridad de atención en comparación con el resto de las áreas. Escala empleada: 1, 2,3 siendo 3 el área de mayor status.

**Puntos:** puntaje obtenido multiplicando el estatus de cada área por el peso relativo del indicador.

Los datos para poder realizar los cálculos fueron suministrados por la empresa a través de sus reportes de producción diarios y la observación del investigador, los valores metas así como la importancia de cada indicador representada en el peso relativo, fue establecida por el supervisor de la línea de producción y la gerencia.

Como puede observarse en la Forma 1, el área con mayor puntaje después de realizar la evaluación fue el 1 (Área de Corte de Láminas de Vidrio), por lo tanto debe ser seleccionado como primer área a estudiar por ser área crítica. Pero debido a que se poseen los recursos suficientes para plantear soluciones en las demás áreas, se seleccionaron las tres: área de corte de vidrio, corte de perfiles y ensamble de perfiles con láminas de vidrio.

Con la finalidad de recolectar información suficiente para evaluar los indicadores utilizados en la Forma 1, se hizo uso de observación directa en el transcurso de 1 mes, cuyos resultados se muestran a continuación en la Tabla 1:

## Retrabajos

**Tabla 1.** Retrabajos en el área de corte de vidrio

Día de la semana	Unidades defectuosas (unid/día)	Unidades buenas a la primera vez (unid/día)	Unidades de PT (unid/día)	Porcentaje retrabajo (% unid/día)
	A	B	A+B = C	(A/C) x 100%
Lunes	3	18	21	14,28
Martes	3	16	19	15,78
Miércoles	4	16	20	20
Jueves	3	18	21	14,28
Viernes	3	15	18	16,66
Lunes	4	16	20	20
Martes	3	15	18	16,66
Miércoles	3	18	21	14,28
Jueves	2	16	18	11,11
Viernes	3	16	19	15,78
Lunes	3	17	20	15
Martes	3	16	19	15,78
Miércoles	3	17	20	15
Jueves	4	16	20	20
Viernes	3	16	19	15,78
Lunes	3	17	20	15
Martes	3	16	19	15,78
Miércoles	3	17	20	15
Jueves	3	18	21	14,28
Viernes	3	17	20	15
Promedio	3,1	16,55	19,65	15,77

Fuente: elaboración propia

El defecto observado siempre fue descuadre entre las láminas de vidrio y el perfil ambos ya cortados (actualmente este defecto es notado en el área 3) debido a que no existe un proceso de inspección en el área de corte, en promedio el descuadre es de 1,5 a 2 cm de ancho y largo respectivamente. Los retrabajos más críticos se observan los días lunes, miércoles, y jueves de las primeras 3 semanas alcanzando su valor a 4 unidades defectuosas al día lo cual representa en



promedio 15,77% de las unidades fabricadas al día. En la siguiente tabla (Tabla 2) se muestra el porcentaje de unidades defectuosas al día, en el área 2.

**Tabla 2.** Retrabajos en el área de corte de perfiles

Día de la semana	Unidades defectuosas (unid/día)	Unidades buenas a la primera vez (unid/día)	Unidades de PT (unid/día)	Porcentaje retrabajadas (% unid/día)
	A	B	A+B = C	(A/C) x 100%
Lunes	2	166	168	1,19
Martes	3	149	152	1,97
Miércoles	2	158	160	1,25
Jueves	3	165	168	1,78
Viernes	2	142	144	1,38
Lunes	1	159	160	0,62
Martes	2	142	144	1,38
Miércoles	2	166	168	1,19
Jueves	1	143	144	0,69
Viernes	3	149	152	1,97
Lunes	1	159	160	0,62
Martes	3	149	152	1,97
Miércoles	3	157	160	1,87
Jueves	2	158	160	1,25
Viernes	1	151	152	0,65
Lunes	1	159	160	0,62
Martes	3	149	152	1,97
Miércoles	1	159	160	0,62
Jueves	3	165	168	1,78
Viernes	1	159	160	0,62
Promedio	2	155,2	157,2	1,27

Fuente: elaboración propia

Como puede observarse en la Tabla 2, los desperdicios en el área de corte de perfiles de aluminio se deben a que estos cortes se realizan sin el ángulo exacto requerido por la pieza; el cual debe ser de 45 grados. Se presenta las



unidades fabricadas diariamente, teniendo en consideración que: “A” representa la cantidad de perfiles defectuosos, “B” la cantidad de perfiles cortados correctamente a la primera vez y “C” las unidades de producto terminado (PT) al día. Debido a que los defectos encontrados se presentan por exceso de material, en todos los caso es recuperable la pieza. Para la obtención del porcentaje de unidades defectuosas se divide la cantidad de unidades defectuosas entre el total de unidades fabricadas al día. De igual manera se muestra que el promedio observado en el periodo de un mes es de 1,27% de perfiles defectuosos, estas unidades son retrabajadas en la jornada de producción. En la Tabla 3 se refleja el porcentaje de unidades retrabajadas en el área 3.

**Tabla 3.** Retrabajos en el área de ensamble de puertas

Día de la semana	Unidades defectuosas (unid/día)	Unidades buenas a la primera vez (unid/día)	Unidades de PT (unid/día)	Porcentaje retrabajadas (% unid/día)
	A	B	A+B = C	(A/C) x 100%
Lunes	0	21	21	0
Martes	1	18	19	5,26
Miércoles	1	19	20	5
Jueves	2	19	21	9,52
Viernes	1	17	18	5,55
Lunes	0	20	20	0
Martes	1	17	18	5,55
Miércoles	2	19	21	9,52
Jueves	0	18	18	0
Viernes	2	17	19	10,52
Lunes	0	20	20	0
Martes	0	19	19	0
Miércoles	1	19	20	5
Jueves	1	19	20	5
Viernes	3	16	19	15,78
Lunes	0	20	20	0
Martes	2	17	19	10,52
Miércoles	1	19	20	5
Jueves	0	21	21	0
Viernes	2	18	20	10
Promedio	1	18,65	19,65	5,08

Fuente: elaboración propia



Como se puede observar en la tabla 3, los retrabajos realizados en el área de ensamble de puertas son debido a que las láminas de vidrio junto con los perfiles no fueron ensamblados correctamente.

### Desperdicio de Materia Prima

La recolección de la información del indicador desperdicio de materia prima se muestra en la Tabla 4:

**Tabla 4.** Desperdicio de materia prima en el área de corte de vidrio

Semanas	PT (unid/semana)	Cantidad de productos que pueden elaborarse con la materia prima disponible (unid/semana)	Cantidad de productos que dejan de elaborarse y quedan en el almacén (unid/semana)	Desperdicio de materia prima %
	A	B	$B-A = C$	$(C/B) \times 100\%$
semana 1	99	120	21	17,50
semana2	96	120	24	20,00
semana3	98	120	22	18,33
semana4	100	120	20	16,67
Promedio	98,25	120	21,75	18,13

Fuente: elaboración propia

Como puede observarse en la tabla 4 se indican los valores de la cantidad de materia prima que no es utilizada para el proceso de fabricación de puertas en el área de cortes de vidrio, esta información fue recolectada en un lapso de 4 semanas; siendo la semana 2 la más crítica debido a que la cantidad de materia prima desperdiciada asciende a 24 láminas de vidrio, lo cual representa 20% de desperdicio.

De igual manera, en la tabla 5 puede observarse la cantidad de perfiles que dejan de ser utilizados para el ensamble de puertas, el valor crítico es de 44 unidades en la semana 2, lo cual representa un porcentaje de 31,43% de desperdicio. En la tabla 6 aparece la cantidad de materia prima que deja de ser



utilizada o es desperdiciada en ese día en el área de ensamble de puertas, con un valor crítico de 24 unidades, representando un 20% de desperdicios.

**Tabla 5.** Desperdicio de materia prima en el área de corte de perfiles

Semanas	PT (unid/semana)	Cantidad de productos que pueden elaborarse con la materia prima disponible (unid/semana)	Cantidad de productos que dejan de elaborarse y quedan en el almacén (unid/semana)	Desperdicio de materia prima %
	A	B	B-A = C	(C/B) x 100%
semana 1	99	140	41	29,29
semana2	96	140	44	31,43
semana3	98	140	42	30,00
semana4	100	140	40	28,57
Promedio	98,25	140	41,75	29,82

Fuente: elaboración propia

**Tabla 6.** Desperdicio de materia prima en el área de ensamble de puertas

Semanas	PT (unid/semana)	Cantidad de productos que pueden elaborarse con la materia prima disponible (unid/semana)	Cantidad de productos que dejan de elaborarse y quedan en el almacén (unid/semana)	Desperdicio de materia prima %
	A	B	B-A = C	(C/B) x 100%
semana 1	99	120	21	17,50
semana2	96	120	24	20,00
semana3	98	120	22	18,33
semana4	100	120	20	16,67
Promedio	98,25	120	21,75	18,13

Fuente: elaboración propia



## Condiciones Disergonómicas

A continuación se muestran en la Tabla 7 los datos recolectados con ayuda de operarios de sus respectivas áreas.

**Tabla 7.** Movimientos disergonómicos en el área de producción.

Día de la semana	Movimientos área de de corte vidrio (veces/jornada)	Movimientos área de corte de perfiles (veces/jornada)	Movimientos área de ensambles de puertas (veces/jornada)
Lunes	63	21	42
Martes	57	19	38
Miércoles	60	20	40
Jueves	63	21	42
Viernes	54	18	36
Lunes	60	20	40
Martes	54	18	36
Miércoles	63	21	42
Jueves	54	18	36
Viernes	57	19	38
Lunes	60	20	40
Martes	57	19	38
Miércoles	60	20	40
Jueves	60	20	40
Viernes	57	19	38
Lunes	60	20	40
Martes	57	19	38
Miércoles	60	20	40
Jueves	63	21	42
Viernes	60	20	40
<b>Promedio</b>	<b>58,95</b>	<b>19,65</b>	<b>39,3</b>

Fuente: elaboración propia

En la tabla 7 se observan la cantidad de movimientos de 5to. orden que deben realizar los operarios en cada una de sus respectivas áreas. Dichos movimientos corresponden al área de corte de láminas de vidrios, a la carga de láminas de vidrios en el sostenedor, carga y descarga de la mesa de corte; la



cantidad total de éstas es de 3 movimientos por unidad y el valor total de éstos se obtiene multiplicando esta cantidad por la producción total del día.

Cálculo tipo:

Cantidad de movimientos disergonómicos = (3 mov./unid)\*(producción del día)

Cantidad de movimientos disergonómicos =  $3 \times 21 = 63$  movimientos disergonómicos.

En el área de corte de perfiles se realiza un movimiento disergonómico por unidad a ser utilizado, éste consiste en que el operario debe alzarse para alcanzar el perfil de aluminio colocado en su respectivo estante. La cantidad de movimientos en el área de ensamble de puertas es de 2 por unidad, correspondiente a la carga de la mesa de ensamble con la lámina de vidrio y a la descarga de la misma con la puerta ya ensamblada, su valor más crítico es de 42, el cual es observado el día miércoles de la semana 2. Cabe destacar que todos los movimientos observados son de 5to. orden.

### **Descripción del Área de Producción**

El área de trabajo presenta muy pocas condiciones de orden y limpieza, con escasa ventilación e iluminación (según entrevista con los operadores de producción y simple observación), existen obstáculos que impiden la circulación libre a través del área de trabajo, con láminas y desperdicios de las mismas en el suelo. Igualmente los racks de almacén están en malas condiciones en cuanto a pintura, limpieza y son de difícil acceso desde el piso. Adicionalmente a esto, no existe apoyo visual de la ubicación de las diferentes áreas de trabajo y/o ubicación de las herramientas y equipos. Tampoco ninguna ayuda que indique la dirección del flujo de material, o de recorridos del proceso, no existen señalizaciones o alertas visuales.

La producción se divide en tres (3) etapas, las cuales son realizadas en las siguientes áreas: corte de vidrios, corte de perfiles y ensamble de puertas.



#### 4.1.1 Descripción del Área de Corte de Vidrios: corte de láminas de vidrio y canto pulido.

A continuación se muestra en la Tabla 8 la descripción del área de corte de vidrios:

**Tabla 8.** Descripción del área de corte de vidrios.

<b>PRODUCTOS</b>	Láminas de vidrio cortadas a la dimensión requerida con canto pulido.			
<b>INSUMOS</b>	Láminas de vidrio de dimensión 2,4 m x 3,3 m.			
<b>CLIENTE</b>	Área 3 (área de ensamble de puertas)			
<b>PROVEEDOR</b>	Almacén de materia prima.			
<b>ACTIVIDADES</b>				
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Colocar la lámina de vidrio en la mesa de corte.</li><li>✓ Delimitar el trazado de corte.</li><li>✓ Con la ayuda de la regla de madera y la cortadora, se realiza el primer corte a una de las caras de la lámina.</li><li>✓ Se voltea la lámina y se corta por la otra cara.</li><li>✓ Los desechos van a un contenedor y, el resto, se coloca en sostenedores de producto terminado o se envía al área 3 (área de ensamble de puertas)</li></ul>				
<b>RECURSOS</b>				
<b>Mano de obra</b>	<b>Equipos y herramientas</b>	<b>Espacio</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Otros</b>
4 operarios: para la descarga y traslado de la lámina de vidrio desde el camión del proveedor hasta el sostenedor y de allí a la mesa de corte.	Ver tabla 10.	10 m x 18m	29 minutos aprox.	

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.1.1 Producto

De acuerdo a la materia prima utilizada, en esta área se obtiene el vidrio cortado a la medida requerida por el cliente, con canto incluido, (si es parte del pedido), listo para ser vendidos al cliente o para que pase al área de con el aluminio.

#### 4.1.1.2 Insumos

En la tabla 9 se detallan los insumos utilizados para llevar a cabo el proceso de corte.

**Tabla 9.** Insumos utilizados en el proceso.

<b>MATERIALES</b>	Láminas de vidrio
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	Cristal crudo transparente
<b>DIMENSIÓN</b>	Todas las láminas presentan la siguiente dimensión 2,4 m x 3,3 m Espesor: 10 mm

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.1.3 Equipos y Herramientas

A continuación se muestra en la Tabla 10 la descripción de los equipos y herramientas utilizados en el proceso de corte de vidrio.

**Tabla 10.** Equipos y herramientas utilizados en el área de corte

Nombre del equipo	Descripción	Foto
<p>Sostenedor de la materia prima (láminas de vidrio).</p>	<p>Dimensión: 3 m x 3 m. Se utiliza para almacenar las láminas de vidrio hasta el momento de ser requeridas para el corte.</p>	
<p>Patín Transportador</p>	<p>Dimensión: 1,20 m x 0,5 m Es utilizado a la hora de descargar la mercancía del camión para trasladar las láminas hasta los sostenedores y para trasladar desde los sostenedores hasta la mesa de corte</p>	
<p>Mesa de corte</p>	<p>Dimensión: 4 m x 4 m. En ésta se coloca la lámina para realizarle todos los cortes necesarios para obtener las dimensiones requeridas</p>	
<p>Instrumento de corte</p>	<p>Dimensión: 15 cm x 4 cm. Realiza los cortes a las láminas</p>	

**Tabla 10.** Equipos y herramientas utilizados en el área de corte. Continuación

Nombre del equipo	Descripción	Imagen
Regla de madera	<p>En forma de triángulo rectángulo. De largo 1.5 m y de ancho 0.75 m</p> <p>Sirve para medir las láminas a la hora de realizar los cortes con las dimensiones precisas</p>	
Máquina cantadora.	<p>Dimensión: 2 m x 3 m</p> <p>Le realiza el pulido al canto de las láminas de vidrio que lo requieran.</p>	
Marcador	<p>Dimensión: 10 cm de largo, 0,3 Ø.</p> <p>Usado para delimitar el área de corte de las láminas de vidrio</p>	

**4.1.2 Descripción del área de corte de perfiles:** corte y modificación a los perfiles de aluminio.

En la tabla 11 se muestra el paso número 2 de la Metodología ESIDE aplicado al área de corte y modificación a los perfiles de aluminio:



**Tabla 11:** Descripción del área de corte de perfiles

<b>PRODUCTOS</b>	Perfiles de aluminio cortados y modificados según el tipo de producto a realizar.
<b>INSUMOS</b>	Perfiles de aluminio.
<b>CLIENTE</b>	Área 3 (ensamble del vidrio con los perfiles de aluminio)
<b>PROVEEDOR</b>	Almacén de perfiles de aluminio.
<b>ACTIVIDADES</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Descargar del almacén los perfiles.</li><li>✓ Colocar el perfil de aluminio en la sierra para realizarle el corte a la dimensión y con el ángulo requerido.</li><li>✓ En la troqueladora se realizan las modificaciones necesarias para el ensamblaje.</li><li>✓ Se perfora el perfil para permitir la aplicación de los remaches.</li><li>✓ Los desechos van a un contenedor y el resto se envía al Área 3 (área de ensamble)</li></ul>	
<b>RECURSOS</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>	2 operarios: a la hora de descargar los perfiles del almacén. 1 operario: que realiza el corte con la sierra.
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>	Ver tabla 13
<b>ESPACIO</b>	4 m x 8 m
<b>TIEMPO</b>	16 minutos aprox.

Fuente: elaboración propia



#### 4.1.2.1 Producto

De acuerdo a la materia prima utilizada en esta área, se obtiene el perfil de aluminio cortado y modificado a la medida requerida por el cliente, listo para pasar al área de ensamble.

#### 4.1.2.2 Insumos

En la tabla 12 se detallan los insumos utilizados para llevar a cabo el proceso de corte del aluminio.

**Tabla 12.** Insumos utilizados en el proceso.

MATERIALES	CARACTERÍSTICAS	DIMENSIÓN
Perfiles de aluminio	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ De color negro.</li><li>✓ De color blanco.</li><li>✓ De color gris</li></ul>	6,10 m x 0,025 m

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.2.3 Equipos y herramientas

A continuación se muestra en la Tabla 13 la descripción de los equipos y herramientas utilizados en el área de corte de perfiles.

**Tabla 13.** Equipos y herramientas utilizadas en el área de corte de perfiles

Nombre del equipo o herramienta	Descripción	Imagen
Mesa de medición y corte	<p>Dimensión: 4 m x 0.5 m.</p> <p>Se colocan los perfiles sobre la misma, en ella está ubicada la sierra (máquina de corte).</p>	
Cinta métrica	<p>Capacidad de medición: 4 m</p> <p>Se utiliza para medir la distancia a la que se quiere cortar el perfil.</p>	
Sierra	<p>Dimensión: 17 cm x 20 cm</p> <p>Realiza los cortes a los perfiles.</p>	
Troqueladora	<p>Dimensión: 30 cm x 37 cm</p> <p>Troquela el perfil para obtener la forma deseada.</p>	

Fuente: elaboración propia

**4.1.3 Descripción del área de ensamble de puertas:** ensamble del vidrio con el aluminio. Para el análisis de los elementos que conforman el área de ensamble, se



utilizó la tabla Descripción del Sistema de la metodología ESIDE según Ortiz e Illada (2008).

**Tabla 14.** Descripción del área de ensamble de puertas

<b>PRODUCTOS</b>	Puertas: estándar y puertas de baño
<b>INSUMOS</b>	Vidrio cortado, perfil de aluminio cortado, remaches, gomas, tornillos.
<b>CLIENTE</b>	Venta al público.
<b>PROVEEDOR</b>	Área 1 (corte de láminas de vidrio y aplicación de canto pulido). Área 2 (corte y modificación a los perfiles de aluminio).
<b>ACTIVIDADES</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Colocación en la mesa de ensamble, el vidrio, el perfil de aluminio cortado, los remaches, tornillos.</li><li>✓ Unión de los dos perfiles de aluminio para la formación de un ángulo de noventa grados (se ensambla estructura en forma de "L")</li><li>✓ Colocación de gomas en la parte interna del ensamble con ángulo de 90 grados.</li><li>✓ Enmarcación de hojas de vidrio con estructuras de perfiles.</li><li>✓ Repetición de actividades 1 y 2 con otros dos perfiles.</li></ul>	
<b>RECURSOS</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>	3 operarios: dos se encargan del ensamble del perfil de aluminio con el vidrio, mientras que el otro selecciona los accesorios requeridos para el ensamble de las puertas de baño.
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>	Ver Tabla 16.
<b>ESPACIO</b>	17 m x 5 m
<b>TIEMPO</b>	27,5 minutos aprox.

Fuente: elaboración propia.



#### 4.1.3.1 Producto

De acuerdo a la materia prima utilizada en ésta área se obtiene el producto terminado, listo para ser vendido al cliente.

#### 4.1.3.2 Insumos

En la tabla 15 se detallan los insumos utilizados para llevar a cabo el proceso de ensamble.

**Tabla 15.** Insumos utilizados en el proceso de ensamble de puertas

<b>MATERIALES</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>DIMENSIÓN</b>
Láminas de vidrio cortadas a la dimensión requerida.	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Escarchado claro y de colores.</li><li>✓ Cristal crudo gris, bronce, transparente.</li><li>✓ Cristal laminado de colores y transparente.</li></ul>	Todas las láminas presentan la siguiente dimensión 2,4 m x 3,3 m  Espesores: <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Escarchado: 3,5 mm</li><li>✓ Cristal crudo varía de 3 mm a 20 mm</li><li>✓ Cristal laminado varía de 6 mm a 12 mm</li></ul>
Perfiles de aluminio moldeados y cortados a la medida.	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Color gris, negro o blanco.</li></ul>	Todos los perfiles vienen de un largo de 6,10 m; lo que varía según el tamaño en el que desee el cliente el producto.
Accesorios	Tornillos, trancaderos, remaches, goma, rieles.	

Fuente: elaboración propia

### 4.1.3.3 Equipos y herramientas

A continuación se muestra en la Tabla 16 la descripción de los equipos y herramientas utilizados en el proceso de ensamble de puertas.

**Tabla 16.** Equipos y herramientas utilizados en el proceso de ensamble de puertas.

Nombre del equipo	Descripción	Imagen
Mesa ensambladora	<p>Dimensión: 2 m x 2 m</p> <p>Se utiliza para sostener toda la materia prima y herramientas necesarias.</p>	
Taladro	<p>Dimensión: 15 cm x 10 cm</p> <p>Permite introducir los tornillos al perfil de aluminio para sujetar el riel.</p>	
Remachadora	<p>Dimensión : 0,5 m x 0,75 m</p> <p>Permite introducir los remaches a la pieza.</p>	

Fuente: elaboración propia.



## CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 5.1. IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE DESPERDICIOS

A continuación se identifican en la Tabla 17 los desperdicios observados y se presenta su cuantificación en la Tabla 18, con el objetivo de medir el impacto de los mismos.

**Tabla 17.** Identificación de los desperdicios.

ELEMENTO	DESPERDICIO
PRODUCTO	Producto defectuoso Retrabajado
MANO DE OBRA	Condiciones inseguras Condiciones que causan fatiga
ESPACIO	No existe orden ni limpieza Obstáculos en el área Almacenes en mal estado
ACTIVIDADES	Altos inventarios de materias primas Altos recorridos

Fuente: elaboración propia

**Tabla 18.** Cuantificación de desperdicios

DESPERDICIOS	UNIDAD	CANTIDAD
Retrabajos	unid/jornada	3
Condiciones inseguras	Cualitativa	alta
Desorden en el área de trabajo	Cualitativa	alta
Inventario de materia prima	%	29,82
Desechos en el área de trabajo	Cualitativa	alta

Fuente: elaboración propia.

Los valores de retrabajos e inventario de materia prima pueden observarse en las tablas 1 y 5 respectivamente.

## 5.2 ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE LOS DESPERDICIOS.

A continuación se muestra en la Tabla 19 el análisis de las causas de los desperdicios encontrados en el área de producción.

**Tabla 19.** Análisis de las causas de los desperdicios.

Problema	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Retrabajos	No encajan los vidrios cortados con los perfiles.	Cortes realizados incorrectamente.	Incumplimiento en especificaciones.  Medidas correctas: láminas vidrio (1,7 X 0,8) m, perfil de aluminio (1,8 X 1,5) m	Falta de equipos y herramientas que realicen los cortes adecuadamente.

**Tabla 19.** Análisis de las causas de los desperdicios. Continuación.

Problema	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Condiciones inseguras	Existencia de riesgos laborales.	No poseen implementos de protección personal	Falta de planificación para la compra de los mismos.	
Desorden en el área de trabajo	No se encuentran las herramientas en el momento requerido.	Ausencia de ubicación fija de herramientas.	Inexistencia de lugar establecido para la ubicación de herramientas.	Falta de selección y establecimiento de espacios para la colocación de herramientas
Altos inventarios de materias primas	Desuso de la materia prima comprada.  (18,13 % láminas de vidrio y 29,82% perfiles).	Utilización del 86,9 % de inventario de materia prima. (Se pueden producir 23 puertas al día y sólo se producen 20)	Retrabajos (3 unid/ día, láminas de vidrio), (2 unid/día, perfiles de aluminio).	Falta de maquinarias y equipos que realicen un corte efectivo.
Desechos en el área de trabajo	Falta de limpieza y orden	Falta de organización para coordinar actividades de limpieza.	Ausencia de personal designado para la coordinación de actividades de limpieza.	

Fuente: elaboración propia



Como se puede apreciar en la tabla 19, los principales problemas encontrados en el área de producción, son las condiciones causantes de fatiga y los retrabajos. Éstos están presentes esencialmente en las áreas de corte de vidrio y ensamble de puertas. Cabe destacar que se producen 20 puertas al día en vez de 23, con la materia prima presente en inventario, lo cual representa un 86,9% del uso de la misma.

El tiempo de producción de una puerta de baño actualmente es de 20,5 minutos (Ver anexo 13).



## CAPÍTULO VI: PROPUESTAS DE SOLUCIONES

En esta sección se describirán las propuestas y las acciones correctivas que deben realizarse dentro del área de producción de la empresa Vidrios Venezuela C.A., para eliminar o disminuir los desperdicios encontrados anteriormente y reducir el tiempo total de producción de la empresa.

**6.1 Propuesta No.1:** diseño de dispositivo para la eliminación de cortes de vidrio defectuosos.

### 6.1.1 Situación actual:

En promedio 20 láminas de vidrio son cortadas al día, de las cuales 3 presentan desviaciones en las medidas, debido a la deficiencia de las maquinarias y equipos empleados para realizar el corte. Esto da como resultado que las láminas de vidrio no puedan ser ensambladas con los perfiles para la fabricación de puertas. La medida requerida para la lámina de vidrio es 1,7 x 0,8 m.

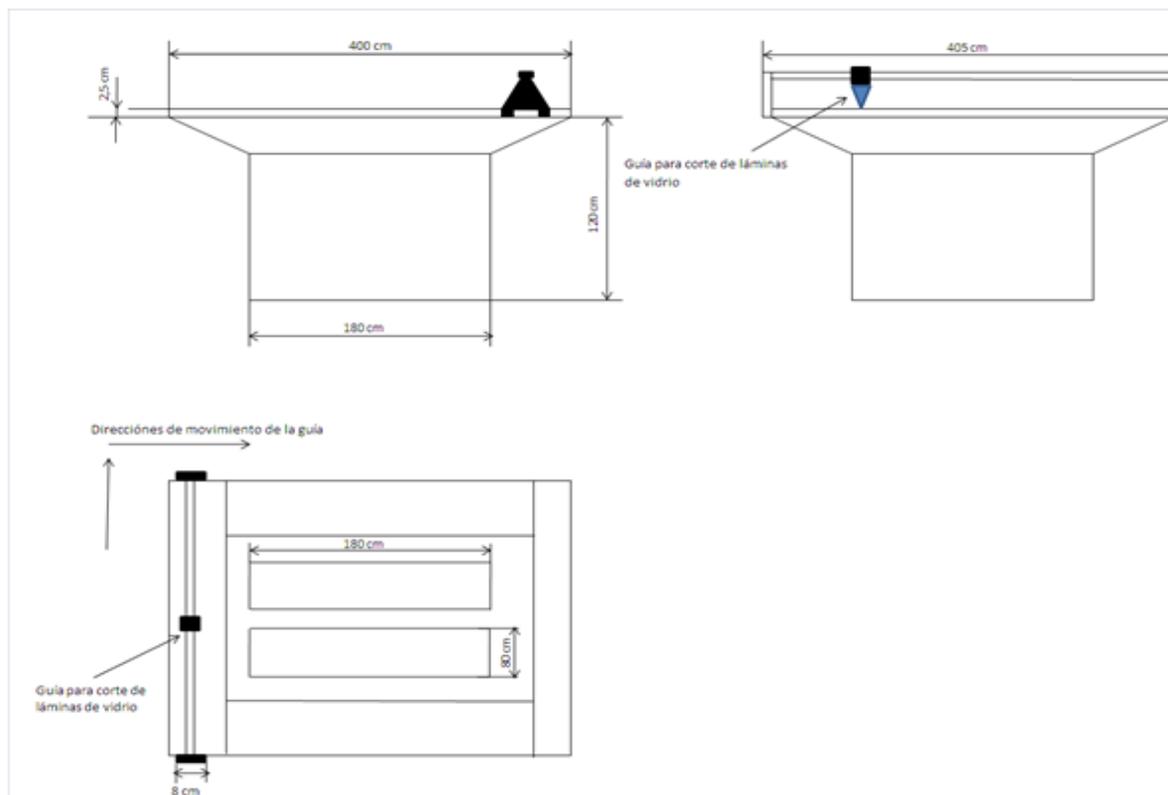
### 6.1.2 Propuesta de solución:

Diseño de una mesa con medidas estandarizadas de la lámina de vidrio a la cual se realizará el corte requerido: esta mesa tiene un dispositivo, el cual facilitará las labores del operario en cuanto al corte. La mesa está dotada de una guía la cual estará colocada por encima de la mesa de corte acoplada a unos rieles dispuestos de manera lateral. Dicha guía cuenta con una hojilla que servirá como instrumento de corte; éste poseerá un pasador el cual permitirá cambiarlo de posición horizontal a vertical, permitiendo de esta manera realizar los cortes requeridos a la lámina de vidrio en dichas direcciones.

Al implementar este dispositivo en el área de corte de vidrio, la cantidad de vidrio con cortes defectuosos que pasan al área de ensamble de puertas se

reducirá casi en su totalidad. Además el mismo permitirá que el trabajo se realice de manera más rápida, se estima que reducirá el tiempo de corte de vidrio de 10 min a 5 min ya que el operario no deberá realizar mediciones ni delimitar el vidrio con marcador para realizar el corte, porque sus medidas estarán dibujadas en la mesa de corte. Esto permitirá adicionalmente disminuir el tiempo de procesamiento en el área de corte de 25 min a 20 min por pieza. En la figura 3, se muestran las vistas del dispositivo con sus dimensiones:

**Figura 3** Dispositivo mesa de corte para láminas de vidrio.



Fuente: elaboración propia

Asesoría: Ing. Hervin Rivero e Ing. José Nicolás Saldivia.

### Ventajas:

- Fácil maniobrabilidad.
- Exactitud y precisión en las medidas.



## **Desperdicios que elimina:**

- Retrabajo.
- Producto defectuoso.
- Altos inventarios de materia prima (láminas de vidrio).

Mediante el uso de este dispositivo se podrán producir 23 puertas/día (Ver Anexo 13), lo que genera un ingreso de 1.150.000 BsF al mes; actualmente se producen 20 puertas/día y se obtiene un ingreso de 1.000.000 BsF/mes, por lo cual este dispositivo genera 150.000 BsF/mes.

La recuperación de la inversión del dispositivo (8.000 BsF) será en un plazo de un mes.

**6.2. Propuesta No.2:** Diseño de dispositivo para descarga y transporte de láminas de vidrio.

### **6.2.1 Situación actual:**

Actualmente, la descarga de láminas de vidrio del camión del proveedor es manual y es realizada con el esfuerzo de cuatro operarios. Éstos deben descargarlas del camión y tomarlas de una posición horizontal, levantarlas para que queden en posición vertical, colocarlas en el patín transportador y trasladarlas hacia el área de almacén para colocarlas en sostenedores dispuestos para tal fin. De igual manera, cada vez que se va a cortar una lámina, el traslado desde los sostenedores de las mismas hasta la mesa de corte requiere del esfuerzo de los operarios.

La descarga de las 120 láminas de vidrio, se realiza dos veces a la semana, con la ayuda de cuatro operarios, del camión del proveedor.

## 6.2.2. Propuesta de solución.

**Dispositivo para transporte y descarga de láminas de vidrio:** es un vehículo de uso industrial, el cual será utilizado, para la descarga y transporte de láminas de vidrio.

La función principal de este dispositivo es la descarga y traslado de láminas de vidrio desde el camión hacia el área de almacén. Para ello, se hace uso de un gato hidráulico acoplado a una base metálica principal en la cual estará dispuesta verticalmente una serie de canales recubiertos de goma. Allí se colocarán la cantidad total de seis (6) láminas de vidrio, la base principal de este dispositivo se elevará hasta una distancia de 2,5 metros, altura suficiente para que los operarios descarguen los vidrios desde el compartimiento trasero del camión. Posteriormente, éstos serán colocados de manera vertical en los canales recubiertos de goma sin la necesidad de descargarlos y disponerlos en el patín transportador, el cual está ubicado a una altura de 0,10 m desde el suelo, hasta la parte trasera del camión, que posee una altura de 1,5 metros.

El peso soportado por este dispositivo es de 3.000 Kg, lo que permite el transporte de 6 láminas de vidrio; las cuales poseen un peso total de 2.000 Kg. Se reducirán con este dispositivo la cantidad de movimientos que causan fatiga; tales como el levantamiento de láminas de vidrio, de 480 a 240 veces a la semana en la etapa de descarga del camión hacia el área de almacén. También permitirá el transporte de seis (6) láminas de vidrio en vez de una (1), operación que tardará un total de 20 minutos.

### Ventajas de la Propuesta

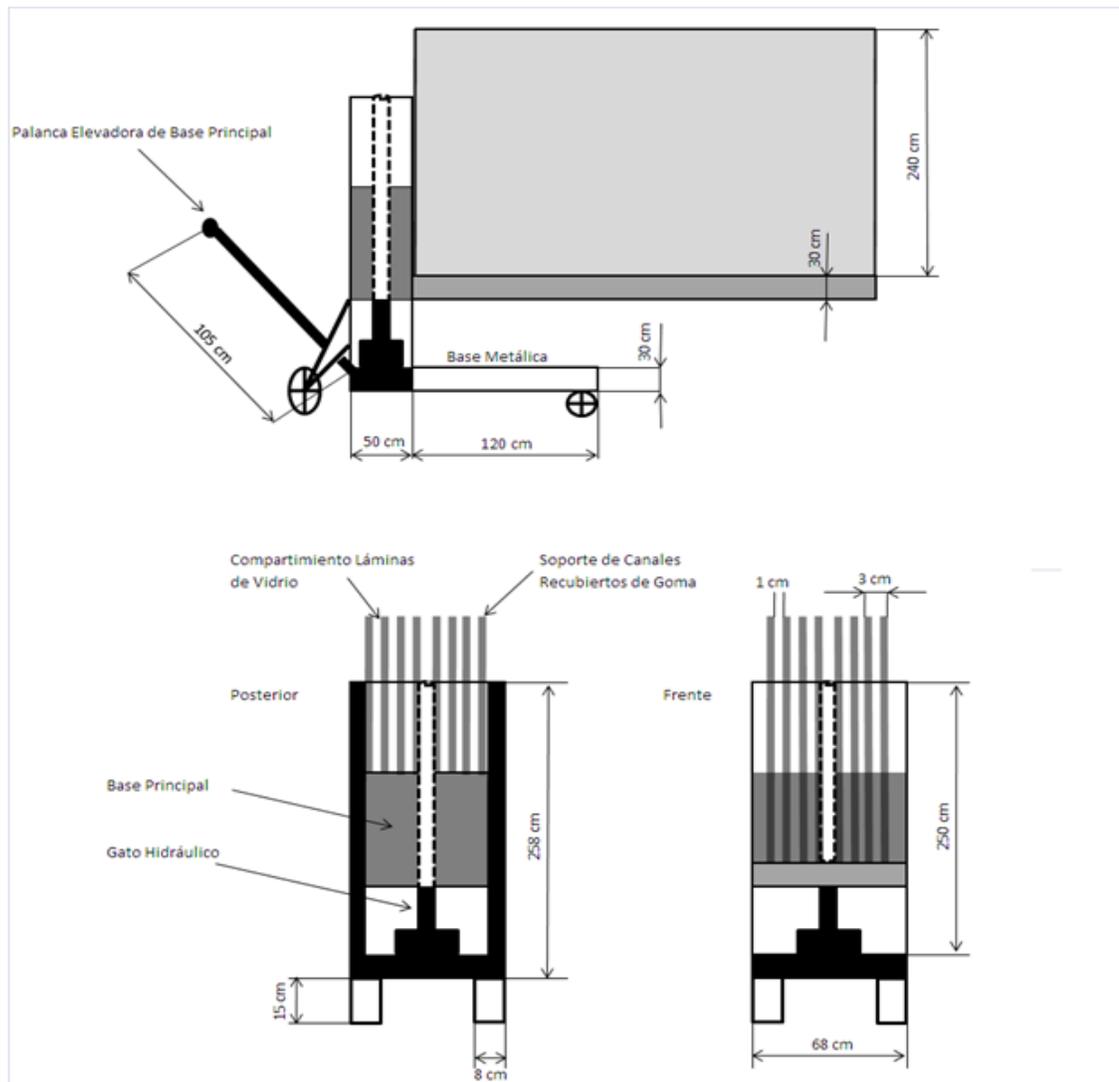
- Disminución de movimientos que causan fatiga al operario.
- Prevención de enfermedades ocupacionales.
- Reducción del tiempo de descarga de láminas de vidrio.

## Desperdicios que Elimina:

- Condiciones inseguras.

En la figura 4 se observa el diseño del dispositivo con sus respectivas medidas:

**Figura 4.** Diseño de dispositivo para transporte y descarga de láminas de vidrio.



Fuente: elaboración propia

Asesoría: Ing. Hervin Rivero e Ing. José Nicolás Saldivia.



**6.3. Propuesta No. 3:** suministro a los operarios de implementos de seguridad, tales como botas, lentes, tapa bocas y guantes.

#### **6.3.1 Situación actual:**

Los operarios laboran de manera insegura, ya que no cuentan con ningún implemento de seguridad a su disposición, las actividades se realizan sin protección alguna, situación que los pone en riesgo. Para la manipulación diaria de vidrio y aluminio se necesita protección para la vista, manos, pies y vías respiratorias.

#### **6.3.2 Propuesta de solución:**

Proveer a los operarios dentro del área de producción de implementos necesarios de protección personal, donde estos cumplan con los requisitos indispensables. Entre ellos tenemos:

**Lentes Mongafa UVEX modelo “Stealth”** con sistema de ventilación indirecto antiempañante, con banda de ajuste para la cabeza, protege contra el polvo, rocío, salpicadura de químicos e impactos; mascarilla desechable antipolvo doble liga modelo 7130N95, provista de pinzas nasales en metal para adaptar fácilmente a todo tipo de cara.

No incomoda la respiración, la voz y la vista, extremadamente ligera y cómoda, ideal para protección contra las partículas tóxicas de los perfiles de aluminio, ya que se desprenden partículas y polvo que no pueden ser absorbidas por el operario porque podría causarle enfermedades e intoxicaciones.

**Guantes HOT MILL LARGO** modelo 1359L, para la protección en temperaturas medianamente calientes, ideal para inspección en hornos de fabricación, movimiento de piezas, excelente manejo en fabricas de vidrio, y resistentes al corte, a fin de protegerse las manos debido a que manipulan insumos filosos y cortantes pudiéndole ocasionar un daño o heridas.

**Botas de seguridad Marca BSI** que cuentan con punta de acero para proteger la punta del pie, evita deslizamientos o resbalones, pueden caminar sobre objetos cortante y filosos, evita impacto fuerte sobre el pie de caídas de objetos en la parte delantera y trasera del mismo a manera de estar prevenido por si llega a presentarse algún accidente, ya sea tropezarse o que le caiga un insumo cortante o cualquier herramienta pesada en los pies no le ocasione ningún daño grave. (Ver Anexo 2).

#### **Ventajas de la propuesta:**

- Dar una adecuada protección al operario.
- Prevenir riesgos de posibles enfermedades y accidentes laborales.

#### **Desperdicios que se eliminan:**

- Condiciones inseguras para el trabajador.

### **6.4 Propuesta No. 4:** Redistribución de planta del área de producción.

#### **6.4.1 Situación actual:**

El problema radica en las distancias que existen entre las diferentes áreas de planta. A continuación se describirá la situación actual entre dichas áreas, la cual es considerada importante debido a los recorridos que deben realizarse para el transporte de insumos.

**Recepción de Materia Prima y Área de Almacén:** entre estas áreas existe una distancia de 31 metros; distancia que debe ser recorrida por los cuatro (4) operarios unas 120 veces a la semana a la hora de realizar la descarga de láminas de vidrio.



**Área de Corte de Vidrio y Área de Almacén:** la distancia que debe ser recorrida entre estas dos áreas es de 25 metros, este recorrido se hace en promedio 20 veces al día de acuerdo con el nivel de producción.

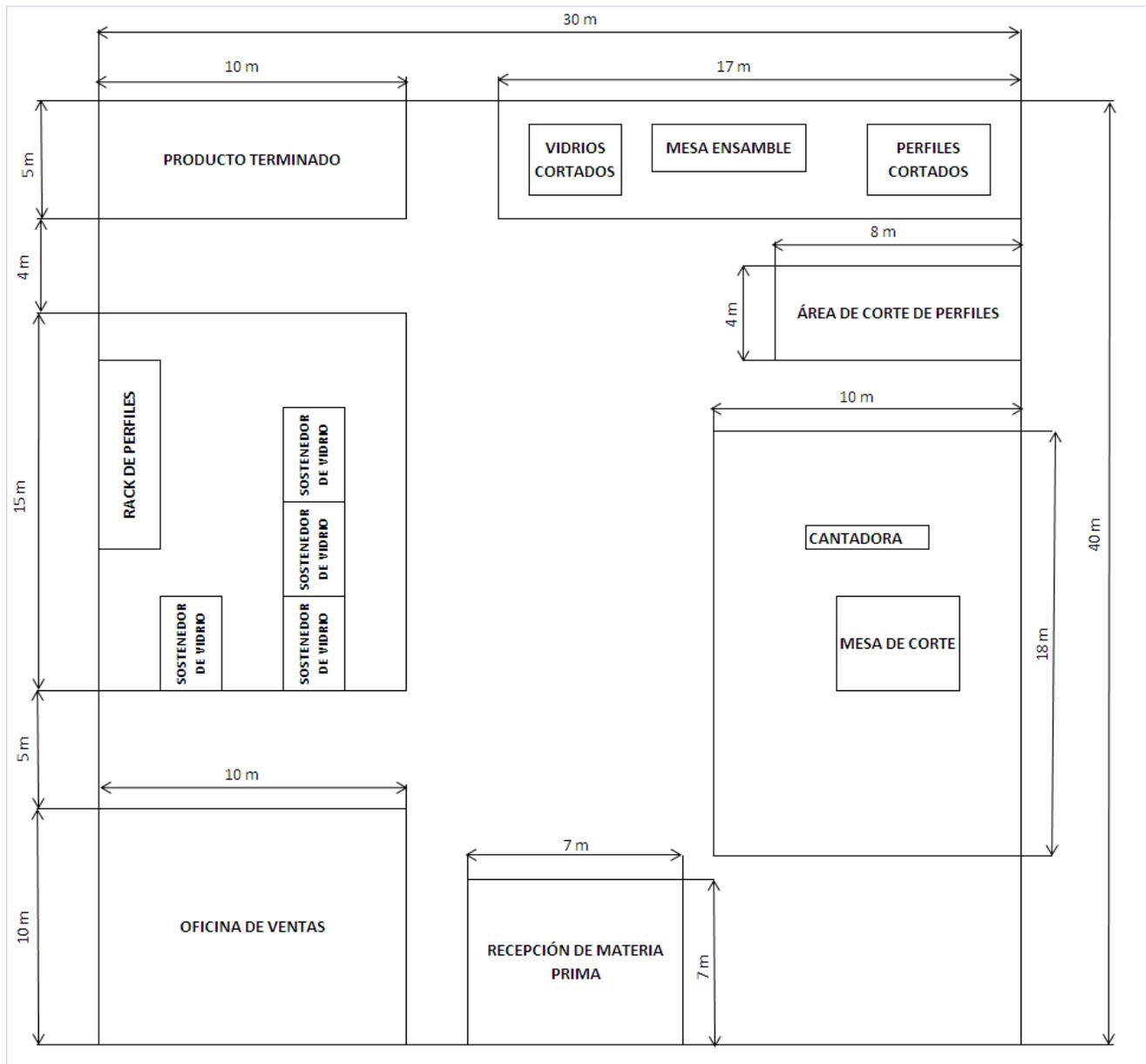
**Área de Corte de Perfiles y Área de Almacén:** para realizar el traslado de los perfiles entre estas dos áreas se deben recorrer 20 metros con una carga promedio de 20 perfiles al día, según el nivel de producción.

Las otras áreas a considerar es la de producto terminado y la de despacho, entre las cuales existe una distancia de 38 metros y deben ser recorridas con la finalidad de transportar dicho producto.

En la Figura 5 se muestra un plano donde se presenta la distribución de las distintas áreas de la empresa y de cómo se encuentra actualmente los insumos.

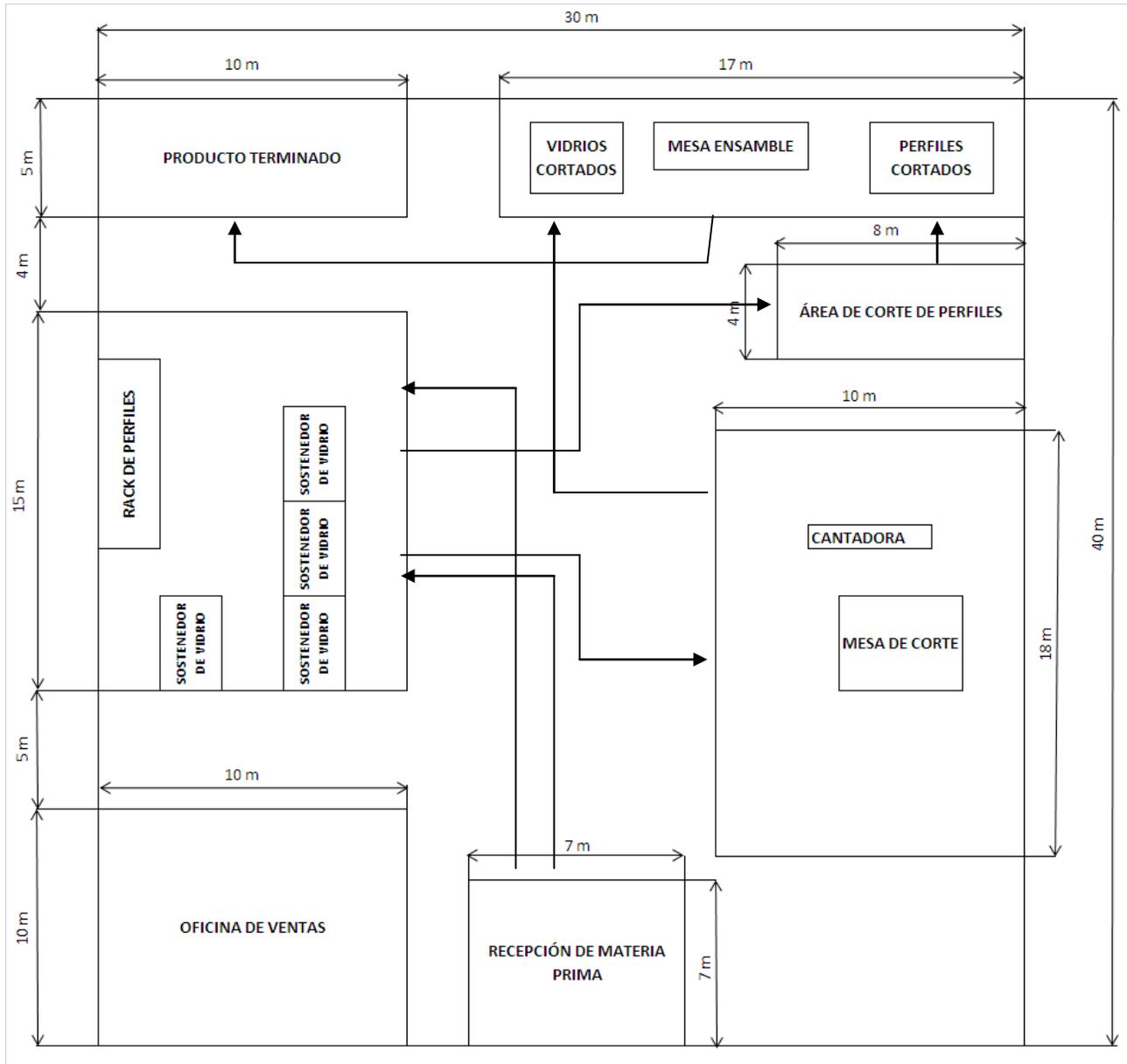
En la Figura 6 puede observarse el recorrido que deben hacer los operarios con la materia prima e insumos, ya sea perfiles o láminas de vidrio. Cabe destacar que a la hora de descarga del camión del proveedor con láminas de vidrio, los operarios deben realizar dos (2) veces a la semana el traslado de 60 unidades. Dichas láminas deben ser descargadas una por una los días martes y viernes, teniendo que recorrer una distancia de 25 metros desde el área de recepción hasta el almacén. Se conoce que el tiempo que se emplea para esta operación representa 2 de las 40 horas semanales de trabajo.

Figura 5. Distribución en planta actual.



Fuente: elaboración propia.

**Figura 6.** Recorrido de insumos y materiales



Fuente: elaboración propia.

En la Figura 6 se pueden observar los recorridos realizados actualmente entre cada uno de los departamentos del área de producción.



### 6.4.2 Propuesta de solución:

Realizar una distribución de planta con la finalidad de reducir significativamente los recorridos entre las áreas mencionadas anteriormente.

Con la finalidad de seleccionar el arreglo óptimo de los departamentos e insumos en planta se hará uso del método de selección por puntos.

La metodología indica que primero se debe establecer una escala de valoración para establecer la importancia de la relación existente entre cada uno de los departamentos del área de producción. En la siguiente tabla se presenta la escala usada para la evaluación de la distribución en planta:

**Tabla 20.** Escala de deseabilidad nueva distribución en planta

<b>Escala de Deseabilidad</b>	<b>Puntos</b>
Contacto altamente frecuente	10
Contacto frecuente	8
Contacto ocasional	6
Contacto intermedio	4
Proximidad no importante	2
No deseable que esté cerca	1

Fuente: elaboración propia

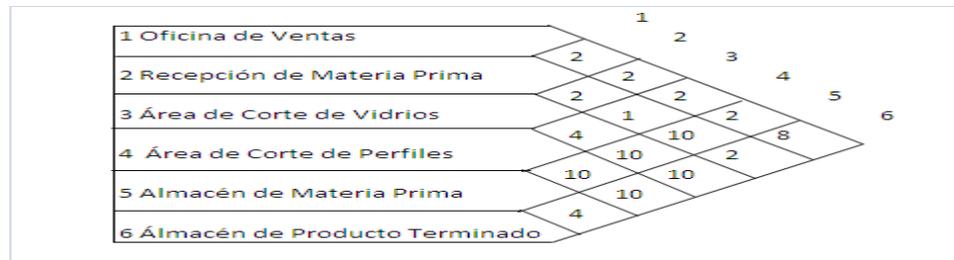
Esta ponderación se asignó gracias a la ayuda del departamento de proyectos y planificación, analizando como se relaciona cada una de las áreas con las otras respectivamente, según la dependencia entre una y otra a través del recorrido secuencial de la materia prima por el proceso de producción de puertas.

La restricción para la selección de la distribución en planta es la siguiente:

- El área de Oficina de Ventas y Área de Recepción de Materia Prima no pueden ser reubicadas.

La figura 7 muestra la tabla de preferencia utilizada para la determinación de la distribución en planta más adecuada. Dicha tabla refleja la relación que existe entre los distintos departamentos de producción según su importancia debido al flujo de materiales a través de los mismos.

**Figura 7.** Tabla de preferencia nueva distribución en planta



Fuente:

elaboración propia

En la siguiente tabla (Tabla 21), se muestran las alternativas planteadas para la nueva distribución en planta, haciendo los arreglos correspondientes. Aquí se tomó en consideración las restricciones mencionadas anteriormente, entre los departamentos y asignando la puntuación relativa entre los mismos, colocada en la tabla de preferencia, (Ver figura 7). El total de la suma de los puntos de las alternativas que resulte de mayor valor será el seleccionado para la escogencia de la nueva distribución en planta

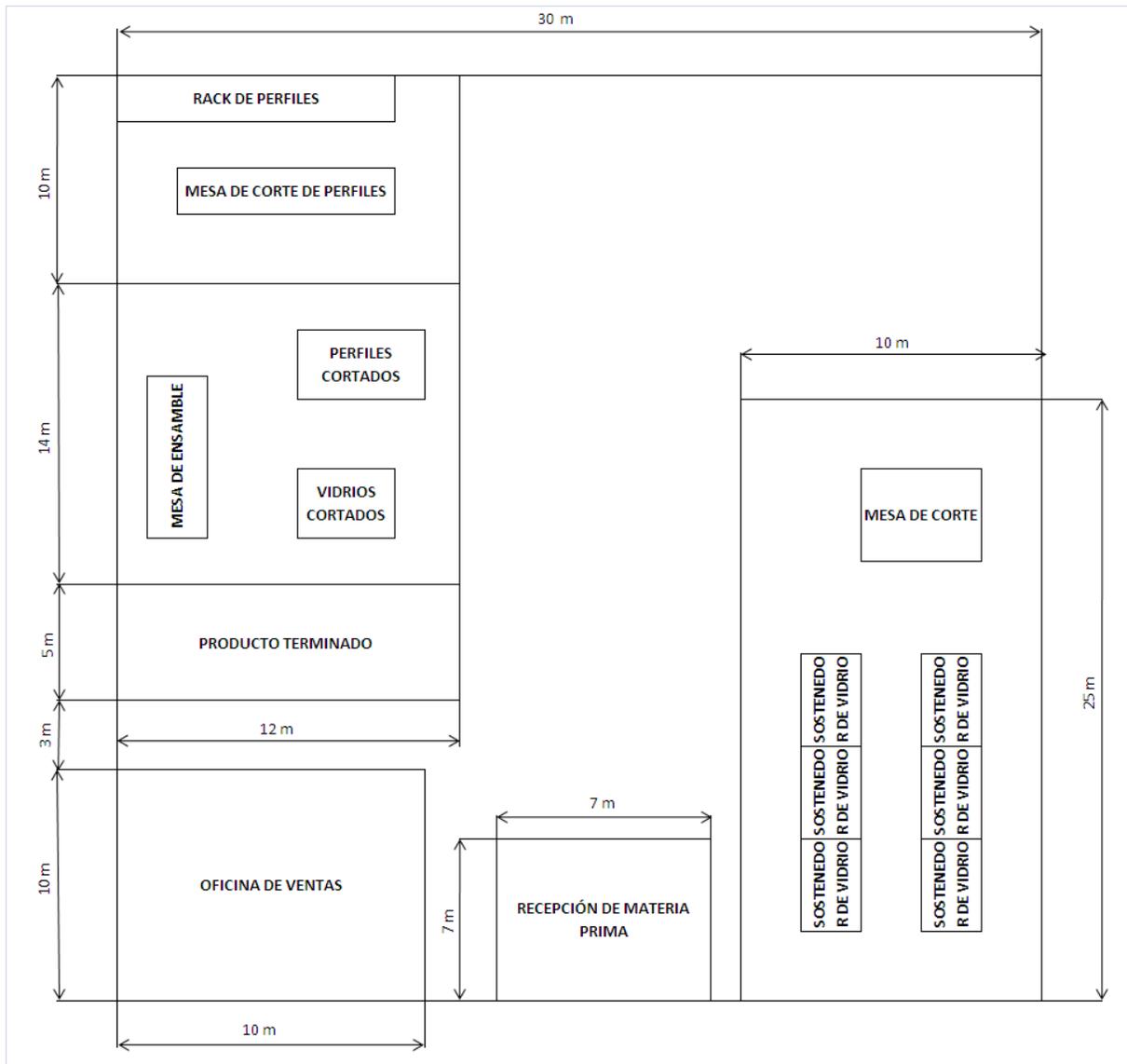
**Tabla 21.** Evaluación de alternativas

Alternativa A		Alternativa B	
Dpto.	Ptos.	Dpto.	Ptos.
1 2	2	1 2	2
1 6	8	4 5	10
2 5	10	5 6	4
3 5	10	3 5	10
4 5	10	3 6	10
4 6	10	1 5	2
3 6	10	6 4	10
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>Total</b>	<b>48</b>

Fuente: elaboración propia

En la Figura 8 se muestra la alternativa “A” de redistribución en planta:

**Figura 8.** Alternativa A, distribución en planta



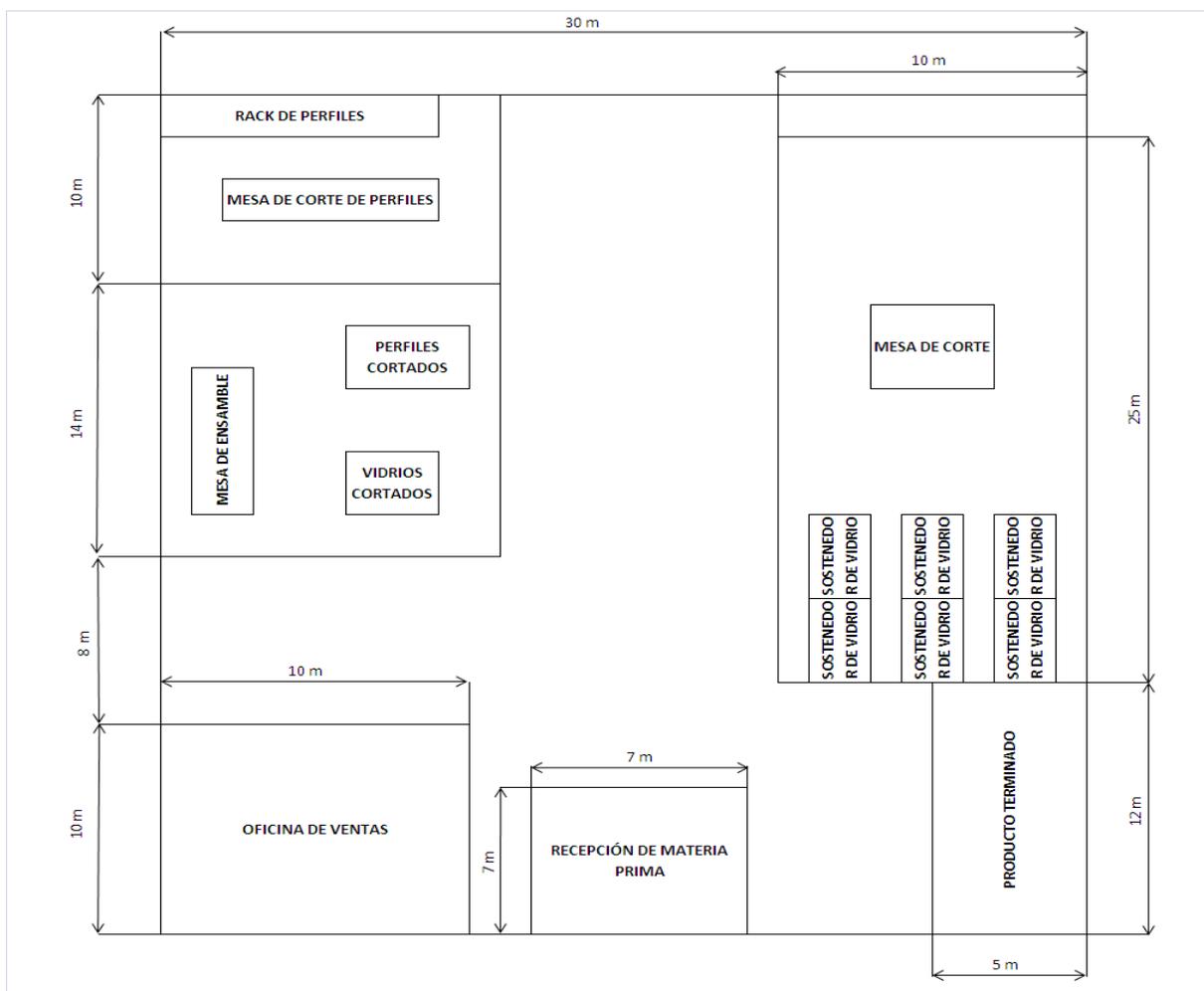
Fuente: elaboración propia

Con esta nueva distribución las áreas de corte de vidrio y la de corte de perfiles están ubicadas a distancias de 15 y 13 metros con respecto al área de ensamble de vidrios y perfiles. Esto permite que las distancias recorridas para el transporte de insumos y materiales se reduzcan en 12 y 25 metros respectivamente, además de que el área de recepción de materia prima se encuentra a 12 metros de

distancia con respecto a la de producto terminado; permitiendo así la disminución de recorridos y en consecuencia haciendo un mejor uso de los espacios físicos dispuestos para tales áreas. Esto puede observarse en la Figura 8.

A continuación se muestra en la Figura 9, la alternativa “B” para la redistribución en planta:

**Figura 9.** Alternativa B, distribución en planta



Fuente: elaboración propia

Con el plano anteriormente propuesto, se puede observar claramente como se disminuye la distancia entre el área del corte de los perfiles y de ensamble de las



partes con la de insumos requeridos en una distancia de 4 metros, lo cual resultará ventajoso a la hora de realizar los traslados de dichos insumos.

Luego de hacer una evaluación entre las dos alternativas, de manera de obtener la distribución más eficiente, la evaluación arrojó como resultado que la alternativa de la distribución propuesta es la de mayor puntuación, la cual resulta ser la Alternativa "A". Además de que el área que queda disponible será utilizada para la colocación de desechos.

### **Ventajas de la propuesta:**

- Disminución de las distancias recorridas por el operario: La distancia a recorrer actualmente desde el área de corte de láminas de vidrio hasta el área de ensamble de puertas es de 25 metros, dicha distancia se reduce a 15 metros y la distancia desde el área de recepción de materia prima hasta la de producto terminado se reduce de 30 a 15 metros. (Ver Figura 8)
- Disminución del tiempo total de producción de 20,5 a 17,5 minutos lo cual representa una disminución del 14,63% de dicho tiempo. (Ver Anexos del 3 al 8, 13 y 14).

### **Desperdicios que se eliminan:**

- Altos recorridos.
- Desorden en el área.
- Obstáculos.



**6.5 Propuesta N° 5** Diseño de dispositivo para carga de láminas de vidrio cortadas y manipulación de puertas ensambladas.

#### **6.5.1 Situación actual:**

Al momento de cargar la mesa de corte de vidrio se hace difícil para los operarios manipular la lámina de 2,40 x 3,30 metros teniendo que realizar movimientos que causan fatiga. En promedio se trasladan 20 láminas al día desde el almacén hacia mesa de corte, de igual manera se realizan la misma cantidad de movimientos a la hora de cargar y descargar la mesa, también para cargar y descargar la mesa de ensamble de puertas. En resumen se realizan en promedio 100 movimientos que causan fatiga en una jornada de producción.

**6.5.2 Propuesta de solución:** dispositivo para la manipulación de láminas de vidrio y puertas ensambladas.

Con este dispositivo se podrá realizar el traslado de la lámina de vidrio desde el almacén hasta la mesa de corte y alimentación de la misma. El dispositivo cuenta con un sostenedor de lámina donde el vidrio reposa mientras es trasladado hasta la hora de alimentar la mesa de corte donde el sostenedor gira 90° sobre las 2 bases laterales que posee. Una vez posicionado sobre la mesa en donde se va a realizar el corte del vidrio y posteriormente se realiza la descarga de éste ya cortado. Se procede a transportarlo hacia el área de ensamble para realizar el mismo procedimiento hecho en el área de corte y posteriormente descargar la puerta ensamblada y trasladarla al almacén de producto terminado.

#### **Ventajas:**

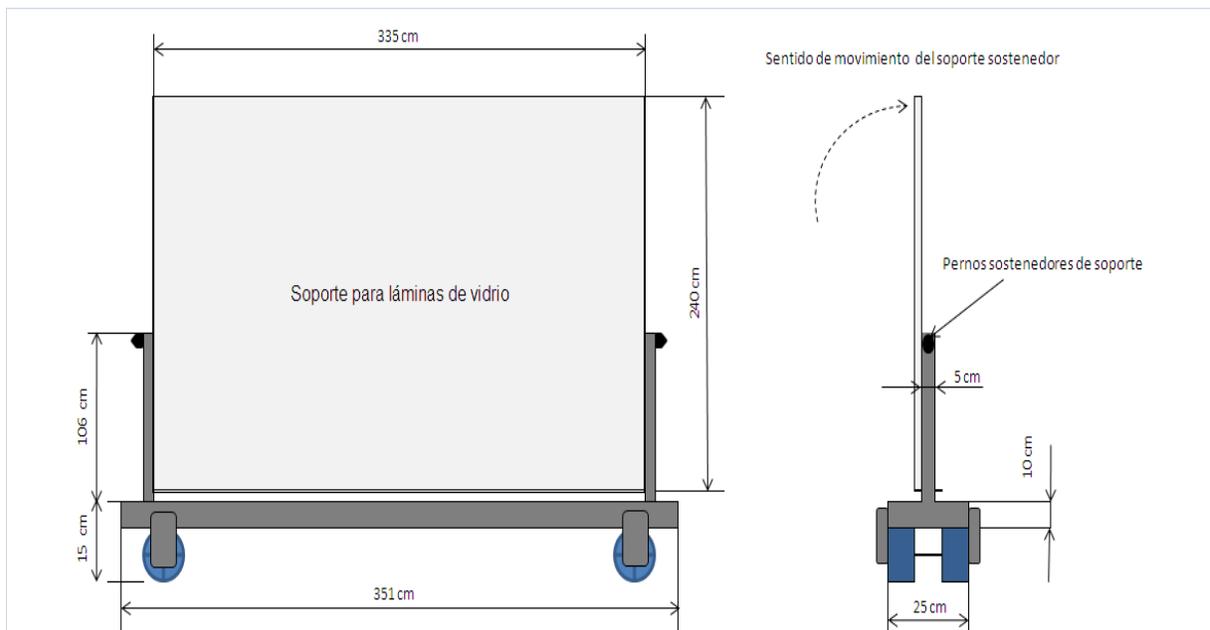
- Equipo de fácil uso.
- De bajo costo.
- Ergonómico.

### Desperdicios que elimina:

- Condiciones inseguras.
- Condiciones que causan fatiga.

En la figura 10 se muestra el dispositivo con sus respectivas medidas

**Figura 10.** Dispositivo para la manipulación de láminas de vidrio y puertas ensambladas.



Fuente: elaboración propia

## 6.6 Evaluación Económica de las Propuestas Planteadas

**Propuesta No.1:** Diseño de dispositivo para la eliminación de cortes defectuosos.

Con la ayuda de este dispositivo se eliminan los retrabajos en el área de corte de vidrios los cuales tienen un tiempo de 60,8 min por jornada de trabajo.



Adicionalmente elimina las operaciones de medición y demarcación de láminas de vidrio.

A continuación se muestra en la Tabla 22 la información de los materiales y mano de obra requeridos para el diseño de este dispositivo.

**Tabla 22.** Costo del dispositivo para la eliminación de cortes defectuosos

Descripción	Cantidad	Costo x unidad BsF	Sub Total
Mesa de (4x4) m con patrones de corte de puertas (medidas específicas)	1	2.600,00	2.600,00
Guías de aluminio de 4m (para los laterales de la mesa)	2	325,00	650,00
Bases de cortes (acoplados en las guías laterales de la mesa)	2	75,00	150,00
Guía de corte transversal (une a las dos bases de corte laterales de la mesa)	1	300,00	300,00
Cuchilla de corte (acoplada a la guía transversal)	1	50,00	50,00
Mano de obra directa	1	4.250,00	4.250,00
Total Costo de elaboración e instalación de dispositivo	-	-	8.000,00

Fuente: PRECA, EPA, C.A

**Propuesta No.2:** Diseño de dispositivo para manejo de láminas de vidrio.

El dispositivo usado para manejo de láminas de vidrio reducirá la cantidad de transportes de 60 a 10 cada vez que se tenga que realizar la descarga desde el camión del proveedor hasta el área de almacén. Este reduce el tiempo de dicha actividad de 120 a 20 minutos y también los movimientos que causan fatiga de 480 a 240 movimientos cada vez que se reciba materia prima;(láminas de vidrio)



En la tabla 23 se puede observar el costo de los materiales e implementación de este dispositivo:

**Tabla 23.** Costo de Implementación de dispositivo para manejo de láminas de vidrio

Descripción	Cantidad	Costo x unidad BsF.	Sub Total
Ruedas giratorias de 15mm de diámetro	2	150,00	300,00
Ruedas fijas de 10mm de diámetro	2	100,00	200,00
Tubos cuadrados de acero de 2 x2 galvanizado 6m de longitud	2	150,00	300,00
Brazo hidráulico	1	600,00	600,00
Elevador hidráulico	1	1.200,00	1.200,00
Plataforma de acero de (3,50x0.68) m	1	725,00	725,00
Tubo de aluminio liso y redondo de 2 m	1	150,00	150,00
Mano de obra directa	1	3.700,00	3.700,00
Total costo de elaboración e instalación del dispositivo	-	-	7.175,00

Fuente: Preca, EPA, C.A.

**Propuesta No.3:** Suministro a los operarios de equipos de seguridad, tales como botas, lentes, tapa bocas y guantes.

Estos implementos reducen el riesgo laboral que tienen los operarios en el área de producción.

Haciendo uso del Artículo 130 de la Ley Orgánica de Protección, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo, (LOPCyMAT,2005) se procederá a justificar esta propuesta:



**Artículo 130 LOPCyMAT:** En caso de ocurrencia de un accidente de trabajo o enfermedad ocupacional como consecuencia de la violación de la normativa legal en materia de seguridad y salud en el trabajo por parte del empleador o de la empleadora, éste estará obligado al pago de una indemnización al trabajador, trabajadora o derechohabientes, de acuerdo a la gravedad de la falta y de la lesión. (Capítulo IV)

De este artículo se derivan las siguientes indemnizaciones por accidentes o enfermedades laborales:

- ✓ Por muerte del trabajador: salario de 5 a 8 años (vs. 5 años)
- ✓ Discapacidad absoluta permanente para cualquier actividad: salario de 4 a 7 años.
- ✓ Discapacidad total permanente para el trabajo habitual: salario de 3 a 6 años
- ✓ Discapacidad parcial permanente:
  - Mayor del 25%: salario de 2 a 5 años
  - Menor del 25%: salario de 1 a 4 años
- ✓ Discapacidad temporal: doble del salario correspondiente a los días que hubiere durado la incapacidad

En el caso ocurrido hace 6 años en Vidrios de Venezuela, C.A; específicamente en el área de corte de vidrio, un operario tuvo un accidente laboral en el cual una partícula de vidrio se incrustó en su ojo izquierdo al realizar el corte de una lámina de vidrio por no poseer el equipo de protección adecuado para dicha actividad. La empresa no poseía estos implementos en aquel momento. El accidente ocurrido se puede clasificar como un accidente con discapacidad parcial permanente por lo que la empresa debió haber pagar un monto correspondiente a 2 años del salario del trabajador.

En caso de que este tipo de accidentes ocurriera nuevamente, el monto a pagar sería el siguiente:

- Salario del trabajador: 1300 BsF/mes
- 2 años de salario del trabajador por el tipo de discapacidad.



Monto a pagar: (salario del empleado\*12meses/año)\*(2 años)

Monto a pagar :(1300 BsF/mes)\*(12meses/año)\*(2años)= 31.200,00 BsF

En la tabla 24 se puede apreciar el costo de cada uno de los implementos de seguridad.

**Tabla 24.** Costo de implementos de seguridad

Implemento de Seguridad	Cantidad	Precio (BsF)	Costo Total (BsF)
Lentes	12	90	1080
Botas	12	260	3120
Guantes	12	15	180
Tapabocas	50	100	100
<b>TOTAL</b>			<b>4.480,00</b>

Fuente: Ferretería EPA, mercado libre Venezuela

**Propuesta No. 4:** Redistribución de planta de toda el área de producción.

El costo asociado a la redistribución en planta según el Departamento de Proyectos y Planificación asciende a los BsF 9.820,00 el cual es equivalente a un día promedio de producción.

Esta distribución reduce los recorridos realizados para transportar materia prima, insumos y producto terminado, en el área de corte de vidrios reduce la distancia recorrida; para el traslado de láminas, de 20 a 16 metros.



**Propuesta N° 5** Diseño de dispositivo para carga de láminas de vidrio cortadas y manipulación de puertas ensambladas.

Este dispositivo reducirá la cantidad de movimientos que causan fatiga de 100 a 20 por jornada de producción, debido que no elimina la carga de la lámina de vidrio del sostenedor hacia este dispositivo. A continuación se muestra el costo de su implementación y de cada uno de los materiales a utilizar para su fabricación:

**Tabla 25.** Costo de implementación de dispositivo para carga de láminas de vidrio cortadas y manipulación de puertas ensamblada.

Descripción	Cantidad	Costo x unidad BsF.	Sub Total BsF.
Ruedas giratorias de 15mm de diámetro	2	150,00	300,00
Ruedas fijas de 15mm de diámetro	2	100,00	200,00
Base vertical	2	350,00	700,00
Perno	2	150,00	300,00
Plataforma de acero de (3,50x0.30) m	1	600,00	600,00
Sostenedor de aluminio (3,35x2,40)	1	715,00	715,00
Mano de obra directa	1	2.450,00	2.450,00
Total costo de elaboración e instalación del dispositivo	-	-	5.265,00

Fuente: elaboración propia.

Asesoría: Ing. Hervin Rivero e Ing. José Nicolás Saldivia.

La mejora en el tiempo de producción se ve afectada por el uso del dispositivo 1 y la redistribución en planta, estos elementos en conjunto logran reducir el tiempo de ciclo de 20,5 a 17,5 minutos por unidad representando una disminución del 14,6%, lo que permitirá producir 27 unidades al día de ser necesario. (Ver anexos 13 y 14)

El costo total por la implementación del dispositivo 1 es de BsF 8.000,00 (Ver Tabla 22) y el de la distribución en planta asciende a los BsF 9.820,00; este costo incluye solamente el pago de los operarios en una jornada de trabajo ya que los materiales tales como brochas y pintura para la delimitación de las áreas ya los



posee la empresa, suma un total de BsF 17.820,00. El costo que acarrea la compra de implementos de seguridad es de BsF 4.480,00.

Con la cantidad de materia prima disponible se pueden producir 120 puertas semanales, lo que corresponde a 23 unidades al día ( Ver Anexo 14), a un precio de venta de BsF 2.500,00 por unidad se obtendrían ingresos de BsF 1.150.000,00 mensualmente; actualmente se obtienen BsF 1.000.000,00 (correspondientes a 20 puertas vendidas). A continuación se reflejará el cálculo de los ingresos a recibir por la producción de 23 puertas diarias.

$$\begin{aligned} \text{Ingresos mensuales} &= \text{cantidad de unidades} * \text{precio de venta} \\ &= (23 \text{unid/día}) * (5 \text{días/sem}) * (4 \text{semanas}) * (2.500 \text{ BsF/unid}) \\ &= 1.150.000,00 \text{ BsF/mes} \end{aligned}$$

Adicionalmente el dispositivo 2 y el 5 los cuales están diseñados para disminuir los movimientos que causan fatiga con costos de BsF 7.175,00 y 5.265,00 respectivamente como puede observarse en las Tablas 23 y 25 , suman un total de BsF 12.440,00.

Ya teniendo un resumen de los costos de cada una de las propuestas se tiene que, el costo total para su implementación es la suma del costo de cada uno. Este monto asciende a BsF 34.740,00. Sabiendo que la empresa Vidrios de Venezuela, C.A generaría con la implementación de las propuestas BsF 150.000,00 extras mensualmente, la inversión se recuperaría en 1 mes ya que las ganancias cubren este costo.

A continuación se presenta la justificación del costo total de implementación de las propuestas:

Costo dispositivo 1 y redistribución en planta.....	BsF 17.820,00
Costo dispositivos 2 y 5.....	BsF 12.440,00
Costos implementos de seguridad.....	BsF 4.480,00
Costo total de las propuestas.....	<b>BsF 34.740,00</b>



## INGRESOS

Antes de la aplicación de las propuestas de mejoras en la empresa se conoce que el tiempo de producción es de unos 20,5 min, lo que permite realizar 20 puertas diarias, luego de la aplicación de las propuestas el tiempo de producción se redujo a 17,5 ( Ver diagrama h-m). Entonces ese tiempo se traduce a horas obteniéndose:

$$20,5 \text{ Min/Puerta} \times 20 \text{ Puertas} = 410 \text{ Min} \times (1 \text{ Hr}/60 \text{ Min}) = 6,83 \text{ Hr} \sim 7 \text{ Hr}$$

$$(8 \text{ Hr} - 7 \text{ Hr}) = 1 \text{ Hr (Almuerzo del Personal)}.$$

$$17,5 \text{ Min/Puerta} \times 23 \text{ puertas} = 402,5 \text{ Min} \times (1 \text{ Hr}/60 \text{ Min}) = 6,7 \text{ Hr} \sim 7 \text{ H}$$

$$(8 \text{ Hr} - 7 \text{ Hr}) = 1 \text{ Hr (Almuerzo del Personal)}.$$

Lo que genera el siguiente ingreso diario:

$$23 \text{ puertas} \times 2500 \text{ BsF (Costo de la puerta)} = 57500 \text{BsF}$$

$$\text{Beneficio} = \text{Ingresos} - \text{Costos} = (57500 - 34740) = 22760 \text{ Bsf.}$$

### **6.7 Descripción del Proceso de Producción con las Propuestas de Mejora Implantadas.**

El proceso de fabricación de puertas está dividido en tres etapas tal como se describirá a continuación:

#### **Etapas I:**

El proceso se inicia cuando la materia prima (láminas de 2,4 mts x 3,3 mts, cuyo peso varía entre 100 Kg. y 300 Kg. según su espesor) se descarga del camión del proveedor de seis (6) en seis (6) mediante el uso de un dispositivo transportador de láminas por (4) operarios de la empresa (utilizando como protección guantes anti resbalantes). Posteriormente, se retira la lámina del sostenedor para colocarla en el soporte, con ayuda de chupones metálicos. Esta operación se realiza los martes y viernes durante la primera hora de la jornada de trabajo, y se reciben 60 láminas en cada descarga y por la frecuencia y duración de esta actividad la misma no se ve reflejada en los análisis siguientes del proceso, aunque se conoce que representa 40 minutos de las 40 horas de trabajo semanal de las cuales dispone la empresa además de otros elementos que se describirán más adelante.

Cuando se recibe un pedido comienza el proceso de fabricación del mismo, se selecciona la lámina de vidrio indicada y se dirige a la mesa de corte (donde se realizan cortes rectos), el espacio físico en donde se encuentran almacenada la materia prima es el mismo en donde está el área de corte.



Una vez ubicada la lámina en la mesa de corte, la misma se posiciona con ayuda de un dispositivo y se procede a realizar los cortes sin la necesidad de tomar medidas ni delimitar el área de corte.

Luego los cortes de vidrio son llevados a la máquina de pulido donde se realiza un proceso de desbaste, pulido y abrillantado de los cantos de la lámina (por ser vidrios planos). Dicha máquina está ubicada a 1 metro de distancia de la mesa de corte. Por último, un operario le coloca un tirro donde se escribe el código del pedido que se termina de cortar y ubica la pieza en sostenedores hasta que ésta sea solicitada en el área 3 para el ensamble de una pieza o se haga entrega de su pedido al cliente.

### **Etapas II:**

En la segunda área y etapa del proceso se tiene como materia prima los perfiles de aluminio (6,10 m), que se utilizan para enmarcar las puertas. Estos perfiles, también son descargados por dos (2) operarios de la empresa del camión del proveedor. Éstos los ubican en un área localizada a 2 metros de altura sobre la superficie del suelo, utilizada para almacenarlos. Al momento de elaborar un pedido se bajan los perfiles requeridos, uno a uno, de forma manual, para colocarlos en el área de corte donde son marcados y luego cortados según el pedido a realizar.

Posteriormente, los cortes de perfiles son llevados a la troqueladora para realizarle los ajustes necesarios. Luego se trasladan los cortes de perfil ya troquelados a una máquina perforadora operada manualmente y se realizan los orificios donde se colocan los remaches de la pieza. Luego, los perfiles se llevan directamente hacia el área 3.

### **Etapas III:**

En la última etapa del proceso se realiza el ensamble de forma manual de la estructura de aluminio con el vidrio, con la participación de cuatro (4) operarios, se trasladan los cortes de vidrio. A través del uso de un dispositivo, a utilizar y los perfiles en la mesa de trabajo, se forma una "L" con los perfiles y se ajustan los cortes de vidrio con empaques de goma, tornillos galvanizados. Si estos cuadran perfectamente se ajustan las manillas y las puertas van al almacén de producto terminado. Se producen en promedio 23 puertas al día debido a la cantidad de materia prima que llegan de los proveedores.

Las puertas ensambladas son transportadas hacia el área de producto terminado mediante el uso de un dispositivo diseñado especialmente para la disminuir los movimientos que causan fatiga en el operario. El tiempo de procesamiento de una unidad es de 17,5 minutos como puede observarse en el diagrama hombre - máquina. (Ver anexo 13), por lo que se producirían 27 puertas al día si se recibieran 135 láminas de vidrio semanalmente del actual proveedor.



Universidad de Carabobo  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Industrial



## CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Nosotros los abajo firmantes, Miembros del Jurado, designados por el Consejo de Escuela para Evaluar el Trabajo Especial de Grado titulado "Propuestas de mejora para la disminución del tiempo de producción. Caso: Vidrios Venezuela C.A.", realizado por el Br. Ma. Gabriela Sulbaran A., C.I. 15993659, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

Prof. María Carolina García  
Tutor

Prof. Florangel Ortiz  
Jurado

Prof. Karelys Osta  
Jurado



## CONCLUSIONES

De acuerdo al progreso y continuidad que ha llevado este proyecto en la empresa Vidrios Venezuela C.A., fabricantes de puertas de baño, se evaluó mediante los datos encontrados la situación que se presenta en el área de producción, mediante el uso de la metodología ESIDE (Eliminación sistémica del desperdicio ). Luego de evaluar los indicadores de gestión definidos por la empresa como: reatrabajo, desperdicio de materia prima y condiciones disergonómicas; se obtuvo como resultado que el tiempo total de producción por jornada laboral se ve altamente alterado por diferentes elementos que no agregan valor al producto. Después de aplicar la metodología Eside, se pudieron encontrar las diferentes causas de todos estos desperdicios, para luego plantear diversas propuestas de mejoras y soluciones.

Los principales desperdicios encontrados fueron: en promedio 2 unidades diarias de productos defectuosos, condiciones que causan fatiga los cuales corresponden a 480 movimientos de 5to orden, retrabajos en un 15,77 %, altos inventarios de materia prima y altos recorridos. Debido a estas razones, la empresa debe llevar un seguimiento de las actividades que conforman su proceso de producción y de esta manera establecer las acciones correctivas en los métodos con que se ejecutan sus operaciones. Como ingeniero industrial se puede observar que existen recursos en el proceso de producción que no adicionan valor al producto, y que al mismo tiempo inciden en los costos en que se incurren en el proceso.

Con respecto a las mejoras se plantearon diversas propuestas, como la implantación del dispositivo mesa de corte de vidrios que permite eliminar los retrabajos en dicha área y el dispositivo para el manejo de láminas de vidrio, el cual reduce la cantidad de movimientos que causan fatiga de 480 a 240 al momento de la recepción de materia prima.



Se planteó una redistribución de planta con la finalidad de reducir la cantidad de recorridos; la combinación de esta distribución y el diseño del dispositivo para la realización de corte de láminas de vidrio arrojaron como resultado la disminución del tiempo de producción en un 14,6%. De esta manera se cumple con la meta planteada que era la disminución en el tiempo de producción en al menos un 10%. Además de incrementar la producción de puertas de baño de 20 a 27 unidades al día.

La propuesta para la adquisición de implementos de seguridad mínimos necesarios, como son lentes, botas, guantes y tapa bocas; pretende disminuir los riesgos de enfermedades y accidentes laborales.

Al realizar la evaluación económica del conjunto de propuestas, que asciende a BsF 34.720,00; obteniéndose un beneficio de BsF 150.000,00 mensualmente, se concluye que estas son económicamente factibles y la recuperación de la inversión se logra en el plazo de un mes.

Respectivamente; todas estas propuestas, dispositivos y mejoras se plantearon a la empresa para eliminar todos estos desperdicios, además de que el proceso de producción cuente con recursos que agreguen valor al producto como tal, y que de esta forma la empresa Vidrios Venezuela C.A. pueda ser más competitiva, contando con operaciones totalmente efectivas y eficientes



## RECOMENDACIONES

- ✓ Principalmente, a la empresa Vidrios Venezuela C.A., que se permita llevar a cabo la realización de todas estas acciones correctivas, ya que el estudio de estas propuestas de mejora arrojó resultados satisfactorios.
  
- ✓ Hacer un estudio de mejoras de las condiciones ambientales para refrescar el área de trabajo, a fin de obtener un ambiente agradable que permita al trabajador desempeñarse mejor en su labor.
  
- ✓ Contratar a un equipo de limpieza para que se pueda mantener el área limpia y ordenada, a fin de que el operario se sienta cómodo en su área de trabajo.
  
- ✓ Implementar la propuesta del diseño del dispositivo de manejo de materiales en el área donde se reciben y se descargan las láminas de vidrio, a fin de minimizar los esfuerzos en el operario y disminuir la fatiga y el cansancio.
  
- ✓ Realizar con una previa preparación de planta, la redistribución del depósito de los insumos al área de corte de perfiles de aluminio y de ensamble, para que el operario pueda tener un fácil acceso y consuma menos tiempo de puesta a punto.
  
- ✓ Suministrarle a todos los operarios sus equipos de seguridad y de ser posible uniformes identificados con el logo de la empresa, para que los mismos se sientan más conectados con la misma.
  
- ✓ Capacitar continuamente a todo el personal con cursos o talleres de capacitación, lo cual permita al mismo conocer las herramientas con las que cuenta para acoplarse a todas sus tareas laborales y así conducir a la empresa al desarrollo del proceso de producción.



---

# ANEXOS

**Anexo 1.** Puerta de baño de cristal templado.



## Anexo 2. Especificaciones de implementos de seguridad industrial

**Botas De Seguridad Marca Bsi:** botas de seguridad con punta de acero para proteger la punta del pie, evita deslizamientos o resbalones, pueden caminar sobre objetos cortantes y filosos, evita impacto fuerte sobre el pie de caídas de objetos en la parte delantera y trasera del mismo. Marca Bsi modelo b07 nobuk en color marrón con certificación de calidad. Características: corte piel nobuk espesor 1.8-2.2 mm forro: forrado en material textil con goma espuma.



## Mascarilla desechable antipolvo doble liga

**MODELO:** 7130N95



### Descripción Ampliada

Provista de pinzas nasales en metal para adaptar fácilmente a todo tipo de cara. No incomoda la respiración, la voz y la vista, extremadamente ligera y cómoda. Con aprobaciones de OSHA 29 CFR1910 y la Norma Z94. 4-93 CSA

### Aplicaciones Industriales

ideal para protección contra partículas tóxicas

## Guante Hot Mill largo



**MODELO:** 1359L

**COLORES:** Crudo natural  
acolchado con hilo rojo

**UNIDAD DE VENTA:** PAR

### Descripción Ampliada

Elaborado en 100% algodón acolchado interiormente con moleton, con lanilla en el exterior de la palma, índice y pulgar. Largo 14"

### Aplicaciones Industriales

Protección en temperaturas medianamente calientes, ideal para inspección en hornos de fabricación, movimiento de piezas, excelente manejo en fabricas de vidrio, y resistentes al corte

## Mongafa UVEX modelo "Stealth"



**MODELO:** S3960C

**UNIDAD DE VENTA:** PZA

### Descripción Ampliada

Sistema de ventilación indirecto antiempañante, con banda de ajuste para la cabeza Cumplen con la norma ANSI Z87.1-1989 Safety Standards.

### Aplicaciones Industriales

Protección contra polvo, rocío, salpicadura de químicos e impactos



### Anexo 3. Diagrama de proceso corte de láminas de vidrio método actual

		Actual		Propuesto		Diferencia																		
		Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nombre del Proceso: <u>Corte de Láminas de Vidrio</u>																
								<input type="checkbox"/> Hombre <input checked="" type="checkbox"/> Material <u>Láminas de Vidrio (2,4 X 3,3) m</u>																
○ OPERACIONES		4	22,5					Se inicia en: <u>Carga de láminas de vidrio</u>																
⇒ TRANSPORTES		2	6					Se termina en: <u>Descarga de lámina de la mesa</u>																
□ INSPECCIONES								Hecho por: <u>María. Gabriela Sulbarán</u> Fecha: _____																
⊖ DEMORAS																								
▽ ALMACENAJES		0	0																					
Distancia Recorrida		20,5 mts																						
Tiempo total		28,5 min																						
									ANALISIS					ACCION										
									¿Por qué?															
DESCRIPCION DEL METODO		ACTUAL X PROPUESTO		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje	Distancias en metros	Cantidad	Tiempo	¿Que es?	¿Donde es?	¿Cuándo?	¿Quién?	¿Cómo?	OBSERVACIONES	Eliminar	Combinar	Cambio			Mejoras	
1	Carga de lámina de vidrio con ayuda de chupones metálicos	●	⇒	□	⊖	▽			0,5	1	2													
2	Traslado de lámina a mesa de corte	○	⇒	□	⊖	▽			20	1	6													
3	Alimentación de lámina en mesa de corte	●	⇒	□	⊖	▽				1	1,5						Se realiza manualmente							
4	Medición del área de corte	●	⇒	□	⊖	▽				1	3													
5	Demarción del área de corte	●	⇒	□	⊖	▽				1	3													
6	Corte de lámina de vidrio	●	⇒	□	⊖	▽				1	7						Se realiza manualmente							
7	Aplicación de canto pulido al vidrio	●	⇒	□	⊖	▽				1	5													
8	Descarga de la lamina de la mesa	●	⇒	□	⊖	▽				1	1													
9		○	⇒	□	⊖	▽																		

Fuente: elaboración propia



#### Anexo 4. Diagrama de proceso corte de perfiles método actual

		Actual		Propuesto		Diferencia		Nombre del Proceso: <u>Corte de Perfiles</u>															
		Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	<input type="checkbox"/> Hombre <input checked="" type="checkbox"/> Material <u>Láminas de vidrio y perfiles de aluminio</u>															
○ OPERACIONES		2	10					Se Inicia en: <u>Almacén de perfiles</u>															
⇒ TRANSPORTES		2	6					Se termina en: <u>Área de ensamble de perfiles</u>															
□ INSPECCIONES								Hecho por: <u>María Gabriela Sulbarán</u> Fecha: _____															
⊖ DEMORAS																							
▽ ALMACENAJES			0																				
Distancia Recorrida		32 mts																					
Tiempo total		16 min																					
									ANALISIS					ACCION									
									¿Por qué?														
DESCRIPCION DEL METODO		ACTUAL X PROPUESTO		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje	Distancias en metros	Cantidad	Tiempo	¿Que es?	¿Donde es?	¿Cuándo?	¿Quién?	¿Cómo?	OBSERVACIONES	Eliminar	Combinar	Cambio			Mejoras
																				Secuencia	Lugar	Personas	
1	Traslado de perfiles hacia mesa de corte			○	⇒	□	⊖	▽	21	1	5												
2	Corte de perfiles			●	⇒	□	⊖	▽		1	6												
3	Troquelado y perforado de perfiles			●	⇒	□	⊖	▽		4	4												
4	Traslado de perfiles hacia mesa de ensamble			○	⇒	□	⊖	▽	11	1	1												
5				○	⇒	□	⊖	▽															
6				○	⇒	□	⊖	▽															

Fuente: elaboración propia



## Anexo 6. Diagrama de proceso ensamble de puertas método actual

		Actual		Propuesto		Diferencia																
		Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nombre del Proceso: <u>Ensamble de Puertas con perfiles y láminas de vidrio cortadas</u>														
								<input type="checkbox"/> Hombre <input checked="" type="checkbox"/> Material <u>Láminas de vidrio y perfiles de aluminio</u> Se Inicia en: <u>Area de ensamble ( Subsistema 3)</u> Se termina en: <u>Almacén de Producto Terminado</u> Hecho por: <u>María Gabriela Sulbarán</u> Fecha: _____														
OPERACIONES		2	17,5					ANALISIS														
TRANSPORTES		2	10					¿Por qué?														
INSPECCIONES								OBSERVACIONES														
DEMORAS								ACCION														
ALMACENAJES		1	0					Cambio														
Distancia Recorrida		32 mts																				
Tiempo total		27,5 min																				
DESCRIPCION DEL METODO		ACTUAL X PROPUESTO		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje	Distancias en metros	Cantidad	Tiempo	¿Que es?	¿Donde es?	¿Cuándo?	¿Quién?	¿Cómo?	Eliminar	Combinar	Secuencia	Lugar	Personas	Mejoras
1	Traslado de vidrios cortados desde el área de corte hacia ens	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	17	1	5											
2	Alimentacion de la mesa de ensamble	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	1											
3	Ensamble de perfiles para formación de una "L"	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	6											
4	Ensamble de puerta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	8											
5	Descarga de la puerta terminada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	2,5											
6	Traslado de puerta hacia almacén de PT	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15	1	5											
7		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>														

Fuente: elaboración propia



## Anexo 7. Diagrama de proceso corte de láminas de vidrio método propuesto

		Actual		Propuesto		Diferencia																																
		Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nombre del Proceso: <u>Corte de Láminas de Vidrio</u>																														
								<input type="checkbox"/> Hombre <input checked="" type="checkbox"/> Material <u>Láminas de Vidrio (2,4 X 3,3) m</u> Se Inicia en: <u>Carga de lámina de vidrio</u> Se termina en: <u>Sostenedor</u> Hecho por: <u>Ma. Gabriela Sulbarán</u> Fecha: _____																														
○ OPERACIONES		4	15,5																																			
⇒ TRANSPORTES		2	4																																			
□ INSPECCIONES																																						
D DEMORAS																																						
▽ ALMACENAJES		0	0																																			
Distancia Recorrida		16,5 mts																																				
Tiempo total		20 min																																				
DESCRIPCION DEL METODO		ACTUAL		PROPUESTO		X	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje	Distancias en metros	Cantidad	Tiempo	ANALISIS					OBSERVACIONES	ACCION																	
															¿Por qué?						Eliminar	Combinar	Cambio		Mejoras													
							¿Que es?	¿Donde es?	¿Cuándo?	¿Quién?	¿Cómo?								Lugar	Personas																		
1	Carga de lámina de vidrio con ayuda de chupones metálicos						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,5	1	2																								
2	Traslado de lámina hacia mesa de corte						<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	16	1	4																								
3	Alimentación de lámina en mesa de corte						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	1,5																								
4	Corte de lámina de vidrio						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	6																								
5	Aplicación de canto pulido al vidrio						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	5																								
6	Descarga de la lámina de la mesa						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	1																								
7							<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																											

Fuente: elaboración propia



### Anexo 8. Diagrama de proceso corte de perfiles método propuesto

		Actual		Propuesto		Diferencia																	
		Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nombre del Proceso: <u>Corte de Perfiles</u>															
								<input type="checkbox"/> Hombre <input checked="" type="checkbox"/> Material <u>Láminas de vidrio y perfiles de aluminio</u>															
○ OPERACIONES		2	10					Se Inicia en: <u>Álmacén de perfiles</u>															
⇒ TRANSPORTES		2	3					Se termina en: <u>Área de Ensamble</u>															
□ INSPECCIONES								Hecho por: <u>María Gabriela Sulbarán</u> Fecha: _____															
⊖ DEMORAS																							
▽ ALMACENAJES			0																				
Distancia Recorrida		9 mts																					
Tiempo total		13 min																					
								ANALISIS					ACCION										
								¿Por qué?															
DESCRIPCION DEL METODO		ACTUAL X PROPUESTO		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje	Distancias en metros	Cantidad	Tiempo	¿Que es?	¿Donde es?	¿Cuándo?	¿Quién?	¿Cómo?	OBSERVACIONES	Eliminar	Combinar	Cambio			Mejoras
1	Traslado de perfiles hacia mesa de corte			○	⇒	□	⊖	▽	2	1	2												
2	Corte de perfiles			●	⇒	□	⊖	▽		1	6												
3	Troquelado y perforado de perfiles			●	⇒	□	⊖	▽		4	4												
4	Traslado de perfiles hacia mesa de ensamble			○	⇒	□	⊖	▽	7	1	1												
5				○	⇒	□	⊖	▽															
6				○	⇒	□	⊖	▽															

Fuente: elaboración propia



## Anexo 9. Diagrama de proceso ensamble de puertas método propuesto

		Actual		Propuesto		Diferencia		Nombre del Proceso: <u>Ensamble de Perfil de Vidrio con Aluminio</u>												
		Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	Nº	Tiempo	<input type="checkbox"/> Hombre <input checked="" type="checkbox"/> Material <u>Láminas de vidrio y perfiles de aluminio</u>		¿Por qué?					OBSERVACIONES	ACCION				
								¿Que es?	¿Donde es?	¿Cuándo?	¿Quién?	¿Cómo?	Eliminar	Combinar		Cambio			Mejoras	
OPERACIONES		2	17,5																	
TRANSPORTES		2	10																	
INSPECCIONES																				
DEMORAS																				
ALMACENAJES		1	0																	
Distancia Recorrida		32 mts																		
Tiempo total		27,5 min																		
1	Traslado de vidrios cortados desde el área de corte hacia ensamble	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										
2	Alimentacion de la mesa de ensamble	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
3	Ensamble de perfiles para formación de una "L"	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
4	Ensamble de puerta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
5	Descarga de la puerta terminada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
6	Traslado de puerta hacia almacén de PT	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										
7		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										

Fuente: elaboración propia



## Anexo 10. Toma de tiempos corte de láminas de vidrio

ÁREA DE CORTE DE LÁMINAS DE VIDRIO		ANÁLISIS DE TRABAJO ESTÁNDAR Y HOJA DE OBSERVACIONES																																			
		OBSERVACIONES																																			
ELEMENTO NÚM Y DESCRIPCIÓN		1				2				3				4				5				6				7				8							
		Carga de lámina de vidrio con ayuda de chupones metálicos				Traslado de lámina a mesa de corte				Alimentación de lámina en mesa de corte				Medición del área de corte				Demarción del área de corte				Corte de lámina de vidrio				Aplicación de canto pulido al vidrio				Descarga de la lamina de la mesa							
Nota	Ciclo	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN
	1	90		1,8	1,6	90		5,6	5	90		1,4	1,3	90		2,8	2,5	90		2,9	2,6	90		6,7	6	90		4,9	4,4	90		1,0	0,9				
	2	90		2	1,8	90		5,7	5,1	90		1,3	1,2	90		2,9	2,6	90		3	2,7	90		6,6	6	90		4,8	4,3	90		0,9	0,8				
	3	90		1,9	1,7	90		5,8	5,2	90		1,4	1,3	90		2,8	2,5	90		2,9	2,6	90		6,6	6	90		4,9	4,4	90		1,0	0,9				
	4	90		2	1,8	90		5,7	5,1	90		1,4	1,3	90		2,9	2,6	90		3	2,7	90		6,7	6	90		4,6	4,1	90		0,8	0,7				
	5	90		1,8	1,6	90		5,6	5	90		1,5	1,4	90		2,8	2,5	90		2,8	2,5	90		6,6	6	90		4,8	4,3	90		0,9	0,8				
	6	90		1,8	1,6	90		5,6	5	90		1,5	1,4	90		2,7	2,4	90		2,9	2,6	90		6,7	6	90		4,7	4,2	90		1,0	0,9				
	7	90		1,9	1,7	90		5,7	5,1	90		1,4	1,3	90		2,9	2,6	90		3	2,7	90		6,8	6	90		4,8	4,3	90		0,9	0,8				
	8	90		2	1,8	90		5,8	5,2	90		1,3	1,2	90		2,8	2,5	90		3	2,7	90		6,6	6	90		4,6	4,1	90		1,0	0,9				
	9	90		2	1,8	90		5,7	5,1	90		1,4	1,3	90		2,8	2,5	90		2,8	2,5	90		6,7	6	90		4,7	4,2	90		0,9	0,8				
	10	90		1,9	1,7	90		5,6	5	90		1,5	1,4	90		2,9	2,6	90		2,8	2,5	90		6,7	6	90		4,8	4,3	90		0,9	0,8				
	11																																				
	12																																				
TO total		19,1				56,8				14,1				28,3				29,1				66,7				47,6				9,27							
Calificación																																					
TN Total		17,19				51,12				12,69				25,47				26,19				60,03				42,84				8,34							
Número de Observaciones		10				10				10				10				10				10				10				10							
TN Promedio		1,72				5,11				1,27				2,55				2,62				6,00				4,28				0,83							
% de suplementos		17%				17%				17%				17%				17%				17%				17%				17%							
Tiempo est. Elementos		2,01				5,98				1,48				2,98				3,06				7,02				5,01				0,98							
Nro Ocurrencias		1				1				1				1				1				1				1				1							
Tiempo Estándar		2,01				5,98				1,48				2,98				3,06				7,02				5,01				0,98							
Tiempo estándar total																														<b>28,53 min</b>							



### Anexo 11. Toma de tiempos corte de perfiles.

ÁREA DE ENSAMBLE DE PERFILES CON LÁMINAS DE VIDRIO		ANÁLISIS DE TRABAJO ESTÁNDAR Y HOJA DE OBSERVACIONES																																							
		OBSERVACIONES																																							
ELEMENTO NÚM Y DESCRIPCIÓN		1				2				3				4				5				6				7				8				9							
		Traslado de perfiles hacia mesa de corte				Corte de perfiles				Troquelado y perforado de perfiles				Traslado de perfiles hacia mesa de ensamble				0				0				0				0				0							
Nota	Ciclo	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN
	1	90		4,8	4,3	90		5,8	5,2	90		3,8	3,4	90		1	0,9																								
	2	90		4,7	4,2	90		5,7	5,1	90		3,6	3,2	90		0,9	0,81																								
	3	90		4,9	4,4	90		5,7	5,1	90		3,7	3,3	90		1	0,9																								
	4	90		4,9	4,4	90		5,8	5,2	90		3,8	3,4	90		0,9	0,81																								
	5	90		4,8	4,3	90		5,6	5	90		3,9	3,5	90		0,8	0,72																								
	6	90		4,7	4,2	90		5,8	5,2	90		3,7	3,3	90		1	0,9																								
	7	90		4,8	4,3	90		5,7	5,1	90		3,6	3,2	90		0,9	0,81																								
	8	90		4,7	4,2	90		5,6	5	90		3,7	3,3	90		0,8	0,72																								
	9	90		4,9	4,4	90		5,7	5,1	90		3,9	3,5	90		0,9	0,81																								
	10	90		4,9	4,4	90		5,8	5,2	90		3,8	3,4	90		0,9	0,81																								
	11																																								
	12																																								
TO total		48,1				57,2				37,5				9,1				0				0				0				0				0							
Calificación																																									
TN Total		43,29				51,48				33,75				8,19				0,00				0,00				0,00				0,00				0,00							
Nro. de Observaciones		10				10				10				10				10				10				10				10				10							
TN Promedio		4,33				5,15				3,38				0,82				0,00				0,00				0,00				0,00				0,00							
% de suplementos		17%				17%				17%				17%				17%				17%				17%				17%				17%							
Tiempo est. Elementos		5,06				6,02				3,95				0,96				0,00				0,00				0,00				0,00				0,00							
Nro Ocurrencias		1				1				1				1				1				1				1				1				1							
Tiempo Estándar		5,06				6,02				3,95				0,96				0,00				0,00				0,00				0,00				0,00							
		Tiempo estándar total																														<b>16,00 min</b>									

Fuente: elaboración propia



## Anexo 12. Toma de tiempos ensamble de puertas

ÁREA DE ENSAMBLE DE PERFILES CON LÁMINAS DE VIDRIO		ANÁLISIS DE TRABAJO ESTÁNDAR Y HOJA DE OBSERVACIONES																																											
		OBSERVACIONES																																											
ELEMENTO NÚM Y DESCRIPCIÓN		1				2				3				4				5				6				7				8				9											
		Traslado de vidrios cortados desde el área de corte hacia ensamble				Alimentación de la mesa de ensamble				Ensamble de perfiles para formación de una "L"				Ensamble de puerta				Descarga de la puerta terminada				Traslado de puerta hacia almacén de PT																							
Nota	Ciclo	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN				
	1	90		4,7	4,2	90		0,9	0,8	90		5,6	5	90		6,7	6	90		2,4	2,2	90		4,8	4,3																				
	2	90		4,7	4,2	90		0,9	0,8	90		5,7	5,1	90		6,8	6,1	90		2,3	2,1	90		4,8	4,3																				
	3	90		4,8	4,3	90		1	0,9	90		5,6	5	90		6,9	10	90		2,3	2,1	90		4,7	4,2																				
	4	90		4,7	4,2	90		1	0,9	90		6,0	5,4	90		6,6	5,9	90		2,4	2,2	90		4,8	4,3																				
	5	90		4,8	4,3	90		1,1	1	90		5,8	5,2	90		6,6	5,9	90		2,3	2,1	90		4,6	4,1																				
	6	90		4,7	4,2	90		1	0,9	90		5,7	5,1	90		6,5	5,9	90		2,3	2,1	90		4,7	4,2																				
	7	90		4,6	4,1	90		0,9	0,8	90		5,9	5,3	90		6,6	5,9	90		2,4	2,2	90		4,6	4,1																				
	8	90		4,8	4,3	90		1	0,9	90		5,7	5,1	90		6,8	11	90		2,5	2,3	90		4,8	4,3																				
	9	90		4,7	4,2	90		0,9	0,8	90		5,8	5,2	90		6,6	5,9	90		2,3	2,1	90		4,7	4,2																				
	10	90		4,8	4,3	90		0,9	0,8	90		5,6	5	90		6,6	5,9	90		2,4	2,2	90		4,8	4,3																				
	11																																												
	12																																												
TO total		47,3				9,47				57,4				66,7				23,6				47,3				0				0				0											
Calificación																																													
TN Total		42,57				8,52				51,66				68,70				21,24				42,57				0,00				0,00				0,00											
Nro. de Observaciones		10				10				10				10				10				10				10				10				10											
TN Promedio		4,26				0,85				5,17				6,87				2,12				4,26				0,00				0,00				0,00											
% de suplementos		17%				17%				17%				17%				17%				17%				17%				17%				17%											
Tiempo est. Elementos		4,98				1,00				6,04				8,04				2,49				4,98				0,00				0,00				0,00											
Nro Ocurrencias		1				1				1				1				1				1				1				1				1											
Tiempo Estándar		4,98				1,00				6,04				8,04				2,49				4,98				0,00				0,00				0,00											
		Tiempo estándar total																												<b>27,53 min</b>															

Fuente: elaboración propia

