

## **1. LA EMPRESA**

### **1.1 ¿QUE ES INDUFRIAL S.A.?**

Indufrial S.A. es una empresa colombiana dedicada a la producción y comercialización de aparatos de refrigeración comercial desde el año de 1956, localizada en la ciudad de Cartagena de indias, puerto comercial y turístico de Colombia.

Cuenta con un selecto equipo humano altamente especializado y calificado que la sitúan a la vanguardia de la fabricación del “Frío que más vende en Colombia” posicionada en otros siete países de América con la más avanzada tecnología para la satisfacción de las necesidades y expectativas de sus clientes.

### **1.2 RESEÑA HISTÓRICA**

Indufrial S.A. fue fundada en el año de 1956. Enrique Zurek, con un grupo de hombres y un pequeño capital, iniciaba la historia de la industria de refrigeración comercial.

Después de muchos ensayos y de intensos trabajos se produce el primer modelo de enfriador con capacidad para 200 botellas de gaseosas y cervezas.

Los primeros modelos fabricados se le venden a la firma LASER Y GAVASSA & CIA, que tienen sucursales en Bogotá y Cúcuta.

Posteriormente se realiza la primera gran venta a la empresa BAVARIA, fabricándose 200 enfriadores de botellas con serpentín de refrigeración en el tanque.

Después de esta primera etapa, Enrique Zurek Mesa recibe la colaboración de los empresarios cartageneros, señor Antonio Araujo, Arvelio García y Jorge Taua.

Actualmente la empresa cuenta con modernos equipos industriales y puede producir 2000 artefactos mensuales. La compañía ha procesado y puede producir aparatos para la refrigeración doméstica, comercial e industrial, pero actualmente por demanda del mercado, dedica la capacidad instalada de la planta exclusivamente a la refrigeración comercial.

Indufrial es una sociedad anónima, con mas de 150 trabajadores, de los cuales, el 27% son empleados de oficina, técnicos y profesionales.

### **1.3 UBICACION**

En el inicio de su fundación en 1956, Indufrial se encontraba situada en un pequeño garaje en la calle del tejadillo en la ciudad de Cartagena.

En 1960, se echan las bases para el gran desarrollo de Indufrial con la adquisición de 10.000 mts<sup>2</sup> en el barrio el bosque con destino a la planta sede, tiempo después se adquirieron otros 6.000 mts<sup>2</sup> aledaños para nuevas ampliaciones.

Actualmente las instalaciones de la planta de Indufrial S.A. se encuentran ubicada específicamente en el departamento de producción, en el barrio El Bosque calle 21 # 40-39 en la ciudad de Cartagena – Colombia.

#### **1.4 ORGANIZACIÓN**

La organización de la empresa se puede ver detallada en el organigrama general de Indufrial S.A. Ver figura 1.

#### **1.5 PLANEACIÓN ESTRATÉGICA**

El objetivo fundamental de la organización, es la fabricación y mercadeo de artefactos de refrigeración comercial. Sin embargo, tres propósitos caracterizan la empresa:

**1.5.1 Investigación de mercados.** Se realiza en forma permanente lo cual ha posibilitado el conocimiento de los cambios sucedidos en el campo de los electrodomésticos y en especial, en el de la refrigeración comercial.

**1.5.2 Diseños funcionales.** Se deducen de la investigación de mercados y la idoneidad del departamento de ingeniería.

**1.5.3 Control de Calidad.** El control de calidad se lleva a cabo en las materias primas, productos en proceso y producto final. Solo así, le ha sido posible a la empresa mantener a través de los años una calidad a toda prueba.

Los directivos de la empresa tienen muy bien definida la proyección futura de la empresa mediante la consignación por escrito de la misión, visión, políticas de calidad y objetivos de calidad de la empresa, las cuales se encuentran en los anexos 1,2,3 y 4.

## **1.6 PRODUCTOS**

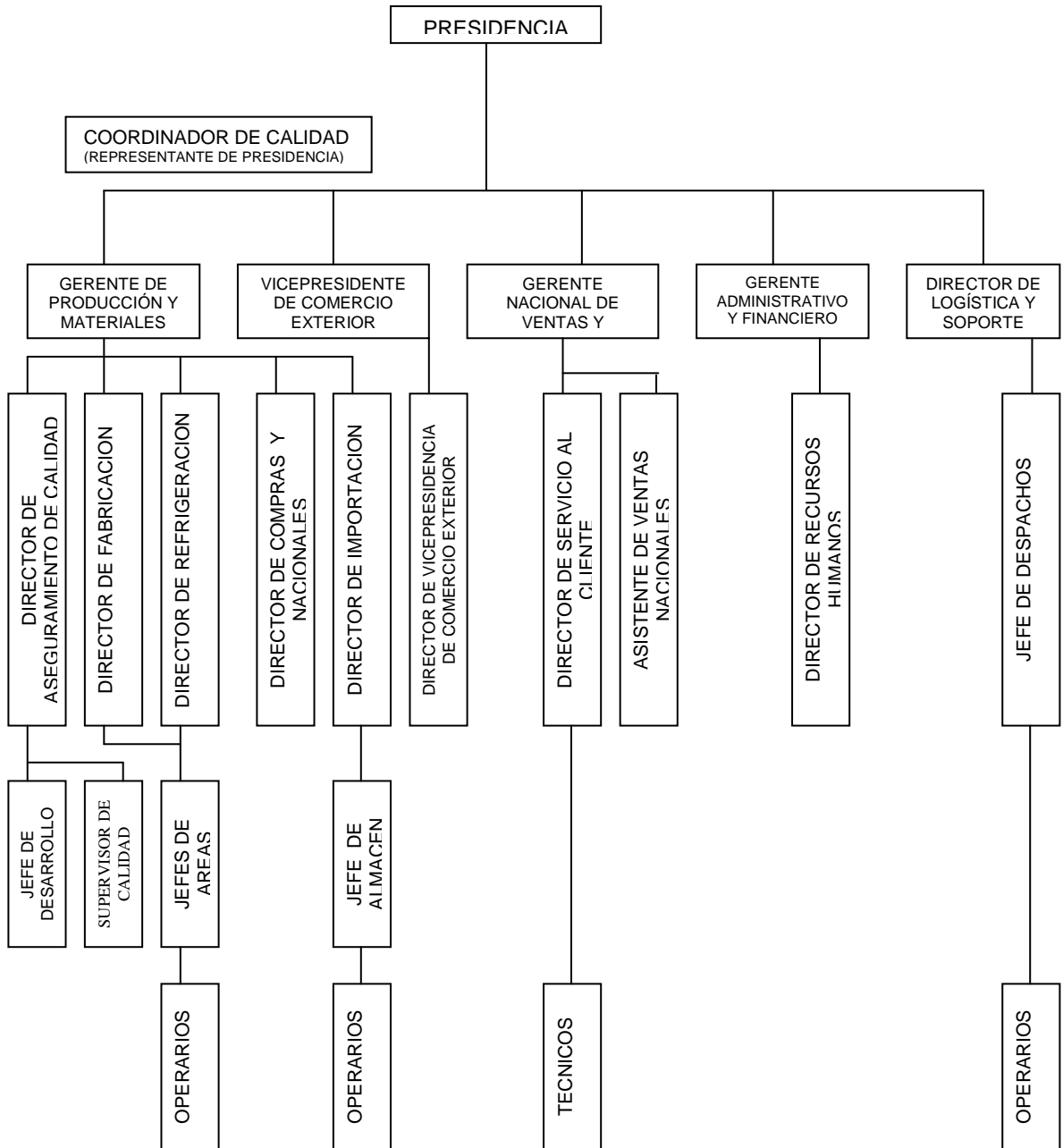
Indufrial S.A. es una empresa que produce artefactos de refrigeración comercial, cuenta con varias líneas de productos, como son: Botelleros, Congeladores, Vitriñas, Neveras y Fuentes de agua.

El diseño, se fundamenta en la función y servicios que vayan a prestar los artefactos fabricados, para satisfacer al máximo las necesidades del cliente.

La variedad de modelos va de acuerdo a las diferentes actividades comerciales hacia donde este dirigido el producto: supermercados, salsamentarías, tiendas, micro mercados, heladerías, hoteles, restaurantes, clínicas, hospitales,

carnicerías, loncherías, pescaderías, discotecas, etc. El anexo 5 muestra las especificaciones de productos diseñados por Indufrial S.A.

Figura 1. Estructura organizacional



Fuente : Manual de calidad, Industrial S.A.

## **2. SISTEMA PRODUCTIVO DE INDUFRIAL S.A.**

### **2.1 GERENCIA DE PRODUCCIÓN**

La Gerencia de Producción se encarga de coordinar y administrar todas las actividades relacionadas con la investigación y desarrollo de nuevos productos, la fabricación propiamente dicha, el aseguramiento de la calidad, mantenimiento de la maquinaria y equipos de producción, como también de la ingeniería industrial.

De esta Gerencia y sus direcciones han surgido de manera entusiasta el apoyo a los investigadores para que se integren todas las actividades que se desarrollan en la empresa para la fabricación de las vitrinas horizontales en una base de datos actualizada a través del diseño de un sistema de información que suministre, información para el control y planeación de la producción y hacer más eficiente la toma de decisiones e incrementar la productividad, sirviendo esto como un apoyo en el proceso de toma de decisiones.

Es así como se ha venido trabajando en el diseño de un sistema de información para la actualización de la base de datos de los procesos productivos de Indufrial S.A., que bien es cierto arroja buenos resultados debido a que permitió despertar la atención a los jefes de sección y a los operarios de planta de la empresa sobre

la necesidad de la actualización de los datos de los estudios de métodos y tiempos anteriormente realizados.

## **2.2 ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN**

El tipo de distribución actual del proceso productivo de la planta de fabricación es por proceso o por función. Aquí todas las operaciones del mismo proceso o tipo de proceso son agrupadas conjuntamente.

La fabricación de los artefactos se realiza por medio de procesos definidos que se denominan "secciones", las funciones de éstas se enuncian en los siguientes numerales.

**2.2.1 Sección Latonería.** En ella se realizan las operaciones de corte, troquelado y doblado de las diferentes laminas metálicas que van a ser parte del producto final.

**2.2.2 Sección Soldadura.** Le corresponde el ensamble de cada una de las piezas metálicas correspondientes que conforman el gabinete exterior del aparato; lo mismo, que el corte, punzonado y armado de la base del aparato.



**2.2.3 Sección Tubería.** Hace los serpentines y evaporadores de tubería aplicados al tanque con el fin de formar el circuito cerrado o sistema de refrigeración.

**2.2.4 Sección Ensamble de unidad.** Esta sección realiza todas las operaciones necesarias para la fabricación del condensador de la vitrina.

**2.2.5 Sección Pintura.** A esta sección le corresponde el proceso de limpieza, preparación y pintura de anticorrosivos, base y acabado de los subensambles, piezas, tanques y gabinetes.

**2.2.6 Sección Preparación e inyección de poliuretano.** En esta sección se hace el subensamble del tanque interior colocándolo dentro del gabinete exterior; después se prepara el ensamble para la inyección de poliuretano.

**2.2.7 Sección Línea de vitrinas.** Es la encargada de la fabricación de vitrinas, es una sección que tiene en su proceso la mayor parte de la operación que refrigere el artefacto, excluyendo algunas correspondientes a latonería, pintura y poliuretano.

**2.2.8 Sección Acabado.** En esta sección, se realiza el subensamble de cada una de las piezas que van a conformar el terminado y presentación del producto. Además, allí se llevan a cabo las pruebas o ensayos de funcionamiento con la intervención del grupo de aseguramiento de la calidad.

**2.2.9 Sección Empaque y embalaje.** Esta sección depende directamente de la gerencia de ventas y esta encargada de recibir, almacenar y preparar la madera para el empaque de los artefactos que han de salir de la fabrica con destino a los distribuidores y a la exportación según ordenes de ventas.

El tipo de distribución de la planta se adapta a una variedad de productos y cambios frecuentes en la secuencia de las operaciones, además es posible mantener en actividad las máquinas durante la mayor parte del tiempo.

La distribución de la planta también permite mantener con facilidad la continuidad de la producción en caso de:

- a) Tener maquinas o equipos averiados.
- b) Faltar materiales.
- c) Tener operarios ausentes durante la jornada laboral.

El recorrido de las piezas no tiene rutas definidas, esto implica una mayor manipulación de los materiales, mayores lotes de trabajo en curso de elaboración y un sistema de control de la producción mas complicado.

Los operarios de planta adquieren mayor pericia en el manejo de un tipo de maquina determinado, pero necesitan un aprendizaje mas largo para poder realizar trabajos diversos.

## 2.3 TIPO DE PRODUCCIÓN

La producción consiste en una secuencia de operaciones que transforma los materiales haciendo que pasen de una forma dada a otra que se desea obtener mediante la transformación. Puede efectuarse mediante una de las tres siguientes formas, o a través de una de sus combinaciones.

- Transformar por medio de desintegración, en que básicamente un factor sirve para producir varios productos. Dicha transformación va casi invariablemente acompañada de cambios en la configuración física de factor, bien en su estado físico, bien en su forma geométrica.
- Transformar por integración o montaje, utilizando varias piezas como factores, y obteniendo, básicamente un solo producto como resultado.
- Transformar por servicios, donde finalmente no se aprecia cambio alguno en el objeto, pero donde, sin embargo, se realizan determinadas operaciones para alterar uno de los parámetros que lo definen. Esto puede englobar operaciones para mejorar maleabilidad, la diversidad u otras propiedades mecánicas del objeto, así como operaciones que alteran su localización o su estado por medio de transporte u operaciones de mantenimiento. Muchas operaciones puramente de servicios no se consideran como parte de la actividad industrial, pero su planificación y control son fundamentalmente similares a los de las operaciones industriales.

En Indufrial S.A. la producción es por lote, la cual consiste en la fabricación de un número de artefactos de refrigeración idénticos, ya sea para satisfacer un pedido específico o para cubrir una demanda continua. Al finalizar la producción de una remesa, la línea de fabricación y el equipo quedan disponible para la fabricación de otros productos similares.

En la actualidad existe en la empresa la siguiente línea de fabricación: línea de fabricación de congeladores, línea de fabricación de botelleros, línea de fabricación de neveras, línea de fabricación de vitrinas y líneas de fuentes de aguas.

La planificación de la producción en Indufrial S.A. esta normalizada con un procedimiento específico que se detalla en el siguiente numeral.

## **2.4 PROCEDIMIENTO PARA LA PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN**

Indufrial S.A. basa sus ventas en el pronóstico anual de ventas el cual se convierte en la herramienta inicial para la planeación de la producción, las ventas se pronostican de acuerdo a la información que se obtiene de la técnica para la previsión: La compañía se basa en el método Delphi; esta técnica se basa en la opinión de un grupo de personas expertas y así obtener el consenso de sus apreciaciones. Esta técnica es conveniente a mediano plazo y considera: factores económicos, tecnológicos, políticos, sociales y objetivos a largo plazo de la empresa. También obtienen información de la grafica de producción real contra la programada, para conocer el comportamiento de la misma en años anteriores.

Una vez se tiene el pronóstico anual de ventas se elabora el plan maestro de producción del año en curso.

Con base en el plan maestro de producción se programa la producción del mes, cabe destacar que esta programación se refuerza con los pedidos mensuales del departamento de ventas.

Se evalúa la capacidad de producción de cada lote y si no es conveniente para la empresa se anula el lote para ese mes, en caso contrario se realiza el modelaje de existencias de materiales, donde verifica ingeniería de producción si existen todos los materiales en el almacén de materia prima.

Si no existen los materiales para producir el lote se anula y en su defecto se programa. Ingeniería de producción elabora un programa de corte donde se ordenan las secuencias de corte de láminas de acero galvanizado, cold rolled, acero inoxidable de los distintos modelos. Esta secuencia indica la fecha en la cual se deben cortar las láminas y sirve como un control para la producción. Es decir cada jefe de sección procura tener la fabricación del lote en el tiempo estimado.

Posteriormente se realizan las ordenes de producción (PL) y el jefe de almacén entrega la materia prima requerida para la fabricación de los modelos.

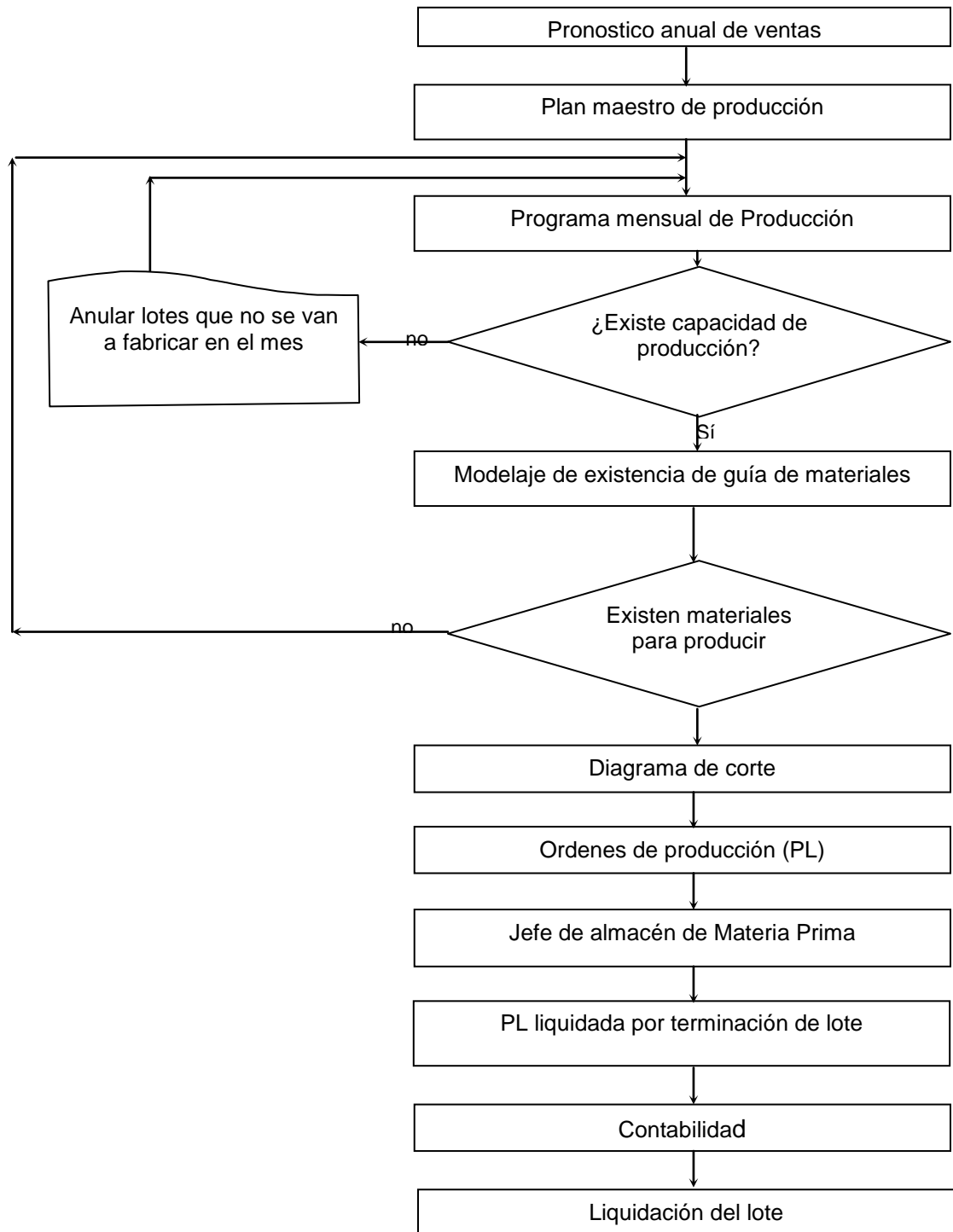
Para finalizar, al terminar la fabricación de los lotes se liquida la orden de producción (PL) por fabricación de lote y se entrega a contabilidad para liquidar el lote.

Una manera de controlar la producción es mediante el diligenciamiento de un formato de control de producción diaria con la finalidad que el jefe de sección conozca las cantidades fabricadas por fecha, lote, máquina o por operario.

El tipo de producción de Indufrial S.A. exige que cada jefe de sección tenga control de la producción, ya que los requerimientos de materiales de fabricación de una sección (cliente) se convierten en la prioridad para fabricar de otra sección (proveedor) y en un todo estas secciones se suman en el proceso de fabricación de la vitrina.

A través de la figura 2. Flujograma Planeación de la Producción, se esquematiza la estructura y secuencia que sigue Indufrial S.A. para la planeación y control de la producción. A continuación se explica:

Figura 2. Flujograma: Planeación de la producción



Fuente: Manual de calidad Indufrial S.A.

### **3. ESTUDIO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE PRODUCCIÓN DE VITRINAS**

#### **3.1 LA LÍNEA DE VITRINA**

La línea de vitrina esta diseñada para dos tipos de vitrinas: vitrinas horizontales y vitrinas verticales. Las vitrinas refrigerantes, al igual que todos los aparatos de refrigeración que produce Indufrial S.A., están fabricados con los siguientes materiales básicos:

- Acero cold rolled C-24
- Acero cold rolled C-26
- Galvanizado C-16
- Galvanizado C-18
- Galvanizado C-24
- Galvanizado C-26
- Acero inoxidable C-24

A continuación, en la tabla 1. se muestra los modelos de las vitrinas verticales y horizontales demandados durante los años 2001 y 2002.

#### **3.2 MODELO DE TOMA DE DECISIONES**



La línea de vitrinas horizontales de Indufrial S.A. abarca 8 productos. Para escoger el modelo de seguimiento para el estudio de tiempos fue necesario aplicar el método de toma de decisión<sup>1</sup>

El primer paso es identificar y definir la decisión que se quiere tomar, es decir, la meta que quiere alcanzar, ¿Sobre qué se va a decidir?. El modelo de vitrina a escoger para el estudio de tiempo.

El segundo paso es convertir la definición en pregunta que refleje exactamente la decisión que espera. ¿Cuál es el modelo de vitrina que más conviene para el estudio de tiempo?

Tabla 1. Modelos de vitrinas fabricadas durante los años 2001 y 2002

VITRINAS VERTICALES	VITRINAS HORIZONTALES
INPV – 18	IVDC17-4
INPV – 15	IVPR27 – 6
INPV - 46B	IVDC23 – 4
INPV – 6	IVPC25 – 4
INPV - 6P	IVPC42C8
INPV - 6B	IVPC42F8
INPV - 15B	IVPC14 – 4
	IVDC34C6

Fuente: Departamento de producción, Indufrial S.A.

---

<sup>1</sup> VILLABONA, Natividad, Guía C p. 81, 82, 83

El tercer paso es identificar y enunciar las posibles alternativas que pueden tener en cuenta. A = IVDC-17-4; B = IVDC34C6; C = IVDC23-4; D = IVPC25-4; E = IVPC14-4.

El cuarto paso es definir los criterios o características que se pueden considerar importantes para tomar la decisión. Para nuestro caso se tomaron: Complejidad del proceso, Estudios anteriores (continuidad), Criterios de la compañía, Unidades producidas. Ver anexo 6.

El quinto paso es establecer un índice de importancia asignando los valores que se le reconoce a cada criterio. Se utilizó el siguiente índice: criterio muy importante o esencial = 3, moderadamente importante o esencial = 2 y sin importancia o no esencial = 1.

El sexto paso es estudiar el grado de cumplimiento del criterio en cada alternativa y determinar hasta que punto las alternativas poseen o cumplen con el criterio y asignarle un valor. Así la alternativa lo cumple plenamente = 2, lo cumple parcialmente = 1; no lo posee = 0.

El séptimo paso es multiplicar el “valor del índice de importancia” por el “valor del grado del cumplimiento” y sumar los puntos de cada alternativa, obteniendo un total que indica cual es la mejor elección. Para este proyecto la mejor elección será la alternativa A debido a su alto puntaje.

Tabla 2. Modelo de toma de decisiones

PREGUNTA: ¿Cuál es el modelo de vitrina que más conviene para el estudio de tiempo?					
CRITERIOS	ALTERNATIVAS				
	A IVDC17 - 4	B IVDC34C6	C IVDC23 - 4	D IVPC25 - 4	E IVPC14 - 4
Complejidad	3 X 2 = 6	3 X 1 = 3	3 X 0 = 0	3 X 0 = 0	3 X 1 = 3
Estudios anteriores	2 X 2 = 4	2 X 2 = 4	2 X 2 = 4	2 X 2 = 4	2 X 2 = 4
Criterio de la Cia.	3 X 2 = 6	3 X 0 = 0	3 X 0 = 0	3 X 0 = 0	3 X 1 = 3
Unidades fabricadas	3 X 3 = 9	3 X 1 = 3	3 X 1 = 3	3 X 1 = 3	3 X 1 = 3
<b>TOTALES</b>	<b>25</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>11</b>

El último paso es decidir si se adopta o rechaza la alternativa resultante. En este caso nos apoyamos en el resultado de este modelo, es decir, el modelo que se elige para el estudio de métodos de tiempos es la vitrina horizontal modelo IVDC-17-4.

### 3.3 ACERCA DEL MODELO

El modelo vitrina IVDC-17-4 diseñado por Indufrial S.A. es un producto innovador, fabricado con alta tecnología y mayor capacidad interior. Esta vitrina representa doble ventaja pues cuenta con un volumen de refrigeración de 12 pies cúbicos y 5 pies cúbicos de conservación de congelación, para un gran total de 17 pies cúbicos. Su presentación es panorámica curva y cuenta con: iluminación fluorescente en la parte superior, controlada por un switch, cuatro (4) bandejas de poliestireno de alto impacto, una (1) puerta batiente, rodachinas para fácil manipulación, un (1) entrepaño en el área de refrigeración, sistema de refrigeración por convección natural, gabinete interior en lamina galvanizada con acabado en pintura epóxica antitóxica, gabinete exterior en lamina de acero Cold

Rolled con pintura en polvo aplicada electrostáticamente, mostrador o mesón superior en lámina formica de variados colores.

Las especificaciones de la vitrina IVDC-17-4 se muestran en la tabla 3.

### 3.4 MATERIALES Y PARTES QUE COMPONEN LA VITRINA (BOM)

Las vitrinas horizontales de Indufrial S.A. están compuestas de:

Tabla 3. Especificaciones de la vitrina IVDC17 - 4

ESPECIFICACIONES DE LA VITRINA IVDC17 - 4	
Altura	1135 mm
Temperatura de refrigeración	5 °C Promedio
Largo	1385 mm
Temperatura de congelación	- 8 °C
Fondo	742 mm
Voltaje	110V 60Hz
Unidad condensadora	1/5 HP
Refrigerante	134 <sup>a</sup>

Fuente: Indufrial S.A.

- 1 gabinete: que es la parte externa de la vitrina, esta a su vez está compuesta por una cabecera derecha, izquierda, un frente, un espaldar y refuerzos.
- 1 tanque: que es la parte interna de la vitrina que a su vez está compuesta por una cabecera derecha, cabecera izquierda, frente, espaldar y fondo.
- Componentes del tanque: divisiones, placas refrigerantes, entrepaños y refuerzos.
- Componentes del sistema de refrigeración y del sistema eléctrico: hay que tener en cuenta que los anteriores son los materiales principales, pero en realidad una vitrina la componen una extensa gama de materiales.

Los materiales que se utilizan para la fabricación de piezas de láminas son:

- Acero galvanizado calibre 24
- Cold rolled
- Acero inoxidable

### **3.5 IDENTIFICACIÓN DE LAS PARTES DEL PROCESO DE FABRICACIÓN.**

El proceso para la fabricación de las vitrinas se hace en distintas secciones, estos sitios se encargan de elaborar una serie de operaciones definidas.

Una vitrina se compone básicamente de:

- 1 gabinete
- 1 tanque: estos se fabrican de piezas de láminas de acero galvanizado y Cold rolled que son cortadas, troqueladas y dobladas en latonería.

Posteriormente estas piezas son ensambladas en soldadura, donde con máquinas de soldar de punto se arma de acuerdo al diseño de cada modelo. Luego son sometidos a un proceso de pintura y horneado.

Inmediatamente la sección de Poliuretano prepara las vitrinas para la inyección de poliuretano, para esto se debe subensamblar y sellar las vitrinas.

Luego pasan a inyección de poliuretano donde se le inyecta poliuretano que es un aislante térmico entre el gabinete y el tanque.

Las secciones son las siguientes:

- Latonería: esta sección realiza las operaciones de cortado del material, troquelado y doblado del mismo para convertir cada formato en un a pieza de la vitrina.

- Soldadura: la sección de soldadura se encarga de realizar los subensambles de las piezas del tanque o el gabinete para luego ensamblar el tanque y el gabinete.
- Tubería: esta sección realiza las operaciones de enchapetado y colocación de tubería a las placas refrigeradoras de las vitrinas.
- Ensamble de unidades: realiza todas aquellas operaciones referentes a la fabricación del evaporador y el condensador de la vitrina.
- Pintura: en esta sección se realiza la pintura de todas las piezas, subensambles y ensambles de la vitrina. Ver instructivos en los anexos 7,8,9,10 y 11
- Poliuretano: esta sección realiza las operaciones de preparación e inyección de poliuretano a la vitrina.
- Línea de Vitrinas: realiza las operaciones referentes al sistema de refrigeración.
- Acabado: esta sección realiza las operaciones de detalles, limpieza y acabado de la vitrina.

- Empaque y embalaje: se realizan las operaciones de empaque y embalaje de los productos terminados.

### **3.6 DIAGRAMA DE RUTAS**

El diagrama de rutas muestra las rutas que siguen las partes de la vitrina por sección. Iniciando desde que el material es entregado en rollos o chapas a Latonería por parte de almacén de materia primas, para convertir las láminas de cada una de las piezas que la vitrina requiere hasta finalizar en el empaque y embalaje de la vitrina. Ver figura 3.

### **3.7 DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA VITRINA IVDC-17-4**

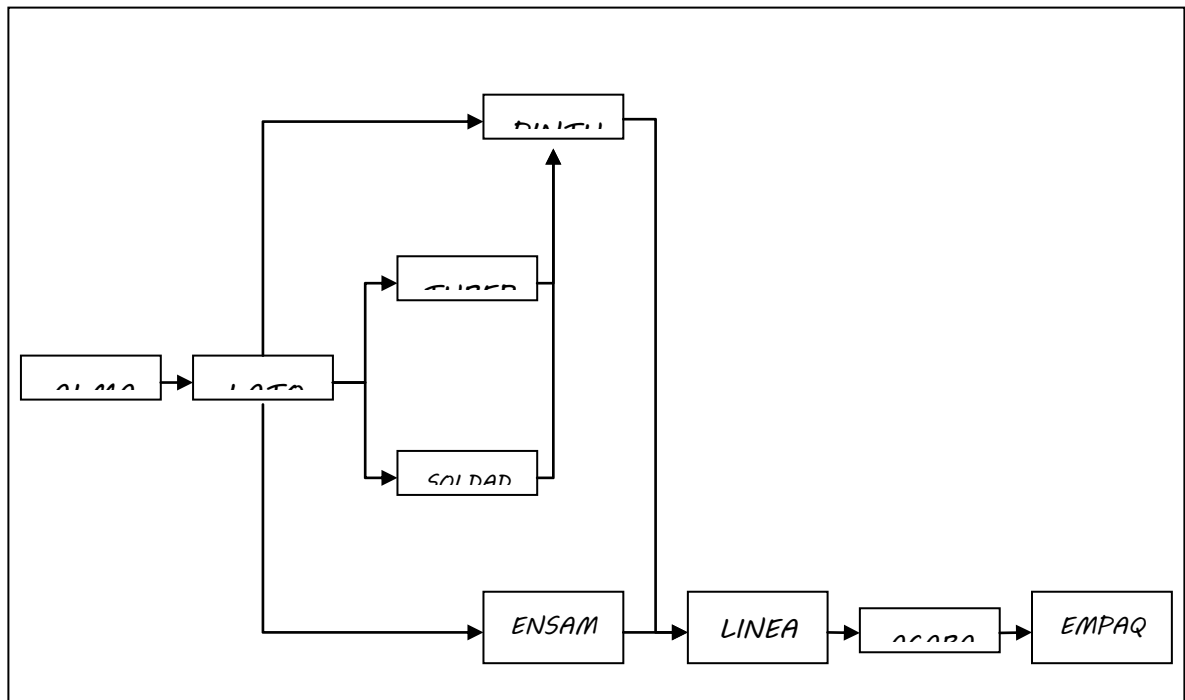
El diagrama de operaciones del proceso de fabricación de la vitrina IVDE-17-4 que se muestra en la figura 4 se puede observar la sucesión de actividades necesarias para que se fabrique una vitrina.

Las operaciones son actividades durante la cual se hace transformación física o química de los materiales, se ensamblan partes, desmontan partes o preparan el material para una actividad posterior.

Estas operaciones son conocidas de antemano por los operarios y los Jefes de sección de Indufrial S.A.



Figura 3. Diagrama de rutas de las partes de la vitrina IVDC-17-4



Las inspecciones son aquellas actividades durante la cual se verifica el cumplimiento de unos estándares de calidad del producto definidos por el departamento de Control de Calidad de Indufrial S.A.

Una operación-inspección indica que mientras se trabaja el material, simultáneamente se verifican sus dimensiones o estándares de calidad.

### 3.8 ANÁLISIS DEL PROCESO

El análisis de cada sección se realiza considerando las siguientes técnicas de recolección de información.

- Observación directa de los operarios realizando sus labores: esto como una forma inicial de conocer el proceso de fabricación de las vitrinas, además de las máquinas, herramientas y materia prima.
- Reunión con los Jefes de sección: con la finalidad de dar a conocer el proyecto y tener mayor interacción entre los jefes de sección y los investigadores. De esta manera se logro el apoyo de cada jefe en las respectivas secciones.
- Reunión con los operarios: con la finalidad de que el operario conociera la forma de trabajar de los investigadores y darles a conocer el objeto del estudio de tiempo. Se logro que los trabajadores no se sintieran intimidados por los investigadores.
- Filmaciones: las filmaciones permiten tener un registro fílmico de las operaciones de fabricación de las vitrinas.
- Encuestas y entrevistas: estas técnicas suministran información útil para los investigadores y quedaron registradas en los formatos diseñados con la finalidad de demostrar la veracidad de la misma. Para la realización de las entrevistas y encuestas se tuvo en cuenta la lista indicativa de preguntas utilizables al aplicar el interrogatorio previsto en el estudio de métodos<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> OIT, Introducción al estudio del trabajo. México: Limusa 1997. p. 427,428,429,430,431,432,433

## 4. ESTUDIO DE TIEMPOS

El estudio de tiempos consiste en aplicar alguna técnica de registro, con el propósito de establecer la duración de una tarea específica.

Para poder establecer la duración de una tarea, se partió de tres premisas elementales<sup>3</sup> :

- Debe existir un método previamente definido, el cual indica la manera como se ha de ejecutar el trabajo en cuestión.
- El operario debe desarrollar su actividad a un ritmo de trabajo normal ( no muy despacio, ni muy rápido)
- El operario seleccionado para un estudio de tiempos debe ser “calificado“ en cuanto a la habilidad para desarrollar el trabajo, es decir, no ser muy experto, ni tampoco inexperto.

Según la Oficina Internacional del Trabajo (OIT)<sup>4</sup> un trabajador calificado se define como “aquel de quien se reconoce que tiene las aptitudes físicas necesarias, que

---

<sup>3</sup> ORTIZ, Néstor Raúl, Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa p. 142

<sup>4</sup> OIT, Introducción al estudio del trabajo, México: Limusa, p. 227

posee la requerida inteligencia e instrucción y que ha adquirido la destreza y conocimientos necesarios para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad.

#### **4.1 ESTUDIO DE TIEMPO CON CRONOMETRO**

Aún conociendo las diversas técnicas para el registro de tiempo, para el estudio de tiempo realizado en Indufrial S.A. se utilizo el método conocido como “ estudio de tiempos por cronometro”. Como su nombre lo indica se basa en el empleo de un cronometro.

Esta técnica permite establecer la duración de una tarea a partir del registro de datos de tiempo que han sido cronometrados. Estos datos son el resultado de la observación de algunos ciclos de trabajo.

Se tuvieron en cuenta los parámetros mencionados anteriormente antes de iniciar el estudio de tiempo en cada sección, acordando con los jefes de sección la selección del operario de acuerdo a su experiencia con cada uno de estos. Y posteriormente se le hablo en compañía de su jefe, para explicarle cuidadosamente el objeto del estudio y lo que había que hacer, pidiéndole que trabajase a un ritmo habitual, con las pausas que acostumbraba hacer.

De ningún modo se intento cronometrar al operario desde una posición oculta, sin su conocimiento o llevando el cronometro en el bolsillo. De esta manera se pudo percibir que los operarios pronto se habituaban a trabajar a su ritmo normal.

La metodología que se utilizó es la misma que recomienda la Oficina Internacional de Trabajo (OIT)<sup>5</sup> y se detallan en los siguientes numerales.

## **4.2 OBJETIVO**

El objetivo del estudio de tiempo es determinar el tiempo que debe asignarse a cada operario para la ejecución de una tarea, que sea justo y equitativo para la empresa y el operario.

## **4.3 MATERIAL FUNDAMENTAL**

Para llevar a cabo el estudio de tiempo fue necesario los siguientes materiales:

- Un (1) cronometro.
- Un (1) planillero, donde se fijaron los formularios para anotar las observaciones.
- Formularios: se utilizaron formatos impresos útiles para una posterior consulta. Para la recolección de datos se utilizó el formato Hoja de Trabajo que se muestra en el anexo 12. El formato permite conocer la fecha en que se realizó el estudio, la sección, el nombre de la operación, el modelo de estudio, la hora de inicio y de

---

<sup>5</sup> OIT, Introducción al estudio del trabajo, México: Limusa. P. 211, 212, 213.

finalización de la observación, la descripción de los elementos, las observaciones realizadas, el tiempo total de cada operación, el número de observaciones, el tiempo promedio, el tiempo mínimo y el tiempo máximo. Con este formato se pretendió seguir un método sin dejar omitir ningún dato esencial. Para mostrar cada fase del proceso productivo con mayor detalle se utilizó el formato Diagrama de flujo de proceso como se muestra en el anexo 13. El formato emplea los cinco símbolos básicos recomendados por la OIT; Operación, Inspección, Demora, Transporte y Almacenamiento.

#### **4.4 ¿CÓMO SE HIZO?**

Una vez elegido el trabajo a analizar, el estudio de tiempo se lleva a cabo siguiendo el procedimiento básico recomendado por la OIT<sup>6</sup>, el cual consta de 8 pasos a seguir:

- Obtener y registrar toda la información posible acerca de la tarea, del operario y de las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo.
- Registrar una descripción completa del método descomponiendo la operación en elementos.
- Examinar ese desglose para verificar si están utilizando los mejores métodos y movimientos, y determinar el tamaño de la muestra.

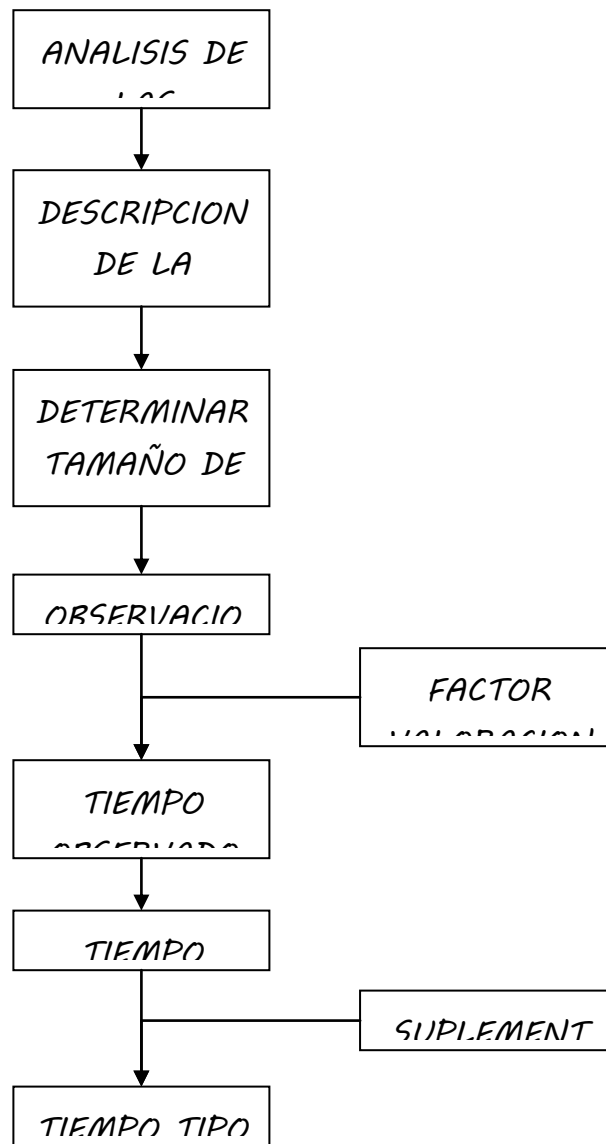
---

<sup>6</sup> OIT, Introducción al estudio del trabajo, México: Limusa. p. 230, 231, 232, 233, 234, 235.

- Medir el tiempo con un cronometro, y registrar el tiempo invertido por el operario en llevar a cabo cada elemento de la operación.
- Determinar simultáneamente la velocidad de trabajo efectiva del operario por correlación con la idea que tenga el analista de lo que debe ser el ritmo tipo.
- Convertir los tiempos observados en tiempos básicos.
- Determinar los suplementos que se añadirán al tiempo básico de la operación.
- Determinar el tiempo tipo propio de la operación.

La figura 5 muestra en forma gráfica los pasos que se siguieron en el estudio de tiempo para Industrial S.A.

Figura 5. Pasos a seguir en el estudio de tiempos



**4.4.1 Obtener y registrar información.** Antes de iniciar el estudio de tiempo se tomo un tiempo para el análisis de las operaciones de fabricación de la vitrina.



La **Westinghouse Electric Corporation** desarrollo un programa para el análisis de las operaciones en el que insiste en el empleo de las “ Diez estrategias elementales del análisis de la operación”<sup>7</sup> . De estas diez estrategias se tuvieron en cuenta las siguientes:

- Finalidad de las operaciones de cada sección
- Diseño de las partes de cada sección
- Tolerancias y especificaciones
- Materiales
- Proceso de fabricación
- Preparación y herramental
- Condiciones de trabajo
- Manejo de Material

---

<sup>7</sup> W.NIEBEL, Benjamín, Ingeniería industrial, Estudio de métodos y tiempos. P 225

- Distribución de la Planta y equipo.

Para aplicar estas estrategias se tuvo en cuenta el método de la observación (participativa) como instrumento para recolectar información de las operaciones, materiales, operarios, jefes de sección, materia prima y organización de cada sección.

Fue necesario tomar nota de toda la información que se consideraba pertinentes obtenida por observación, con la finalidad que fuese consultada posteriormente en el estudio de tiempo.

De igual manera se utilizó el método de la entrevista, estas se llevaron a cabo con los Jefes de sección y con los operarios.

**4.4.2 Descomponer operaciones en elementos.** Una vez comprobado el método empleado por el operario para la fabricación de la vitrina, se procede a descomponer la tarea en elemento. Cabe destacar que esta labor fue la que mayor tiempo se le invirtió debido a que el modelo IVDC-17-4 exige gran cantidad de piezas y por lo tanto implica mayor número de operaciones y recorridos de las piezas.

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT)<sup>8</sup>, “un elemento es la parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis” y “ciclo de trabajo es la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción. Comprende a veces elementos casuales”.

Los ciclos de trabajo de las operaciones para la fabricación de la vitrina en estudio empiezan al comienzo del primer elemento de la operación o actividad y continua hasta el mismo punto en una repetición de la operación o actividad; empieza entonces el segundo ciclo, y así sucesivamente.

En la mayoría de los casos se encontraron elementos de tipo constante, es decir aquellos cuyo tiempo básico de ejecución es siempre igual debido a que los procesos de fabricación están estandarizados de acuerdo a la línea de fabricación que se este trabajando.

Es de anotar que los operarios han cumplido un gran periodo laboral en la compañía y tienen grandes destrezas y habilidades para la fabricación de los productos de Indufrial S.A..

Se tuvieron en cuenta las reglas generales para delimitar los elementos de una operación recomendados por la OIT<sup>9</sup>, entre las cuales las siguientes:

---

<sup>8</sup> OIT, Introducción al estudio del trabajo, México: Limusa. p. 235

<sup>9</sup> OIT, Introducción al estudio del trabajo, México. Limusa. P. 232, 233, 234, 235.

- Los elementos debían ser de fácil identificación y de comienzo y fin claramente definidos, de modo que una vez fijados puedan ser reconocidos una y otra vez. El comienzo o fin se reconocía por un sonido de las máquinas o el cambio de dirección del brazo o la mano del operario.
- Dentro de lo posible, los elementos, sobre todo los manuales, debían elegirse de manera que correspondan a segmentos naturalmente unificados y visiblemente delimitados de la tarea.
- Los elementos manuales debían separarse de los mecánicos.
- Los elementos que no aparecen en todos los ciclos ( casuales y extraños) deben cronometrarse aparte de los que si aparecen.
- Los elementos se comprobaban durante varios ciclos y se consignaban en el formato Hoja de Trabajo antes de cronometrarse.

El anexo 14 muestra los formatos de hoja de trabajo diligenciados durante el estudio de tiempo.

Una vez identificados los elementos, estos se diligencian en el formato de flujo de proceso tal como se muestra en el anexo 15.

**4.4.3 Determinar Tamaño de la muestra.** Para el calculo del número de muestras o el número de observaciones que deben efectuarse para cada elemento se utilizó el método estadístico recomendado por la OIT, el cual propone aplicar la siguiente fórmula<sup>10</sup> con un nivel de confianza de 95.45 por ciento y un margen de error de +/- 5 por ciento.

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Siendo:

$n$  = Tamaño de la muestra que deseamos determinar;

$n'$  = Número de observaciones del estudio preliminar;

$\sum$  = Suma de los valores;

$x$  = Valor de las observaciones.

Para aclarar el procedimiento del calculo de las muestras se presenta un ejemplo de la sección de latonería:

Con los datos que se obtuvieron en el formato de hoja de trabajo (troquelado de espaldar gabinete) se procede al calculo del número de muestras.

---

<sup>10</sup> RAYMOND, Mayer, Production and operation management, New York: Mc Graw Hill. 1975 p.516.

Se tomaron muestras para todas las operaciones de 10, es decir para este caso  $n' = 10$ .

$$\sum x = 1342$$

$$\sum (x)^2 = 180296$$

$$(\sum x)^2 = 1800964$$

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{(10 * 180296) - (1800964)}}{1342} \right)^2 = 1.77 \cong 2$$

Para este caso la fórmula propone que se tengan en cuenta dos observaciones, pero para la mayoría de los casos se obtuvieron más observaciones por lo cual, para el cálculo del tiempo tipo se tuvieron en cuenta todas las observaciones sin importar que la fórmula recomendará un número de muestras menores.

En los casos en donde el número de observaciones preliminares era inferior al requerido se debía aumentar el tamaño de la muestra.

**4.4.4 Medir el tiempo.** Una vez delimitados y descritos los elementos se comenzó el cronometraje, según la OIT existen dos procedimientos principales para tomar el tiempo con cronómetro:

- Cronómetro acumulativo
- Cronómetro con vuelta a cero

El cronómetro acumulativo fue el utilizado en este estudio tal como se muestra en el formato hoja de trabajo presentado anteriormente.

Este tipo de cronometraje funciona de modo interrumpido durante todo el estudio; se pone en marcha al principio del primer elemento del primer ciclo y no se lo detiene hasta acabar el estudio.

Al final de cada elemento se apunta la hora que marca el cronómetro, y los tiempos de cada elemento se obtienen haciendo las respectivas restas después de terminar el estudio.

Con este procedimiento se logro tener la seguridad de registrar todo el tiempo en que el trabajo esta sometido a observación.

Este procedimiento tiene la ventaja de que incluso si se omite un elemento o no, se registra alguna actividad esporádica, el tiempo total no cambia.

**4.4.5 Determinar velocidad de trabajo.** Al hablar de ritmo de trabajo se hace referencia a la velocidad con la que los operarios ejecutan las actividades para la fabricación de la vitrina, de tal forma que si la ejecución se hace a un ritmo lento, el tiempo registrado en el cronómetro será superior al real, por el contrario, sí la ejecución se hace a un ritmo de trabajo rápido, el tiempo registrado en el cronómetro será inferior al real.

Para determinar el ritmo de trabajo del operario se contó en algunos casos con la ayuda de los Jefes de sección quienes eran lo más indicados para conocer la velocidad con que trabajan sus operarios, en otros casos fue fácil detectarlo gracias al análisis inicial al estudio de tiempos.

En ambos casos la valoración fue subjetiva, ya que se debió comparar el ritmo de trabajo del operario que se estaba observando con lo que los analistas consideran que debe ser el ritmo normal.

Para poder comparar correctamente el ritmo de trabajo observado con el ritmo de trabajo se hizo uso de una escala numérica de la norma británica 0 - 100 que sirvió como medida para calcularlos. En dicha escala, 0 representa la actividad nula y 100 el ritmo normal de trabajo del operario calificado motivado, es decir, el ritmo tipo.

La tabla 4 muestra la descripción del desempeño de la norma británica, la cual se tomo en cuenta en el estudio de tiempo.

**4.4.6 Conversión de Tiempo observado ( $T_o$ ) a Tiempo normal ( $T_n$ ).** La valoración se utilizó como un factor por el cual se multiplica el tiempo observado para obtener el tiempo normal, es decir, el tiempo que tardaría en realizar el elemento al ritmo tipo el trabajador calificado.



Tabla 4. Descripción del desempeño de la escala Británica

Escala	Descripción del desempeño	Velocidad de marcha comparable	
		(mi/h)	(km/h)
<b>0</b>	Actividad nula		
<b>50</b>	Muy lento: movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo	2	3.2
<b>75</b>	Constante, resuelto, sin prisa, como obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan	3	4.8
<b>100 (Ritmo tipo)</b>	Activo, capaz, como obrero calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado	4	6.4
<b>125</b>	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio	5	8
<b>150</b>	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos; actuación de "virtuoso", solo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.	6	9.6

Fuente: OIT, Introducción al estudio del trabajo, México: Limusa, p.254

Los suplementos que se deben asignar a la tarea son de varias clases<sup>11</sup> :

- Por descanso y necesidades personales
- Por características del proceso
- Especiales
- Discrecionales

Para el estudio de tiempo se tuvieron en cuenta los suplementos por descanso y necesidades personales.

Este tipo de suplemento es el margen de tiempo que se le asigna a la tarea buscando que el operario se recupere de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución del trabajo bajo determinadas condiciones de su entorno, de tal forma que le permiten atender sus necesidades personales. Este tipo de suplementos se divide en constantes y variables:

---

<sup>11</sup> ORTIZ, Néstor Raúl, Análisis de los procesos de las empresas, p.147

Después de evaluar el ritmo del trabajo del operario que se observa se sitúa con relación al ritmo normal. Para ejemplificar el proceso de calculo del tiempo normal.

La primera columna muestra el tiempo promedio observado en segundos, la segunda, muestra la valoración asignada y la tercera, el tiempo normal:

**4.4.7 Determinar los suplementos.** Asignarle suplementos a las operaciones tiene como propósito obtener un valor más real del tiempo empleado por una persona al ejecutar su trabajo. Lo anterior hace referencia a que el valor registrado por el cronómetro solo indica el tiempo efectivo de trabajo, sin embargo en la práctica, el operario eventualmente detiene su actividad para descansar, ir al baño, etc., lo cual altera los cálculos de tiempo.

La tabla 5, muestra como se realizó este calculo.

Los suplementos constantes siempre se asignan, independientemente del trabajo que se realiza. Una parte se asigna por necesidades personales y otra parte se asigna por fatiga básica.

Los suplementos variables se asignan dependiendo de las condiciones en que se realiza el trabajo, de tal forma, que en una tarea realizada en un ambiente de trabajo totalmente inadecuado, obtendrá un suplemento mayor que una tarea realizada en un ambiente de trabajo agradable.

Tabla 5. Calculo del tiempo normal

OPERACIÓN	TIEMPO PROMEDIO	VALORACION	TIEMPO NORMAL
TROQUELAR ESPALDAR GABINETE EN MAQ. GOITI	134.2	90%	121
DOBLAR ESPALDAR GABINETE EN MAQ. MEBUSA	28.7	95%	27
DOBLAR ESPALDAR GABINETE EN DOBLADORA M.	75.5	90%	68
CORTAR PUERTA EN MAQ. GRIEBEL	8.8	90%	8
CORTAR PUERTA EN MAQ. GUIFIL	54.4	90%	49
TROQUELAR PUERTA EN MAQ. GOITI	96.4	90%	87
DOBLAR PUERTA EN MAQ. MEBUSA	71.6	95%	68
CORTAR BOCEL FORMICA EN MAQ. GRIEBEL	2.3	90%	2
CORTAR BOCEL FORMICA. EN MAQ. GUIFIL	6.9	90%	6
TROQUELAR BOCEL FORMICA EN TROQ. MANUAL	26.2	90%	24
ROLAR BOCEL FORMICA EN MAQ.RAS	59	90%	53

Los suplementos que se asignaron para el estudio de tiempo fueron sustraídos del libro “Introducción al estudio del trabajo” de la Oficina Internacional del Trabajo y se muestran en la tabla 6.

Los tiempos normalizados promedio de cada operación se incrementan de acuerdo al suplemento que a cada una de ellas le corresponda por descanso y necesidades personales, de allí se obtienen el tiempo asignado por operación.

Tabla 6. Suplementos

Suplementos constantes y variables	Hombre (%)	Mujer (%)
Necesidades personales	5	7
Fatiga	4	4
Trabajo en pie	2	2
Uso de energía muscular	7	1
Ruido fuerte e intermitente	5	5
Condiciones atmosféricas	5	7
Precisión y fatigoso	2	2
Demora inevitable	2	5

Fuente: OIT, Introducción al estudio del trabajo, México: Limusa p.271,272,273

**4.4.8 Determinar el Tiempo Tipo (Tt)** La OIT define el tiempo tipo como “el tiempo total de ejecución de una tarea al ritmo tipo”<sup>12</sup>

Para determinar el tiempo tipo se ha tenido que asignar los suplementos a cada operación. Para ejemplificar este procedimiento la tabla 7. Cálculo del tiempo tipo muestra como se obtuvo el tiempo tipo para estas operaciones.

---

<sup>12</sup> OIT, Introducción al estudio del trabajo, México: Limusa. P.245

Tabla 7. Calculo del tiempo tipo

OPERACIÓN	TIEMPO PROMEDIO	VALORACION	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTO	TIEMPO TIPO EN SEG	TIEMPO TIPO EN MIN
TROQUELAR ESPALDAR GABINETE EN MAQ. GOITI	134.2	90%	121	30	157	2'37"
DOBLAR ESPALDAR GABINETE EN MAQ. MEBUSA	28.7	95%	27	25	34	0'34"
DOBLAR ESPALDAR GABINETE EN DOB. MANUAL	75.5	90%	68	30	88	1'28"
CORTAR PUERTA EN MAQ. GRIEBEL	8.8	90%	8	21	10	0'10"
CORTAR PUERTA EN MAQ. GUIFIL	54.4	90%	49	28	63	1'03"
TROQUELAR PUERTA EN MAQ. GOITI	96.4	90%	87	30	113	1'53"
DOBLAR PUERTA EN MAQ. MEBUSA	71.6	95%	68	25	85	1'25"
CORTAR BOCEL FORMICA EN MAQ. GRIEBEL	2.3	90%	2	21	3	0'03"
CORTAR BOCEL FORMICA. EN MAQ. GUIFIL	6.9	90%	6	28	8	0'08"
TROQUELAR BOCEL FORMICA EN TROQ. MANUAL	26.2	90%	24	30	31	0'31"
ROLAR BOCEL FORMICA EN MAQ. RAS	59	90%	53	30	69	1'09"

## **5. ACERCA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN**

### **5.1 GENERALIDADES**

El avance progresivo de la información como un recurso estratégico para cualquier industria hace que sea de trascendental importancia disponer de un adecuado modelo de información de la empresa, que ajustándose al máximo a la óptica del negocio, cliente y mercado, posibilite el desarrollo de las estrategias y objetivos en el corto, mediano y largo plazo.

Tradicionalmente en las organizaciones, los sistemas de información son el resultado de abordar soluciones de forma aislada, donde ha primado más la mecanización de las tareas que la visión global y la concepción de objetivos comunes.

Un aspecto importante dentro de este panorama es la prioridad en las necesidades de información, lo que dio lugar a desarrollar un sistema de información para satisfacer las funciones de planeación de la producción y funciones de gestión y toma de decisión.

El sistema de información para la estandarización está diseñado para mantener los datos del estudio de métodos y tiempo actualizado, permitiendo determinar y recuperar fácilmente determinados datos y conservar registros de las tareas que se han estudiado mediante su aplicación.

Este sistema de información proporciona información exacta y completa de los métodos y tiempos que se emplean para la fabricación de la línea de vitrinas, es fácil de comprender y aplicar, requiere poco trabajo sistematizado y su diseño facilita al usuario acceder a la información de manera rápida y efectiva.

El sistema de información representa un registro dinámico de los recursos que Industrial S.A. invierte en su proceso productivo tales como: materiales, cantidad de mano de obra, equipos, máquinas y herramientas, como también, tiempos de fabricación, métodos de trabajo, etc.

## **5.2 OBJETIVOS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN**

El objetivo principal del sistema de información es recoger, procesar e intercambiar información entre los diferentes trabajadores de la empresa. El sistema de información ha sido diseñado para apoyar las operaciones de fabricación de las líneas de vitrina de la empresa.

**5.2.1 Para la planeación y programación:** organizar las tareas de acuerdo a una correcta asignación de trabajo teniendo en cuenta los tiempos del sistema de información. Además de facilitar la simulación para la fabricación de nuevos productos garantizando los tiempos de respuestas a los clientes y como una herramienta de apoyo para el conocimiento de los procesos de manufactura en las fases de diseño de nuevos productos o mejoramiento de los actuales, como también para obtener información que permita controlar los costos de mano de obra y fijar y mantener costos estándar.



El sistema de información facilitará la obtención de información para basar los programas de producción, incluidos datos sobre equipos, máquinas, herramientas y mano de obra que se necesitarán para cumplir el plan de trabajo y aprovechar la capacidad de producción.

**5.2.2 Para el clima laboral:** favorece el empoderamiento de los operarios en sus actividades, evitando roces en los jefes y operarios.

La dirección podrá obtener información más precisa del desempeño de las diferentes secciones de la planta para fijar programas de incentivos tanto a los operarios como a los jefes de sección.

**5.2.3 Para la dirección:** la toma de decisiones es más rápida y oportuna utilizando el sistema de información como herramienta de apoyo ya que este aporta información necesaria en el momento y cantidad apropiada.

El sistema de información está diseñado como un recurso estratégico de trascendental importancia para disponer de un adecuado modelo de información para la producción de vitrinas, ajustado a la óptica de la dirección de la empresa, lo cual posibilita el desarrollo de estrategias y objetivos en el corto, mediano y largo plazo.

### **5.3 PROCEDIMIENTO PARA EL MANEJO DEL SISTEMA DE INFORMACION**

El sistema de información para la estandarización de los procesos productivos de Indufrial S.A. esta diseñado bajo programas de Office, como Excel y Word, tiene validez para la versión 97.

Esta compuesto de una hoja de inicio o pagina inicial. Ver anexos 16 y 17, la cual le permite al usuario consultar o actualizar datos e información remitiéndose desde allí, a las diferentes secciones de la planta de producción.

En cada una de las secciones se encuentra información clara y precisa acerca de los procesos de fabricación mediante flujogramas, el número de observaciones de las operaciones realizadas en el estudio, el calculo de las muestras, los elementos que determinan cada operación, la valoración y los suplementos por operación como también hojas de ruta donde se detallan los tiempos de alistamiento de las máquinas, transporte, almacenamiento y demoras.

Por ejemplo, al ingresar al sistema de información, el usuario encontrará una página de inicio donde podrá elegir de las diferentes secciones de la planta de producción la información que desee obtener, en este caso si desea conocer el proceso de fabricación de las vitrinas en la sección de ensamble de unidad. Se dirige en la página de inicio a la sección de “ensamble de unidad” y hace clic en la opción “ver proceso”. Ver anexo 18. Aquí encontrara los tiempos de fabricación en cada una de las operaciones de la sección, el flujo de recorrido de las piezas y los equipos y herramientas a utilizar en el proceso.

Si por el contrario el usuario desea conocer las valoraciones, suplementos y tiempos tipo de las operaciones en la sección de latonería, desde la página de inicio elige la sección “latonería” y elige la opción “ ver suplementos y valoración”. Ver anexo 19.

El usuario al ingresar al sistema de información si desea realizar una actualización de algún dato o información en alguna de las secciones, debido a cambios en los procesos de producción, realiza los ajustes necesarios y al finalizar se dirige en la página de inicio a la opción “actualizar sistema de información” donde anotara claramente los cambios realizados, su nombre y la fecha actual en la que realiza las modificaciones. Ver anexo 20.

Para garantizar que el sistema de información sea actualizado y retroalimentado en cada uno de los cambios o modificaciones en los procesos de fabricación de la vitrina, se ideó un procedimiento estandarizado para el manejo del sistema de información en la compañía.

Este procedimiento fue entregado a los jefes de sección y al director de fabricación en el momento en que se realizó la socialización del sistema de información.

El anexo 21 muestra el procedimiento para el manejo del sistema de información aprobado y firmado por el director de fabricación.

## 5.4 VALIDACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

Como una forma de validar el sistema de información se utiliza el método de la encuesta, con la finalidad de evaluar una situación antes y después del diseño del sistema de información. Ver anexo 22 y 23.

La encuesta inicial a la entrega del sistema de información a los jefes de sección presentó las siguientes situaciones:

- Los jefes de cada sección conocen empíricamente los tiempos estimados de realización de las operaciones para la fabricación de una vitrina.
- No asignan tareas a los operarios siguiéndose por tiempos totales invertidos a una determinada operación.
- Desconocen el tiempo que una sección debe emplear eficientemente para la fabricación de cualquier modelo de las líneas de productos.
- No poseen una base de datos actualizada acerca de los tiempos y métodos de operación para la fabricación de una vitrina.

- En todas la secciones los jefes planean y organizan sus planes de trabajo mediante los conocimientos obtenidos por la experiencia y trayectoria en la compañía.

Una vez finalizada la socialización del diseño del sistema de información se realiza una encuesta final presentando las siguientes situaciones:

- Los jefes de sección aseguran conocer el sistema de información y el procedimiento para el manejo del mismo.
- Conocen el conducto a seguir para retroalimentar el sistema de información o en su caso para la actualización.
- Los jefes de sección consideran que fue de gran utilidad el diseño del sistema de información ya que este le servirá para la programación de las tareas de los operarios

## 6. CONCLUSIONES

A continuación se presentan las conclusiones de las características de la producción analizadas durante el estudio de tiempo.

Existe gran número de modelos lo que implica la existencia de un gran número de partes, teniendo en cuenta que cada modelo esta compuesto de una variedad de piezas.

La demanda depende solo del pedido de ventas y el departamento de fabricación programa su producción por lotes de pedido.

Las condiciones de trabajo en la planta de producción son difíciles y el trabajo se interrumpe durante periodos para tomar descansos frecuentes, lo cual crea en el trabajador una actitud mental contraria a intentar el mejoramiento de su trabajo.

Es por eso que la dirección aplica políticas para que el personal de planta este siempre direccionado y supervisado por los jefes de sección quienes son los expertos en las actividades de las operaciones realizadas en cada una de estas.

Otra política aplicada por la dirección, es el pago a destajo, lo cual sirve para contrarrestar toda la tendencia de desperdiciar tiempo y contribuir al aumento de la

productividad. Esta política se basa en normas de tiempos fijadas por tiempos anteriores por lo tanto son conocidas por los jefes de sección empíricamente.

Con el diseño del sistema de información los jefes de sección podrán tener los tiempos, los elementos, las herramientas y equipos que describen cada una de las operaciones, fijados mediante el estudio de métodos y tiempo.

Un factor influyente en el rendimiento del operario es el medio ambiente, por la poca ventilación, elevadas temperaturas, altos ruidos, etc.

Estos aspectos son manejados por el programa de salud ocupacional, el cual esta bajo la jerarquía de la gerencia administrativa, sin embargo, la gerencia de producción puede darle solución a este factor como se explicará en las recomendaciones, aunque es un aspecto que requiere la participación de todos los gerentes para una mejor solución.

La maquinaria es un factor de gran incidencia en el rendimiento del operario. En algunos casos se pudo percibir que la falta de herramientas ocasiona retrasos evitables para la puesta en marcha de las operaciones. Los operadores pierden tiempo al prestar sus herramientas a los compañeros cuando las necesitan.

La sección de latonería es la sección matriz de la planta, la cual reparte trabajo a todas las demás secciones de la fábrica, por lo cual se hace indispensable que su proceso de fabricación sea lo más rápido, efectivo y de mejor calidad posible.

En estudios anteriores se ha calculado que la sección de latonería se demora cinco días aproximadamente en sacar los productos terminados ( descontando los descansos y el 20% por suplementos), mientras que el resto de secciones invierten aproximadamente un día.

Por esta razón se comienza el corte de materiales para la producción de un determinado mes, una semana antes, y aun así, se detectan retrasos en otras secciones a causa de la falta de materiales requeridos a la sección de latonería.

El estudio de tiempo muestra que los tiempos de esperas del material son muy largos en comparación con los tiempos de operación, situación propia de la distribución por procesos.

## **6.1 FLUJO DE MATERIAL**

Durante el estudio de tiempo se recolecta información del proceso de fabricación desde el suministro de materia prima hasta la terminación del aparato.

El recorrido se inicia desde el almacén de materias primas, con el suministro de material a la sección de latonería, en esta sección las diferentes piezas pasan por las tres líneas que la conforman hasta completar todas las operaciones.

Se observa que hay retrasos en el proceso debido a que no existe una secuencia definida para la ejecución de las operaciones y la disposición de las maquinas en la sección.



Existen almacenamientos de productos en proceso en grandes cantidades, lo cual es el resultado del tipo de producción que hay que esperar mientras se termina un lote, generando así altos niveles de inventarios de cada modelo a producir.

Una vez concluidas las operaciones en latonería, las piezas son almacenadas esperando que las tomen la sección de soldadura para el ensamble del gabinete y la sección de tubería para el ensamble del tanque.

Esta demora ocasiona un cuello de botella entre las secciones involucradas, lo cual hace que el material en pocos casos se deteriore, oxidándose y haya que recurrir en gastos adicionales tratándolos con productos que impidan que esto suceda y retarden más el proceso.

Las piezas son transportadas a las secciones de soldadura, tubería y pintura a través de un montacargas y cuando el peso de las piezas lo permite son transportadas en carretillas por los mismos operarios.

En las secciones mencionadas anteriormente, se crean almacenamientos de piezas con altos tiempos de espera para ser ensambladas, como los tanques y gabinetes, ocasionando una desorganización que entorpece el flujo del producto en proceso.

Luego de ser armados, tanto el tanque como el gabinete, son conducidos en carretillas hasta la sección de pintura, donde esperan para ser limpiados, pintados y horneados.

En este paso de soldadura y tubería a pintura no son significativos los recorridos que hacen los materiales ya que las distancias recorridas no son muy grandes debido a que son secciones contiguas.

El manejo de los aparatos en la sección de pintura es a través de una cadena en la cual se colocan las piezas y son conducidas por el túnel de bonderizado, las cabinas de pintura y de horno.

Al salir se bajan las piezas del riel manualmente y esperan a ser trasladadas a la sección de poliuretano, donde se les hace el aislamiento y se ensambla el tanque con el gabinete para luego ser inyectado con poliuretano.

Las distancias que recorren de refrigeración a poliuretano no son tan considerables debido a que la sección esta ubicada paralela a la de pintura.

Una vez inyectadas, las vitrinas se transportan por una banda transportadora a la sección de la línea de vitrinas donde se les inyectan los gases refrigerantes, se realizan las conexiones eléctricas, se colocan los paneles de vidrio, etc. Y finalmente pasa a la sección de acabado donde se realizan operaciones de secado y limpieza del aparato, como también los últimos retoques de pintura.

Para producir una sola vitrina teniendo en cuenta la secuencia de operaciones entre las diferentes secciones de la planta, se emplean aproximadamente 596 minutos, es decir, desde el momento en que se corta la primera pieza que conforma la vitrina hasta las últimas operaciones de acabado.

La jornada de trabajo en la planta de producción es de 7: 00 a.m. a 5: 00 p.m. Se les da un receso en la mañana y en la tarde de 15 minutos y cuentan con 1 hora de almuerzo. En total el tiempo disponible de trabajo es de 8 horas 30 minutos (510 minutos) por lo tanto una vitrina demora en producirse aproximadamente un día de trabajo más una hora y seis minutos.

## **6.2 ESPERAS**

En el proceso se pudo establecer varios tipos de esperas. Una es ocasionada por el sistema de producción por lotes, el cual cada pieza tiene que esperar a que se complete la operación para todo lote, para luego pasar a la siguiente operación.

Otras esperas se producen cuando las secciones anteriores no han terminado de procesar todas las piezas para el ensamble, y en caso contrario porque hay demasiados modelos acumulados y las secciones encargadas están saturadas.

También se detectaron altos tiempos de esperas ocasionados por reprocesos y los productos en proceso tenían que esperar a que se hicieran las operaciones de corrección.

Los tiempos de espera y almacenamiento varían de acuerdo a las condiciones que cada lote presente.

Para el estudio de tiempo en la recolección de datos se trabajo con cuatro lotes de producción del mismo modelo.

### **6.3 PERSONAS INVOLUCRADAS EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN**

Las personas involucradas en el proceso presentan una característica a destacar, son trabajadores especializados en operaciones específicas, lo cual es una desventaja ya que no permite una flexibilidad al momento de necesitar operarios que colaboren en otras secciones.

### **6.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN**

Teniendo en cuenta estudios de métodos y tiempos que se realizaron con anterioridad, el nuevo estudio de tiempo actualiza los tiempos, datos e información de dichos estudios anteriores, debido a cambios en los procesos productivos en la planta de producción, como la adquisición de nuevos equipos y maquinas de control numérico sistematizadas, como también reorganización de los espacios físicos y disminución de mano de obra.

El sistema de información se diseño utilizando el estudio de tiempo como componente principal y con la ventaja de poder ser actualizado si se presentan nuevos cambios en los procesos de producción.

Es una herramienta fácil de utilizar y de gran ayuda para los jefes de sección, director de fabricación y el jefe de producción, quienes podrán programar de forma más efectiva las actividades de producción y la mano de obra.

## **7. RECOMENDACIONES**

### **7.1 CAMBIO A LÍNEAS DE FLUJO**

El flujo de producción en las diferentes secciones no es muy ágil y más aun en la sección de latonería. Se generará mayor flujo si cuando en la operación de corte dos, en la maquina Guifil, comenzara tan pronto se cortara la primera pieza en la operación de corte uno, en la maquina Griebel, con lo cual se reduciría el lote a una pieza.

Para crear un flujo correcto se sugiere en primera medida, dividir la gama de productos en familias, es decir, que la fábrica se organice físicamente no por funciones sino por productos.

Además de dividir la gama de productos en familia, también es necesario hacer una distribución física de las máquinas en las líneas de flujo.

Se recomienda equilibrar el tiempo de ciclo, el cual se refiere a que el ritmo de producción debe ser igual al índice de la demanda.

Se deben reducir los tiempos de alistamiento de las maquinas con el fin de fabricar los productos en las cantidades requeridas y en el tiempo establecido.

El tiempo de alistamiento de maquinarias de Idufrial S.A. consiste en pasar de un producto de calidad a otro producto de calidad, en algunos casos son largos y disminuyen la eficacia con lo cual limitan la flexibilidad en el proceso, lo que los hace antieconómicos y poco beneficioso para la compañía.

Se recomienda trabajar con la filosofía del JAT (Justo a tiempo) para eliminar las actividades de ajustes, preparación y alistamientos.

Los ajustes ocupan un gran porcentaje del tiempo total, en consecuencia eliminando la necesidad de estos ajustes se puede reducir considerablemente el tiempo de alistamiento.

Mejorar la planeación y el control de la producción de tal forma que los jefes de sección puedan identificar fácilmente los problemas.

Entre las recomendaciones de planeación y control de la producción se tiene:

Para la planeación de la sección:

- Priorizar el corte de piezas por material y asignar piezas por maquinas.
- Asignar operadores por maquinas.

- Asignar troqueles por maquinas.
- Asignar herramientas por maquinas.
- Asignar operaciones por piezas para cada maquina.
- Asignar cargas por maquinas.

Para el control de la produccion:

- Estricto cumplimiento de la secuencia de operaciones para que el material fluya como se ha previsto.
- La dirección de la producción no debe perder la filosofía de mejoramiento continuo al fijarse el objetivo de recorrer la mitad del camino hacia la perfección, y una vez se logre, fijarse un nuevo objetivo que será llegar a la mitad de lo que resta, así la empresa asume la actitud de mejorar constantemente.

## **7.2 MANO DE OBRA**

Hacer reuniones periódicas con el personal donde se les dé la oportunidad de expresar sus problemas e inconformidades en todos los aspectos, igualmente



comunicarles acontecimientos, temas de interés general, cambios en la empresa, etc. De esta manera se establece un sistema de retroalimentación entre directivos y trabajadores, involucrando y fomentando su participación en la solución de problemas de la empresa.

Informar las labores a realizar, el ¿por qué? Y ¿cómo hacerla?

Explicarles detalladamente los procedimientos para solicitar y devolver herramientas y equipos.

### **7.3 CONDICIONES DE TRABAJO**

Las condiciones de trabajo en la planta de Indufrial S.A. son poco agradables y se recomienda tener las siguientes consideraciones para mejorar las condiciones.

**7.3.1 Mejorar el alumbrado.** En algunos de los lugares de trabajo la intensidad de luz que se requiere no es la mas adecuada a pesar de los grandes esfuerzos que hace la empresa.

Las secciones de soldadura, línea de vitrinas, acabado y ensamble de unidad, requieren la instalación de lámparas para extender la luz sobre la superficie.

**7.3.2 Control de temperaturas.** El cuerpo humano se esfuerza por conservar una temperatura media de 90°F cuando se expone el cuerpo a elevadas temperaturas, brotan de la piel grandes cantidades de sudor durante el proceso de evaporación.

Se pierde también cloruro de sodio a través de los poros, y allí queda como un residuo de la evaporación. El resultado es: fatiga por calor y calambres, acompañado por una disminución de la producción.

Reducir la temperatura de la planta teniendo en cuenta las siguientes alternativas:

- Mejorar la ventilación mediante extractores, los cuales funcionarían instalándolos en la parte superior de las paredes de la planta, en espacios determinados, entre columnas y columnas colocar los extractores, uno que evacue el aire caliente y otro que introduzca aire fresco del exterior, y así poner a circular el aire interno.
  
- Instalar calados persianas para evitar que se filtre agua lluvia pero a la vez permita el acceso del aire exterior. Estos calados deberán estar ubicados debajo de vigas de amarre superior entre columna y columna.
  
- Colocar un aislante térmico debajo de cada uno de las láminas de aluminio que existen en la cubierta, fijándolas a cada una de las cerchas para el agarre de éstas, así disminuirá notablemente la temperatura interna.

**7.3.3 Condiciones del sonido.** Los ruidos estridentes, como los monótonos, son muy frecuentes en la planta, estos fatigan a los operarios, los excitan emocionalmente, produciendo inquietud y dificultando el trabajo con precisión.

Para mantener la eficiencia del trabajador, hay que controlar los niveles de ruido, sustituyendo máquinas de alto nivel de ruido, por aquellas cuya operación sea menos ruidosa.

Los aparatos eléctricos pueden trabajar con menos ruidos si se aíslan las paredes circundantes y el techo.

- Promover orden, limpieza y buen cuidado: se recomienda seguir el programa de cuidados de edificios sugeridos por Niebel Benjamín.
- Disminuir el peligro de incendios
- Reducir accidentes
- Conservar en buen estado la planta
- Mejorar la moral del empleado.

**7.3.4 Proporcionar equipos de protección personal.** Para mejorar las condiciones de trabajo, se debe proporcionar al operario de todos los elementos de protección y seguridad personal y mantener una rigurosa supervisión del uso de estos elementos.

## **7.4 HERRAMIENTAS**

Se debe trabajar para que en cada máquina y cada operador posea su propio equipo de herramientas y no perder tiempo en tener que prestar a sus compañeros.

Mantener en el sitio de trabajo los elementos, herramientas y troqueles requeridos para desempeñar sus labores sin pérdida injustificada de tiempo.

## **7.5 MATERIALES**

Trabajar en equipo con la gerencia de materiales, con el objetivo de organizar la entrega oportuna de los materiales a producción.

Para solucionar los problemas de inventarios con el departamento de materias primas se podría implementar procedimientos estandarizados y consistentes y sean conocidos por el personal de todas aquellas secciones clientes de este departamento.

Hacer control de calidad a las partes y piezas antes de que estas pasen a cada una de las secciones con el fin de disminuir los tiempos de espera, demora y transporte en reprocesos.

Para que las piezas fabricadas cumplan con las especificaciones de diseño debe haber un alto compromiso del operario en la realización de las piezas, apoyado por un adecuado control de planos por parte del departamento de diseño.

## **7.6 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN**

Para obtener mayores utilidades del sistema de información diseñado, la gerencia de fabricación deberá comprometerse en la inmediata implementación del sistema de información ya que este proyecto solo abarca la fase de diseño.

Ademas deberá asignarle a los jefes de sección un equipo de computo disponible, el cual les permita acceder a la información del sistema en el momento en que estos lo vean necesario.

El director de fabricación debe velar por que el sistema de información sea actualizado y retroalimentado tal como se indica en el procedimiento y de igual manera los jefes de sección deben estar altamente comprometidos en el uso adecuado para que cumpla con el objetivo de herramienta de apoyo en sus actividades.