



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CAMPUS ARAGÓN**

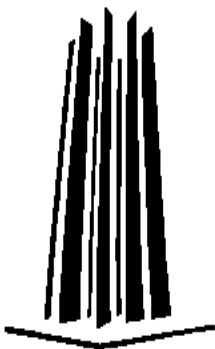
**IMPLEMENTACIÓN DEL “ESTUDIO DEL TRABAJO” EN UNA  
PEQUEÑA EMPRESA DE PLÁSTICOS**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO MECANICO – ELECTRICO  
AREA INDUSTRIAL**

**P R E S E N T A N:  
PÉREZ RAMÍREZ RICARDO NICOLÁS  
QUIROZ AGUIRRE JOSÉ HÉCTOR**

**ASESOR: M. EN ING. ULISES MERCADO VALENZUELA**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**IMPLEMENTACIÓN DEL “ESTUDIO DEL  
TRABAJO” EN UNA PEQUEÑA  
EMPRESA DE PLÁSTICOS**

**(CASO PRÁCTICO)**



# INDICE

Página

OBJETIVO.....2

INTRODUCCIÓN.....3

## CAPITULO I

### LA PEQUEÑA EMPRESA EN MÉXICO Y LA EMPRESA EVALUADA

---

1.1	Introducción.....	4
1.2	La pequeña empresa en México.....	4
1.3	Definición, características e importancia de la pequeña empresa en México.....	5
1.4	Descripción de la empresa “maquila de plásticos”.....	6
1.5	Descripción del producto.....	14
1.6	Descripción del proceso.....	14

## CAPITULO II

### ESTUDIO DE METODOS

---

2.1	Antecedentes.....	17
2.2	Estudio del trabajo.....	17
2.3	¿En que consta el estudio del trabajo?.....	18
2.4	Análisis del proceso.....	19
2.5	Distribución de planta.....	20
2.6	Manejo de los materiales.....	23
2.7	Estudio de métodos.....	25

## CAPITULO III

### MEDICIÓN DEL TRABAJO

---

3.1	Medición del trabajo.....	36
3.2	Estudio de tiempos.....	37
3.3	Plantillas para elaborar el estudio de tiempos.....	38
3.4	Cómo se realiza el estudio de tiempos.....	43
3.5	La valoración.....	45
3.6	Qué es y como se calcula un tiempo básico.....	46
3.7	Como obtener el tiempo tipo.....	48

## CAPITULO IV

### CASO PRÁCTICO: IMPLEMENTACION DEL “ESTUDIO DEL TRABAJO”

---

#### Estudio de métodos

4.1 Lay Out actual.....	51
4.2 Lay Out propuesto.....	52
4.3 Manejo de material actual.....	53
4.4 Manejo de material propuesto.....	53
4.5 Cursograma sinóptico del proceso.....	56
4.6 Cursograma analítico actual.....	57
4.7 Cursograma analítico propuesto.....	61
4.8 Diagrama de recorrido actual.....	65
4.9 Diagrama de recorrido propuesto.....	78
4.10 Diagrama bimanual actual.....	83
4.11 Diagrama bimanual propuesto.....	86
4.12 Diagrama de actividades múltiples (hombre-máquina) actual.....	91
4.13 Diagrama de actividades múltiples (hombre-máquina) propuesto.....	94

#### Estudio de tiempos

4.14 Metodología que se llevo a cabo para realizar el estudio de tiempos.....	97
4.15 Factores de valoración.....	97
4.16 Calculo de los tiempos de cada elemento y sus respectivos tiempos básicos.....	99
4.17 Calculo de los tiempos tipo.....	127

## CAPITULO V

### EVALUACION ECONOMICA

---

5.1 Evaluación económica.....	129
5.2 Periodo de recuperación.....	129
5.3 Evaluación del método propuesto.....	130

CONCLUSIONES.....	131
-------------------	-----

BIBLIOGRAFIA.....	132
-------------------	-----

**OBJETIVO:**

Implementar de una forma práctica y sencilla el estudio del trabajo en la pequeña empresa en México, para crear y seleccionar los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos, habilidades para fabricar un producto y la responsabilidad para determinar el tiempo que se requiere para fabricar el producto y el llevarlo acabo.

## INTRODUCCION

**“No retengas el bien de aquellos a quienes se les debe,  
Cuando sucede que esta en el poder de tu mano hacerlo”**

Desde el momento en el que empezamos a realizar este trabajo, nos dimos cuenta de la importancia que tiene el estudio del trabajo, tanto para administrar una empresa de manera ordenada como para formalizar un sistema de calidad.

En el ir y venir por varias pequeñas empresas preguntando si nos permitían aplicar el estudio del trabajo las respuestas generalmente eran “no lo aplicamos”, “no se puede”, “no nos hace falta”, al principio estas respuestas nos desconcertaron porque esperábamos una mejor respuesta.

Sin embargo, poco a poco al descubrir que estas eran respuestas típicas, llegamos a la conclusión de que en las pequeñas empresas desconocen por completo lo que es el estudio del trabajo. Y también observamos que en las pequeñas empresas tienden a ser prácticas y a evitar en la medida posible todo aquello que suene (y que sea) complejo.

De hecho, al observar las cosas a nuestro alrededor aprendemos que para que algo funcione bien, lo primero que se necesita es una fuerte dosis de sencillez. Por supuesto, no le estamos restando valor a la profundidad de los conocimientos, si no más bien estoy destacando la importancia de la sencillez como valor al usuario de las cosas.

Si los empresarios, ingenieros, empleados y consultores logramos que la vida dentro de las empresas sean sencillas y efectivas, habremos logrado un paso significativo en el desarrollo competitivo de ellas. ¿Para que hacer las cosas difíciles, si se pueden hacer imposibles?

Finalmente agradecemos a la empresa Maquila de Plásticos S.A por permitirnos mostrarle lo fácil que es implementar el estudio del trabajo y para que con su vehemente deseo pueda seguir mejorando.

Por ello, este estudio del trabajo pretende de una manera sencilla, efectiva y completa ayudar a las pequeñas empresas a implementar su propio estudio del trabajo.

Para la implementación del estudio del trabajo hemos vertido la experiencia que hemos adquirido en los últimos cinco años en la Universidad Nacional Autónoma de México (FES ARAGON).

Esta tesis es útil para empresas medianas y pequeñas ya que puede ser más fácil implementar el estudio del trabajo debido a la disponibilidad de recursos. Sin embargo, las empresas pequeñas cuentan con la ventaja de tener pocos y sencillos procesos, que pueden ser documentados con relativa facilidad.

Finalmente, esperamos que esta tesis pueda ser útil a usted estimado lector y que a partir de el, la vida para usted y sus colaboradores sea mejor dentro de la organización.



# CAPITULO I

## LA PEQUEÑA EMPRESA EN MÉXICO Y LA EMPRESA DE PLASTICOS

---

### 1.1 INTRODUCCIÓN

---

---

Actualmente la mayor parte de las empresas mexicanas pertenecen a la pequeña o mediana empresa, aunque la mayoría inician como un negocio familiar, muchas de ellas desaparecen; muchas mas terminan desarrollándose hasta formar grandes imperios.

Esas empresas crecen con la ayuda de factores distintos, buena administración, mercado amplio circundante, excelente personal y equipo de trabajo, y pueden llegar a tener cierto nivel de éxito, pero desafortunadamente, eso no lo es todo, no es suficiente para llegar a donde uno desea llegar. Se necesita mucho más que eso, y eso va desde la alta dirección hasta los escalones más bajos, pero igual de importantes de los niveles de la empresa.

El mercado se esta haciendo cada vez más cambiante y sobre todo exigente, los clientes cada vez requieren mas calidad en sus productos, servicios y procesos.

Y ahora es esa la meta de cualquier empresa: poder otorgar al cliente una satisfacción. Y para lograrlo hay herramientas que nos ayudan asegurarnos de ello, pero no es tarea fácil, se requiere la participación de todos en la empresa, desde los puestos directivos hasta la mano de obra en operación.

Y en este trabajo de tesis pretendemos demostrar y a la vez dar una guía fácil y completa de cómo lograr la implementación del estudio del trabajo en una pequeña empresa.

### 1.2 LA PEQUEÑA EMPRESA EN MÉXICO.

---

---

No todas las personas tenemos el mismo concepto sobre la calidad, aunque generalmente todos consideramos que algo es de calidad si creemos que los riesgos asociados son aceptables. El problema radica en que dentro de cualquier proceso cada persona evalúa los riesgos de diferente manera. La base que usa cada individuo para medir la aceptabilidad del producto, puede estar asentada en los conocimientos técnicos o referencias que posea, en otros casos, de acuerdo a sus experiencias personales. Lamentablemente en México esta situación se dificulta por la manera de pensar del mexicano, ya que para nuestra cultura, la calidad esta en una prioridad menor a las demás actividades en una empresa pero para que haya calidad se necesita tener estandarizados los procesos.

Hoy en día un estímulo importante de crecimiento para una pequeña empresa es la exportación de sus productos, ya que el acelerado desarrollo de las vías de comunicación y distribución nos permiten tener contactos con cualquier mercado, sea el americano, europeo, asiático, etc. Que exigen una garantía de calidad en los productos desde las materias primas, componentes prefabricados y sobre todo en la manufactura y mano de obra.

La organización internacional del trabajo (OIT), en su Informe sobre fomento de las pequeñas empresas, presentado en la 72° reunión de la Conferencia Internacional del Trabajo, realizada en Ginebra en 1986, define de manera amplia a las pequeñas empresas pues considera como tales, tanto a empresas modernas, con no más de diez trabajadores, como a empresas familiares en la cual laboran tres o cuatro de sus miembros, inclusive a los trabajadores autónomos del sector no estructurado de la economía (informales).

### **1.3 DEFINICIÓN, CARACTERÍSTICAS E IMPORTANCIA DE LA PEQUEÑA EMPRESA EN MÉXICO.**

---

**Definición:** Es una organización legalmente constituida que puede tener como propietario a una o varias personas naturales y/o jurídicas y con el concurso de recursos humanos, materiales, económicos y financieros.

El objetivo de la empresa es lograr la mejor competitividad en el mercado, ya sea una empresa de servicio, de producción o comercialización. Si es de servicio, (ej.: Productora de seguros), debe prestar el mejor servicio, y su sistema interno de relacionamiento entre el personal, debe ser el adecuado, para dar la mejor respuesta al cliente. Si es una empresa de producción, su producto debe ser excelente, tanto en precio como en calidad, y además la empresa debe tener una excelente organización comercial. Y así, estos conceptos se aplican a cualquier empresa, independientemente del rubro que comercialice.

#### **Características de la Pequeña Empresa en México.**

1. Administración independiente. (Usualmente dirigida y operada por el propio dueño)
2. Incidencia no significativa en el mercado. El área de operaciones es relativamente pequeña y principalmente local.
3. Escasa especialización en el trabajo: tanto en el aspecto productivo como en el administrativo; en este último el empresario atiende todos los campos: ventanas, producción, finanzas, compras, personal, etc.
4. Actividad no intensiva en capital; denominado también con predominio de mano de obra.
5. Limitados recursos financieros (El capital de la empresa es suministrado por el propio dueño).
6. Tecnología: existen dos opiniones con relación a este punto:
  - a) Aquellos que consideran que la pequeña Empresa utiliza tecnología en la relación al mercado que abastece, esto es, resaltar la capacidad creativa y adopción de tecnología de acuerdo al medio.
  - b) Aquellos que resaltan la escasa información tecnológica que caracterizan algunas actividades de pequeña escala.

## Importancia de la Pequeña Empresa en México

Las experiencias internacionales muestran que en las primeras fases del crecimiento económico las Pequeñas Empresas cumplen un rol fundamental; pues con su aporte ya sea produciendo y ofertando bienes y servicios, demandando y comprando productos o añadiendo valor agregado, constituyen un eslabón determinante en el encadenamiento de la actividad económica y la generación de empleo.

### 1.4 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA “MAQUILA DE PLÁSTICOS”.

Los orígenes de la empresa maquila de plásticos en México se remonta al año de 1970 cuando la familia Chávez con una pequeña inversión construyó su pequeña planta con el fin de participar en la industria del plástico.

Los primeros artículos que fabricaron fueron pocos ya que no contaban con una variedad de moldes, máquinas y equipo con el pasar de los años la empresa empieza a ganar mercado con sus productos y la demanda de sus clientes cada día era mayor así que se tuvo que invertir en equipo y máquinas.

Actualmente la empresa maquila de plásticos cuenta con 5 máquinas y con una gran variedad de moldes para satisfacer la demanda de sus clientes. A continuación se presentan las fotos de lo que hoy es la empresa maquila de plásticos.

**Fig. 1.1 Área central de la empresa**



**Fig. 1.2 Área donde se utiliza para almacenar la rebaba**



**Fig. 1.3 Estante para producto terminado**



**Fig. 1.4 Almacén de producto terminado**



**Fig. 1.5 Planta alta de la empresa (almacén de producto terminado)**



**Fig. 1.6 Estante con producto terminado**



**Fig. 1.7 Maquina inyectora de plástico**



**Fig. 1.8 Trabajador operando maquina**



**Fig. 1.9 Área donde se almacenan los moldes**



**Fig. 1.10 Estación de trabajo**



**Fig. 1.11 Área de almacenaje de producto terminado**





**Fig. 1.12 Área donde se almacenan las herramientas**



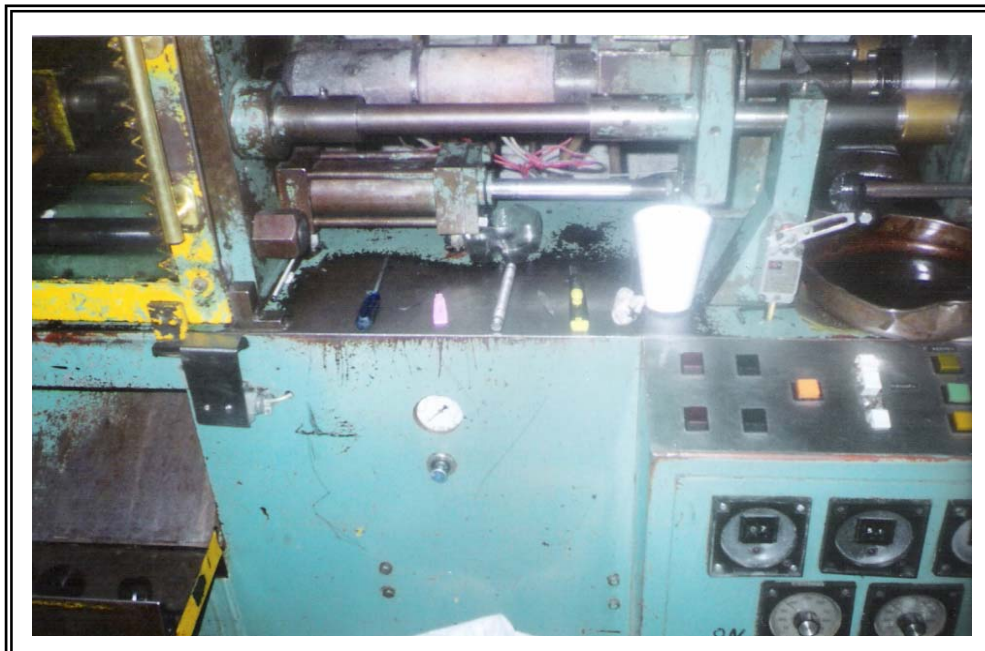
**Fig. 1.13 Almacén de producto terminado**



**Fig. 1.14 Condiciones del almacén de producto terminado**



**Fig. 1.15 Espacio donde colocan sus herramientas de trabajo**

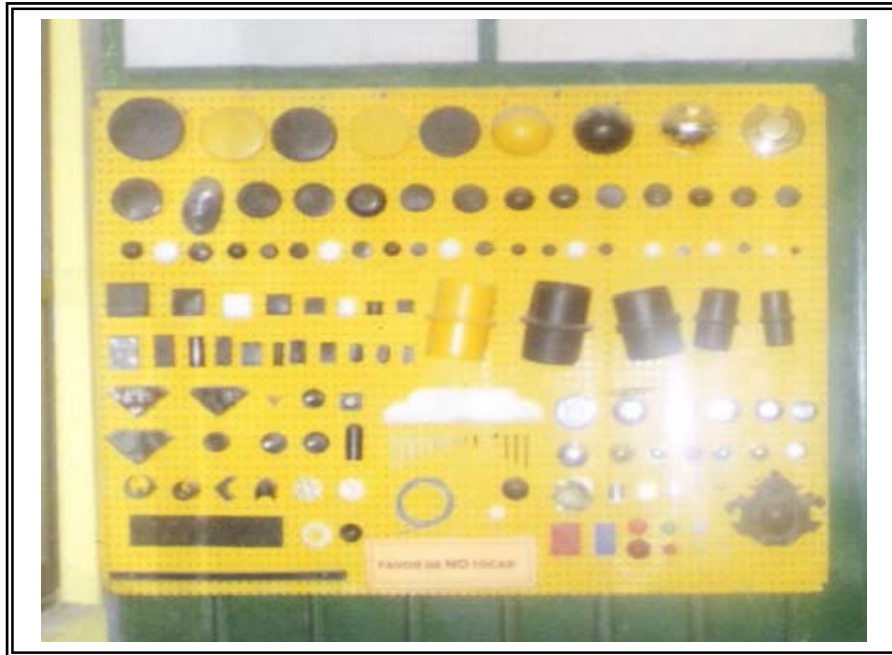


## 1.5 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

---

La producción comprende una variedad de productos entre los cuales destacan dos que son los que tienen mayor demanda estos productos son Tapón  $\frac{3}{4}$  Cip, Tapón nivelador, como se muestran en los diagramas bimanuales los cuales son fabricados de polietileno de baja densidad como el resto de los demás productos.

**Fig. 1.16 Productos que se elaboran en la empresa**



## 1.6 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

---

### **Principio de funcionamiento de las máquinas de inyección.**

Recordemos que el proceso de moldeo por plástico consiste esencialmente en: calentar el material termoplástico que viene en forma de polvo o gránulos para transformarlo en una masa “plástica” en un cilindro apropiado llamado “cilindro de plastificación” y así inyectarlo en la cavidad del molde, del cual tomara la forma. Debido a que el molde es mantenido a una temperatura inferior al punto de fusión del material plástico, después de que este es inyectado se solidifica con rapidez. En este momento el proceso de ciclo se ha completado y se expulsa la pieza moldeada.

El molde puede ser de una o mas cavidades, a fin de dar una mejor explicación a todo lo dicho, examinaremos las siguientes figuras.

La figura 1.17 representa el esquema básico de una maquina de inyección del tipo de pistón que ha finalizado su ciclo de trabajo; se ve la pieza moldeada (5) que ya fue expulsada del molde.

La figura 1.18 representa la misma maquina durante el ciclo de trabajo. En esta figura se nota el molde cerrado y el pistón (15) que ha terminado la inyección del material dentro del molde.

Refiriéndonos a las figuras citadas, las etapas del proceso son las siguientes:

- a) Cierre del molde accionado por el pistón (1).
- b) Inyección del material al molde por medio del pistón (15) que, a su vez, es accionado por el pistón (17) del cilindro hidráulico. Debe tenerse en cuenta que el material inyectado no es el mismo que en ese momento cae de la tolva de alimentación al cilindro de plastificación, pues este contiene una cantidad de material superior a la inyectada de aproximadamente cinco veces, con el propósito de permitir que ese material sea plastificado.

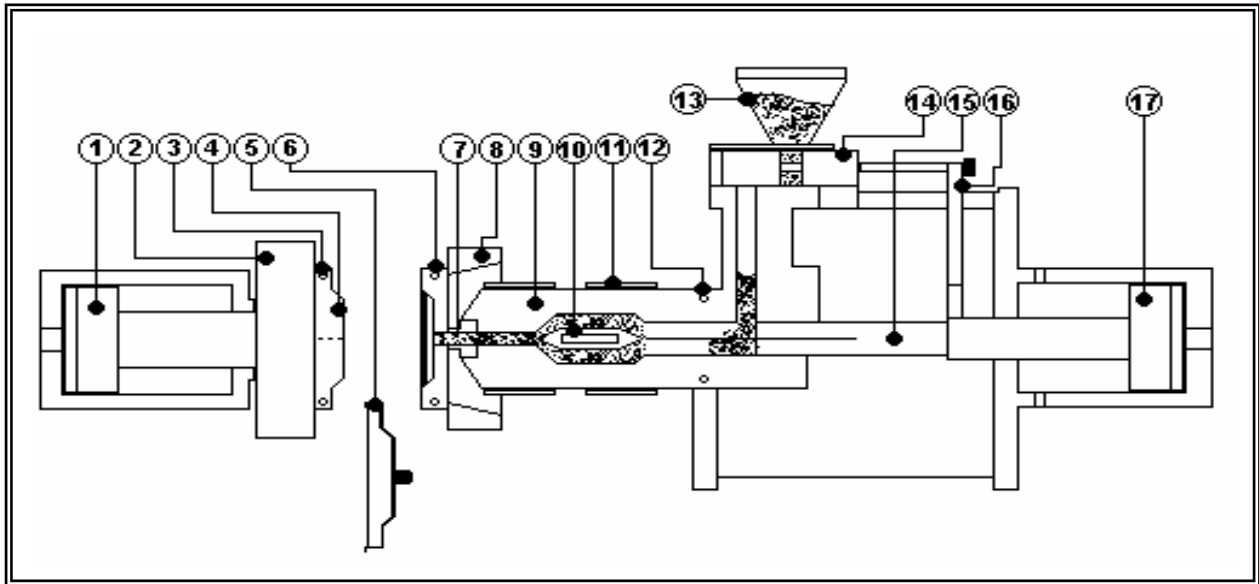
El torpedo (10) de la figura 1.17 colocado dentro del cilindro de plastificación (9), tiene como función empujar el material termoplástico contra la pared externa de la cámara de plastificación con el fin de facilitar y mejorar la plastificación del material.

Durante la fase de inyección, la corredera dosificadora introduce en el cilindro de plastificación cierta cantidad de material termoplástico. Dicha corredera es accionada durante la fase de inyección por un brazo movido por el pistón de inyección (17). En la figura 1.18 puede verse que el material dosificado cae sobre el pistón (15) y llegara al cilindro de plastificación en el momento que dicho pistón retorne a su posición primitiva.

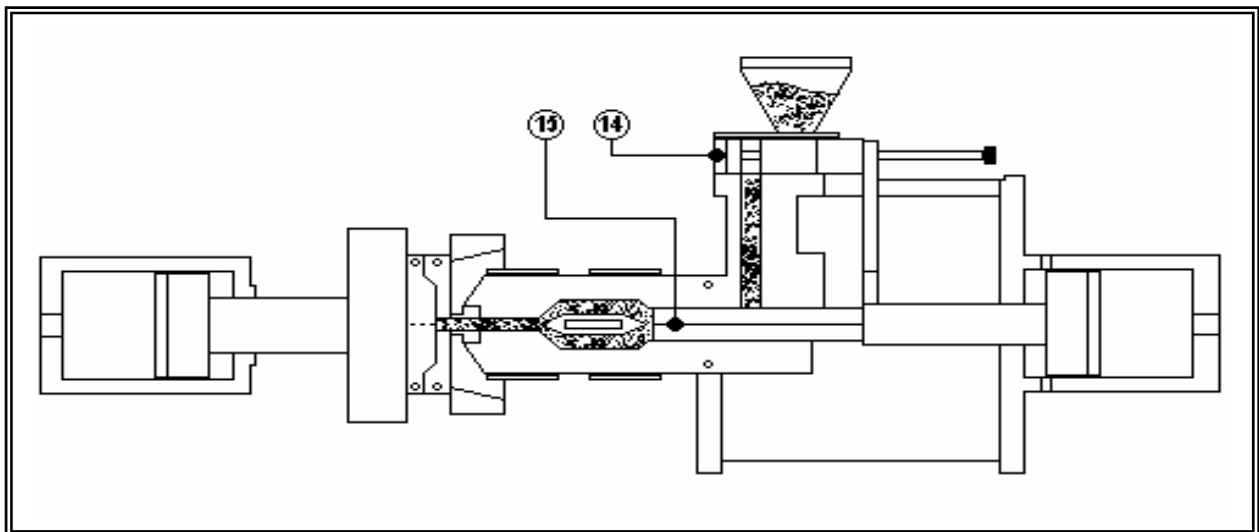
En la práctica, la corredera (14) alimenta al cilindro de plastificación con la cantidad de material que se desea inyectar, que corresponde al peso de la pieza moldeada. Por lo tanto el volumen del dosificador puede variarse en función de peso por moldear.

Siguen las otras etapas del ciclo:

- c) Pausa para el enfriamiento de material inyectado.
- d) Retorno del pistón (15) a su posición inicial.
- e) Apertura del molde y expulsión de la pieza moldeada.



**Fig. 1.17** Diagrama simplificado de una maquina de moldeo por inyección tipo pistón. Todos los componentes móviles de la maquina están representados al finalizar el ciclo. Nótese que la pieza moldeada (5) es expulsada del molde-1. Pistón de cierre del molde-2. Platina móvil-3. Circuito de agua para el enfriamiento del molde-4. Medio molde móvil-5. Pieza moldeada-6 Medio molde fijo-7 Boquilla-8 Platina fija-9. Cilindro de plastificación-10 Torpedo-11. Resistencia eléctrica para calentamiento del cilindro de plastificación-12. Circuito de agua para el enfriamiento del cilindro de plastificación-13. Tolva-14. Dosificador-15. Pistón de inyección-16. Brazo que actúa el dosificador-17. Pistón hidráulico de inyección.



**Fig. 1.18** Diagrama simplificado de una maquina de moldeo por inyección. Nótese que el molde esta cerrado y el pistón (15) se encuentra en la fase final de la inyección, mientras que el dosificador (14) ha terminado la alimentación del material.

# CAPITULO II

## ESTUDIO DE METODOS

### 2.1 ANTECEDENTES

---

Al final del siglo XIX y comienzos del XX, empezó a surgir un cuerpo de conocimientos de dirección como resultado de los trabajos de una serie de personas en diversos países, pero principalmente en Estados Unidos, donde figuran Frederick Taylor, Henry Gantt, Frank y Lillian Gilbreth y Harrington Emerson. Indudablemente, las contribuciones individuales difícilmente pueden ser separadas de los campos de estudio en los que hicieron su aportación.

El nombre de Taylor está asociado con el estudio de métodos, además de otras actividades.

El nombre de Gantt se asocia con los principios del desarrollo de la dirección y con su enfoque humanístico.

Frank Gilbreth es identificado con el estudio de movimientos, junto con su esposa, quienes llegaron a la adaptación de los procedimientos de la Ingeniería Industrial al hogar y entornos similares, así como a los aspectos psicológicos de la conducta humana.

Harrington Emerson escribió, expuso y desarrolló un eficiente plan de salarios con primas.

La evolución de los estudios de trabajo tienen una gran importancia ya que con la evolución de los mismos se tiene cada día una mejora continua en la selección de los métodos de productividad de las empresas. La industria, los negocios y el gobierno están de acuerdo en que la reserva potencial para el incremento de la productividad es la mayor esperanza para manejar la inflación y la competencia. El aspecto más importante para aumentar la productividad es la aplicación continua de los principios de métodos, estándares y diseño del trabajo. Sólo de esta manera podrá obtenerse mayor producción de las personas y las máquinas.

### 2.2 ESTUDIO DEL TRABAJO

---

#### ¿Qué es el estudio del trabajo?

Se entiende por **estudio del trabajo**, genéricamente, a ciertas técnicas, y en particular el estudio de métodos y la medición del trabajo, que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras.

El estudio del trabajo se emplea, por tanto, especialmente en función de la productividad, puesto que sirve para tener una producción mayor a partir de una cantidad de recursos dada, sin invertir más capitales, salvo quizás un monto muy limitado.

Cabe mencionar que las utilidades que tiene el estudio del trabajo son muchas, y dentro de las más importantes tenemos:

1. Es un medio de aumentar la productividad de una fabrica o instalación mediante la reorganización del trabajo, método que normalmente requiere poco o ningún desembolso de capital para instalaciones o equipo.
2. Es sistemático, de modo que no se puede pasar por alto ninguno de los factores que influyen en la eficacia de una operación, ni analizar las practicas existentes ni al crear otras nuevas, y que se recogen todos los datos relacionados con la operación.
3. Es el método más exacto conocido hasta el momento para establecer normas de rendimiento, de las que dependen la planificación y control eficaces de la producción.
4. Las economías resultantes de la aplicación correcta del estudio del trabajo comienzan de inmediato y continúan mientras duren las operaciones en forma mejorada.
5. Es un instrumento que puede ser utilizado en todas partes. Dará buen resultado donde quiera que se realice trabajo manual o funcione una instalación, no solamente en talleres de fabricación, sino también en oficinas, comercios, laboratorios e industrias auxiliares, como las de distribución al mayor y al pormenor y los resultantes, y en las explotaciones agropecuarias.
6. Es uno de los instrumentos de investigación más penetrantes de que se dispone la dirección. Por eso es un arma excelente para atacar las fallas de la organización, ya que al investigar un grupo de problemas se van descubriendo las deficiencias de todas las demás funciones que repercuten en ellos.

## **2.3 ¿EN QUE CONSTA EL ESTUDIO DEL TRABAJO?**

---

---

El estudio del trabajo consta de 2 partes fundamentales que son:

***EL ESTUDIO DE MÉTODOS*** es el registro y examen crítico sistemático de los métodos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces y de reducir los costos.

**LA MEDICIÓN DEL TRABAJO** es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

El estudio de métodos y la medición del trabajo están estrechamente ligados entre sí puesto que se utiliza para reducir el contenido de trabajo de la tarea u operación, mientras que la segunda sirve sobre todo para investigar y reducir el consiguiente tiempo improductivo, y para fijar después las normas de tiempo de la operación cuando se efectúe en la forma perfeccionada ideada gracias al estudio de métodos.

El estudio del trabajo tiene un procedimiento básico para poder llevarse a cabo, este consta de 8 etapas fundamentales que son las siguientes:

1. **Seleccionar** el trabajo o proceso que estudiar.
2. **Registrar por observación directa** cuanto sucede utilizando las técnicas más apropiadas y disponiendo los datos en forma más cómoda para analizarlos.
3. **Examinar** los hechos registrados con espíritu crítico, preguntándose si se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad; en el lugar donde se lleva a cabo; el orden en que se ejecuta; quién la ejecuta, y los medios empleados.
4. **Idear** el método más económico tomando en cuenta todas las circunstancias.
5. **Medir** la cantidad de trabajo que exige el método elegido y calcular el tiempo que lleva hacerlo.
6. **Definir** el nuevo método y el tiempo correspondiente para que pueda ser identificado en todo momento.
7. **Implantar** el nuevo método como practica general aceptada con el tiempo fijado.
8. **Mantener** en uso la nueva práctica mediante procedimientos de control adecuados.

## 2.4 ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN

---

El análisis de la operación es el procedimiento que aplica el ingeniero de métodos para analizar todos los elementos productivos y no productivos de una operación con la idea de mejorarla. La ingeniería de métodos se ocupa de por si en proyectar métodos para aumentar la producción por unidad de tiempo y reducir el costo unitario. El análisis de la operación es, en realidad, una técnica para lograr la meta de la ingeniería de métodos.

El procedimiento del análisis de la operación es tan efectivo para planear nuevos centros de trabajo como para mejorar los que ya no están en operación. Por medio de la estrategia a base de interrogar todas las facetas de la estación de trabajo, de las estaciones de trabajo



que dependen de ella y del diseño del producto, se podrá proyectar un centro de trabajo eficiente.

El tema del análisis de la operación ha ido cobrando mas importancia a mediad que se intensifica la competencia extranjera. El análisis de la operación es un procedimiento que nunca puede considerarse completo. Generalmente la competencia exige el estudio incesante de un producto dado para mejorar los procesos de fabricación y para que una parte de las ganancias vayan al consumidor en forma de un mejor producto, a un precio reducido. En cuanto un fabricante hace esto, invariablemente los competidores introducen programas semejantes de mejoramiento y, en más o menos tiempo, ya están vendiendo un producto más barato y más fácil de vender. Esto hace que comience un nuevo ciclo, en el que el fabricante en cuestión revisa otra vez sus operaciones, mejora sus procesos de fabricación y se vuelve a ver obligado a mejoras en las plantas para hacerlas competitivas. Si las condiciones en la industria fueran estáticas sobrevendría la bancarrota. El progreso es la única puerta hacia continuas operaciones lucrativas.

## **2.5 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA**

---

### **Introducción**

Se trata de la ubicación, en los distintos sectores de una planta, de la maquinaria y equipos correspondientes, de los puestos de trabajo, de los almacenes y demás dependencias que hacen funcionar una fábrica.

Una mala disposición genera movimientos inútiles e innecesarios, lo que provoca retrasos y gastos de energía. Por tanto, contar con un buen estudio de la distribución en planta de una fábrica, es un elemento necesario e imprescindible.

### **Distribución por proceso**

La distribución por procesos consiste en la agrupación de las maquinas o procesos del mismo tipo. Es un sistema laboral estacionario y se le conoce con el nombre de fabricación según principio de realización.

Es necesario utilizar este tipo de distribución por procesos en los siguientes casos:

- Cuando se fabrica una gran variedad de productos.
- Cuando se produce en lotes pequeños.
- Cuando la demanda es intermitente.

### **La distribución por procesos tiene como ventajas:**

- Flexibilidad de la producción.
- Menores inversiones en maquinaria.
- Mayor utilización del equipamiento.
- La producción no se interrumpe por rotura o reparación de una maquina.

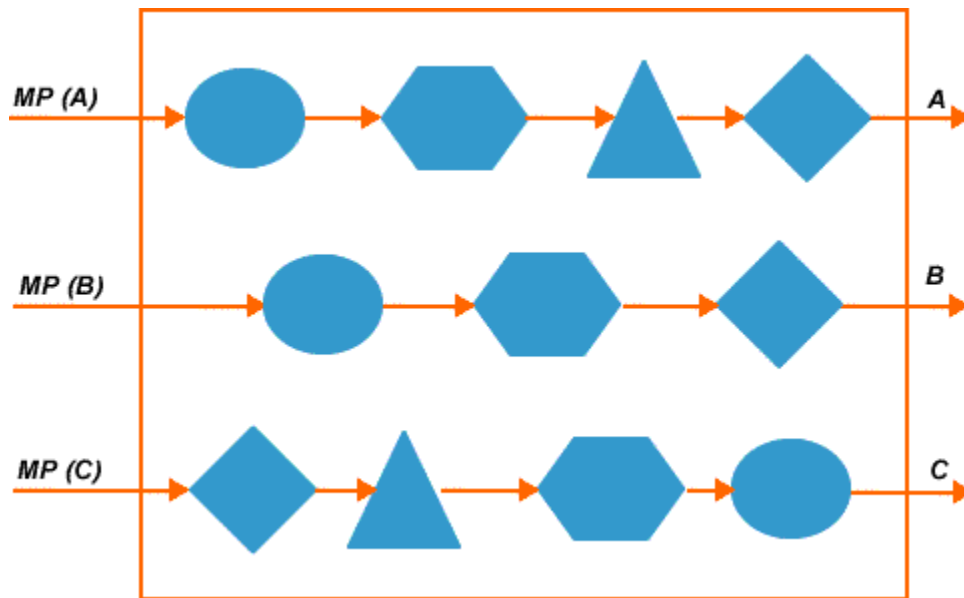
- Alta especialización de los operarios en el manejo de las maquinas.

**La distribución por procesos tiene como desventajas:**

- No existen rutas fijas ni directas.
- Mayor manipulación de materiales.
- Elevada producción en proceso.
- Mayor congestión de rutas y áreas de trabajo.
- Difícil de programar y reprogramar.
- Dificultad para controlar.

**Distribución por producto**

La disposición de las máquinas sigue al producto, según la secuencia de las operaciones a realizar para fabricarlo. También es un sistema laboral estacionario que se conoce con el nombre de fabricación según el principio de flujo.



Es necesario utilizar este tipo de distribución por productos en los siguientes casos:

- Cuando la variedad de productos es pequeña
- Cuando se fabrica en grandes volúmenes.
- Cuando la demanda es estable.
- Cuando la línea se puede equilibrar en cuanto al tiempo.

**La distribución por productos tiene como ventajas:**

- Rutas directas
- Menor manipulación de materiales, por lo que se requiere menos espacio físico y menos mano de obra para el transporte.
- Bajo stock de las materias primas usadas.
- Programación de la producción sencilla.
- Simplificación de la supervisión y los mecanismos control.

- Menor el costo de mano de obra directa por especialización en la operación.

**La distribución por productos tiene como desventajas:**

- Sistema rígido (poca flexibilidad)
- La inversión en capital fijo es mayor, se pueden necesitar varias máquinas del mismo tipo en varias líneas.
- La repetición de actividades genera monotonía.
- Necesidad de equipamiento especializado.
- La producción se ve interrumpida por la avería de una máquina.

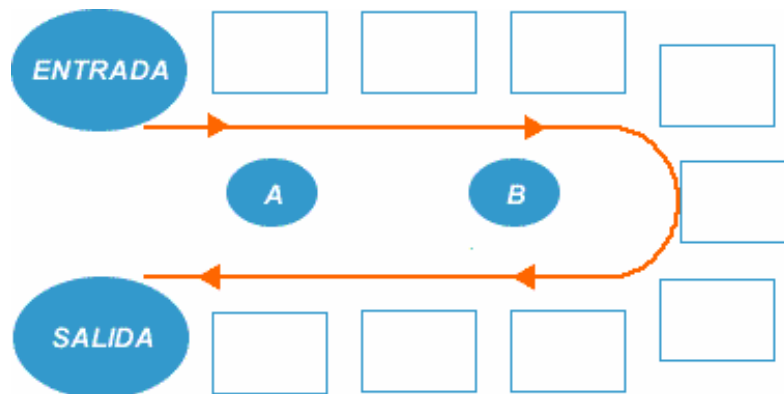
**Distribución por posición fija**

En este tipo de distribución los recursos (operarios, materiales, máquinas, herramientas, etc.) se dirigen hacia donde está lo se produce o el servicio que se presta, por lo que es un sistema laboral móvil.

Este tipo de distribución se utiliza cuando el objeto a elaborar es muy grande, lo que dificulta o torna muy costoso su movimiento. Ejemplos de ello, sería la construcción de un barco, de una carretera, etc.

**Lay-out**

Este tipo de distribución se usa cuando se fabrican diferentes familias de productos. Las células de producción se configuran disponiendo las máquinas necesarias para la elaboración juntas y en forma de u, buscando que el operario las pueda atender simultáneamente, sin necesidad de desplazarse, y con todo al alcance de su mano.



## **2.6 MANEJO DE LOS MATERIALES**

---

---

El manejo de materiales puede llegar a ser el problema de la producción ya que agrega poco valor al producto, consume una parte del presupuesto de manufactura. Este manejo de materiales incluye consideraciones de movimiento, lugar, tiempo, espacio y cantidad. El manejo de materiales debe asegurar que las partes, materias primas, material en proceso, productos terminados y suministros se desplacen periódicamente de un lugar a otro.

Cada operación del proceso requiere materiales y suministros a tiempo en un punto en particular, el eficaz manejo de materiales. Se asegura que los materiales serán entregados en el momento y lugar adecuado, así como, la cantidad correcta. El manejo de materiales debe considerar un espacio para el almacenamiento.

En una época de alta eficiencia en los procesos industriales las tecnologías para el manejo de materiales se han convertido en una nueva prioridad en lo que respecta al equipo y sistema de manejo de materiales. Pueden utilizarse para incrementar la productividad y lograr una ventaja competitiva en el mercado. Aspecto importante de la planificación, control y logística por cuanto abarca el manejo físico, el transporte, el almacenaje y localización de los materiales.

El dinero gastado en el manejo de materiales no puede ser recuperado, el cuidado entonces del uso adecuado de los materiales para no llegar a tener grandes pérdidas capitales.

### **1. Eliminar.**

Si no es posible, se deben hacer las distancias del transporte tan cortas como sea posible. Debido a que los movimientos más cortos requieren de menos tiempo y dinero que los movimientos largos y nos ayudan hacer de la producción más eficiente.

### **2. Mantener el movimiento.**

Si no es posible se debe de reducir el tiempo de permanencia en las terminales de una ruta tanto como se pueda.

### **3. Emplear patrones simples.**

Se deben de reducir los cruces y otros patrones que conducen a una congestión, ya que con la reducción de cruces hace que la producción se haga más ligera, tomando en cuenta como lo permitan las instalaciones.

### **4. Transportar cargas en ambos sentidos.**

Se debe de minimizar el tiempo que se emplea en (transporte vacío). Pueden lograrse sustanciales ahorros si se pueden diseñar sistemas para el manejo de materiales que solucionen el problema de ir o regresar sin una carga útil.

### **5. Transportar cargas completas.**

Se debe de considerar un aumento en la magnitud de las cargas unitarias disminuyendo la capacidad de carga, reduciendo la velocidad o adquiriendo un equipo más versátil.

## **6. Emplear la gravedad.**

Si no es posible tratar de encontrar otra fuente de potencia que sea igualmente confiable y barata.

## **7. Evítese el manejo manual.**

Cuando se disponga de medios mecánicos que puedan hacer el trabajo en formas más efectiva.

## **8. Un último principio es que los materiales deberán estar marcados con claridad o etiquetados.**

Es fácil colocar mal o perder los artículos por lo que es recomendado etiquetar los productos. Existen aspectos muy importantes del manejo de materiales. Entre estas consideraciones se incluyen el movimiento de hombres, maquinas, herramientas e información. El sistema de flujo debe de apoyar los objetivos de la recepción, la selección, la inspección, el inventario. La contabilidad, el empaque, el ensamble y otras funciones de la producción. Se necesita una decisión para establecer un plan del movimiento de materiales que se ajuste a las necesidades del servicio sin subordinar la seguridad y la economía

### **Dispositivos para el manejo de materiales.**

El número de dispositivos para el manejo de materiales de que actualmente se dispone es demasiado grande, por lo que se describirán brevemente solo algunos de ellos. El equipo para el transporte horizontal o vertical de materiales en masa puede clasificarse en las tres categorías siguientes.

#### **Grúas**

Manejan el material en el aire, arriba del nivel del suelo, a fin de dejar libre el piso para otros dispositivos de manejo que sean importantes. Los objetos pesados y problemáticos son candidatos lógicos para el movimiento en el aire. La principal ventaja de usar grúas se encuentra en el hecho de que no requieren de espacio en el piso.

#### **Transportadores**

Es un aparato relativamente fijo diseñado para mover materiales, pueden tener la forma de bandas móviles: rodillos operados externamente o por medio de gravedad o los productos utilizados para el flujo de líquidos, gases o material en polvo a presión: los productos por lo general no interfieren en la producción, ya que se colocan en el interior de las paredes, o debajo del piso o en tendido aéreo.

#### **Los carros.**

La mecanización ha tenido un enorme impacto de materiales en años recientes. Entre los que se incluyen vehículos operados manualmente o con motor. Los carros operados en forma manual, las plataformas y los camiones de volteo son adecuados para cargas ligeras, viajes cortos y lugares pequeños. Para mover objetos pesados y voluminosos, se utilizan entre los tractores. La seguridad, la visibilidad y el espacio de maniobra son las principales limitaciones.

## **2.7 ESTUDIO DE MÉTODOS**

---

### **Alcances del estudio de métodos.**

DISEÑO, FORMULACION Y SELECCION DE LOS MEJORES: Métodos, procesos, herramientas, equipos diversos y especialidades necesarias para manufacturar un producto.

El mejor método debe relacionarse con las mejores técnicas o habilidades disponibles a fin de lograr una eficiente interrelación humano-máquina. Enseguida, determinar el tiempo requerido para fabricar el producto de acuerdo al alcance del trabajo.

Cumplir con las normas o estándares predeterminados, y que los trabajadores sean retribuidos adecuadamente según su rendimiento

### **Definición y objetivo del estudio de métodos.**

El estudio de métodos se puede definir como el conjunto de procedimientos sistemáticos de las operaciones actuales para introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo y permita que este sea hecho en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida.

Por lo tanto, el objetivo final del estudio de métodos es el incremento de las utilidades de la empresa, analizando:

Las materias, materiales, herramientas, productos de consumo.

El espacio, superficies cubiertas, depósitos, almacenes, e instalaciones.

El tiempo de ejecución y preparación.

La energía tanto humana como física mediante una utilización racional de todos los medios disponibles.

### **ESTUDIO DE MÉTODOS DE TRABAJO, DESARROLLO DE UN MÉTODO MEJOR.**

#### **¿Cómo eliminar todo el trabajo innecesario?**

En la actualidad se realiza mucho trabajo que no es necesario. En muchos casos no debiera estudiarse la tarea para su simplificación o mejora, si no eliminarla totalmente.

#### **Combinar operaciones o sus elementos**

A veces, un proceso se puede subdividir en tantas operaciones que se rigen demasiados transportes o manipulaciones de materiales y herramientas. También pueden dar lugar a otros problemas, como la dificultad de coordinar tantas operaciones cuando no existe un

programa de trabajo adecuado y las esperas imputables a la inexperiencia de los obreros, o a encontrarse estos fuera del trabajo. Algunas veces es posible hacer más fácil el trabajo simplemente combinando dos o más operaciones, o también introduciendo en el método ciertos cambios que permitan combinar algunas operaciones

### **Combinar el orden de las operaciones**

Cuando un producto nuevo empieza a fabricarse, se le suele producir en pequeñas cantidades sobre una base “experimental”. Con frecuencia la producción aumenta gradualmente, llegando a ser muy grande con el tiempo y, sin embargo, el orden de las operaciones sigue manteniéndose como cuando la producción era todavía muy pequeña. Por estas y otras razones es muy deseable examinar el orden en que se desarrollan las distintas operaciones

### **Simplificar las operaciones necesarias**

Uno de los mejores caminos para abordar el problema del mejoramiento de los métodos de trabajo es examinar todo lo relacionado con la tarea en cuestión: forma en que se hace el trabajo, materiales que se utilizan, herramientas e instalaciones, condiciones de trabajo e incluso el diseño del producto, suponiendo que no hay nada perfecto en la forma de realizarla, y comenzando por preguntar: ¿Qué? ¿Quién? ¿Donde? ¿Cuándo? ¿Cómo? ¿Por qué?

### **¿Cuáles son las técnicas que utiliza el estudio de métodos para registrar los hechos y cuales son sus características?**

Para evitar esa dificultad se dieron otras técnicas o “instrumentos” de anotación, de modo que se pudieran consignar informaciones detalladas con precisión y al mismo tiempo en forma estandarizada, a fin de que todos los interesados las comprendan de inmediato, aunque trabajen en fábricas o países muy distintos.

Entre las técnicas, las más corrientes son los gráficos y diagramas, de los cuales hay varios tipos uniformes, cada uno con su respectivo pronóstico. Estos gráficos se dividen en 5 categorías:

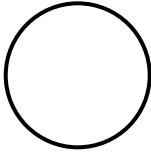
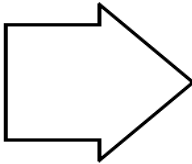
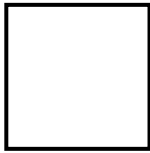
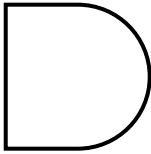
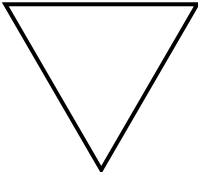
1. **El cursograma sinóptico del proceso.**
2. **El cursograma analítico.**
3. **El diagrama de recorrido.**
4. **El diagrama bimanual.**
5. **El diagrama de actividades múltiples (diagrama hombre-máquina)**

**NOTA:** En el presente trabajo de tesis solo mencionaremos los gráficos que son convenientes en el estudio de la pequeña empresa que analizaremos.

Para hacer constar en un gráfico todo lo referente a un trabajo u operación resulta más fácil una serie de 5 símbolos uniformes, que conjuntamente sirven para representar todos los tipos de actividades o sucesos que probablemente se den en cualquier empresa.

Lo símbolos son los que se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 2.1 Símbolos utilizados en los diagramas del estudio de métodos.**

Actividad / Definición	Símbolo
<p><b>Operación.-</b> Ocurre cuando un objeto está siendo modificado en sus características, se está creando o agregando algo o se está preparando para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. Una operación también ocurre cuando se está dando o recibiendo información o se está planeando algo. Ejemplos:</p> <p>Tornear una pieza, tiempo de secado de una pintura, un cambio en un proceso, apretar una tuerca, barrenar una placa, dibujar un plano, etc.</p>	
<p><b>Transporte.-</b> Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección. Ejemplos:</p> <p>Mover material a mano, en una plataforma en monorraíl, en banda transportadora, etc. Si es una operación tal como pasteurizado, un recorrido de un horno, etc., los materiales van avanzando sobre una banda y no se consideran como transporte esos movimientos.</p>	
<p><b>Inspección.-</b> Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cantidad de cualesquiera de sus características. Ejemplos:</p> <p>Revisar las botellas que están saliendo de un horno, pesar un rollo de papel, contar un cierto número de piezas, leer instrumentos medidores de presión, temperatura, etc.</p>	
<p><b>Demora.-</b> Ocurre cuando se interfiere en el flujo de un objeto o grupo de ellos. Con esto se retarda el siguiente paso planeado. Ejemplos:</p> <p>Esperar un elevador, o cuando una serie de piezas hace cola para ser pesada o hay varios materiales en una plataforma esperando el nuevo paso del proceso.</p>	
<p><b>Almacenaje.-</b> Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados. Ejemplos:</p> <p>Almacén general, cuarto de herramientas, bancos de almacenaje entre las máquinas. Si el material se encuentra depositado en un cuarto para sufrir alguna modificación necesaria en el proceso, no se considera almacenaje sino operación; tal sería el caso de curar tabaco, madurar cerveza, etc.</p>	



A continuación se mencionaran específicamente que son y en que consiste cada una de las técnicas para registrar los hechos que utiliza el estudio de métodos.

### 1. Cursograma sinóptico del proceso

El cursograma sinóptico del proceso es un diagrama que presenta un cuadro general de cómo se suceden tan sólo las principales operaciones e inspecciones.

Sólo se anotan, pues las operaciones principales, así como las inspecciones efectuadas para comprobar su resultado, sin tener en cuenta quién las ejecuta ni donde se llevan a cabo. Para preparar ese diagrama se necesitan solamente los dos símbolos correspondientes a “operación” e “inspección”.

A la información que dan de por sí los símbolos y su sucesión, se añade paralelamente una breve nota sobre la naturaleza de cada operación o inspección y, cuando se conoce, el tiempo que se le fija.

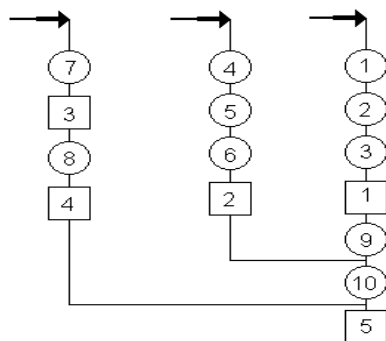
Al hacer un cursograma suele ser práctico comenzar trazando una línea vertical a la derecha de la pagina para anotar las operaciones e inspecciones de que sea objeto la unidad o componente principal del montaje (o compuesto, sí se trata de un proceso químico). El tiempo fijado por pieza se indica, en horas, a la izquierda de cada operación. No se asigna un tiempo dado para cada inspección por que los inspectores no son retribuidos por la tarea.

Se verá que en unas y otras operaciones e inspecciones la numeración comienza por uno y sigue sin interrupción de un componente a otro partiendo de la derecha hasta el punto en que el segundo componente se une con el primero. La sucesión numérica pasa entonces al componente siguiente de la izquierda y sigue por la operación en que se unen los dos primeros componentes hasta el punto del montaje siguiente del que se salta al componente al que se va a saltar.

La ensambladura de cualquier elemento al componente o montaje principal se indica con una línea horizontal que va de la línea vertical de ese elemento secundario al lugar que corresponde en la sucesión de operaciones de la línea principal.

A continuación se muestra el esquema de un cursograma sinóptico.

**Fig. 2.1 Esquema de un cursograma sinóptico**



## 2. Cursograma analítico

**Definición:** Es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, los transportes, las inspecciones, las esperas y los almacenamientos que ocurren durante un proceso. Incluye, además, la información que se considera deseable para el análisis, por ejemplo el tiempo necesario y la distancia recorrida. Sirve para las secuencias de un producto, un operario, una pieza, etcétera.

**Objetivos:** Proporcionar una imagen clara de toda secuencia de acontecimientos del proceso. Mejorar la distribución de los locales y el manejo de los materiales. También sirve para disminuir las esperas, estudiar las operaciones y otras actividades en su relación recíproca. Igualmente para comparar métodos, eliminar el tiempo improductivo y escoger operaciones para su estudio detallado.

**Identificación:** El diagrama del recorrido debe identificarse mediante un título colocado en su parte superior. Es práctica común encabezarlo con las palabras *Diagrama del proceso de recorrido*. La información para identificarlo siempre es necesaria, es la de la figura 5.7.

Este diagrama contiene, en general, muchos más detalles que el de operaciones. Por lo tanto, no se adapta al caso de considerar en conjunto ensambles complicados. Se aplica sobre todo a un componente de un ensamble o sistema para lograr la mayor economía en la fabricación, o en los procedimientos aplicables a un componente o una sucesión de trabajos en particular. Este diagrama de flujo es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez expuestos estos periodos no productivos, el analista puede proceder a su mejoramiento.

A continuación se muestra la plantilla para realizar un cursograma analítico.

**Fig. 2.2 Plantilla para elaborar un cursograma analítico de actividades.**

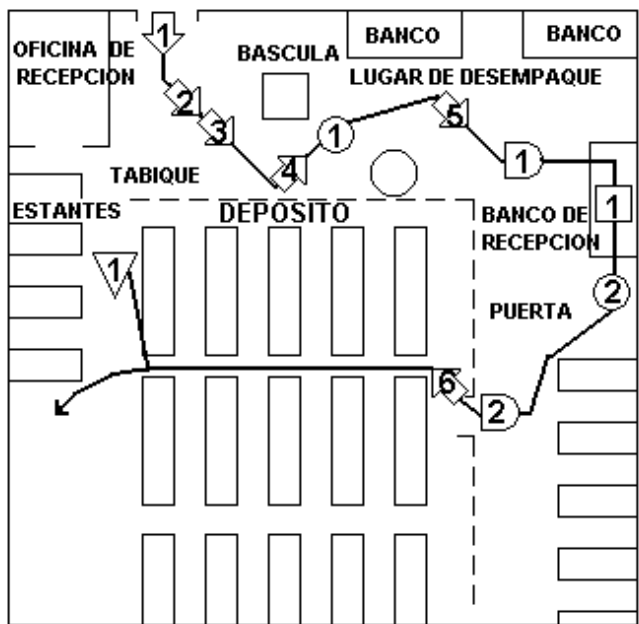


Este diagrama se utiliza como complemento del cursograma analítico. Viene a ser un plan de la fábrica o taller hecho más o menos a escala, con sus máquinas, puestos y zonas de trabajo indicados en sus respectivos lugares. A partir de las observaciones hechas en la fábrica se trazan los movimientos de los materiales, piezas o productos objeto de estudio, utilizando algunas veces los símbolos de los cursogramas para indicar las actividades que se efectúan en los diversos puntos de parada.

Este diagrama también se puede hacer de manera tridimensional, se emplea cuando es necesario estudiar movimientos en varios pisos de un mismo edificio. Este tipo de diagrama es particularmente útil para estudiar fábricas de hilados, los molinos y todas las empresas donde hay que subir o bajar material dentro del edificio en el curso de la elaboración. También es cómodo cuando se trata de talleres instalados en antiguas casas reformadas, con muchos recovecos y desniveles y varios pisos. (Claro esta que pueden establecerse diagramas de recorrido corrientes para cada piso).

A continuación se muestra un ejemplo de un diagrama de recorrido de un taller, donde se lleva a cabo la recepción, inspección y numeración de piezas

**Fig. 2.3 Esquema de un diagrama de recorrido**

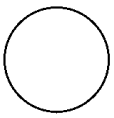
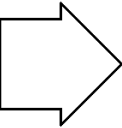

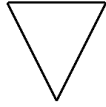


**4. Diagrama bimanual.**

Este diagrama muestra todos los movimientos realizados para la mano izquierda y por la mano derecha, indicando la relación entre ellas.

El diagrama bimanual sirve principalmente para estudiar operaciones repetitivas y en ese caso se registra un solo ciclo completo de trabajo. Para representar las actividades se emplean los mismos símbolos que se utilizan en los diagramas de proceso pero se les atribuye un sentido ligeramente distinto para que abarquen más detalles como se muestran a continuación:

**Tabla 2.2 Símbolos utilizados en el diagrama bimanual.**

SÍMBOLO	NOMBRE	CARACTERÍSTICAS.
OPERACIÓN		Se emplea para los actos de asir, sujetar, utilizar, soltar, etcétera, una herramienta, pieza o material.
TRANSPORTE		Se emplea para representar el movimiento de la mano (o extremidad) hasta el trabajo, herramienta o material o desde uno de ellos.
DEPOSITO PROVISIONAL O ESPERAS		Se emplea para indicar el tiempo en que la mano o extremidad no trabaja (aunque quizá trabajen las otras):
SOSTENIMIENTO		Con los diagramas bimanuales no se emplea el término almacenamiento, y es el símbolo que le correspondía se utiliza para indicar el acto de sostener alguna pieza, herramienta o material con la mano cuya actividad se está consignando.

El símbolo de inspección no se emplea casi, puesto que durante la inspección de un objeto (mientras se le sujeta o se le calibra) los movimientos de la mano vienen a ser “operaciones” a los efectos del diagrama. Sin embargo, a veces resulta útil emplear el símbolo de “inspección” para hacer resaltar que se examina algo.

El hecho mismo de componer el diagrama permite al especialista llegar a conocer a fondo los pormenores del trabajo, y gracias al diagrama puede estudiar cada elemento de por sí y en relación con los demás. Así tendrá la idea de las posibles mejoras que hacer.

**A continuación se muestra la plantilla del diagrama bimanual:**

**Fig. 2.4 Plantilla del diagrama bimanual**



El diagrama de actividades múltiples es un diagrama en que se registran las respectivas actividades de varios objetos de estudio (operación, máquina o equipo) según una escala de tiempos común para mostrar la correlación entre ella.

Al representar en distintas columnas verticales, según una escala de tiempos común, las actividades de diversos obreros o máquinas, se ve de una ojeada en qué momento del proceso está inactivo cualquiera de dichos elementos. Estudiando más atentamente el gráfico, a menudo se logra combinar en otra forma las actividades para suprimir esos tiempos improductivos.

El diagrama de actividades múltiples es sumamente útil para organizar equipos de trabajadores cuando la producción es en serie, o bien trabajos de conservación cuando no se puede dejar detenida una maquinaria costosa más de lo estrictamente necesario. Se puede utilizar asimismo para determinar cuántas máquinas debería poder atender un operario o un grupo de operarios.

Las funciones de diversos operarios o diferentes máquinas y operarios se registran en este diagrama en función del tiempo activo o inactivo. Según duren mucho o poco los diversos periodos de trabajo o de inactividad (minutos o segundos), se utiliza un reloj de pulsera corriente o un cronómetro, pero no se necesita una precisión rigurosa, aunque sí la suficiente para que el diagrama sirva. Entonces se marcan los tiempos en las columnas respectivas.

Una vez que obtuvimos la información deseada y conocemos los problemas que no permiten alcanzar la productividad al máximo proseguimos a idear el método perfeccionado. Es necesario que el nuevo método suprima los movimientos inútiles y sea más cómodo para el trabajador. En los métodos perfeccionados muchas veces se incorporan nuevos materiales o métodos de transporte que facilitaran las actividades productivas, esto lograra que muchas veces el trabajo sea más fácil para loa trabajadores y, más eficiente y eficaz para la empresa.

Al diseñar un nuevo método, el analista deberá tener un carácter objetivo y ser sumamente ingenioso, para que logre elaborar un método de excelente calidad y que cumpla con las necesidades de la planta o fábrica en la que se implantara dicho sistema. Si el nuevo método es bueno, los trabajadores lo aceptaran por completo pues gozaran de los beneficios que les proporcione.

Una vez que sé a realizado el estudio de métodos y formulado un método de trabajo más eficiente es necesario implantarlo para demostrar su efectividad y de ser así mantenerlo en uso constante. Finalizado el estudio de métodos, se prosigue a realizar la segunda parte del estudio del trabajo que es la medición del trabajo.

**Fig. 2.5 Plantilla del diagrama de actividades múltiples (hombre-máquina.**

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES	
-----------------------------------	--



DIAGRAMA núm.		Hoja núm.		R E S U M E N				
PRODFUCTO:						ACTUAL	PROPUE- STO	ECONO- MIA
				TIEMPO DEL CICLO				
PLANO núm.				HOMBRE				
MAQUINA(S):		VELOCIDAD AVANCE		MAQUINA				
		TIEMPO DE INACTIVIDAD.						
		HOMBRE						
		MAQUINA						
OPERARIO: FICHA núm.				HOMBRE				
COMPUESTO POR: FECHA:				MAQUINA				
TIEMPO (minutos)		OPERARIO		MAQUINA			TIEMPO (minutos)	
	0,2						0,2	
	0,4						0,4	
	0,6						0,6	
	0,8						0,8	
	1,0						1,0	
	1,2						1,2	
	1,4						1,4	
	1,6						1,6	
	1,8						1,8	
	2,0						2,0	
	2,2						2,2	
	2,3						2,3	
	2,4						2,4	
	2,6						2,6	
	2,8						2,8	

# CAPITULO III

## MEDICIÓN DEL TRABAJO

### 3.1 MEDICIÓN DEL TRABAJO

---

#### ¿Que es la medición del trabajo?

La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

#### ¿Cuál es el objetivo que busca cumplir la medición del trabajo?

En efecto, la medición del trabajo, es el medio por el cual la dirección puede medir el tiempo que se invierte en ejecutar una operación o una serie de operaciones de tal forma que el tiempo improductivo se destaque y sea posible separarlo del tiempo productivo.

La medición del trabajo tiene otra función más: además de revelar la existencia del tiempo improductivo, también sirve para fijar tiempos tipo de ejecución del trabajo, y si más adelante surgen tiempos improductivos, se notará inmediatamente porque la operación tardará más que el tiempo tipo.

#### ¿Cuáles son las etapas básicas la medición del trabajo?

Las etapas que se siguen para determinar tiempos tipo son las siguientes:

- ◆ **Seleccionar** el trabajo que va a ser objeto de estudio.
- ◆ **Registrar** todos los datos relativos a las circunstancias en que se realiza el trabajo, a los métodos y a los elementos de actividad que suponen.
- ◆ **Medir** la cantidad de trabajo de cada elemento, expresándola en tiempo, mediante la técnica más apropiada de medición del trabajo.
- ◆ **Examinar** los datos registrados y el detalle de los elementos con espíritu crítico para verificar si se utilizan los métodos y movimientos más eficaces y separar los elementos improductivos o extraños de los productivos.
- ◆ **Compilar** el tiempo tipo de la operación previniendo márgenes breves de descansos, necesidades personales, contingencias, etc.
- ◆ **Definir** con precisión la serie de actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado y notificar que ése será el tiempo tipo para las actividades y métodos especificados.

## 3.2 ESTUDIO DE TIEMPOS

---

---

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

El material fundamental para el estudio de tiempos es:

- ◆ **Un cronometro.**
- ◆ **Un tablero de observaciones.**
- ◆ **Lápiz.**
- ◆ **Formulario de estudio de tiempos**
- ◆ **Reglas de cálculo.**
- ◆ **Un reloj exacto con segundero.**
- ◆ **Instrumentos de medición.**
- ◆ **Calculadora.**

### ¿Qué son y cómo son los formularios para realizar un estudio de tiempos?

Para poder elaborar un estudio de tiempos es necesario contar con 2 tipos de formularios que son:

- a) **El formulario para reunir datos necesarios para el estudio de movimientos:** es una hoja previamente impresa donde se registraran todos los datos observados en la investigación, esta consta de un membrete en el cual figuran los datos esenciales del estudio (Nombre del departamento, operación a realizar, numero de hoja, herramientas a utilizar, etc.), y una serie de casilleros donde se registraran los datos del análisis.
- b) **Formularios para estudiar los datos reunidos:** Este es un formulario esta dividido en 3 partes fundamentales que son:
  1. **Hoja de trabajo:** que sirve para analizar los datos anotados durante el estudio y hallar tiempos representativos de cada elemento de la operación,
  2. **Hoja de resumen:** que sirve para resumir claramente los apuntes tomados, hoja de análisis de los estudios que es la hoja donde se transcriben, a partir de las hojas de resumen, los datos de todos los estudios efectuados sobre la operación del caso.
  3. **Hoja de los suplementos por descanso:** Es una hoja especial para anotar situaciones de descanso.

### 3.3 PLANTILLAS PARA ELABORAR EL ESTUDIO DE TIEMPOS

A continuación se muestran las plantillas utilizadas para estas hojas de registro.

**Fig. 3.1** Plantilla para elaborar un formulario general de estudio de tiempos  
(Formulario para recopilar datos).

<b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>									
DEPARTAMENTO:					ESTUDIO núm:				
OPERACIÓN:			E. De M. Núm:		HOJA núm:				
INSTALACION/MAQUINA			Núm:		TERMINO:				
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES:					COMENZO:				
					TIEMPO TRANSCURRIDO:				
PRODUCTO/PIEZA: Núm:					OBSERBADO POS:				
PLANO núm: (versió)			MATERIAL:		FECHA:				
CALIDAD:									
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R .	T.B .	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R .	T.B .

**Fig. 3.2 Plantilla para elaborar un formulario general de estudio de tiempos (Formulario para recopilar datos sobre ciclos breves).**

<b>ESTUDIO DE TIEMPOS: CICLO BREVE</b>																
DEPARTAMENTO:										ESTUDIO núm:						
OPERACIÓN:					E. De M. Núm:					HOJA núm:						
INSTALACION/MAQUINA					Núm:					TERMINO:						
COMENZO:																
TIEMPO TRANSCURRIDO:																
OPERARIO:																
FICHA núm:																
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES:										OBSERBADO POS:						
PRODUCTO/PIEZA: Núm:										FECHA:						
PLANO núm: (versi3)										MATERIAL:						
CALIDAD:																
El núm	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	Tiempo observado										T.O total	Pro-Medio T.O.	V.	T.B	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					

**Fig. 3.3 Plantilla para elaborar un formulario general de estudio de tiempos (Anverso del formulario para recopilar datos sobre ciclos breves).**

FECHA DEL ESTUDIO _____		TERMINO. _____ COMENZO _____ TIEMPO TRANSCURRIDO. _____	<b>HOJA DE ESTUDIO: CICLO BREVE</b>		ESTUDIO núm. _____				
DEPARTAMENTO: OPERACIÓN: HERRAMIENTA HUTILIZADA: _____		NOMBRE DE LA PIEZA: _____ PLANO núm: _____ PIEZA núm. _____ VELOCIDAD R/MIN. _____ AVANCE. _____ MM/MIN. _____			HOJA núm. _____				
MAQUINA Y núm: _____ FUNCIONAMIENTO: AUTOMATICO <input type="checkbox"/> A PIE <input type="checkbox"/> A MANO <input type="checkbox"/>		TIPO _____ _____	MOTIVO DEL ESTUDIO PRIMER ESTUDIO <input type="checkbox"/> MODIFICAR ESTUDIO DE METODOS <input type="checkbox"/> VERIF. TIEMPO TIPO <input type="checkbox"/>		TIEMPO DEL CICLO BASICO _____ MIN O TOTAL DE TIEMPOS MEDIOS _____ MIN DE LOS ELEMENTOS _____ MIN TIEMPOS DEL CICLO BASICO _____ MIN  SUPLEMENTOS /Personales/ / Esperas /-%-----MIN /Descansos/ / varios / TIEMPO TIPO POR PIEZA _____ MIN				
MATERIAL									
<b>DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO</b>					<b>DESCRIPCION DEL METODO</b>				
					OBSERVACIONES:				

Fig. 3.4 Plantilla para elaborar un formulario general de estudio de tiempos (Reverso del formulario para recopilar datos sobre ciclos breves).

FECHA DEL ESTUDIO		TERMINO COMIENZO TIEMPO TRANS.			HOJA DE ESTUDIO: CICLO BREVE						ESTUDIO num.		
											HOJA num.		
ELEMENTO num:		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NOMBRE DEL OPERARIO	
DE PIE <input type="checkbox"/>												FICHA num	
SENTADO <input type="checkbox"/>												FICHA num	
MOVIEN- DOSE. <input type="checkbox"/>												OBSERVADO POR	
												ELEMENTOS EXTRAÑOS	
CICLO												SIM	DESCRIPCION
1												A	
2												B	
3												C	
4												D	
5												E	
6												F	
7												G	
8												H	
9												I	
10												J	
11												K	
12												L	
13												M	
14												N	
15												O	
16												P	
17												Q	
18												R	
19												S	
20												T	
TOTAL													
No.OBS													
MEDIA													
VAL.%													
T.Basico													

**Fig. 3.5 Plantilla para elaborar una hoja de resumen del estudio.**

RESUMEN DEL ESTUDIO.					
DEPARTAMENTO		SECCIÓN:		ESTUDIO núm:	
OPERACIÓN:		ESTUDIO DE METODOS núm:		HOJA núm. de	
INSTALACION/MAQUINA		Núm:		TERMINO: COMIENZO	
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES:				T. TRANSCURRIDO T.PUNTEO:	
PRODUCTO/PIEZA:		Núm:		TIEMPO NETO T.OBSERVADO	
PLANO núm:		MATERIAL:		DIFERENCIA: IDEM COMO%	
CALIDAD:		CONDICIONES DE TRABAJO:		ESTUDIADO POR:	
OPERARIO:		SEXO:		FICHA núm.	
COMPROBADO:					
EL Núm.	DESCRIPCION DEL ELEMENTO.	T.B	F.	Obs.	



### **3.4 ¿CÓMO SE REALIZA EL ESTUDIO DE TIEMPOS?**

---

Lo primero que se debe de hacer es seleccionar el trabajo que se va a estudiar, para seleccionar el trabajo a estudiar se toman en cuenta factores como:

- Si la tarea es nueva, y nunca antes ha sido ejecutada.
- Cambios del material o método de trabajo
- Operaciones problemáticas para los trabajadores.
- Operaciones lentas dentro del trabajo.
- Bajo rendimiento o excesivos tiempos muertos de alguna maquina.
- Necesidad de implantar un sistema de incentivos.

Lo siguiente es seleccionar a los trabajadores que serán inspeccionados será aquel cuya competencia y desempeño corresponden al promedio del grupo estudiado, por el contrario el trabajador calificado es aquel de quien se reconoce que tiene las aptitudes físicas necesarias, que posee la requerida inteligencia e instrucción y que adquirió la destreza y conocimientos necesarios para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad.

Después de seleccionar a los trabajadores que serán parte del estudio de tiempos, podemos entrar ya a lo que es la fase correspondiente a la realización del estudio. De una forma muy general la realización del estudio de tiempos se encuentra dividida de forma general en las siguientes etapas, que son:

1. 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.
2. Registrar una descripción completa del método descomponiendo la operación en "elementos".
3. Examinar ese desglose para verificar si se están utilizando los mejores métodos y gestos.
4. Medir el tiempo con un instrumento apropiado, generalmente un cronometro, y registrar el tiempo invertido por el operario en llevar a cabo cada "Elemento" de la operación.
5. Determinar simultáneamente la velocidad de trabajo efectiva del operario por correlación con la idea que tenga él analista de lo que debe ser el ritmo tipo.
6. Convertir los tiempos observados en "tiempos básicos".
7. Determinar los suplementos que se añadirán al tiempo básico de la operación.
8. Determinar el "tiempo tipo" de la operación.

Lo siguiente que hay que hacer es registrar la información inicial básica del estudio, esta se observara directamente, dicha información se puede agrupar de la siguiente manera:

- A. Información que permita hallar e identificar rápidamente el estudio cuando se necesite:** número del estudio, número de la hoja o hojas, nombre del especialista que realiza el estudio, fecha del estudio y nombre de la persona que aprueba el estudio.
- B. Información que permita identificar con exactitud el producto o pieza que se elabore:** Nombre del producto o pieza, número del plano o de la especificación, numero de la pieza, material y condición del material.

- C. Información que permita identificar con exactitud el proceso, el método, la instalación o la máquina:** Departamento o lugar donde se lleva a cabo la operación, descripción de la operación o la actividad, número de hojas del estudio de métodos o instrucciones de trabajo, instalación o máquina, herramientas, plantillas, dispositivos de fijación, croquis del lugar de trabajo o de la maquinaria, dibujo de la pieza que muestre la superficie trabajada y velocidad y avance de la máquina u otros datos de la regulación que determinen el ritmo de producción de la máquina.
- D. Información que permita identificar al operario:** Nombre del operario y número de ficha del operario.
- E. Duración del estudio:** Comienzo, término y tiempo transcurrido.
- F. Condiciones físicas del trabajo:** Temperatura, humedad, buena o mala luz y demás datos que no figuren en el croquis del lugar de trabajo.

Una vez registrada toda la información inicial de nuestro estudio, se procede a descomponer la tarea en elementos.

Para poder llevar esta etapa a cabo es necesario mencionar el concepto de elemento y ciclo de trabajo. A continuación se muestra la definición de cada uno de ellos:

- **Elemento:** es la parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis.
- **Ciclo de trabajo:** es la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción. El ciclo de trabajo empieza del comienzo del primer elemento de la operación o actividad y continúa hasta el mismo punto en una repetición de la operación o actividad; empieza entonces el segundo ciclo, y así sucesivamente.

Ya que entendemos estos 2 conceptos fundamentales podemos observar la operación, y dividir esta en una serie de elementos que a su vez conforman ciclos de trabajo.

Los elementos pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- **Elementos repetitivos:** Son los que aparecen en cada ciclo de trabajo estudiado.
- **Elementos casuales:** son los que no aparecen en cada ciclo de trabajo, sino a intervalos tanto irregulares como regulares.
- **Elementos constantes:** Son aquellos cuyo tiempo de ejecución es siempre igual.
- **Elementos variables:** Son aquellos cuyo tiempo de ejecución cambia según ciertas características del producto, equipo o proceso, como dimensiones, peso, calidad, etc.
- **Elementos manuales:** Son los que realiza el trabajador.
- **Elementos mecánicos:** Son los realizados automáticamente por una máquina.
- **Elementos dominantes:** Son los que duran más tiempo que cualquiera de los demás elementos cumplidos mientras tanto.
- **Elementos extraños:** Son los observados durante el estudio y que al ser analizados no resultan ser una parte necesaria del trabajo.

Después de dividir la actividad en elementos, se continuara con la lectura de los tiempos de cada elemento, la valoración del ritmo de trabajo de cada elemento y el registro de los datos.

Para tomar el tiempo de cada elemento existen 2 formas básicas de cronometrar el tiempo, estas son:

- **Cronometraje acumulativo:** Es el cronometraje en donde el reloj funciona de modo ininterrumpido durante todo el estudio. Al final de cada elemento se apunta la hora que marca el cronometro, y los tiempos de cada elemento se obtienen haciendo las respectivas restas después de terminar el estudio.
- **Cronometraje con vuelta a cero:** En este tipo de cronometraje los tiempos se toman directamente. Al acabar cada elemento se hace volver el segundero a cero y se le pone de nuevo en marcha inmediatamente para cronometrar el elemento siguiente.

Conforme se realiza el estudio y se van tomando y registrando las lecturas, es necesario realizar la valoración en el mismo instante. Pero en si ¿qué es y cómo se determina la valoración del ritmo de trabajo? A continuación se explicara detalladamente que es la valoración y que factores intervienen en esta.

### **3.5 LA VALORACIÓN**

---

**La valoración:** Es el proceso durante el cual el observador de tiempos compara la actuación (velocidad o tiempo) del operario bajo observación con su propio concepto de actuación normal. En la valoración interviene la opinión del observador de tiempos y, desgraciadamente, no hay forma de establecer un tiempo tipo para una operación sin que entre en el proceso el juicio del observador de tiempos.

Existen muchos sistemas de valoración, pero solo se mencionara el que utilizaremos en nuestro estudio de tiempos. Este sistema es denominado como “valoración de la actuación”.

Para efectuar una valoración de este tipo se compara el ritmo tipo con el ritmo observado, pero **¿Qué es el ritmo tipo?** El ritmo tipo es: el rendimiento que obtiene naturalmente y sin forzarse los trabajadores calificados, como promedio de la jornada o turno, siempre que conozcan y respeten el método especificado y que se les haya dado motivo para querer aplicarse. A ese desempeño corresponde el valor 100 en las escalas de valoración. Puede apreciarse que en esta definición aparece otro concepto que es el del trabajador calificado, que es aquel de quien se reconoce que tienen las actitudes físicas necesarias, que 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.

Al valorar una operación de trabajo se toma en cuenta que el ritmo tipo equivale al 100 por 100 y si hay un desempeño menor la escala bajara, o en caso contrario si el ritmo de trabajo es mejor que el del desempeño tipo podría ser calificado con una escala mayor. En otras palabras la cifra 100 por 100 representa el desempeño tipo, como ya se ha mencionado antes. Si el analista opina que la operación se está realizando a una velocidad inferior a la que en su concepto es la norma, aplicara un factor inferior a 100, digamos 90, 80, 70 o lo que parezca representar la realidad. Si, en cambio, opina que el ritmo de trabajo es superior a la norma, aplicará un factor superior a 100: 110, 115 o 120, por ejemplo.

Para realizar una valoración en una actividad productiva determinada se utiliza una escala numérica, en este caso utilizaremos la escala ya mencionada de 100 por 100.

Una vez que ya se registraron los datos y al mismo tiempo se asigno una valoración para cada elemento, ya podemos seguir con el siguiente paso que es calcular los tiempos “básicos” o “normales” para nuestro estudio de tiempos.

### 3.6 ¿QUÉ ES Y COMO SE CALCULA UN TIEMPO BÁSICO O NORMAL

El tiempo básico o normal por definición significa: Tiempo que se tarda en efectuar un elemento de trabajo al ritmo tipo.

**El registrado se convierte en tiempo básico o Normal de la siguiente manera:**

$$\frac{\text{Tiempo observado} \times \text{Valor del ritmo observado.}}{\text{Valor del ritmo tipo}}$$

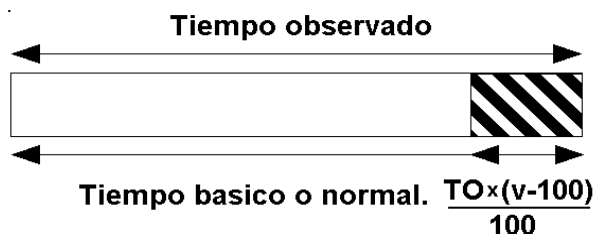
Para poder explicar de mejor manera que ocurre al convertir el tiempo registrado en básico o normal se muestra la siguiente figura.

**Fig. 3.6 Efecto de la conversión sobre el tiempo de un elemento.**

a) Desempeño **superior** a lo normal.



b) Desempeño **inferior** a lo normal.

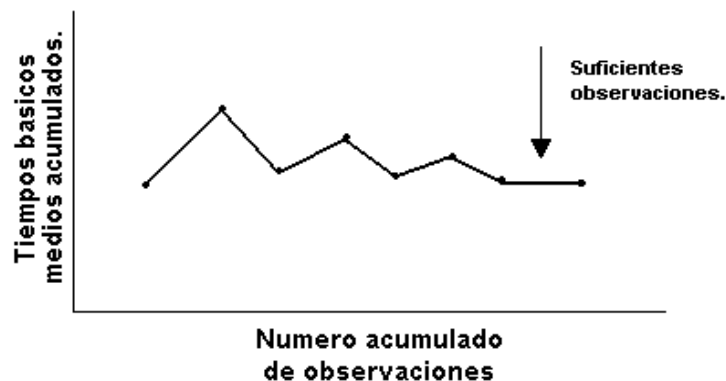


Como podemos darnos cuenta este valor se ajusta y equilibra de tal manera que ninguna actividad será muy exhaustiva e injusta para el trabajador, ni tampoco tan lenta o holgada como para que sea improductiva.

Una vez determinados los tiempos básicos de cada elemento, se debe seleccionar un tiempo de tal modo que este represente a todos los tiempos del elemento en cuestión. Si los elementos son constantes y no hay alguna variación extraña, el elemento representativo podrá tomarse el promedio de todos estos como valor representativo.

Ya sabemos como calcular los tiempos básicos, pero también existe un factor importante que hay que aclarar; y este es, cuantos estudios se realizaran puesto que con un estudio que se realice muchas veces no es suficiente. Un método sencillo para determinar cuándo se han observado suficientes ciclos de un elemento constante para poder seleccionar un tiempo básico representativo del elemento, consiste en construir un gráfico con el tiempo básico medio acumulado que arroja cada estudio completo. Se empieza por señalar el tiempo básico del primer estudio. Cuando se pasa al segundo, la cifra que indica es un promedio calculado de la manera siguiente: se multiplica el tiempo básico del primer estudio por el número de observaciones de ese mismo estudio; se hace la misma multiplicación para el segundo estudio; se suman todos los productos, y se divide el resultado por el total de observaciones efectuadas durante los dos estudios. Y así sucesivamente a medida que se elaboran los demás datos. Cuando la línea del gráfico se estabiliza en una recta, se han hecho los suficientes estudios del elemento. A continuación se muestra la forma que adquiere el gráfico.

**Fig. 3.7 Gráfico para determinar el número de observaciones.**



### 3.7 COMO OBTENER EL TIEMPO TIPO

---

Para finalizar el estudio de tiempos, solo nos falta obtener el **tiempo tipo**, pero ¿qué es el tiempo tipo? El tiempo tipo es el tiempo total de ejecución de una tarea al ritmo tipo, o sea: contenido de trabajo (El tiempo básico + el suplemento por trabajo adicional, o sea parte del suplemento para contingencias que representa el trabajo) y suplementos por contingencias (demoras), tiempo no ocupado e interferencia de las máquinas, suplementos por descanso, según corresponda.

El suplemento por contingencias es el pequeño margen que se incluye en el tiempo tipo para prever legítimos añadidos de trabajo o demora que no compensa medir exactamente porque aparecen sin frecuencia ni regularidad. También se incluye el suplemento por descanso que es el que se añade al tiempo básico o normal para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución de determinado trabajo en determinadas condiciones y para que pueda atender a sus necesidades personales. Su cuantía depende de la naturaleza del trabajo.

Para realizar el cálculo de los suplementos por descanso, es necesario saber que este tiene dos componentes: el previsto para las necesidades personales y el de la fatiga.

El suplemento por necesidades personales se aplica a los casos inevitables de abandono del puesto. Ese suplemento tiene que ser más largo para el personal femenino. Expresado en porcentajes, como se acostumbra suele ser de 5% para los hombres y de 7% para las mujeres.

El suplemento por fatiga contiene siempre una cantidad básica constante y algunas veces, además, una cantidad variable que depende del grado de fatiga que se suponga cause el elemento. La parte constante del suplemento (o sea el suplemento mínimo por fatiga) corresponde a lo que se piense necesita un obrero que cumple su tarea sentado, que efectúa un trabajo leve en buenas condiciones materiales y que no precisa emplear sus manos, piernas y sentidos sino normalmente. Es la cifra 4%, para hombres y mujeres por igual. La cantidad variable sólo se añade cuando las condiciones de trabajo son penosas y no se pueden mejorar. Se basa en factores que varían según dichas condiciones y su magnitud frecuentemente difiere según el sexo del personal. Tampoco sobre las cifras más acertadas concuerdan las diferentes autoridades. La escala que se utilizara en nuestro estudio y es una de las mas difundidas, se muestra a continuación.

**Cuadro. 3.1 Sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos básicos o normales.**

1. Suplementos constantes	H	M		H	M
<b>Suplementos por necesidades personales</b>	5	7	<b>E. Calidad del aire</b>		
<b>Suplementos básicos por fatiga</b>	<u>4</u>	<u>4</u>	Buena ventilación o aire libre	0	0
	9	11	Mala ventilación, pero sin emanaciones tóxicas ni nocivas	5	5
2. Cantidades variables añadidas al suplemento básico por fatiga			Proximidad de hornos, calderas, etc.	5	15
<b>A. Suplementos por trabajar de pie.</b>	2	4	<b>F. Tensión visual</b>		
<b>B. Suplementos por postura anormal</b>			Trabajos de cierta precisión.	0	0
Ligeramente incomoda	0	1	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
Incómoda (inclinado)	2	3	<b>G. Tensión auditiva.</b>		
Muy incomoda (echado, estirado).	7	7	Sonido continuo	0	0
C. Levantamiento de peso y uso de fuerza (levantar, tirar o empujar)			Intermitente y fuerte	2	2
Peso levantado o fuerza ejercida (en kilos):			Intermitente y muy fuerte.	5	5
2,5	0	1	Estridente y fuerte.	5	5
5	1	2	<b>H. Tensión mental.</b>		
7,5	2	3	Proceso bastante complejo.	1	1
10	3	4	Proceso complejo o atención muy auditiva	4	4
12,5	4	6	Muy complejo	8	8
15	6	9	<b>I. Monotonía mental.</b>		
17,5	8	12	Trabajo algo monótono.	0	0
20	10	15	Trabajo bastante monótono.	1	1
22,5	12	18	Trabajo muy monótono.	4	4
25	14	-			
30	19	-	j. Monotonía física.		
40	33	-	Trabajo algo aburrido.	0	0
50	58	-	Trabajo aburrido.	2	1
<b>D. Intensidad de la luz</b>			Trabajo muy aburrido.	5	2
Ligeramente por debajo de lo recomendable.	0	0			
Bastante por debajo	2	2			
Absolutamente insuficiente	5	5			

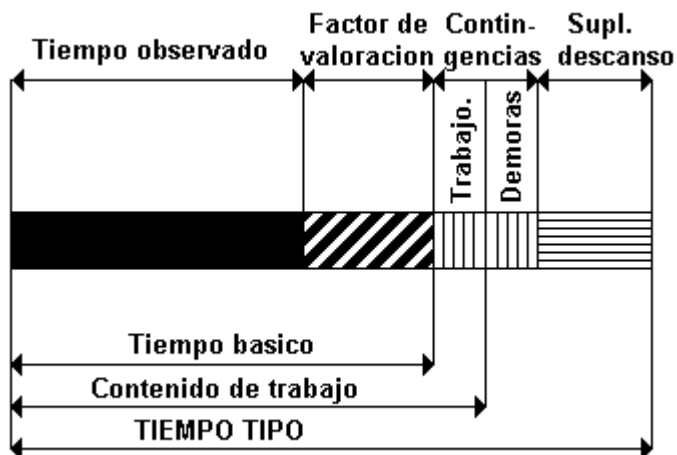
**H = Hombres.**

**M = Mujeres.**

Si el trabajo analizado cuenta con algunas de las características mencionadas; se anexara el porcentaje de tiempo indicado en la tabla al tiempo básico o normal. Con esta operación estamos anexando el suplemento de descanso para obtener nuestro tiempo tipo.

El tiempo tipo de la tarea será la suma de los tiempos tipo de todos los elementos que la componen, habida cuenta de la frecuencia con que se representa cada elemento, más el suplemento por contingencias. El tiempo tipo se puede representar de la siguiente manera.

**Fig. 3.8 Como se descompone el tiempo tipo de una tarea manual simple.**



Cuando se considera que el tiempo observado corresponde a un ritmo inferior al ritmo tipo, el factor de valoración estará comprendido dentro del tiempo observado, naturalmente, pero los suplementos por contingencias y descansos se seguirán como porcentajes del tiempo básico, aunque éste sea inferior al tiempo observado. El tiempo tipo se expresa en minutos u horas tipo.



# CAPITULO IV

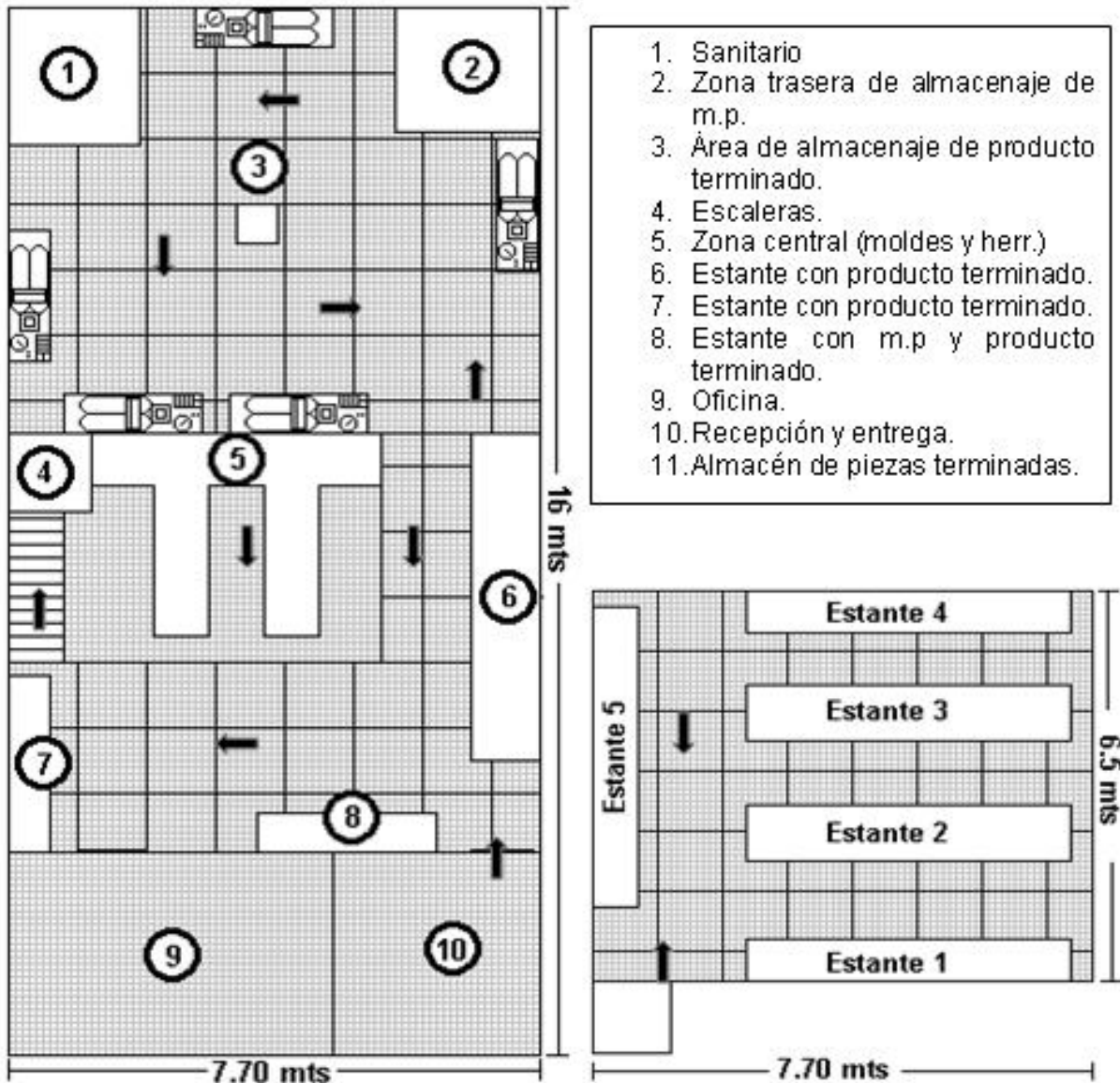
## CASO PRÁCTICO

### 4.1 LAY OUT ACTUAL

Dentro de la empresa se observa que no existe un orden, las diferentes áreas con las que cuenta la empresa están mal distribuidas, los equipos, las herramientas, la materia prima, el producto terminado se encuentra por todos lados. Por otro lado también se observa muchos movimientos largos del material, como retrasos en su entrega.

A continuación se muestra el método actual:

**Fig. 4.1 distribución actual de la empresa.**



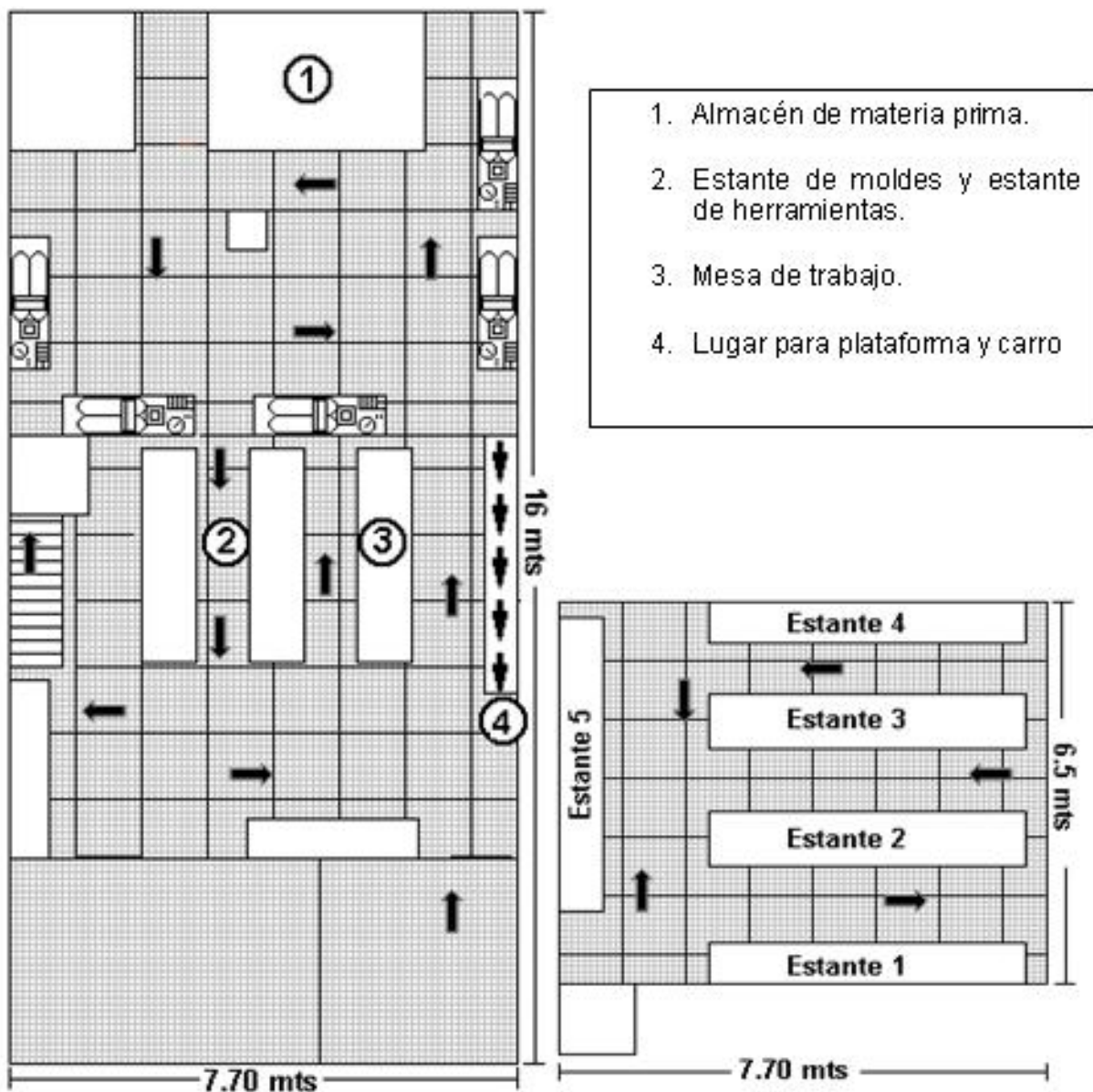
## 4.2 LAY OUT PROPUESTO

Antes de que se diseñara la nueva distribución investigamos todos los datos que directamente o indirectamente afectan la distribución y una vez que se obtuvieron esos datos proponemos el diseño para colocar el equipo adecuado, de tal manera que se pueda lograr el máximo de economía durante el proceso de producción.

En esta distribución que se propone estamos organizando las estaciones de trabajo, las áreas para la materia prima, para el producto terminado, para las herramientas, para el equipo y las maquinas, de manera que permitan el procesado más eficiente del producto, con el mínimo de manipulación.

A continuación se presenta el método propuesto:

**Fig. 4.2 Distribución propuesta**



### **4.3 MANEJO DE MATERIALES METODO ACTUAL**

---

Dentro de la actualidad de la empresa no existe un equipo para el manejo de los materiales y se observa que existe una manipulación excesiva ya que los recorridos son demasiado grandes, por otro lado el tiempo que emplea el operador en recoger el material es demasiado.

También se observa que el operador encargado de recoger los materiales se fatiga, esto es por hacer varios recorridos a las diferentes estaciones de trabajo para abastecer de materia prima.

Otro problema es que existe el riesgo de sufrir algún accidente por el modo de manipular los materiales ya que la mayoría de las veces el material se encuentra en el piso.

### **4.4 MANEJO DE MATERIALES METODO PROPUESTO**

---

Los beneficios que darán los equipos para el manejo de materiales serán:

- Reducción de los costos de manejo.
- Aumento de capacidad.
- Mejoramiento en las condiciones de trabajo.
- Mejor distribución.

Por otra parte nos ayudaran a reducir el tiempo que se emplea en recoger el material, el manejar los materiales con mayor cuidado, reducirá el manejo de los materiales, evitara que el material disperso se acumule en el piso, se podrá manejar mejor el material pesado, se podrá manejar el material mas rápidamente y proporcionara condiciones de seguridad en el trabajo.

Conviene recordar que el principio predominante que hay que tener en cuenta es: que cuanto menos se manipule manualmente un material, se manipulara mejor.

A continuación se presenta el equipo propuesto:

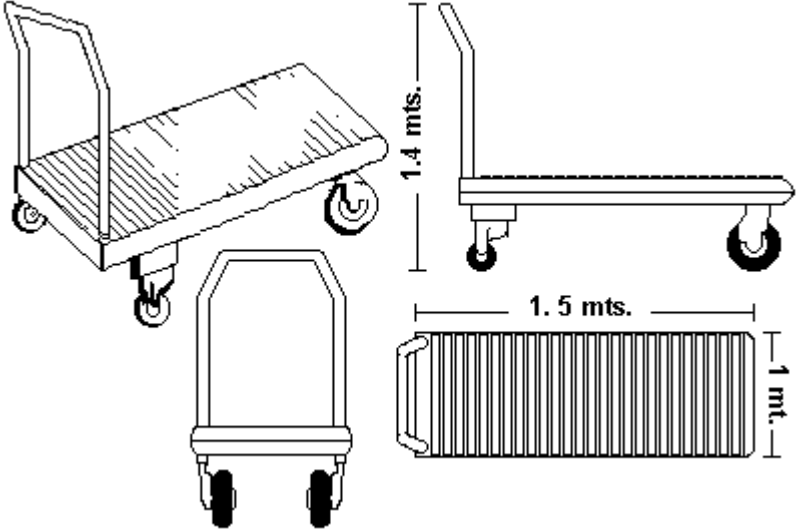
**Fig. 4.3 Esquema de la rampa fija de gravedad**

<b>RAMPA PROPUESTA</b>		
<b>Rampa fija de gravedad.</b>	<b>Cantidad</b> 1.	<b>MEDIDAS.</b> Altura: 3.16 metros Largo: 3.35 metros. 3.85 metros. Ancho: 50 cm. .
		<p style="text-align: center;"><b>DESCRIPCIÓN.</b></p> <p>Esta rampa se propone debido a la necesidad de agilizar el transporte de carga pesada de la planta alta de la fábrica hasta la planta baja.</p> <p>Este ducto estará formado de lamina y se planea montar a lado de la escalera de servició.</p>

**Fig. 4.4 Esquema del carro para transportar herramientas**

<b>CARRO PROPUESTO</b>		
<b>Carro para transportar herramientas</b>	<b>Cantidad</b> 1.	<b>MEDIDAS.</b> Altura: 1.5 metros Largo: 1 metro. Ancho: 1 metro.
		<p style="text-align: center;"><b>DESCRIPCIÓN.</b></p> <p>Este medio de transporte servirá para transportar toda clase de herramientas, principalmente las que se utilizan para preparar y dar mantenimiento a la maquinaria a la zona de trabajo. Consta de 3 superficies para contener todo tipo de cosas necesarias para trabajar y cuatro ruedas giratorias para facilitar el transporte.</p>

**Fig. 4.5 Esquema de la Plataforma con ruedas**

<b>PLATAFORMA PROPUESTA</b>		
<b>Plataforma con ruedas</b>	<b>Cantidad 1.</b>	<b>MEDIDAS.</b> <b>Altura: 1.4 metros</b> <b>Largo: 1.5 metros.</b> <b>Ancho: 1 metro.</b>
		<b>DESCRIPCIÓN.</b>  Esta plataforma fue designada para mejorar el transporte de la materia prima y el producto ya terminado.  Esta consta de 2 pares de ruedas giratorias que pueden virar en cualquier dirección para facilitar el traslado, así como un asa que alcanza una altura de 1.4 mts que facilita la manipulación al operario.

## 4.5 CURSOGRAMA SINÓPTICO DE LAS ACTIVIDADES

En esta primera etapa del análisis, se observaron los siguientes aspectos que afectan a la productividad de la empresa:

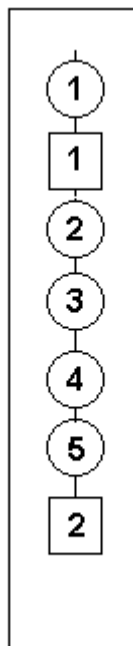
- a) El área de trabajo se encuentra desorganizada.
- b) Hay errores en los métodos de trabajo.
- c) Algunas condiciones de trabajo pueden mejorarse.
- d) Hay problemas de calidad en los productos.
- e) Se observan retrabajos de los productos.
- f) Hay recorrido de materiales muy frecuente.
- g) Falta estandarización de los métodos de trabajo.
- h) Se pueden utilizar mejor los recursos.

Utilización del estudio de los métodos de trabajo. Registro de los hechos observados.

Cursograma sinóptico de las actividades.

En esta primera etapa veremos en forma general la actividades que se elaboraran en la empresa, donde se esta realizando el estudio. La mejor forma para iniciar nuestro estudio, es realizar un diagrama sinóptico de las actividades, que nos permita ver claramente la secuencia de eventos, en orden cronológico, desde el material en bruto hasta el empaque del producto terminado. En nuestro caso tenemos la actividad, en la cual se realizan pequeñas piezas de polietileno por millares.

El cursograma analítico que se observo es el siguiente:



**Operación 1. Acercar molde al cañón y realizar proceso de inyección.**

**Inspección 1. Verificar que el equipo funcione adecuadamente.**

**Operación 2. Preparar las herramientas y materiales necesarios para trabajar.**

**Operación 3. Sacar las piezas de la maquina.**

**Operación 4. Desglosar y separar las piezas terminadas del excedente de material y colocar este en la caja para ser reutilizado.**

**Operación 5. Quitar las pequeñas inconformidades de cada pieza.**

**Inspección 2. Verificar el correcto acabado de las piezas y colocarlas en el empaque.**

## TIEMPOS DE LOS ELEMENTOS DEL CURSOGRAMA SINÓPTICO ESPECÍFICO.

Elemento	Tiempo transcurrido
Operación 1	18 segundos
Inspección 1	4 Segundos
Operación 2	6 Segundos
Operación 3	3 Segundos
Operación 4	5 Segundos
Inspección 2	7 Segundos
<b>Tiempo total.</b>	<b>43 segundos</b>

Nótese que en este caso el diagrama solo consta de un solo camino principal ya que el proceso que estamos estudiando, la pieza surge de una actividad simple que no contiene subensambles.

Estos valores de tiempos registrados no son de gran precisión y son considerados como valores promedio, puesto que el objetivo principal de esta medida de registro del estudio de métodos que es el cursograma sinóptico de las actividades, es mostrar un cuadro muy general del trabajo que se desarrolla, para poder tener una idea de lo que se va a analizar.

### **4.6 CURSOGRAMA ANALÍTICO DE LAS ACTIVIDADES ACTUAL**

---

Una vez que tenemos el proceso general de lo que se realiza en la empresa, por medio del Cursograma sinóptico de las actividades, procedemos a analizar con mas detalle lo que se está realizando en la empresa. Para registrar con lujo de detalle todas las actividades que se desempeñan, nos valdremos de lo que se conoce como cursograma analítico.

Debido a que la elaboración del producto solo contiene operaciones muy básicas y generales, el cursograma tendrá la utilidad de servirnos para registrar el movimiento de las materias primas, herramientas, productos terminados y empaque del producto.

Una vez aclarada la utilidad que desempeñaran los cursogramas analíticos en este estudio, es hora de empezar a registrar los hechos por medio de esta valiosa técnica.

A continuación se muestran los diversos cursogramas que se registraron.

**Fig. 4.6 Cursograma sinóptico para el material actual**

CURSOGRAMA ANALITICO OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO					
DIAGRAMA num. 1 HOJA 1 DE 1		R E S U M E N			
OBJETIVO: Polietileno contenido en cajas		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMICA
ACTIVIDAD: Transporte de materias primas en un taller donde se elaboran piezas de plastico		OPERACIÓN	7	6	
		TRANSPORTE	14	7	
		ESPERA	1	0	
		INSPECCION	2	3	
		ALMACENAMIENTO	6	3	
<b>METODO: ACTUAL</b>					
LUGAR: Taller de maquila de plasticos		DISTANCIA (metros)			
OPERARIOS: 1 FICHA num. FECHA 26-12-05		TIEMPO (min-hombre)			
COMPUESTO POR: RICARDO PEREZ		COSTO	\$60		
HECTOR QUIROZ		MANO DE OBRA	\$60		
APROBADO POR:		MATERIAL	\$1050		
		TOTAL	\$1110		
DESCRIPCION	CANTIDAD (PZ)	DISTANCIA (M)	TIEMPO (MIN)	SIMBOLO	OBSERVACIONES
Operario se traslada a recepción	20	0	15	○	
Recibe materia prima	20	0	5	◻	
Inspecciona materia prima	20	2	0,5	◻	
Registrar en bitacora materia prima recibida	20	0	7	◻	
Traslada cajas al area de herramientas	5	8,5	3	◻	
Almacena cajas	5	0	2	◻	
Regresa a recepción	0	8,5	2	◻	
Traslada cajas al área de herramientas	5	8,5	3	◻	
Almacena cajas	5	0	2	◻	
Regresa a recepción.	0	8,5	2	◻	
Traslada cajas al area de herramientas	5	8,5	3	◻	
Almacena cajas	5	0	2	◻	
Regresa a recepción.	0	8,5	2	◻	
Traslada cajas al area de herramientas	5	8,5	3	◻	
Almacena cajas	5	0	2	◻	
<b>Despues de almacenar materia prima procede abastecer los centros de trabajo</b>					
Selecciona materia prima requerida	2	0	3	○	
Traslada materia prima a centro de trabajo	2	6,5	2	◻	
Regresa al area de herramientas	0	6,5	0,5	◻	
Selecciona materia prima requerida	2	0	3	○	
Traslada materia prima a centro de trabajo	2	6,5	2	◻	
Regresa al area de herramientas	0	6,5	0,5	◻	
Selecciona cajas de materia prima	5	0	2	○	
Traslada materia prima a centro de trabajo	5	6,5	1,5	◻	
Almacena cajas	5	4	3	◻	
Espera el requerimiento de los operarios	0	0	5	○	
Selecciona materia prima requerida	1	0	3	○	
Abastece al centro de trabajo	1	2	1	◻	
Regresa al area de herramientas	0	11	1	◻	
Inpecciona materia prima sobrante	11	0	2	◻	
Se traslada al estante 1 por tornillos	0	4,3	1	◻	
Selecciona bolsa de tornillos	30	0	2	○	
Traslada tornillos al almacen de materia p.	30	11,3	3	◻	
Almacena tornillos	30	0	1	◻	
<b>c= cajas</b>					
<b>b= bolsas</b>					
<b>TOTAL</b>	20 c 30 b	126,6	90		







Una vez ya obtenidos los datos y registrados en los diagramas se observa que existe un alto costo en las distancias recorridas, existen muchos retrasos en la entrega de materia prima como de producto terminado.

Por otro lado existen muchos almacenamientos temporales en las estaciones de trabajo y además de haber registrado las operaciones y las inspecciones el diagrama nos muestra todos los transportes y retrasos de almacenamiento con los que tropieza el producto en su recorrido por la planta.

Nota: Los costos mostrados en el registro anterior son en aproximación dados por el sueldo diario del trabajador y el costo de cada caja que se utiliza, así como el costo de cada bolsa con tornillos que se utilizan en el proceso.

## **4.7 CURSOGRAMA ANALÍTICO DE LAS ACTIVIDADES PROPUESTO**

El cursograma analítico de las actividades no es un fin en si mismo, sino simplemente un medio para un fin. Se utilizo, como instrumento de análisis, para eliminar los costos ocultos de un proceso. El hecho de que el cursograma muestre claramente todos los transportes, retrasos y almacenamientos, nos ayudo a reducir, tanto la cantidad, como la duración de estos elementos.

En el cursograma propuesto se pueden eliminar los tiempos de retrasos y almacenamientos, para mejorar las entregas a los clientes, así como para reducir los costos, como también reducir el tiempo de manejo del material.

También se pudo hacer un aumento en el tamaño de la unidad de material manipulado a fin de reducir la misma manipulación, el desperdicio y los tiempos muertos.

Por otro lado el equipo propuesto para la manipulación de los materiales redujo la cantidad de manipulación que hacen los operadores.

A continuación se muestran los cursogramas propuestos.



**Fig. 4.10 Cursograma sinóptico para el equipo propuesto**

CURSOGRAMA ANALITICO OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO					
DIAGRAMA num. 2 HOJA 1 DE 1		R E S U M E N			
OBJETIVO: Moldes de inyeccion		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMICA
ACTIVIDAD: Ensamble y montaje de moldes de inyeccion de plastico		OPERACIÓN	10	5	
		TRANSPORTE	6	2	
		ESPERA	0	0	
		INSPECCION	2	2	
		ALMACENAMIENTO	1	1	
<b>METODO: PROPUESTO</b>					
LUGAR: Taller de maquila de plasticos		DISTANCIA (metros)	32	7	
OPERARIOS: 1 FICHA num.		TIEMPO (min-hombre)	62,5	22	
FECHA 28-12-05		COSTO			
COMPUESTO POR: RICARDO PEREZ		MANO DE OBRA	\$60		
HECTOR QUIROZ		MATERIAL			
APROBADO POR:		TOTAL			
DESCRIPCION	CANTIDAD (PZ)	DISTANCIA (M)	TIEMPO (MIN)	SIMBOLO	OBSERVACIONES
				○ □ ▽	
Operario selecciona equipo y herramientas para desmontar y montar moldes		0	5		Ver herramientas en el diagrama actual
Coloca equipo y herramientas en carro propuesto		0	2		
Se traslada al centro de trabajo indicado		3,5	1		
Realiza operación de desmonte de molde		0	5		
Coloca piezas utilizadas en carro		0	1,5		
Realiza operación de montaje de molde		0	5		
Verifica el montaje		0			
Coloca equipo y herramientas utilizadas en carro		0	1,5		
Traslada equipo y herramientas a la zona de herramientas		3,5	1		
Coloca equipo y herramientas utilizadas en su respectivo lugar		0	2,5		
<b>TOTAL</b>		<b>7</b>	<b>22</b>		

**Fig. 4.11 Cursograma sinóptico para el material propuesto**

CURSOGRAMA ANALITICO OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO					
DIAGRAMA num. 3 HOJA 1 DE 1		R E S U M E N			
OBJETIVO: Polietileno contenido en cajas		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMICA
ACTIVIDAD: Transporte y almacenamiento del producto terminado con embalaje.		OPERACIÓN	5		
		TRANSPORTE	9		
		ESPERA	0		
		INSPECCION	1		
		ALMACENAMIENTO	3		
<b>METODO: PROPUESTO</b>					
LUGAR: Taller de maquila de plasticos		DISTANCIA (metros)	116		
OPERARIOS: 1 FICHA num.		TIEMPO (min-hombre)	20		
FECHA 28-12-05		COSTO			
COMPUESTO POR: RICARDO PEREZ		MANO DE OBRA			
HECTOR QUIROZ		MATERIAL			
APROBADO POR:		TOTAL			
DESCRIPCION	CANTIDAD (PZ)	DISTANCIA (M)	TIEMPO (MIN)	SIMBOLO	OBSERVACIONES
Operarios terminan lotes de produccion	18	0		○	Con su embalaje
Operario se traslada con plataforma a los centros de trabajo		3,5	1,5	◻	Plataforma de ruedas propuesta
Recoje lotes terminados		0	3	◻	18 bolsas
Traslada lotes al almacen de la planta baja		4	1,5	◻	Estante 1 y 2
Almacena lotes de piezas		0,5	2	◻	
Traslada plataforma a escaleras		1	1	◻	
Agarra lotes de piezas		0	1	◻	
Traslada lotes al almacen de la planta alta		6	1,5	◻	
Almacena lotes de piezas		3	1	◻	
Regresa a la planta baja		6	1	◻	
Traslada plataforma a su lugar		3	1	◻	
Coloca plataforma		0	0,3	◻	
		<b>27</b>	<b>14,8</b>		
<b>Proceso cuando se entregan pedidos del almacen de la planta baja</b>					
Secretaria emite pedido de piezas	18	0	0,15	○	
Operario se traslada a estantes		3	1,5	◻	
Agarra # de piezas requeridas		0	1	◻	El numero de pz varia
Traslada piezas a recepcion		2,5	1,5	◻	
Entrega piezas		0	0,2	◻	
		<b>5,5</b>	<b>4,35</b>		
<b>Proceso cuando se entregan pedidos del almacen de la planta alta</b>					
Secretaria emite pedido de piezas	18	0	0,15	○	
Operario se traslada a estantes		5	2	◻	
Agarra # de piezas requeridas		0	1	◻	El numero de pz varia
Se traslada a rampa		2	1	◻	Rampa propuesta
Manda piezas por rampa		0	1	◻	
Secretaria recibe piezas		0	0,3	◻	
Se traslada a recepcion		2	1	◻	
Entrega piezas		0	0,3	◻	
		<b>9</b>	<b>6,75</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>18 bolsas</b>	<b>41,5</b>	<b>25,9</b>		

## **4.8 DIAGRAMA DE RECORRIDO ACTUAL**

---

El diagrama de recorrido que viene a ser el siguiente paso de nuestro estudio como ya se menciona en el lay out del punto 4.1, es un plano de nuestra planta que esta hecho a escala.

En el diagrama de recorrido, trazaremos todos los movimientos registrados del cursograma analítico, utilizando también sus correspondientes símbolos.

En esta parte se observo que dentro de las instalaciones existe gran cantidad de espacios recorridos por el personal, como también una congestión del transito.

Ahora que ya tenemos un esquema gráfico detallado de la planta podemos continuar por trazar las rutas contempladas en los cursogramas sinópticos que se registraron. Es muy importante tener un seguimiento crítico de las operaciones registradas anteriormente para poder determinar nuevos factores de mejora que nos proporcionaran nuestros diagramas.

A continuación se muestran los diagramas de recorrido que se presentan en el registro de los hechos.

**Fig. 4.12 Diagrama de recorrido de los materiales registrado (Hoja 1 de 6).**

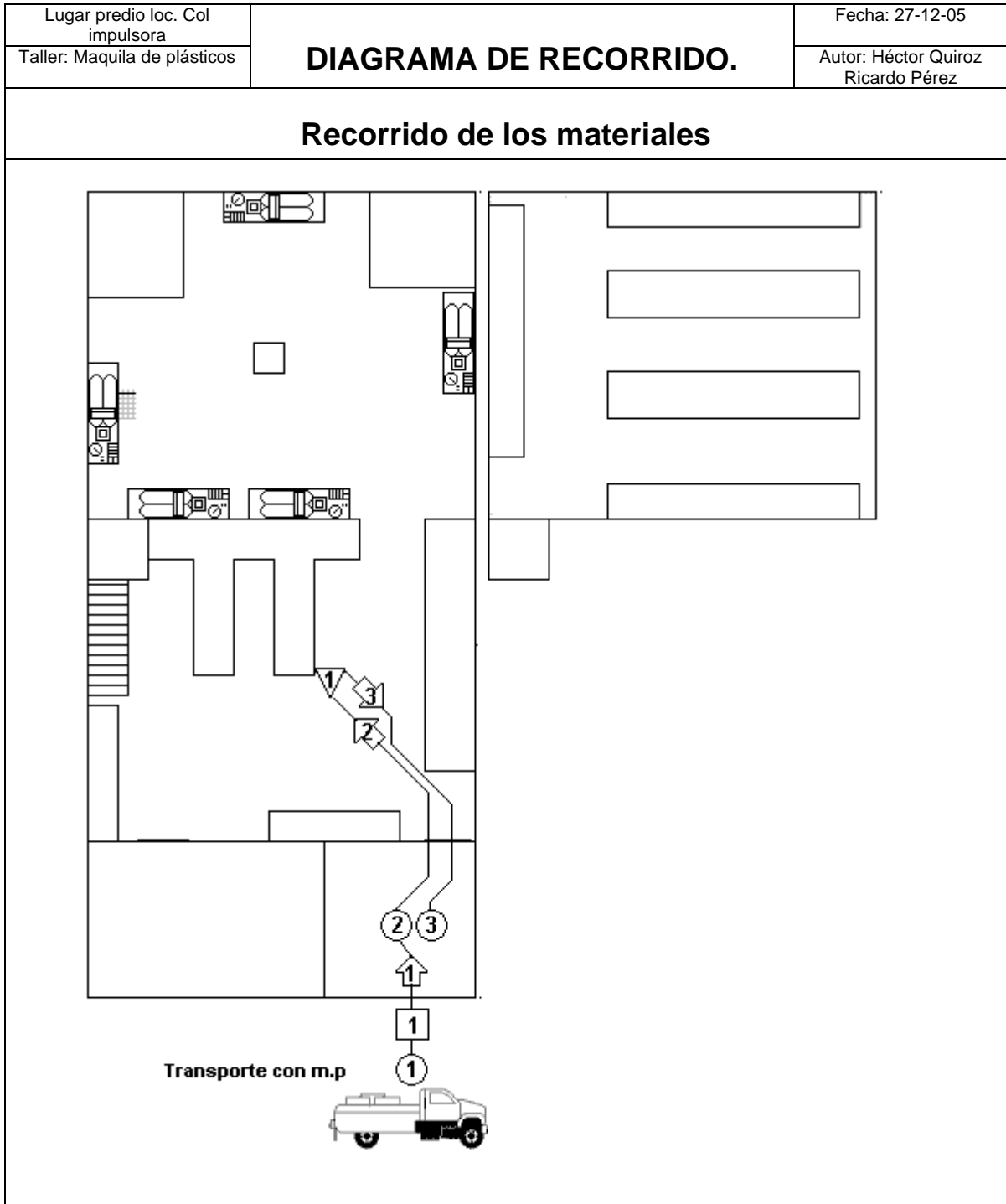




Fig. 4.13 Diagrama de recorrido de los materiales registrado (Hoja 2 de 6).

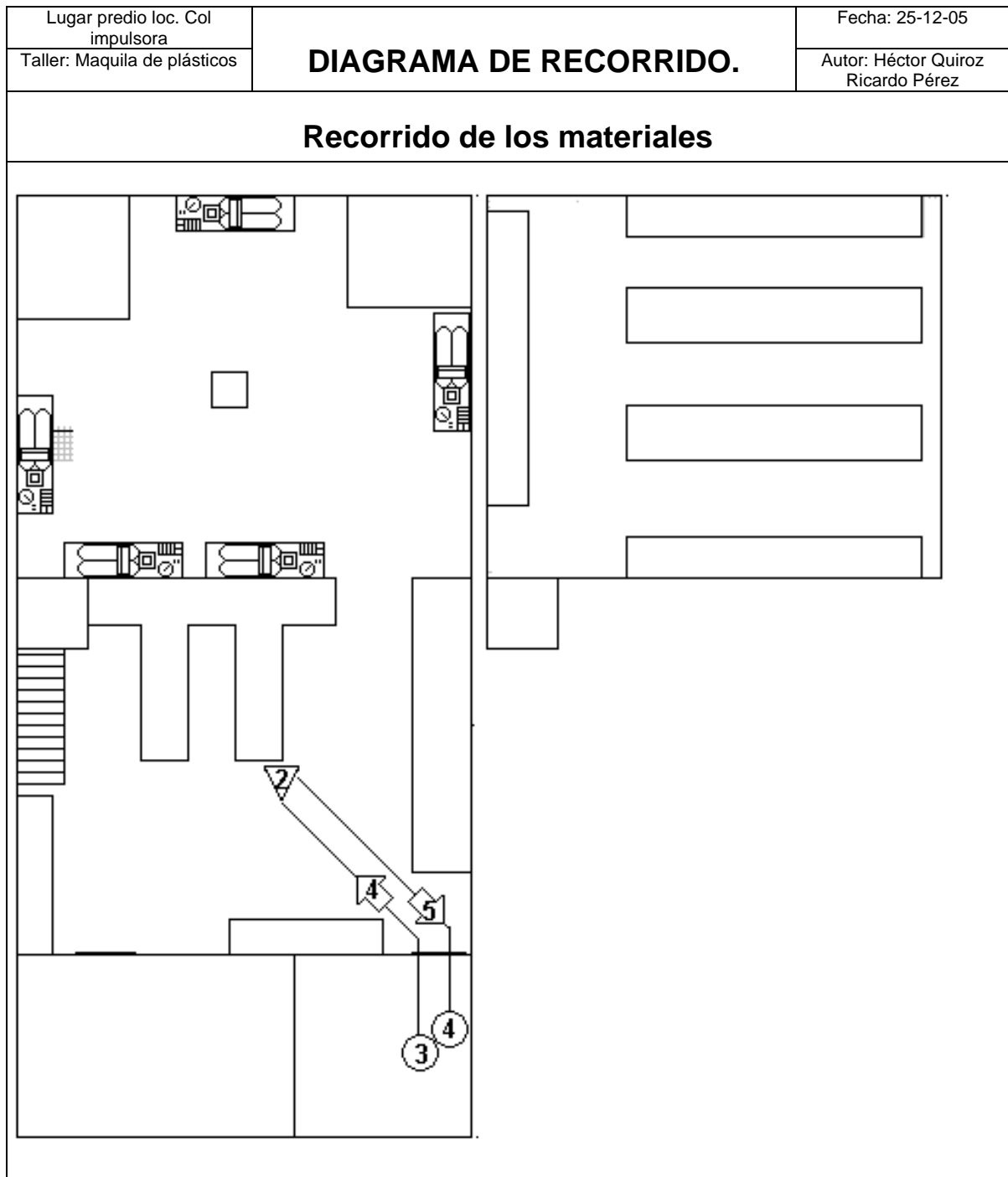


Fig. 4.14 Diagrama de recorrido de los materiales registrado (Hoja 3 de 6).

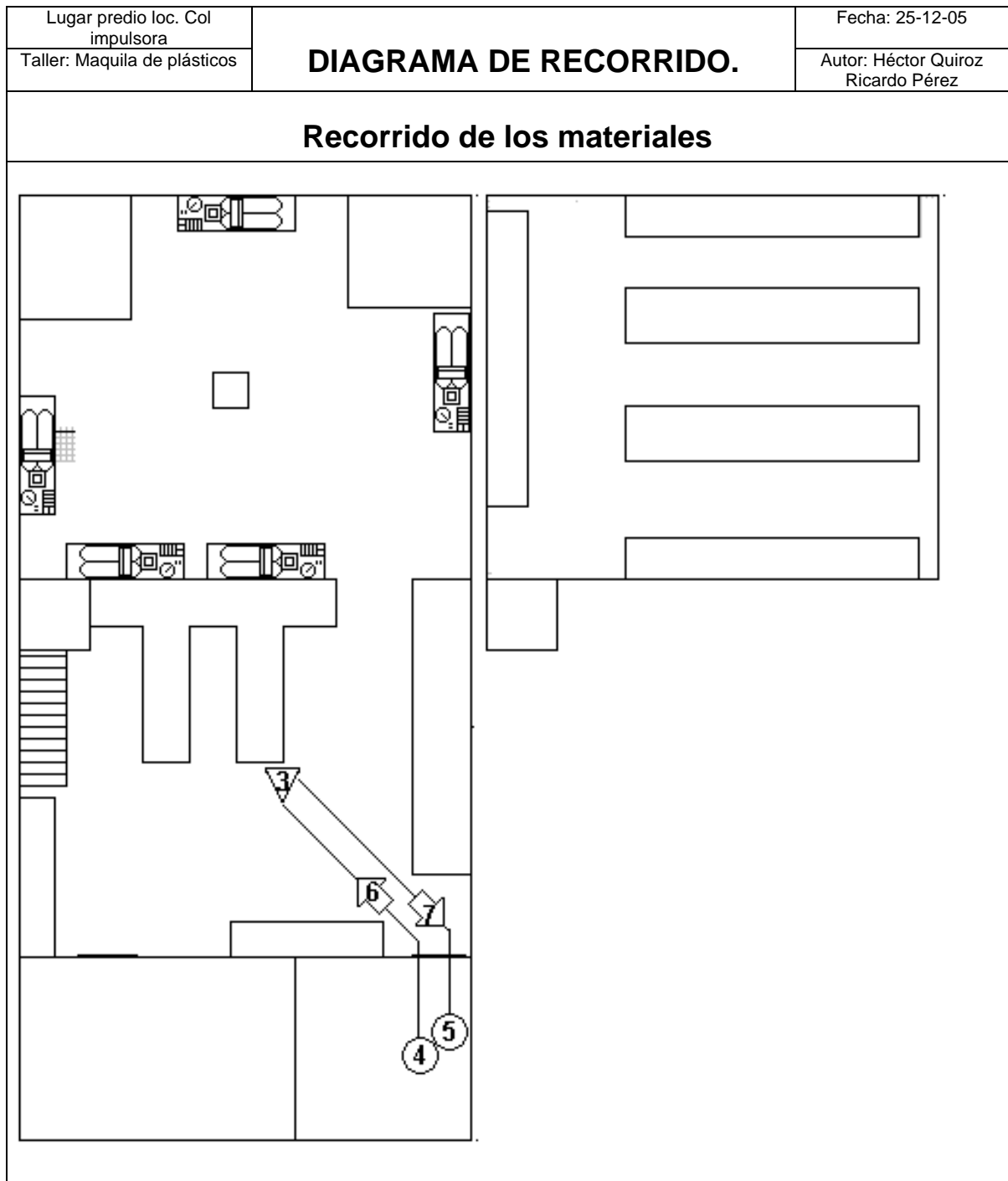
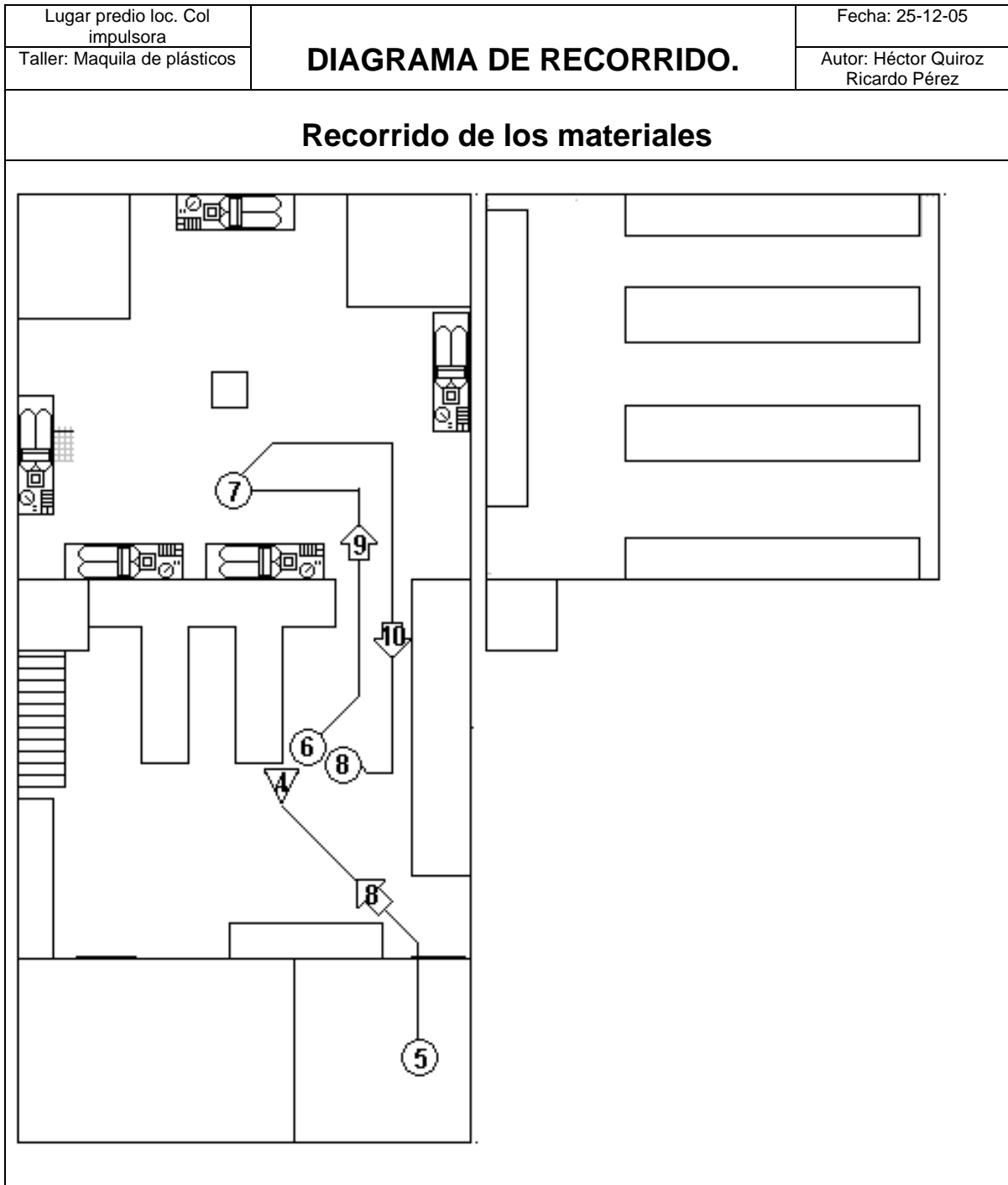


Fig. 4.15 Diagrama de recorrido de los materiales registrado (Hoja 4 de 6).



**Fig. 4.16 Diagrama de recorrido de los materiales registrado (Hoja 5 de 6).**

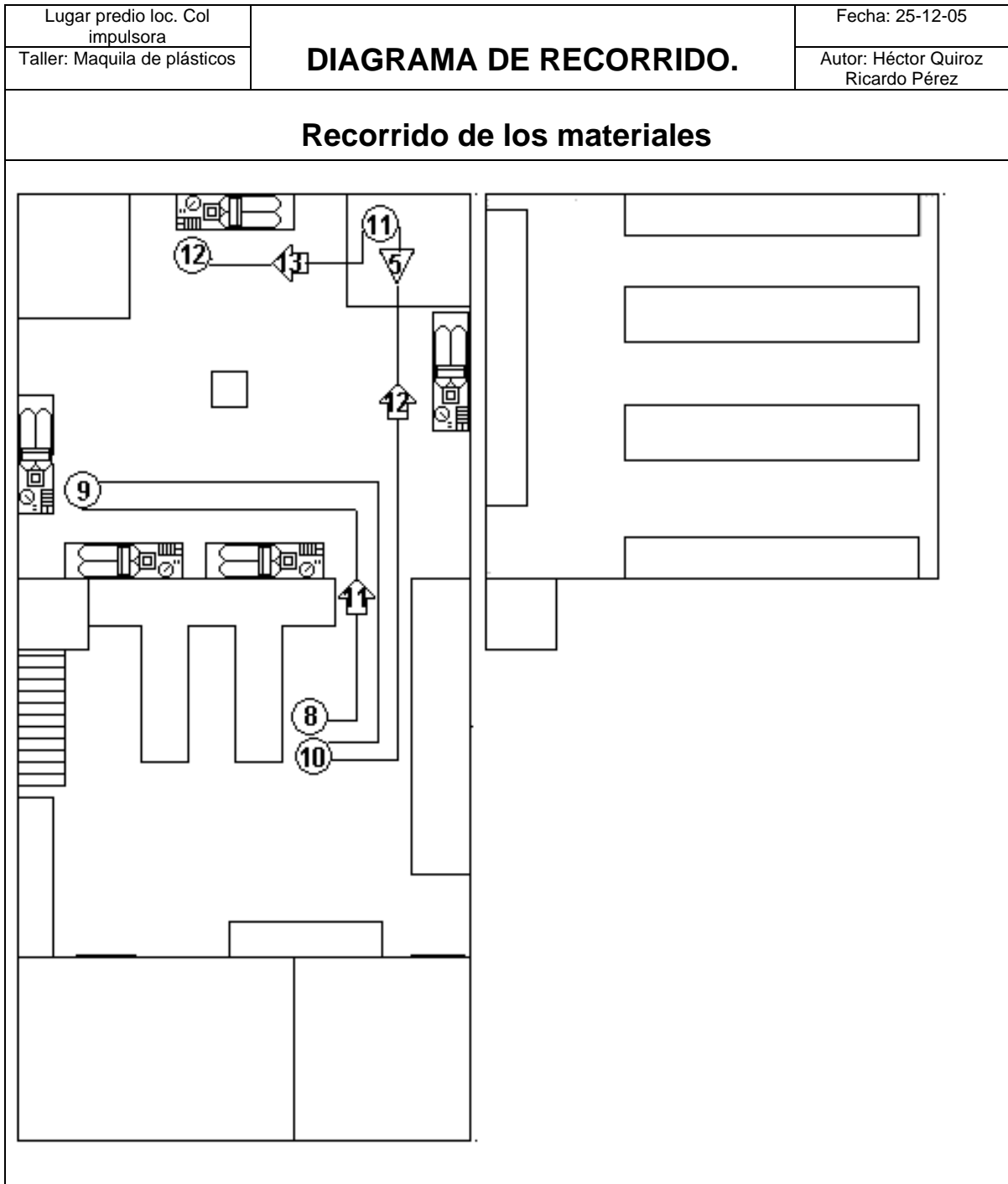


Fig. 4.17 Diagrama de recorrido de los materiales registrado (Hoja 6 de 6).

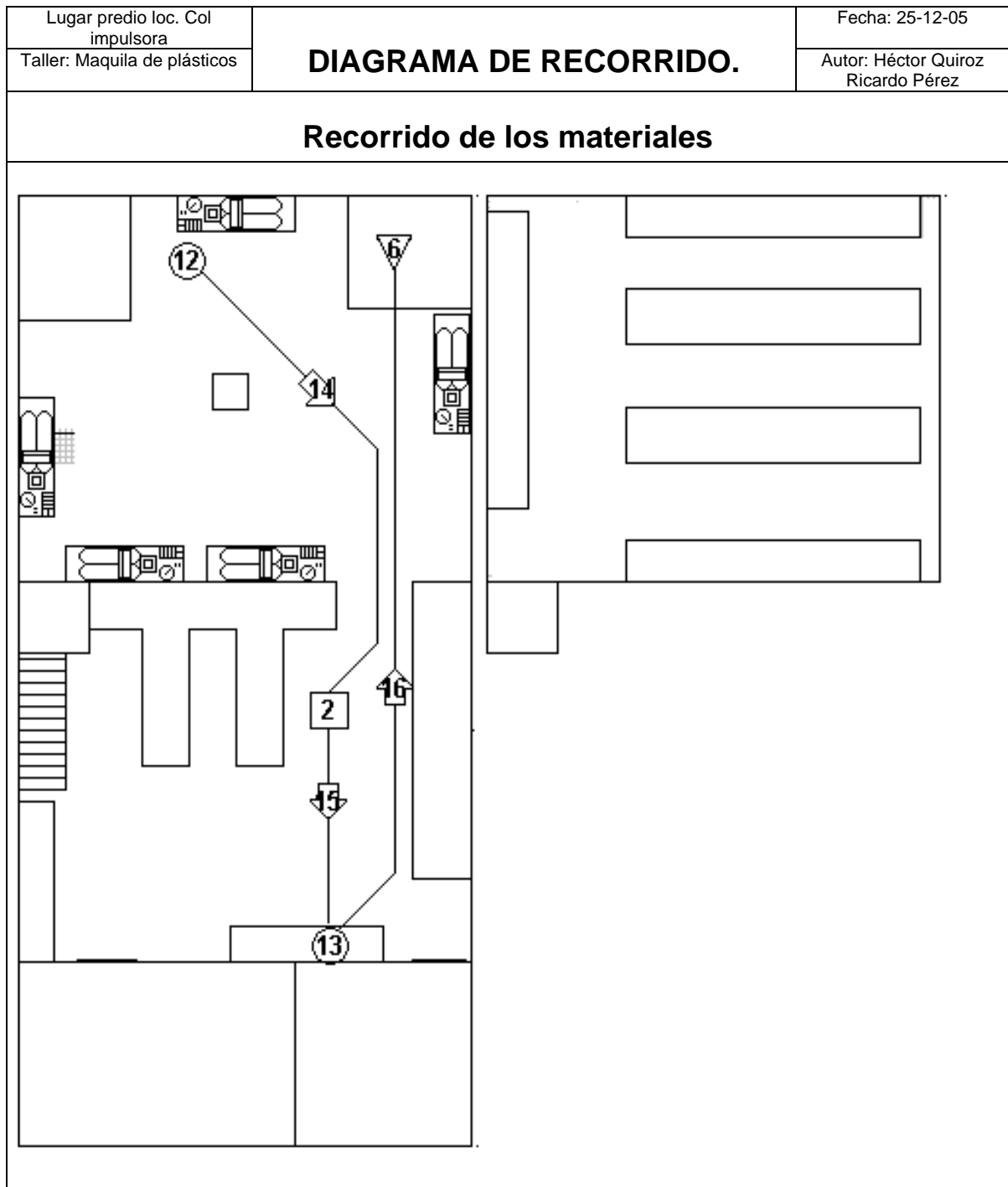


Fig. 4.18 Diagrama de recorrido de las herramientas (Hoja 1 de 2).

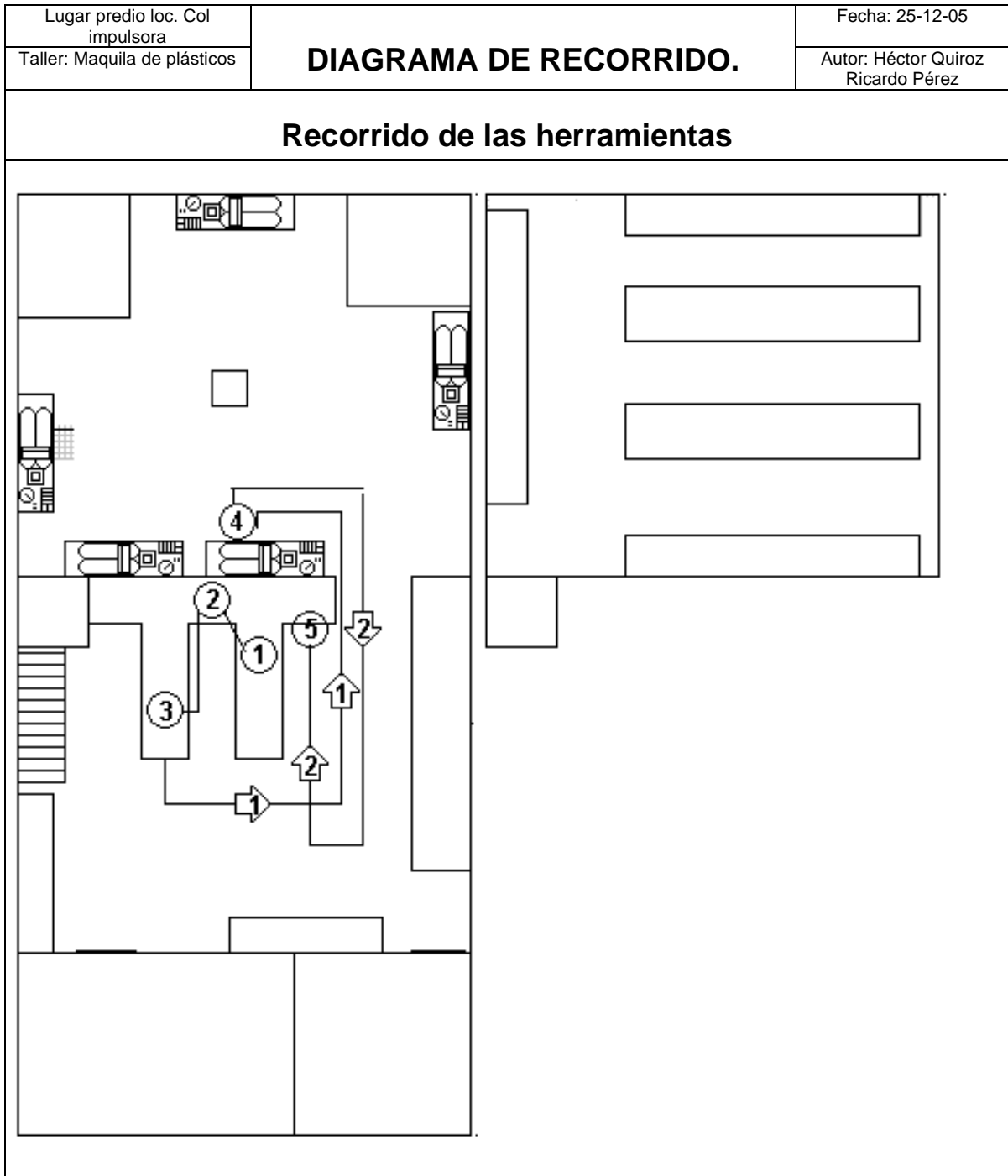


Fig. 4.19 Diagrama de recorrido de las herramientas (Hoja 2 de 2).

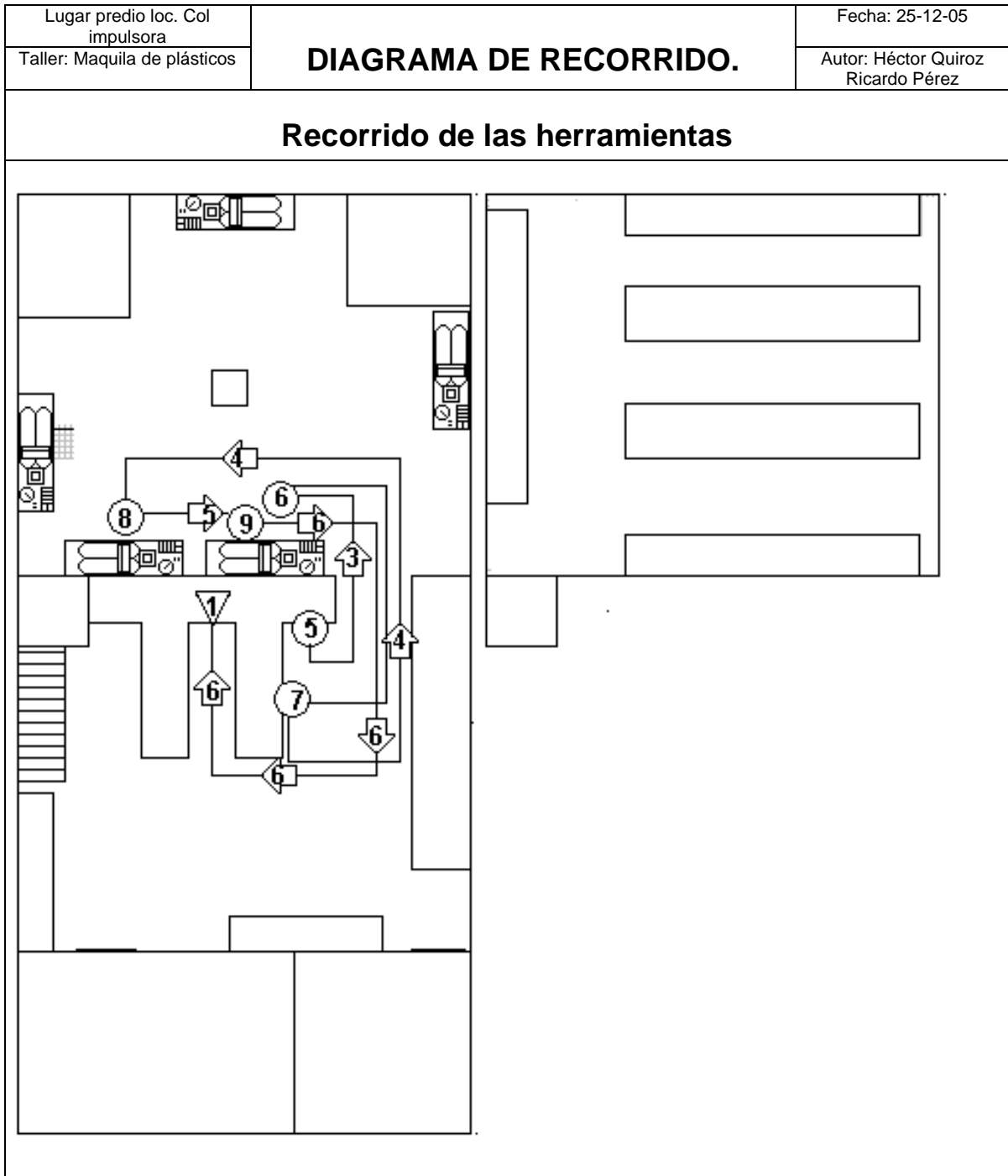


Fig. 4.20 Diagrama de recorrido del producto terminado (Hoja 1 de 4).

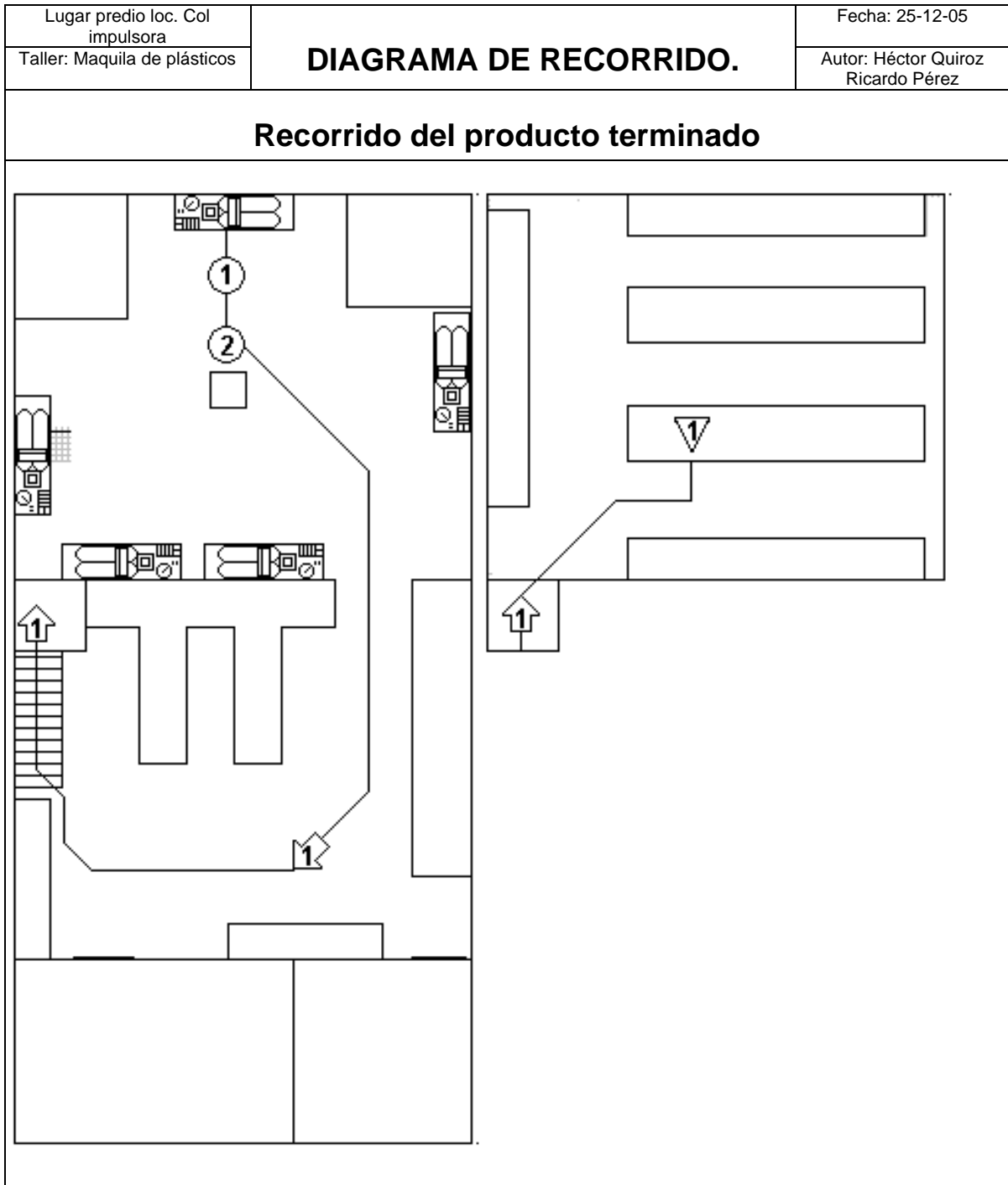




Fig. 4.21 Diagrama de recorrido del producto terminado (Hoja 2 de 4).

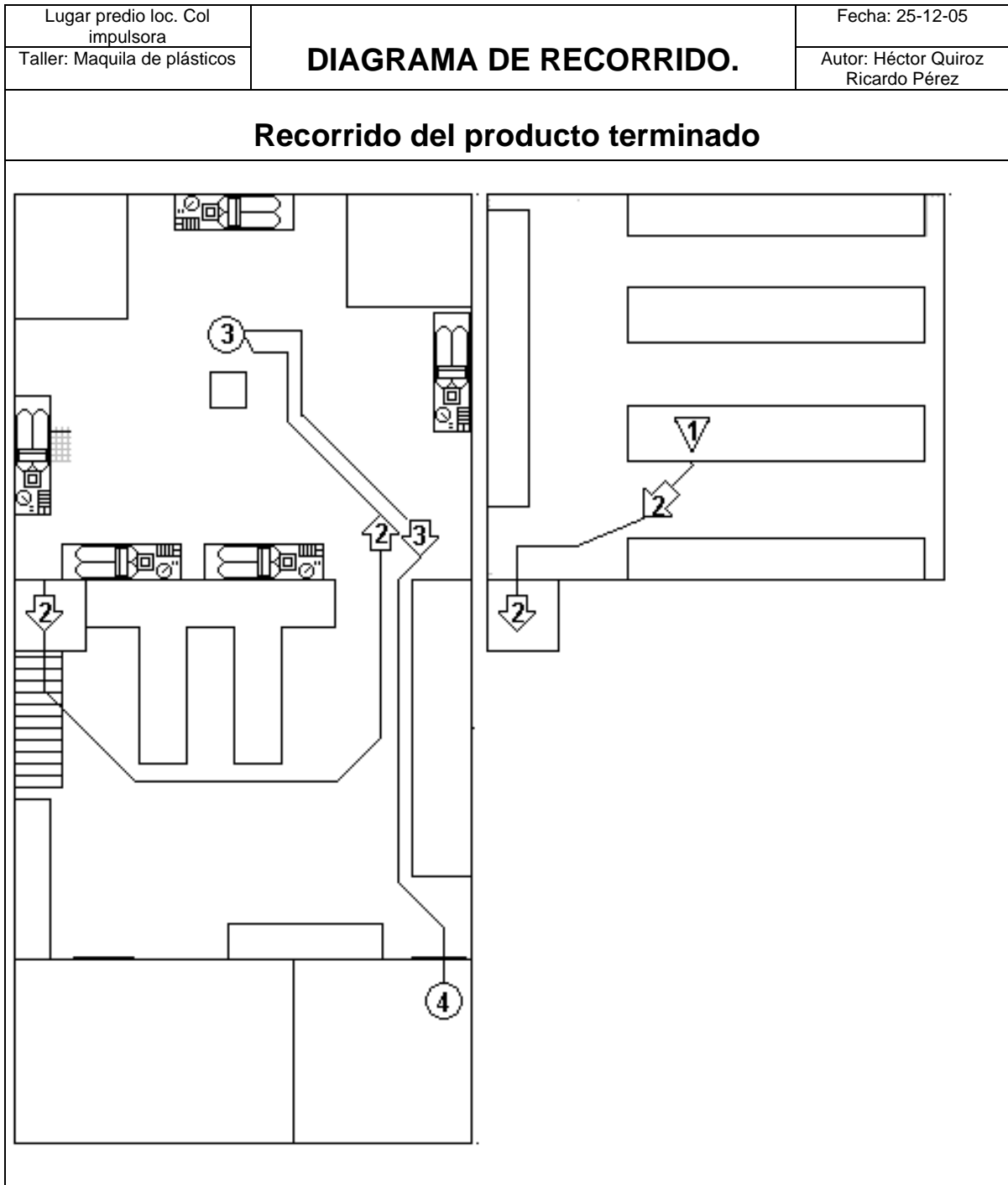


Fig. 4.22 Diagrama de recorrido del producto terminado (Hoja 3 de 4).

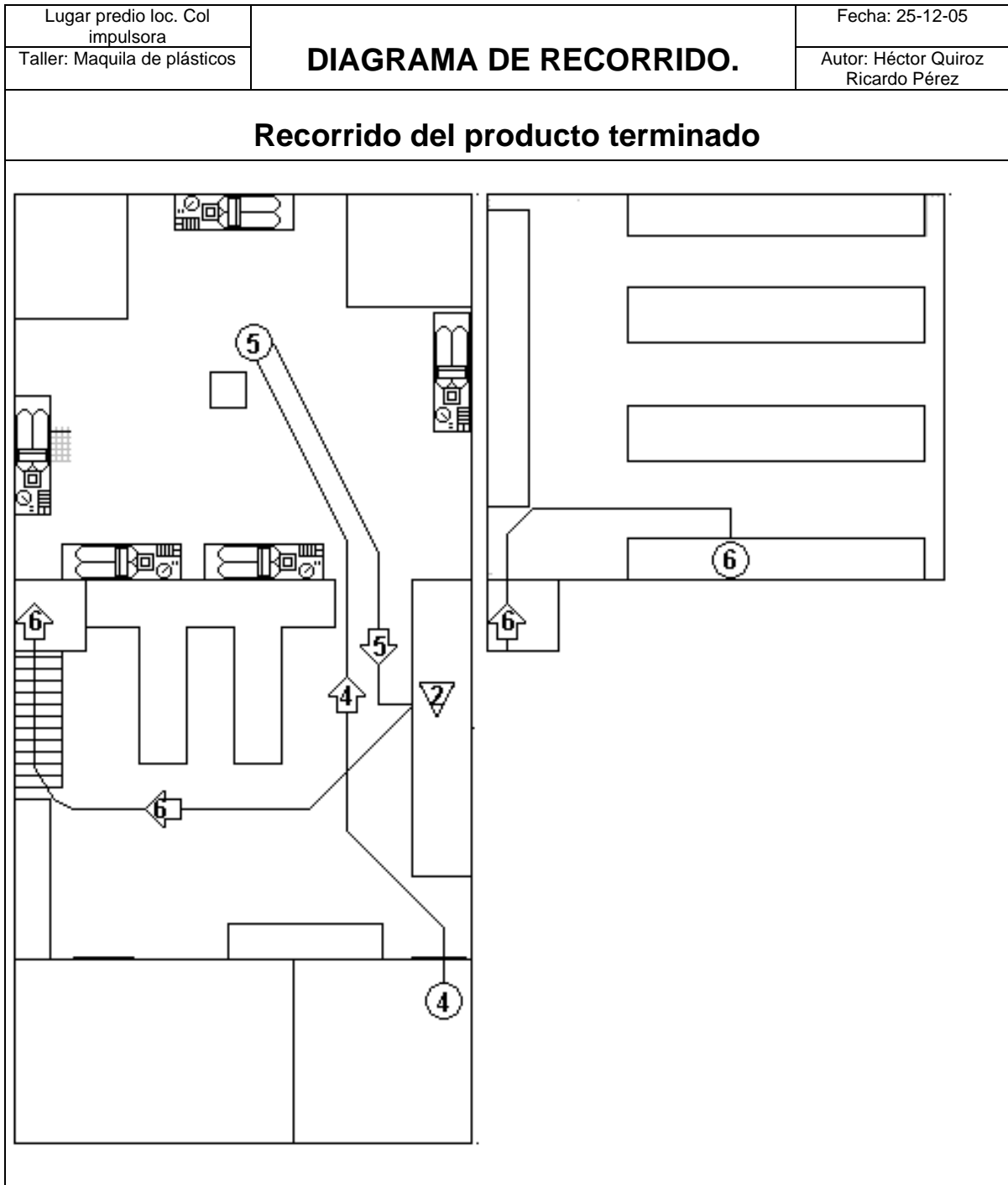
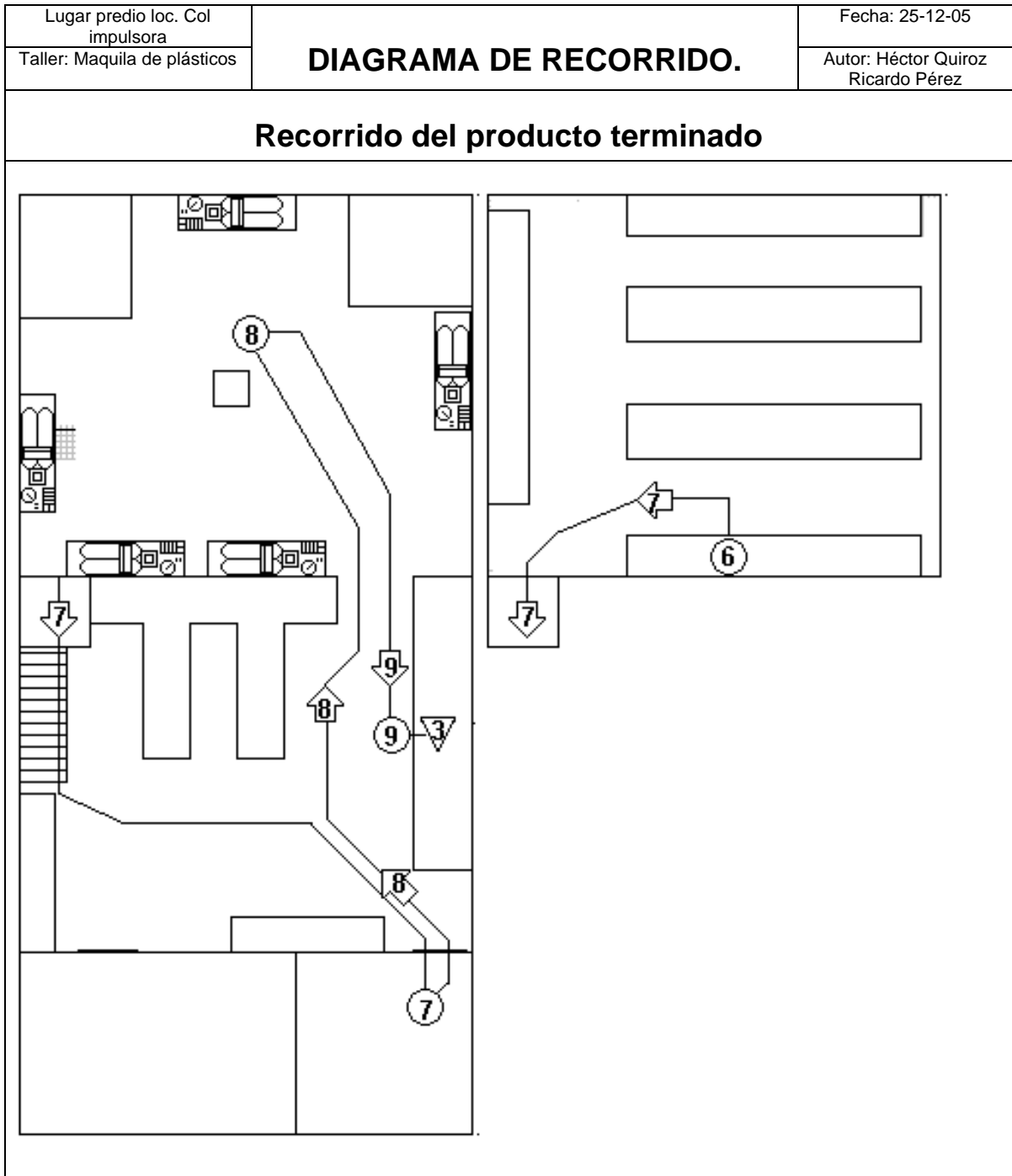


Fig. 4.23 Diagrama de recorrido del producto terminado (Hoja 4 de 4).



## 4.9 DIAGRAMA DE RECORRIDO PROPUESTO

Los siguientes diagramas de recorrido fueron elaborados en conjunto con los cursogramas analíticos con el fin de mejorar la producción de la planta, evitando los recorridos innecesarios y se pudo visualizar las áreas para el almacenamiento temporal o permanente, estaciones de inspección y puntos de trabajo como se muestra a continuación:

**Fig. 4.24 Diagrama de recorrido propuesto**

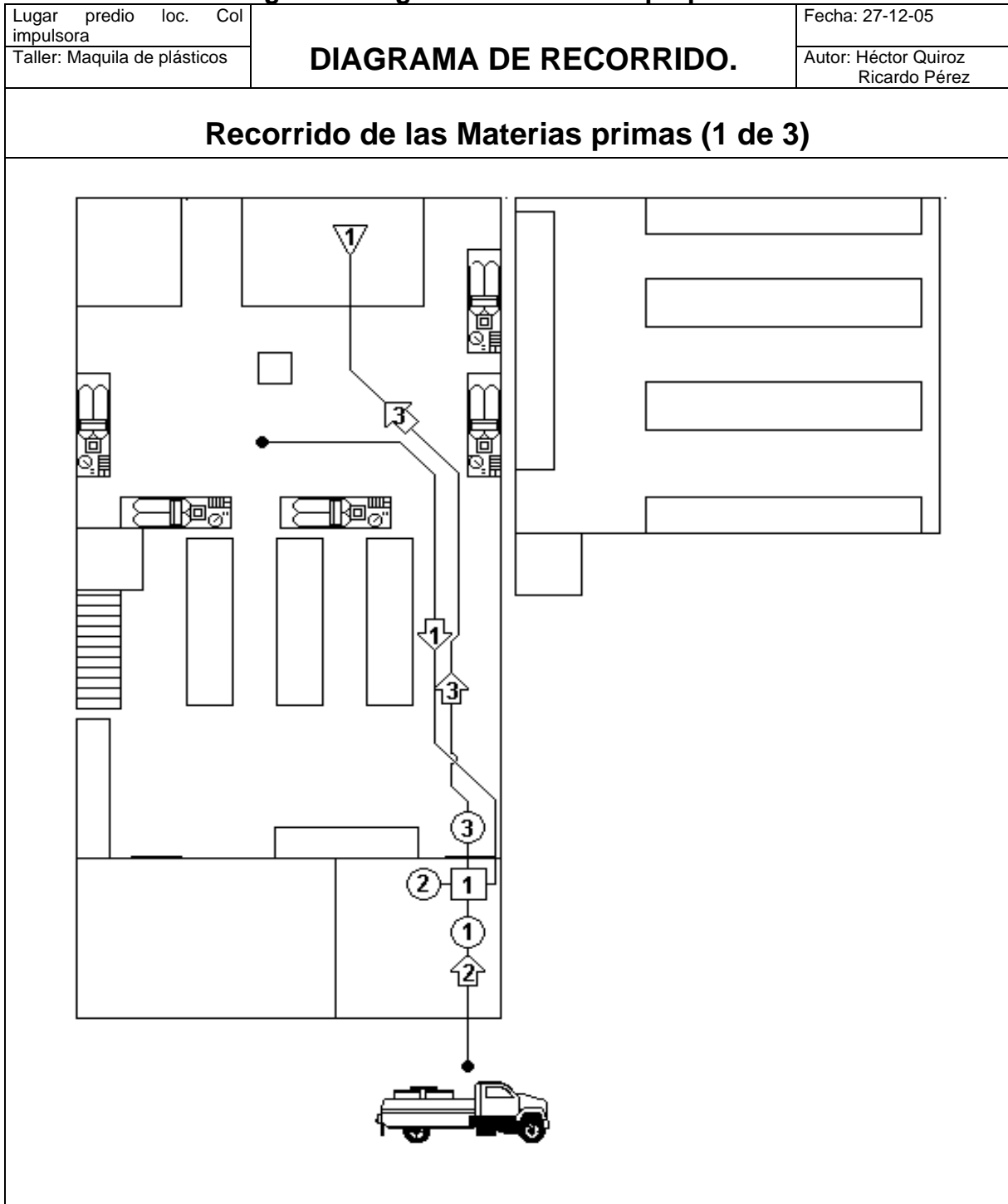
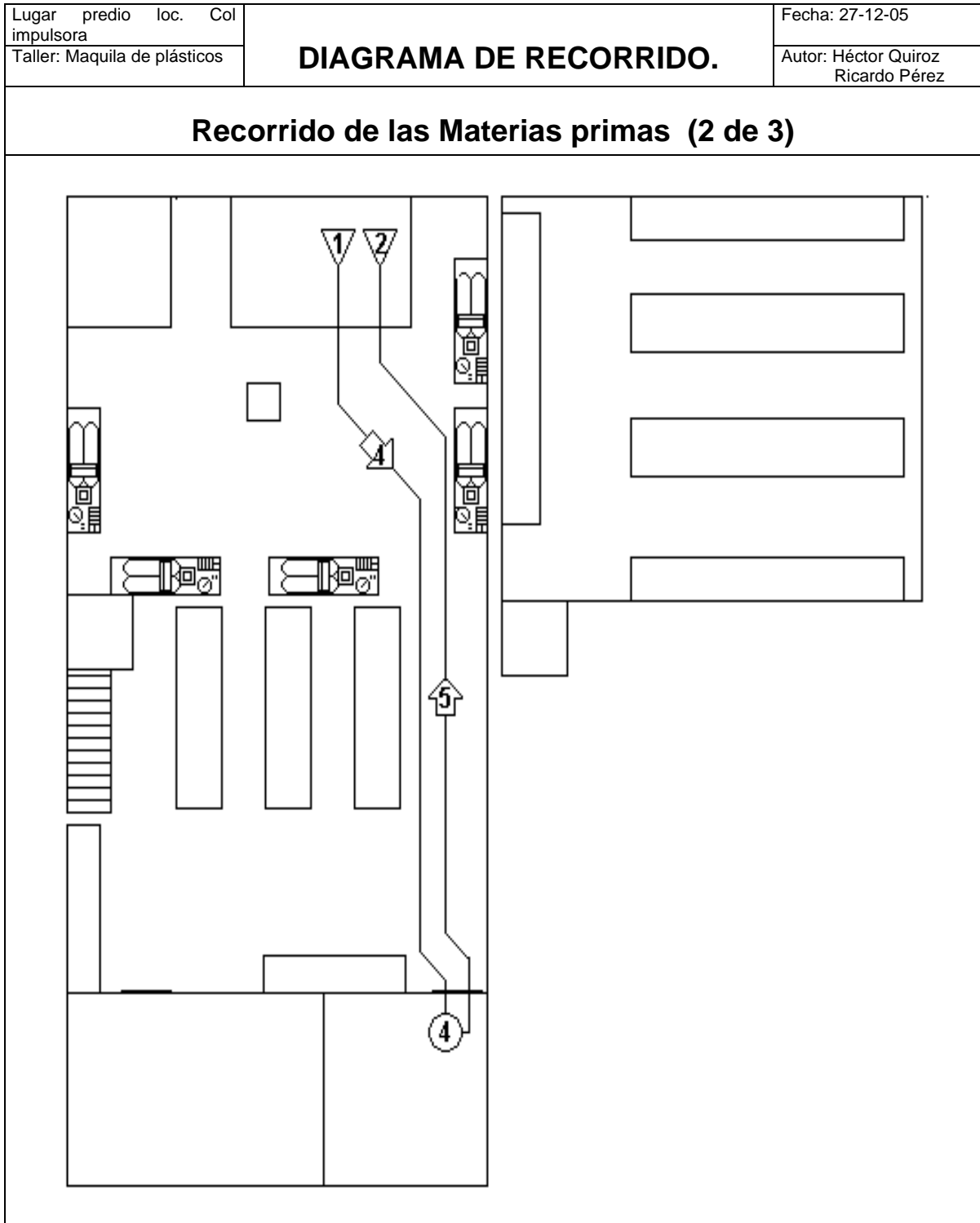


Fig. 4.25 Diagrama de recorrido propuesto



**Fig. 4.26 Diagrama de recorrido propuesto**

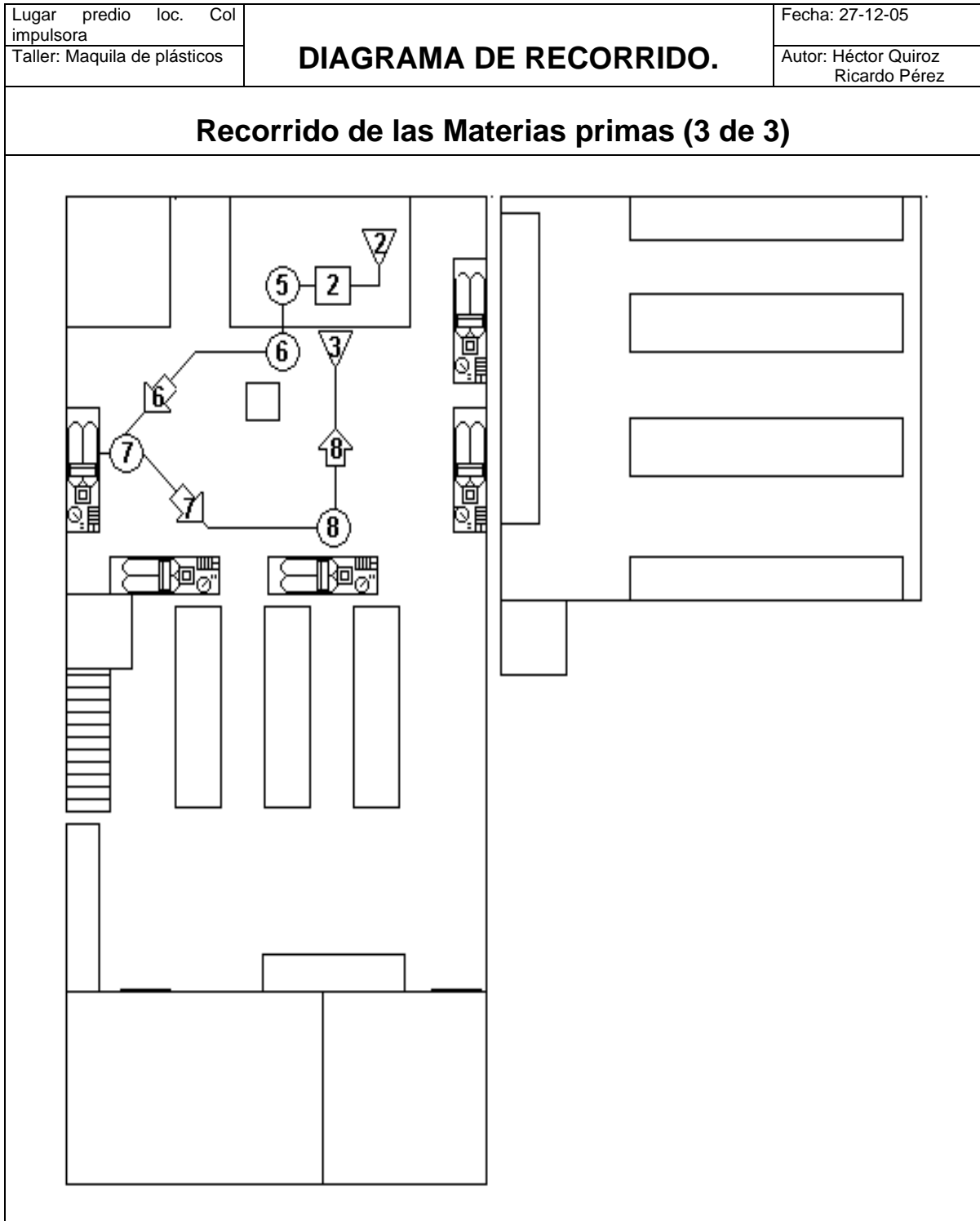


Fig. 4.27 Diagrama de recorrido propuesto

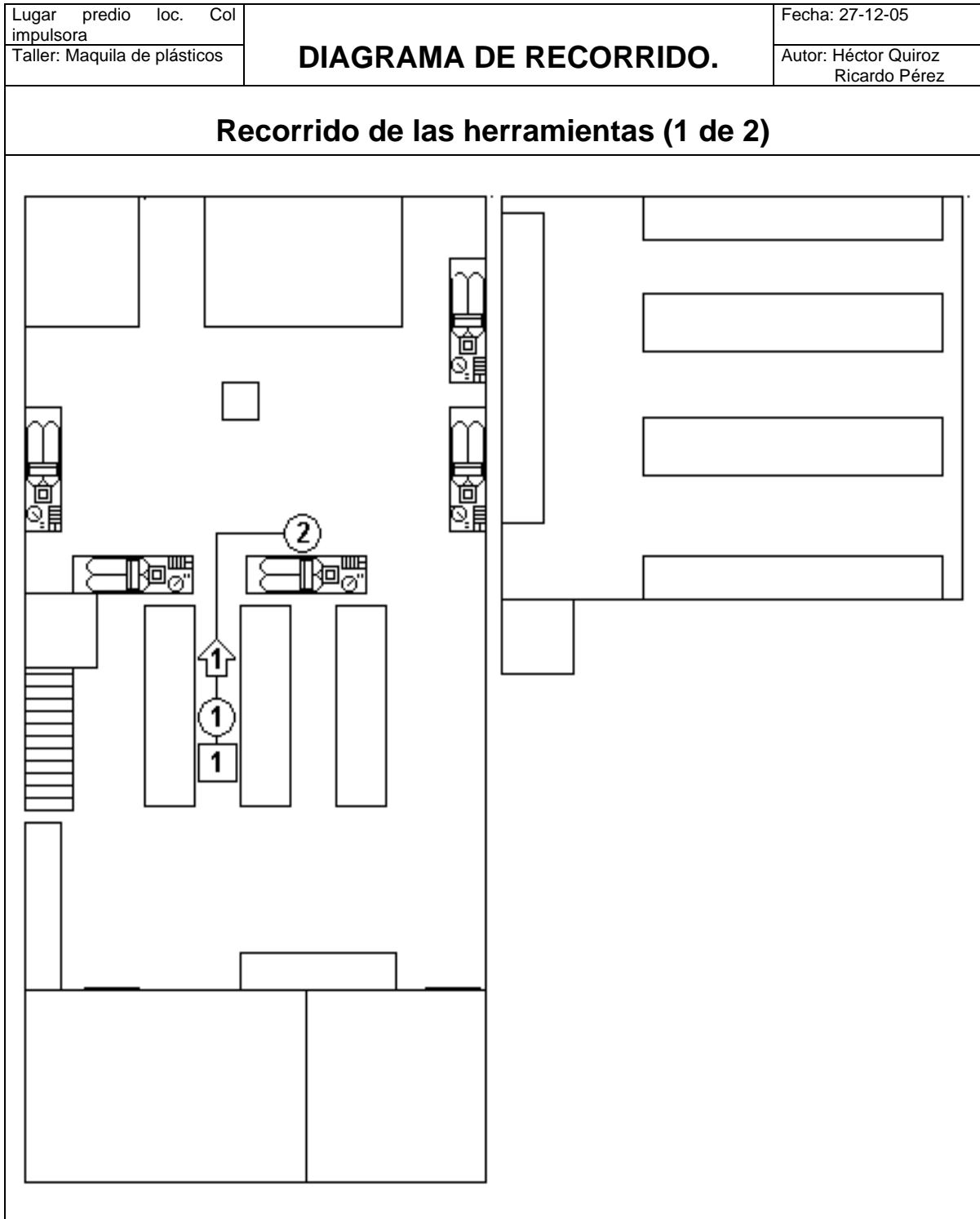
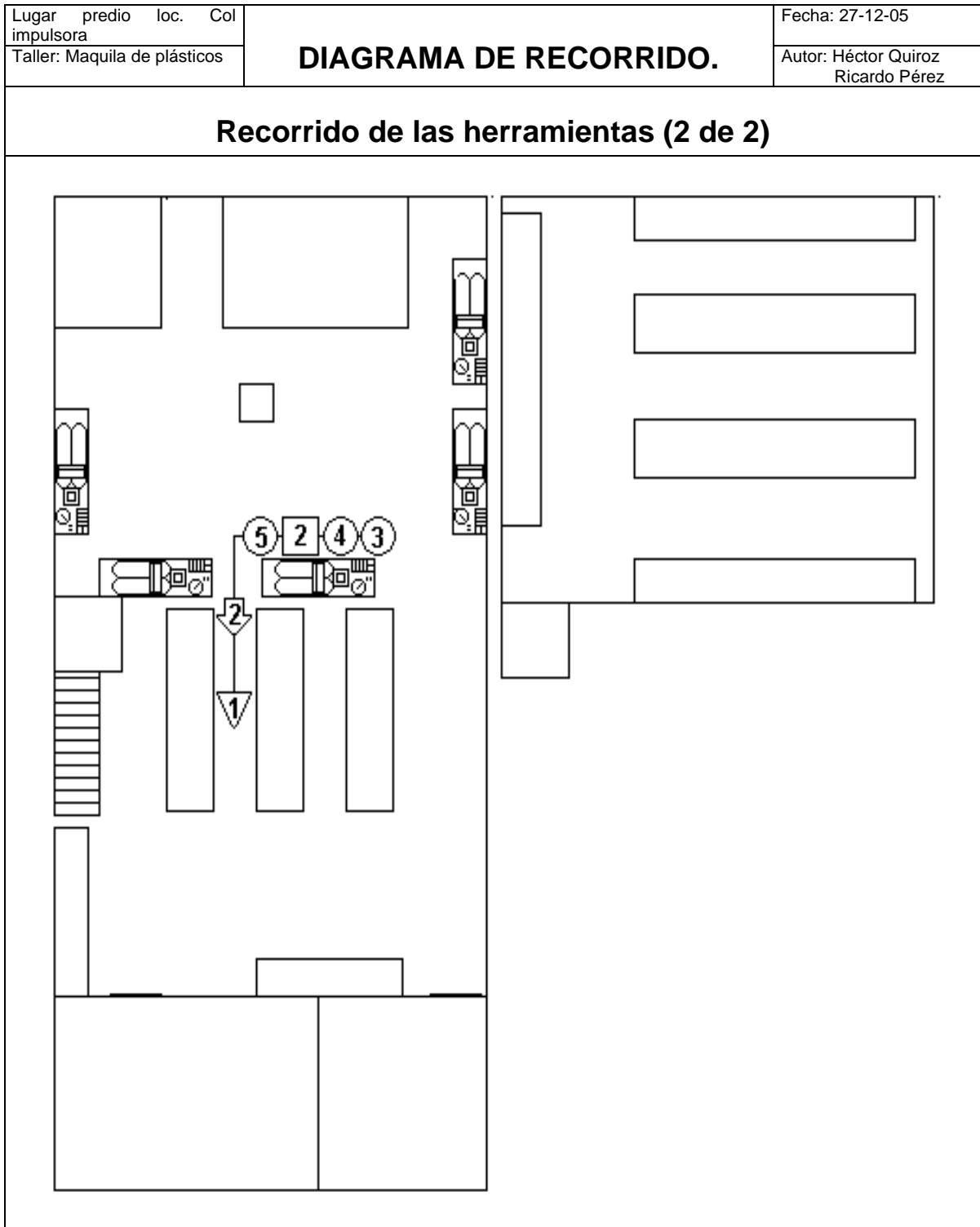


Fig. 4.28 Diagrama de recorrido propuesto





## **4.10 DIAGRAMA BIMANUAL ACTUAL**

---

Después de haber realizado los cursogramas analíticos y sus correspondientes diagramas de recorrido para poder analizar el flujo de materiales y otros elementos en la planta, es momento de pasar al registro competente a las operaciones que se realizan específicamente en las estaciones de trabajo, para mas adelante analizarlas, posteriormente detectar las fallas que existan en el método actual con el que se trabaja y finalmente plantear soluciones optimas con el fin de incrementar la productividad de la planta.

Cabe señalar que el diagrama bimanual junto al diagrama combinado de actividades para el hombre y la maquina utilizados de forma complementaria, son de gran utilidad para analizar las actividades de una empresa.

Debido a la utilidad de cada una de estas herramientas podremos determinar como se trabaja en la estación de trabajo y como es el comportamiento de los tiempos al trabajar.

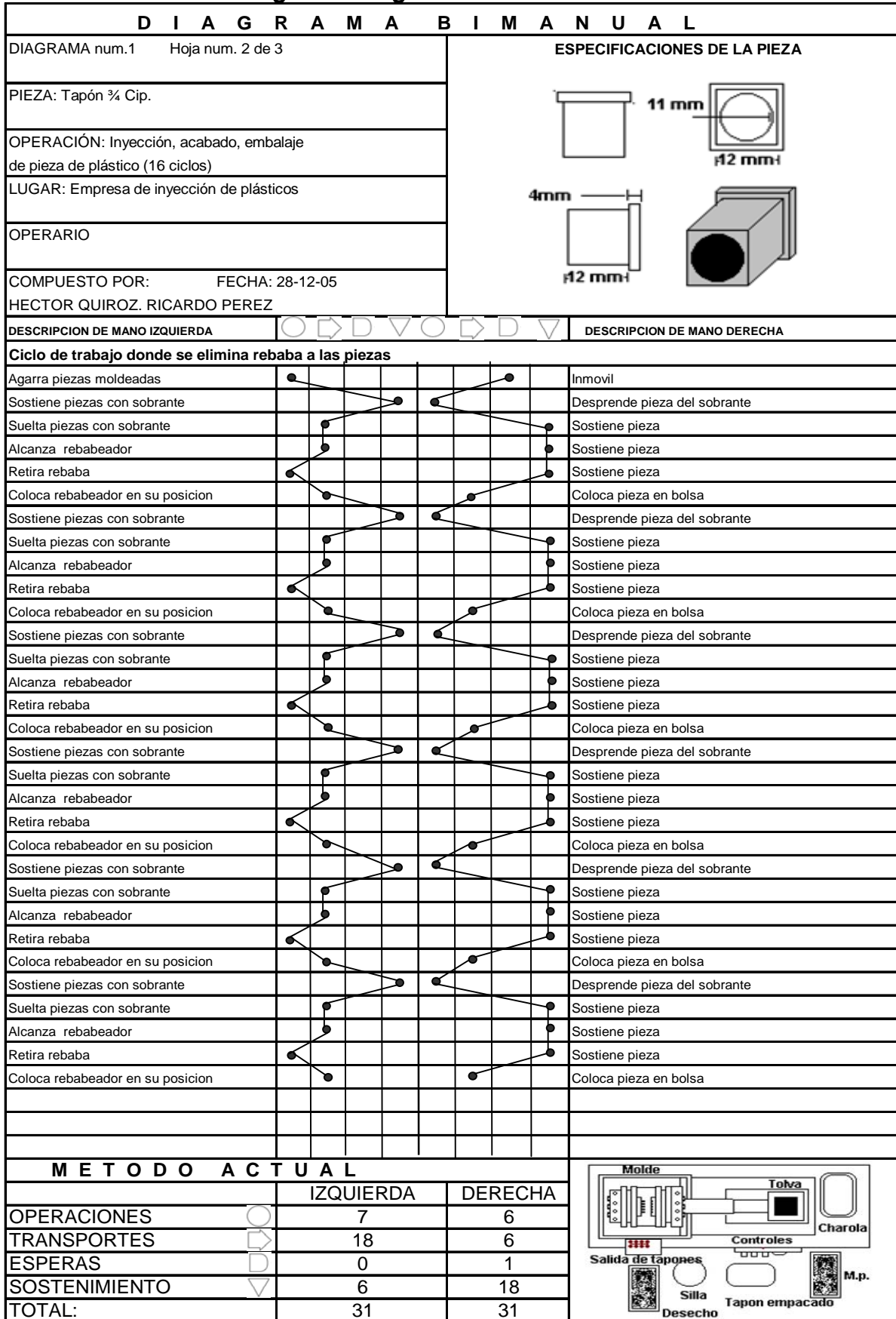
Por ahora solo nos enfocaremos solamente al diagrama bimanual. Se realizaran los diagramas bimanuales para preparar el equipo (desmontar y montar el molde de inyección) y para elaborar lotes de tapones comunes y tapones nivelador de una pulgada.

Algunos factores a considerar que se han observado antes de realizar el registro de los hechos son las diversas situaciones que se presentan a la hora de producir, por ejemplo: El cazo donde los tapones no caen del molde o se quedan pegados en este y hay que jalarlos y despegarlos, debido a la antigüedad del equipo. Estas situaciones serán mencionadas posteriormente.

A continuación se muestran los diagramas bimanuales que se elaboraron en nuestro análisis.



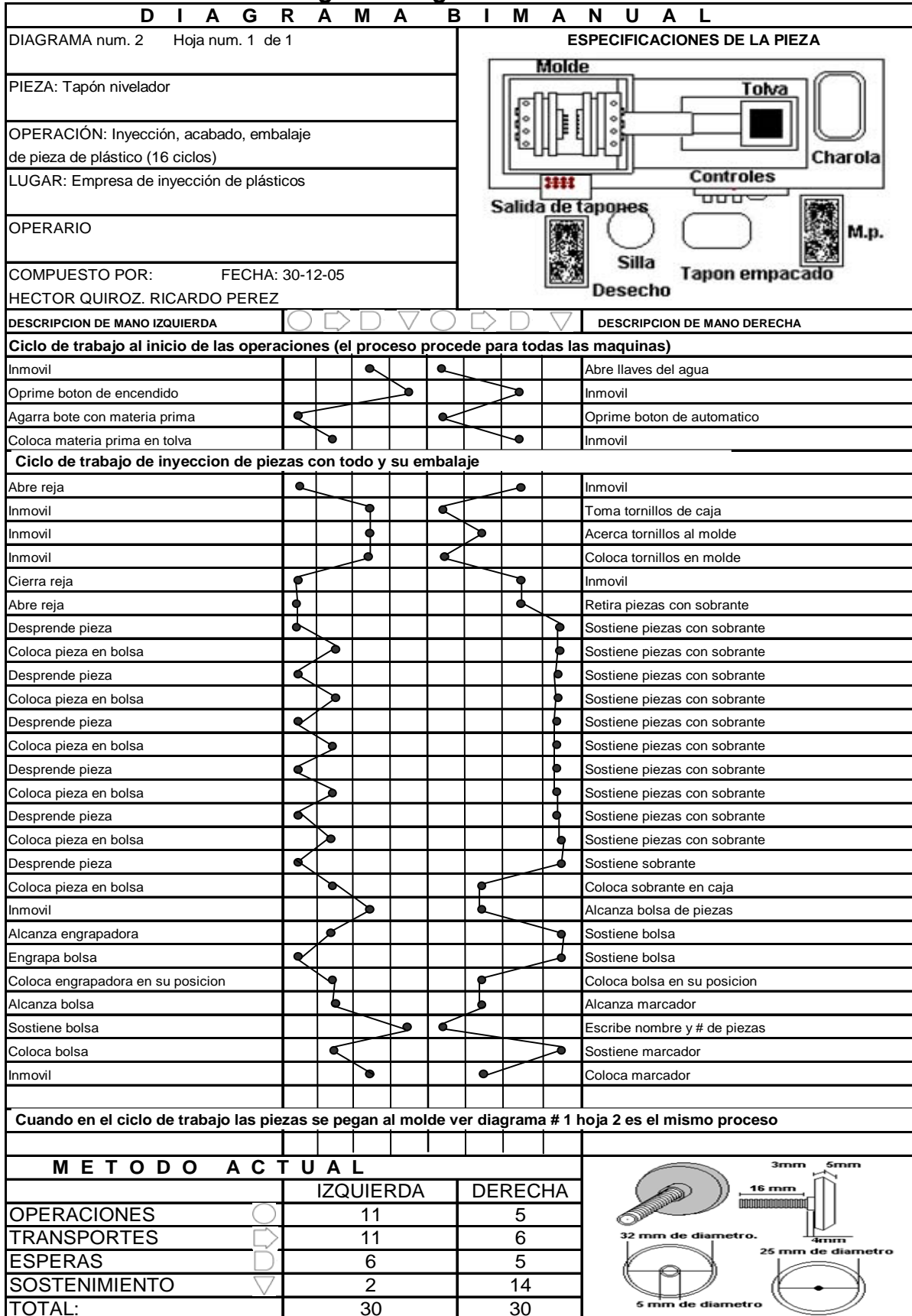
**Fig. 4.30 Diagrama bimanual actual**



**Fig. 4.31 Diagrama bimanual actual**

D I A G R A M A B I M A N U A L					
DIAGRAMA num.1 Hoja num. 3 de 3			ESPECIFICACIONES DE LA PIEZA		
PIEZA: Tapón ¾ Cip.					
OPERACIÓN: Inyección, acabado, embalaje de pieza de plástico (16 ciclos)					
LUGAR: Empresa de inyección de plásticos					
OPERARIO					
COMPUESTO POR: HECTOR QUIROZ, RICARDO PEREZ			FECHA: 28-12-05		
DESCRIPCION DE MANO IZQUIERDA				DESCRIPCION DE MANO DERECHA	
<b>Ciclo de trabajo donde se elimina rebaba a las piezas</b>					
Sostiene piezas con sobrante					Desprende pieza del sobrante
Suelta piezas con sobrante					Sostiene pieza
Alcanza rebabeador					Sostiene pieza
Retira rebaba					Sostiene pieza
Coloca rebabeador en su posicion					Coloca pieza en bolsa
Sostiene piezas con sobrante					Desprende pieza del sobrante
Coloca sobrante en caja					Sostiene pieza
Alcanza rebabeador					Sostiene pieza
Retira rebaba					Sostiene pieza
Coloca rebabeador en su posicion					Coloca pieza en bolsa
<b>Ciclo de trabajo donde las piezas se pegan al molde</b>					
Abre reja de seguridad de la maquina					Inmovil
Inmovil					Se mueve hacia el molde
Se sostiene de la reja					Intenta retirar piezas
Se sostiene de la reja					Alcanza desarmador
Se sostiene de la reja					Retira piezas
Se sostiene de la reja					Coloca desarmador en su posicion
Se sostiene de la reja					Alcanza spray desmoldiante de silicon
Se sostiene de la reja					Rosea al molde
Se sostiene de la reja					Coloca spray en su posicion
Cierra reja					Inmovil
Abre reja de seguridad					Inmovil
Agarra piezas moldeadas					Inmovil
Sostiene piezas con sobrante					Desprende piezas del sobrante
Suelta sobrante en caja					Suelta piezas en bolsa
<b>M E T O D O A C T U A L</b>					
		IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA
OPERACIONES	○	9	8	5	5
TRANSPORTES	◻	24	8	0	5
ESPERAS	◇	0	1	1	4
SOSTENIMIENTO	▽	8	24	8	0
TOTAL:		41	41	14	14

**Fig.4.32 Diagrama bimanual actual.**



## 4.11 DIAGRAMA BIMANUAL PROPUESTO

---

En el caso para poder haber realizado los diagramas propuestos nos enfocamos en:

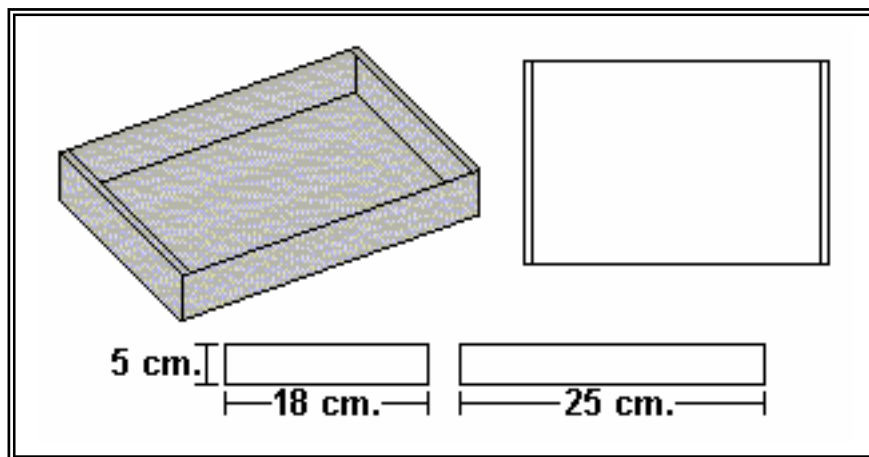
- Uso del cuerpo humano.
- Organización y condiciones del lugar de trabajo.
- Diseño del herramental y del equipo.

Estos principios nos ayudaron a mejorar a que ambas manos deben comenzar simultáneamente sus divisiones básicas de trabajo y no deben estar ociosas al mismo tiempo, excepto durante los periodos de descanso, debe siempre que sea posible aprovechar el impulso para ayudar al trabajador, y debe reducirse a su mínima expresión, cuando haya que efectuarlo con esfuerzo muscular.

Por otra parte con lo que respecta a la organización y condiciones del lugar de trabajo se mejoro en destinar sitios fijos para cada herramienta y material a fin de permitir la mejor secuencia y eliminar la búsqueda y selección. Otro punto importante es que se utilizara depósitos alimentadores por gravedad, para reducir los tiempos de alcanzar y mover.

En el caso de todos los materiales y las herramientas se colocaran dentro del área de alcance normal para lo cual se propone un diseño de las herramientas y el equipo.

**Fig. 4.33 Esquema del dispositivo propuesto para las herramientas**



A continuación se presentan los diagramas.

**Fig. 4.34 Diagrama bimanual propuesto**

D I A G R A M A B I M A N U A L		
DIAGRAMA num.1 Hoja num. 1		<b>ESPECIFICACIONES DE LA PIEZA</b>
PIEZA: Tapón ¾ Cip.		
OPERACIÓN: Inyección, acabado, embalaje de pieza de plástico (4 ciclos)		
LUGAR: Empresa de inyección de plásticos		
OPERARIO		
COMPUESTO POR: HECTOR QUIROZ. RICARDO PEREZ      FECHA: 28-12-05		
DESCRIPCION DE MANO IZQUIERDA		○ □ ▽ ○ □ ▽
DESCRIPCION DE MANO DERECHA		○ □ ▽ ○ □ ▽
<b>Ciclo de trabajo de piezas con todo y su embalaje (Inicio de actividades con la máquina ya preparada).</b>		
Agarra piezas moldeadas	●	Inmovil
Sostiene piezas con sobrante del canal de distribución		Desprende piezas del sobrante
Sostiene piezas con sobrante		Suelta piezas en bolsa
Sostiene piezas con sobrante		Desprende piezas
Sostiene sobrante		Suelta piezas en bolsa
Suelta sobrante en caja	●	Alcanza bolsa de piezas
Alcanza engrapadora	●	Sostiene bolsa
Engrapa bolsa	●	Sostiene bolsa
Coloca engrapadora en su posicion	●	Sostiene bolsa
Sostiene bolsa	●	Inmovil
Sostiene bolsa	●	Alcanza marcador
Sostiene bolsa	●	Escribe nombre y # de piezas
Coloca bolsa	●	Sostiene marcador
Inmovil	●	Coloca marcador
<b>Total:</b>	<b>3 3 1 7 5 3 2 4</b>	
<b>Ciclo de trabajo donde se elimina rebaba a las piezas</b>		
Agarra piezas moldeadas	●	Inmovil
Sostiene piezas con sobrante		Alcanza rebabeador
Coloca piezas con sobrante en mesa	●	Sostiene rebabeador
Sostiene pieza		Elimina rebaba a las piezas
Sostiene pieza		Coloca rebabeador en su posicion
Sostiene pieza		Desprende piezas del sobrante
Coloca sobrante en caja	●	Coloca pieza en bolsa
<b>Total:</b>	<b>1 2 0 4 1 4 1 1</b>	
<b>Ciclo de trabajo donde las piezas se pegan al molde</b>		
Agarra piezas moldeadas	●	Inmovil
Sostiene piezas con sobrante		Desprende pieza del sobrante
Sostiene piezas		Suelta pieza en bolsa
Sostiene piezas		Desprende pieza
Sostiene piezas		Suelta pieza en bolsa
Suelta sobrante en caja	●	Inmovil
<b>Total:</b>	<b>2 0 0 4 4 0 2 0</b>	
<b>M E T O D O P R O P U E S T O</b>		
	IZQUIERDA	DERECHA
OPERACIONES ○		
TRANSPORTES □		
ESPERAS ▽		
SOSTENIMIENTO ▽		
TOTAL:		

**Fig. 4.35 Diagrama bimanual propuesto**

D I A G R A M A B I M A N U A L									
DIAGRAMA num. 2 Hoja num. 1 de 1					<b>ESPECIFICACIONES DE LA PIEZA</b> 				
PIEZA: Tapón nivelador									
OPERACIÓN: Inyección, acabado, embalaje de pieza de plástico (16 ciclos)									
LUGAR: Empresa de inyección de plásticos									
OPERARIO									
COMPUESTO POR: HECTOR QUIROZ. RICARDO PEREZ					FECHA: 30-12-05				
DESCRIPCION DE MANO IZQUIERDA					DESCRIPCION DE MANO DERECHA				
<b>Ciclo de trabajo al inicio de las operaciones (el proceso procede para todas las maquinas)</b>									
Inmovil									Abre llaves del agua
Oprime boton de encendido									Inmovil
Agarra bote con materia prima									Oprime boton de automatico
Coloca materia prima en tolva									Inmovil
<b>Ciclo de trabajo de inyeccion de piezas con todo y su embalaje</b>									
Abre reja									Inmovil
Inmovil									Toma tornillos de caja
Inmovil									Acerca tornillos al molde
Inmovil									Coloca tornillos en molde
Cierra reja									Inmovil
Abre reja									Retira piezas con sobrante
Desprende piezas									Sostiene piezas con sobrante
Coloca piezas en bolsa									Sostiene piezas con sobrante
Desprende piezas									Sostiene piezas con sobrante
Coloca piezas en bolsa									Sostiene sobrante
Alcanza bolsa de piezas									Suelta sobrante en caja
Sostiene bolsa									Alcanza engrapadora
Sostiene bolsa									Engrapa bolsa
Sostiene bolsa									Coloca engrapadora en su posicion
Inmovil									Sostiene bolsa
Alcanza marcador									Sostiene bolsa
Escribe nombre y # de piezas									Sostiene bolsa
Sostiene marcador									Coloca bolsa
Coloca marcador									Inmovil
<b>M E T O D O P R O P U E S T O</b>									
		IZQUIERDA	DERECHA						
OPERACIONES	○	7	5						
TRANSPORTES	◻	6	5						
ESPERAS	D	5	6						
SOSTENIMIENTO	▽	5	7						
TOTAL:		23	23						



## 4.12 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES (HOMBRE-MAQUINA) ACTUAL

---

Como se pudo observar, con el diagrama bimanual se pudo registrar lo referente a las actividades y métodos de trabajo de los operarios, ahora es momento de registrar cuanto tiempo tardan en desempeñarse estas actividades, y relacionar estos tiempos con los que consume la maquinaria para efectuar un ciclo de trabajo, esto con el fin de poder proponer las mejoras adecuadas.

Para poder realizar este registro se utilizo la herramienta del estudio del trabajo conocida como diagrama de actividades múltiples para operario y máquina o más comúnmente conocido como diagrama “hombre-maquina”.

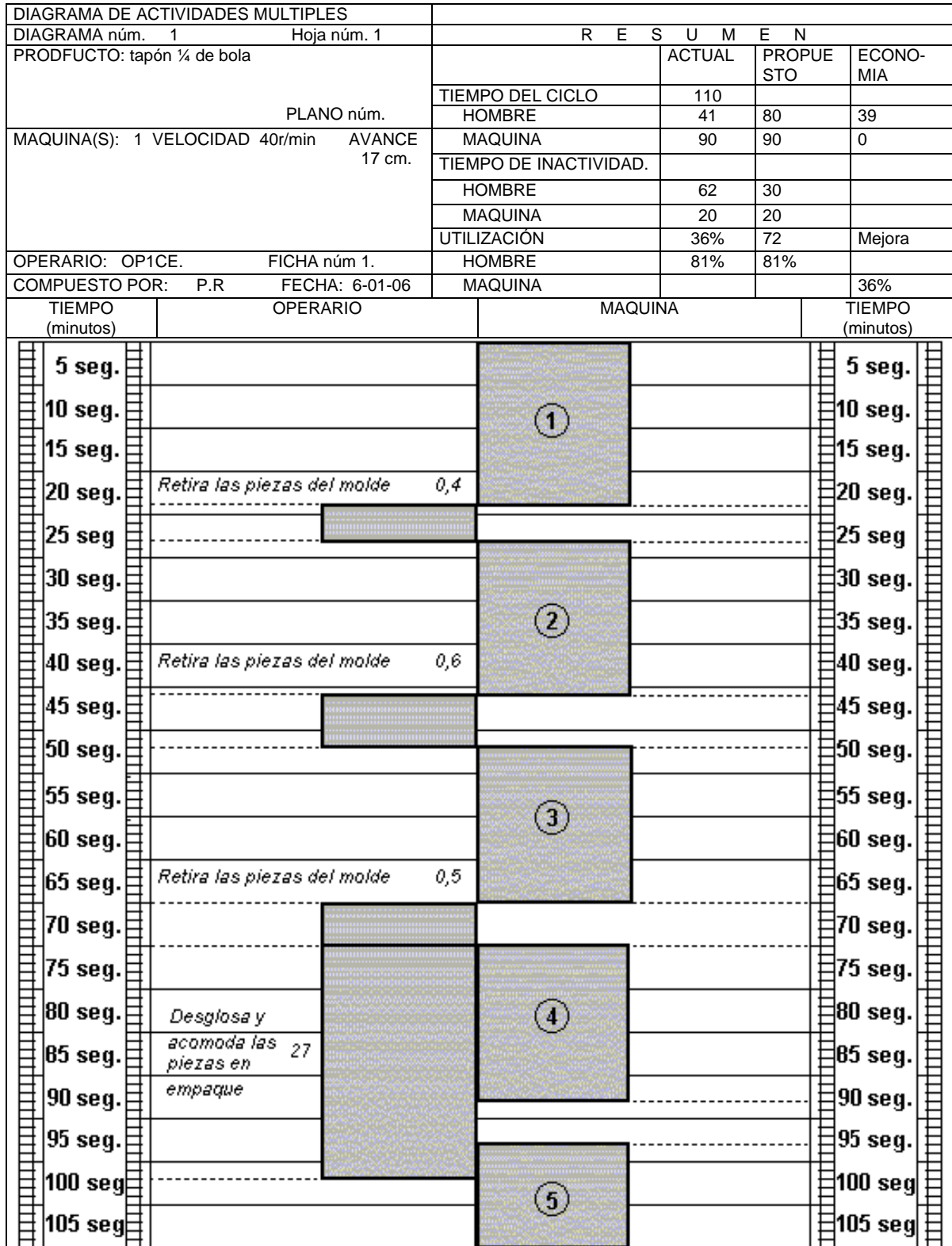
Por medio de este diagrama se cronometra y marca el tiempo que consumen los ciclos de funcionamiento y de inactividad de las maquinas, así como el tiempo que consume el operario en realizar diversas actividades y sus correspondientes momentos de inactividad.

Para poder registrar correctamente los datos de este diagrama es necesario apreciar perfectamente:

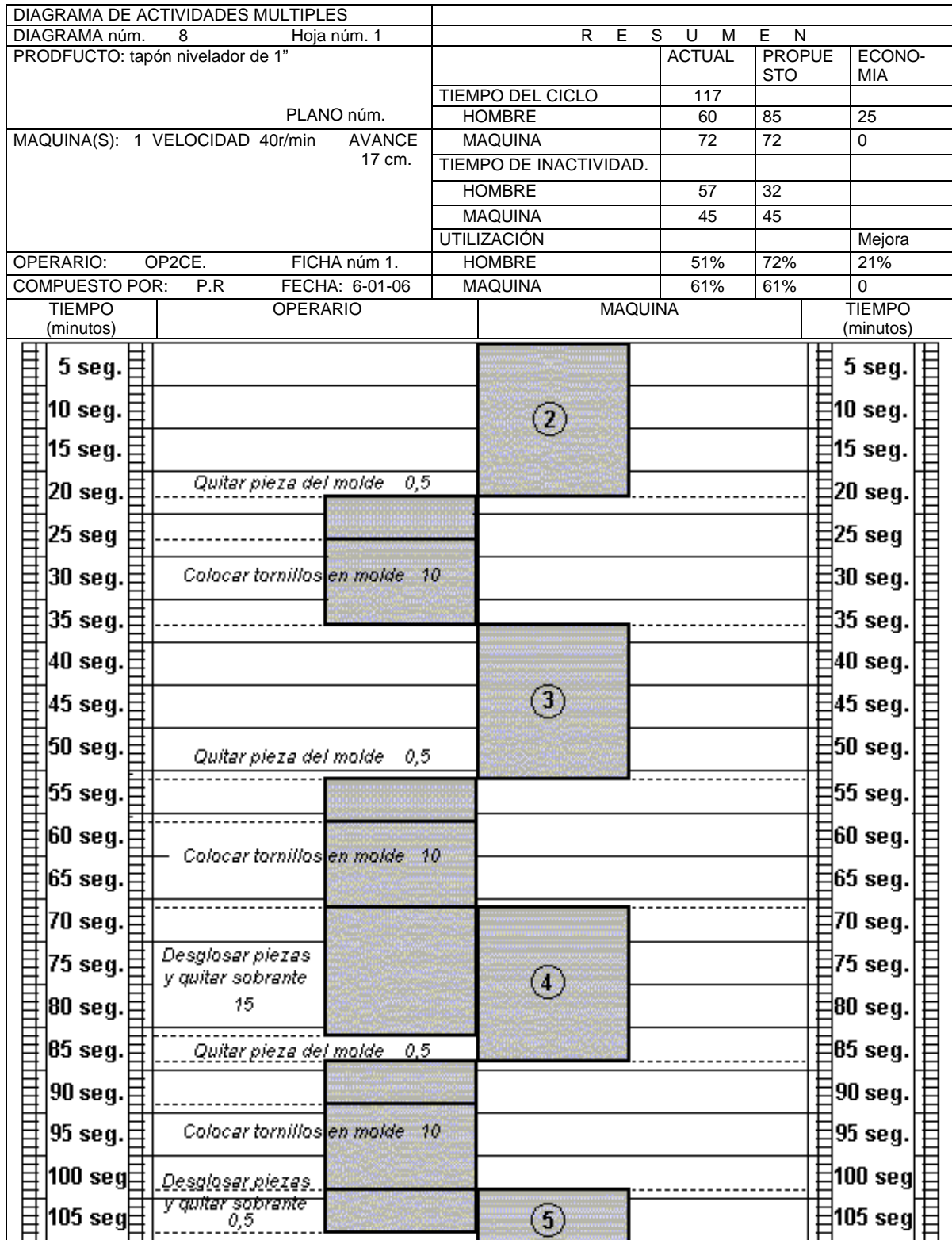
- a) Cual es el momento exacto en el que inicia una actividad o en su defecto un momento inactivo del operario o la maquina.
- b) Cual es la duración total de la actividad o momento inactivo.
- c) En que preciso momento se termina de efectuar la actividad o momento inactivo.

Los diagramas que se pudieron registrar son los siguientes:

**Fig. 4.36 Diagrama de actividades múltiples hombre-máquina actual**



**Fig. 4.37 Diagrama de actividades múltiples hombre-máquina actual**



#### **4.13 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES (HOMBRE-MAQUINA) PROPUESTO**

---

En esta parte del estudio se empleo para analizar y mejorar las estaciones de trabajo, en estos diagramas se muestra la relación exacta del tiempo, entre el ciclo de trabajo del hombre y el ciclo de operación de su maquina. Con estos elementos claramente presentados, se habré la oportunidad de utilizar mejor, tanto el tiempo del hombre como el de la maquina y mejorar el ciclo de trabajo.

En esta parte del estudio se propone que un trabajador opere dos maquinas.

En otro caso se propone que el trabajador realice otra actividad manual como es la inspección del producto terminado y eliminar rebaba de las piezas.

Por otro lado se propone que se aumente la velocidad de la maquina.

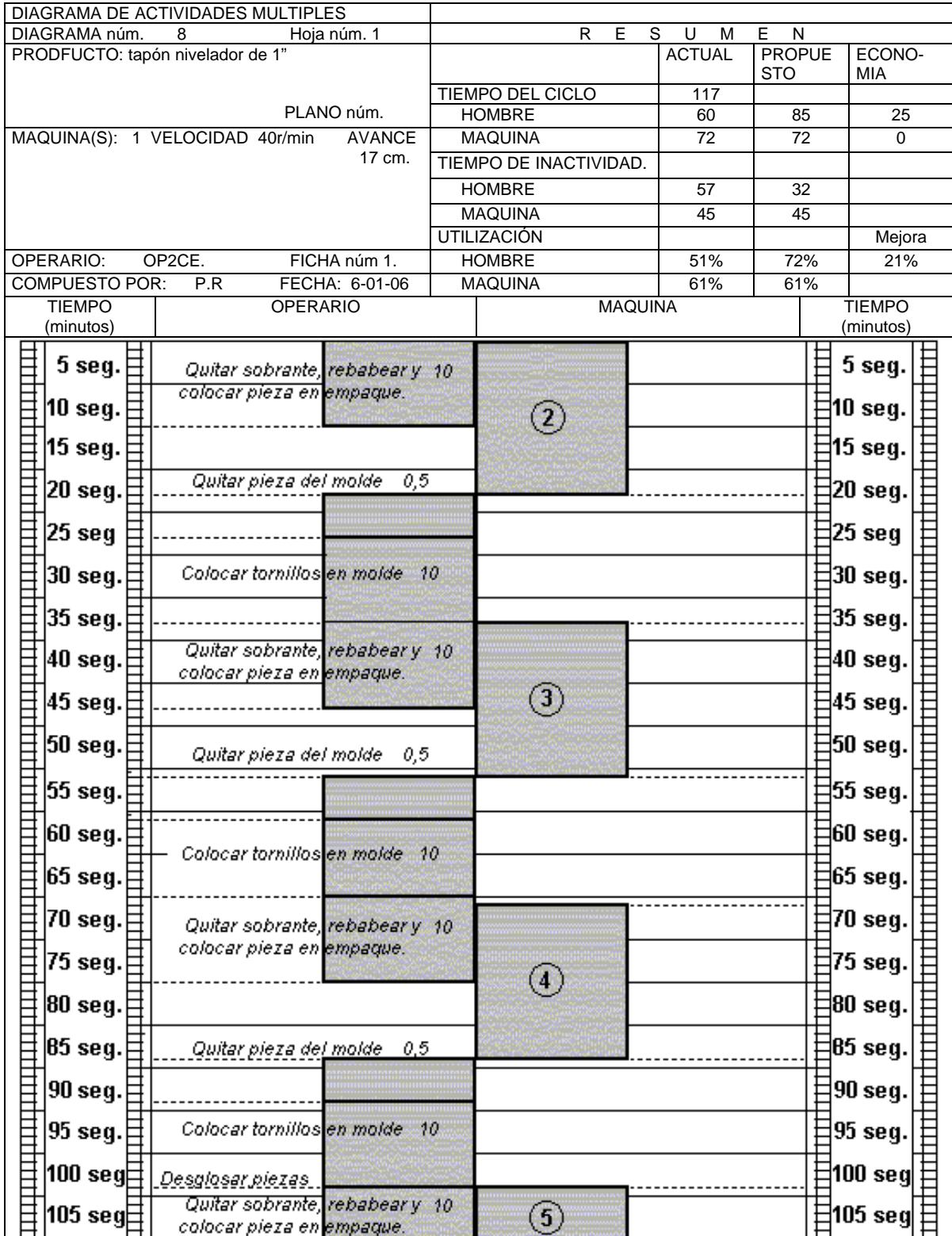
Los diagramas de actividades múltiples (hombre-maquina) son muy efectivos para determinar el grado de acoplamiento de maquinas, justificable para asegurar un día justo de trabajo, por un salario justo.

A continuación se presentan los diagramas propuestos.

**Fig. 4.38 Diagrama de actividades múltiples hombre-máquina propuesto**

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES		R E S U M E N			
DIAGRAMA núm. 7 Hoja núm. 1			ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMIA
PRODFECTO: tapón ¼ de bola		TIEMPO DEL CICLO	110		
PLANO núm.		HOMBRE	41	80	39
MAQUINA(S): 1 VELOCIDAD 40r/min AVANCE 17 cm.		MAQUINA	90	90	0
		TIEMPO DE INACTIVIDAD.			
		HOMBRE	62	30	
		MAQUINA	20	20	
		UTILIZACIÓN	36%	72%	Mejora
OPERARIO: OP1CE. FICHA núm 1.		HOMBRE	81%	81%	36%
COMPUESTO POR: P.R FECHA: 6-01-06		MAQUINA			
TIEMPO (minutos)	OPERARIO	MAQUINA	TIEMPO (minutos)		
5 seg.			5 seg.		
10 seg.		①	10 seg.		
15 seg.			15 seg.		
20 seg.	Retira las piezas del molde 0,4		20 seg.		
25 seg.			25 seg.		
30 seg.	Quitar sobrante, rebabear y colocar pieza en empaque. 16	②	30 seg.		
35 seg.			35 seg.		
40 seg.			40 seg.		
45 seg.	Retira las piezas del molde 0,6		45 seg.		
50 seg.	Quitar sobrante, rebabear y colocar pieza en empaque. 16	③	50 seg.		
55 seg.			55 seg.		
60 seg.			60 seg.		
65 seg.			65 seg.		
70 seg.	Retira las piezas del molde 0,5		70 seg.		
75 seg.	Quitar sobrante, rebabear y colocar pieza en empaque. 16	④	75 seg.		
80 seg.			80 seg.		
85 seg.			85 seg.		
90 seg.	Retira las piezas del molde 0,5		90 seg.		
95 seg.			95 seg.		
100 seg.	Quitar sobrante, rebabear y colocar pieza en empaque. 16	⑤	100 seg.		
105 seg.			105 seg.		

**Fig. 4.39 Diagrama de actividades múltiples hombre-máquina propuesto**



## ESTUDIO DE TIEMPOS

---

En este caso realizamos el estudio de tiempos para la fabricación de los 2 modelos de tapones que son los que se elaboran con más frecuencia, estos son: El tapón cuadrado de  $\frac{3}{4}$  de pulgada y el tapón nivelador de una pulgada. La metodología que se siguió para poder realizar el estudio es la siguiente.

### 4.14 METODOLOGÍA QUE SE LLEVO A CABO PARA REALIZAR EL ESTUDIO DE TIEMPOS.

---

Primero que nada se consiguió el material necesario para llevar a cabo nuestro estudio de tiempos. El material que fue utilizado es el siguiente:

- 1.- Tablero para realizar anotaciones.
2. Cronometro digital.
3. Formularios ya impresos para registrar los tiempos.
4. Lápices y goma.

**Fig. 4.40 Elementos utilizados para el estudio de tiempos**



Después de preparar los materiales requeridos para el estudio, iniciamos nuestra evaluación. Lo primero que se tuvo que hacer es dividir la actividad seleccionada en elementos, estas divisiones se mencionaran mas adelante.

Después proseguimos a registrar los tiempos y al mismo tiempo valorar el ritmo de trabajo. Para poder observar y registrar los hechos, utilizamos el sistema de cronometraje continuo, por ser más fácil, preciso y eficaz.

Cabe señalar que para registrar los tiempos y valorar la actuación del trabajador, mi compañero y yo nos fuimos turnando. Mientras yo tomaba el registro de los tiempos, el valoraba el ritmo de trabajo y al siguiente estudio cambiábamos lugares. Respecto a como se realizo la valoración, a continuación se menciona.

#### **4.15 FACTORES DE VALORACIÓN**

En las grandes empresas que tienen un departamento del estudio de los métodos de trabajo realizan cintas para capacitar al especialista encargado de analizar la medición del trabajo, pero como bien sabemos en una pequeña empresa no existe ningún encargado de realizar estas tareas y debido a que no hay una estandarización de los métodos de trabajo es muy difícil tomar criterios de valoración para realizar el estudio. Para tomar los criterios de valoración fue necesario observar detalladamente al operario que desempeñaba una buena labor, un poco más sobresaliente que la de los demás por algunos días, y familiarizarnos en ese tiempo de observación con su forma de trabajar. A la actuación de este operario la tomamos como la actuación tipo, la cual nos sirvió de referencia para poder comparar a el ritmo de trabajo de los otros 2 trabajadores que estudiamos y así poder realizar la valoración correspondiente. Para poder valorar la actividad que era registrada optamos por tomar la escala 0 – 100 que se explica en la siguiente tabla.

**Tabla 4.1 Descripción de la escala de valoración.**

<b>Porcentaje en la escala.</b>	<b>Descripción del elemento.</b>
0	Actividad nula.
70%	Muy lento; movimientos torpes y sin interés del, operario a comparación de la actuación tipo.
80%	Es una labor con más calidad que la anterior, pero no es muy buena.
90%	Es una labor buena pero un poco más lenta y con menos destreza que la actuación tipo.
100%	Es el desempeño ideal que fue observado en promedio de la forma de laborar del operario con mas experiencia, que realiza de forma eficaz y eficiente su trabajo.
110%	Muy rápido; es una labor que es excelente pero que no puede durar por largos periodos de tiempo



Para hacer mas fácil la anotación de las valoraciones cada valor en la escala fue representada por un símbolo código. Estos son las escalas y sus respectivos elementos:

**Tabla 4.2 Símbolos empleados para efectuar la valoración del ritmo de trabajo.**

Escala de valoración.		Símbolo.	Significado.
70 %	⇒	<b>D</b>	Deficiente.
80%	⇒	<b>R</b>	Regular
90%	⇒	<b>B</b>	Bueno.
100%	⇒	<b>T</b>	Tipo.
110%	⇒	<b>E</b>	Excelente.

El valorar el desempeño de un trabajador al realizar una actividad determinada, no es una tarea fácil, puesto que se requiere de mucha experiencia y criterio sumamente analítico y objetivo, pero sin embargo si es posible realizar este tipo de estudios a una pequeña empresa.

En este análisis se tomaron las lecturas de los tiempos de 32 ciclos por estudio y 4 estudios por cada una de las 2 piezas que se examinaron. Esto con la finalidad de tener valores más exactos y por que los elementos que conforman a la actividad no son muy extensos.

Ahora que obtuvimos los valores de tiempos deseados, así como sus respectivas calificaciones o valoraciones de cada elemento de los estudios planteados, es momento de calcular los tiempos totales de cada elemento (tiempos restados) y los tiempos básicos o normales necesarios para proseguir con el análisis.

#### **4.17 CALCULO DE LOS TIEMPOS DE CADA ELEMENTO Y SUS RESPECTIVOS TIEMPOS BÁSICOS.**

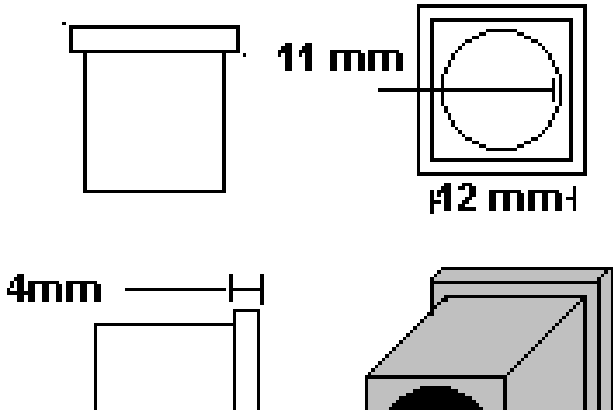
En ocasiones cuando los tiempos son muy distantes para no confundirse al calcular el tiempo total que consumió un elemento, lo que se recomienda que hay que hacer es convertir los valores dados en minutos, en segundos. Por ejemplo supongamos un elemento que registro el valor de 5:56 minutos, se separan los minutos de los segundos, en este caso 5 minutos se separan de 56 segundos, y luego se multiplica 5 por 60 segundos que corresponden a un minuto, dándonos un total de 300 segundos, que se sumaran a los 56 segundos, teniendo un total de 356 segundos. Lo siguiente que se tiene que hacer es restar el valor registrado de tiempo del elemento deseado, menos el valor de tiempo registrado del valor que lo precede. Así por ejemplo para determinar el tiempo total del elemento B que registra 5:56 segundos, tomamos su tiempo predecesor A que tiene el valor registrado de 4:42, los restamos y así determinamos que el tiempo total del elemento B es de 1 minuto y 14 segundos. A este valor de tiempo se le conoce como tiempo restado.

Después de determinar los tiempos restados es momento de calcular los tiempos básicos de cada elemento. Lo primero que tuvimos que hacer es convertir los símbolos de las valoraciones a sus respectivos valores numéricos, y acomodarlos anotarlos a lado de sus correspondientes elementos de la tabla de registro. Después de haber hecho esto, para calcular los tiempos básicos lo único que se tubo que hacer es tomar el valor de cada tiempo restado que se determino anteriormente y su correspondiente valor de valoración para multiplicarlos, el producto que se obtuvo se dividió por el valor constante del ritmo tipo que es 100% y por fin el subsecuente valor resultado de esta operación es el tiempo tipo o básico del elemento.

Este tiempo de ajuste nos servirá mas adelante para calcular el tiempo Tipo que es de vital importancia para ajustar una rutina de trabajo y poder realizar planes de incentivos por primas y muchas mas mejoras en lo que respecta al funcionamiento y la productividad de la empresa que lleva a cabo el estudio de los tiempos y la medición del trabajo.

A continuación se muestra como se dividió la actividad, los valores que fueron registrados y sus correspondientes valoraciones, tiempos restados y tiempos básicos:

**TABLA 4.3 División en elementos de la actividad para los estudios realizados al analizar la elaboración de tapones cuadrados de 3/4 plg.**

Elemento.	Descripción.
<b>A</b>	Abrir la puerta de la maquina, quitar la pieza terminada y cerrar la puerta para activar el mecanismo.
<b>B</b>	Dar una pequeña inspección a la pieza, desglosar un grupo de piezas y colocar el plástico sobrante en la caja de desperdicio.
<b>C</b>	Rebabeear la pieza de las hornillas y el centro.
<b>D</b>	Breve inspección final de la pieza y colocarla en la bolsa que las empacara.
<p><b>CANTIDAD:</b> 256.</p> <p><b>TIEMPO APROXIMADO:</b> 13 MIN.</p> <p><b>No. DE CICLOS:</b> 32.</p> <p><b>LUGAR DE TRABAJO:</b> MAQUINA 3.</p> <p><b>OPERARIO:</b> CE1.</p> <p><b>Número de estudios:</b> 4</p> <p><b>FECHA:</b> 20 DE ENERO DEL 2006.</p>	<p style="text-align: center;"><b>PIEZA A ELABORAR.</b></p> 

<b>Plano de pieza No 1</b>	
----------------------------	--

En este análisis se consideran los factores del estudio de métodos anteriormente planteado, notando una mejora en la calidad del producto y en la forma de realizar la tarea.

**Tabla 4.4 Hoja No 1 de registro para el primer estudio de tiempos de la elaboración de tapones cuadrados de 3/4 de pulgada.**

<b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>									
DEPARTAMENTO: Inyección de plástico					ESTUDIO núm: 1				
OPERACIÓN: ELABORAR TAPONES DE POLIETILENO E. De M. Núm:					HOJA núm: 1				
INSTALACION/MAQUINA Núm: 3					TERMINO: 15:35 COMENZO: 15: 21 TIEMPO TRANSCURRIDO:13.50 MIN.				
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES:					OPERARIO: CE1 FICHA núm:				
PRODUCTO/PIEZA: cuadro 3/4" Núm: 256					OBSERBADO POS: H.Q, R.P				
PLANO núm: (versió) MATERIAL:					FECHA: 20 enero 2006				
CALIDAD:									
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.
Ciclo de trabajo No. 1					Ciclo de trabajo No. 8				
TIEMPO INICIAL.	0	50	-	-					
A	90	55	5	4.5	A	70	3:46	7	4.9
B	80	1:01	6	4.8	B	100	3:52	6	6.0
C	90	1:11	10	9.0	C	80	4:03	13	10.4
D	90	1:13	2	1.8	D	90	4:08	3	2.7
Ciclo de trabajo No. 2					Ciclo de trabajo No. 9				
A	80	1:20	7	5.6	A	90	4:12	4	3.6
B	100	1:27	7	7.0	B	110	4:17	5	5.5
C	110	1:36	9	9.9	C	80	4:28	11	8.8
D	100	1:39	3	3.0	D	100	4:31	3	3.0
Ciclo de trabajo No. 3					Ciclo de trabajo No. 10				
A	100	1:44	5	5.0	A	80	4:36	5	4.0
B	100	1:50	6	6.0	B	100	4:42	6	6.0
C	90	2:00	10	9.0	C	80	4:53	11	8.8
D	80	2:06	6	4.8	D	70	4:58	5	3.5
Ciclo de trabajo No. 4					Ciclo de trabajo No. 11				
A	90	2:10	4	3.6	A	90	5:03	5	4.5
B	80	2:18	8	6.4	B	80	5:10	7	5.6
C	70	2:33	15	10.5	C	70	5:26	16	11.2
D	110	2:35	2	2.2	D	100	5:28	2	2.0
Ciclo de trabajo No. 5					Ciclo de trabajo No. 12				
A	90	2:39	4	3.6	A	90	5:32	4	3.6
B	100	2:45	6	6.0	B	80	5:39	7	5.6
C	90	2:55	10	9.0	C	100	5:48	9	9.0
D	100	2:58	3	3.0	D	90	5:52	4	3.6
Ciclo de trabajo No. 6					Ciclo de trabajo No. 13				
A	80	3:04	6	4.8	A	100	5:52	4	4.0
B	110	3:09	5	5.5	B	80	6:03	7	5.6

C	100	3:18	9	9.0	C	90	6:14	11	9.9
D	90	3:21	3	2.7	D	110	6:16	2	2.2
Ciclo de trabajo No. 7					Ciclo de trabajo No. 14				
A	90	3:25	4	3.6	A	100	6:19	3	3.0
B	100	3:30	5	5.0	B	100	6:25	6	6.0
C	100	3:38	8	8.0	C	80	6:33	8	6.4
D	110	3:39	1	1.1	D	90	6:36	3	2.7

**Tabla 4.5 Hoja No 2 de registro para el primer estudio de tiempos de la elaboración de tapones cuadrados de 3/4 de pulgada.**

ESTUDIO DE TIEMPOS									
DEPARTAMENTO: Inyección de plástico					ESTUDIO núm: 1				
OPERACIÓN: ELABORAR TAPONES DE POLIETILENO					HOJA núm: 2				
E. De M. Núm:					TERMINO: 15:35				
INSTALACION/MAQUINA Núm: 3					COMENZO: 15: 21				
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES: Rebabeador.					TIEMPO TRANSCURRIDO:13.50 MIN.				
PRODUCTO/PIEZA: cuadro 3/4" Núm: 256					OPERARIO: CE1				
PLANO núm: (versión) MATERIAL:					FICHA núm:				
CALIDAD:					OBSERBADO POS: H.Q, R.P				
FECHA: 20 enero 2006									
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.
Ciclo de trabajo No. 15					Ciclo de trabajo No. 22				
A	90	6:40	4	3.6	A	100	9:28	4	4.0
B	80	6:47	7	5.6	B	100	9:35	7	7.0
C	80	7:01	14	11.2	C	90	9:45	10	9.0
D	110	7:03	2	2.2	D	100	9:48	3	3.0
Ciclo de trabajo No. 16					Ciclo de trabajo No. 23				
A	100	7:08	5	5.0	A	90	9:52	4	3.6
B	100	7:13	5	5.0	B	100	9:58	6	6.0
C	90	7:22	9	8.1	C	80	10:07	9	7.2
D	80	7:26	4	3.2	D	90	10:11	4	3.6
Ciclo de trabajo No. 17					Ciclo de trabajo No. 24				
A	100	7:31	5	5.0	A	100	10:14	3	3.0
B	100	7:36	5	5.0	B	100	10:20	6	6.0
C	90	7:46	10	9.0	C	90	10:31	11	9.9
D	90	7:49	3	1.8	D	90	10:33	2	1.8
Ciclo de trabajo No. 18					Ciclo de trabajo No. 25				
A	90	7:55	6	5.4	A	100	10:38	5	5.0
B	90	8:03	8	7.2	B	90	10:44	6	5.4
C	90	8:14	11	9.9	C	90	10:55	11	9.9
D	80	8:18	4	3.2	D	110	10:59	4	4.4
Ciclo de trabajo No. 19					Ciclo de trabajo No. 26				
A	100	8:22	4	4.0	A	80	11:03	4	3.2
B	90	8:29	7	6.3	B	90	11:09	6	5.4
C	90	8:36	9	8.1	C	90	11:17	8	7.2
D	100	8:40	2	2.0	D	90	11:21	4	3.6
Ciclo de trabajo No. 20					Ciclo de trabajo No. 27				
A	110	8:43	3	3.3	A	80	11:25	4	3.2
B	80	8:50	7	5.6	B	100	11:36	11	11.0
C	100	8:58	8	8.0	C	100	11:46	10	10.0
D	90	9:01	3	2.7	D	80	11:48	2	1.6




**Tabla 4.7 Hoja No 1 de registro para el segundo estudio de tiempos de la elaboración de tapones cuadrados de 3/4 de pulgada.**

ESTUDIO DE TIEMPOS									
DEPARTAMENTO: Inyección de plástico						ESTUDIO núm: 2			
OPERACIÓN: ELABORAR TAPONES DE POLIETILENO E. De M. Núm:						HOJA núm: 1			
INSTALACION/MAQUINA Núm: 3						TERMINO: 16:24 COMENZO: 16:10 TIEMPO TRANSCURRIDO:13.06 MIN.			
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES: Rebabeador.						OPERARIO: CE1 FICHA núm:			
PRODUCTO/PIEZA: cuadro 3/4" Núm: 256						OBSERBADO POS: H.Q, R.P			
PLANO núm: (versión) MATERIAL:						FECHA: 20 enero 2006			
CALIDAD:									
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.
Ciclo de trabajo NO 1					Ciclo de trabajo No. 8				
TIEMPO INICIAL.	0	30	-	-					
A	100	35	5	5.0	A	100	3:25	5	5.0
B	90	41	6	5.4	B	90	3:31	6	5.4
C	90	51	10	9.0	C	100	3:41	10	10.0
D	100	53	2	2.0	D	100	3:43	2	2.0
Ciclo de trabajo No. 2					Ciclo de trabajo No. 9				
A	90	58	5	4.5	A	110	3:47	4	4.4
B	90	1:05	7	6.3	B	80	3:55	8	6.4
C	90	1:16	11	9.9	C	90	4:06	11	9.9
D	80	1:19	3	2.4	D	90	4:08	2	1.8
Ciclo de trabajo No. 3					Ciclo de trabajo No. 10				
A	90	1:25	6	5.4	A	90	4:12	4	3.6
B	90	1:32	7	6.3	B	100	4:20	8	8.0
C	100	1:42	10	10.0	C	80	4:32	12	9.6
D	90	1:45	3	2.7	D	90	4:34	2	1.8
Ciclo de trabajo No. 4					Ciclo de trabajo No. 11				
A	100	1:49	4	4.0	A	90	4:39	5	4.5
B	100	1:55	6	6.0	B	100	4:45	6	6.0
C	90	2:06	11	9.9	C	90	4:57	12	10.8
D	100	2:08	2	2.0	D	100	5:00	3	3.0
Ciclo de trabajo No. 5					Ciclo de trabajo No. 12				
A	90	2:12	4	3.6	A	110	5:03	3	3.3
B	80	2:20	8	6.4	B	90	5:09	6	5.04
C	100	2:30	10	10.0	C	90	5:20	11	9.9
D	90	2:32	2	1.8	D	90	5:22	2	1.8
Ciclo de trabajo No. 6					Ciclo de trabajo No. 13				
A	80	2:38	6	4.8	A	90	5:26	4	3.6
B	90	2:46	8	7.2	B	80	5:34	8	6.4
C	100	2:55	9	9.0	C	100	5:45	11	11.0
D	100	2:58	3	3.0	D	100	5:47	2	2.0
Ciclo de trabajo No. 7					Ciclo de trabajo No. 14				

A	100	3:03	5	5.0	A	100	5:50	3	3.0
B	90	3:09	6	5.4	B	90	5:59	9	8.1
C	110	3:18	9	9.9	C	80	6:12	13	10.4
D	90	3:20	2	1.8	D	90	6:15	3	2.7

**Tabla 4.8 Hoja No 2 de registro para el segundo estudio de tiempos de la elaboración de tapones cuadrados de 3/4 de pulgada.**

<b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>										
DEPARTAMENTO: Inyección de plástico						ESTUDIO núm: 2				
OPERACIÓN: ELABORAR TAPONES DE POLIETILENO E. De M. Núm:						HOJA núm: 2				
INSTALACION/MAQUINA Núm: 3						TERMINO: 16:24 COMENZO: 16:10 TIEMPO TRANSCURRIDO:13.06 MIN.				
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES: Rebabeador.						OPERARIO: CE1 FICHA núm:				
PRODUCTO/PIEZA: cuadro 3/4 " Núm: 256						OBSERVADO POS: H.Q, R.P				
PLANO núm: (versión) MATERIAL:						FECHA: 20 enero 2006				
CALIDAD:										
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.	
Ciclo de trabajo No. 15					Ciclo de trabajo No. 22					
A	100	6:19	4	4.0	A	100	9:08	3	3.0	
B	80	6:28	9	7.2	B	80	9:16	8	6.4	
C	90	6:40	12	10.8	C	110	9:24	8	8.8	
D	100	6:43	3	3.0	D	100	9:26	2	2.0	
Ciclo de trabajo No. 16					Ciclo de trabajo No. 23					
A	90	6:47	4	3.6	A	110	9:29	3	3.3	
B	100	6:55	8	8.0	B	100	9:35	6	6.0	
C	100	7:06	11	11.0	C	90	9:44	9	8.1	
D	100	7:09	3	3.0	D	90	9:46	2	1.8	
Ciclo de trabajo No. 17					Ciclo de trabajo No. 24					
A	90	7:14	5	4.5	A	100	9:50	4	4.0	
B	100	7:20	6	6.0	B	100	9:56	6	6.0	
C	100	7:30	10	10.0	C	100	10:06	10	10.0	
D	80	7:34	4	3.2	D	70	10:10	4	2.8	
Ciclo de trabajo No. 18					Ciclo de trabajo No. 25					
A	100	7:38	4	4.0	A	100	10:13	3	3.0	
B	100	7:44	6	6.0	B	80	10:21	8	6.4	
C	90	7:54	10	9.0	C	110	10:29	8	8.8	
D	100	7:56	2	2.0	D	100	10:32	3	3.0	
Ciclo de trabajo No. 19					Ciclo de trabajo No. 26					
A	100	8:00	4	4.0	A	100	10:35	3	3.0	
B	100	8:07	7	7.0	B	110	10:40	5	5.5	
C	90	8:16	9	8.1	C	100	10:49	9	9.0	
D	80	8:20	4	3.2	D	100	10:51	2	2.0	
Ciclo de trabajo No. 20					Ciclo de trabajo No. 27					
A	90	8:25	5	4.5	A	90	10:57	4	3.6	
B	90	8:32	7	6.3	B	90	11:02	7	6.3	
C	100	8:41	9	9.0	C	90	11:12	10	9.0	
D	90	8:43	2	1.2	D	90	11:14	2	1.8	
Ciclo de trabajo No. 21					Ciclo de trabajo No. 28					
A	90	8:47	4	3.6	A	80	11:19	5	4.0	






**Tabla 4.10 Hoja No 1 de registro para el tercer estudio de tiempos de la elaboración de tapones cuadrados de 3/4 de pulgada.**

ESTUDIO DE TIEMPOS									
DEPARTAMENTO: Inyección de plástico					ESTUDIO núm: 3				
OPERACIÓN: ELABORAR TAPONES DE POLIETILENO					HOJA núm: 1				
E. De M. Núm:					TERMINO: 17:19				
INSTALACION/MAQUINA Núm: 3					COMENZO: 17:05				
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES: Rebabeador.					TIEMPO TRANSCURRIDO: 12.59 MIN.				
PRODUCTO/PIEZA: cuadro 3/4" Núm: 256					OPERARIO: CE1				
PLANO núm: (versión) MATERIAL:					FICHA núm:				
CALIDAD:					OBSERBADO POS: H.Q, R.P				
FECHA: 20 enero 2006									
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.
Ciclo de trabajo No. 1					Ciclo de trabajo No. 8				
<i>TIEMPO INICIAL.</i>	0	36	-	-					
A	100	40	4	1.0	A	110	3:13	3	3.3
B	100	47	7	4.0	B	90	3:21	8	7.1
C	90	55	8	6.3	C	90	3:29	8	7.1
D	100	57	2	2.0	D	100	3:31	2	2.0
Ciclo de trabajo No. 2					Ciclo de trabajo No. 9				
A	100	1:01	4	4.0	A	90	3:35	4	3.6
B	100	1:08	7	7.0	B	100	3:44	9	9.0
C	100	1:17	9	9.0	C	90	3:53	9	8.1
D	100	1:19	2	2.0	D	100	3:55	2	2.0
Ciclo de trabajo No. 3					Ciclo de trabajo No. 10				
A	100	1:22	3	3.0	A	90	4:00	5	4.5
B	100	1:30	8	8.0	B	90	4:10	10	9.0
C	90	1:39	9	8.1	C	90	4:20	10	9.0
D	90	1:41	2	1.8	D	100	4:22	2	2.0
Ciclo de trabajo No. 4					Ciclo de trabajo No. 11				
A	90	1:46	5	4.5	A	80	4:27	5	4.0
B	100	1:53	7	7.0	B	100	4:37	10	10.
C	100	2:03	10	10.0	C	90	4:48	11	9.9
D	90	2:06	3	1.8	D	80	4:52	4	3.2
Ciclo de trabajo No. 5					Ciclo de trabajo No. 12				
A	100	2:11	5	5.0	A	100	4:56	4	4.0
B	100	2:17	6	6.6	B	90	5:05	9	8.1
C	100	2:25	8	8.0	C	80	5:18	13	10.4
D	100	2:27	2	2.0	D	100	5:20	2	2.0
Ciclo de trabajo No. 6					Ciclo de trabajo No. 13				
A	100	2:31	4	4.0	A	90	5:25	5	4.5
B	100	2:37	6	6.0	B	100	5:31	6	6.0
C	100	2:46	9	9.0	C	80	5:43	12	9.6
D	110	2:48	2	2.2	D	100	5:45	2	2.0
Ciclo de trabajo No. 7					Ciclo de trabajo No. 14				
A	110	2:51	3	3.3	A	90	5:49	4	3.6
B	90	2:58	7	6.3	B	100	5:55	6	6.0

C	90	3:06	8	7.2	C	80	6:08	13	10.4
D	90	3:10	4	3.6	D	90	6:11	3	2.7

**Tabla 4.11 Hoja No 2 de registro para el tercer estudio de tiempos de la elaboración de tapones cuadrados de 3/4 de pulgada.**

ESTUDIO DE TIEMPOS										
DEPARTAMENTO: Inyección de plástico						ESTUDIO núm: 3				
OPERACIÓN: ELABORAR TAPONES DE POLIETILENO						HOJA núm: 2				
E. De M. Núm:						TERMINO: 17:19				
INSTALACION/MAQUINA Núm: 3						COMENZO: 17:05				
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES: Rebabeador.						TIEMPO TRANSCURRIDO:12.59 MIN.				
PRODUCTO/PIEZA: cuadro 3/4" Núm: 256						OPERARIO: CE1				
PLANO núm: (versión) MATERIAL:						FICHA núm:				
CALIDAD:						OBSERBADO POS: H.Q, R.P				
FECHA: 20 enero 2006										
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.	
Ciclo de trabajo No. 15					Ciclo de trabajo No. 22					
A	90	6:16	5	4.5	A	100	9:00	4	4.0	
B	90	6:24	8	7.2	B	100	9:07	7	9.0	
C	100	6:33	9	9.0	C	100	9:16	9	7.0	
D	110	6:35	2	2.2	D	90	9:18	2	2.0	
Ciclo de trabajo No. 16					Ciclo de trabajo No. 23					
A	100	6:39	4	4.0	A	100	9:23	5	5.0	
B	100	6:46	7	7.0	B	100	9:29	6	6.0	
C	90	6:56	10	9.0	C	110	9:37	8	8.8	
D	100	6:58	2	2.0	D	100	9:40	3	3.0	
Ciclo de trabajo No. 17					Ciclo de trabajo No. 24					
A	100	7:03	5	5.0	A	100	9:44	4	4.0	
B	110	7:09	6	6.6	B	110	9:50	6	6.6	
C	80	7:22	13	10.4	C	70	10:02	12	8.4	
D	100	7:25	3	3.0	D	100	10:04	2	2.0	
Ciclo de trabajo No. 18					Ciclo de trabajo No. 25					
A	90	7:29	4	3.6	A	100	10:08	4	4.0	
B	100	7:35:	6	6.0	B	90	10:15	7	6.3	
C	100	7:46	11	11.0	C	90	10:26	11	9.9	
D	100	7:48	2	2.0	D	100	10:28	2	2.0	
Ciclo de trabajo No. 19					Ciclo de trabajo No. 26					
A	90	7:51	5	4.5	A	100	10:31	3	3.0	
B	110	7:58	7	7.7	B	90	10:37	6	5.4	
C	90	8:09	11	9.9	C	100	10:46	9	9.0	
D	100	8:11	2	2.0	D	100	10:19	3	3.0	
Ciclo de trabajo No. 20					Ciclo de trabajo No. 27					
A	100	8:15	4	4.0	A	90	10:54	5	4.5	
B	100	8:21	6	6.0	B	100	11:00	6	6.0	
C	110	8:30	9	9.9	C	100	11:10	10	10.0	
D	90	8:33	3	1.8	D	110	11:12	2	2.2	
Ciclo de trabajo No. 21					Ciclo de trabajo No. 28					
A	90	8:38	5	4.5	A	100	11:15	3	3.0	
B	100	8:44	6	6.0	B	90	11:22	7	6.3	
C	100	8:54	10	10.0	C	100	11:32	10	10.0	



--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Tabla 4.13 Hoja No 1 de registro para el cuarto estudio de tiempos de la elaboración de tapones cuadrados de 3/4 de pulgada.**

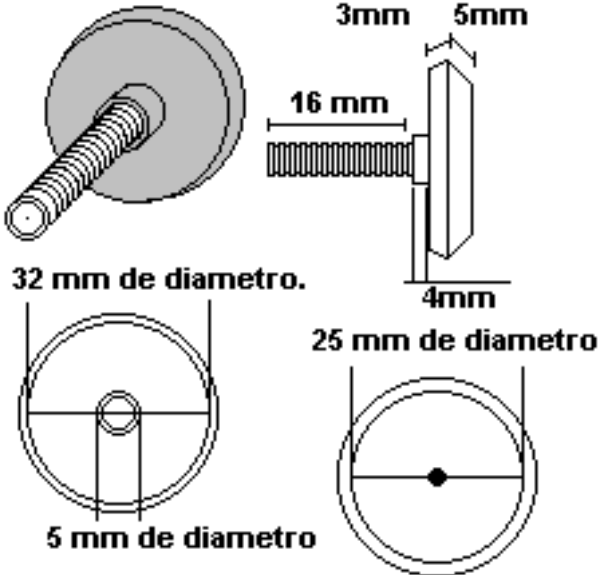
ESTUDIO DE TIEMPOS									
DEPARTAMENTO: Inyección de plástico					ESTUDIO núm: 4				
OPERACIÓN: ELABORAR TAPONES DE POLIETILENO					HOJA núm: 1				
E. De M. Núm:					TERMINO: 17:51				
INSTALACION/MAQUINA Núm: 3					COMENZO: 17:36				
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES: Rebabeador.					TIEMPO TRANSCURRIDO:13.09 MIN.				
PRODUCTO/PIEZA: cuadro 3/4" Núm: 256					OPERARIO: CE1				
PLANO núm: (versión) MATERIAL:					FICHA núm:				
CALIDAD:					OBSERBADO POS: H.Q, R.P				
FECHA: 20 enero 2006									
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.
Ciclo de trabajo No. 1					Ciclo de trabajo No. 8				
TIEMPO INICIAL.	0	13	-	-					
A	90	18	5	4.5	A	100	3:04	4	4.0
B	90	24	6	5.4	B	100	3:10	6	6.0
C	90	34	10	9.0	C	100	3:19	9	9.0
D	100	36	2	2.0	D	100	3:21	2	2.0
Ciclo de trabajo No. 2					Ciclo de trabajo No. 9				
A	100	41	5	5.0	A	100	3:25	4	4.0
B	90	48	7	6.3	B	100	3:31	6	6.0
C	100	57	9	9.0	C	100	3:41	10	10.0
D	100	1:00	3	3.0	D	100	3:43	2	2.0
Ciclo de trabajo No. 3					Ciclo de trabajo No. 10				
A	80	1:07	7	5.6	A	100	3:48	5	5.0
B	80	1:15	8	6.4	B	100	3:53	5	5.0
C	90	1:25	10	9.0	C	100	4:03	10	10.0
D	100	1:27	2	2.0	D	100	4:06	3	3.0
Ciclo de trabajo No. 4					Ciclo de trabajo No. 11				
A	100	1:31	4	4.0	A	90	4:11	5	4.5
B	90	1:39	8	7.2	B	90	4:16	5	4.5
C	100	1:49	10	10.0	C	100	4:27	11	11.0
D	100	1:51	2	2.0	D	90	4:30	3	1.8
Ciclo de trabajo No. 5					Ciclo de trabajo No. 12				
A	110	1:55	4	4.4	A	100	4:34	4	4.0
B	100	2:02	7	7.0	B	110	4:40	6	6.6
C	90	2:11	9	8.1	C	90	4:51	11	9.9
D	100	2:13	2	2.0	D	90	4:54	3	2.7
Ciclo de trabajo No. 6					Ciclo de trabajo No. 13				
A	100	2:18	5	5.0	A	100	4:58	4	4.0
B	100	2:24	6	6.0	B	100	5:04	6	6.0
C	110	2:35	11	12.1	C	100	5:16	12	12.0
D	90	2:38	3	1.8	D	100	5:18	2	2.0
Ciclo de trabajo No. 7					Ciclo de trabajo No. 14				
A	90	2:43	5	4.5	A	90	5:23	5	4.5
B	100	2:50	7	7.0	B	100	5:30	7	7.0
C	100	2:58	8	8.0	C	100	5:39	9	9.0
D	100	3:00	2	2.0	D	100	5:41	2	2.0

**Tabla 4.14 Hoja No 2 de registro para el cuarto estudio de tiempos de la elaboración de tapones cuadrados de 3/4 de pulgada.**

<b>ESTUDIO D10E TIEMPOS</b>										
DEPARTAMENTO: Inyección de plástico					ESTUDIO núm: 4					
OPERACIÓN: ELABORAR TAPONES DE POLIETILENO					HOJA núm: 2					
E. De M. Núm:					TERMINO: 17:51					
INSTALACION/MAQUINA Núm: 3					COMENZO: 17:36					
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES: Rebabeador.					TIEMPO TRANSCURRIDO:13.09 MIN.					
PRODUCTO/PIEZA: Cuadro 3/4" Núm: 256					OPERARIO: CE1					
PLANO núm: (versión) MATERIAL:					FICHA núm:					
CALIDAD:					OBSERBADO POS: H.Q, R.P					
					FECHA: 20 enero 2006					
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.	
Ciclo de trabajo No. 15					Ciclo de trabajo No. 22					
A	100	5:46	5	5.0	A	100	8:51	5	5.0	
B	90	5:52	6	5.4	B	110	8:57	6	6.6	
C	90	6:02	10	9.0	C	100	9:07	10	10.0	
D	90	6:06	4	3.6	D	100	9:09	2	2.0	
Ciclo de trabajo No. 16					Ciclo de trabajo No. 23					
A	110	6:10	4	4.4	A	90	9:15	6	5.4	
B	100	6:17	7	7.0	B	100	9:22	7	7.0	
C	90	6:28	11	9.9	C	100	9:32	10	10.0	
D	100	6:30	2	2.0	D	100	9:34	2	2.0	
Ciclo de trabajo No. 17					Ciclo de trabajo No. 24					
A	90	6:35	5	4.5	A	90	9:39	5	4.5	
B	90	6:43	8	7.2	B	100	9:46	7	7.0	
C	90	6:55	12	10.8	C	100	9:56	10	10.0	
D	90	6:57	2	1.8	D	80	10:00	4	3.2	
Ciclo de trabajo No. 18					Ciclo de trabajo No. 25					
A	90	7:03	6	5.4	A	110	10:04	4	4.4	
B	90	7:10	7	6.3	B	90	10:12	8	7.2	
C	90	7:21	11	9.9	C	100	10:22	10	10.0	
D	90	7:25	4	3.6	D	100	10:24	2	2.0	
Ciclo de trabajo No. 19					Ciclo de trabajo No. 26					
A	100	7:30	5	5.0	A	100	10:29	5	5.0	
B	110	7:38	8	8.0	B	100	10:35	6	6.0	
C	90	7:50	12	10.8	C	110	10:44	9	9.9	
D	100	7:52	2	2.0	D	110	10:46	2	2.2	
Ciclo de trabajo No. 20					Ciclo de trabajo No. 27					
A	90	7:58	6	5.4	A	100	10:51	5	5.0	
B	90	8:05	7	6.3	B	100	10:57	6	6.0	
C	90	8:16	11	9.9	C	90	11:07	10	9.0	
D	100	8:18	2	2.0	D	70	11:11	4	2.8	
Ciclo de trabajo No. 21					Ciclo de trabajo No. 28					
A	100	8:24	6	6.0	A	80	11:18	7	5.6	
B	100	8:30	6	6.0	B	90	11:25	7	6.3	
C	80	8:42	12	9.6	C	90	11:36	11	9.9	
D	80	8:46	4	3.2	D	100	11:38	2	2.0	



**Tabla 4.16 División en elementos de la actividad para los estudios realizados al analizar la elaboración de tapones niveladores de 1 plg.**

Elemento.	Descripción.
<b>A</b>	Abrir la puerta de la maquina, quitar la pieza terminada y cerrar la puerta para activar el mecanismo.
<b>B</b>	Colocar tornillos en el molde y cerrar la puerta de la maquina.
<b>C</b>	Inspeccionar y desglosar los tapones, quitando el material sobrante producido por el conducto de alimentación del molde.
<b>D</b>	Quitar pequeñas rebabas de los tapones y colocarlos en el empaque.
<p><b>CANTIDAD:</b> 192.</p> <p><b>TIEMPO APROXIMADO:</b> 13 MIN.</p> <p><b>No. DE CICLOS:</b> 32.</p> <p><b>LUGAR DE TRABAJO:</b> MAQUINA 5.</p> <p><b>OPERARIO:</b> CE2.</p> <p><b>NUMERO DE ESTUDIOS:</b> 4</p> <p><b>FECHA:</b> 22 DE ENERO DEL 2006.</p>	<p style="text-align: center;"><b>PIEZA A ELABORAR.</b></p>  <p>The drawing shows a leveling plug with the following specifications:          - Overall diameter: 32 mm de diametro.          - Hole diameter: 5 mm de diametro.          - Length: 16 mm.          - Thickness: 4 mm.          - Chamfered edges: 3 mm and 5 mm.          - Two cross-sectional views are provided, one showing the hole and the other showing the chamfered edges.</p>
<b>Plano de pieza No 2</b>	

**Tabla 4.17 Hoja No 1 de registro para el primer estudio de tiempos de la elaboración de tapones niveladores de una pulgada.**

ESTUDIO DE TIEMPOS									
DEPARTAMENTO: Inyección de plástico					ESTUDIO núm: 1				
OPERACIÓN: ELABORAR TAPONES DE POLIETILENO E. De M. Núm:					HOJA núm: 1				
INSTALACION/MAQUINA Núm: 5					TERMINO: 14:26 COMENZO: 14:12 TIEMPO TRANSCURRIDO: 13:33MIN.				
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES: Rebabeador.					OPERARIO: CE2 FICHA núm:				
PRODUCTO/PIEZA: Nivelador 1" Núm: 192					OBSERBADO POS: H.Q, R.P				
PLANO núm: (versión) MATERIAL:					FECHA: 22 enero 2006				
CALIDAD:									
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.
Ciclo de trabajo No. 1					Ciclo de trabajo No. 8				
<i>TIEMPO INICIAL.</i>	0	12	-	-					
A	100	17	5	5.0	A	100	3:14	4	4.0
B	90	26	9	8.1	B	100	3:23	9	9.0
C	100	32	6	6.0	C	90	3:28	5	4.5
D	100	36	4	4.0	D	100	3:33	5	5.0
Ciclo de trabajo No. 2					Ciclo de trabajo No. 9				
A	110	41	5	5.5	A	100	3:38	5	5.0
B	90	51	10	9.0	B	90	3:48	10	9.0
C	90	57	6	5.4	C	110	3:53	5	5.5
D	100	1:02	5	5.0	D	100	3:58	5	5.0
Ciclo de trabajo No. 3					Ciclo de trabajo No. 10				
A	100	1:06	4	4.0	A	90	4:03	5	4.5
B	100	1:15	9	9.0	B	90	4:12	9	9.0
C	100	1:22	7	7.0	C	100	4:17	5	5.0
D	90	1:28	6	5.4	D	100	4:22	5	5.0
Ciclo de trabajo No. 4					Ciclo de trabajo No. 11				
A	80	1:35	7	5.6	A	80	4:29	7	5.6
B	100	1:43	8	8.0	B	80	4:40	11	8.8
C	100	1:48	5	5.0	C	90	4:46	6	5.4
D	90	1:53	5	4.5	D	100	4:50	4	4.0
Ciclo de trabajo No. 5					Ciclo de trabajo No. 12				
A	110	1:58	5	5.5	A	90	4:56	6	5.4
B	100	2:07	9	9.0	B	90	5:07	11	9.9
C	100	2:13	6	6.0	C	100	5:13	6	6.0
D	90	2:18	5	4.5	D	100	5:17	4	4.0
Ciclo de trabajo No. 6					Ciclo de trabajo No. 13				
A	110	2:23	5	5.5	A	100	5:22	5	5.0
B	100	2:32	9	9.0	B	90	5:32	10	9.0
C	80	2:41	9	7.2	C	100	5:39	7	7.0
D	90	2:45	4	3.6	D	90	5:44	5	4.5
Ciclo de trabajo No. 7					Ciclo de trabajo No. 14				
A	110	2:49	4	4.4	A	100	5:48	4	4.0
B	90	2:59	10	9.0	B	90	5:56	11	9.9
C	90	3:05	6	5.4	C	100	6:05	6	6.0
D	90	3:10	5	4.5	D	100	6:09	4	4.0



**Tabla 4.18 Hoja No 2 de registro para el primer estudio de tiempos de la elaboración de tapones niveladores de una pulgada.**

ESTUDIO DE TIEMPOS										
DEPARTAMENTO: Inyección de plástico						ESTUDIO núm: 1				
OPERACIÓN: ELABORAR TAPONES DE POLIETILENO						HOJA núm: 2				
E. De M. Núm:						TERMINO: 14:26				
INSTALACION/MAQUINA Núm: 5						COMENZO: 14:12				
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES: Rebabeador.						TIEMPO TRANSCURRIDO: 13:33MIN.				
PRODUCTO/PIEZA: Nivelador 1" Núm: 192						OPERARIO: CE2				
PLANO núm: (versión) MATERIAL:						FICHA núm:				
CALIDAD:						OBSERBADO POS: H.Q, R.P				
FECHA: 22 enero 2006										
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.	
Ciclo de trabajo No. 15					Ciclo de trabajo No. 22					
A	100	6:13	4	4.0	A	100	9:08	5	5.0	
B	90	6:22	9	9.0	B	100	9:17	9	9.0	
C	100	6:27	5	5.0	C	100	9:24	7	7.0	
D	110	6:30	3	3.3	D	90	9:30	6	5.4	
Ciclo de trabajo No. 16					Ciclo de trabajo No. 23					
A	110	6:35	5	5.5	A	100	9:34	4	4.0	
B	90	6:45	10	9.0	B	110	9:41	7	7.7	
C	100	6:52	7	7.0	C	90	9:48	7	6.3	
D	90	6:57	5	4.5	D	100	9:53	5	5.0	
Ciclo de trabajo No. 17					Ciclo de trabajo No. 24					
A	100	7:03	6	6.0	A	110	9:57	4	4.4	
B	110	7:11	8	8.8	B	100	10:06	9	9.0	
C	100	7:17	6	6.0	C	100	10:11	5	5.0	
D	100	7:22	5	5.0	D	100	10:16	5	5.0	
Ciclo de trabajo No. 18					Ciclo de trabajo No. 25					
A	90	7:29	7	6.3	A	100	10:21	5	5.0	
B	100	7:38	9	8.1	B	100	10:28	7	7.0	
C	100	7:43	5	5.0	C	100	10:33	5	5.0	
D	100	7:47	4	4.0	D	90	10:37	4	3.6	
Ciclo de traba No. 19					Ciclo de trabajo No. 26					
A	70	7:55	8	5.6	A	100	10:42	5	5.0	
B	100	8:04	9	9.0	B	110	10:50	8	8.8	
C	100	8:10	6	6.0	C	90	10:56	6	5.4	
D	90	8:14	4	3.6	D	100	11:00	4	4.0	
Ciclo de trabajo No. 20					Ciclo de trabajo No. 27					
A	100	8:19	5	5.0	A	70	11:08	8	5.6	
B	100	8:28	9	9.0	B	100	11:17	9	9.0	
C	100	8:34	6	6.0	C	90	11:25	8	7.2	
D	100	8:39	5	5.0	D	90	11:30	5	4.5	
Ciclo de trabajo No. 21					Ciclo de trabajo No. 28					
A	90	8:44	5	4.5	A	100	11:34	4	4.0	
B	100	8:52	8	8.0	B	100	11:43	9	9.0	
C	110	8:57	5	5.0	C	100	11:49	6	6.0	
D	80	9:03	6	4.8	D	100	11:54	5	5.0	



**Tabla 4.20 Hoja No 1 de registro para el segundo estudio de tiempos de la elaboración de tapones niveladores de una pulgada.**

ESTUDIO DE TIEMPOS									
DEPARTAMENTO: Inyección de plástico					ESTUDIO núm: 2				
OPERACIÓN: ELABORAR TAPONES DE POLIETILENO E. De M. Núm:					HOJA núm: 1				
INSTALACION/MAQUINA Núm: 5					TERMINO: 14:57 COMENZO: 14:43 TIEMPO TRANSCURRIDO: 13:26 MIN.				
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES: Rebabeador.					OPERARIO: CE2 FICHA núm:				
PRODUCTO/PIEZA: Nivelador 1" Núm: 192					OBSERBADO POS: H.Q, R.P				
PLANO núm: (versió) MATERIAL:					FECHA: 22 enero 2006				
CALIDAD:									
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.
Ciclo de trabajo No. 1					Ciclo de trabajo No. 8				
<i>TIEMPO INICIAL.</i>	0	18	-	-					
A	90	23	5	4.5	A	100	3:13	4	4.0
B	100	32	9	9.0	B	90	3:22	9	8.1
C	100	38	6	6.0	C	100	3:28	6	6.0
D	100	42	4	4.0	D	90	3:34	6	5.4
Ciclo de trabajo No. 2					Ciclo de trabajo No. 9				
A	100	46	4	4.0	A	90	3:39	5	4.5
B	110	54	8	8.8	B	100	3:47	8	8.0
C	90	1:01	7	6.3	C	90	3:54	7	6.3
D	90	1:06	5	4.5	D	80	4:00	6	4.8
Ciclo de trabajo NO 3					Ciclo de trabajo NO 10				
A	100	1:11	5	5.0	A	100	4:05	5	5.0
B	100	1:19	8	8.0	B	90	4:15	10	9.0
C	100	1:25	6	6.0	C	100	4:21	6	6.0
D	100	1:29	4	4.0	D	90	4:27	6	5.4
Ciclo de trabajo No. 4					Ciclo de trabajo No. 11				
A	100	1:34	5	5.0	A	100	4:31	4	4.0
B	100	1:43	9	9.0	B	100	4:40	9	9.0
C	100	1:49	6	6.0	C	100	4:46	6	6.0
D	90	1:53	4	3.6	D	100	4:51	5	5.0
Ciclo de trabajo No. 5					Ciclo de trabajo No. 12				
A	90	1:59	6	5.4	A	100	4:55	4	4.0
B	100	2:08	9	9.0	B	100	5:05	10	10.0
C	100	2:14	6	6.0	C	100	5:10	5	5.0
D	100	2:18	4	4.0	D	100	5:16	6	6.0
Ciclo de trabajo No. 6					Ciclo de trabajo No. 13				
A	100	2:23	5	5.0	A	90	5:21	5	4.5
B	110	2:31	8	8.8	B	100	5:29	8	8.0
C	100	2:38	7	7.0	C	90	5:35	6	5.4
D	90	2:43	5	4.5	D	100	5:41	6	6.0
Ciclo de trabajo No. 7					Ciclo de trabajo No. 14				
A	100	2:48	5	5.0	A	90	5:46	5	4.5
B	90	2:58	10	9.0	B	100	5:55	9	9.0
C	100	3:04	6	6.0	C	100	6:01	6	6.0
D	100	3:09	5	5.0	D	100	6:05	4	4.0

**Tabla 4.21 Hoja No 2 de registro para el segundo estudio de tiempos de la elaboración de tapones niveladores de una pulgada.**

ESTUDIO DE TIEMPOS										
DEPARTAMENTO: Inyección de plástico						ESTUDIO núm: 2				
OPERACIÓN: ELABORAR TAPONES DE POLIETILENO E. De M. Núm:						HOJA núm: 2				
INSTALACION/MAQUINA Núm: 5						TERMINO: 14:57 COMENZO: 14:43 TIEMPO TRANSCURRIDO: 13:26 MIN.				
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES: Rebabeador.						OPERARIO: CE2 FICHA núm:				
PRODUCTO/PIEZA: Nivelador 1" Núm: 192						OBSERBADO POS: H.Q, R.P				
PLANO núm: (versió) MATERIAL:						FECHA: 22 enero 2006				
CALIDAD:										
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.	
Ciclo de trabajo No. 15					Ciclo de trabajo No. 22					
A	100	6:10	5	5.0	A	100	9:05	5	5.0	
B	100	6:09	9	9.0	B	90	9:15	10	9.0	
C	90	6:26	7	6.3	C	90	9:21	6	5.4	
D	90	6:31	5	4.5	D	100	9:25	4	4.0	
Ciclo de trabajo No. 16					Ciclo de trabajo No. 23					
A	100	6:35	4	4.0	A	90	9:31	6	5.4	
B	90	6:45	10	9.0	B	100	9:40	9	9.0	
C	90	6:52	7	6.3	C	100	9:45	5	5.0	
D	90	6:57	5	4.5	D	90	9:50	5	4.5	
Ciclo de trabajo No. 17					Ciclo de trabajo No. 24					
A	100	7:02	5	5.0	A	100	9:55	5	5.0	
B	100	7:11	9	9.0	B	90	10:03	8	7.2	
C	100	7:17	6	6.0	C	110	10:08	5	5.5	
D	90	7:23	6	5.4	D	100	10:12	4	4.0	
Ciclo de trabajo No. 18					Ciclo de trabajo No. 25					
A	100	7:28	5	5.0	A	90	10:18	6	6.3	
B	100	7:36	8	8.0	B	100	10:27	9	9.0	
C	100	7:42	6	6.0	C	100	10:33	6	6.0	
D	100	7:48	6	6.0	D	100	10:37	4	4.0	
Ciclo de trabajo No. 19					Ciclo de trabajo No. 26					
A	110	7:52	4	4.4	A	100	10:42	5	5.0	
B	90	8:00	8	7.2	B	90	10:52	10	9.0	
C	90	8:07	7	6.3	C	100	10:57	5	5.0	
D	100	8:12	5	5.0	D	100	11:01	4	4.0	
Ciclo de trabajo No. 20					Ciclo de trabajo No. 27					
A	110	8:16	4	4.4	A	110	11:05	4	4.4	
B	100	8:25	9	9.0	B	100	11:14	9	9.0	
C	100	8:32	7	7.0	C	90	11:21	7	6.3	
D	100	8:38	6	6.0	D	90	11:26	5	4.5	
Ciclo de trabajo No. 21					Ciclo de trabajo No. 28					
A	110	8:42	4	4.4	A	100	11:30	4	4.0	
B	100	8:51	9	9.0	B	90	11:38	8	7.2	
C	100	8:56	5	5.0	C	90	11:44	6	5.4	
D	100	9:00	4	4.0	D	100	11:48	4	4.0	



**Tabla 4.23 Hoja No 1 de registro para el tercer estudio de tiempos de la elaboración de tapones niveladores de una pulgada.**

ESTUDIO DE TIEMPOS									
DEPARTAMENTO: Inyección de plástico					ESTUDIO núm: 3				
OPERACIÓN: ELABORAR TAPONES DE POLIETILENO					HOJA núm: 1				
E. De M. Núm:					TERMINO: 17:20				
INSTALACION/MAQUINA Núm: 5					COMENZO: 17:05				
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES: Rebabeador.					TIEMPO TRANSCURRIDO: 13:42 MIN.				
PRODUCTO/PIEZA: Nivelador 1" Núm: 192					OPERARIO: CE2				
PLANO núm: (versió) MATERIAL:					FICHA núm:				
CALIDAD:					OBSERBADO POS: H.Q, R.P				
FECHA: 22 enero 2006									
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.
Ciclo de trabajo No. 1					Ciclo de trabajo No. 8				
TIEMPO INICIAL.	0	14	-	-					
A	90	19	5	4.5	A	110	3:14	5	5.5
B	100	28	9	9.0	B	100	3:23	9	9.0
C	90	33	5	4.5	C	100	3:28	5	5.0
D	110	38	5	5.5	D	100	3:32	4	4.0
Ciclo de trabajo No. 2					Ciclo de trabajo No. 9				
A	100	43	5	5.0	A	90	3:36	4	3.6
B	90	53	10	9.0	B	90	3:46	10	9.0
C	100	57	4	4.0	C	100	3:51	5	5.0
D	100	1:03	6	6.0	D	100	3:56	5	5.0
Ciclo de trabajo No. 3					Ciclo de trabajo No. 10				
A	100	1:07	4	4.0	A	100	4:00	4	4.0
B	80	1:17	10	8.0	B	80	4:09	9	7.2
C	100	1:23	6	6.0	C	70	4:13	4	2.8
D	90	1:29	6	5.4	D	100	4:18	5	5.0
Ciclo de trabajo No. 4					Ciclo de trabajo No. 11				
A	110	1:35	6	6.6	A	100	4:23	5	5.0
B	100	1:44	9	9.0	B	90	4:32	9	8.1
C	100	1:50	6	6.0	C	90	4:37	5	4.5
D	100	1:55	5	5.0	D	90	4:42	5	4.5
Ciclo de trabajo No. 5					Ciclo de trabajo No. 12				
A	90	2:01	6	5.4	A	100	4:48	6	6.0
B	100	2:11	10	10.0	B	100	4:56	8	8.0
C	100	2:18	7	7.0	C	100	5:01	5	5.0
D	100	2:22	4	4.0	D	100	5:07	6	6.6
Ciclo de trabajo No. 6					Ciclo de trabajo No. 13				
A	80	2:27	5	4.0	A	90	5:13	6	5.4
B	110	2:35	8	8.8	B	70	5:23	10	7.0
C	70	2:42	7	4.9	C	90	5:29	6	5.4
D	90	2:46	4	3.6	D	100	5:35	6	6.0
Ciclo de trabajo No. 7					Ciclo de trabajo No. 14				
A	100	2:51	5	5.0	A	80	5:40	5	4.8
B	90	2:59	8	7.2	B	110	5:50	10	11.0
C	90	3:05	6	4.5	C	90	5:56	6	5.4
D	100	3:09	4	4.0	D	90	6:01	5	4.5

**Tabla 4.24 Hoja No 2 de registro para el tercer estudio de tiempos de la elaboración de tapones niveladores de una pulgada.**

ESTUDIO DE TIEMPOS										
DEPARTAMENTO: Inyección de plástico						ESTUDIO núm: 3				
OPERACIÓN: ELABORAR TAPONES DE POLIETILENO						HOJA núm: 2				
E. De M. Núm:						TERMINO: 17:20				
INSTALACION/MAQUINA Núm: 5						COMENZO: 17:05				
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES: Rebabeador.						TIEMPO TRANSCURRIDO: 13:42 MIN.				
PRODUCTO/PIEZA: Nivelador 1" Núm: 192						OPERARIO: CE2				
PLANO núm: (versió) MATERIAL:						FICHA núm:				
CALIDAD:						OBSERBADO POS: H.Q, R.P				
FECHA: 22 enero 2006										
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.	
Ciclo de trabajo No. 15					Ciclo de trabajo No. 22					
A	100	6:06	5	5.0	A	70	9:08	6	4.2	
B	100	6:15	9	9.0	B	100	9:17	9	9.0	
C	100	6:21	6	6.0	C	100	9:22	5	5.0	
D	100	6:25	4	4.0	D	100	9:28	6	6.0	
Ciclo de trabajo No. 16					Ciclo de trabajo No. 23					
A	100	6:31	6	6.0	A	90	9:34	6	5.4	
B	110	6:40	9	9.9	B	90	9:44	10	9.0	
C	90	6:46	6	5.4	C	90	9:50	6	4.8	
D	90	6:50	4	3.6	D	100	9:56	6	6.0	
Ciclo de trabajo No. 17					Ciclo de trabajo No. 24					
A	100	6:57	7	7.0	A	100	10:01	5	5.0	
B	90	7:07	10	9.0	B	100	10:11	10	10.0	
C	100	7:12	5	4.5	C	100	10:18	7	7.0	
D	100	7:17	5	5.0	D	100	10:23	5	5.0	
Ciclo de trabajo No. 18					Ciclo de trabajo No. 25					
A	110	7:24	7	7.7	A	110	10:29	6	6.6	
B	90	7:34	10	9.0	B	110	10:38	9	9.9	
C	100	7:39	5	5.0	C	80	10:43	5	4.0	
D	100	7:45	6	6.0	D	90	10:47	4	3.6	
Ciclo de trabajo No. 19					Ciclo de trabajo No. 26					
A	100	7:50	5	5.0	A	90	10:52	5	4.5	
B	80	7:59	9	7.2	B	90	11:01	9	8.1	
C	80	8:05	6	4.8	C	100	11:05	4	4.0	
D	100	8:11	6	6.0	D	100	11:09	4	4.0	
Ciclo de trabajo No. 20					Ciclo de trabajo No. 27					
A	100	8:16	5	5.0	A	100	11:14	5	5.0	
B	100	8:25	9	9.0	B	100	11:24	8	8.0	
C	100	8:31	6	6.0	C	110	11:29	5	5.5	
D	70	8:35	4	2.8	D	100	11:35	5	5.0	
Ciclo de trabajo No. 21					Ciclo de trabajo No. 28					
A	110	8:41	6	6.6	A	110	11:40	5	5.5	
B	90	8:51	10	9.0	B	70	11:48	8	5.6	
C	100	8:57	6	6.0	C	90	11:53	5	4.5	
D	100	9:02	5	5.0	D	100	11:59	6	6.0	





**Tabla 4.26 Hoja No 1 de registro para el cuarto estudio de tiempos de la elaboración de tapones niveladores de una pulgada.**

ESTUDIO DE TIEMPOS										
DEPARTAMENTO: Inyección de plástico						ESTUDIO núm: 4				
OPERACIÓN: ELABORAR TAPONES DE POLIETILENO E. De M. Núm:						HOJA núm: 1				
INSTALACION/MAQUINA Núm: 5						TERMINO: 15:35 COMENZO: 15: 21 TIEMPO TRANSCURRIDO: MIN.				
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES: Rebabeador.						OPERARIO: CE2 FICHA núm:				
PRODUCTO/PIEZA: Nivelador 1" Núm: 192						OBSERBADO POS: H.Q, R.P				
PLANO núm: (versió) MATERIAL:						FECHA: 22 enero 2006				
CALIDAD:										
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.	
Ciclo de trabajo No. 1					Ciclo de trabajo No. 8					
<i>TIEMPO INICIAL.</i>	0	16	-	-						
A	100	20	4	4.0	A	100	3:12	6	6.0	
B	110	29	9	9.9	B	100	3:21	9	9.0	
C	100	34	5	5.0	C	100	3:26	5	5.0	
D	90	39	5	4.5	D	100	3:32	6	6.0	
Ciclo de trabajo No. 2					Ciclo de trabajo No. 9					
A	100	43	4	4.0	A	90	3:37	5	4.5	
B	100	52	9	9.0	B	90	3:47	10	9.0	
C	90	57	5	4.5	C	110	3:54	7	7.7	
D	90	1:03	6	5.4	D	100	4:00	6	6.0	
Ciclo de trabajo No. 3					Ciclo de trabajo No. 10					
A	90	1:07	4	3.6	A	100	4:05	5	5.0	
B	100	1:16	9	9.0	B	80	4:14	9	7.2	
C	100	1:21	5	5.0	C	80	4:22	8	6.4	
D	110	1:27	6	6.6	D	100	4:26	4	4.0	
Ciclo de trabajo No. 4					Ciclo de trabajo No. 11					
A	90	1:32	5	4.5	A	90	4:32	6	5.4	
B	100	1:40	8	8.0	B	100	4:41	9	9.0	
C	100	1:44	4	4.0	C	70	4:46	5	3.5	
D	110	1:49	5	5.5	D	110	4:51	5	5.5	
Ciclo de trabajo No. 5					Ciclo de trabajo No. 12					
A	90	1:54	5	4.5	A	90	4:57	6	5.4	
B	100	2:04	10	10.0	B	90	5:07	10	9.0	
C	100	2:10	6	5.0	C	90	5:12	5	4.5	
D	100	2:15	5	5.0	D	110	5:17	5	5.5	
Ciclo de trabajo No. 6					Ciclo de trabajo No. 13					
A	80	2:21	6	4.8	A	100	5:22	5	5.0	
B	90	2:30	9	8.1	B	100	5:31	9	9.0	
C	100	2:36	6	6.0	C	100	5:36	5	5.0	
D	100	2:41	5	5.0	D	80	5:42	6	4.8	
Ciclo de trabajo No. 7					Ciclo de trabajo No. 14					
A	100	2:47	6	6.0	A	90	5:47	5	4.5	
B	70	2:56	9	6.3	B	100	5:56	9	9.0	
C	100	3:01	5	5.0	C	100	6:02	6	6.0	
D	90	3:06	5	4.5	D	70	6:08	6	4.2	

**Tabla 4.27 Hoja No 2 de registro para el cuarto estudio de tiempos de la elaboración de tapones niveladores de una pulgada.**

ESTUDIO DE TIEMPOS										
DEPARTAMENTO: Inyección de plástico						ESTUDIO núm: 4				
OPERACIÓN: ELABORAR TAPONES DE POLIETILENO						HOJA núm: 2				
E. De M. Núm:						TERMINO:				
INSTALACION/MAQUINA Núm: 5						COMENZO:				
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES: Rebabeador.						TIEMPO TRANSCURRIDO: MIN.				
PRODUCTO/PIEZA: Nivelador 1" Núm: 192						OPERARIO: CE2				
PLANO núm: (versió) MATERIAL:						FICHA núm:				
CALIDAD:						OBSERBADO POS: H.Q, R.P				
FECHA: 22 enero 2006										
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	V.	C.	T.R.	T.B.	
Ciclo de trabajo No. 15					Ciclo de trabajo No. 22					
A	100	6:14	6	6.0	A	70	9:10	5	3.5	
B	110	6:24	10	11.0	B	100	9:19	9	9.0	
C	100	6:30	6	6.0	C	100	9:24	5	5.0	
D	90	6:36	6	5.4	D	80	9:29	5	4.0	
Ciclo de trabajo No. 16					Ciclo de trabajo No. 23					
A	90	6:42	6	5.4	A	110	9:33	4	4.4	
B	90	6:51	9	8.1	B	110	9:42	9	9.9	
C	100	6:57	6	6.0	C	100	9:46	4	4.4	
D	100	7:01	4	4.0	D	100	9:52	6	6.0	
Ciclo de trabajo No. 17					Ciclo de trabajo No. 24					
A	100	7:06	5	5.0	A	90	9:56	4	3.6	
B	100	7:15	9	9.0	B	70	10:04	8	5.6	
C	110	7:19	4	4.4	C	100	10:09	5	5.0	
D	90	7:24	5	4.5	D	100	10:15	6	6.0	
Ciclo de trabajo No. 18					Ciclo de trabajo No. 25					
A	70	7:30	6	4.2	A	110	10:20	5	5.5	
B	100	7:40	10	10.0	B	100	10:29	9	9.0	
C	100	7:49	4	4.0	C	100	10:35	6	6.0	
D	90	7:49	5	4.5	D	100	10:40	5	5.0	
Ciclo de trabajo No. 19					Ciclo de trabajo No. 26					
A	100	7:54	5	5.0	A	100	10:45	5	5.0	
B	100	8:03	9	9.0	B	100	10:55	10	10.0	
C	100	8:08	5	5.0	C	100	11:01	6	6.0	
D	100	8:14	6	6.0	D	90	11:06	5	4.5	
Ciclo de trabajo No. 20					Ciclo de trabajo No. 27					
A	110	8:20	6	6.6	A	100	11:11	5	5.0	
B	70	8:29	9	6.3	B	80	11:21	10	8.0	
C	100	8:31	5	5.0	C	100	11:26	5	5.0	
D	90	8:40	6	5.4	D	100	11:32	6	6.0	
Ciclo de trabajo No. 21					Ciclo de trabajo No. 28					
A	90	8:45	5	4.5	A	110	11:38	6	6.6	
B	90	8:55	10	9.0	B	90	11:47	9	8.1	
C	90	8:59	4	3.6	C	90	11:52	5	4.5	
D	100	9:05	6	6.0	D	100	11:58	6	6.0	



Ahora tenemos que elegir elementos representativos de los tiempos básicos de cada uno de los estudios realizados. Para determinar un elemento representativo, lo único que se tiene que hacer es sacar el promedio total de los tiempos básicos para cada elemento. A continuación se muestran estos tiempos representativos para los estudios realizados en las dos piezas.

**TABLA 4.29 TIEMPOS REPRESENTATIVOS DE CADA ELEMENTO DEL ESTUDIO REALIZADO PARA LA ELABORACIÓN DE TAPONES CUADRADOS DE ¾ DE PULGADA.**

<b>TIEMPOS BÁSICOS REPRESENTATIVOS RESULTANTES DEL ESTUDIO APLICADO A LA ELABORACIÓN DE TAPONES CUADRADOS DE ¾ DE PULGADA.</b>				
<b>Elemento.</b>	<b>Estudio No 1</b>	<b>Estudio No 2</b>	<b>Estudio No 3</b>	<b>Estudio No 4</b>
<b>Suma total de los tiempos básicos.</b>				
<b>A</b>	128	128	124.8	150.4
<b>B</b>	195.2	201.6	216	201.6
<b>C</b>	297.6	301	288	310.5
<b>D</b>	83.2	75.2	70.4	73.6
<b>Valores promedio.</b>				
<b>A</b>	4.0 seg.	4.0 seg.	3.9 seg.	4.7 seg.
<b>B</b>	6.1 seg.	6.3 seg.	6.75 seg.	6.3 seg.
<b>C</b>	9.3 seg.	9.4 seg.	9.0 seg.	9.7 seg.
<b>D</b>	2.6 seg.	2.35 seg.	2.2 seg.	2.3 seg.

**TABLA 4.30 TIEMPOS REPRESENTATIVOS DE CADA ELEMENTO DEL ESTUDIO REALIZADO PARA LA ELABORACIÓN DE TAPONES NIVELADORES DE UNA PULGADA.**

<b>TIEMPOS BÁSICOS REPRESENTATIVOS RESULTANTES DEL ESTUDIO APLICADO A LA ELABORACIÓN DE TAPONES NIVELADORES DE UNA PULGADA.</b>				
<b>Elemento.</b>	<b>Estudio No 1</b>	<b>Estudio No 2</b>	<b>Estudio No 3</b>	<b>Estudio No 4</b>
<b>Suma total de los tiempos básicos.</b>				
<b>A</b>	163.2 seg.	150.4 seg.	166.4 seg.	156.8 seg.
<b>B</b>	291.2 seg.	297.6 seg.	275.2 seg.	280 seg.
<b>C</b>	192 seg.	188.8 seg.	163.2 seg.	160 seg.
<b>D</b>	152 seg.	147.2 seg.	156.8 seg.	166.4 seg.
<b>Valores promedio.</b>				
<b>A</b>	5.1 seg.	4.7 seg.	5.2 seg.	4.9 seg.
<b>B</b>	9.1 seg.	9.3 seg.	8.6 seg.	8.75 seg.
<b>C</b>	6.0 seg.	5.9 seg.	5.1 seg.	5.0 seg.
<b>D</b>	4.75 seg.	4.6 seg.	4.9 seg.	5.2 seg.

Lo único que falta para terminar esta parte, es sacar los valores de tiempos básicos, que utilizaremos para calcular el tiempo tipo de las operaciones. Para determinar los valores que utilizaremos, solo debemos promediar los tiempos representativos de cada estudio. A continuación se muestran estos tiempos resultantes.

**TABLA 4.31 TABLA QUE MUESTRA LOS TIEMPOS BÁSICOS QUE SE UTILIZARAN PARA CALCULAR LOS TIEMPOS TIPO, RESULTANTES DE ANALIZAR DE LA ELABORACIÓN DE TAPONES CUADRADOS DE  $\frac{3}{4}$  DE PULGADA.**

Elemento.	Tiempo básico neto.
<b>A</b>	4.2 seg.
<b>B</b>	6.4 seg.
<b>C</b>	9.4 seg.
<b>D</b>	2.4 seg.

**TABLA 4.32 TABLA QUE MUESTRA LOS TIEMPOS BÁSICOS QUE SE UTILIZARAN PARA CALCULAR LOS TIEMPOS TIPO, RESULTANTES DE ANALIZAR DE LA ELABORACIÓN DE TAPONES NIVELADORES DE UNA PULGADA.**

Elemento.	Tiempo básico neto.
<b>A</b>	5.0 seg.
<b>B</b>	8.9 seg.
<b>C</b>	5.5 seg.
<b>D</b>	4.9 seg.

## **4.17 CALCULO DE LOS TIEMPOS TIPO**

---

Lo primero que hay que hacer para concluir nuestro análisis es calcular los suplementos por descanso necesarios, en base a los tiempos básicos ya calculados anteriormente, para posteriormente asignarlos a los tiempos básicos y obtener los tiempos tipo. Los criterios que se tomaron en consideración fueron tomados gracias a la tabla de suplementos por descanso mostrada en el marco teórico. Estas consideraciones son:

- Aumentar un 5% en todas las actividades debido a las necesidades personales.
- Aumentar un 4% por fatiga.

En base a los criterios antes mencionados, los suplementos por descanso y sus tiempos tipo concluyentes son:

Suplementos sugeridos y tiempo tipo para la elaboración de 8 tapones cuadrados de  $\frac{3}{4}$  de pulgada.

	Tiempo básico	Suplemento en segundos.
Elementos: <b>A</b>	4.2 seg.	0.378 seg.
<b>B</b>	6.4 seg.	0.576 seg.
<b>C</b>	9.4 seg.	0.846 seg.
<b>D</b>	<u>2.4 seg.</u>	<u>0.216 seg.</u>
<b>Total.</b>	<b>22.4 seg.</b>	<b>2.016 seg.</b>

El tiempo tipo para esta actividad es de: **24.416 seg.** Tipo. Por cada 8 piezas.

Suplementos sugeridos y tiempo tipo para la elaboración de 6 tapones niveladores de una pulgada.

	Tiempo básico	Suplemento en segundos.
Elementos: <b>A</b>	5.0 seg.	0.450 seg.
<b>B</b>	8.9 seg.	0.801 seg.
<b>C</b>	5.5 seg.	0.495 seg.
<b>D</b>	<u>4.9 seg.</u>	<u>0.441 seg.</u>
<b>Total.</b>	<b>24.3 seg.</b>	<b>2.187 seg.</b>

El tiempo tipo para esta actividad es de: **26.487 seg.** Tipo. Por cada 6 piezas.

# CAPITULO V

## EVALUACION ECONOMICA

### 5.1 EVALUACION ECONOMICA

La evaluación de un proyecto es el proceso de medición de su valor, que se basa en la comparación de los beneficios que genera y los costos o inversiones que requiere, desde un punto de vista determinado.

#### **Objetivos**

##### 1. Objetivo general

El objetivo de la evaluación es la obtención de elementos de juicios necesarios para la toma de decisiones de ejecutar o no el proyecto, respecto a las condiciones que ofrece dicho proyecto.

##### 2. Objetivo específico

- Manejar los resultados de una evaluación empresarial, para la toma de decisiones del inversionista sobre la ejecución o no del proyecto de inversión.
- Manejar los indicadores más utilizados que brindan información necesaria para el análisis de las inversiones.
- Aplicar la evaluación económica, la evaluación financiera y la evaluación del accionista, necesarios para determinar la rentabilidad del proyecto.

### 5.2 PERIODO DE RECUPERACION (PR)

Se define como el período que tarda en recuperarse la inversión inicial a través de los flujos de caja generados por el proyecto. La inversión se recupera en el año en el cual los flujos de caja acumulados superan a la inversión inicial.

Se efectúa por tanteos utilizando los valores del VAN hasta obtener un valor negativo y uno positivo.

No se considera un método adecuado si se toma como criterio único. Pero, de la misma forma que el método anterior, puede ser utilizado complementariamente con el VAN.

### 5.3 EVALUACIÓN DEL MÉTODO PROPUESTO

---

Por medio del cálculo del valor presente neto, antes mencionado demostraremos que los métodos propuestos son muy económicos y que la recuperación del capital invertido se recupera muy rápidamente. Para calcular el VPN se tiene que utilizar la siguiente ecuación.

$$VPN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n}$$

Donde:

**FEN** = Flujo neto de efectivo del mes o año, que corresponde a la ganancia neta después de impuestos en el mes n.

**P** = Inversión inicial en el mes o año 0.

**i** = Tasa de referencia que corresponde al TMAR en base a la inflación.

Como ya se menciona anteriormente, se calcula el VPN para determinado periodo, en el momento que su valor sea mayor igual a cero, quiere decir que en ese periodo será cuando se recupere el capital invertido.

Para poder calcular el VPN de nuestra inversión, es necesario conocer el costo total que tendrá el material necesario para implantar el método propuesto. Ahora mencionaremos los costos totales que implica el material propuesto para el método diseñado:

<b>Material</b>	<b>Costo.</b>
Carro para herramientas.	452\$.
Plataforma con ruedas.	810\$.
Rampa fija de gravedad.	1,850\$.
Contenedores para herramientas (5 pzs.).	200\$.
Estante de lámina.	<u>1,200\$.</u>
<b>TOTAL.</b>	<b>4,512\$.</b>

Ahora ya tenemos en cuenta que la inversión inicial que se requiere es de 4,512\$, también sabemos por medio de datos de la empresa que la ganancia promedio en un mes es de 18,000\$, sustituyendo tenemos que:

$$VPN = \frac{(18,000)}{(1+.03)^1} - 4,512 = 12,963$.$$

Como  $VPN \geq 0$ , se puede determinar que la inversión será recuperada en el primer mes de trabajo de la empresa. De este modo se logra comprobar que el estudio del trabajo favorece en gran parte a la pequeña empresa, haciendo que esta se desarrolle y crezca de una manera ejemplar. Implantar el método propuesto lograra incrementar de forma efectiva la productividad de la planta, logrando así un incremento considerable en las ganancias y con una inversión mínima como se pudo apreciar anteriormente.



---

## CONCLUSIONES

---

Este trabajo de tesis, llena un hueco en la literatura especializada sobre la metodología del estudio del trabajo de las empresas, aporta una herramienta necesaria e importante para la competitividad de nuestro país.

Para quienes no se complican la vida, este trabajo de tesis será una valiosa herramienta que de una manera sencilla y práctica “aterriza” los conceptos relacionados de la ingeniería industrial y el estudio del trabajo.

Es difícil contar con el tiempo suficiente para recibir capacitación y posteriormente implementar el estudio del trabajo, por lo que este trabajo de tesis es una guía práctica con ejemplos que ayudaran a ahorrar recursos; tiempo, dinero y esfuerzo.

Es un trabajo invaluable que de forma práctica y sencilla ayudara a las organizaciones a estandarizar sus procesos.

---

## BIBLIOGRAFÍA

---

Moldes y maquinas de inyección para la transformación de plásticos.  
Tomo II, Segunda edición, Editorial Mc GRAW-HILL.  
Autores: Gianni Bodini, Franco Cacchi Pessani.

Introducción al estudio del trabajo, de la oficina internacional del trabajo Ginebra.  
Segunda edición revisada, impreso en suiza por Impression Couleurs Weber, 2500 Biene,  
suiza.

Estudio de Movimientos y tiempos.  
Tercera edición, Editorial Aguilar.  
Autor: Ralph M. Barnes.

Introducción a la ingeniera industrial.  
Segunda edición, Editorial Reverte.  
Autor: Richard C. Vaughan.

Maynard manual del ingenierito industrial.  
Tomo 1 y 2, Cuarta edición, Editorial Mc GRAW-HILL.  
Editor en jefe William K. Hodson.

Ingeniería industrial estudio de tiempos y movimientos.  
Cuarta edición, Editorial representaciones y servicios de ingeniería s.a. México.  
Autor: Benjamín W. Niebel.

Preparación y evaluación de proyectos  
Segunda edición, Editorial Mc GRAW-HILL.  
Autor: Nassir Sapag Chain, Reinaldo Sapag Chain

Evaluación de Proyectos  
Cuarta edición, Editorial Mc GRAW-HILL.  
Autor: Gabriel baca Urbina