



U  
N  
E  
X  
P  
O

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"  
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIA  
INGENIERÍA DE MÉTODOS



**ESTUDIO DE MÉTODO REALIZADO EN LA  
EMPRESA  
ROCIADORES INDUSTRIALES C.A.**

**Autores:**

Rauseo, Anny

Villafaña, Cristal

García, Isis

Bello, Leidy

Abreu, Milagros

Rodríguez, Vanessa

**PROFESOR:**

Ing. Iván Turmero MSc

**CIUDAD GUAYANA, SEPTIEMBRE DE 2004**

## INTRODUCCIÓN

El instrumento fundamental que origina una mayor productividad es la utilización de métodos, el estudio de tiempos y un sistema de pago de salarios. Se debe comprender claramente que todos los aspectos de un negocio o industria -ventas, finanzas, producción, ingeniería, costos, mantenimiento y administración son áreas fértiles para la aplicación de métodos, estudio de tiempos y sistemas adecuados de pago de salarios.

Las oportunidades que existen en el campo de la producción para los estudiantes de las carreras de ingeniería, dirección industrial, administración de empresas, psicología industrial y relaciones obrero patronal son: La sección de producción de una industria puede considerarse como el corazón de la misma, y si la actividad de esta sección se interrumpiese, toda la empresa dejaría de ser productiva. Si se considera al departamento de producción como el corazón de una empresa industrial, las actividades de métodos, estudio de tiempos y salarios son el corazón del grupo de fabricación.

El objetivo de un gerente de fabricación o producción es laborar un producto de calidad, oportunamente y al menor costo posible, con inversión mínima de capital y con un máximo de satisfacción de sus empleados.

El alcance de la ingeniería de métodos y el estudio de tiempo en el campo de estas actividades comprende el diseño, la formulación y la selección de los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos diversos y especialidades necesarias para manufacturar un producto después de que han sido elaborados los dibujos y planos de trabajo en la sección de ingeniería de trabajo.

## **INDICE**

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>76</b>
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>85</b>
<b>CAPÍTULO VI .....</b>	<b>89</b>
<b>CAPÍTULO VII .....</b>	<b>92</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>105</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>106</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>107</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>108</b>

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 Antecedentes**

RICA, es una Empresa constituida en Ciudad Guayana el 01 de Diciembre de 1.983, como una Empresa Venezolana de Capital Privado con el objeto de dar respuesta efectiva a las Empresas que constituyen el Parque Industrial del Estado Bolívar y otras Zonas del País, especializada en la manufactura y comercialización de productos industriales: Rociadores Industriales, Aspersores, Microboquillas para Sistemas de Riego, Fabricación de Tubetes y Bandejas portatubetes para viveros, Reparación de Válvulas y Bombas para la Industria Siderúrgica, del Aluminio, Petroquímica, Agrícola, etc.; Fabricación de Toberas para procesos industriales y metalmecánica en general.

En esta empresa se han estado presentando problemas hace cinco años con su proceso de producción de Tubetes de polietileno de alta densidad, debido a la incomodidad y los altos riesgos que corren sus operarios para cargar la máquina inyectora de plástico, además de las altas temperaturas a las que están sometidos sus trabajadores debido al calor generado por las máquinas y la poca ventilación con que cuenta esta área de trabajo, en un principio la empresa optó por colocar una escalera que facilitara esta operación de cargar la máquina, pero aun así sigue siendo impráctico, si consideramos los riesgos, debido a que esta escalera no cuenta con pasamanos, ni la estabilidad suficiente, además del gran esfuerzo que deben hacer los operarios para subir la materia prima. Ligado a esto, esta la manera

manual en la que debe ser mezclada la materia prima, con una paleta de madera, una vez que se encuentra en la tolva.

Después de cuatro años, en el 2003, la empresa decide incrementar su producción de Tubetes de polietileno de alta densidad, generando esto un inconveniente a la hora de almacenar la materia prima y el producto terminado ya que el almacén con que contaban no se daba basto, fue entonces cuando decidieron ampliar el almacén, pero igual no era suficiente para cubrir las necesidades de este proceso y los otros que se realizan en esta empresa, además que se tenían que realizar traslados muy largos desde el almacén hasta el área de producción, por lo que decidieron improvisar un pequeño almacén junto a la máquina inyectora de plástico, reduciendo de esta manera los largos traslados, y en el caso del producto terminado lo almacenan temporalmente en cualquier espacio que tengan libre, reduciendo de esta manera el espacio disponible dentro de el área de trabajo.

## **1.2 Planteamiento del Problema**

En la actualidad, la empresa Rociadores Industriales C.A., RICA, está presentando problemas en su proceso de producción de Tubetes de Polietileno de alta densidad, de 146mm de longitud por 44mm de diámetro mayor y 18mm de diámetro menor, debido a que las condiciones en las que trabajan sus operarios no son las más óptimas. Entre las problemáticas que se presentan podemos mencionar:

- ✚ Las altas temperaturas a las que están sometidos, durante largos periodos, producido por la máquina inyectora de plástico y la poca ventilación, ocasionando fatiga en los operarios y a su vez tiempos de receso, incrementando de esta manera el tiempo de ocio.

- ✚ Los largos recorridos que tienen que realizar desde los almacenes hasta el área de fabricación, lo cual genera dilatación de tiempo en el proceso y agotamiento de los trabajadores.
- ✚ La incomodidad generada y la pérdida de espacio disponible a causa de los numerosos almacenes improvisados, tanto como para materia prima, bandejas y producto terminado.
- ✚ El peligro que corren los obreros al momento de cargar la máquina de inyección de plástico, ya que esto requiere subir a través de una escalera, que no cuenta con las condiciones de seguridad necesarias (carencia de pasamanos y poca estabilidad), para llegar a la tobera y mezclar manualmente la materia.
- ✚ Los operarios no cuentan con los equipos de seguridad necesarios para el trabajo que desempeñan.

Es por eso que se ha decidido realizar las observaciones en esta área de producción de Tubetes de la empresa RICA, observaciones que han permitido detectar los problemas presentados, y que se espera puedan ser solucionados o por lo menos minimizados en lo posible y lograr así una mayor producción y mejores condiciones laborales en esta empresa, por medio de la aplicación de estudios de movimientos y tiempo, y de muestreo.

### **1.3 Justificación**

Esta investigación es importante, porque pretende buscar solución a los distintos problemas que se están presentando en el área de producción de Tubetes, de polietileno de alta densidad, de 146mm de longitud por 44mm de diámetro mayor y 18mm de diámetro menor, de la empresa RICA, tales como: la falta de almacenes tanto para la materia prima como para el

producto terminado, la exposición de los operarios a altas temperaturas, el método utilizado para cargar la máquina inyectora de plástico y la falta de equipos de seguridad requeridos por los trabajadores. Para ello se realizará un estudio de movimientos y tiempos, un estudio de muestreo y revisión de las normas de seguridad implementadas por la empresa para proteger a los trabajadores que laboran en esta área, de altas temperaturas a que están sometidos.

Una vez estudiada la situación actual de la empresa RICA, y establecidas las posibles soluciones de los problemas descritos se espera que el proceso de producción de Tubetes se lleve a cabo en óptimas condiciones, incrementando así la producción, reduciendo los tiempos estándares y mejorando las condiciones de trabajo de los operarios.

#### **1.4 Limitaciones**

La realización de este estudio se vio condicionado por los siguientes limitantes:

- ✚ Las observaciones realizadas al proceso se vieron afectadas por fallas en el sistema eléctrico.
- ✚ La toma de tiempos (cronometraje) estuvo afectado tanto por las fallas del sistema eléctrico como por inconvenientes con la máquina inyectora de plástico (derrame y obstrucción del inyector).
- ✚ No fue posible asistir a la empresa a realizar las diversas prácticas debido a las ocupaciones propias de la misma.
- ✚ Al momento de las observaciones y toma de tiempos hubieron ciertas complicaciones motivadas por el ocio de los operarios y en ocasiones la poca colaboración de los mismos.

## **1.5 Objetivos**

### **General**

Realizar un estudio de movimientos, tiempo y muestreo a las distintas operaciones para la fabricación de Tubetes de la empresa RICA, utilizando para ello las técnicas y herramientas de la ingeniería de métodos.

### **Específicos**

- a. Analizar y proponer un modelo de distribución y aprovechamiento adecuado del espacio físico para el almacenamiento de producto.
- b. Analizar las condiciones de trabajo del operario y proponer soluciones que eviten riesgo en sus labores.
- c. Aplicar el análisis operacional al proceso, con el fin de proponer mejoras a los elementos valiosos y útiles del mismo.
- d. Determinar el tiempo estándar de las operaciones básicas en la empresa con la intención de establecer patrones de referencia.



## **CAPÍTULO II**

### **GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

#### **2.1 Ubicación**

Calle Yuruan, Parque Industrial ASOPEMIA, Zona Industrial Unare II, Sector I, Parcela 4, Galpón 4, Puerto Ordaz, Ciudad Guayana - Estado Bolívar - Venezuela.

#### **2.2 Objetivos**

RICA, es una empresa destinada a la fabricación de Aspersores, Toberas y al mantenimiento de válvulas y Bombas, para satisfacer las necesidades de los sectores agroindustriales, petróleo y acueductos en el ámbito regional, nacional e internacional.

#### **2.3 Política de Calidad**

RICA, adquiere el compromiso de satisfacer las necesidades de sus clientes, garantizando el suministro de productos de alta calidad: Fabricación de Rociadores Agrícolas e Industriales y Reparación de Válvulas y Bombas, a través de la capacitación del personal y el mejoramiento continuo de todo su proceso productivo y administrativo.

## **2.4 Visión**

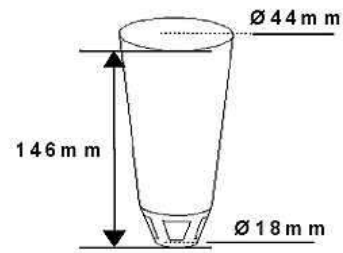
La empresa RICA espera ser una empresa exitosa, con un Recurso humano altamente satisfecho, participando en un proceso productivo con tecnología de punta, llegando a través de alianzas estratégicas a la comercialización de sus productos, alrededor del mundo.

## **2.5 Reconocimientos**

- ✓ Venezuela Competitiva. 1.998
- ✓ Industria del Año. 1.997 (ASOPEMIA Bolívar)
- ✓ Industria del Año. 1.996 (AIMM Guayana)

## **2.6 Proceso Productivo**

La capacidad de la empresa se encuentra en una producción de 40.000 unidades de Aspersores mensuales 500.000 Tubetes para viveros y 10.000 Toberas por mes, con una facturación de 1.000.000 US \$ anuales y así como la instalación y servicio de sistemas de riego general. El proceso que analizaremos en este trabajo será el de la fabricación de Tubetes de polietileno de alta densidad, de 146mm de longitud por 44mm de diámetro mayor y 18mm (como se muestra en la fig. 2.1) de diámetro menor para viveros, que cuentan con dos operarios por máquina, cuyo horario de trabajo es de 7:00am a 5:00pm, teniendo 30min para almorzar, 30min para descansar y 15min para las necesidades personales.



**Fig. 2.1**

La máquina utilizada para este proceso de Tubetes es una Máquina Inyectadora de Plástico, que cuenta con las siguientes características:

**Marca:** REED

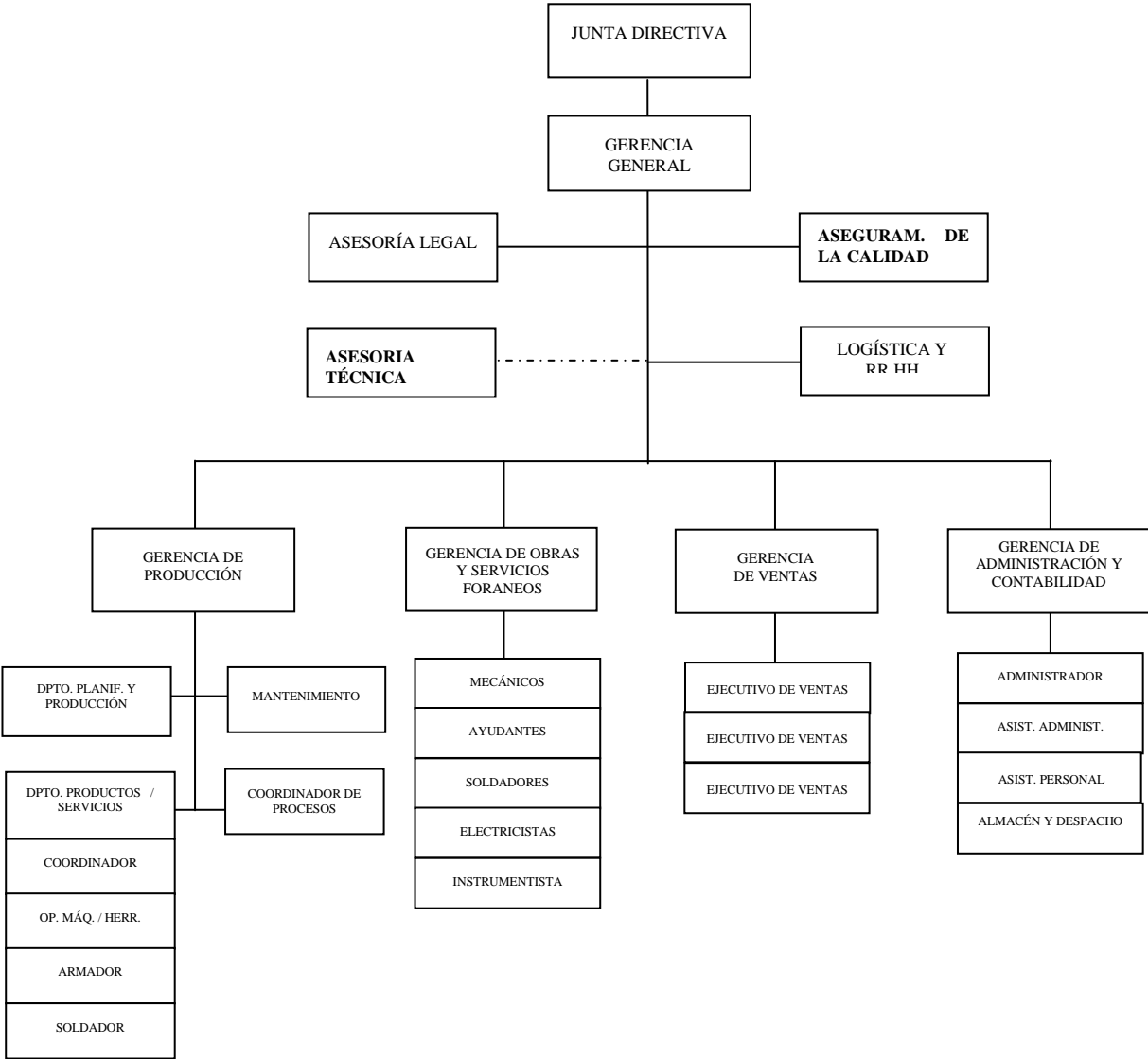
**Modelo nº:** 200 Toneladas

**Presiones:** de 1700 a 2300 psi

**Temperaturas:** de  $190^{\circ}$  a  $280^{\circ}\text{C}$

**Velocidad:** de 0 a 9 rpm

## 2.7 Organigrama



## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 ESTUDIO DEL TRABAJO**

En cualquier sistema organizacional se habla, de trabajo, por lo que las empresas realizan estudios que tratan de optimizar sus recursos para obtener un bien y/o servicio. Por ello el trabajo representa la dinámica de la empresa, ya que ésta presenta un factor primordial para aumentar su productividad. Por ello comenzaremos definiendo lo que es el trabajo.

Durante cualquier proceso en donde intervenga el hombre, se trata de ser los más eficientes, es por ellos que el Estudio del Trabajo nos presenta varias técnicas para aumentar la productividad.

Se entiende por ESTUDIO DEL TRABAJO, genéricamente, 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 de trabajo se divide en dos ramas que son las siguientes:

- Estudio de tiempos
- Estudio de economía de movimientos

Las cuales explicaremos detalladamente mas adelante.

Por otro lado tenemos que la O.I.T, aplica dos técnicas para llevar a cabo el Estudio del Trabajo como se observa en la siguiente figura, éstas son:

El estudio de métodos que es el registro y examen crítico sistemáticos de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillo y eficaces y de reducir los costos.

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

Podemos aumentar la productividad a través del Estudio del Trabajo. Para realizar este estudio es necesario aplicar las ocho etapas que contiene el procedimiento básico para el estudio del trabajo, las cuales son:

<b>ETAPA</b>	<b>DESARROLLO</b>
<b>SELECCIONAR</b>	El trabajo o proceso a estudiar
<b>REGISTRAR</b>	O recolectar todos los datos relevantes acerca de la tarea o proceso utilizado las técnicas mas apropiadas y disponiendo los datos en la forma mas cómoda para analizarlos
<b>EXAMINAR</b>	Los hecho registrados con espíritu crítico, preguntándose si se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad; el lugar donde se lleva a cabo, el orden en que se ejecuta; quien la ejecuta; y los medios empleados
<b>ESTABLECER</b>	El métodos más económico tomando en cuenta las circunstancias y utilizando las diferente técnicas de gestión, así como los aportes de dirigentes, supervisores, trabajadores y otros especialistas cuyos enfoques deben analizarse y

		discutirse
	<b>EVALUAR</b>	Los resultados obtenidos con el nuevo método en comparación con la cantidad de trabajo necesario y establecer un tiempo tipo
	<b>DEFINIR</b>	El nuevo método y el tiempo correspondiente, y presentar dicho método, ya sea verbalmente o por escrito, a todas las personas a quienes concierne, utilizando demostraciones.
	<b>IMPLANTAR</b>	El nuevo método, formando a las personas interesadas, como práctica general con el tiempo fijado
	<b>CONTROLAR</b>	La aplicación de la nueva norma siguiendo los resultados obtenidos y comparándolo con los objetivos

Tenemos que en cualquier industria se presenta o presentará el problema de determinar un método más factible y preferible para realizar el trabajo y esto se debe a la propia necesidad de perfeccionamiento de los métodos de trabajo, influidos por la nueva tecnología, la demanda, los procesos económicos, debe emplearse algún procedimiento para diseñar el trabajo y determinar la cantidad de tiempo necesario para realizarlo. Este método lo presenta el Estudio del Trabajo para aumentar la efectividad y eficiencia en los procesos de la empresa, generando una mayor utilidad y rentabilidad del negocio.

Cabe realizar que las técnicas que se utilizan en el Estudio de Trabajo no son ajenas a los procesos administrativos, ya que tienden a visualizar y corregir sus ciclos, para disminuir el tiempo en procesar alguna información.

### **3.1.1 PRINCIPIOS DE ECONOMÍA DE MOVIMIENTOS**

La economía de movimientos es la técnica que se utiliza para asignar detalladamente los movimientos de obreros en su lugar de trabajo. Los PEM son el resultado de estudios y experiencias debidas a los indicadores del estudio del trabajo; resultan verdaderamente útiles en los estudios y análisis de los métodos de trabajo, especialmente para simplificaciones de los movimientos de los ejecutantes.

#### **3.1.1.1 Estudio de tiempos**

Realizar estudios de tiempos en una empresa ayuda a determinar el tiempo que debe asignarse a una persona conocedora de su trabajo para realizar una tarea. Utilizar los tiempos de ejecución de las tareas es básico para reducir los costos, determinar y controlar con exactitud los costos de mano de obra, establecer salarios con incentivos, planificar, establecer presupuestos entre otros.

El primer paso para iniciar un estudio de tiempos se hace a través del jefe del departamento o del supervisor de línea. Después de revisar el trabajo en operación, tanto el jefe como el analista de tiempos deben estar de acuerdo en que el trabajo está listo para ser estudiado. Si más de un operario está efectuando el trabajo para el cual se van a establecer sus estándares, varias consideraciones deberán ser tomadas en cuenta en la selección del operario que usará para el estudio. En general, el operario de tipo medio o el que está algo más arriba del promedio, permitirá obtener un estudio más satisfactorio que el efectuado con un operario poco experto o con uno altamente calificado. El operario medio normalmente realizará el trabajo consistente y sistemáticamente. Su ritmo tenderá a estar en el intervalo aproximado de lo



normal, facilitando así al analista de tiempos el aplicar un factor de actuación correcto.

Por supuesto, el operario deberá estar bien entrenado en el método a utilizar, tener gusto por su trabajo e interés en hacerlo bien. Debe estar familiarizado con los procedimientos del estudio de tiempos y su práctica, y tener confianza en los métodos de referencia así como en el propio analista. Es deseable que el operario tenga espíritu de cooperación, de manera que acate de buen grado las sugerencias hechas por el supervisor y el analista.

Algunas veces el analista no tendrá oportunidad de escoger a quién estudiar cuando la operación es ejecutada por un solo trabajador. En tales casos el analista debe ser muy cuidadoso al establecer su calificación de actuación, pues el operario puede estar actuando en uno u otro de los extremos de la escala. En trabajo en que participa un solo operario, es muy importante que el método empleado sea el correcto y que el analista aborde al operario con mucho tacto.

De la técnica usada por el analista del estudio de tiempos para establecer contacto con el operario seleccionado dependerá mucho la cooperación que reciba. A este trabajador deberá tratársele amistosamente e informársele que la operación va a ser estudiada. Debe dársele oportunidad de que haga todas las preguntas que desee acerca de cosas como técnica de toma de tiempos, método de evaluación y aplicación de márgenes. En casos en que el operario sea estudiado por primera vez, el analista debe responder a todas las preguntas sincera y pacientemente. Además, debe animar al operario a que proporcione sugerencias y, cuando lo haga, éstas deberán recibirse con agrado demostrándole que se respeta su habilidad y sus conocimientos.

El analista debe mostrar interés en el trabajo del operario, y en toda ocasión ser justo y franco en su comportamiento hacia el trabajador. Esta estrategia de acercamiento hará que se gane la confianza del operario, y el analista encontrará que el respeto y la buena voluntad obtenidos le ayudarán no sólo a establecer un estándar justo, si no que también harán más agradables los trabajos futuros que les sean asignados en el piso de producción.

#### **3.1.1.1.1 Equipo necesario para la realización del estudio de tiempos.**

El equipo mínimo que se requiere para llevar a cabo un programa de estudio de tiempos comprende un cronómetro, un tablero o paleta para estudio de tiempos, formas impresas para estudio de tiempos y calculadora de bolsillo o por su conveniencia equipo de computo.

Además de lo anterior, ciertos instrumentos registradores de tiempo que se emplean con éxito y tienen algunas ventajas sobre el cronómetro, son las máquinas registradoras de tiempo, las cámaras cinematográficas y el equipo de videocinta.

#### ***Cronómetros.***

1. Cronómetro decimal de minutos (de 0.01 min)
2. Cronómetro decimal de minutos (de 0.001 min)
3. Cronómetro decimal de horas (de 0.0001 de hora)
4. Cronómetro electrónico.

## 5. Cronómetros electrónicos auxiliados por computadora

**El cronómetro decimal de minutos (de 0.01)** que se muestra en la figura 3.1 tiene su carátula con 100 divisiones y cada una de ellas corresponde a 0.01 de minuto. Por lo tanto, una vuelta completa de la manecilla mayor requerirá un minuto. El cuadrante pequeño del instrumento tiene 30 divisiones, correspondiendo cada una a un minuto. Por cada revolución de la manecilla mayor, la manecilla menor se desplazará una división, o sea, un minuto.



Fig. 3.1 Cronómetro decimal de minutos (de 0.01 min.)

**El cronómetro decimal de minutos de 0.001 min**, es parecido al cronómetro decimal de minutos de 0.01 min. En el primero cada división de la manecilla mayor corresponde a un milésimo de minuto. De este modo, la manecilla mayor o rápida tarda 0.10 min. en dar una vuelta completa en la carátula, en vez de un minuto como en el cronómetro decimal de minutos de

0.01 min. Se usa este aparato sobre todo para tomar el tiempo de elementos muy breves a fin de obtener datos estándares. En general, el cronómetro de 0.001 min. no tiene corredera lateral de arranques sino que se pone en movimiento, se detiene y se vuelve a cero oprimiendo sucesivamente la corona. En la figura 3.2 siguiente se ilustra una adaptación especial de cronómetro decimal de minutos cuyo uso juzgan conveniente muchos de los analistas de tiempos. Las manecillas largas dan una vuelta completa en 0.01 de minuto. El cuadrante pequeño está graduado en minutos y una vuelta completa de su aguja marca 30 min.



Fig. 3.2 Cronómetro decimal de minutos de doble acción.

Para arrancar este cronómetro se oprime la corona y ambas manecillas rápidas parten de cero simultáneamente. Al terminar el primer momento se oprime el botón lateral, lo cual detendrá únicamente la manecilla rápida inferior. El análisis de tiempos puede observar entonces el tiempo en que transcurrió el elemento sin tener la dificultad de leer una aguja o manecilla en

movimiento. A continuación se oprime el botón lateral y la manecilla inferior se une a la superior, la cual ha seguido moviéndose ininterrumpidamente. Al finalizar el segundo elemento se vuelve a oprimir el botón lateral y se repite el procedimiento.

**El cronómetro decimal de hora** tiene la carátula mayor dividida en 100 partes, pero cada división representa un diezmilésimo (0.0001) de hora. Una vuelta completa de la manecilla mayor de este cronómetro marcará, por lo tanto, un centésimo (0.01) de hora, o sea 0.6 min. La manecilla pequeña registra cada vuelta de la mayor, y una revolución completa de la aguja menor marcará 18 min. o sea 0.30 de hora. En el cronómetro decimal de horas las manecillas (fig. 3.3) se ponen en movimiento, se detienen y se regresan a cero de la misma manera que en el cronómetro decimal de minuto de 0.01 min.



Fig. 3.3 Cronómetro decimal de hora

Es posible montar tres **cronómetros** en un **tablero**, ligados entre sí, de modo que el analista pueda durante el estudio, leer siempre un cronómetro cuyas manecillas estén detenidas y mantenga un registro acumulativo del tiempo total transcurrido. La figura 3.4 ilustra esta combinación. En ellas

aparecen tres cronómetros accionados por corona y que se ponen en funcionamiento por medio de la palanca que se ve a la derecha. En primer lugar, al accionar la palanca se pone en movimiento el cronómetro 1 (primero de la izquierda), prepara el cronómetro 2, y arranca el 3. Al final del primer elemento, se desconecta un embrague que activa el cronómetro 3 y vuelve a accionar la palanca. Esto detiene el cronómetro 1, pone en marcha el 2 y el cronómetro 3 continúa en movimiento, ya que medirá el tiempo total como comprobación. El cronómetro 1 está ahora en espera de ser leído, en tanto que el siguiente elemento está siendo medido por el cronómetro 2.



Fig. 3.4 Tablero con tres cronómetros para estudio de tiempos

Una práctica muy común consiste en usar sólo un cronómetro en el tablero de observaciones (fig. 3.5).



Fig. 3.5 Tablero con un cronómetro y forma impresa para el estudio de tiempos.

Todos los cronómetros deben ser revisados periódicamente para verificar que no están proporcionando lecturas “fuera de tolerancia”. Para asegurar que haya una exactitud continua en las lecturas, es esencial que los cronómetros tengan un mantenimiento apropiado. Deben estar protegidos contra humedad, polvo y cambios bruscos de temperatura. Se les debe proporcionar limpieza y lubricación regulares (una vez por año es adecuado). Si tales aparatos no se emplean regularmente, se les debe dar cuerda y dejarlos marchar hasta que se les acabe una y otra vez.

Se dispone actualmente de **cronómetros** totalmente **electrónicos**, y éstos proporcionan una resolución de un centésimo de segundo y una exactitud de  $\pm 0.002\%$ . Cuando el instrumento está en el modo de regreso rápido (*snapback*), pulsando el botón de lectura se registra el tiempo para el evento y automáticamente regresa a cero y comienza a acumular el tiempo para el siguiente, cuyo tiempo se exhibe apretando el botón de lectura al término del suceso.



Fig. 3.6 Tablero con cronómetro electrónico.

Los cronómetros electrónicos operan con baterías recargables. Normalmente éstas deben ser recargadas después de 14 horas de servicio continuo. Los cronómetros electrónicos profesionales tienen integrados indicadores de funcionamiento de baterías, para evitar una interrupción inoportuna de un estudio debido a falla de esos elementos eléctricos.

### ***Cronómetros electrónicos auxiliados por computadora***

Este cronómetro permite la introducción de datos observados y los graba en lenguaje computarizado en una memoria de estado sólido. Las lecturas de tiempo transcurrido se graban automáticamente. Todos los datos de entradas y los datos de tiempo transcurrido pueden transmitirse directamente del cronómetro a una terminal de computadora a través de un cable de salida. La computadora prepara resúmenes impresos, eliminando la laboriosa tarea del cálculo manual común de tiempos elementales y permitidos y de estándares operativos.





Fig. 3.7 Cronómetro electrónico auxiliado por computadora.

***“En general, las aptitudes y la personalidad del analista de tiempos son lo básico para el éxito y no el equipo utilizado”***

#### ***3.1.1.1.2 Selección del operador y estrategia a seguir***

El primer paso para iniciar un estudio de tiempos se hace a través del jefe del departamento o del supervisor de línea. Después de revisar el trabajo en operación, tanto el jefe como el analista de tiempos deben estar de acuerdo en que el trabajo está listo para ser estudiado. Si más de un operario está efectuando el trabajo para el cual se van a establecer sus estándares, varias consideraciones deberán ser tomadas en cuenta en la selección del operario que usará para el estudio. En general, el operario de tipo medio o el que está algo más arriba del promedio, permitirá obtener un estudio más satisfactorio que el efectuado con un operario poco experto o con uno altamente calificado. El operario medio normalmente realizará el trabajo consistente y

sistemáticamente. Su ritmo tenderá a estar en el intervalo aproximado de lo normal, facilitando así al analista de tiempos el aplicar un factor de actuación correcto.

Por supuesto, el operario deberá estar bien entrenado en el método a utilizar, tener gusto por su trabajo e interés en hacerlo bien. Debe estar familiarizado con los procedimientos del estudio de tiempos y su práctica, y tener confianza en los métodos de referencia así como en el propio analista. Es deseable que el operario tenga espíritu de cooperación, de manera que acate de buen grado las sugerencias hechas por el supervisor y el analista.

Algunas veces el analista no tendrá oportunidad de escoger a quién estudiar cuando la operación es ejecutada por un solo trabajador. En tales casos el analista debe ser muy cuidadoso al establecer su calificación de actuación, pues el operario puede estar actuando en uno u otro de los extremos de la escala. En trabajo en que participa un solo operario, es muy importante que el método empleado sea el correcto y que el analista aborde al operario con mucho tacto.

#### **3.1.1.1.3 Trato con el operario**

De la técnica usada por el analista del estudio de tiempos para establecer contacto con el operario seleccionado dependerá mucho la cooperación que reciba. A este trabajador deberá tratársele amistosamente e informársele que la operación va a ser estudiada. Debe dársele oportunidad de que haga todas las preguntas que desee acerca de cosas como técnica de toma de

tiempos, método de evaluación y aplicación de márgenes. En casos en que el operario sea estudiado por primera vez, el analista debe responder a todas las preguntas sincera y pacientemente. Además, debe animar al operario a que proporcione sugerencias y, cuando lo haga, éstas deberán recibirse con agrado demostrándole que se respeta su habilidad y sus conocimientos.

El analista debe mostrar interés en el trabajo del operario, y en toda ocasión ser justo y franco en su comportamiento hacia el trabajador. Esta estrategia de acercamiento hará que se gane la confianza del operario, y el analista encontrará que el respeto y la buena voluntad obtenidos le ayudarán no sólo a establecer un estándar justo, si no que también harán más agradables los trabajos futuros que les sean asignados en el piso de producción.

#### **3.1.1.1.4 Análisis de materiales y métodos**

Tal vez el error más común que suele cometer el analista de tiempos es el de no hacer análisis y registros suficientes del método que se estudia. La forma impresa para el estudio de tiempos ilustrada en la figura, tiene espacio para un croquis o una fotografía del área de trabajo. Si se hace un esquema, deberá ser dibujado a escala y mostrar todos los detalles que afecten al método. El croquis mostrará claramente la localización de los depósitos de la materia prima y las partes determinadas, con respecto al área de trabajo. De este modo las distancias a que el operario debe moverse o caminar aparecerán claramente. La localización de todas las herramientas que se usan en la operación deben estar indicadas también, ilustrando así el patrón de movimientos utilizando en la ejecución de elementos sucesivos.



El estudio de tiempos debe constituir una fuente para el establecimiento de datos de estándares y para el desarrollo de fórmulas. También será útil para mejoras de métodos, evaluación de los operarios y de las herramientas y comportamiento de las máquinas.

Hay varias razones para tomar nota de las condiciones de trabajo. En primer lugar, las condiciones existentes tienen una relación definida con el "margen" o "tolerancia" que se agrega al tiempo normal o nivelado. Si las condiciones se mejoraran en el futuro, puede disminuir el margen por tiempo personal, así como el de fatiga. Recíprocamente, si por alguna razón llegara a ser necesario alterar las condiciones de trabajo, de manera que fueran peores que cuando el estudio de tiempos se hizo por primera vez, es lógico que el factor de tolerancia o margen debería aumentarse.

Si las condiciones de trabajo que existían durante el estudio fueran diferentes de las condiciones normales que existen en el mismo, tendrían un efecto determinando en la actuación normal del operario. Por ejemplo, si en un taller de forja por martinete se hiciera el estudio durante un día de verano muy caluroso, es de comprender que las condiciones de trabajo serían peores de lo normal y la actuación del operario reflejaría el efecto del intenso calor.

Las materias primas deben ser totalmente identificadas dando información tal como tamaño, forma, peso, calidad y tratamientos previos.

La operación que está siendo efectuada se describe específicamente. Por ejemplo, indicar "brochalado de ranura para cuña de plg por plg en

agujero de 1 plg" es considerablemente más explícito que la descripción "brochalar ranura". Podría haber varios diámetros interiores en una pieza, cada uno con diferentes ranuras, y a no ser que el agujero que está siendo brochalizado se especifique bien y se indique el tamaño de la ranura, pudieran ocasionarse malas interpretaciones.

El operario en estudio debe ser identificado por su nombre y número de tarjeta de asistencia. Sería muy fácil encontrar en una misma compañía a Don José López. Por otro lado, el número de tarjeta no bastaría para identificar inequívocamente al trabajador, ya que los cambios de turno o rotación de personal hacen que se asigne el mismo número de tarjeta a más de un empleado durante varios años.

#### **3.1.1.1.6 Posición del observado**

Una vez que el analista ha realizado el acercamiento correcto con el operario y registrado toda la información importante, está listo para tomar el tiempo en que transcurre cada elemento.

El observador de tiempos debe colocarse unos cuantos pasos detrás del operario, de manera que no lo distraiga ni interfiera en su trabajo. Es importante que el analista permanezca de pie mientras hace el estudio. Un analista que efectuara sus anotaciones estando sentado sería objeto de críticas por parte de los trabajadores, y pronto perdería el respeto del personal del piso de producción. Además, estando de pie el observador tiene más facilidad para moverse y seguir los movimientos de las manos del operario, conforme se desempeña en su ciclo de trabajo.

En el curso del estudio, el tomador de tiempos debe evitar toda conversación con el operario, ya que esto tendería a modificar la rutina de trabajo del analista y del operario u operador de máquina.

#### **3.1.1.1.7 División de la operación en elementos**

Para facilitar la medición, la operación se divide en grupos de therbligs conocidos como "elementos". A fin de descomponer la operación en sus elementos, el analista debe observar al trabajador durante varios ciclos. Sin embargo, si el ciclo es relativamente largo (más de 30 min), el observador debe escribir los elementos mientras realiza el estudio. De ser posible, los elementos en los que se va a dividir la operación deben determinarse antes de comenzar el estudio. Los elementos deben dividirse en partes lo más pequeñas posibles, pero no tan finas que se sacrifique la exactitud de las lecturas. Divisiones elementales de aproximadamente 0.04 min (2.4 seg.) son las más pequeñas susceptibles de ser leídas consistentemente por un analista de tiempos experimentado. Sin embargo, se puede registrar con facilidad un elemento tan corto como de 0.02 min.

Para identificar el principio y el final de los elementos y desarrollar consistencia en las lecturas cronométricas de un ciclo a otro, deberá tenerse en consideración tanto el sentido auditivo como el visual. De este modo los puntos terminales de los elementos pueden asociarse a los sonidos producidos, como cuando una pieza terminada en fundición, cuando una broca irrumpe en la pieza que se taladra y cuando un par de micrómetros se dejan en el banco o mesa del trabajo. Cada elemento debe registrarse en su orden o secuencia apropiados e incluir una división básica del trabajo que

termine con un sonido o movimientos distintivo.

Los analistas de tiempos de una misma compañía adoptan frecuentemente una división estándar de elementos para determinadas clases de máquina, con objeto de asegurar uniformidad al establecer puntos terminales. El tener elementos estándares como base para la división de una operación es de especial importancia en el establecimiento de datos estándares.

Las reglas principales para efectuar la división en elementos son:

1. Asegúrese de que son necesarios todos los elementos que se efectúan. Si se descubre que algunos son innecesarios, el estudio de tiempos debería interrumpirse y llevar a cabo un estudio de métodos para obtener el método apropiado.
2. Conservar siempre por separado los tiempos de máquina y los correspondientes a ejecución manual.
3. No combinar constantes con variables.
4. Seleccionar elementos de manera que sea posible identificar los puntos terminales por algún sonido característico.



5. Seleccionar los elementos de modo que puedan ser cronometrados con facilidad y exactitud.

Al dividir un trabajo en elementos, el analista debe conservar por separado el tiempo de máquina o de corte, del tiempo de esfuerzo o manipulación. Del mismo modo, los elementos constantes (o sea, aquellos elementos cuyos tiempos no varían dentro de un intervalo de trabajo específico) deberían mantenerse separados de los elementos variables (aquellos cuyos tiempos varían en un intervalo especificado).

Una vez que se realiza la adecuada separación de todos los elementos que constituyen una operación, será necesario que se describa cada elemento con toda exactitud. El final o terminación de un elemento es, automáticamente, el comienzo del que le sigue y suele llamarse "punto terminal" (*breaking point*). La descripción de este punto terminal debe ser tal que pueda ser reconocido fácilmente por el observador. Esto es especialmente importante cuando el elemento no incluye sonido alguno en su terminación. Tratándose de elementos de operaciones de corte, la alimentación, la velocidad, la profundidad y la longitud del corte deben anotarse inmediatamente después de la descripción del elemento. Descripciones típicas de elementos de esta clase son: "Tomar pza. del bco. y coloc. En pos. En torn. Bco.", o bien, "Taladr. plg D. 0.005 plg, alim. 1200 RPM". Nótese que el analista, a fin de ganar tiempo, emplea símbolos y abreviaturas en gran cantidad. Este sistema de notación es aceptable sólo si el elemento queda descrito totalmente mediante términos y símbolos los comprensibles a todos los que deban tener acceso al estudio. Algunas compañías emplean símbolos estandarizados en todas sus fábricas o plantas, y toda persona relacionada con ellos estará familiarizada con la terminología.

Cuando el elemento se repite, no es preciso describirlo por segunda vez, sino únicamente indicar en el espacio en que debería ir la descripción, el número con que se designó al aparecer por primera vez.

#### **3.1.1.1.8 Toma de tiempos**

Existen dos técnicas para anotar los tiempos elementales durante un estudio. En el **método continuo** se deja correr el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento. En el método continuo se leen las manecillas detenidas cuando se usa un cronómetro de doble acción.

En la técnica de **regresos a cero** el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego las manecillas se regresan a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento las manecillas parten de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y las manecillas se regresan a cero otra vez. Este procedimiento se sigue durante todo el estudio.

#### **3.1.1.1.9 Lecturas de regreso vuelta a cero**

Esta técnica ("snapback") tiene ciertas ventajas e inconvenientes en comparación con la técnica continua. Esto debe entenderse claramente antes de estandarizar una forma de registrar valores. De hecho, algunos analistas prefieren usar ambos métodos considerando que los estudios en que predominan elementos largos, se adaptan mejor al método de regresos a cero, mientras que estudios de ciclos cortos se realizan mejor con el procedimiento de lectura continua.

Dado que los valores elementales de tiempo transcurrido son leídos directamente en el método de regreso a cero, no es preciso, cuando se emplea este método, hacer trabajo de oficina adicional para efectuar las restas sucesivas, como en el otro procedimiento. Además los elementos ejecutados fuera de orden por el operario, pueden registrarse fácilmente sin recurrir a notaciones especiales. Los propugnadores del método de regresos a cero exponen también el hecho de que con este procedimiento no es necesario anotar los retrasos, y que como los valores elementales pueden compararse de un ciclo al siguiente, es posible tomar una decisión acerca del número de ciclos a estudiar. En realidad, es erróneo usar observaciones de algunos ciclos anteriores para decidir cuántos ciclos adicionales deberán ser estudiados. Esta práctica puede conducir a estudiar una muestra demasiado pequeña.

W. O. Lichtner señala un inconveniente reconocido del método de regresos a cero, y es que los elementos individuales no deben quitarse de la operación y estudiarse independientemente, por que los tiempos elementales dependen de los elementos precedentes y subsiguientes. Si se omiten factores como retrasos, elementos extraños y elementos transpuestos, prevalecerán valores erróneos en las lecturas aceptadas.

Otra de las objeciones al método de regresos a cero que ha recibido considerablemente atención, particularmente de organismos laborales, es el tiempo que se pierde en poner en cero la manecilla. Lowry, Maynard y Stegemerten expresan: "Se ha encontrado que la manecilla del cronómetro permanece inmóvil de 0.00003 a 0.000097 de hora, en el momento del regreso a cero, dependiendo de la velocidad con la que se oprime y se suelta el botón del cronómetro".<sup>2</sup> Esto significaría una pérdida media de tiempo de 0.0038 min por elemento, o sea, 3.8% de error en un elemento que durase

0.10 min. Por supuesto, cuanto más corto sea el elemento, tanto mayor será el porcentaje de error introducido; y cuanto más largo sea el elemento, tanto menor será el error. Aún cuando analistas de tiempos experimentados tenderán, al hacer la lectura del cronómetro, a dar un margen por el "tiempo de regreso a cero" leyendo hasta el dígito superior inmediato, debe reconocerse que es posible tener un error acumulado considerable al emplear el método de regreso a cero. Los nuevos relojes electrónicos no tienen esta desventaja puesto que no se pierde tiempo al regresarlos a cero.

En resumen, la técnica de regresos a cero tiene las siguientes desventajas:

1. Se pierde tiempo al regresar a cero la manecilla; por lo tanto, se introduce un error acumulativo en el estudio. Esto puede evitarse usando cronómetros electrónicos.
2. Es difícil tomar el tiempo de elementos cortos (de 0.06 min o menos).
3. No siempre se obtiene un registro completo de un estudio en el que no se hayan tenido en cuenta los retrasos y los elementos extraños.
4. No se puede verificar el tiempo total sumando los tiempos de las lecturas elementales.

### 3.1.1.2.2 Lecturas continuas

Esta técnica para registrar valores elementales de tiempo es recomendable por varios motivos. La razón más significativa de todas es, probablemente, la de que este tipo presenta un registro completo de todo el periodo de observación y, por tanto, resulta del agrado del operario y sus representantes. El trabajador puede ver que no se ha dejado ningún tiempo fuera del estudio, y que los retrasos y elementos extraños han sido tomados en cuenta. Es más fácil explicar y lograr la aceptación de esta técnica de registro de tiempos, al exponer claramente todos los hechos.

El método de lecturas continuas se adapta mejor también para registrar elementos muy cortos. No perdiéndose tiempos al regresar la manecilla a cero, puede obtenerse valores exactos de elementos sucesivos de 0.04 min, y de elementos de 0.02 min cuando van seguidos de un elemento relativamente largo. Con la práctica, un buen analista de tiempos que emplee el método continuo, será capaz de apreciar exactamente tres elementos cortos sucesivos (de menos de 0.04 min), si van seguidos de un elemento de aproximadamente 0.15 min o más largo. Se logra esto recordando las lecturas cronométricas de los puntos terminales de los tres elementos cortos anotándolas luego mientras transcurre el elemento más largo.

Por supuesto, como se mencionó antes, esta técnica necesita más trabajo de oficina para evaluar el estudio. Como el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas del cronómetro continúan moviéndose, es necesario efectuar restas sucesivas de las lecturas consecutivas para determinar los tiempos elementales transcurridos. Por ejemplo, si las siguientes lecturas representan los puntos terminales de un estudio de diez elementos: 4, 14, 19, 121, 25, 52, 61, 76, 211, 16, entonces

los valores elementales de este ciclo serían 4, 10, 5, 102, 4, 27, 9, 15, 35 y 5.

### **3.1.2 TIEMPO ESTÁNDAR POR CRONOMETRACIÓN**

#### **3.1.2.1 Definición de tiempo estándar.**

El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

Tres de las técnicas más importantes para determinar el tiempo estándar son:

- a) Cronometraje.
- b) Datos estándar.
- c) Muestreo de trabajo.

Por momento se profundizará en el estudio por cronometración, los incisos restantes se desarrollarán en otros capítulos del programa analítico.

#### **Cronometraje:**

Esta técnica se divide en dos partes: 1) determinación del número de ciclos a cronometrar y 2) cálculo del tiempo estándar. Para efectuar la primera parte, inicialmente se selecciona el trabajo o actividad a analizar y se definen los elementos en que se divide la misma.

Habiendo definido los elementos de la actividad, se procede a efectuar un cronometraje preliminar de al menos 5 ciclos de cada uno de los elementos; este cronometraje puede ser de dos tipos: vuelta a cero o acumulativo.

A partir de los datos obtenidos en el cronometraje preliminar, se determina el número de ciclos necesarios a ser cronometrados.

Finalmente, efectuado el cronometraje de los ciclos obtenidos en la primera parte, se determina el tiempo estándar de cada uno de los elementos en que se ha dividido la actividad.

El tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, usando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida para el trabajo, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día sin mostrar síntomas de fatiga.

En la actualidad las aplicaciones que pueden darse al Tiempo Estándar son múltiples y entre ellas podemos citar las siguientes:

i. Para determinar el **salario** devengable por esa tarea específica; para ello solo es necesario convertir el tiempo a valor monetario.

ii. Ayuda a la Planeación de la Producción. Los problemas de producción y de ventas podrán basarse en los tiempo estándar después de haber aplicado la Medición del Trabajo a los procesos respectivos, eliminando una planeación defectuosa basada en puras conjeturas o adivinanzas.

iii. Facilita la **supervisión**. Para un supervisor o un mayordomo cuyo trabajo está relacionado con hombres, materiales, máquinas, herramientas y métodos, los tiempos de producción le servirán para lograr la coordinación de todos estos elementos, sirviéndole como un patrón para medir la eficiencia productiva de su departamento.

iv. Es una herramienta que ayuda a establecer **estándares de producción** precisos y justos, que además de indicar lo que puede producirse en un día normal de trabajo ayuda a mejorar los estándares de calidad.

v. Ayuda a establecer las **cargas de trabajo** que facilitan la coordinación entre los obreros y las máquinas y



proporcionan a la gerencia bases para inversiones futuras en maquinaria y equipo en casos de expansión.

vi. Ayuda a formular un **sistema de costos estándar** . El tiempo estándar al ser multiplicado por la cuota por hora fijada nos proporciona el costo de mano de obra directa por pieza.

vii. Proporciona **costos estimados** . Los tiempos estándar de mano de obra, servirán para presupuestar el costo de artículos que se planea producir y cuyas operaciones sean semejantes a las actuales.

viii. Proporciona bases sólidas para establecer **sistemas de incentivos**. Se eliminan conjeturas sobre la cantidad de producción y pueden establecerse políticas firmes sobre incentivos que ayudarán a los obreros a incrementar sus salarios, mejorando su nivel de vida y la empresa estará en mejor situación dentro de la competencia, pues se encontrará en posibilidad de aumentar su producción reduciendo los costos unitarios.

ix. Ayuda a **entrenar nuevos trabajadores**. Los tiempos estándar servirán como índices que mostrarán a los

supervisores la forma en que los nuevos trabajadores van aumentando su habilidad en los métodos de trabajo.

Las ventajas que saltan a la vista de las aplicaciones anteriores, cuando los tiempos estándar se aplican correctamente son:

- i. Una reducción de los costos; puesto que al descartar el trabajo improductivo y los tiempos ociosos, la razón de rapidez de producción es mayor, esto es, se produce mayor número de unidades en el mismo tiempo.
  
- ii. Mejora las condiciones obreras porque los tiempos estándar permiten establecer sistemas de pago de salarios con incentivos en los cuales los obreros al producir un número de unidades superior a la cantidad obtenida a velocidad normal, perciben una remuneración extra.

### **3.1.2.2 Número de ciclos a cronometrar.**

Un ciclo de trabajo es la secuencia de elementos que constituyen el trabajo o serie de tareas en observaciones. El número de ciclos en el trabajo que debe cronometrarse depende del grado de exactitud deseado y de la variabilidad de los tiempos observados en el estudio preliminar.

Es posible determinar matemáticamente el número de ciclos que deberán ser estudiados como objeto de asegurar la existencia de una muestra

confiable, y tal valor, moderado aplicando un buen criterio, dará al analista una útil guía para poder decidir la duración de la observación.

### 3.1.2.3 Método estadístico

Los métodos estadísticos pueden servir de guía para determinar el número de ciclos a estudiar. Se sabe que los promedios de las muestras (X) tomados de una distribución normal de observaciones, están normalmente distribuidos con respecto a la medida de la población  $\mu$ . La variable de x con respecto a la medida de población  $\mu$  es igual a  $\sigma^2 / n$  donde n es el tamaño de la muestra y  $\sigma^2$  la varianza de la población. Puede calcularse mediante las ecuaciones (3.1) o bien mediante la ecuación (3.2)

(3.1) Número de observaciones requeridas:

$$n_i = \left( \frac{Z S_i}{E X_{ij}} \right)^2 \quad \text{donde: } S_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (X_{ij})^2 - \frac{\left( \sum_{j=1}^m (X_{ij}) \right)^2}{m}}{m-1}}$$

Donde:

$S_i$  = Desviación estándar de la serie de desviaciones para el elemento de trabajo i.

M = Número de observaciones preliminares realizadas.

$X_{ij}$  = Tiempo registrado para cada elemento de trabajo  $i$ , en la observación  $j$ .

$N_i$  = Número de observaciones requeridas.

$Z$  = Calificación  $Z$  correspondiente al nivel deseado de confiabilidad.

$E$  = Error permisible (5%).

$$Z = \frac{1 - \alpha}{2}$$

(3.2) *Número de observaciones requeridas:*

$$N' = \left[ \frac{\frac{k}{s} \sqrt{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

Donde:

$N'$  = Número de observaciones requeridas

$K/S'$  = Factor de confianza – precisión =  $2 * \frac{1}{E}$

$X$  = Tiempos elementales representativos.

E = Errores posibles.

N = Observaciones iniciales

#### **3.1.2.4 Método de la Maytag-Company.**

La Maytag-Company emplea el siguiente procedimiento para estimar el número de observaciones necesarias:

1. Toma de lecturas: A) Diez lecturas para ciclos de dos minutos o menos. B) Cinco lecturas para ciclos superiores a dos minutos.
2. Determinación del intervalo R, o sea, el valor máximo H, del estudio de tiempos, menos el valor mínimo L,  $( H - L ) = R$ .
3. Determinación de la media X, o sea, la suma de las lecturas dividida por el número de ellas ( 5 o 10 ). Esta media se obtiene aproximadamente dividiendo por 2 la suma de los valores mayor y menor, o sea,  $( H + L ) / 2$ .
4. Determinación de  $R / X$ , o sea, el intervalo dividido por la media.
5. Determinación del número de lecturas necesario ( 4 ) según la tabla anexa. Se desciende por la primera columna hasta encontrar el valor de  $R / X$ ; se sigue horizontalmente hasta hallar el número de lecturas necesario, según el tamaño de la muestra escogida ( 5 o 10 ). ( Para un nivel de confianza del 95% y precisión  $\pm 10\%$ , se divide por 4 el número hallado.
6. Continuación de las lecturas hasta que se alcanza el número de ellas indicado.

### 3.1.2.5 Método del Ábaco Logarítmico.

Este método es utilizado para determinar el número de observaciones en alguna operación. Tomando en cuenta que se deben hacer observaciones preliminares ( en un número mayor a 5 observaciones ) y agrupándose en subgrupos de cuatro se obtienen valores de: la media (  $X$  ) y el intervalo (  $R$  ) para cada subgrupo.

Tomando los datos obtenidos anteriormente se utilizan los siguientes pasos para utilizar el Ábaco Logarítmico:

1. Con una línea recta unir  $E_D$  y  $X_{media}$  ( % de precisión deseada y Valor medio de la  $X_{media}$  ).
2. Unir  $R$  con una línea recta la intersección de la línea anterior con la escala  $S$ .
3. Prolongar hasta la escala  $N$ .
4. Estas pasos se pueden hacer para determinar la precisión real (  $E_A$  ) solo que invirtiendo el procedimiento.

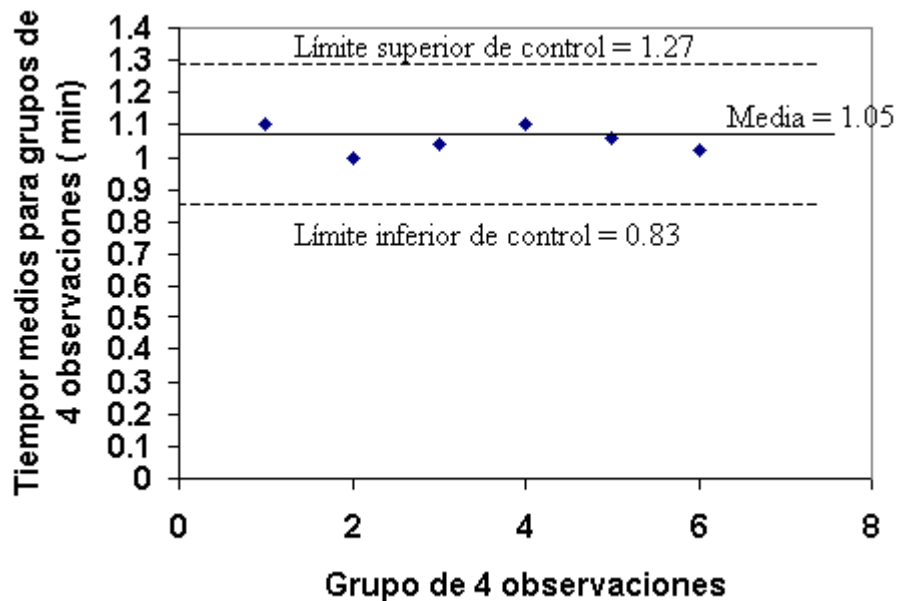
### 3.1.2.6 Gráficos de Control.

El gráfico de Control es un excelente medio para comprobar la uniformidad de los datos del estudio de tiempos. Los valores medios  $X$  (medias de los grupos de cuadro) de las lecturas del estudio de tiempos se marcan sucesivamente sobre el gráfico de control ( ver figura ).

Límite superior de control = 1.27

Límite inferior de control = 0.83

Media = 1.05



Los límites superior e inferior de control se denominan como sigue: empleando el ábaco logarítmico, se busca el valor de R sobre la escala y se lee el correspondiente valor  $3\sigma_x$ . Si  $R = 0.30$ ,  $3\sigma_x = \pm 0.22$ . Como  $X = 1.05$ , por lo tanto:

El límite superior de control =  $1.05 + 0.22 = 1.27$ .

El límite inferior de control =  $1.05 - 0.22 = 0.83$ .

Como indica la figura, todos los puntos están dentro de los límites de control; los datos presentan uniformidad y es aceptable el valor de 1.05 minutos para el tiempo de este elemento.

### **3.1.2.7 Definición del factor de valoración.**

Dado que la habilidad, esfuerzo y consistencia de cada persona al desarrollar un trabajo es inherente a él mismo, es lógico pensar que la productividad de cada uno también será diferente. Si a esto le agregamos condiciones de trabajo no iguales, entonces los resultados de producción obtenidos serán variables. Así pues, el tiempo cronometrado para un elemento cualquiera tendrá diferencias si diferentes son los operadores que lo hacen, lo cual no nos permitiría encontrar un tiempo estándar. En vista de esta situación, nos es indispensable ajustar estos datos con respecto al trabajador del operario.

Existen actualmente muchas formas de calificar la actuación del operario, entre ellas podemos mencionar:

- Calificación según habilidad y esfuerzo.
- Sistema Westinghouse de calificación.
- Calificación Sintética.
- Calificación Objetiva.
- Calificación por medio de películas.
- Otros sistemas.

Los sistemas para efectuar la calificación de velocidad se ven influenciados por muchos factores cualitativos que hacen algo subjetivo esta evaluación; por lo cual se necesita un entrenamiento de los analistas para que logren calificar la actuación de la manera más exacta posible.



### 3.1.2.8 Sistemas de Valoración

- **Sistema de Westinghouse ( calificación de la actuación ).**

La calificación de la actuación es el paso más importante del procedimiento de medición de trabajo, ésta, es una técnica para determinar con equidad el tiempo requerido para que el operario normal ejecute una tarea después de haber registrado los valores observados de la operación en estudio. No hay ningún método universalmente aceptado para calificar actuaciones, aún cuando la mayoría de las técnicas se basan primordialmente en el criterio o buen juicio del analista de tiempos. Uno de los sistemas de calificación más, antiguos y de los utilizados más ampliamente, es el desarrollado por la Westinghouse Electric Company, en donde se consideran cuatro factores al evaluar la actuación del operario, que son: habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia

La **habilidad** se define como “ pericia en seguir un método dado ”, el cual se determina por la experiencia y aptitudes del operario, así como su coordinación.

El **esfuerzo o empeño** se define como “ una demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia”. Este es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y puede ser controlado en alto grado por el operario.

En cuanto a lo que se refiere a **condiciones**, se enfoca al procedimiento de calificación que afecta al operario y no a la operación. En la mayoría de los casos, las condiciones serán calificadas como normales o promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la forma en que se hallan generalmente en la estación de trabajo.

La **consistencia** se refiere a las actitudes del operario con relación a su tarea. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican, desde luego, consistencia perfecta.

Para calificar la actuación de acuerdo al sistema Westinghouse se puede apreciar en la tabla los porcentajes relacionados con la calificación de la actuación, en donde el buen juicio del analista es el punto más importante para calificar de acuerdo a este método.

Tabla de Porcentajes de calificación de la actuación del Sistema Westinghouse (anexo 1)

### **3.1.2.9 Determinación de Tolerancias.**

Después de haber calculado el tiempo normal ( tiempo elemental \* calificación de la actuación ), llamado muchas veces el tiempo “calificado”, hay que dar un paso más para llegar al verdadero tiempo estándar. Este último paso consiste en añadir ciertas tolerancias que tomen en cuenta las numerosas interrupciones, retrasos y detenciones producidas por la fatiga inherente a todo trabajo. (anexo 2)

En general hay que aplicar, las tolerancias, en tres áreas generales. Estas son: retrasos personales, fatiga y retrasos inevitables.

- **Necesidades Personales.**

En este renglón deberán situarse todas aquellas interrupciones en el trabajo necesarias para el bienestar del empleado. Deberán incluirse visitas a la fuente de agua o a los baños. Estudios detallados de producción demuestran la tolerancia de un %, por retrasos personales, o sea aproximadamente 24 minutos en 8 horas, es apropiada para las condiciones típicas de la empresa.

- **Fatiga.**

Ya sea física o mental, la fatiga tiene como efecto: deficiencia en el trabajo. Son bien conocidos los factores más importantes que afectan la fatiga. Algunos de ellos son :

a) Condiciones de trabajo:

- ✓ Luz
- ✓ Temperatura
- ✓ Humedad
- ✓ Frescura del aire
- ✓ Color del cuarto y alrededores
- ✓ Ruido

b) Repetición del trabajo:

- ✓ Monotonía de movimientos semejantes del cuerpo.
- ✓ Cansancio muscular debido al esfuerzo de algunos músculos.

c) Salud general del trabajador, física y mental:

- ✓ Estatura física
- ✓ Dieta
- ✓ Descanso
- ✓ Estabilidad emotiva
- ✓ Condiciones familiares

Ya que la fatiga no puede eliminarse, hay que fijar tolerancias adecuadas a las condiciones de trabajo y a la monótona repetición en el mismo, que

tanta influencia tienen en el grado de fatiga. Ha sido demostrada, por medio de experimentos, que la fatiga debe trazarse como una curva y no como una recta.

La Oficina Internacional del Trabajo ( OIT ) ha tabulado el efecto de las condiciones de trabajo, a fin de llegar a un factor de tolerancias por necesidades personales y fatiga ( ver tabla de tolerancias ). Al aplicarse esta tabla, el analista debe determinar un valor de tolerancia por cada elemento del estudio.

### **Retrasos**

#### Retrasos Inevitables.

Es aplicable únicamente a elementos de esfuerzo físico, e incluye hechos como: interrupciones de parte del capataz, del despachador, del analista de tiempos, irregularidades en los materiales, dificultades en el mantenimiento de tolerancias y especificaciones, interrupciones por interferencia en donde se asignan trabajos en máquinas múltiples.

#### Retrasos Evitables.

Incluyen visitas a otros operarios por razones sociales, prestar ayuda a paros de máquinas sin ser llamados y tiempo ocioso que no sea para descansar de la fatiga. NO es costumbre el incorporar alguna tolerancia por estos retrasos. Estos retrasos se llevan a cabo por el operario a costa de su productividad.

#### Limpieza de la estación de trabajo y lubricación de la máquina.

Este debe ser clasificado como retraso inevitable.

#### Valores típicos de las tolerancias.

En una investigación llevada a cabo en 42 plantas diferentes, se encontró que el porcentaje más bajo de tolerancias era de 10 %. Esta se aplicaba en una planta que producía accesorios eléctricos para el hogar. La tolerancia más grande que se encontró fue la de 35 %, siendo aplicada en dos plantas de acero. El promedio de todas las tolerancias encontradas, en todas las plantas que respondieron, fue de 17.7 %.

El cálculo del tiempo estándar se puede resumir de la siguiente manera:

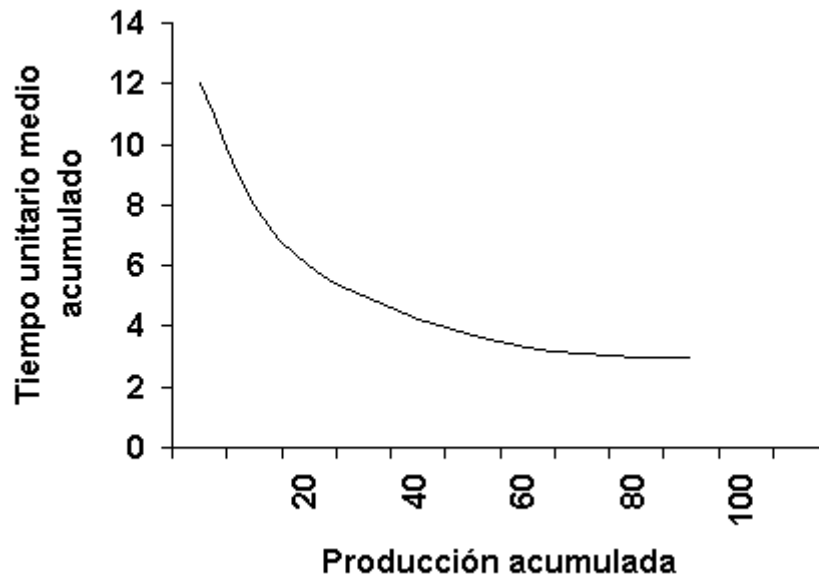
1. Calcular el tiempo elemental (  $TE$  ) del total de lecturas que satisfacen las especificaciones.
2. Calificar la actuación en cada elemento.
3. Determinar el tiempo normal (  $TN$  ):  $TN = TE * \text{Factor de la actuación}$ .
4. Establecer tolerancias para cada elemento.
5. Calcular el tiempo estándar.  $T.Est. = \frac{100}{100 - \sum Tol}$

- **Curva de Aprendizaje**

Es la representación gráfica del progreso en la efectividad de producción con el paso del tiempo.

Los ingenieros industriales, de recursos humanos y otros profesionales interesados en el estudio de la conducta personal, reconocen que el aprendizaje depende del tiempo. Se necesitan horas para dominar aun la más simple operación. Trabajos más complicados pueden tomar días y aun semanas, antes de que el operador pueda adquirir cualidades físicas y

mentales coordinadas que le permitan pasar de un elemento a otro sin titubeo o retraso. La siguiente figura ilustra una típica curva de aprendizaje.



Mucho ayudará al analista tener a su disposición curvas de aprendizaje representativas para las varias clases de trabajo que se llevan a cabo en la compañía. Esta información puede ser útil no sólo para determinar en qué momento de la producción sería deseable establecer el estándar, sino que también lo guiará a encontrar el nivel esperado de productividad que el operario medio alcanzará teniendo un cierto grado de familiaridad con la operación, y después de haber producido un cierto número de piezas.

La teoría de la curva de aprendizaje expresa que cada vez que se duplica la cantidad de unidades producidas, el tiempo unitario decrece en un porcentaje constante. Por ejemplo, si se espera que se obtenga un 90 % de tasa de mejoramiento, el tiempo unitario medio bajará en 10 % al duplicarse la producción.

Producción acumulada	Horas promedio acumuladas por unidad	Razón al promedio acumulado anterior
1	100.00	--
2	90.0	90
4	81.0	90
8	72.9	90
16	65.6	90
32	59.0	90
64	53.1	90
128	47.8	90

Otra forma de obtener los valores anteriores, es haciendo uso de la siguiente ecuación:

Donde :

$Y_x$  = Número de horas requeridas para producir la unidad número  $x$ .

$a$  = Número de horas requeridas para producir la primera unidad.

$b$  = Coeficiente relacionado con la pendiente de la curva.

$p$  = Porcentaje de aprendizaje.

### • EMPLEO DE DATOS ESTÁNDARES

Para facilidad de referencia, los elementos de datos estándares constantes se tabulan y archivan según la máquina o el proceso. Los datos

variables pueden tabularse o expresarse en función de una gráfica o de una ecuación, archivándose también de acuerdo con la clase de máquina o de operación.

Cuando los datos estándares se dividen para comprender lo relativo a una máquina y una clase de operación dadas, es posible combinar constantes con variables y tabular el resultado, lo cual permite tener datos de referencia rápida que expresen el tiempo asignado para efectuar una operación por completo. La figura 18-6 ilustra datos de soldadura en los que los datos constantes de tiempo "cambiar electrodo" y "formar el arco", se han combinado con los datos variables "limpiar la soldadura" y "soldar"; el resultado se expresa en los números de horas-hombre requeridos para soldar un tramo de 1" según diversos tamaños de soldadura.

La tabla siguiente presenta datos estándares para un equipo (o máquina) y una operación dados donde, de nuevo, los elementos se han combinado, de manera que sólo es necesario identificar el trabajo en función de la distancia que la tira de lámina ha de moverse por pieza, a fin de determinar el tiempo asignado para la operación completa.

Mientras para mandrilar, un escariador (o "rima") y un machuelo retráctil en la torreta hexagonal, el tiempo estándar de preparación se determinará como de 69.70 min más 25.89 min, o sea, 95.59 min. El valor se determina localizando el herramental pertinente en la columna encabezada por "torreta cuadrada" (línea S), y el herramental aplicable que consume más tiempo, en la sección de la "torreta hexagonal", en este caso, el de machuelear. Esto da un valor de 69.7 min. Puesto que tres herramientas adicionales se localizan en la torreta hexagonal (primer mandrilador, segundo



- **KANBAN**

Un sistema jalar es una manera de conducir del proceso fabril en tal forma que cada operación, comenzando con embarque y remontándose hasta el comienzo del proceso, va jalando el producto necesario de la producción anterior solamente a medida que lo necesite. Esto contrasta con el ciclo de operación tradicional que fabrica un producto y lo empuja hacia la siguiente operación, aunque ésta no esté lista para recibirlo.

Toyota le puso a esta técnica de jalar el nombre de Kanban, y durante algún tiempo Kanban fue sinónimo de Justo a Tiempo (JAT).

En los últimos 15 años aproximadamente, la Sociedad Norteamericana de Control de la Producción y el Inventario ha ofrecido talleres, conferencistas expertos y materiales de capacitación que han llegado virtualmente a todos los lugares donde exista una compañía manufacturera. El mensaje que se ha estado difundiendo incluye el punto de vista de que un sistema bien organizado de empuje, -basado en la computadora- para la planeación y control de la Fabricación, es lo más novedoso.

En realidad, un sistema de empuje no es más que un sistema basado en un programa. Es decir, se elabora un programa para períodos múltiples de las demandas futuras de los productos de la Empresa (llamado programa maestro de producción) y la computadora divide ese programa en otros programas detallados para fabricar o comprar las partes componentes.

Es un sistema de empuje porque el programa empuja al personal de producción para que haga las partes requeridas y luego empuje esas partes

hacia afuera y adelante. El nombre que se le da a este sistema es el de planeación de requerimientos de materiales (MRP).

Un programa de empuje, o sistema MRP, parece ser un buen procedimiento administrativo si se le compara con el de jalar y acelerar; pero el punto débil del MRP es que hay algo de conjetura. Habrá que suponer cuál será la demanda del cliente a fin de elaborar el programa, y habrá que suponer que tanto tardará el departamento de producción para hacer las partes que se necesitan.

El sistema permite hacer correcciones diariamente (a esto se le llama control de talleres). Sin embargo las suposiciones equivocadas dan exceso de inventario de algunas partes, aunque no tanto inventario total como con el viejo sistema de jalar y acelerar.

Kanban proporciona las partes cuando se les necesita , sólo que sin conjeturas y, por tanto, sin el exceso de inventario que resulta de las suposiciones erróneas, pero el kanban tiene una limitación importante. Sólo funcionará bien en el contexto de un sistema justo a tiempo en general y de la característica JAT de reducción del tiempo de preparación y del tamaño del lote en particular. Un programa JAT puede tener éxito sin un subsistema kanban, pero el kanban no tiene sentido independientemente del JAT.

#### **3.1.2.10 Funcionamiento del Sistema Kanban**

En el sistema kanban\_de Toyota, cada tipo de componente, o número de parte, tiene su propio recipiente especial destinado a contener una cantidad

precisa del número de parte, preferiblemente una cantidad muy pequeña. Hay dos tarjetas, que en adelante se llamarán kanban, por cada recipiente,. Las kanban identifican el número de parte y la capacidad del recipiente y ofrecen alguna otra información. Una kanban, la de producción, sirve al centro de trabajo que produce el número de parte; la otra, llamada kanban de traspaso, sirve al centro de trabajo usuario. Cada recipiente sigue un ciclo, desde el centro de trabajo productor y su punto de abastecimiento hasta el centro de trabajo usuario y su punto de abastecimiento, para después regresar. Una kanban se cambia por la otra en el trayecto.

### **3.2 ESTUDIOS DE MUESTREO DE TRABAJO**

El muestreo de trabajo es una técnica que se utiliza para investigar las proporciones del tiempo total dedicada a las diversas actividades que componen una tarea, actividades o trabajo. Los resultados del muestreo sirven para determinar tolerancias o márgenes aplicables al trabajo, para evaluar la utilización de las máquinas y para establecer estándares de producción.

El método de muestreo de trabajo tiene varias ventajas sobre el de obtención de datos por el procedimiento usual de estudios de tiempos. Tales ventajas son:

1. No requiere observación continua por parte de un analista durante un período de tiempo largo.
2. El tiempo de trabajo de oficina disminuye
3. El total de horas-trabajo a desarrollar por el analista es generalmente mucho menor
4. El operario no está expuesto a largos períodos de observaciones cronométricas

5. Las operaciones de grupos de operarios pueden ser estudiadas fácilmente por un solo analista.

### **3.2.1 Teoría de muestreo de trabajo**

La probabilidad de x ocurrencias de un evento en n observaciones:

$$(p + q)^n = 1$$

p = probabilidad de una ocurrencia

q = 1-p = probabilidad de que no haya ocurrencia

n = número de observaciones

### **3.2.2 Planeación del estudio de trabajo**

Una vez que el analista haya explicado el método y obtenido la aprobación del supervisor respectivo, estará en condiciones de realizar el planteamiento detallado, que es esencial antes de iniciar las observaciones reales.

El primer paso es efectuar una estimación preliminar de las actividades acerca de las que buscan información. Esta estimación puede abarcar una o mas actividades. Con frecuencia la estimación se puede realizar razonable, deberá muestrear el área o las áreas de interés durante un período corto y utilizar la información obtenida como base de sus estimaciones.

Una vez hechas las estimaciones se debe determinar la exactitud que sea de los resultados. Esto se puede expresar mejor como una tolerancia dentro de un nivel de confianza establecido. El analista llevará a cabo ahora una estimación del número de observaciones a realizar. Es posible determinar la frecuencia de las observaciones.

El siguiente paso será diseñar la forma para muestreo de trabajo en la que se tabularán los datos y los diagramas de control que se utilizarán junto con el estudio.

Determinación de las observaciones necesarias.

$$n = (\hat{p} (1 - \hat{p}) / @p)^2$$

p = Desviación estándar de un porcentaje

$\hat{p}$  = proporción real de ocurrencias del elemento que se busca

n = número de observaciones al azar en las que se basa p

### **3.2.3 Determinación de la frecuencia de las observaciones**

Esta frecuencia depende en su mayor grado de los números de observaciones requeridas y de los límites de tiempo aplicados al desarrollo de los datos.

El número de analistas disponible y la naturaleza del trabajo a estudiar influirán también en la frecuencia de las observaciones. Un método que se puede emplear consiste en tomar nueve números diariamente de una tabla estadística de números aleatorios, que varíen, asígnese a cada número una cantidad de minutos equivalente a 10 veces al valor del número. Los números seleccionados pueden fijar entonces el tiempo desde el inicio del día de trabajo hasta el momento de efectuar las observaciones.

El software también permite el ingreso como entrada de condiciones especiales; Otro medio para ayudar a los analistas decidir cuando hacer observaciones diarias es un recordatorio aleatorio. Este instrumento de bolsillo avisa por medio de un sonido que es el momento de realizar la siguiente observación.

### **3.2.4 Diseño de la forma tabular para muestreo de trabajo**

El analista necesitará idear una forma de registro de observaciones para anotar de la mejor manera posible los datos que serán recopilados en la realización del estudio de muestreo de trabajo.

### **3.2.5 Empleo de los diagramas de control**

Las técnicas de los diagramas de control se utilizan tan ampliamente en las actividades de control estadístico de calidad que se pueden adaptar fácilmente para estudios de muestreo de trabajo. Como tales estudios tratan exclusivamente con porcentajes o proporciones, el diagrama p se emplea con mucha frecuencia.

El primer problema encontrado en la elaboración de un diagrama de control es la elección de los límites, se buscan un equilibrio entre el costo de localizar una causa asignable cuando no exista ninguna; el analista que efectúa un muestreo de trabajo considera a los puntos fuera de los límites de tres sigmas de p como fuera de control.

El mejoramiento debe ser un proceso continuo y el porcentaje de tiempo muerto tiene que disminuir. Uno de los objetos del muestreo de trabajo es determinar áreas de actividad que podrían ser mejoradas. una vez descubiertas tales áreas se tratará de mejorar la situación. Los diagramas de control se pueden emplear para mostrar el mejoramiento progresivo de áreas de trabajo. Esta idea es especialmente importante si los estudios de muestreo de trabajo se utilizan para establecer tiempos estándares, pues tales estándares deben cambiarse siempre que las condiciones varíen a fin de que sean realistas.

### **3.2.6 Observación y registro de datos**

A medida que le analista considera el área de trabajo, no debe anticipar los registros que espera hacer. Debe caminar un punto o una cierta distancia del equipo, efectuar su observación y registrar los hechos. El analista debe aprender a efectuar observaciones o verificaciones visuales y realizar las anotaciones después de haber abandonado la zona de trabajo. Esto reducirá al mínimo la sensación de ser observado que experimentaría un operario, el que continuaría trabajando así en la forma acostumbrada.

### **3.2.7 Uso de una cámara para análisis de actividades al azar**

Aun si se observan los requisitos de muestreo de trabajo, los datos tenderán a tener cierto sesgo o predisposición cuando la técnica se emplea para estudiar sólo a las personas; también, existe entonces una tendencia natural para que el observador registre justamente lo que ha sucedido o lo que estará sucediendo, más bien que lo que realmente está aconteciendo en el momento exacto de la observación

### **3.2.8 Muestreo de trabajo para el establecimiento de márgenes o tolerancias**

La técnica se usa también para establecer estándares de producción, determinar la utilización de máquinas, efectuar asignaciones de trabajo y mejorar métodos; las tolerancias por motivos personales y demoras inevitables se determinaban frecuentemente efectuando una serie de estudios de todo el día sobre varias operaciones y promediando luego sus resultados; el número de idas al gabinete sanitario y al bebedero o fuente de agua, el número de interrupciones etc, se podrían registrar, cronometrar, analizar, y determinar luego una tolerancia justa o de confianza; los elementos que entran dentro de las demoras personales e inevitables se

pueden mantener separados y determinar una tolerancia equitativa para cada clase o categoría.

### **3.2.9 Muestreo de trabajo para la determinación de la utilización de una máquina**

La utilización de una máquina o instalación se determina fácilmente por la técnica de muestreo de trabajo en la misma forma en que se empleó para establecer tolerancias.

### **3.2.10 Muestreo de trabajo en el establecimiento de estándares de mano de obra directa e indirecta**

Algunas empresas han hallado que el muestreo de trabajo es aplicable para establecer estándares de incentivos para operaciones con mano de obra directa e indirecta, la técnica es igual a la empleada para determinar tolerancias. Se realiza un gran número de observaciones al azar, y luego el porcentaje del número total de observaciones para las que la máquina u operación está en funcionamiento se aproximará al porcentaje del tiempo total en que verdaderamente esta en ese estado.

La expresión utilizada para establecer estándares para trabajo, se puede modificar para que sea aplicable en estudios de muestreo de trabajo que requieren observaciones al azar en vez de observaciones regulares cada minuto:

$$T_n = [(n)(T)(P)] / (P_a)(N)$$

$T_n$  = Tiempo normal de elemento

$T_a$  = Tiempo asignado de elemento

$P$  = Factor de calificación de actuación



Pa= Producción total en el período estudiado

n = Observaciones totales de elemento

N= Observaciones totales

T = Tiempo total de operario representado por el estudio.

### **3.2.11 Auto-observación**

Los administradores conscientes periódicamente toman muestras de su propio trabajo para evaluar la efectividad de su uso del tiempo; una vez que los administradores aprenden cuanto tiempo invierten en funciones que pueden ser atendidas rápidamente por subordinados y personal administrativo, pueden actuar positivamente.

### **3.2.12 Muestreo de trabajo computarizado**

Mediante una computadora puede ahorrarse un 35% del costo total de un estándar de muestreo de trabajo. La mayor parte del trabajo relacionado con el resumen de los datos de muestreo es de gabinete u oficina, al mecanizar o automatizar el proceso de cálculos repetitivos, las computadoras pueden evaluar no solamente los resultados diarios sino también los acumulados.

El método de muestreo de trabajo es otra herramienta que permite al analista de estudio de tiempos obtener los datos de manera más rápida y fácil.

El muestreo de trabajo calificado por ejecución es especialmente útil para determinar la cantidad de tiempo que puede ser asignada por retrasos inevitables, suspensiones de trabajo, etc. En resumen, deben tenerse presentes las siguientes consideraciones:

1. Explicar y lograr la aceptación del método de muestreo de trabajo antes de utilizarlo.
2. Limitar los estudios individuales a grupos similares a máquinas u operaciones
3. Utilizar un tamaño de muestra lo más grande posible
4. Efectuar observaciones individuales en momentos al azar
5. Realizar las observaciones en un período razonablemente largo.

### **3.3 LA SEGURIDAD INDUSTRIAL.**

Es una obligación que la ley impone a patrones y a trabajadores y que también se debe organizar dentro de determinados cánones y hacer funcionar dentro de determinados procedimientos.

El patrón estará obligado a observar, de acuerdo con la naturaleza de su negociación, los preceptos legales sobre higiene y seguridad en las instalaciones de su establecimiento, y a adoptar las medidas adecuada para prevenir accidente en el uso de las máquinas, instrumentos y materiales de trabajo, así como a organizar de tal manera éste, que resulte la mayor garantía para la salud y la vida de los trabajadores, y del producto de la concepción, cuando se trate de mujeres embarazada. Las leyes contendrán al efecto, las sanciones procedentes en cada caso.

#### **3.3.1 Enfermedades y accidentes profesionales.**

Mientras el trabajador realiza sus actividades diarias, se ve expuesto a accidentes o enfermedades profesionales. La organización está en la obligación y el deber moral de prevenir hasta donde sea posible la ocurrencia de accidentes o enfermedades, dándole a los empleados los instrumentos o aditamentos necesarios.

### 3.3.2 Accidentes

Según el autor citado, los accidentes son: "...todo acontecimiento imprevisto, fuera de control e inesperado, que interrumpe el desarrollo normal de una actividad" (Ramírez, 1993). Los accidentes se producen por condiciones inseguras relacionadas con el orden físico, máquinas, herramientas, etc., o por actos inseguros, inherentes a factores humanos.

#### 3.3.2.1 Elementos y factores que ocasionan los accidentes.

En el estudio de la naturaleza del accidente, se puede involucrar y relacionar los elementos del sistema que dan origen a los accidentes con ciertos factores de influencia o incidencia en su consecución, al igual que elementos no funcionales en la secuencia del mismo.

Entre esos elementos de origen y factores de influencia en los accidentes tenemos:

**El agente:** es el objeto o sustancia relacionado de manera directa con la lesión. Ejemplos: Máquinas, motores, aparatos diversos, vehículos, aparatos eléctricos, herramientas, etc.

**Parte del agente:** Es la parte específica del agente directamente relacionada con la lesión que debió protegerse o corregirse. Ejemplos: Un taladro, los engranajes, etc.

**Condición insegura:** Es la condición del agente causante del accidente que pudo y debió protegerse o resguardarse. Ejemplos: Iluminación, ventilación, ropa insegura, etc.

**Tipos de accidentes:** son los diversos resultados dentro de la secuencia del accidente, con base en varios factores. Ejemplos: golpeado por, contra, cogido en o entre, caída a un mismo nivel, a diferente nivel, resbaladura, etc.

**Acto inseguro:** Trascusión de un procedimiento aceptado como seguro, el cual provoca determinado tipo de accidente. Ejemplos: Operar sin autorización, a velocidades inseguras, estar desprovisto de seguridad, uso de equipo inadecuado, distracción, no usar el equipo de seguridad, etc.

**Factor personal inseguro:** Es la característica mental o física que ocasiona un acto inseguro. Ejemplos:

- Actitud impropia, desobediencia intencional, descuido, nerviosismo, carácter violento, falta de comprensión de las instrucciones.
- Falta de conocimiento de los factores de seguridad.
- Defectos físicos de la vista, el oído, por fatiga, etc.

### 3.3.3 Lesiones

Las lesiones se definen como: "...el daño físico que produce un accidente a las personas, consecuencias de una serie de factores, cuyo resultado es el accidente mismo". (Ramírez, 1993) Éste ocurre por dos circunstancias, o por una de ellas cuando menos: El descuido de una persona y la existencia de riesgo físico o mecánico. A la primera se le llama acto inseguro, y es la causa de la mayoría de los accidentes, a la segunda se le denomina condición insegura. No siempre el acto inseguro o la exposición a un peligro produce un accidente. Por otra parte, se debe notar que la gravedad de una lesión es fortuita, en cambio, la realización de un accidente que ocasiona la lesión es casi siempre evitable. Tanto los motivos como las formas de acciones inseguras proporcionan una selección de medidas correctivas, las que a su vez determinan los métodos de prevención de accidentes.

Se puede concluir que el accidente no implica una lesión, pero sí una lesión es consecuencia de un accidente.

#### 3.3.3.1 Tipos de lesiones

Existen diferentes tipos de lesiones, entre los cuales se encuentran:

- **Lesión con incapacidad total permanente:** Es cualquier lesión de trabajo que no sea mortal, la cual incapacite permanente o totalmente a un trabajador para proseguir cualquier ocupación.
- **Lesión con incapacidad parcial o permanente:** Es cualquier lesión de trabajo que no sea fatal ni con incapacidad total permanente, que resulta de la pérdida absoluta o en pérdida del uso de cualquier miembro o parte de un miembro del cuerpo, o en cualquier desigualdad permanente de las funciones del cuerpo o partes de este, independientemente de cualquier

incapacidad pre-experimental del lesionado o desigualdad de función del cuerpo.

- **Lesión con incapacidad total temporal:** Es cualquier lesión de trabajo que no causa la muerte o incapacidad permanente, pero la cual inutiliza a las personas lesionadas para ejecutar un trabajo durante uno o más días (incluyendo días feriados y libres), subsecuentes a la fecha de la lesión.
- **Lesión sin pérdida de tiempo:** Es la lesión de trabajo que no causa la muerte, ni incapacidad permanente, ni incapacidad total temporal, y requiere de tratamiento médico de primeros auxilios después del cual el lesionado regresa a su trabajo regular.
- **Lesión con pérdida de tiempo:** Es cualquier lesión de trabajo que causa la muerte, incapacidad total permanente, incapacidad parcial permanente o incapacidad total temporal.

### **3.3.3.2 Identificación de las Causas de Lesión**

Las causas de todas las lesiones pueden ser divididas en dos categorías: condiciones físicas inseguras, y actos o acciones personales inseguras. La experiencia ha mostrado que en prácticamente todos los casos de lesión éstas son causadas por más de un factor. Casi invariablemente pueden encontrarse varias situaciones en el origen de la lesión.

Esto puede ser atribuible bien a unas condiciones físicas poco seguras, a actos personales poco seguros, o a una combinación de los dos. Es deseable por lo tanto tratar de identificar las condiciones físicas no seguras así como las acciones personales no seguras que puedan ser consideradas responsables en la mayor parte de las lesiones. Con esta información

resultará entonces posible investigar cada caso para determinar cuál de los factores mencionados ha sido el responsable.

Las condiciones físicas poco seguras son aquellos factores que se presentan debido a defectos en la situación, errores en el diseño, planeación defectuosa, u omisión de los requerimientos esenciales de seguridad para mantener un ambiente físico relativamente libre de riesgos. Las siguientes son siete categorías en las que cabe agrupar las condiciones físicas poco seguras:

1. Protección mecánica inadecuada.
2. Situación defectuosa del equipo (por ejemplo áspero, cortante, resbale podrido, corroído, raído, composición inferior, quebrado) en el caso escaleras, pisos, escalas de mano, tuberías de mano, etc.
3. Construcción o diseño poco seguro.
4. Proceso, operación, o disposición riesgosa (por ejemplo: amontonamiento inseguro, apilado, almacenado, espacio entre montones congestiona amontonamiento, sobre carga, etc.
5. Iluminación inadecuada o incorrecta.
6. Ventilación inadecuada o incorrecta.
7. Vestidos o accesorios poco seguros. (Vestido muy suelto, ausencia de guantes, delantales, zapatos, respiradores, cuando son necesarios, o mal estado de los mismos).

### **3.3.4 Costo de los Accidentes Laborales**

Los accidentes cuestan dinero dan por resultado costos más altos, menos ganancias y una calidad inferior. El dinero que se gasta en los

accidentes no es cómo aquél que se gasta para comprar materiales o pagar jornales. El dinero que se gasta en los accidentes no produce beneficios.

Todos sabemos cuánto se gasta en médicos e indemnizaciones, pero, aunque; las cantidades varíen, el trabajador nunca recibe una compensación que cubra totalmente el tiempo que deja de trabajar, su incapacidad para el trabajo y sus sufrimientos.

Aun cuando la empresa tenga un seguro que cubra estas pérdidas, tendrá, eventual mente, que pagarlas. Mientras más accidentes ocurran en una empresa, mayores serán los costos. Las prima; de seguro tienen que cubrir los costos. Casi todos los países tienen leyes para regular las compensaciones. Estas leyes se están liberalizando constantemente, y tanto los pagos mínimos como los máximos, y también el alcance de los siniestros cubiertos, van en aumento.

Los gastos médicos, de compensación y de seguro son costos necesarios para el desarrollo de un negocio. Las primas de seguro, sin embargo, nunca cubren totalmente los costos de un accidente. Lo que debe comprenderse es que los costos ocultos esos que no están cubiertos por el seguro pueden ser más altos que los costos de gastos médicos, de compensación y de seguro. Empíricamente podría decirse que los costos ocultos son, por lo menos, iguales y, a veces, mayores que el costo directo.

### **3.3.5 Objetivos de la seguridad e higiene industrial**

1. El objetivo de la seguridad e higiene industrial es prevenir los accidentes laborales, los cuales se producen como consecuencia de las actividades de producción, por lo tanto, una producción que no contempla las medidas de seguridad e higiene no es una buena producción. Una buena producción debe satisfacer las condiciones necesarias de los tres elementos indispensables, seguridad, productividad y calidad de los productos. Por tanto, contribuye a la reducción de sus socios y clientes.

Conocer las necesidades de la empresa para poder ofrecerles la información más adecuada orientada a solucionar sus problemas.

### **3.3.6 Control de los Peligros**

Las personas que deben trabajar en lugares donde los peligros no se pueden eliminar ni controlar en su origen, y cuando las ropas comunes de trabajo no brinden una protección suficiente, deberán usar equipos de protección personal, los cuales, de ser necesario, deben proteger a la persona desde la cabeza hasta los pies.

#### **3.3.6.1 Equipos de Protección Personal**

Cuando se encuentra un peligro, no deben escatimarse esfuerzos para eliminarlo o controlarlo aplicando los recursos de la ingeniería. Cuando esto no sea posible, será necesario tratar de aislar el proceso o bien poner resguardos al peligro. Los equipos de protección personal deben considerarse únicamente como un último recurso. Debe recordarse que, en general, las leyes laborales indican que es necesario asegurarse, en la medida de lo posible, de que todo trabajador goce de condiciones de



trabajo seguras y saludables. Sin embargo, el uso prudente de los equipos de protección personal puede a veces simplificar, en gran medida, los trabajos, en caso de desperfectos u otras emergencias.

#### **3.3.6.1.1 Protección facial**

Muchas clases de equipos de protección personal resguardan la cara (y a veces la cabeza e incluso el cuello) contra golpes débiles, salpicaduras químicas o de metales calientes, radiaciones calóricas u otros peligros.

#### **3.3.6.1.2 Protección de los pies**

Todos los años ocurren, en las industrias de los E. U. A., aproximadamente 230.000 lesiones incapacitantes en los pies. Esto indica la necesidad de usar protección para los pies en la mayoría de las industrias y, además, que los supervisores controlen a los trabajadores para que usen la protección correspondiente. Generalmente es el trabajador quien debe encargarse del cuidado correcto de los zapatos de seguridad.

#### **3.3.6.1.3 Protección auditiva**

A pesar de que hay desacuerdo con respecto a la intensidad máxima de sonido al que se puede someter el oído humano sin sufrir problemas auditivos, es necesario aplicar las normas locales. En los Estados Unidos se aplica la OSHA. La exposición permisible al ruido durante un período de ocho horas es de 90 desibeles, medido en una escala calibrada que corresponde a la forma en que reacciona el oído humano. Este nivel puede aumentarse ligeramente a medida que desciende la duración de la exposición.

#### **3.3.6.1.4 Protección de dedos, palmas y manos**

Los dedos y las manos están expuestos a cortaduras, excoriaciones, contusiones y quemaduras. A pesar de que los dedos son difíciles de proteger (ya que son necesarios para realizar prácticamente cualquier trabajo), hay algunas formas de evitarles muchas lesiones comunes, mediante el uso del equipo protector adecuado, como son los guantes

#### **3.3.6.1.5 Protección del torso**

La protección más común para el abdomen y el tronco es el delantal completo. Los delantales están confeccionados de distintos materiales. Los delantales de cuero o de tela con almohadillas o refuerzos ofrecen protección contra impactos suaves y cortaduras de cuchillo de carnicero, tales como los que se usan en plantas envasadoras de productos alimenticios. Las personas que trabajan cerca de lugares donde hay metales calientes y otras fuentes elevadas de calor conductivo usan frecuentemente chaquetas y delantales de asbesto.

Los delantales que se usan cerca de máquinas en movimiento deben ajustar bien alrededor de la cintura. Las tirillas del cuello y la cintura deben llevar o cordones finos, o unos broches de desenganche instantáneo, en caso de que la prenda sea atrapada por una máquina. El extremo de cada tirilla irá provisto de uno de esos broches, para evitar quemaduras por fricción, en caso de que una tirilla sea atrapada por una máquina y arrastrada por la parte posterior del cuello. Deben usarse delantales de dos piezas en tareas que requieran mucha movilidad por parte del trabajador. Los broches permiten que el delantal se ajuste cómodamente alrededor de las piernas.

A los soldadores se les exige frecuentemente usar chalecos o capas y mangas de cuero, especialmente a aquellos que realizan soldaduras por sobre la cabeza, como protección contra chispas y gotas de metales fundidos.

Cuando sea necesario llevar cargas pesadas y de ángulos bruscos, los trabajadores usan prendas de vestir con almohadillas de cuero o de loneta, con el objeto de proteger sus hombros y espalda.

## **CAPÍTULO IV**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **4.1 Tipo de Estudio**

En este estudio se desarrolló una investigación descriptiva – evaluativo. Se considera que es un estudio descriptivo – evaluativo, ya que permite describir, registrar, analizar e interpretar la naturaleza, composición y procesos actuales de fabricación de Tubetes de polietileno de alta densidad, de 146mm de longitud por 44mm de diámetro mayor y 18mm de diámetro menor en la empresa RICA, además de que permite obtener información sistemática y objetiva relacionada con el proceso e interpretar dicha información a fin de relacionar entre distintas alternativas de decisión; lo cual ayudará a valorar y enjuiciar el diseño, ejecución, efectos y utilidades; a fin de determinar las deficiencias e introducir los reajustes necesarios.

#### **4.2 Diseño de investigación**

Esta investigación es de campo no experimental debido a que simplemente se procedió a realizar observaciones de situaciones ya existentes. Sabino (1992) Dice que “La investigación de campo no experimental es aquella donde se puede encontrar información cierta sobre la problemática de estudio directamente del contexto social seleccionado previa observación realizada, permitiendo formular al investigador” (p. 12).

La estrategia para realizar la investigación consistió en la observación directa del proceso de fabricación de Tubetes polietileno de alta densidad, de 146mm de longitud por 44mm de diámetro mayor y 18mm de diámetro menor en la empresa RICA, y entrevista de los ingenieros y operarios que laboran en esta línea de producción.

### **4.3 Población y Muestra**

#### **Población:**

Tamayo y Tamayo (1996) se refiere a la población como “La totalidad del fenómeno a estudiar en donde las unidades de población poseen características comunes, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación” (p.114). La población es el conjunto de sujetos determinados a la cual se le aplicó el instrumento para obtener las informaciones correspondientes al caso

Para el desarrollo de esta investigación la población objeto de estudio está conformada por 2 personas que corresponden a la totalidad de los operarios que laboran en una de las líneas de producción de Tubetes de polietileno de alta densidad, de 146mm de longitud por 44mm de diámetro mayor y 18mm de diámetro menor de la Empresa RICA, de la Zona Industrial de Unare del Estado Bolívar.

#### **Muestra:**

Hernández (1996) Dice: “que la muestra es definida como un subgrupo de la población” (p.210). Plantea el autor que la muestra es la parte de la población que se selecciona para aplicarle el instrumento de recolección de los datos.

Para realizar este estudio se tomó toda la población debido a el reducido tamaño de la población, para obtener así datos mucho más confiables y representativos.

#### **4.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

La técnica utilizada en esta investigación para obtener la información sobre el proceso de producción de Tubetes de polietileno de alta densidad, de 146mm de longitud por 44mm de diámetro mayor y 18mm de diámetro menor en la empresa RICA, fue la observación directa. Se buscó conocer las condiciones en que laboran cada uno de los operarios y las distintas actividades que realizan para llevar a cabo el proceso de fabricación, para de esta manera determinar las razones que causan la problemática existente en esta línea de producción y sus posibles soluciones.

Definiendo la observación directa como la técnica que permite conocer el lugar de trabajo y el personal que allí labora; además de poder evaluar la información mínima necesaria relacionada con el proceso.

Otra técnica utilizada en la realización de este proyecto fue la entrevista buscando opiniones por medio de preguntas no estructuradas, con el propósito de aclarar un determinado asunto relacionado con el tema y los detalles del proceso.

#### **4.5 Procedimiento de Recolección y Tabulación de Datos**

Se trasladó el equipo de estudio, en varias ocasiones, al sitio seleccionado, que fue la empresa RICA, donde se llevaron a cabo una gran variedad de acciones

En cada visita, se registraron todos los hechos necesarios para el estudio, basándose principalmente en la observación directa, técnica del cronometraje, entre otras; toda esta información se recogió con objetividad y con la ayuda de los trabajadores, ya que estos son los que mejor conocen el proceso. Al ponerse en contacto con los operarios se siguieron las siguientes recomendaciones:

- 1) Se debe asegurar que los operarios comprendan los propósitos y objetivos de la investigación
- 2) Tratar que el operario se sienta en confianza
- 3) Hacer hincapié en la importancia de su colaboración para el éxito del estudio
- 4) Dejar que sea el operario quien hable
- 5) Solicitar y alentar las sugerencias de los operarios.
- 6) No criticar ni corregir la forma en que los operarios están haciendo algo, ya que la primera misión es encontrar hechos no corregir fallas.

Cuando se completó toda la información se verificó que se hayan registrados todos los hechos sin ninguna simplificación exagerada. Luego, se elaboraron formatos adecuados para vaciar la información recaudada,

construyendo así el diagrama de proceso con la simbología correspondiente, añadiendo a esta la naturaleza de cada operación, inspección y el tiempo en los casos conocidos. Así como también el diagrama de flujo/recorrido, incluyendo en este las características del lugar de trabajo y los traslados que realiza el material por el mismo.

Para lograr obtener mayor y mejor información del proceso en estudio fue necesario aplicar la técnica del interrogatorio para ciertas operaciones, esta técnica consiste en someter a cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas.

Elementos básicos de la técnica del interrogatorio:

*Propósito.*

- ✓ ¿Qué se hace?
- ✓ ¿Por qué se hace?
- ✓ ¿Qué otra cosa podría hacerse?
- ✓ ¿Qué debería hacerse?

*Lugar.*

- ✓ ¿Dónde se hace?
- ✓ ¿Por qué se hace allí?
- ✓ ¿En qué otro lugar podría hacerse?
- ✓ ¿Cuándo debería hacerse?

*Sucesión.*

- ✓ ¿Cuándo se hace?
- ✓ ¿Por qué se hace entonces?
- ✓ ¿Cuándo podría hacerse?
- ✓ ¿Cuándo debería hacerse?



*Persona.*

- ✓ ¿Quién lo hace?
- ✓ ¿Por qué lo hace esa persona?
- ✓ ¿Qué otra persona podría hacerlo?
- ✓ ¿Quién debería hacerlo?

*Medios.*

- ✓ ¿Cómo se hace?
- ✓ ¿Por qué se hace de ese modo?
- ✓ ¿De qué otra forma podría hacerse?
- ✓ ¿Cómo debería hacerse?

También fue necesario realizar algunas de las preguntas planteadas por la O.I.T.

Después de estar consciente y satisfecho de que se tenía suficiente información, se desglosó el proceso con la intención de eliminar, combinar o arreglar las operaciones. Para ello se utilizó el análisis operacional, es decir, los siguientes enfoques primarios:

1. *Propósito de la operación.* La operación esta orientada a mezclar, fundir, inyectar y moldear el polietileno junto el colorante para fabricar así tubetes de polietileno de alta densidad, de manera mecanizada y automatizada por medio de una máquina inyectora de plástico, para luego colocarlos en bandejas, empaquetarlos y almacenarlos hasta que sea requerido.
2. *Diseño de partes y/o piezas.* El diseño la pieza es en forma de cono truncado hueco, de 146mm de longitud por 44mm de diámetro mayor

y 18mm de diámetro menor, fabricada en polietileno de alta densidad, este diseño es realizado en su totalidad por la máquina con ayuda de un molde, y sus especificaciones variaran de acuerdo a los requerimientos y exigencias del cliente. Esta pieza es diseñada para ser utilizada como semillero para la germinación de semillas o material vegetativo de las plantas a cultivar.

3. *Tolerancias y/o especificaciones.* El diseño de la pieza viene dado por unas medidas específicas, de acuerdo a lo exigido por el cliente, y la cantidad de materia prima está dada por la siguiente proporción; por cada 25Kgr de polietileno un vaso de colorante, se puede decir que esta es una medida estandarizada ya que no se tiene conocimiento exacto de la cantidad de gramos de colorante que se requieren, pero si es importante resaltar la importancia de esta proporción ya que de esto dependerá la calidad del producto final. Se recomienda determinar de manera exacta la cantidad de material a utilizar.
4. *Proceso de manufactura.* El proceso de fabricación de tubetes es un proceso completamente mecanizado y automatizado una vez que la máquina es programada con las especificaciones requeridas y se ha verificado la primera producción, sería recomendable hacer mantenimiento periódicamente a dicha máquina.
5. *Materiales.* Se emplea polietileno, colorante, un poco de agua y material reciclado de este mismo proceso. Ver si es posible sustituir el polietileno por otro más económico y que no interfiera en el trabajo con las máquinas.
6. *Manejo del material.* Para este caso se recomienda estudiar otro método de cargar la máquina inyectora de plástico (si es posible

automatizado), ya que resulta muy laborioso, esforzado y peligroso para los operarios esta operación porque requieren cargar los sacos de 25Kgr y subirlos por unas escaleras hasta la tolva, para luego verter allí la material y mezclarlo de manera manual.

7. *Preparación y herramental.* Es satisfactoria como se realiza, el proceso es totalmente mecanizado.
8. *Condiciones de trabajo.* Los operarios que laboran en este proceso se ven muy afectados por el calor emanado de la máquina inyectora de plástico y la poca ventilación generando fatiga en los mimos, por lo que se recomienda colocar ventiladores industriales en esta área y abrir ventanas o puertas de ventilación. La iluminación es adecuada, ya que la naturaleza del proceso no requiere grandes precisiones. Es necesario que el operario cuente con un equipo que lo proteja del ruido generado por la máquina, debido a que puede producir la fatiga auditiva acompañada de silbidos y zumbidos, disminución de la capacidad auditiva, afecciones del ritmo cardiaco, nauseas, pérdida del sueño, entre otros. Al igual que se recomienda usar los guantes y equipos de seguridad necesarios para este tipo de trabajo en que se deben tomar las piezas un poco calientes, ya que los obreros manifiestan quemarse con los guantes que usan en la actualidad.
9. *Distribución de la planta y equipos.* Se recomienda reorganizar el área para establecer almacenes de producto terminado y bandejas portatubetes, ya que los recorridos que se deben realizar para llevar estos son muy largos, al igual que quitan mucho espacio disponible dentro del área de trabajo, espacio que podría utilizarse para otras máquinas o procesos. O en su defecto abrir una puerta detrás del área de fabricación, que de con la parte posterior del galpón y se

comunique con el almacén improvisado de las bandejas para de esta manera reducir los largos recorridos y a la vez serviría de ventilación al área (anexo 4).

Después de este análisis se elaboró el diagrama del método actual con ayuda de símbolos, definiciones de las actividades y los principios de las técnicas del diagramado.

En cuanto al estudio de tiempo se siguieron los pasos que se muestran a continuación:

- Se obtuvo y se registró toda la información posible acerca de la tarea del operario y de las condiciones que influyen en la ejecución del trabajo. Se recopiló una descripción completa del método descomponiendo las operaciones en elementos suficientemente medibles.
- Se examinó ese desglose para verificar si se están utilizando los mejores métodos y movimientos. Se tomó una muestra piloto de tamaño igual a diez. Se registró todos los tiempos de cada elemento de la operación en el formato. Luego, con los datos obtenidos en la empresa, se procedió a realizar los cálculos necesarios para determinar el tiempo estándar.

#### **4.7 Análisis de los datos**

Para analizar los datos y poder determinar las posibles soluciones a los problemas, hay que tomar en cuenta los elementos y factores que en éstos intervienen.

## **CAPÍTULO V**

### **SITUACIÓN ACTUAL**

La empresa RICA para la fabricación de Tubetes de polietileno de alta densidad, de 146mm de longitud por 44mm de diámetro mayor y 18mm de diámetro menor utilizados como semilleros para la germinación de semillas o material vegetativo de las plantas a cultivar, realiza la siguiente sucesión de actividades:

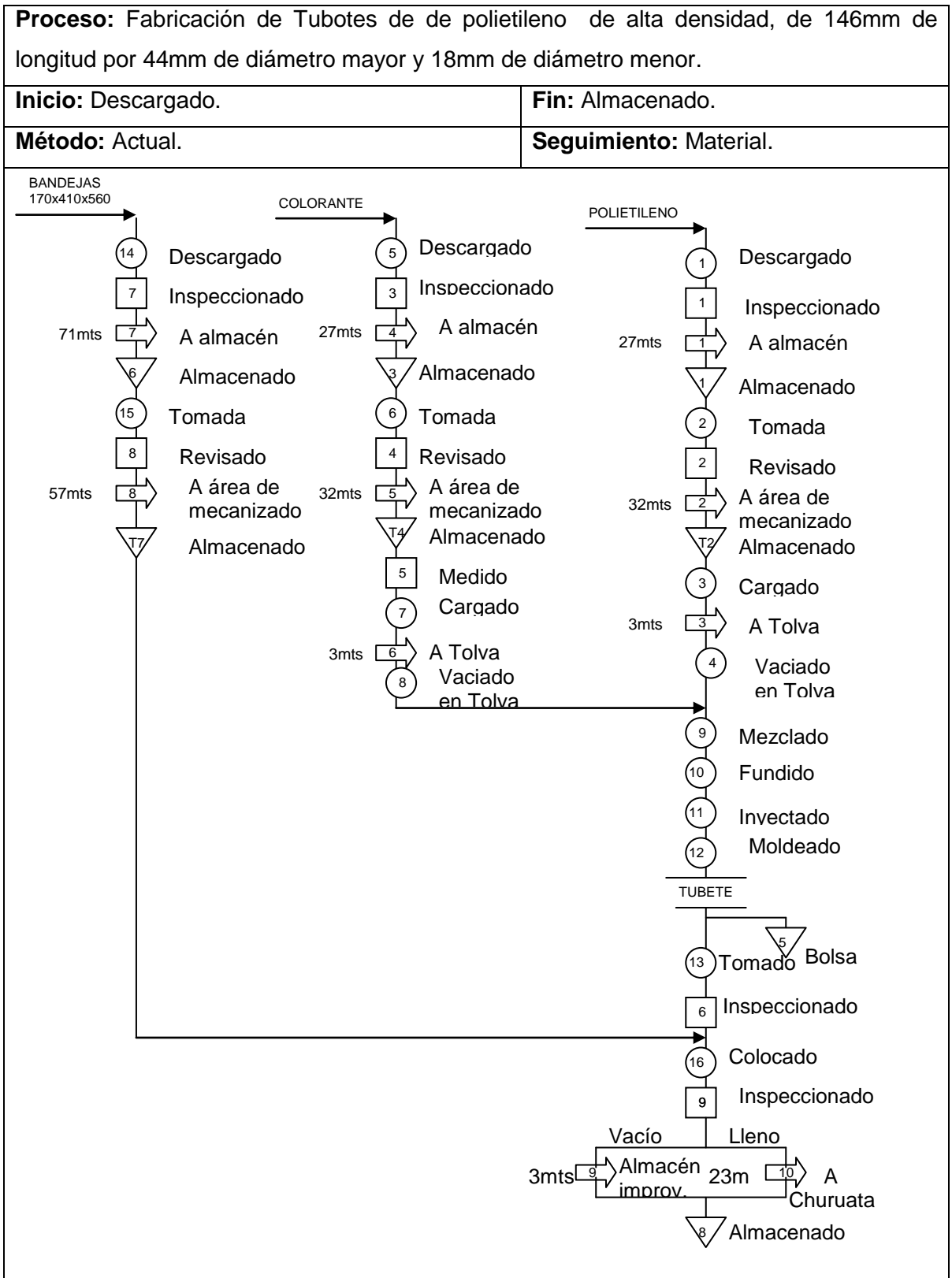
Se descarga del camión sacos de polietileno y colorante de 25Kg, se recibe orden de trabajo, de ruta y revisan especificaciones del pedido, luego son trasladados por el operario al almacén recorriendo una distancia de 27 mtrs. Por otra parte las bandejas portatubetes de medidas 170 x 410 x 560mm, son descargadas de otro camión donde se verifican y son llevadas a un almacén improvisado (cancha de bolas criollas) que se encuentra a 71 mtrs., ubicado en la parte posterior del galpón. En ambos casos la operación es realizada por el operario sin la ayuda de ninguna carretilla, montacargas o ningún otro tipo de equipo o instrumento.

Se solicita los materiales al almacén (colorante, polietileno y molde), que son trasladados 32mtrs al almacen improvisado junto al área de fabricación, igualmente las bandejas ubicadas en el patio son trasladadas 57mtrs al mismo lugar hasta que sean necesarias al proceso. La cantidad seleccionada es la necesaria para dos días de trabajo.

Seguidamente se instala el molde y se prepara la máquina (se calibran presiones, temperaturas y coloca tiempos), se procede a preparar mezcla de colorante y polietileno el cual es vaciado en una tolva de la propia máquina, para esto es necesario que el operario tome los sacos de materia prima, los

cargue y traslade hasta la máquina inyectora de plástico recorriendo una distancia de 3 mtrs, luego suba unas escaleras, instaladas junto a la máquina, hasta poder alcanzar la tolva y vaciar el saco de 25Kg de polietileno, después de esto baja y se dirige al almacén improvisado, mide y toma la cantidad necesaria de colorante para posteriormente trasladarse nuevamente hasta la máquina, subir las escaleras y vaciar en la tolva, una vez colocada la materia prima en la tolva el operador procede a montarse sobre la máquina y mezclar con la ayuda de una paleta de madera. A continuación se realiza la fabricación de tubetes donde la máquina se encarga de fundir e inyectar la mezcla y sacar tubetes con las especificaciones requeridas, se inspecciona la primera producción, si cumple con las especificaciones técnicas y de calidad se fabrican en serie, sino, se toman las acciones correctivas.

Al momento de obtener los tubetes estos son separados de un desperdicio, que es colocado en los sacos plásticos en los que son traídos el polietileno y el colorante para luego ser reciclados, los tubetes son tomados y acomodados en las bandejas para luego ser trasladados 3mtrs. a un área junto a las máquinas de inyección de plástico, al llenarse esta área son llevados a una maloca ubicada en la parte posterior del galpón, haciendo un recorrido de 23mtrs, después de dos días de trabajo son tomadas y llevadas las bandejas al centro del taller, a 6mtrs las que están almacenadas junto a la máquina y 29mtrs las que están en la maloca, para ser empaquetadas y almacenadas donde se tenga un espacio disponible, y se mantienen allí hasta que sea requerido (anexo 4).



<b>RESUMEN:</b>	○	▽	⇒	□	⊂	<b>TOTAL:</b>
Totales:	16	8	10 = 310 m.	9	0	<b>43</b>



## CAPÍTULO VI

### MÉTODO PROPUESTO

Luego de registrar y criticar el proceso de fabricación de tubetes de Polietileno de alta densidad, de 146mm de longitud por 44mm de diámetro mayor y 18mm de diámetro menor en la empresa RICA, se observaron y se analizaron algunas deficiencias.

Uno de los problemas mas resaltantes es la existencias de muchas áreas de almacenamiento improvisado tales como: el área donde es colocada la materia prima (Polietileno y colorante), área de almacenamiento de las bandejas y la mas “alarmante” el área donde se coloca el producto terminado.

Ante tales problemáticas nuestras propuestas son las siguientes:

- ✚ Se plantea establecer un área fija para colocar los productos terminados, eliminando la cancha de bolas criollas, techando y acondicionando dicha zona, es decir, creando un lugar optimo para almacenar el producto terminado.
- ✚ En la zona donde se encuentra la churuata igualmente acondicionarla para almacenar las bandejas hasta que sean requeridas en el proceso.
- ✚ Con respecto al polietileno y al colorante se propone definir un área estratégica ubicada cerca de las máquinas inyectoras de plástico y destinarla solo para almacenar allí lo necesario para n números de

jornadas de trabajo, reduciendo la numerosidad de traslados que tiene que hacer el operario, del almacén a la máquina, y evitando así aglomeraciones innecesarias en el área de mecanizado.

- ✚ Para garantizar la mayor linealidad en el proceso se recomienda abrir otra puerta de acceso directo a la nueva área de almacenamiento (anexo 5), propuesta anteriormente, situada justo detrás de las maquinas y frente a la entrada del taller reduciendo de esta manera los traslados y fatigas que se puedan ocasionar al operario por este concepto. Con la abertura de la puerta se reducirían 106 metros.

Otro problema se observó en la operación de mezclado de la materia prima (polietileno y colorante), la cual no es la mas adecuada ya que representa incomodidad para el operario y está expuesto a sufrir accidentes.

Para este caso se propone:

- ✚ Cambiar la tolva de la máquina por una mas grande, que tenga mayor capacidad para introducirle materia prima necesaria para realizar la mitad o en su defecto la tercera parte de la jornada de trabajo diaria, reduciendo de esta forma en número de veces que el operario requiera subir a la maquina.
- ✚ Colocar pasamanos a las escaleras, y a la plataforma barreras de seguridad disminuyendo de esta forma el riesgo de caídas del operario.
- ✚ Es importante acotar la necesidad de estandarizar las medidas de colorante que se le añade al polietileno para formar la mezcla y así agregar solo la cantidad necesaria.

Para el caso del ambiente de trabajo se propone colocar ventiladores industriales en lugares donde el operario se vea mas afectado por el calor que expiden las máquinas inyectoras de plástico.

- ✚ Se debe concientizar al operario de la importancia que tiene la utilización de los implementos de seguridad (Guantes, Chaqueta, Jeans, Tapa oído, Tapa boca, Botas de seguridad) en la jornada de trabajo.

Este método no altera el procedimiento para la fabricación de tubetes, sin embargo, contribuye en la organización y sobre todo en la reducción de riesgo de accidentes. Además genera aumento en la producción y en el bienestar del operario.

## CAPÍTULO VII

### TIEMPO ESTANDAR

#### 4.1 División de la operación en elementos

Para la realización de este estudio solo se tomó la operación en la que el operario carga las bandejas portatubetes en la empresa RICA, siendo el resultado del cronometraje el siguiente:

E	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Operación	1:35	2:18	2:25	2:49	1:31	1:29	3:00	2:20	2:59	2:21	23,1

En esta tabla solo hemos colocado los tiempos cronometrados, tomados por observación vuelta a cero, excluyendo aquellos tiempos que obviamente contenían elementos extraños.

#### 4.2 Determinación de la confiabilidad del estudio

Luego de realizar una muestra preliminar de diez observaciones ( $n=10$ ) para el ciclo compuesto del llenado de las bandejas portatubetes, procedemos a verificar si la muestra tomada es confiable: a partir de un nivel de confianza  $NC=90\%$  (y  $S=10\%$ ), determinamos la desviación estándar de la muestra.

##### 4.2.1 Cálculo de la Desviación Estándar de la muestra:

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{n}}{n-1}} = 0,5444$$

#### 4.2.2 Cálculo del Tiempo Promedio Seleccionado (TPS):

$$TPS = \frac{\sum T_i}{N} = \frac{23,11 \text{ min}}{10} = 2,311 \text{ min}$$

#### 4.2.3 Cálculo del Intervalo de Confianza o Límite de Control Máximo (LCM)

$$I = LCM = TPS + \frac{T_c \times S}{\sqrt{n}}$$

Donde:  $T_c = 1.383$ . Este valor se obtuvo de la tabla de valores de criterios de la distribución t. **(Ver anexo)**.

$$\begin{aligned} T_c &= t(\alpha, n - 1) & n - 1 &: \text{grados de libertad} \\ & & n - 1 &= 10 - 1 \Rightarrow n - 1 = 9 \\ \alpha &= 1 - N_c \\ \alpha &= 1 - 0.90 \\ \alpha &= 0.10 \end{aligned}$$

Por lo tanto:  $T_c = t(0.10, 9)$ . Luego, por la tabla tenemos que:  $T_c = 1.383$

Entonces, se determina el Intervalo de Confianza (preliminar):

$$I = LCM = 1,383 + \frac{1,383 \times 0,5444}{\sqrt{10}}$$
$$LCS = 2,54911 \text{ min} \qquad LCI = 2,07288 \text{ min}$$

Se tomará el límite de control superior para los cálculos posteriores, de modo que se garantice que las muestras satisfagan el coeficiente de confianza.

#### 4.2.4 Cálculo del Intervalo de la muestra:

$$I_m = \frac{2 \times T_c \times S}{\sqrt{n}} \Rightarrow I_m = \frac{2 \times (1,383) \times 0,5444}{\sqrt{10}}$$

$$I_m = 0.47617 \text{ min}$$

#### 4.2.5 Criterio de decisión:

$$0,047617 < 2,54911 \Rightarrow I_m < I$$

Aceptamos el tamaño de la muestra piloto utilizada inicialmente de las observaciones, por lo tanto no es necesario realizar observaciones adicionales.

### 4.3 Determinación del tiempo estándar

#### 4.3.1 Cálculo del Factor de Calificación del Operario

La evaluación de la calificación de la velocidad de los operarios se realizó a través de la tabla correspondiente al sistema Westinghouse. **(Ver anexo 3).**

✓ **Habilidad:** Excelente B1 = + 0,11

Esta calificación es otorgada por la debido a la destreza, buen ritmo y coordinación del operario.

✓ **Esfuerzo:** Bueno C2 = + 0,02

Se otorga esta calificación debido a que el esfuerzo aplicado para la realización de la operación tratada tiene un grado normal de exigencia física por parte del operario.

✓ **Condiciones de Trabajo:** Regulares D = 0,00

Se califica de este modo las condiciones de trabajo puesto que, aún cuando se presenta iluminación y humedad aceptables, la temperatura y el

ruido desfavorecen la concentración y buen desempeño del operario.

✓ **Consistencia:** Buena  $C = + 0,01$

La consistencia es considerada como buena debido a que los tiempos obtenidos no difieren considerablemente uno de otro y se cuenta con un proceso de producción relativamente controlado.

**En resumen:**

Habilidad	B1	+ 0,11
Esfuerzo	C2	0,02
Cond. de Trabajo	D	0,00
Consistencia	C	+ 0,01
<b>Total (c)</b>		<b>0,14</b>

La calificación es igual a:

$$C_v = 1 \pm c$$

$$C_v = 1 + 0,14$$

$$C_v = 1,14$$

#### 4.3.2 Cálculo del tiempo normal (TN)

$$TN = TPS \times C_v$$

$$TN = 2,311 \times 1,14$$

$$TN = 2,63454 \text{ min}$$

#### 4.3.3 Cálculo de la Jornada de Trabajo (JT)

El horario de trabajo en la Empresa RICA es de 7:00 a.m. a 5:00 pm, lo que significa que la jornada de trabajo es de 10 horas/día = 600 min/día (continuas).

#### 4.3.4 Cálculo de tolerancias por fatiga

Para determinar las concesiones por fatiga se determinó que el total de puntos dan como resultado 265 (**Ver anexo 4**). A continuación, se presenta la descripción del trabajo, realizando el enfoque hacia las características que definen las tolerancias por fatiga:

HOJA DE CONCESIONES		Fecha: 18/09/04			
PROCESO: Fabricación de Tubetes de Polietileno de alta densidad, de 146mm de longitud por 44mm de diámetro mayor y 18mm de diámetro menor					
FACTORES DE FATIGA		PUNTOS POR GRADOS DE FACTORES			
		1 er.	2 do.	3 er.	4 to.
<b>CONDICIONES DE TRABAJO:</b>					
1 Temperatura	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>	
2 Condiciones ambientales	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	
3 Humedad	5 <input type="checkbox"/>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	
4 Nivel de ruido	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	
5 Luz	5 <input checked="" type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	
<b>REPETITIVIDAD:</b>					
6 Duración del trabajo	20 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>	
7 Repetición del ciclo	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input checked="" type="checkbox"/>	
8 Demanda física	20 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>	
9 Demanda visual o mental	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	50 <input type="checkbox"/>	
<b>POSICIÓN</b>					
10 De pie moviéndose, sentado-altura del trabajo	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	
		X			
TOTAL PUNTOS		265			
CONCESIONES POR FATIGA (MINUTOS)		88 min.			



Con el resultado de 265 puntos podemos decir que se encuentra en el rango de 262 a 268 y con la jornada de trabajo de 600 min. se consiguió los minutos concedidos por fatiga, el cual corresponde a 88 min **(ver anexo 5)**

$$Fatiga = \frac{Consecciones\% \times JE}{1 + Consecciones\%} = \frac{0.17 \times 600 \text{ min}}{1 + 0.17} = 87,179 \approx 88 \text{ min}$$

#### 4.3.5 Determinación de tolerancias fijas

- Almuerzo = 30 mins; esto se va a considerar en los cálculos debido a la jornada de trabajo continua.
- Merienda = 0; En la empresa no existe concesiones por motivo de merienda.
- Tiempo de preparación para iniciar operaciones = 2 hrs; en este tiempo es preparada el área de trabajo y la máquina es calibrada.
- Tiempo de preparación al final = 30 min.; en este tiempo se realizan las operaciones de ordenamiento del área de trabajo y apagado de la máquina.

#### 4.3.6 Determinación de la jornada efectiva de trabajo (JET)

Para determinar la jornada efectiva de trabajo se aplica el siguiente cálculo:

$$\text{JET} = \text{jornada laboral} - \text{Tol. fijas}$$

$$\text{JET} = 600 \text{ min} - (30 + 30 + 120) \text{ min}$$

$$\text{JET} = 390 \text{ min.}$$

#### 4.3.7 Normalización de las Tolerancias

Para normalizar las tolerancias debemos tomar en cuenta los 88 minutos de tolerancias por fatiga, y los 20 minutos dados por la empresa por necesidades personales, estas son las tolerancias variables.

$$390 - (88 + 20) \text{ min.} \text{-----} 108$$

$$2,63454 \text{ min.} \text{-----} X$$

$$\Rightarrow X = 1,00897 \text{ mins.}$$

Luego para determinar el tiempo estándar (TE) se aplica la siguiente formula:

$$TE = TN + \sum \text{Tolerancias}$$

$$TE = 2,63454 + 1,00897$$

$$TE = 3,64351 \text{ min.}$$

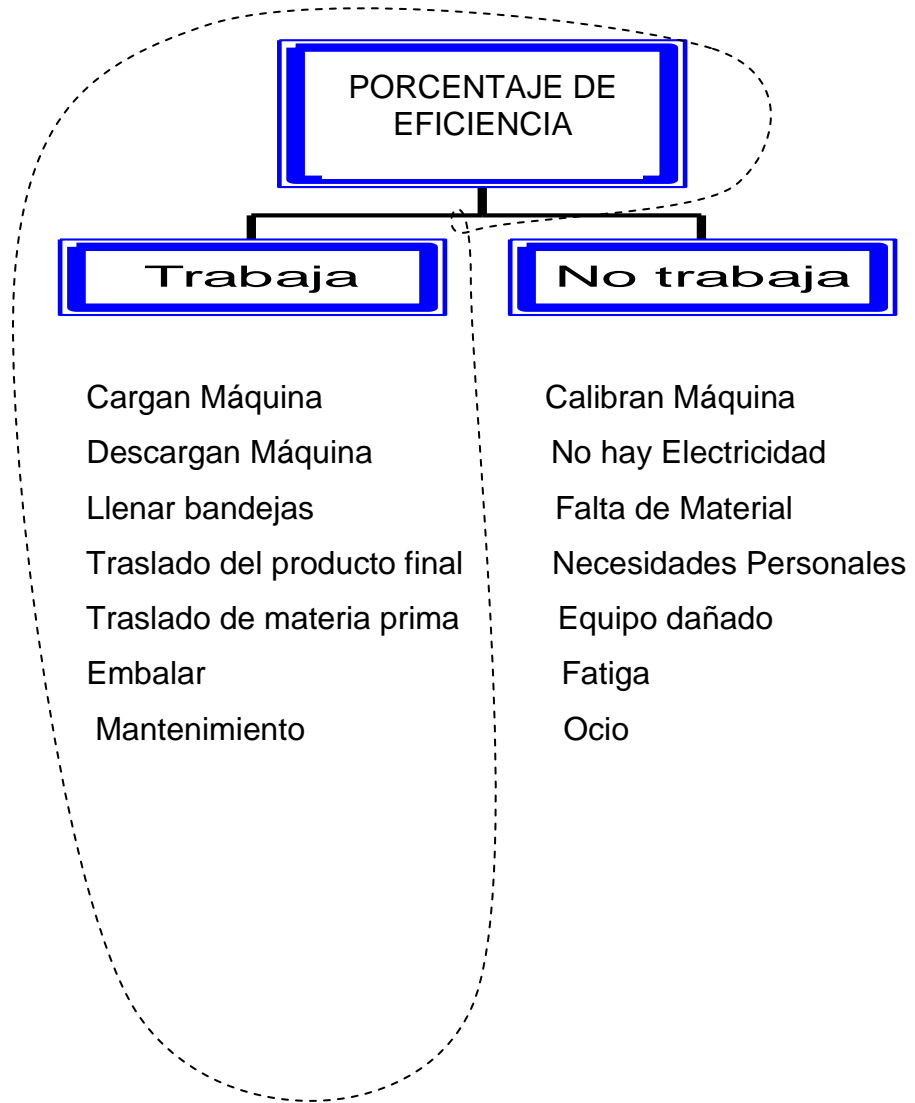
Lo que indica que el tiempo estándar del ciclo es de 3,64351 minutos.

## **MUESTREO**

### **4.4 Objetivo:**

Determinar el porcentaje de ineficiencia de los operarios que laboran en el proceso de producción de Tubetes de Polietileno de alta densidad, de 146mm de longitud por 44mm de diámetro mayor y 18mm de diámetro menor

## 4.5 Elementos



## 4.6 Definimos el nivel de confianza y exactitud del estudio

NC = 95%

S = 5%

K=1.96

#### **4.7 Realización del estudio**

Observaciones diarias: 20

Días de estudio: 5 días

Observaciones totales: 100

Estas 100 observaciones arrojaron los datos obtenidos en el siguiente formato:

## ROCIADORES INDUSTRIALES C.A.

**Proceso:** Fabricación de Tubetes de Polietileno de alta densidad, de 146m de longitud por 44mm de diámetro mayor y 18mm de diámetro m

**Departamento:** Producción

**Fecha:** 18/09/2004

**Seguimiento:** Al operario

**Página:** 1 de 1

**Elaborado por:**

	OBS	HORA	TRABAJA		NO TRABAJA	
			Op-1	Op-2	Op-1	Op-2
DÍA 1	1	08:30	x			x
	2	08:50	x	x		
	3	09:10	x	x		
	4	10:30	x	x		
	5	11:50	x			x
	6	01:10	x			x
	7	02:30	x			x
	8	02:50		x	x	
	9	03:10		x	x	
	10	04:30	x	x		
	TOTAL		8	6	2	4
DÍA 2	11	08:30	x			x
	12	09:00	x	x		
	13	09:30	x			x
	14	09:50	x			x
	15	10:30	x	x		
	16	02:00	x	x		
	17	02:40		x	x	
	18	03:00		x	x	
	19	03:20	x	x		
	20	04:50	x	x		
	TOTAL		8	7	2	3
	21	08:30	x	x		
DÍA 3	22	09:10		x	x	
	23	10:00		x	x	
	24	11:35	x			x
	25	12:10	x			x
	26	01:15		x	x	
	27	02:23	x	x		
	28	03:31	x	x		
	29	04:15	x			x
	30	04:50	x	x		
	TOTAL		7	7	3	3

DÍA 4	31	08:00	x	x		
	32	08:24	x	x		
	33	09:00			x	x
	34	09:35			x	x
	35	02:10	x	x		
	36	03:25	x	x		
	37	03:42		x	x	
	38	04:05	x	x		
	39	04:30	x	x		
	40	05:00	x	x		
	TOTAL			7	8	3
DÍA 5	41	09:00		x	x	
	42	09:48	x	x		
	43	10:25		x	x	
	44	02:15	x	x		
	45	03:00			x	x
	46	03:20			x	x
	47	04:10			x	x
	48	04:20	x	x		
	49	04:40	x	x		
	50	05:00	x	x		
TOTAL			5	7	5	3
<b>Observaciones:</b> El día 4 no se trabajo a partir de las 9:00am a 11:30am por falta de electricidad y el día 5 de 2:20pm a 4:15pm						

#### 4.8 Porcentaje de ocurrencia preliminar

$\bar{P} = \text{N}^\circ \text{ de veces que no trabaja} / \text{N}^\circ \text{ de observaciones totales}$

$$\bar{P} = 35+25 / 100 = 0,7$$

$$\bar{P} = 70\%$$

Corresponde al porcentaje de veces que los operarios están trabajando, lo cual resulta bastante elevado; sin embargo debemos verificar que el muestreo es confiable.

#### 4.9 Calculo de la exactitud

$$S' = K \sqrt{\frac{\bar{p} - \bar{p}}{\bar{p} * N}}$$

$$S' = 1.96 \sqrt{\frac{1-0,7}{0,7*100}} = 0,1283$$

#### 4.10 Aplicamos el criterio de decisión

$$S' > S \quad (0,1283 > 0,05)$$

El estudio no es confiable, por lo tanto se requiere recalculer N y estudiar el comportamiento del gráfico de control.

#### 4.11 Recalculo de n

$$N = \frac{K^2 * 1 - \bar{p}}{S^2 * \bar{p}}$$

$$N = \frac{1,96^2 * 1 - 0,7}{0,05^2 * 0,7}$$

$$N = 658,56 \approx 659 \text{ observaciones}$$

$$N' = 659 - 100 = 559 \text{ observaciones adicionales}$$

Se requiere que se realicen 559 observaciones adicionales, lo que significa 6 días más de observaciones para que el muestreo sea confiable. Estas observaciones no serán realizadas, pero continuaremos el estudio del muestreo con las observaciones ya realizadas aun cuando no sean confiables.

#### 4.12 Cálculo de los limites de control

$$LC = \bar{p} \pm K \sqrt{\frac{\bar{p} * 1 - \bar{p}}{N}}$$

$$LC = 0,7 \pm 1,96 \sqrt{\frac{0,7 * 1 - 0,7}{100}}$$

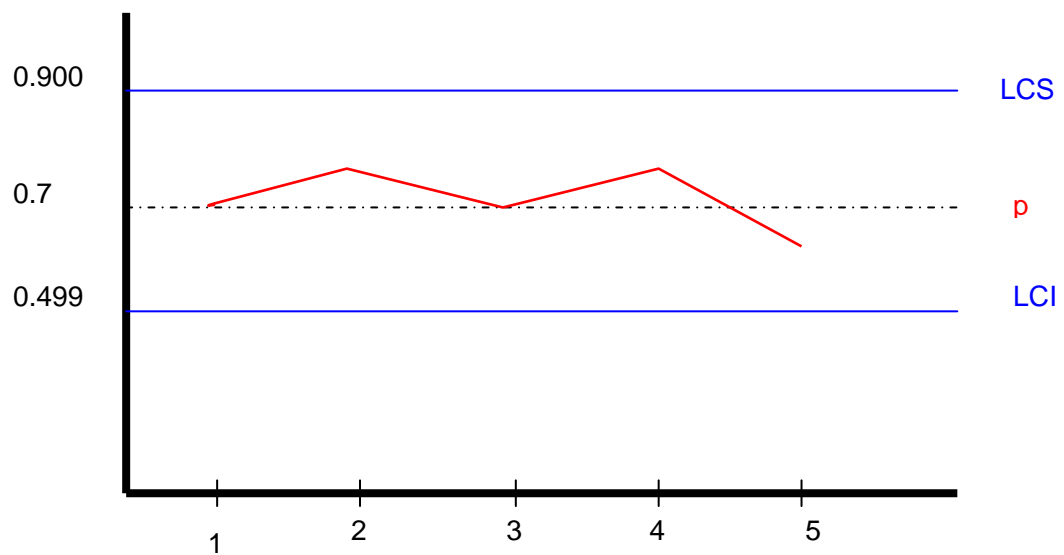
$$LC_s = 0,9008$$

$$LC_i = 0,4992$$

Los valores de los porcentajes de ocurrencia para cada uno de los tres días de muestreo son:

$$\begin{aligned} P_1 &= 0,7 & P_4 &= 0,75 \\ P_2 &= 0,75 & P_5 &= 0,60 \\ P_3 &= 0,7 \end{aligned}$$

#### 4.13 Gráfico de control





## CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

- 1.) La calificación del operario promedio seleccionado para las operaciones de llenado y sellado de las bolsas corresponde a 1.14, puesto que tiene una coordinación natural, tiene un grado normal de exigencia física al efectuar las actividades y tanto la consistencia y las condiciones de trabajo en las que labora son regulares.
- 2.) El tiempo normal que emplea el operario promedio para efectuar las operaciones de llenado de las bandejas corresponde a 2.6345.
- 3.) La jornada de trabajo en la fábrica es de 10 horas/día = 6000 min/día ,es decir, es una jornada continua, de la que se debe descontar el almuerzo y otras tolerancias fijas para conocer el tiempo efectivo de trabajo, el cual fue de 390 min.
- 4.) Las tolerancias o concesiones repartidas en el tiempo normal que debe trabajar el operario fueron de **1,00897** min.
- 5.) El tiempo estándar que se requiere para ejecutar las operaciones de llenado es de 0.35426 min.
- 6.) Los operarios presentan un tiempo de trabajo de 70% ,durante las veces que fueron observados (5 días: 100 observaciones),lo cual no es confiable puesto que el estudio requiere un mayor número de observaciones (aproximadamente 6 días más).

## RECOMENDACIONES

En función de los resultados y conclusiones obtenidas se recomienda lo siguiente:

- ✓ Llevar a cabo otro muestreo de trabajo para efectuar las observaciones adicionales que se requieren para que el estudio sea confiable, puesto que no es posible detectar en forma clara y precisa que tan ineficiente están siendo los operarios en las operación de llenado de las bandejas portatubetes.
- ✓ Evitar que el operario utilice un tiempo mayor al tiempo estándar asignado para ejecutar las operaciones de llenado y sellado.
- ✓ Efectuar una jornada de adiestramiento y capacitación para el personal de producción, con el fin de instruirlos en cuanto a la importancia del uso adecuado del tiempo para ejecutar cada labor, el significado de la palabra eficiencia y el uso adecuado de las herramientas de trabajo que utilizan para la fabricación de tubetes.
- ✓ Incentivar a los operarios con políticas de pagos y bonificaciones por el volumen de producción alcanzado al día, para así motivarlos a participar en la productividad de la empresa y mejorar su eficiencia.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Benjamín, N. Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos (3 ra. Ed.). Ediciones Alfaomega: México, 1990.

Hodson, W. Manual de Ingeniero Industrial (4ta. Ed.). Mc Graw – Hill: México, 1998.

Rojas, R. Orientaciones prácticas para la elaboración de informes de investigación (2da. ed.). Ediciones UNEXPO: Venezuela, 1997.

Tamayo, M y Tamayo. Diccionario de la investigación científica (2 da. Ed.) Limusa: México, 1988.

# ANEXOS

## ANEXO 1

<u>HABILIDAD</u>			<u>ESFUERZO</u>		
+ 0.15	A1	Extrema	+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.13	A2	Extrema	+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.11	B1	Excelente	+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente	+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Buena	+ 0.05	C1	Buena
+ 0.03	C2	Buena	+ 0.02	C2	Buena
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
- 0.05	E1	Aceptable	- 0.04	E1	Aceptable
- 0.10	E2	Aceptable	- 0.08	E2	Aceptable
- 0.16	F1	Deficiente	- 0.12	F1	Deficiente
- 0.22	F2	Deficiente	- 0.17	F2	Deficiente

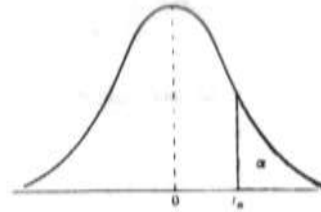
<u>CONDICIONES</u>			<u>CONSISTENCIA</u>		
+ 0.06	A	Ideales	+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.04	B	Excelentes	+ 0.03	B	Excelente
+ 0.02	C	Buonas	+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
- 0.03	E	Aceptables	- 0.02	E	Aceptable
- 0.07	F	Deficientes	- 0.04	F	Deficiente

## ANEXO 2

<b>CONCESIONES POR FATIGA</b>	$\text{MINUTOS CONCEDIDOS} = \frac{\text{CONCESIÓN \% X JORNADA EFECTIVA}}{1 + \text{CONCESIÓN \%}}$
-------------------------------	--

CLASE	LÍMITES DE CLASE		CONCESIÓN(%) POR FATIGA	JORNADA EFECTIVA (MINUTOS)			
	INFERIOR	SUPERIOR		510	480	450	420
				MINUTOS CONCEDIDOS POR FATIGA			
A1	0	156	1	5	5	4	4
A2	157	163	2	10	10	9	8
A3	164	170	3	15	14	13	12
A4	171	177	4	20	18	17	16
A5	178	184	5	24	23	21	20
B1	185	191	6	29	27	25	24
B2	192	198	7	33	31	29	27
B3	199	205	8	38	36	33	31
B4	206	212	9	42	40	37	35
B5	213	219	10	46	44	41	38
C1	220	226	11	51	48	45	42
C2	227	233	12	55	51	48	45
C3	234	240	13	59	55	52	48
C4	241	247	14	63	59	55	51
C5	248	254	15	67	63	59	55
D1	255	261	16	70	66	62	58
D2	262	268	17	74	70	65	61
D3	269	275	18	78	73	69	64
D4	276	282	19	81	77	72	67
D5	283	289	20	85	80	75	70
E1	290	296	21	89	83	78	73
E2	297	303	22	92	86	81	76
E3	304	310	23	95	90	84	79
E4	311	317	24	99	93	87	81
E5	318	324	25	102	96	90	84
F1	325	331	26	105	99	93	87
F2	332	338	27	108	102	96	89
F3	339	345	28	112	105	98	92
F4	346	349	29	115	108	101	94
F5	350	Y MÁS	30	118	111	104	97

### ANEXO 3

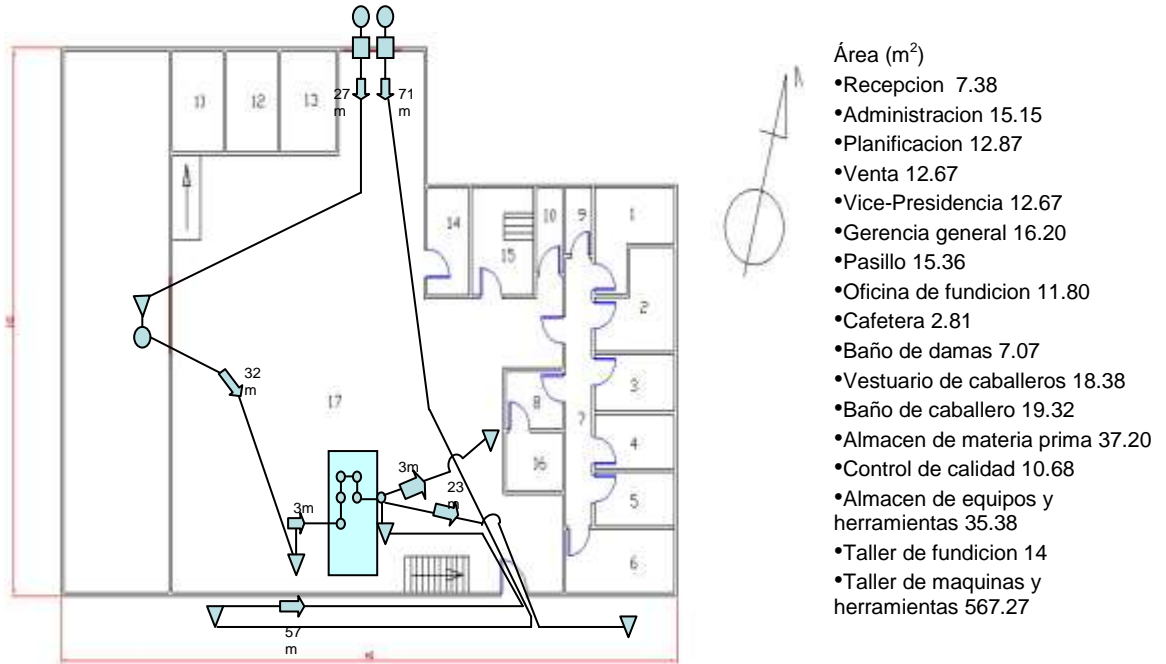


**Tabla A.4\*** Valores críticos de la distribución  $t$

$\nu$	$\alpha$				
	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
inf.	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

## ANEXO 4

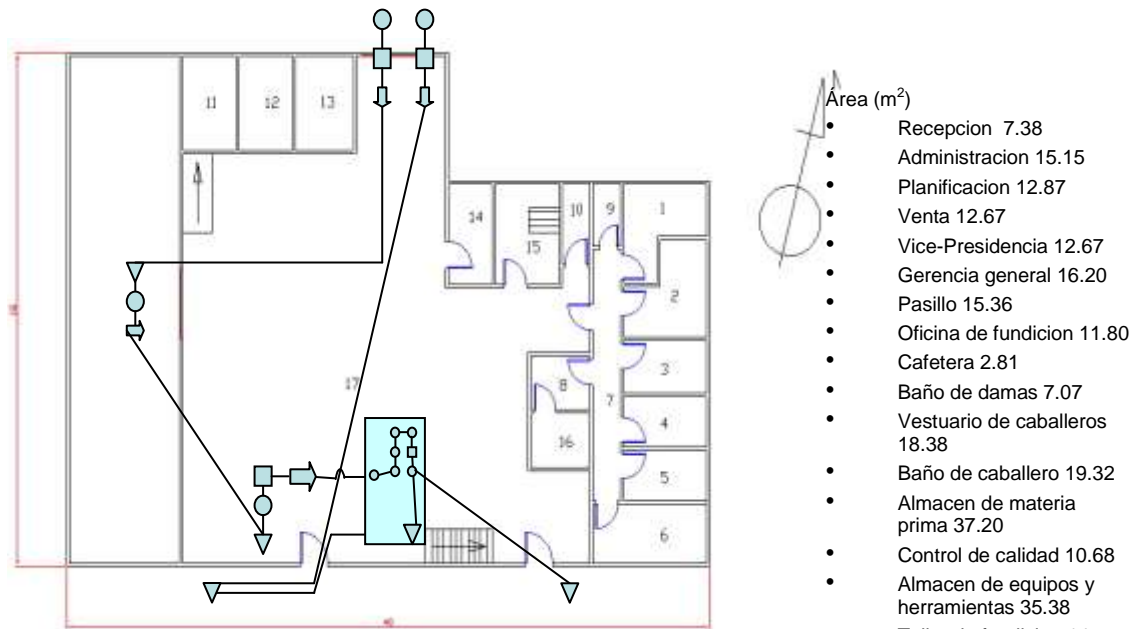
### DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE TUBETES (MÉTODO ACTUAL)





## ANEXO 5

### DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE TUBETES (MÉTODO PROPUESTO)



ANEXO 6



ANEXO 7



ANEXO 8



ANEXO 9



ANEXO 10



ANEXO 11



ANEXO 12





