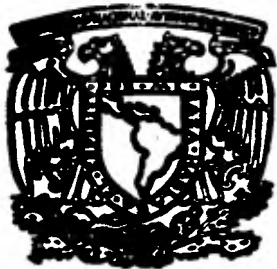


**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**



71.

**ESTABLECIMIENTO DE ESTANDARES DE  
PRODUCCION POR MEDIO DE  
FORMULAS DE TIEMPO**

**DIRECTOR: ING. ENRIQUE GALVAN AREVALO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
P R E S E N T A**

**SILVINA HERNANDEZ GARCIA**

**MEXICO, D. F.**

**JULIO DE 1981**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## I N D I C E

	Pag.
<b>Capitulo I - GENERALIDADES DE UNA FORMULA DE TIEMPOS</b>	
I.1. - Descripción	1
I.2. - Objetivos de una Fórmula de Tiempos	1
I.3. - Características de la Fórmula de Tiempo	1
I.4. - Estructuración de Fórmulas	2
I.5. - Forma de presentar el informe sobre la Fórmula de Tiempos	4
I.6. - Ventajas de las Fórmulas	8
<b>Capitulo II - TECNICAS NECESARIAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA FORMULA DE TIEMPOS</b>	
II.1. - Muestreo	10
II.2. - Sistema de Tiempos Predeterminados (Work-Factor y MTM)	14
II.3. - Curva de Ajuste por el Método de Mínimos Cuadrados.	37
II.4. - Método de Calificación de Actuación	40
II.5. - Sistema de Suplementos Básicos por Descanso	42

II.6. - Técnicas para la Obtención de Datos Necesarios	43
 Capítulo III - DESARROLLO DE UNA FORMULA DE TIEMPOS PARA EL CASO ESPECIFICO DEL DECORADO DE ARTICULOS DE COCINA	
III.1. - Utilización del Decorado en la Fa- bricación de Artículos de Cocina	52
III.2. - Croquis del lugar de trabajo (Equipo y Herramientas)	53
III.3. - Descripción Detallada de la Opera- ción de Decorado (Diagrama de ope- ración)	54
III.4. - Establecimiento de la Fórmula	59
III.5. - Obtención de la Fórmula General	70
III.6. - Comprobación	80
III.7. - Aplicación (Restricciones)	83
III.8. - Inspección	83
 Capítulo IV - APLICACION DE LOS ESTANDARES ESTABLECIDOS POR MEDIO DE LA FORMULA Y SU IMPORTANCIA DE QUE - ESTEN BIEN FUNDAMENTADOS	
IV.1. - Aplicación en el Reporte de Eficiencia	85

IV.2. - Aplicación de los Estándares Establecidos 88  
en el Departamento de Programación y Control de la Producción.

Conclusiones ..... 95

Bibliografía ..... 96

## INTRODUCCION

La necesidad del hombre de optimizar los procesos de producción, lo ha llevado a la formulación de métodos sistemáticos.

En el ámbito nacional la aplicación de técnicas de Ingeniería Industrial garantiza un aumento de productividad, lo que permite la disminución de costos de fabricación.

En el presente trabajo se pretenderá establecer los lineamientos principales para la aplicación de una Técnica de Ingeniería Industrial en una fábrica de artículos de cocina. Esta recibe el nombre de "Fórmulas de Tiempo" y nos permite determinar los tiempos estandar de operaciones actuales y futuras por medio del uso de una ecuación que modele en forma adecuada el comportamiento de los tiempos para esas operaciones.

La técnica de fórmulas de tiempo se utilizó en este caso para las operaciones de decorado de artículos de cocina.

La extensa variedad de los artículos, los constantes cambios en el diseño de ellos, así como la corta vida, imposibilitan la utilización de técnicas tradicionales para el establecimiento de estandares de producción, como son el cronometraje y sistemas de tiempos predeterminados.

La imposibilidad de utilización no significa que no se puedan aplicar sino que su costo sería mucho más elevado que la determinación de un estandar por medio de fórmulas de tiempo.

Razón por la cual en las páginas subsecuentes se trata de mostrar el desarrollo de una fórmula de tiempos, tratando de cubrir los puntos más esenciales para su elaboración.

Se muestran los conocimientos básicos para su análisis, completando todo esto con un ejemplo específico.

## I. GENERALIDADES DE UNA FORMULA DE TIEMPOS

### I.1. - DESCRIPCION

Una fórmula de tiempos es una expresión algebraica de los factores que determinan los tiempos de una operación, ésta se elabora con una serie de datos tipo reducidos a su forma más simple. La fórmula puede ser representada por medio de una tabla o curva, o por la ecuación algebraica más convencional.

### I.2. - OBJETIVOS DE UNA FORMULA DE TIEMPOS

Como primer objetivo tenemos el crear un instrumento que sirva para el cálculo elemental de los tiempos tipo. Las diversas combinaciones posibles entre los elementos de las operaciones irregulares se resumen u ordenan para su compendio con un mínimo de trabajo de escritorio que es otro objetivo de la fórmula de tiempo.

Y como objetivo final perseguido en la elaboración de cualquier fórmula es representarla en forma tan simple, que cualquier conocedor de las características de sus términos, puede determinar mediante ella los tiempos de una operación.

### I.3. - CARACTERISTICAS DE LAS FORMULAS DE TIEMPOS

1.- Una fórmula de tiempos debe ser ante todo CONFIABLE. La expresión confiable, quiere decir que dé siempre resultados precisos; cuanto más grande sea el número de estudios que se utilicen al elaborar la fórmula, tanto mayor oportunidad habrá de llegar a elaborar una fórmula confiable.

Se sobrentiende que tener confianza es una fórmula requerirá que todos los cálculos matemáticos deberán estar excentos de error.

2.- PRACTICA - Para que cumpla con esta característica, debe ser clara, concisa y tan sencilla como sea posible. Las fórmulas mejor entendidas y más fácilmente aplicadas son las expresiones más simples. Deben de evitarse las expresiones complicadas que involucran elevar términos a potencia.

No deben repetirse los símbolos de las incógnitas en la fórmula, sino anotarlos una sola vez en un sólo sitio con sus sufijos y coeficientes aplicables. Cada símbolo debe ser claramente identificado con el área de trabajo que representa. En la explicación de la fórmula hay que incluir suficientes datos, de modo que pueda identificarse claramente su derivación.

3.- EXACTA - La fórmula dará resultados tan exactos como los datos que constituyeron su derivación. Si se requiere que la fórmula dé resultados válidos constantes, los estudios que se utilicen deben de tener consistencia en sus puntos terminales, así como también en el método aplicado. Es muy importante que se anoten las limitaciones de la fórmula describiendo - en detalle su rango de aplicación. Las fórmulas así construidas permitirán a sus usuarios aplicarlas rápida y exactamente encontrando con facilidad la información requerida.

#### 1.4. - ESTRUCTURACION DE FORMULAS

##### a) Mejoras y Análisis

Previamente a la recolección de datos para la estructuración de la fórmula de tiempo, deberán de realizarse todas las mejoras precisas en el método: ya que éste será parte principal para lograr el objetivo final, así como - también deberán de estudiarse el efecto de las diferentes variables sobre dicho método, con el fin de proporcionar tiempos correctos para todas las variables que se pretendan abarcar. Por medio de este análisis se pueden valorar los elementos que entran siempre en juego, los que tienen lugar - solo en ciertas ocasiones, las que son constantes o variables y los motivos de las variaciones de estas últimas.



Las variables se expresarán mediante tablas, curvas o quizás con ecuaciones algebraicas. No todos los elementos (incluso constantes) se expresarán en las mismas unidades. Algunas de las constantes aparecerán como la cantidad de tiempos por unidad de producto; otros como tiempo de función de la frecuencia, y finalmente, algunos expresarán el tiempo por múltiplo o fracción del producto final. Las variables dependen de ciertas características de la pieza, que no serán probablemente las mismas para todas las variables.

b) Conocimiento de Datos

Además de la mejora de métodos se hará la investigación de materiales necesarios, herramientas, movimientos de materiales, verificaciones necesarias de diseño, Proyecto y vida prevista para el producto, toda operación no sujeta a esta investigación resulta difícil de formular, debido a las variaciones de las condiciones que invariablemente se presentan.

c) Operaciones

Antes de comenzar a estructurar la fórmula es necesario definir claramente su alcance, debe decidirse qué parte de trabajo debe de cubrirse por la fórmula, la operación y el puesto de trabajo en que se ejecuta dicha operación, el qué, el cómo y el cuándo. Después de esto, queda muy simplificado el trabajo para producir la fórmula, ya que se conoce el objetivo y queda el camino hacia el mismo.

d) Tabulación de Datos Básicos para el Establecimiento de la Fórmula

Este paso es muy útil si sólo una persona trabaja en determinada fórmula y resulta imprescindible si existe algún otro colaborador en la misma. La tabla se realiza con datos de los elementos, enfrente de cada uno de ellos se especificará claramente el instante final del elemento, y para el que se estime necesario todos los datos pertinentes que puedan obtenerse tales como las dimensiones de la pieza, distancia recorrida, peso de la pieza o número de unidades manejadas cada vez. Para tener un mejor orden en la estructuración de la fórmula, se recomienda el empleo de letras para los -

Símbolos de los elementos, su especificación debe ser actual y emplearla en las hojas de datos de estudio de tiempos, evitándose así tener que registrar la descripción completa de los elementos de preparación y asignarles un grupo característico de símbolos. También se considera apropiado agrupar los elementos de una determinada parte de una operación y asignarle una serie de símbolos.

#### e) Desarrollo

De la diversidad de elementos hay que entresacar la fórmula más simple. La forma de desarrollarla se registra en la síntesis del informe de la fórmula. Conviene primero combinar todas las constantes que están expresadas en la misma unidad y de éstas generalmente se combinan primero los que vienen dados a base de una cierta unidad de producto final y después se sigue con las constantes expresadas en otras unidades.

#### I.5. - FORMA DE PRESENTAR EL INFORME SOBRE LA FORMULA DE TIEMPOS

Es indispensable redactar un registro completo y ordenado del trabajo realizado, para poder explicarlo a quienes hayan de apreciar la labor, como punto de partida de subsiguientes revisiones y como guía de aplicación.

La expresión de la fórmula constituye, en su realización, la parte más importante del proyecto que se presenta ante el ejecutor. Sin embargo no es por sí sola la razón de su labor, sino también deberá de redactar un registro completo y ordenado del trabajo realizado.

El informe debe describir detalladamente todos los elementos, datos, cálculos, derivaciones y aplicaciones de la fórmula, a continuación todos los hechos relativos al proceso empleado, condiciones de operación y alcance de la fórmula, se anotarán claramente para referencias futuras.

Así, un informe podría contener los siguientes capítulos:

- 1) Identificación de la Fórmula
- 2) Componentes
- 3) Operaciones y Estación de Trabajo
- 4) Tiempo Normal
- 5) Aplicación
- 6) Análisis
- 7) Descripción del Procedimiento
- 8) Estudios de Tiempo
- 9) Tabla de Elementos
- 10) Síntesis
- 11) Inspección, Pago y Aprobación

A continuación detallaremos cada uno de los capítulos anteriores.

#### 1) IDENTIFICACION DE LA FORMULA

Todo papel de trabajo usado en el desarrollo de la fórmula debe identificarse por medio de un número asignado a la fórmula para facilitar su referencia. El número de la fórmula se compone de un número o prójimo que identifica el departamento en que se hace y se ha de utilizar, y el número que dará el orden cronológico de la fórmula. Incluyase también la fecha en que la fórmula se puso en uso, a fin de relacionar las condiciones de trabajo que estaban en práctica cuando la fórmula se elaboró con los estándares establecidos por medio de su aplicación.

#### 2) COMPONENTE

Debe proporcionarse el número o números de parte, con una descripción concisa del trabajo, de modo que los productos para los que se realizó la fórmula queden claramente identificados.

### 3) OPERACION Y ESTACION DE TRABAJO

Hay que explicar con claridad la operación cubierta por la fórmula, además debe describirse completamente la estación de trabajo, dando detalle sobre equipo, plantillas, dispositivos, calibradores, y su tamaño, condiciones y número de serie.

### 4) TIEMPO NORMAL

Quando la expresión de la fórmula sea para el tiempo normal, se recomienda emplear ecuaciones separadas para el tiempo de preparación y el tiempo de cada pieza. Inmediatamente después de la fórmula se pondrá el significado de los símbolos utilizados en las ecuaciones o ecuación final. Se deberán de incluir los monogramas y los sistemas de curvas.

### 5) APLICACION

Después de haber establecido concisamente la expresión para el tiempo asignado, debe explicarse claramente la aplicación de la fórmula. Este tiene que dar, en detalle, la naturaleza del trabajo para el que la fórmula puede ser aplicada y definir específicamente los límites dentro de los cuales puede aplicarse.

### 6) ANALISIS

Bajo el análisis deben proporcionarse datos detallados de todo el método empleado, incluyendo herramientas, dispositivos, plantillas, calibradores y su aplicación, distribución del equipo así como métodos de trabajo y m todos para el manejo de los materiales.

En esta sección deben de incluirse también información sobre el desglose de tolerancias empleadas en la fórmula, la razón de cada tolerancia, espe-

cial o extra debe mostrarse con mucha claridad, de modo que si alguna pregunta surge en el futuro y que tenga que ver con las tolerancias incluidas en la fórmula, pueda demostrarse cuáles y porqué fueron incluidas.

#### 7) DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO

Después de haber analizado el trabajo, debe describirse en detalle el procedimiento empleado por el operario para ejecutarlo. El mejor camino para hacerlo es el de incluir todos los elementos que aparezcan en la operación en su orden cronológico correcto. Los elementos individuales con detalle exactos. De esta manera los interesados no podrán dudar sobre cuales sean los elementos que incluye la extensión de la fórmula.

#### 8) ESTUDIO DE TIEMPOS

Es un resumen que sirve de índice al informe; enumera los estudios realizados y utilizados para la deducción de la fórmula, los datos de cada estudio y las iniciales del observador. Generalmente esta lista no tiene ninguna aplicación, consiste en una forma de evidenciar los datos positivos empleados en la fórmula.

#### 9) TABLA DE DATOS

Es una relación de los mismos, con el símbolo de cada uno de sus tiempos respectivos y del origen de éstos últimos. Esta relación se emplea como fuente de referencia para dar información sobre el tiempo normal de cada elemento y su derivación.

#### 10) SINTESIS

Todos los pasos empleados para desarrollar los datos de los elementos en

la fórmula. Su propósito es explicarla con los pasos utilizados por el - Analista en la deducción de la fórmula. Indica como y donde se incluye cada elemento en la fórmula, ayuda a exponer la fórmula a los demás y es de valor incalculable en las revisiones.

#### 11) INSPECCION, PAGO Y APROBACION

La inspección enumera las necesidades de supervisión de la operación en el momento de preparar la fórmula. Es una condición adicional a cumplir antes de utilizar la fórmula.

Se describe el método de salario o pago utilizado en la fórmula, tales como día de trabajo, trabajo a destajo e incentivos de grupo; esta sección es muy importante si se incorporan a la fórmula factores especiales para su empleo en ciertos planes específicos. La aprobación forma parte de todos los informes. Los informes son firmados por el analista que los ejecuta y por el Jefe de Departamento.

#### I.6.- VENTAJAS DE LAS FORMULAS

Las ventajas de utilizar fórmulas en lugar de estudios de tiempos individuales para establecer estándares, son paralelas a las del empleo de datos estandar. Los cuales se pueden resumir de la siguiente manera:

- a) Se establecen estándares de tiempo más consistentes.
- b) Se elimina la duplicación de esfuerzo de los estudios de tiempos de operaciones semejantes.
- c) Podrán establecer estándares un individuo menos experimentado y menos entrenado.
- d) Podrán establecerse estándares con mayor rapidéz.

- e) Podrán hacerse estimaciones rápidas y exactas de costos de la mano de obra antes de comenzar la producción real de cualquier producto.

## II. TECNICAS NECESARIAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA FORMULA DE TIEMPOS

Los elementos necesarios para poder establecer la fórmula de tiempos son conocimientos básicos de algunos términos, conceptos y técnicas básicas de la estadística.

La estadística se encuentra ligada con los métodos científicos en la toma, organización, recopilación y análisis de datos, tanto para la deducción de conclusiones como para tomar decisiones razonables de acuerdo con tales análisis.

La parte de los datos estadísticos que trata de la obtención y compendio de datos se llama Estadística Descriptiva. La que trata de la obtención de conclusiones respecto a la fuente de datos se llama Inferencia Estadística.

La estadística o métodos estadísticos pueden describirse como métodos que sirven para obtener conclusiones acerca de poblaciones por medio de muestreo.

### II.1. - MUESTREO

La teoría del muestreo es un estudio de las relaciones existentes entre una población y muestras extraídas de la misma. El muestreo de trabajo es una técnica que se utiliza para investigar las proporciones del tiempo total dedicadas a las diversas actividades que compone una tarea, actividad o trabajo.

Los resultados de muestreo sirven para determinar tolerancias o márgenes aplicables al trabajo, para evaluar la utilización de las máquinas y para establecer estándares de producción.

Esta misma información puede obtenerse mediante procedimientos de estudios de tiempos. El muestreo de trabajo es un método que con frecuencia proporcionará la información con mayor rapidez y a un costo considerablemente menor que por técnicas cronométricas.



Para que las conclusiones de la teoría del muestreo e inferencia estadística sean válidas, las muestras deben elegirse de forma que sean representativas de la población. El proceso mediante el cual se extrae de una población una muestra representativa de la misma se conoce como muestreo al azar, de acuerdo con ello cada miembro de la población tiene la misma posibilidad de ser incluido en la muestra.

Una técnica para obtener una muestra al azar es por medio de una tabla de números aleatorios construida especialmente para tales propósitos; o por medio de una generación de números random o aleatorios por medio de una calculadora.

Al llevar a cabo un estudio de muestreo de trabajo, el analista realiza un número de observaciones comparativamente grande a intervalos al azar. La relación de número de observaciones de un cierto estado de actividad, al número total de observaciones efectuadas, dará aproximadamente el porcentaje de tiempo que el proceso está en ese estado de actividad.

A continuación se describe la forma de establecer y organizar un muestreo de trabajo:

#### A) PREPARACION DEL MUESTREO DE TRABAJO

##### 1.- Definición del problema

- Se especificarán en él los objetivos o fines principales del proyecto o problema.
- Se describirá detalladamente cada uno de los elementos que van a ser me didos.
- La enumeración detallada de estos objetivos principales contribuirá de tal manera que éste puede diseñarse correctamente y además indicará de que forma se van a clasificar las actividades.
- Como el cualquier otra técnica que tiene relación directa con el personal es muy importante tener entendimiento y la cooperación de éste. El objetivo, importancia y alcance del estudio deben presentarse al grupo afectado directamente y no dejar que les lleguen rumores general mente equivocados, maliciosos y nócivos.

- La finalidad del estudio nos indicará la precisión deseada debido a que ésta se encuentra relacionada con el número de observaciones necesarias, que por consiguiente afectará el tiempo y el costo del estudio.<sup>3</sup>
- Al diseñar la muestra de trabajo, el analista deberá de tener en cuenta que los resultados obtenidos deben ser satisfactorios desde el punto de vista de la precisión deseada, pero deberá de tomar en cuenta el punto de vista económico y por lo tanto que la muestra no resulte demasiado grande.<sup>4</sup>

Para algunos estudios se considera satisfactoria una precisión de  $\pm 5\%$  siendo que ésta puede variar de acuerdo a la veracidad de los resultados finales.<sup>5</sup>

## 2.º Nivel de Confianza

- El nivel de confianza como aquí se usará se refiere al porcentaje de tiempo en que la auditoria del muestreo reflejará las condiciones reales que se están observando.<sup>6</sup> Es necesario estipular cuál es el nivel de confianza que se desea al obtener los resultados finales del muestreo de trabajo.<sup>7</sup>
- El nivel de confianza que generalmente se determina para el muestreo de trabajo es de 95%.<sup>8</sup> Esto quiere decir que el 95% del tiempo de las observaciones que se eligieron representarán realmente los hechos, y el 5% de ese tiempo los datos obtenidos no representarán los hechos en forma verdadera.<sup>9</sup>

## 3.º Formas para Registro de Muestreo

- En este paso se recomienda un diseño de hojas de registro apropiadas para cada estudio, aunque esto resulta incosteable para algunas empresas. Por lo tanto es aconsejable tener una hoja aplicable a la mayoría de los estudios.
- Estas formas deben de tener un diseño sencillo, simple, acomodadas de tal forma que faciliten con esto el registro y resumen de los datos, pero que además sea suficiente en capacidad para la toma de datos e información que pueda ser utilizada para preparar el reporte final del estudio.

- Cuando los resultados se vayan a utilizar para el establecimiento de los estándares de tiempo, las hojas deberán de contener esencialmente la información que aparecerá en una hoja de estudio de tiempos.
- Las formas 1 y 2 muestran la distribución de las hojas que se utilizarán en este caso para tomar el registro de los datos del muestreo de trabajo.

#### B) EJECUCION DEL MUESTREO DE TRABAJO

Para la ejecución del muestreo de trabajo los pasos a seguir serán los siguientes:

- a) Estimación preliminar del porcentaje de presencia del elemento que se va a medir.

La estimación de presencia se puede basar en experiencias anteriores, más sin embargo es preferible realizar un muestreo preliminar durante uno o más días según el criterio del analista.

#### b) Número de Observaciones

Por medio de la distribución binomial como base el error típico, las fórmulas que darán el número de observaciones que serán necesarias para cierto nivel de confianza, son las siguientes:

- 1) Fórmula para determinar el tamaño de la muestra, para un nivel de confianza del 68%.

$$S_p = \sqrt{\frac{p(1-p)}{N}}$$

Donde: S = Precisión deseada

p = Porcentaje de presencia del elemento o espera que se mide.

N = Número de observaciones aleatorias (tamaño de la muestra)

- 2) Fórmula para determinar el tamaño de la muestra, para un nivel de confianza del 95%.

$$S_p = 2 \sqrt{\frac{p(1-p)}{N}}$$

- 3) Fórmula para determinar el tamaño de la muestra, para un nivel de confianza de un 99%.

$$S_p = 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{N}}$$

## II.2.- SISTEMA DE TIEMPOS PREDETERMINADOS

Desde épocas remotas en la Ingeniería Industrial se ha visto la necesidad de tener tiempos estandar asignados a las diversas divisiones básicas de una actividad u operación; por lo que se ha buscado el como efectuar practicamente valores para esta división de trabajo.

En los últimos años se han obtenido grandes progresos en la asignación de valores de tiempos a elementos básicos de trabajo, los cuales suelen llamarse tiempos de movimientos básicos sintéticos o tiempos predeterminados.

Actualmente el analista de tiempos y métodos tiene a su alcance varias fuentes de valores sintéticos establecidos de donde pueden obtenerse información útil para su trabajo, entre ellos podemos mencionar:

### II.2.1. - Work Factor

Que es la marca que identifica así a sus servicios como consultor de la industria y sus sistemas de estándares.





### A) Work - Factor Simplificado

Se utiliza cuando las operaciones no requieren un análisis tan preciso y se usa generalmente para producciones de medio volumen. Y la pérdida en precisión no excede normalmente más de 5%.

### B) Work - Factor Detallado

Se elaboró para proporcionar estándares de tiempo preciosos, se utiliza especialmente para operaciones de ciclo corto y trabajo repetitivo.

### C) Work - Factor Fácil

Es menos preciso que el Work - Factor Detallado, la experiencia indica que las desviaciones respecto al detallado no son grandes y que los valores de tiempo resultantes, son apropiados para una extensa variedad de aplicaciones.

## II.2.2. - MEDICION DE TIEMPOS DE METODOS (METHODS - TIME MEASUREMENT)

En 1948 se publicó la obra "Methods - Time Measurement", que da valores de tiempos para movimientos fundamentales, alcanzar, girar, mover, asir, colocar, soltar, aplicar presión, desmontar; los autores definieron este sistema como un procedimiento que analiza un método o una operación y asigna a cada movimiento un estándar de tiempo predeterminado que se evalúa por la naturaleza del movimiento y las condiciones en que se lleva a cabo.

Los datos de MTM son resultado de análisis de cuadro por cuadro de películas cinematográficas que se tomaron en áreas diversificadas de trabajo. Los datos fueron nivelados o ajustados al tiempo requerido para una operación normal por la Técnica WESTINGHOUSE.

### Definición del MTM

Es un sistema para estudiar el trabajo en el cual los métodos se subdividen en movimientos básicos a los que se les asigna valores en tiempo predeterminado.

### Algunos usos del Sistema MTM

Los que desarrollaron el MTM, jamás lo consideraron como un sistema que fuera a reemplazar todos los medios existentes de estudiar y cronometrar el trabajo por el contrario el MTM se desarrolló como una herramienta muy necesaria para usarlo conjuntamente con otros métodos bien establecidos de técnicas de ingeniería, tales como los diagramas de proceso, análisis de la operación, estudios de tiempos y movimientos, y así sucesivamente.

Utilizando adecuadamente y juntamente con otras herramientas de ingeniería - apropiadas, el MTM se ha encontrado de utilidad en las siguientes áreas:

#### I) Como base para desarrollar buenos métodos:

- a) Desarrollo de métodos efectivos con anticipación al iniciar la producción.
- b) Mejoramiento de los métodos existentes.
- c) Elaboración de diseños funcionales de herramientas.
- d) Medida en los cambios menores en los métodos.
- f) Balanceo de las líneas de montaje.
- g) Guía de diseño de productos.

#### II) Como base para establecer normas de producción:

- a) Establecimiento de normas de equipo.
- b) Estimación de los costos de producción.
- c) Elaboración de fórmulas de tiempo o estándares.

#### III) Otros Usos:

- a) Adiestramiento del operario para que tenga conciencia del método.
- b) Medición y control de los trabajos de mantenimiento.

### Movimiento Básico

Cualquier movimiento del cuerpo humano o de los miembros del cuerpo utilizados en un sistema de análisis de movimientos como unidad básica de trabajo.



### Elementos Primarios del Sistema MTM

- 1) Un sistema de calificación de los movimientos básicos.
- 2) Una serie de símbolos para identificar los movimientos básicos.
- 3) Valores de tiempos predeterminados de los movimientos básicos.

### Tabla de Datos MTM

En las tablas que se muestran a continuación se registran los valores de tiempos predeterminados para los movimientos básicos de este sistema y como son muy fáciles de utilizar solo se tiene que aprender a identificar perfectamente los movimientos. Esta tabla muestra todos los movimientos básicos utilizados, así como los diferentes casos encontrados para cada movimiento, y finalmente nos da los valores de cada uno de dichos movimientos, según la distancia o caso, tablas de la I a la X.

### Tipos de Control en la Aplicación del MTM

Los movimientos vienen bajo dos tipos principales de control:

- 1) Control de Proceso
- 2) Control Humano

Solamente los movimientos que están en principio bajo control humano son medidos por el MTM.

### Niveles de Control

**Control Bajo** - Es un movimiento automático, reflejo conocido, que no requiere coordinación ocular-manual sólo un mínimo de control muscular. Se realiza mediante una confianza completa en los sentidos y de tacto.

**Control Mediano** - Es el movimiento que requiere alguna precisión en su actividad final y requiere un bajo nivel de coordinación ocular-manual. Únicamente la primera etapa o parte de este movimiento puede ser programado con anticipación por el cerebro. La última parte del movimiento requiere de alguna retroalimentación sensorial con el fin de hacer ajustes finales.

TABLA I - ALCANZAR - R

Distancia (m)	Tiempo (segundos)						CASO Y DESCRIPCION
	A	B	C	D	E	F	
10	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	A Alcanzar a un objeto en situación fija, o a un objeto en la otra mano o sobre el cual descansa la otra mano.
12	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	
14	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	
16	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	
18	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	
20	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	B Alcanzar a un solo objeto en situación que puede variar ligeramente de un ciclo al siguiente.
12	6.4	7.4	8.1	7.2	5.3	4.8	
14	7.4	8.4	9.1	8.2	6.3	5.8	
16	8.4	9.4	10.1	9.2	7.3	6.8	
18	9.4	10.4	11.1	10.2	8.3	7.8	
20	10.4	11.4	12.1	11.2	9.3	8.8	C Alcanzar a un objeto momentáneamente en otros en un grupo, de forma que ocurre borrar y seleccionar.
12	8.1	10.9	11.9	9.7	6.8	7.7	
14	8.8	11.7	12.8	10.7	7.8	8.8	
16	9.2	12.9	13.8	11.9	8.7	9.4	
18	9.7	13.9	14.1	12.9	9.8	10.2	
20	10.4	14.9	15.9	13.9	10.8	11.4	D Alcanzar a un objeto muy pequeño o no donde es necesario sujetar con ambas prediadas.
12	11.0	16.8	18.0	14.1	11.4	12.0	
14	12.1	17.9	19.2	15.2	12.4	13.2	
16	13.2	19.0	20.3	16.3	13.4	14.2	
18	14.3	20.1	21.4	17.4	14.4	15.2	
20	15.4	21.2	22.5	18.5	15.4	16.2	E Alcanzar a una situación indefinida para poner la mano en posición de equilibrio al cuerpo o dispuesto para recibir el próximo movimiento, o donde no ocurre.
12	16.5	22.3	23.6	19.6	16.5	17.5	
14	17.6	23.4	24.7	20.7	17.6	18.6	
16	18.7	24.5	25.8	21.8	18.7	19.6	
18	19.8	25.6	26.9	22.9	19.8	20.6	

TABLA II - MOVER - M

Distancia (m)	Tiempo (segundos)					Tiempo (segundos)			CASO Y DESCRIPCION
	A	B	C	D	E	Rate	Factor	TMB	
10	2.0	2.0	2.0	2.0	1.7	1	1.00	2	A Mover el objeto o la otra mano o control un tipo.
12	3.1	4.0	4.1	3.2	2.8	2	1.26	1.6	
14	4.1	5.0	5.0	4.2	3.8	3	1.52	2.0	
16	5.1	6.0	6.0	5.2	4.8	4	1.77	2.6	
18	6.1	7.0	7.0	6.2	5.8	5	2.03	3.2	
20	7.1	8.0	8.0	7.2	6.8	6	2.28	3.8	B Mover el objeto a una situación aproximada o indefinida.
12	8.9	7.7	8.8	6.9	5.9	7	2.54	4.4	
14	9.9	8.9	9.9	8.0	7.0	8	2.80	5.0	
16	10.9	9.9	10.9	9.0	8.0	9	3.06	5.6	
18	11.9	10.9	11.9	10.0	9.0	10	3.32	6.2	
20	12.9	11.9	12.9	11.0	10.0	11	3.58	6.8	C Mover el objeto a una situación exacta.
12	14.9	11.9	14.9	12.0	11.0	12	3.84	7.4	
14	15.9	12.9	15.9	13.0	12.0	13	4.10	8.0	
16	16.9	13.9	16.9	14.0	13.0	14	4.36	8.6	
18	17.9	14.9	17.9	15.0	14.0	15	4.62	9.2	
20	18.9	15.9	18.9	16.0	15.0	16	4.88	9.8	
22	19.9	16.9	19.9	17.0	16.0	17	5.14	10.4	
24	20.9	17.9	20.9	18.0	17.0	18	5.40	11.0	
26	21.9	18.9	21.9	19.0	18.0	19	5.66	11.6	
28	22.9	19.9	22.9	20.0	19.0	20	5.92	12.2	
30	23.9	20.9	23.9	21.0	20.0	21	6.18	12.8	
32	24.9	21.9	24.9	22.0	21.0	22	6.44	13.4	
34	25.9	22.9	25.9	23.0	22.0	23	6.70	14.0	
36	26.9	23.9	26.9	24.0	23.0	24	6.96	14.6	
38	27.9	24.9	27.9	25.0	24.0	25	7.22	15.2	
40	28.9	25.9	28.9	26.0	25.0	26	7.48	15.8	

TABLA III - GIRAR Y APLICAR PRESION - T y AP

P E S O	Tiempo (segundos) 0.50 200 Grms. Objeto										
	20°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°
Peso — 0 — 1 kg.	2.8	3.5	4.1	4.8	5.4	6.1	6.8	7.5	8.1	8.7	9.4
Mediana — 1 — 3 kg.	4.4	5.5	6.5	7.5	8.5	9.6	10.6	11.6	12.7	13.7	14.8
Objeto — 5 — 10 kg.	6.4	7.8	9.2	10.6	12.0	13.4	14.8	16.2	17.6	19.0	20.4

APLICAR PRESION CASO 1 16.2 TMB APLICAR PRESION CASO 2 16.6 TMB

TABLA IV - COGER - G

Caso	Tiempo (segundos) TMB	DESCRIPCION
1A	2.0	Coger aprendiendo objeto pequeño mediante 1 prueba, selección y uso de pulido bajo estímulo.
1B	2.0	Usar una pinza o una pua similar y otro con superficie plana.
1C	7.3	Coger objeto aproximadamente cilíndrico con instrumento por debajo y a un lado. Distancia entre ojos 12 cm.
1C'	6.7	Coger objeto aproximadamente cilíndrico con instrumento por debajo y a un lado. Distancia entre ojos 9 cm y 12 cm.
1C''	10.0	Coger objeto aproximadamente cilíndrico con instrumento por debajo y a un lado. Distancia entre ojos 0 cm.
2	5.5	Usar a sujetar.
3	5.5	Coger por funcionamiento.
4A	7.3	Coger aproximadamente con objeto de forma con cavidad lateral y seleccionarlo. Coger con 20 x 20 x 25 mm.
4B	8.1	Coger aproximadamente con objeto de forma con cavidad lateral y seleccionarlo. Coger 6 x 6 x 3 mm y 25 x 20 x 25 mm.
4C	12.9	Coger aproximadamente con objeto de forma con cavidad lateral y seleccionarlo. Coger con 6 x 6 x 3 mm.
5	0	Coger por contacto, selección, o por ganchos.

TABLA V - POSICIONAR - P

Clase de ajuste	Objeto	Tiempo (segundos) DE BARRAS	
		10	15
1 DULCE No hay presión	1	1.6	1.8
	20	2.1	2.7
	30	2.6	3.2
	40	3.1	3.7
2 FLUIDO YOCANTE No requiere ligera presión	1	16.0	16.0
	20	16.7	16.7
	30	17.3	17.3
	40	17.9	17.9
3 EXACTO Requiere gran presión	1	41.0	41.0
	20	47.0	47.0
	30	53.0	53.0
	40	59.0	59.0

\* INFLUYE SIGNIFICATIVAMENTE EN CASOS 1, 2 Y 3.

TABLA VI - SOLTAR - M

Caso	Tiempo (segundos) TMB	DESCRIPCION	BASE DE AJUSTE	
			Base 100	Base 150
1	2.0	Soltar control mediante el apoyo en la palma de la mano, independiente.	4.5	5.7
			7.5	11.0
2	0	Soltar el control.	20.0	24.7

TABLA VII - TIEMPO EQUILIBRIO OCULAR Y TIEMPO OCULAR - W y W'

Tiempo de equilibrio ocular en 16.2 x 1/2 TMB	
Caso T	0 a distancia entre los puntos de referencia ocular.
Caso W	0 a distancia aproximadamente desde el ojo a la línea de visión T, otro desde el ojo hasta 20 TMB
Tiempo de adaptación en 2.3 TMB	

**TABLA IX — MOVIMIENTOS DEL CUERPO, PIerna Y PIE**

DESCRIPCION	SEÑALO	DISTANCIA	TIEMPO REVELADO TIEMPO
Movimiento del pie — del centro del talón, del pie derecho.	PI PIR LE	Hacia 10 cm. Hacia 15 cm. Hacia 20 cm. Solo en adelante	0.5 10.1 7.1 0.5
Movimiento de la pierna o del cuerpo			
Paso lateral — Paso 1 — Se levanta cuando se pide de un lado hacia el otro con el pie.	SL-C1	Hacia 20 cm. 20 cm. Solo en adelante	17.0 0.5
Paso 2 — La pierna levanta la de otro lado que el pie que se levanta cuando se levanta el cuerpo.	SL-C2	20 cm. Solo en adelante	24.1 0.5
Rotación izquierda o derecha en el talón. Lateral.	L, R, L, R AL, DL, DR		20.0 21.0
Análisis de la posición lateral Lateral.	SL		00.0 25.7
Avance	AV		24.7
Retorno desde la posición de avance Hacia el cuerpo de 10 y 20 pasos.	RV		08.4
Paso 1 — Levanta cuando se pide de un lado hacia el otro.	SL-C1		10.0
Paso 2 — La pierna levanta la de otro lado que el pie que se levanta cuando se levanta el cuerpo.	SL-C2		27.2
Avance	AV	Por pasos	17.4
Retorno	RV	Por pasos	10.0

**TABLA X — MOVIMIENTOS SIMULTANEOS**

MOVES	COSES	PIERNAS	MANOS	OTROS
A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, AA, AB, AC, AD, AE, AF, AG, AH, AI, AJ, AK, AL, AM, AN, AO, AP, AQ, AR, AS, AT, AU, AV, AW, AX, AY, AZ, BA, BB, BC, BD, BE, BF, BG, BH, BI, BJ, BK, BL, BM, BN, BO, BP, BQ, BR, BS, BT, BU, BV, BW, BX, BY, BZ, CA, CB, CC, CD, CE, CF, CG, CH, CI, CJ, CK, CL, CM, CN, CO, CP, CQ, CR, CS, CT, CU, CV, CW, CX, CY, CZ, DA, DB, DC, DD, DE, DF, DG, DH, DI, DJ, DK, DL, DM, DN, DO, DP, DQ, DR, DS, DT, DU, DV, DW, DX, DY, DZ, EA, EB, EC, ED, EE, EF, EG, EH, EI, EJ, EK, EL, EM, EN, EO, EP, EQ, ER, ES, ET, EU, EV, EW, EX, EY, EZ, FA, FB, FC, FD, FE, FF, FG, FH, FI, FJ, FK, FL, FM, FN, FO, FP, FQ, FR, FS, FT, FU, FV, FW, FX, FY, FZ, GA, GB, GC, GD, GE, GF, GG, GH, GI, GJ, GK, GL, GM, GN, GO, GP, GQ, GR, GS, GT, GU, GV, GW, GX, GY, GZ, HA, HB, HC, HD, HE, HF, HG, HH, HI, HJ, HK, HL, HM, HN, HO, HP, HQ, HR, HS, HT, HU, HV, HW, HX, HY, HZ, IA, IB, IC, ID, IE, IF, IG, IH, II, IJ, IK, IL, IM, IN, IO, IP, IQ, IR, IS, IT, IU, IV, IW, IX, IY, IZ, JA, JB, JC, JD, JE, JF, JG, JH, JI, JJ, JK, JL, JM, JN, JO, JP, JQ, JR, JS, JT, JU, JV, JW, JX, JY, JZ, KA, KB, KC, KD, KE, KF, KG, KH, KI, KJ, KK, KL, KM, KN, KO, KP, KQ, KR, KS, KT, KU, KV, KW, KX, KY, KZ, LA, LB, LC, LD, LE, LF, LG, LH, LI, LJ, LK, LL, LM, LN, LO, LP, LQ, LR, LS, LT, LU, LV, LW, LX, LY, LZ, MA, MB, MC, MD, ME, MF, MG, MH, MI, MJ, MK, ML, MM, MN, MO, MP, MQ, MR, MS, MT, MU, MV, MW, MX, MY, MZ, NA, NB, NC, ND, NE, NF, NG, NH, NI, NJ, NK, NL, NM, NN, NO, NP, NQ, NR, NS, NT, NU, NV, NW, NX, NY, NZ, OA, OB, OC, OD, OE, OF, OG, OH, OI, OJ, OK, OL, OM, ON, OO, OP, OQ, OR, OS, OT, OU, OV, OW, OX, OY, OZ, PA, PB, PC, PD, PE, PF, PG, PH, PI, PJ, PK, PL, PM, PN, PO, PP, PQ, PR, PS, PT, PU, PV, PW, PX, PY, PZ, QA, QB, QC, QD, QE, QF, QG, QH, QI, QJ, QK, QL, QM, QN, QO, QP, QQ, QR, QS, QT, QU, QV, QW, QX, QY, QZ, RA, RB, RC, RD, RE, RF, RG, RH, RI, RJ, RK, RL, RM, RN, RO, RP, RQ, RR, RS, RT, RU, RV, RW, RX, RY, RZ, SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG, SH, SI, SJ, SK, SL, SM, SN, SO, SP, SQ, SR, SS, ST, SU, SV, SW, SX, SY, SZ, TA, TB, TC, TD, TE, TF, TG, TH, TI, TJ, TK, TL, TM, TN, TO, TP, TQ, TR, TS, TT, TU, TV, TW, TX, TY, TZ, UA, UB, UC, UD, UE, UF, UG, UH, UI, UJ, UK, UL, UM, UN, UO, UP, UQ, UR, US, UT, UY, UZ, VA, VB, VC, VD, VE, VF, VG, VH, VI, VJ, VK, VL, VM, VN, VO, VP, VQ, VR, VS, VT, VU, VV, VW, VX, VY, VZ, WA, WB, WC, WD, WE, WF, WG, WH, WI, WJ, WK, WL, WM, WN, WO, WP, WQ, WR, WS, WT, WU, WV, WW, WX, WY, WZ, XA, XB, XC, XD, XE, XF, XG, XH, XI, XJ, XK, XL, XM, XN, XO, XP, XQ, XR, XS, XT, XU, XV, XW, XX, XY, XZ, YA, YB, YC, YD, YE, YF, YG, YH, YI, YJ, YK, YL, YM, YN, YO, YP, YQ, YR, YS, YT, YU, YV, YW, YX, YY, YZ, ZA, ZB, ZC, ZD, ZE, ZF, ZG, ZH, ZI, ZJ, ZK, ZL, ZM, ZN, ZO, ZP, ZQ, ZR, ZS, ZT, ZU, ZV, ZW, ZX, ZY, ZZ				

FACIL de realizar  
 POCO exigente  
 EFICIENTE de utilizar el espacio  
 POCO exigente de utilizar el tiempo  
 EFICIENTE de utilizar el espacio y el tiempo  
 POCO exigente de utilizar el espacio y el tiempo

OTRAS: Movimiento FACIL que indica los movimientos, excepto cuando OTRAS está combinado con DESCRIBIR.  
 APUNTA: Movimiento—Puede ser FACIL, PRACTICA o EFICIENTE. Se lo de cualquier modo como PRACTICA—Clase 2—Simples EFICIENTE—Clase 3—Estimulando EFICIENTE—Clase 4—Estimulando EFICIENTE.  
 OTRAS: Movimiento FACIL.  
 DESCRIBIR—Cualquier cosa puede ser DESCRIBIR si se lo combinan con cualquier otro código de cualquier clase.

\* = Solo de uno de cada mano.  
 @ = Solo de uno de cada pierna.  
 \*\* = Solo de cabeza.  
 @ = OTRAS de cuerpo.

MEMORIA DEL TIEMPO DE LOS METODOS M. T. M. (Clases de aplicación en Trabajo y Contabilidad)	
No se permite aplicar estos datos en cualquier forma a menos que sea con el consentimiento expreso para hacerlo. No se responde por errores arbitrarios.	
MTM ASSOCIATION FOR STANDARDS AND RESEARCH 2-10 BARKLE RIVER ROAD PAUL LAUREN, R. J. U.S.A. 07410 MORRIS & ELLIOTT, S.A. MUNDO	MTD TIEMPO = 0.01 T.M. = 0.02 T.M. = 0.03 T.M.

**DATOS SUPLEMENTARIOS**

(Complementos S y P)  
**TABLA 1 — PROFUNDIDAD — P (Centímetros)**

CLASE DE ARISTE	CLASE DE ARISTE	PROFUNDIDAD DE ENCADE — E					
		A	B	1	2	3	4
E1	S	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	MS	2.0	16.0	12.0	14.1	16.0	15.0
	NS	4.0	15.0	10.0	10.0	10.0	11.1
E2	S	7.2	7.2	11.7	12.0	13.0	13.0
	MS	6.0	14.0	10.4	10.0	11.1	10.00
	NS	9.0	10.2	14.7	10.0	10.4	17.3
E3 *	S	6.0	6.0	10.0	17.0	10.0	11.0
	MS	10.4	17.0	12.0	10.4	17.0	10.0
	NS	12.2	12.0	10.2	14.0	12.0	14.0

\* APLICACION — Agrupar el número observado de "AF".  
 DISTANCIA DE ENCADE — Agrupar número observado de "E".  
 (A) Rotar la distancia por los propósitos estadísticos.  
 Categoría — Use "S" cuando haya orientación previa al "M".

**TABLA 2 — APLICAR PRESION — AP —**

* Aplicar Fuerza (AF) = 1.0 + (0.3 x C / 400 gramos) TIEMPO hasta 5.00 seg. = 4.0 TIEMPO más para 5.00 seg. o más.	
PUNTA: fuerza (DE) = 4.2TRU	DEJAR FUERZA (DF) = 2.0 TRU.
AP = AF + PUNTA + DF	APB = AP + B

**TABLA 3 — MANIVELA — C**

DIAMETRO centímetros	REVOLUCIONES		FORMULAS
	PRINCIPAL - Y	ADICIONAL - Z	
10.2*	16.0	11.0	UNA DE UNA $(Y + Z) N = C$ OTRAS: $[Y + (N - 1)Z] V N = C$ N = vueltas V = constante por seg. C = Constante de tiempo.
12.7	17.0	12.1	
15.2	17.0	12.7	
17.0	18.4	13.2	
20.3	18.0	13.3	
23.0	19.2	14.0	
26.4	20.0	14.4	
30.0	20.0	15.0	

\* VERIFICAR EL VALOR MAS CERCANO

Control Alto - Es un movimiento que requiere mucha exactitud en su actividad final, una coordinación ocular-manual sin distracciones y de mucha retroalimentación sensorial.

#### MOVIMIENTOS BASICOS

ALCANZAR - Es el movimiento manual básico efectuado con el fin predominante de transportar la mano o los dedos a un destino, su símbolo es "R" (reach) - dentro del alcanzar existen variables como son:

- 1) Nivel de Control (caso)
- 2) Distancia Alcanzada
- 3) Tipo de Movimiento

#### 1) Nivel de Control Caso -

Alcanzar Caso "A", para que sea un alcanzar tipo "A" tendrá que cumplir con las condiciones siguientes:

- a) Un objeto sostenido no debe ser extremadamente pequeño y el punto donde se va a coger debe quedar separado de la mano que lo sostiene 8 Cms.,
- b) Se debe ejecutar con un bajo nivel de control.

Alcanzar Caso "B", para que pueda ser un caso "B" debe de tener control visual al principio.

Alcanzar Caso "C", Debe de tener control visual al principio y al final de éste y ocurre principalmente cuando:

- a) Se alcanza un pequeño objeto amontonado con otros.

- b) Si los objetos son grandes, como un huevo en un montón de huevos, se utiliza otro tipo de alcanzar.
- c) El alcanzar "C" no incluye tiempo para andar buscando, el objeto debe verse fácilmente.

Alcanzar Caso "D" - La característica distintiva del movimiento es que un coger preciso debe seguir a este alcanzar. Este alcanzar a menudo se ejecuta - cuando el objeto que se va a sujetar es frágil, filoso, caliente o presenta otros peligros para el operador.

Alcanzar Caso "E" - El alcanzar "E" rara vez es un movimiento limitante y nunca precede directamente a un coger.

## 2) Distancia Alcanzada

Un punto conveniente de medición de la distancia es el desplazamiento del nudillo en la base del dedo índice, el movimiento de la mano siempre es curvo.

Cualdo el alcanzar incluye un cambio de dirección, debe de registrarse en el estudio con una "CD" al final. Ejemplo: R 3ACD y se busca en la tabla.

## 3) Tipo de Movimiento

Existen tres tipos de movimiento que son los siguientes:

- a) La mano en descanso tanto al principio como al final del movimiento.
- b) Este tipo no es muy frecuente como en el inciso a), mano en movimiento al principio o al final del movimiento; Este se registrará con una "m" al final o al principio según en donde se haya presentado el movimiento.
- c) Mano en movimiento tanto al principio como al final del movimiento, es-

te caso no es común, pero en caso de que se presente se registrará con una "m" tanto al principio como al final.

Ejemplo:

<u>Descripción</u>	<u>Símbolo</u>	<u>TMU</u>
Alcanza desarmador 20 Cms para atornillar tapa.	R 20 B	10.00

Se registra la letra "R" porque identifica el movimiento, se anota el 20 porque significa la distancia que se desplaza la mano para alcanzar el desarmador, Caso "B" porque varía de una operación a otra.

Ejemplo:

<u>Descripción</u>	<u>Símbolo</u>	<u>TMU</u>
Alcanzar un clip de una caja que se encuentra a 35 Cms.	R 35 C	15.5

Se registra o se encuentra dentro del Caso "C" porque hay que buscar y seleccionar entre un grupo, se pone 35 porque la mano se va a mover 35 Cms para alcanzar el clip.

**MOVER** - Es el movimiento manual básico efectuado con el fin predominante de transportar un objeto a un destino con dedos o mano, su símbolo es "M" (move). Las variables del Mover son:

- 1) Nivel de control (caso)
- 2) Tipo de movimiento.
- 3) Distancia.
- 4) Peso (resistencia)

1) Niveles de Control - Para el mover existen tres casos a saber:

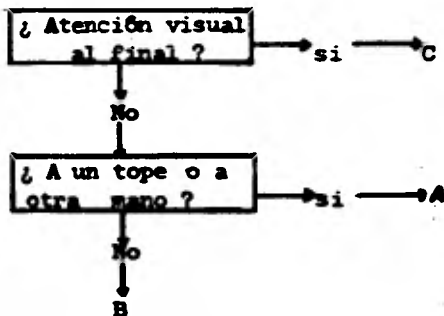
- a) Mover Caso "A" - Mover un objeto a otra mano o contra un tope, mover el objeto a la otra mano a menudo ocurre conjuntamente con un alcanzar "A" de la otra mano.
- b) Mover Caso "B" - Mover el objeto hacia un lugar aproximado o indefinido. Es ejecutado con un control bajo o mediano, es el caso más frecuente encontrado.
- c) Mover Caso "C" - Mover el objeto a un destino o situación exacta. Se ejecuta con alto control, este mover se completa usando tanto la vista como la concentración.

2) Tipo de Movimiento - Los tipos de movimiento van ligados con los casos.

3) Distancia - La distancia va a ser el recorrido que realice la mano o dedos desde que toma el objeto hasta que lo lleva a su destino.

4) Peso o Resistencia - El aumento de peso o resistencia en un mover tiene el efecto de aumentar el tiempo para su ejecución. El peso neto - efectivo es la resistencia encontrada por una sola mano al efectuar un mover, existe el mover estático y el dinámico.

Para poder definir mejor los casos de mover se realiza el siguiente diagrama de flujo:



Ejemplos:

<u>1) Descripción</u>	<u>Símbolo</u>	<u>TMU</u>
Mover un artículo 20 Cms. a dispositivo.	M 20 B	10.5

Se utilizó el Caso "B" porque se llevará el artículo a situación aproximada para luego ser colocada, se pone el 20 porque es la distancia que se mueve la mano, - midiendo desde el nudillo hasta el lugar final.

<u>2) Descripción</u>	<u>Símbolo</u>	<u>TMU</u>
Mover el artículo 40 Cms a la otra mano.	M 40 A	15.8

Se escogió el caso "A" porque el caso se presenta cuando se mueve contra un tope o a la otra mano y además no se necesita atención visual al final.

**GIRAR** - Es el movimiento manual básico efectuado al hacer girar la mano vacía o llena sobre el eje longitudinal del antebrazo.. Su símbolo es "T" (turn)

Cuando se gira se combina con un alcanzar o mover, es generalmente conveniente medir el alcanzar o mover en el nudillo del dedo cordial para evitar el efecto del desplazamiento de girar sobre la medición.

Las variables del girar son: Distancia y Resistencia

1) Distancia - Se mide en terminos de grados girados.

2) Resistencia - Se clasifican en cuatro categorías:

a) Sin resistencia mano vacía.

b) Pequeña hasta un kilogramo (S)



c) Mediana de 1.1 a 5 kilogramos (M)

d) Grande de 5.1 a 16 kilogramos.

Ejemplos:

<u>Descripción</u>	<u>Símbolo</u>	<u>TMU</u>
Girar artículo para armar 45° que pesa 120 gramos	T 45 S	3.5

Se decide por el caso S porque el peso es menor de 1 kilogramo.

<u>Descripción</u>	<u>Símbolo</u>	<u>TMU</u>
Girar tapa para colocar tornillo 60° peso 1.5 kilogramos	T 60 M	6.5

Se escoge el caso M porque su peso está en el rango de 1.1 a 5 kilogramos.

**APLICAR PRESION** - Es una aplicación de la fuerza muscular para vencer la resistencia de un objeto acompañado por poco o ningún movimiento. Su símbolo es "AP" (Apply Pressure) El aplicar presión se caracteriza por:

- 1) Pausa corta o titubeo.
- 2) La tensión de los músculos del operador.
- 3) Empujar, exprimir o jalar con la mano.

Existen dos casos de aplicar presión: Presión "AP 1" y Presión "AP 2"

**Aplicar Presión "AP 1"** - Ocurre con gran frecuencia cuando se requiere de una presión pesada, en la cual se requiere orientación o ajuste del miembro del cuerpo. Este caso tiene un valor de 16.2 TMU.

Aplicar Presión "AP 2" - Es igual a "AP 1", sólo que no requiere orientación o ajuste del miembro del cuerpo, "AP 2" tiene un valor de 10.6 TMU.

Ejemplo:

<u>Descripción</u>	<u>Símbolo</u>	<u>TMU</u>
Aplicar presión al botón de <u>en</u> cendido o accionamiento de una máquina sin reacomodo.	AP 2	10.6
Aplicar presión para pegar un tapete con reacomodo de dedos.	AP 1	16.2

COGER - Es el movimiento manual básico de los dedos o la mano empleado para asegurar el control de un objeto, su símbolo es "G" (Grasp)

Cuando se logra el control por medio mecánico o por algún otro miembro del cuerpo, el movimiento o movimientos no se clasifican como coger.

Los casos diferentes que existen en el coger son determinados por el tamaño por la obstrucción, facilidad del coger, por transferencia, de contacto o -deslizante. Dependiendo de estos casos se clasifican en G1, G2, G3, G4, G5 y además subíndices dependiendo de la variación, los cuales pueden apreciarse en la tabla de movimientos básicos que se presenta al principio.

Ejemplos:

<u>Descripción</u>	<u>Símbolo</u>	<u>TMU</u>
1) Coger objetos pequeños solitarios y se cogen fácilmente.	G1A	2.0
2) Coger de la mano izquierda el artículo	G3	5.6

- 3) Coger resistencia para termostato G4 C 12.9  
 que se encuentra en un grupo de  
 ellas mismas siendo éstas muy pe-  
 queñas.

En el primer caso se escoge "A" porque se trata de objetos que se pueden co-  
 ger fácilmente.

En el caso dos se trata de un coger por transferencia y el símbolo para este  
 coger está determinado por este símbolo.

El tercero se encuentra en el rango de los artículos que son más pequeños  
 que 6 X 6 X 3 y además ocurre el seleccionar ya que se encuentra amontonado  
 con otros.

**SOLTAR** - Es el movimiento básico de dedos o mano empleado para dejar el con-  
 trol de un objeto, su símbolo es "RL" (Release). Existen dos casos de soltar:

"RL1" - Que es el soltar abriendo los dedos.

"RL2" - Que ocurre cuando sólo se separaran los dedos del coger de  
 contacto.

Ejemplos:

<u>Descripción</u>	<u>Símbolo</u>	<u>TMU</u>
- Soltar normal separando los dedos.	RL1	2.0
- Soltar de contacto el coger de contacto	RL2	00

El valor de RL 2 es cero porque no consume tiempo.

**POSICIONAR** - Es el movimiento manual básico efectuado para llevar un objeto

a una relación exacta (alinear, orientar o encajar), predeterminada con otro objeto. Su símbolo es "P" (Position)

Para poder clasificar los posicionar es necesario determinar sus variables:

- a) Alinear (Pise)
- b) Clase de Ajuste
- c) Simetría
- d) Facilidad de Manejo

a) Alinear (Pise) - Es el elemento básico del posicionar sobre el cual se basan todos los demás valores de posicionar, se ejecuta con un alto nivel de control.

b) Clase de Ajuste - "P1" suelto no requiere presión, "P2" aproximado no requiere presión fuerte, "P3" exacto se requiere una presión fuerte.

c) Simetría - Es aquel que no requiere orientación durante el movimiento de posicionar.

Semisimétrico - aquel que no es simétrico, ni no simétrico.

No Simétrico - el objeto puede insertarse en solamente una forma sobre el eje de orientación.

d) Facilidad de Manejo - Puede ser fácil o difícil y se encuentra cuando se posicionan objetos demasiado pequeños, por ejemplo remaches, alambre o hilo delgado en un agujero, Etc.,

Ejemplos:

<u>Descripción</u>	<u>Símbolo</u>	<u>TMU</u>
1) Posicionar artículo en máquina sin presión y simétrico con fácil manejo.	PISE	5.6

2) Posicionar tuerca en artículo P2N SE 21.0  
se requiere ligera presión y es  
de fácil manejo y no simétrico.

En el primer caso se trata de un fácil manejo por eso se pone una "E", no hay presión y por lo tanto suelto, entonces se trata de un caso 1, además se puede insertar de la manera que uno quiera.

En el caso dos se requiere de fácil manejo por eso la letra "E", las letras NS significan que sólo de una manera se puede poner y el 2 significa que se requiere de ligera presión.

**DESMONTAR** - Es el movimiento manual básico efectuado para separar objetos que se caracteriza por un movimiento involuntario ocasionado por la terminación repentina de la resistencia. Su símbolo es "D" (Disengage). Las variables que afectan al desmontar son:

- 1) Clase de Ajuste
- 2) Facilidad de Manejo
- 3) Cuidado del Manejo
- 4) Atorón

1) Clase de Ajuste - Se distingue por la cantidad de fuerza requerida para separar las partes y la longitud de la subsecuente retroacción.

- a) "D1" Suelto - Retroacción máxima 5 Cms.
- b) "D2" Flojo - Retroacción máxima 12.5 Cms.
- c) "D3" Duro - Retroacción máxima o mayor de 12.5 Cms.

2) Facilidad de Manejo - Existen dos clases de manejo que se clasifican de la siguiente forma:

- a) Fácil Manejo ("E") - El objeto puede desmontarse sin cambiar en forma alguna el coger.
- b) Difícil Manejo ("D") - El coger debe cambiar durante el desmonte.

3) Cuidado del Manejo - Existe para evitar daño a los objetos que están siendo reparados o puede ser necesario si pudiera causarse algún daño a la mano cuando ocurra una retroacción no controlada.

Cuando ocurra el "D1", usese el "D2"  
 Cuando ocurra el "D2", usese el "D3"  
 Cuando ocurra el "D3", cambies de método.

4) Atorón - Debido a un ajuste flojo, los atorones no ocurren con el "D1". cuando ocurren atorones con "D2", agréguese un volver a coger (G2) para cada atorón en un ajuste "D3".

Ejemplos:

<u>Descripción</u>	<u>Símbolo</u>	<u>TMU</u>
Desmontar artículo de molde que se encuentra flojo y es de fácil manejo.	D1E	7.5
Desmontar artículo de base que se encuentra duro y de difícil manejo.	D3D	34.7

Para el ejemplo primero tenemos que es "D1" porque se especifica que se trata de un ajuste flojo y "E" porque es de fácil manejo.

En el segundo ejemplo se trata de un "D3" porque tiene ajuste duro y es "D" porque se trata de un difícil manejo, eso quiere decir que cambia la mano al desmonte.

RECORRIDO OCULAR - Es el movimiento básico que se emplea para cambiar el eje de visión de un sitio a otro. Su símbolo es "ET" (Eye Travel)

El valor máximo que puede tener este movimiento es de 20 TMU. Los métodos para ejecutar el recorrido ocular son los siguientes:

- 1) - Voltear unicamente los ojos.
- 2) - Voltear unicamente la cabeza.
- 3) - Voltear tanto los ojos como la cabeza.

#### Medicion del recorrido ocular:

- a) Multipliquense los grados por 0.285 TMU hasta 20 TMU como un total máximo, y se representa de la siguiente forma  $ET30^\circ$  y se substituiría de la siguiente manera en la fórmula cuando se trata de grados:  $30 \times (0.285) = 8.550$  TMU.
- b) Midase la distancia entre los puntos y hasta los cuales viaje el ojo, y la distancia perpendicular del ojo a la línea real o imaginaria entre los dos puntos y usese la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo de recorrido ocular} = 15.2 \times \frac{T}{D} \text{ TMU}$$

Donde T - es la distancia recorrida entre los puntos. D- es la distancia perpendicular desde el ojo a la línea de recorrido T, el valor máximo de la fórmula la 20 TMU

El símbolo para recorrido ocular en que la distancia entre los puntos es de 50 Cms., y la distancia a la línea es de 45 Cms., es:  $ET 50/45$  y el valor de éste sería = 13.875 TMU.

ENFOQUE OCULAR - Es el elemento básico mental y visual de mirar hacia el objeto el tiempo suficiente para determinar una característica fácilmente visible. Su símbolo es "EF" (Eye Focol), y tiene un valor constante de 7.3 TMU.

#### TRANSPORTE DEL CUERPO

CAMINAR - Es el movimiento hacia adelante o hacia atrás del cuerpo, que se realiza con pasos alternados. Su símbolo es "W" (Walk).

Se consideran como variables a saber, OBSTRUCCION Y CARGA.

Obstrucción - Trabajar en zona de trabajo congestionada.

Carga - Aumento de peso de cargas llevadas o empujadas por el operador.

PASO LATERAL. Es un movimiento lateral del cuerpo sin rotación realizado por uno o dos pasos, su símbolo es "SS" (Side Stop)

Sus variables son FRECUENCIA (Número de pasos), LONGITUD DEL PASO.

GIRAR EL CUERPO. Es un movimiento de rotación del cuerpo ejecutado por uno o dos pasos, su símbolo es "TB" (Turn Body)

#### MOVIMIENTOS DEL CUERPO.

Movimiento de Pie - Es el movimiento del metatarso del pie hacia arriba o - hacia abajo, con el talón del pie, sirviendo como punto de apoyo, su símbolo es "FM" (Foot Motion).

Movimiento de la Pierna.- Es el movimiento de la pierna en cualquier dirección con rodilla o la cadera como pivote, en que el propósito predominante es mover el pie más bien que mover el cuerpo, su símbolo es "LM" (Leg Orfo-rele Motion) El símbolo para movimiento de pierna incluye la longitud del movimiento en centímetros.

AGACHARSE - Es el movimiento de inclinar el cuerpo en un arco hacia adelante desde la posición de estar de pie, de manera que las manos puedan alcanzar a/o más abajo del nivel de las rodillas, su símbolo es "B" (Bend)

LEVANTARSE DEL AGACHARSE - Es el movimiento de regresar el cuerpo de un - agacharse a una posición de pie firme, su símbolo es "AB" (Arise Bend)

ENCUCLILLARSE - Es el movimiento de inclinar el cuerpo en un cuerpo hacia - adelante desde una posición de pie de manera que las manos puedan alcanzar el piso, su símbolo es "S" (Stoop)



LEVANTARSE DE ENCUCILLARSE - Es el movimiento o de regresarse el cuerpo de encucillarse a una posición erecta de firme, su símbolo es "AS" (Arise Stoop)

ARRODILLARSE EN UNA RODILLA - Es el movimiento de bajar el cuerpo de estar en una posición de pie firme desplazando un pie hacia adelante o hacia atrás y bajando la rodilla de la otra pierna hasta el piso, su símbolo es "KOK" (Kneel on Knee).

LEVANTARSE DEL ARRODILLARSE EN UNA RODILLA - Es el movimiento de regresar el cuerpo de arrodillarse en una rodilla a una posición erecta de pie, su símbolo "A KOK" (Arise Kneel on one Knee).

ARRODILLARSE EN AMBAS RODILLAS - Es el movimiento de bajar el cuerpo desde una posición erecta de pie desplazando un pie hacia adelante o hacia atrás, bajando una rodilla al piso y colocando la otra rodilla adyacente a él, su símbolo es "KBK" (Kneel on Floor Both Knee).

LEVANTARSE DE ARRODILLARSE EN AMBAS RODILLAS - Es el movimiento de regresar el cuerpo de arrodillarse en ambas rodillas a una posición de pie firme, su símbolo es "AKBK" (Arise Kneel On Floor Both Knee)

SENTARSE - Es el movimiento de bajar el cuerpo desde una posición de pie firme directamente frente del asiento y trasladar el peso del cuerpo al asiento. Su símbolo es "SIT" (Sit)

LEVANTARSE DESDE LA POSICION DE SENTADO - Es el movimiento de trasladarse el cuerpo del asiento y levantarse el cuerpo a una posición de pie firme directamente frente al asiento, su símbolo es "STD" (Stand from Sitting Position)

#### MOVIMIENTOS SIMULTANEOS Y COMBINADOS PRINCIPIO DEL MOVIMIENTO LIMITADO

Si un operador ejecuta más de un movimiento a la vez, todos los movimientos pueden ejecutarse en el tiempo requerido por el que exige la mayor cantidad de tiempo.

MOVIMIENTOS SIMULTANEOS - Ocurre cuando se ejecutan simultáneamente dos o más movimientos por diferentes miembros del cuerpo.

LOS MOVIMIENTOS EJECUTADOS AL MISMO TIEMPO UNO POR CADA UNO - Se registran ambos movimientos en el mismo renglón, se indica que se ejecutan al mismo tiempo. Si los movimientos son idénticos el valor de TMU de uno de ellos se coloca en la columna TMU, no se requiere mayor clave.

Si los movimientos difieren, el símbolo del movimiento limitador se encierra en un círculo y el valor del tiempo para el movimiento limitador se registra en la columna TMU.

MOVIMIENTOS COMBINADOS - Ocurre cuando se ejecutan simultáneamente dos o más movimientos por el mismo miembro del cuerpo. Es importante aclarar que cualquier movimiento básico no realizado con las manos, se registrará en la columna de la mano derecha representado con un símbolo correspondiente.

MAS DE UN MOVIMIENTO EJECUTADO AL MISMO TIEMPO POR EL MISMO MIEMBRO DEL CUERPO. - Los movimientos combinados son registrados uno debajo del otro en una misma columna.

El hecho de que los movimientos se ejecuten al mismo tiempo se indica conectando los símbolos con una línea curva en seguida de la columna TMU, se traza una línea a través de los símbolos de movimiento limitado.

El tiempo para el movimiento limitador se muestra en la columna TMU que está opuesta a su símbolo.

TRES MOVIMIENTOS EJECUTADOS AL MISMO TIEMPO, CADA UNO DE ELLOS POR DIFERENTES MIEMBROS DEL CUERPO - Los movimientos colocados en una misma columna se conectan uno con el otro con un signo de paréntesis en el lado de los símbolos distantes de la columna TMU.

Los movimientos limitativos están encerrados en un círculo y el tiempo para el movimiento limitativo se muestra en la columna TMU.

MOVIMIENTOS COMBINADOS Y OTROS EJECUTADOS AL MISMO TIEMPO - Los movimientos combinados limitados se tachan y los movimientos simultáneos limitados se encierran en un círculo.

## II.3. CURVA DE AJUSTE POR EL METODO DE MINIMOS CUADRADOS

### II.3.1 - Relación entre Variables

Muy frecuentemente en la práctica se encuentra que existe una relación entre dos variables. Por ejemplo: en el afilado de un cuchillo, el tiempo de proceso depende de la longitud del afilado, en una limpieza de un artículo, el tiempo proceso dependerá de el área a limpiar.

Se desea expresar estas relaciones mediante ecuaciones matemáticas que ligue las variables.

### II.3.2. - Curva de Ajuste

Para llegar a determinar una ecuación que relacione las variables, el primer paso que nos sirve de ayuda es la colección de datos que muestren los correspondientes valores de las variables consideradas.

El siguiente paso es ordenar en forma tabular como un sistema de coordenadas rectangulares, con la cual es posible representar una curva que se aproxima a los datos, tal curva se llama "Curva de Proximación".

El problema general de encontrar ecuaciones de curvas de aproximación que se ajuste al conjunto de datos es el determinar la curva de ajuste. El juicio de cada uno puede servir para aproximar una curva.

La gráfica que resulta de los datos puede ser de varias formas: Línea Recta, Parábola, Hipérbola, Elipse, curvas exponenciales o curvas completamente irregulares. Los procedimientos gráficos pueden ser muy útiles para obtener ecuaciones de predicción.

Cuando se recurre a las gráficas para mostrar la relación entre el tiempo y las variables que lo afectan, la solución puede tomar la forma de una simple recta, una curva, un sistema de rectas como un diagrama de rayos o la combinación especial de líneas características de un diagrama de alineamiento o monograma.

En el trazo de una sola línea, el analista debe observar ciertos procedimientos estándares. Primero es práctica y normal marcar el tiempo como ordenada en la gráfica y la variable independiente como abscisa.

Finalmente la escala seleccionada para la variable independiente debe de tener un alcance suficiente para utilizar cabalmente el plano de la representación gráfica.

Cada punto de este diagrama representa un estudio de tiempo. El exámen de los puntos graficados revela una relación entre los diversos estudios, la ecuación de una recta es:

$$Y = a_1 + a_2 X$$

Donde las Constantes representan:

Y = Ordenada (horas por centenar de piezas)

X = Abcisa (tamaño de pieza en Cms 2 de área)

$a_1$  = Intercepción de la recta con el eje Y cuando  $X = 0$ .

$a_2$  = Pendiente de la recta o relación del cambio en la cantidad marcada en el eje Y al cambio en la cantidad marcada en el eje X.

Es posible determinar  $a_1$  y  $a_2$  utilizando el método de mínimos cuadrados, en esta técnica, la pendiente resultante y la intercepción con el eje Y dará una recta para la que la suma de los cuadrados de las desviaciones verticales de las observaciones respecto de esta línea, es menor que la suma correspondiente de los cuadrados de las desviaciones con respecto a cualquier otra recta. Las dos ecuaciones que se han de resolver simultáneamente son:

$$\sum Y = a_1 N + a_2 \sum X$$

$$\sum XY = a_1 \sum X + a_2 \sum X^2$$

Que son llamadas ecuaciones normales para la recta de mínimos cuadrados.

Las constantes  $a_1$  y  $a_2$  pueden determinarse de las ecuaciones anteriores y obtener:

$$s_1 = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$s_2 = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

### II.3.3. COEFICIENTE DE CORRELACION

Si es posible representar la variación de una variable y en función de una variable X, a través de una línea recta, decimos que existe entre las dos variables correlación lineal. Esta correlación puede ser más o menos precisa, dependiendo del error que se cometa al representar dicha variación a través de la línea recta. La precisión de la correlación lineal puede ser evaluada determinándose el coeficiente de correlación.

$$c.c. = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2}}$$

El coeficiente de correlación estará siempre entre -1 y 1. Si la representación de la variación a través de la línea recta es exacta el coeficiente será igual a -1 ó 1 dependiendo de la inclinación de la recta, es decir, si la función es creciente o decreciente, si el coeficiente resulta muy bajo (0.2 ó 0.3 por ejemplo), esto quiere decir que la variación estudiada no deberá de ser representada a través de una línea recta si el coeficiente de éste resulta muy elevado, (pero todavía menor que 1 en valor absoluto) - esto significa que existe una correlación lineal perfecta, sin embargo la variación puede ser precisamente representada a través de la línea recta.

Existen tablas para representar o determinar el número de puntos o datos - obtenidos el punto de correlación que debe de existir para que ésta sea válida, entonces se dirá que la correlación no existe por casualidad aunque es apreciable cuando los puntos integrantes de la recta son graficados.

#### II.4. METODO DE CALIFICACION DE ACTUACION

Uno de los sistemas de calificación de actuación más antiguo y de los utilizados más ampliamente desarrollados por la Westinhouse Corporation, que describen en detalle el método que considera cuatro factores a evaluar la actuación del operario y que son esfuerzo, empeño, habilidad, condiciones y consistencia.

##### LA HABILIDAD

Es la eficiencia para seguir un método dado, no sujeto a variación por voluntad del operario.

La habilidad o destreza de una persona en una actividad determinada aumenta con el tiempo, ya que una mayor familiaridad con el trabajo trae consigo mayor velocidad, regularidad en el moverse y ausencia de titubeos y movimientos falsos.

Según el sistema de calificación o nivelación, existen siete grados o clases de habilidad asignables a operarios y que representan una evaluación de pericia aceptable. Tales grados son: Habilísimo, excelente, bueno, medio, regular, malo y torpe. El observador debe de evaluar y asignar una de estas seis categorías a la habilidad o destreza manifestada por un operario.

La tabla que se ilustra a continuación muestra las características de los diversos grados de habilidad, juntamente con sus valores numéricos equivalentes, los que representan un  $\pm$  % basado en que el 100 % lo representa una persona normal.

<u>HABILIDAD</u>		
A	HABILISIMO	+ 0.15
B	EXCELENTE	+ 0.10
C	BUENO	+ 0.05
D	MEDIO	0.00
E	REGULAR	- 0.05
F	MALO	- 0.10
G	TORPE	- 0.15

Según este sistema o método de calificación el **ESFUERO** o **EMPEÑO**, se define como una demostración de la voluntad de trabajar controlable por el operario dentro de los límites impuestos por la habilidad.

Cuando se evalúa el esfuerzo manifestado, el observador debe tener cuidado de calificar sólo el empeño demostrado en realidad. Al igual que en la habilidad en lo que toca a la calificación existen siete clases asignables a cada operario. Tales grados son: Excesivo, Excelente, Bueno, Medio, Regular, Malo e Insuficiente.

La tabla siguiente nos da los valores numéricos para los diferentes grados de esfuerzo y describe también las características de las diversas categorías, los valores representan también como en la habilidad un  $\pm$  % en base al 100%.

<u>ESFUERZO</u>		
A	EXCESIVO	+ 0.15
B	EXCELENTE	+ 0.10
C	BUENO	+ 0.05
D	MEDIO	0.00
E	REGULAR	- 0.05
F	MALO	- 0.10
G	INSUFICIENTE	- 0.15

Las condiciones a que se ha hecho referencia en este procedimiento de calificación de actuación, son aquellas que afectan al operario y no a la operación, en más de 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.

Las condiciones que afectan las condiciones de trabajo son:

**TEMPERATURA**  
**LUZ**  
**RUIDO**

Estas condiciones de estado general se denominan BUENA, MEDIA Y MALA. La tabla siguiente nos da los valores respectivos en porcentaje positivo o negativo basado en el 100% que es representado por una persona normal.

C O N D I C I O N E S

A	BUENA	+ 0.05
B	MEDIA	0.00
C	MALA	- 0.05

El último de los cuatro factores que influyen en la calificación de actuación es la CONSISTENCIA del operario que son los valores de tiempo que realiza el operario que se repiten en forma constante o inconstante.

La consistencia del operario debe evaluarse mientras se realiza el estudio: Buena, Media y Mala. La tabla siguiente muestra los valores numéricos y - las diversas categorías con sus características, los valores representan un porcentaje positivo o negativo con respecto a lo normal, que se le dará a la operación según sea el caso.

C O N S I S T E N C I A

A	BUENA	+ 0.05
B	MEDIA	0.00
C	MALA	- 0.05

**II.5. SISTEMA DE SUPLEMENTOS BASICOS POR DESCANSO**

Es indispensable que la escala que se elija sea coherente y que en el momento que se establezca la prueben todos aquellos que vayan a estar sujetos a ella o sus representantes.



Un ejemplo de las escalas que está muy difundida se muestra a continuación, la cual será usada en los estudios que se realicen para la formación de la fórmula de tiempo, Tabla II c.

Los suplementos por descanso tienen dos componentes: El previsto para necesidades personales y el de Fátiga.

Los suplementos por necesidades personales se aplica a los casos inevitables de abandono del puesto, podemos mencionar como ejemplo el hecho de ir a tomar agua o ir a realizar sus necesidades fisiológicas, este suplemento tiene que ser mayor para el personal femenino por su naturaleza. Estos suplementos se rán expresados en porcentaje.

Los suplementos por fátiga se componen de una cantidad fija y a veces también una cantidad variable que dependerá de qué tan fatigosa sea la operación que se realice. La parte constante del suplemento corresponde al operario que se encuentre sentado que realiza un trabajo leve y en buenas condiciones materiales y éste viene a ser igual para hombres y para mujeres.

La parte variable sólo se añade cuando las condiciones en las que se encuentra no pueden ser modificadas, por ejemplo el calor que desprende un horno. Se basa en factores que varían según las condiciones y su magnitud varía según el sexo del personal.

Como resumen se puede decir que los suplementos por descanso consta de: Un mínimo básico que siempre se concede. Una cantidad variable que se añade a veces según las condiciones o circunstancias en que se trabaja.

Los factores que se deben tomar en consideración entre otros son: Trabajo - de pie, postura anormal, levantamiento de pesos, intensidad de luz, calidad del aire, tensión visual, tensión auditiva, tensión mental, monotonía mental y monotonía física.

## II.6. TECNICAS PARA LA OBTENCION DE DATOS NECESARIOS

### II.6.1. Equipos para el 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, calculadora.

**SUPLEMENTOS POR DESCANSO  
EN PORCENTAJES DE LOS TIEMPOS BASICOS**

	Hom- bres	Mujeres		Hom- bres	Mujeres
<b>1. SUPLEMENTOS CONSTANTES</b>					
Suplemento por necesidades personales . . . . .	5	7			
Suplemento básico por fatiga	4	4			
	9	11			
<b>2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA</b>					
<b>A. Suplemento por trabajos de pie</b>					
Trabajos de cierta precisión . . . . .	2	4			
<b>B. Suplemento por postura anormal</b>					
Ligeramente incómoda . . . . .	0	1			
Incómoda (inclinando) . . . . .	2	3			
Muy incómoda (echado, estirado) . . . . .	7	7			
<b>C. Levantamiento de pesos y uso de fuerza (levantar, tirar o empujar)</b>					
<b>Peso levantado o fuerza ejercida (en libras):</b>					
2.5 . . . . .	0	1			
5 . . . . .	1	2			
7.5 . . . . .	2	3			
10 . . . . .	3	4			
12.5 . . . . .	4	6			
15 . . . . .	6	9			
17.5 . . . . .	8	12			
20 . . . . .	10	15			
22.5 . . . . .	12	18			
25 . . . . .	14	—			
30 . . . . .	19	—			
40 . . . . .	33	—			
50 . . . . .	58	—			
<b>D. Intensidad de la luz</b>					
<b>Ligeramente por debajo de lo recomendado</b>					
Trabajo por debajo . . . . .	0	0			
Bastante por debajo . . . . .	2	2			
Absolutamente insuficiente . . . . .	5	5			
<b>E. Calidad del aire (factores climáticos excluidos)</b>					
Buena ventilación o aire libre	0	0			
Mala ventilación, pero sin emanaciones tóxicas ni nocivas . . . . .	5	5			
Proximidad de hornos, calderas <sup>1</sup> , etc. . . . .	5-15				
<b>F. Tensión visual</b>					
Trabajos de cierta precisión . . . . .	0	0			
Trabajos de precisión o fatigosos . . . . .	2	2			
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos . . . . .	5	5			
<b>G. Tensión auditiva</b>					
Sonido continuo . . . . .	0	0			
Intermitente y fuerte . . . . .	2	2			
Intermitente y muy fuerte . . . . .	5	5			
Estridente y fuerte . . . . .	5	5			
<b>H. Tensión mental</b>					
Proceso bastante complejo . . . . .	1	1			
Proceso complejo o atención muy dividida . . . . .	4	4			
Muy complejo . . . . .	8	8			
<b>I. Monotonía: mental</b>					
Trabajo algo monótono . . . . .	0	0			
Trabajo bastante monótono . . . . .	1	1			
Trabajo muy monótono . . . . .	4	4			
<b>J. Monotonía: física</b>					
Trabajo algo aburrido . . . . .	0	0			
Trabajo aburrido . . . . .	2	1			
Trabajo muy aburrido . . . . .	5	2			

TABLA II-C

### II.6.2. SELECCION DEL OPERARIO

El primer paso para iniciar un estudio de tiempos se hace a través del supervisor del departamento. Después de revisar el trabajo en operación, tanto el supervisor como el analista de tiempos debe de estar listo y de acuerdo en que el trabajo está preparado para ser estudiado. Si más de un operario está efectuando el trabajo para el cual se van a establecer los estándares, varias consideraciones deben ser tomadas en cuenta en la selección del operario que se usará para el estudio.

El operario medio normalmente realizará su trabajo consistente y sistemáticamente. Su ritmo tendrá que estar en el intervalo aproximado de lo normal, facilitando así al analista el aplicar un factor de actuación correcto.

Por supuesto el operario deberá de estar bien entrenado en el método a utilizar, tener gusto por su trabajo e interés en hacerlo bien.

Algunas veces el analista no tendrá oportunidad de escoger a quien estudiar cuando la operación es ejecutada por un sólo operario. En tal caso el analista debe de 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 trabajos en que participa un sólo operario, es muy importante que el método empleado sea el correcto y que el analista aborde al operario con mucho tacto.

### II.6.3. REGISTRO DE INFORMACION

Debe anotarse toda información acerca de maquinas, herramientas de mano, plantillas o dispositivos, condiciones de trabajo, materiales en uso, operación que se ejecuta, nombre del operador o número, número de materiales en uso, departamento, fecha del estudio, nombre del tomador de tiempo.

El observador de tiempos debe de colocarse unos cuantos pasos detrás del operario, de manera que no lo distraiga ni interfiera en la elaboración de su trabajo. Es importante que el analista permanezca de pie mientras hace el estudio. Un analista que efectuara su trabajo o anotaciones estando sentado sería objeto de críticas por parte de los trabajadores, y pronto perdería el respeto de los operadores. Además estando de pie es más fácil moverse y seguir los movimientos de las manos del operario.

En el curso del estudio, el analista no debe de conversar con el operador, ya que esto tendería a trastornar la rutina de trabajo del analista y del operario u operador.

#### II.6.4. DIVISION DE OPERACIONES EN ELEMENTOS

Para facilitar la medición, la operación se divide en grupos de 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, el observador debe describir los elementos mientras realiza el estudio, de ser posible los elementos deben de establecerse antes de comenzar el estudio de la operación.

Los elementos deben dividirse en elementos tan pequeños posibles, pero que sean divisiones que no sacrifiquen la exactitud de las lecturas.

Al dividir un trabajo en elementos, el analista debe de conservar por separado el tiempo máquina o de corte, el tiempo de esfuerzo o manipulación - del mismo modo elementos constantes mantenerse separados de los elementos variables.

#### II.6.5. TOMA DE TIEMPOS

Existen dos técnicas para anotar los tiempos elementales durante un estudio. El método continuo se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio. En esta técnica el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento mientras las manecillas están en movimiento. En la técnica de regreso 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 movimiento las manecillas parten de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y las manecillas se devuelven a cero otra vez, este procedimiento se sigue durante todo el estudio.

Al anotar las lecturas del cronómetro, el analista registra solamente los dígitos o cifras necesarias y omite el punto decimal teniendo así el mayor tiempo posible para observar la actuación del operario.

Todas las lecturas cronométricas se anotan en orden consecutivo en la columna "T" hasta completar el ciclo. Los ciclos subsiguientes son estudiados en forma semejante y se registran sus valores elementales.

#### II.6.6. CALCULO DEL ESTUDIO

Los pasos a seguir en el cálculo de un estudio típico con lecturas continuas y calificación global de la actuación del operario son los siguientes:

- 1) Para obtener los tiempos elementales, restar las lecturas consecutivas y anotarlas con lápiz rojo.
- 2) Encerrar en un círculo y descartar todos los valores anormales o con anomalías siempre que pueda atribuirse una causa evidente.
- 3) Resumir los valores elementales restantes.
- 4) Determinar el valor medio de los valores observados para cada elemento.
- 5) Calcular el tiempo normal y elemental, multiplicando el factor de actuación por el tiempo medio transcurrido.
- 6) Sumar las tolerancias apropiadas a los valores normales elementales para obtener los tiempos elementales permitidos.
- 7) Resumir los tiempos elementales admitidos al reverso de la forma del estudio con objeto de obtener el tiempo estandar.

La forma que se utilizará para la toma de datos en este estudio para la formación de la fórmula de tiempo serán como la que se muestra a continuación (Forma II-A)

Todas las lecturas cronométricas se anotan en orden consecutivo en la columna "T" hasta completar el ciclo. Los ciclos subsiguientes son estudiados en forma semejante y se registran sus valores elementales.

#### II.6.6. CALCULO DEL ESTUDIO

Los pasos a seguir en el cálculo de un estudio típico con lecturas continuas y calificación global de la actuación del operario son los siguientes:

- 1) Para obtener los tiempos elementales, restar las lecturas consecutivas y anotarlas con lápiz rojo.
- 2) Encerrar en un círculo y descartar todos los valores anormales o con anomalías siempre que pueda atribuirse una causa evidente.
- 3) Resumir los valores elementales restantes.
- 4) Determinar el valor medio de los valores observados para cada elemento.
- 5) Calcular el tiempo normal y elemental, multiplicando el factor de actuación por el tiempo medio transcurrido.
- 6) Sumar las tolerancias apropiadas a los valores normales elementales para obtener los tiempos elementales permitidos.
- 7) Resumir los tiempos elementales admitidos al reverso de la forma del estudio con objeto de obtener el tiempo estandar.

La forma que se utilizará para la toma de datos en este estudio para la formación de la fórmula de tiempo serán como la que se muestra a continuación (Forma II-A)

### II.6.7. DIAGRAMA BIMANUAL

El diagrama bimanual es una gráfica en que se consigna la actividad de las manos (o extremidades del operario), indicando la relación entre ellos.

Este diagrama registra la sucesión de hechos mostrando las manos y a veces los pies del operario en movimiento o en reposo, y su relación entre sí. A veces para tener un registro sincronizado de los movimientos se emplea una escala de tiempos.

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



OPERACION - Se emplea para los actos de asir, sujetar, utilizar, soltar, Etc., una herramienta, pieza o material.



TRANSPORTE - Se emplea para representar el movimiento de la mano (o extremidad) hasta el trabajo, herramienta o material o desde uno de ellos.



ESPERA - Se emplea para indicar el tiempo en que la mano o extremidad no trabaja (aunque tal vez trabajen las otras).



SOSTENIMIENTO - (almacenamiento) Con los diagramas bimanuales no se emplea el término almacenamiento, y el símbolo que le correspondería se utiliza para indicar el acto de sostener al

guna pieza, herramienta o material con la mano cuya actividad se esta consignando.

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

El hecho mismo de componer el diagrama permite al especialista llegar a conocer a fondo los pormenores del trabajo, y gracias al diagrama puede estudiar cada elemento de por sí y en relación con los demás. Así tendrá la idea de las posibles mejoras que se pudieran hacer o para poder establecer o dejar mejor establecido un método ya que el mejor método por lo general, es el que menos movimiento necesita.

Cada idea se debe representar gráficamente en un diagrama para que sea mucho más fácil compararas y entenderlas.

El diagrama bimanual puede aplicarse a una variedad muy grande de trabajos de montaje, de elaboración a máquina y también de oficina. Los ajustes apretados y la colocación en posiciones difíciles puede presentar ciertos problemas al montar piezas pequeñas ajustadamente, la puesta en posición antes del montaje puede ser la parte más prolongada del ciclo.

#### II.6.8. GUIA PARA CONSTRUCCION DE UN DIAGRAMA BIMANUAL

El formulario de diagrama deberá comprender: Espacio en la parte superior para la información habitual. Espacio adecuado para el croquis del lugar de trabajo. Espacio para el movimiento de ambas manos. Espacio para un resumen de movimientos y análisis del tiempo improductivo. Al componer diagramas es conveniente tener presente estas observaciones.



- 1) Estudiar el ciclo de las operaciones varias veces antes de comenzar las anotaciones.
- 2) Registrar una sola mano cada vez.
- 3) Registrar unos pocos símbolos cada vez.
- 4) El momento de recoger o asir otra pieza al comienzo de un ciclo de trabajo se presta para iniciar las anotaciones. Conviene escoger por la mano que coge la pieza primero o por la que ejecuta más trabajo.

Tanto da el punto exácto de partida que se elija, ya que al completar el ciclo se le llegará nuevamente a él, pero debe fijarse claramente, luego se añade en la segunda columna la clase de trabajo que realiza - la otra mano.

- 5) Registrar las acciones en el mismo renglón sólo cuando tienen lugar al mismo tiempo.
- 6) Las acciones que tienen lugar sucesivamente se deben de registrar en renglones distintos. Verifíquese si en el diagrama la sincronización entre las dos manos corresponde a la realidad.
- 7) Procurese registrar todo lo que hace el operario y evítese combinar las operaciones con transportes o colocaciones, a no ser que ocurran realmente al mismo tiempo.

La forma que se usa para registrar esta información es la Forma II.B.



III. - DESARROLLO DE UNA FORMULA DE TIEMPOS PARA EL CASO  
ESPECIFICO DEL DECORADO DE ARTICULOS DE COCINA

La operación de decorado se desarrolla dentro del proceso de fabricación de ~~unos~~ artículos de cocina que se manufacturan en la Fábrica de Artículos para el Hogar EKCO, S.A. de C.V.

LÍNEA 041	-	ACERO INOXIDABLE DECORADO
LÍNEA 204	-	LÍNEA HOLANDA TRIPLE FUERTE PORCELANA DECORADA
LÍNEA 306	-	PORCELANA DECORADA ALUMINIO DELUXE TRIPLE FUERTE

III.1. UTILIZACION DEL DECORADO EN LA FABRICACION DE ARTICULOS DE COCINA

El decorado es una operación que se realiza después del porcelanizado de las piezas o después del abrillantado o pulido en caso de la Línea de Acero Inoxidable.

Esta operación tiene como finalidad el imprimir un dibujo sobre la superficie del cuerpo para poder darle con éste una mejor presentación al producto y adquirir así un mejor mercado en su medio (Fig. III-1)



(Fig. III-1)

La operación de decorado se realiza en el Departamento de Teflón (30) ya que después de la impresión debe de hornearse y éste departamento cuenta con hornos.

Para poder realizar la impresión se requiere de una máquina impresora - DUBUIT Modelo 150 que es de accionamiento completamente mecánica, permite pasar la impresión en cilíndrico a la impresión en plano o viceversa cualquiera que sea su forma o su tamaño.

La fábrica cuenta con dos máquinas como las descritas anteriormente y son manejadas por comodidad con un sólo número que se identifica como un centro de trabajo (499-506).

### III.2 - CROQUIS DEL LUGAR DE TRABAJO

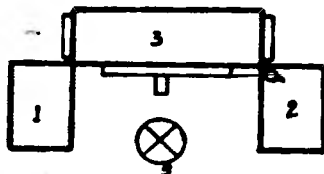


Fig. (III.2)

- DONDE:
- 1) Mesa para artículos sin decorar.
  - 2) Mesa de artículos ya decorados.
  - 3) Máquina Impresora Dubuit.
  - 4) Depósito de tinta para alimentar la pantalla de decorado cada vez que se requiera.
  - 5) Operador.

#### III.2.A. EQUIPO Y HERRAMIENTAS

El equipo necesario para el desarrollo de la operación es el siguiente:

1) Guantes de hilo de algodón - Estos se utilizan con el fin de no manchar las piezas de grasa, en caso de que las manos la contengan, ya que en presencia de ésta la impresión queda defectuosa.

2) Pantallas de Seda - Se emplean pantallas de este material para obtener una impresión indeleble sobre los objetos, pues este procedimiento permite adaptarse a las diferentes formas y así obtener una impresión en relieve, elegante y muy publicitaria.

3) Tinta o Pastas - Tiene como particularidad de pasar a través de las mallas de la pantalla y tiene una adherencia excepcional.

4) Bernier - Este instrumento sirve para medir la distancia que se encuentra entre el mango o las asas y los extremos del decorado y con esas medidas ajustar la pantalla. Estas medidas deben de coincidir con la muestra que se tiene con el fin de que todas las impresiones sean uniformes en toda la línea.

5) Llave Allen - Esta sirve para ajustar a la máquina las pantallas, según las medidas necesarias para el centrado de las impresiones en las piezas.

6) Espátula - Esta se utiliza para mezclar las pastas y alimentar con ella a las pantallas.

### III-3. - DESCRIPCION DETALLADA DE LA OPERACION DE DECORADO

#### a) Alimentar la mesa (1)

El ayudante tomará las piezas sin decorar de una tarima y las colocará en la mesa (1) Fig. (III-2) para que el operador tenga mejor acceso a ellas.

### b) Operación de Decorado

Antes de iniciar la operación, la máquina se ajusta, se coloca la pantalla y se alimenta de pasta para decorar uniformemente a lo largo y a lo ancho de la pantalla.

El operador toma la pieza de la mesa (1) Fig III-2) con la mano izquierda y la lleva a la mano derecha, con ambas manos la coloca en el dispositivo que sujeta la pieza, acciona el pedal de avance para que la pantalla se desplace hacia la derecha mientras la pieza gira hacia el lado izquierdo, al desplazarse la pantalla hacia el lado derecho, sobre ella se encuentra un rastrillo de caucho que se mantiene fijo y hace presión sobre la pantalla para hacer pasar la pasta a la superficie de la pieza y se lleva a cabo la impresión.

Una vez realizada la impresión, la pieza es retirada del dispositivo con ambas manos y se le da un recorrido visual para inspeccionar el dibujo, colocándola posteriormente en la mesa (2) Fig III-2) con la mano derecha; en caso de que el cuerpo o pieza lleve dos decorados, en vez de que se deje la pieza en la mesa (2), se gira y se vuelve a colocar en el dispositivo repitiendo la operación descrita anteriormente, y así en seguida se retira la pieza para ser colocada ahora sí en la mesa (2).

### c) Descarga de Mesa (2)

El mismo ayudante que alimenta la mesa (1) Fig III-2) se encargará de la descarga de la mesa (2) Fig III-2) colocando los artículos ya impresos nuevamente en la tarima para que sean llevados posteriormente a la siguiente operación (Horneado).

Para poder entender mejor la operación que se realiza es preciso dividir el trabajo en todos sus elementos básicos y para ello utilizaremos la técnica del diagrama bimanual, (Diagramas III-A y III-B)

**DIAGRAMA BIMANUAL**

**DIAGRAMA 1 HOJA 1**

**DISEÑO Y PIEZA** Todas las piezas con un decorado.

**OPERACION** Decorado

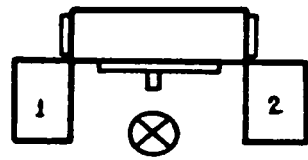
---

**LUGAR** Departamento 30 Teflón Mzo/81

**OPERARIO** Rango VI

**COMENTARIO POR** Silvana Hernández

**DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO**



DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	○	⇒	D	▽	DESCRIPCION MANO DERECHA
	○	⇒	D	▽	
Lleva mano a pza Mesa (1)					
Coge pieza					
Lleva pza a M.D.					Lleva mano a pieza
Reacomoda la pieza					Coge pieza
Posiciona pza en máquina					Posiciona pieza en máquina
Sostiene pieza					Suelta pieza
					Alcanza manija de presión
					Coge manija
					Transporta manija a pieza
					Sujeta C/Manija a cuerpo
Suelta pieza					Sostiene manija
Coge pieza					Presiona pedal
Sujeta pieza					Mueve manija hacia atrás
					Suelta manija
					Lleva mano a pieza
					Coge pieza
Desmonta pieza					Desmonta pieza
Mueve hacia atrás					Mueve hacia atrás
Suelta articulo					Enfoque visual o inspec.
					Mueve pza a mesa (2)
					Suelta pieza en mesa (2)

METODO	RESUMEN		OBSERVACIONES
	ACT	PROP.	
	IZQ	DER	
<b>OPERACIONES</b>	7	10	
<b>TRANSPORTES</b>	3	7	
<b>ESPERAS</b>	-	-	
<b>SOSTENIMIENTOS</b>	2	1	
<b>INSPECCIONES</b>	-	1	
<b>TOTALES</b>	12	19	

Diagrama III-A

**DIAGRAMA BIMANUAL**

**DIAGRAMA** No. 2      **HOJA** 1

**OBJETO Y PIEZA** Todas las piezas que contengan dos decorados.

**OPERACION** Decorado

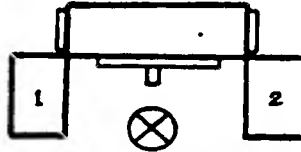
---

**LUGAR** Departamento 30 Teflón Mzo/81

**OPERARIO** Rango VI

**CONFEJTO POR** Silvina Hernández

**DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO**



DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	○	⇨	D	▽	○	⇨	D	▽	DESCRIPCION MANO DERECHA
	Lleva la mano a pza mesa		↗						
Coge la pieza		↘							Lleva mano a pieza
Lleva pieza a M-D		↗							Coge la pieza
Reacomoda la pieza		↘							Posiciona pieza en maq.
Posiciona pieza en maq.		↗							Suelta pieza
Sostiene pieza		↘							Alcanza manija presión
		↗							Coge manija
		↘							Trans. manija a pieza
Suelta pieza		↗							Sujeta c/manija la pieza
		↘							Sostiene manija
Coge pieza		↗							Presiona pedal
Sostiene pieza		↘							Mueve manija hacia atrás
		↗							Suelta manija
		↘							Lleva mano a pieza
Desmonta pieza		↗							Coge pieza
Mueve hacia atrás pieza		↘							Desmonta pieza
Sujeta la pieza		↗							Mueve hacia atrás pieza
Gira la pieza		↘							Enfoque visual o inspec.
Posiciona pza en máquina		↗							Gira la pieza
Sostiene pieza		↘							Posiciona pza en máquina
		↗							Suelta pieza
		↘							Alcanza manija presión
		↗							Coge manija
		↘							Transporta manija a pza

METODO	REVUELO		OBSERVACIONES	
	ACT	PROP		
	IZO	DER	IZO	DER
<b>OPERACIONES</b>	8	13		
<b>TRANSPORTES</b>	3	8		
<b>ESPERAS</b>	2	-		
<b>SOSTENIMIENTOS</b>	4	1		
<b>INSPECCIONES</b>		1		
<b>TOTALES</b>				



**DIAGRAMA BIMANUAL**

<b>DIAGRAMA</b> 2	<b>HOJA</b> 2	<b>DISPOSICION DEL LUGAR DE TR.</b> TO
<b>DISEÑO Y PIEZA</b> Todas las que contengan dos decorados.		
<b>OPERACION</b> Decorado		
<b>LUGAR</b> Departamento 30 Teflón Mzo/81		
<b>OPERARIO</b> Rango VI		
<b>COMUESTO POR</b> Silvina Hernández		

DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	DESCRIPCION MANO DERECHA
Suelta pieza									Sujeta c/manija a pieza
Coge Pieza									Sostiene manija
Sostiene pieza									Presiona Pedal
Desmonta pieza									Mueve manija hacia atrás
Mueve hacia atrás									Suelta manija
Sujeta pieza									Lleva mano a pieza
Suelta pieza									Coge pieza
									Desmonta pieza
									Mueve pieza hacia atrás
									Enfoque visual o inspecc.
									Mueve pieza a mesa (2)
									Suelta pieza en mesa (2)

RESUMEN				OBSERVACIONES	
METODO	ACT		PROP		
	IZO	DER	IZO	DER	
<b>OPERACIONES</b>	4	6			
<b>TRANSPORTES</b>	1	4			
<b>ESPERAS</b>	-	-			
<b>SOSTENIMIENTOS</b>	2	1			
<b>INSPECCIONES</b>		1			
<b>TOTALES</b>	22	35			

### III.4. ESTABLECIMIENTO DE LA FORMULA

Para poder iniciar el análisis de la fórmula de tiempos es necesario contar con los elementos que la vayan a conformar y para ello tener los datos que se muestran a continuación; en estos datos especificaremos la utilidad de cada uno de ellos y el papel que desempeñará dentro de la fórmula de tiempos finales.

#### III.4.1. Tiempos Cronometrados

Los tiempos cronometrados en este caso, sólo comprende el tiempo máquina que se requiere para realizar la operación de decorado, este tiempo va a ser variable dependiendo del artículo, ya que entre más grande sea la longitud a decorar, mayor será el tiempo cronometrado en la máquina.

Esta variación y los tiempos obtenidos en los estudios, los observamos en los estudios (III-G), los cuales están enumerados del uno al veinte y especifica en cada uno de ellos la longitud a decorar y el número del artículo del que se tomó esta longitud.

Los tiempos por ser muy pequeños fueron tomados con un cronómetro de centésimas y convertidos a segundos para facilitar el trabajo con ellos y para que fueran congruentes con los demás estudios.

Los estudios de MTM y los de muestreo nos servirán para completar la fórmula ya que sin estos elementos todavía se tendría que cronometrar estos tiempos.

**HOJA DE ESTUDIOS DE TIEMPOS (III-C)**

**PARTI** Todos los Cpos. ya porcelanizados o pulidos. **FECHA** Abril 1981 **PARTI No.** \_\_\_\_\_  
**OPERACION** DECORADO (Impresión) **OPER. No.** \_\_\_\_\_  
**PREPARADO** Hernández HTA. **MAGUNA** 490 506-490-507 **DEPTO.** (30) HORNOS

1 Decorar 57 Cms 30611	2 Decorar 57 Cms 30611	3 Decorar 55 Cms 30601	4 Decorar 55 Cms 30601	5 Decorar 61 Cms 4103	6 Decorar 61 Cms	7 Decorar 63 Cms 30606	8 Decorar 63 Cms 30606	9 Decorar 63 Cms 30606	10 Decorar 65 Cms 4140	11 Decorar 71.5 Cms 30603	12 Decorar 71.5 Cms 30603	13 Decorar 67 Cms 30604	14 Decorar 48.5 Cms 30621	15 Decorar 56 Cms 4122
------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	-----------------------	------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	---------------------------	---------------------------	-------------------------	---------------------------	------------------------

															COMPLEMENTARIOS	
3.47	3.36	3.26	3.55	3.76	3.96	4.04	3.87	4.05	4.26	4.38	4.46	4.26	3.88	3.62	A	
3.46	3.37	3.27	3.56	3.75	3.95	4.06	3.78	4.07	4.27	4.36	4.46	4.27	3.84	3.64	B	
3.46	3.38	3.28	3.57	3.75	3.97	4.07	3.81	4.09	4.29	4.39	4.49	4.29	3.71	3.59	C	
3.48	3.37	3.21	3.59	3.87	3.97	4.10	3.78	4.08	4.20	4.31	4.41	4.21	3.36	3.29	D	
3.47	3.35	3.22	3.56	3.85	3.97	4.09	3.78	4.06	4.28	4.34	4.43	4.23	3.37	3.34	E	
3.47	3.37	3.28	3.56	3.87	3.98	4.07	3.83	4.09	4.25	4.33	4.43	4.23	3.28	3.57	F	
3.46	3.61	3.32	3.51	3.83	3.94	4.05	3.83	4.11	4.22	4.33	4.43	4.23	3.31	3.60	G	
3.48	3.41	3.28	3.60	3.83	4.01	4.07	3.83	4.07	4.29	4.39	4.41	4.21	3.30	3.54	H	
3.51	3.50	3.30	3.58	3.83	4.00	4.07	3.85	4.03	4.22	4.31	4.43	4.23	3.34	3.50	I	
3.47	3.39	3.32	3.54	3.95	4.10	4.23	3.83	4.05	4.26	4.37	4.47	4.27	3.54	3.37	J	

HABILIDAD	ESFUERZO	CONDICION	CONSISTENCIA TOTAL								TOLER. REGU.	TOLER. ESPE.	TOTAL	CO. EXTRA P/PZA	MIN.				
<b>ELEMENTO</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	TPOS. P/PZA.	MIN. TRABAJOS POR TURNO	TPO. HV EN MIN. POR PREZA	NO. DE PREZAS POR TURNO
PROMEDIO	3.48	3.56	3.29	3.57	3.86	3.98	4.04	4.23	3.83	4.05	4.84	4.43	4.23	3.33	3.58		+	=	
FAC. HV.																			
TPO. NIVELADO																			
TIEMPO TIPO																			
FRECUENCIA																			
TOTAL																			
																	<b>CATEG. MOD</b>	Variable	
																	STD. MES/C		

### HOJA DE ESTUDIOS DE TIEMPOS (III-C)

PARTE Todos los cuerpos ya porcelanizados o pulidos      FECHA Abril 1981      PARTE No.  
 OPERACION DECORADO (Impresión)      OPER. No.  
 PREPARADO Hernández      HTA.      MAQUINA 490 506 - 490 507      DEPTO. HORNOS

16	17	18	19	20
Decorar 48.5 Cms 30621		Decorar 64 Cms 4140		Decorar 56 Cms 4122
Decorar 48.5 Cms 30621		Decorar 64 Cms 4140		Decorar 56 Cms 4122
Decorar 48.5 Cms 30621		Decorar 64 Cms 4140		Decorar 56 Cms 4122
Decorar 48.5 Cms 30621		Decorar 64 Cms 4140		Decorar 56 Cms 4122

T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L		
3.13	4.37	3.66	4.27	4.15																																	
3.16	4.32	3.66	4.25	4.15																																	
3.17	4.37	3.68	4.25	4.18																																	
3.17	4.32	3.70	4.24	4.17																																	
3.20	4.34	3.70	4.27	4.17																																	
3.20	4.35	3.66	4.27	4.18																																	
3.17	4.34	3.70	4.26	4.16																																	
3.15	4.35	3.71	4.25	4.15																																	
3.18	4.33	3.67	4.28	4.28																																	
3.18	4.30	3.64	4.28	4.25																																	

COMPLEMENTARIOS	
	A
	B
	C
	D
	E
	F
	G
	H
	I
	J

HABILIDAD      ESFUERZO      CONDICIÓN      CONSISTEN. A      TOTAL      TOLER. REG.      TOLER. ESPE.      TOTAL      CO. EXTRA P/PZA      MINS.

ELEMENTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	TPOS. P/PZA.	MINS. TRABAJADOS POR TURNO	TPO. NIV EN MINS. POR PIEZA	No. DE PIEZAS POR TURNO
PROCESO	3.17	4.34	3.68	4.25	4.18														
PAC. NIV.																			
TPO. NIVELADO																			
TIEMPO TIPO																			
FRECUENCIA																			
TOTAL																			

CATEG. MOD	
PZAS. P/HORA	
STD. MES/C	

### III.4.2. - ESTUDIOS DE MTM

#### OBTENCION DE LOS ELEMENTOS $K_1$ Y $K_2$ PARA EL DESARROLLO DE LA FORMULA.

Para poder desarrollar la fórmula completa se requerirá de valorar de alguna forma los elementos que no entran en juego dentro de la determinación de la fórmula inicial sino como complemento de ella.

Estos elementos pueden ser: Carga y descarga de máquina y otros tiempos no cronometrados.

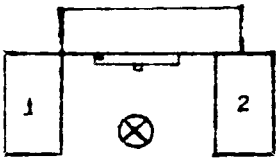
El elemento  $K_1$  o  $K_2$  difieren sólo en que para el decorado de las piezas  $K_1$  se desarrolla en un sólo movimiento, o sea que el tiempo proceso se toma total, y sólo existe carga y descarga. Para  $K_2$  se tomará en cuenta para el estudio además de la carga y la descarga el giro para realizar el complemento del tiempo proceso ya que éste se realiza en dos partes.

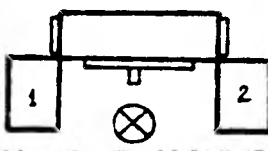
El motivo por el que el tiempo proceso se divide en dos partes es porque alguna de las piezas llevan una tuerca y otras dos tuercas opuestas una de la otra, por lo que estas últimas interfieren para que el decorado se realice en un sólo movimiento.

Estas condiciones hacen que existan dos estudios diferentes para cada uno de los casos mencionados.

En el estudio (III-D) se muestra el valor de  $K_1$  y su forma de obtenerlo, lo cual nos ayudará para establecer también el método.

En el estudio (III-E) se muestra el valor de  $K_2$  y su forma de obtener el valor.

<b>OBSERVACIONES:</b> Este estudio servirá para de- terminar la constante $L_1$		<b>DEPTO.</b> 30	<b>ESTUDIO No.</b> III-D      1  Para decorado.																	
<b>CRONOSIS DEL LUGAR DE TRABAJO</b>  		<b>DESCRIPCION</b> Impresión de decorado para piezas que llevan soldada una sola tuerca (mango)  <b>MANERA</b> DUBUIT ( No. 506 ) <b>VELOCIDAD</b> Variable      Variable por artículo  <b>TOLERANCIAS:</b> REGULAR _____ MIN/PZA ESPECIAL _____ <b>TOTAL</b> _____ % T.M																		
<b>DESCRIPCION - MANO IZQUIERDA</b>	<b>F</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>TMO</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>F</b>	<b>DESCRIPCION - MANO DERECHA</b>														
Coge pieza de mesa 1		G1A	2.0																	
Mueve pieza a mano derecha		M50A	19.0	R60A		Alcanza pieza de M.T.														
Gira la pieza 30°		R60S		EP		Enfoque visual														
			5.6	G3		Coge pieza por transf.														
Vuelve a coger		G2	5.6																	
Mueve pieza a máquina		MSC	5.15	MSC		Mueve pieza a máquina														
Posiciona pieza		PISE	5.6	PISE		Posiciona pieza														
			2.0	RL1		Suelta pieza														
			7.5	M18A		Alcanza manija de presión														
			2.0	G1A		Coge manija														
			6.0	M10A		Mueve manija a pieza														
Suelta artículo		RL1	2.0																	
Mueve a lugar indefinido		(M10B)	8.5	PMC		Presiona pedal														
				T.P		Tiempo proceso														
Alcanza pieza		R10A	6.1																	
		G1A	2.0																	
			9.0	M18A		Mueve manija hacia atrás														
			2.0	RL1		Suelta manija														
			6.1	M10A		Alcanza pieza														
			2.0	G1A		Coge pieza														
Desmonta pieza		D1	4.0	D1		Desmonta pieza														
Suelta pieza		RL1	2.0																	
			7.3	EP		Enfoque visual														
Alcanza pieza de mesa 1		R50A	25.2	M60C		Mueve pieza a mesa														
			2.0	RL1		Suelta pieza en mesa 2														
			38.65	X.036	=	4.99 Seg.														
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:15%;"><b>TOTAL OR-C</b></td> <td style="width:15%;"><b>ORIGEN-C</b></td> <td style="width:15%;"><b>LOTE</b></td> <td style="width:15%;"><b>PREP-C</b></td> <td style="width:15%;"><b>ARM-C</b></td> <td style="width:15%;"><b>STL. MSA</b></td> <td style="width:15%;"><b>FINL. MSA</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.1386</td> <td>721</td> </tr> </table>							<b>TOTAL OR-C</b>	<b>ORIGEN-C</b>	<b>LOTE</b>	<b>PREP-C</b>	<b>ARM-C</b>	<b>STL. MSA</b>	<b>FINL. MSA</b>						0.1386	721
<b>TOTAL OR-C</b>	<b>ORIGEN-C</b>	<b>LOTE</b>	<b>PREP-C</b>	<b>ARM-C</b>	<b>STL. MSA</b>	<b>FINL. MSA</b>														
					0.1386	721														
ESTAB. Estandar      FECHA Abril/81      ANALISTA Hernandez      JEFE Ing. J.H. Medina																				

<b>OBSERVACIONES:</b> Este estudio servirá para determinar la constante $K_2$		<b>DEPTO.</b> 30	<b>ESTUDIO No.</b> III-E 2  <b>PARA DECORADO</b>				
<b>CRONIS DEL LUGAR DE TRABAJO</b>  		<b>DESCRIPCION</b> Impresión de decorado para Piezas que llevan dos tuercas (dos asas)  <b>MARCA</b> DUBUIT ( No. 506 ) <b>VELOCIDAD</b> Variable Varía p/c artículo <b>TOLERANCIAS:</b> <b>REGULAR</b> _____ <b>MINIMA</b> _____ <b>ESPECIAL</b> _____ <b>TOTAL</b> _____ <b>% T.M.</b> _____					
<b>DESCRIPCION - MANO IZQUIERDA</b>	<b>F</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>T.M.</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>F</b>	<b>DESCRIPCION - MANO DERECHA</b>	
Coge artículo		G1A	2.0				
Mueve artículo a otra mano		M50A	19.0	M50A		Alcanza pieza de M.I. Enfoque visual	
			5.6	G3		Coge sartén por transfer.	
Vuelve a coger		G2	5.6				
Mueve pieza a máquina		MSC	5.15	MSC		Mueve pieza a máquina	
Posiciona pieza en máquina		PISE	5.6	PISE		Posiciona pieza en máquina	
			2.0	RL1		Suelta pieza	
			7.5	R18A		Alcanza manija de presión	
			2.0	G1A		Coge manija	
			6.0	M10A		Mueve manija a pieza	
Suelta artículo		RL1	2.0				
Mueve a lugar indefinido		M10B	8.5	P15		Presiona Pedal	
				T.P.		T. Proceso (variable P/c art)	
Alcanza pieza		R10A	6.1				
Coge pieza de máquina		G1A	2.0				
			9.0	M18A		Mueve manija hacia atrás	
			2.0	RL1		Suelta manija	
			6.1	R10A		Alcanza pieza	
			2.0	G1A		Coge pieza	
Desmontar pieza		D1	4.0	D1		Desmontar pieza	
Mueve artículo hacia atrás		M10B	6.8	M10B		Mueve artículo hacia atrás	
			2.0	RL1		Suelta artículo	
			7.8	R20A		Alcanza artículo	
			5.6	G2		Vuelve a coger	
Suelta artículo		RL1	2.0				
			9.6	M20A		Mueve artículo	
Alcanza artículo		M5A	3.95				
Coge artículo		G1A	2.0				
Mueve artículo la máquina		M10C	7.9	M10C		Mueve artículo a máquina	
(Continúa Hoja 2)							
<b>ADICIONALES</b>	<b>W.M. EL-C</b>	<b>RECOR-C</b>	<b>LDTE</b>	<b>P.M.P.-C</b>	<b>M.M.C</b>	<b>S.T.R. M.C</b>	<b>P.L.M. M</b>
<b>REPORTE</b>							
<b>REPORTE %</b>							
CANT. Estab. estandar Form Oct/9/79 ANALISIS Hernández GRUPO Ing. J.M. Medina							





### III.4.3 - MUESTREO DE TRABAJO

El muestreo en esta ocasión se utilizará para el establecimiento de tolerancias en el establecimiento de estándares de producción.

Recordemos que en la teoría del muestreo, para obtener el número de observaciones que nos determinaron la probabilidad de ocurrencia, con un nivel de confianza del 95% es:

$$N = \frac{P (1 - P)}{s^2}$$

DONDE:

- N = Número de observaciones
- P = Probabilidad de ocurrencia = 50% (evento trabajando)
- S = Tolerancia de la desviación tipificada igual a  $\pm$  5% igual a menos 0.05.
- $Z_c$  = 1.95 obtenida para un nivel de confianza de 95% aproximando  $Z_c = 2$

Tendremos entonces que la desviación tipificada quedará expresada como:

$$\begin{aligned} 2S &= 0.05 \\ S &= 0.05/2 \\ S &= 0.025 \end{aligned}$$

Si aplicamos este valor a la fórmula para obtener el número de observaciones tenemos:

$$N = \frac{P (1 - P)}{s^2} = \frac{0.050 (1 - 0.50)}{(0.025)^2} = 400$$

$$N = 400 \text{ Lecturas}$$

Como son dos máquinas las que se van a muestrear (Dubuit 506 y 507), se obtendrán 200 lecturas por máquina, esto implicará tomar diez días de muestreo con 20 lecturas diarias, las muestras tomadas en una de las máquinas se señalan a continuación en el estudio (III-F).

Las lecturas o los días pueden ser reducidas o aumentadas según los resultados obtenidos al analizar las muestras diariamente.

Simultáneamente al ir realizando el muestreo se hace un resumen en el que vamos a valorar estas muestras en porcentaje día a día y vemos su comportamiento estudio (III-G), el cual podemos observar a continuación y utilizar los resultados para dar las tolerancias en el establecimiento final de la fórmula.

Los resultados finalmente nos arrojan lo siguiente:

AJUSTES	=	.58 %
ACERCARSE MATERIAL	=	7.64 %
		<hr/>
TOTAL	=	8.22 %
		=====

Los estudios realizados de muestreo nos servirán además para:

- 1) Programación de la producción.
- 2) Carga de Máquinas.
- 3) Estudios de capacidad de equipo, Etc.,

FIGURA (III-F)

NOJA DE MUESTRO		HORNO											FECHA		NOJA	
													ABRIL/81		1 DE 1	
DIA	EQUIPO	EVENTO												OBSERVACIONES		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
		Trabajando	Falta de material o espera	Ajustes	Abastecer de tinta a la máquina	Preparación de la máquina	Limpieza						TOTAL			
1	506															
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
TOTAL																

ELABORO Silvina Hernández

REVISO Ing. J.H. Medina C.



III.5 - OBTENCION DE LA FORMULA GENERAL

## III.5.I) Datos y Gráfica

No.	No. del Artículo	X Longitud de Decorado	Y Tiempo Proceso 00/Seg.
1	30611	57	3.84
2	30611	57	3.56
3	30601	55	3.29
4	30601	55	3.57
5	4103	61	3.86
6	4103	61	3.98
7	30606	63	4.08
8	30606	63	4.22
9	30606	63	3.83
10	4140	65	4.05
11	30403	71.5	4.84
12	30603	71.5	4.43
13	30604	67	4.23
14	30621	48.5	3.33
15	4122	56	3.58
16	3062T	48.5	3.17
17	4140	64	4.34
18	4122	56	3.68
19	30604	67	4.25
20	30606	65	4.18

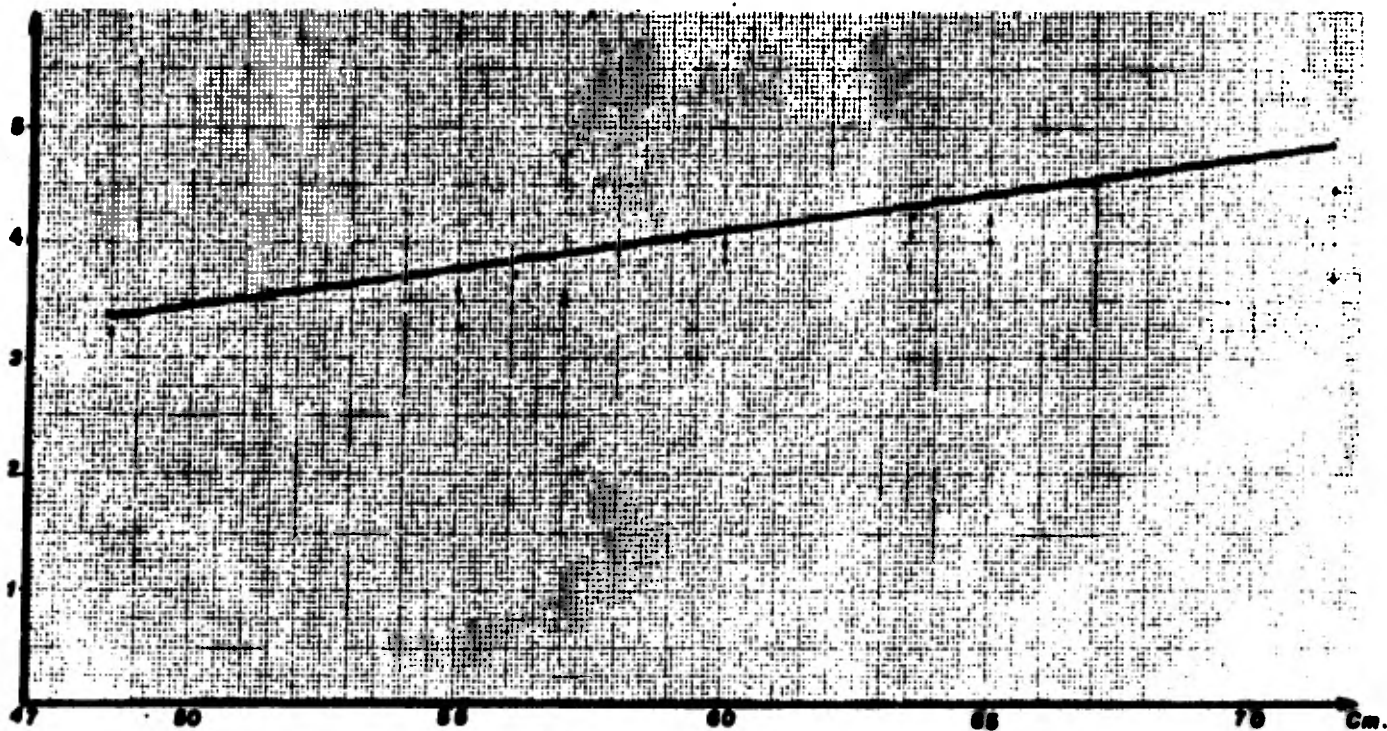
TABLA (III-A)

Esta tabla muestra los tiempos proceso de los que se obtiene la fórmula de - tiempos.

A continuación se muestra la gráfica de estos puntos para dar una idea de como se comporta la curva.

GRAFICA DE DATOS CROMOMETRADOS

SEG.



### III.5.2. OBTENCION DE LA FORMULA

De acuerdo a la gráfica (III.1) por el método libre de ajuste de curvas, aproximamos el conjunto de datos Tabla (III-A) a una línea recta, la cual nos permite relacionar adecuadamente las variables y por el método de mínimos cuadrados obtendremos:

La ecuación de la recta es la siguiente:

$$Y = a_1 + a_2 x$$

Donde las constantes  $a_1$  y  $a_2$  se determinaron mediante el sistema de ecuaciones.

$$\sum y = N a_1 + a_2 \sum x$$

$$\sum xy = a_1 \sum x + a_2 \sum x^2$$

Donde:

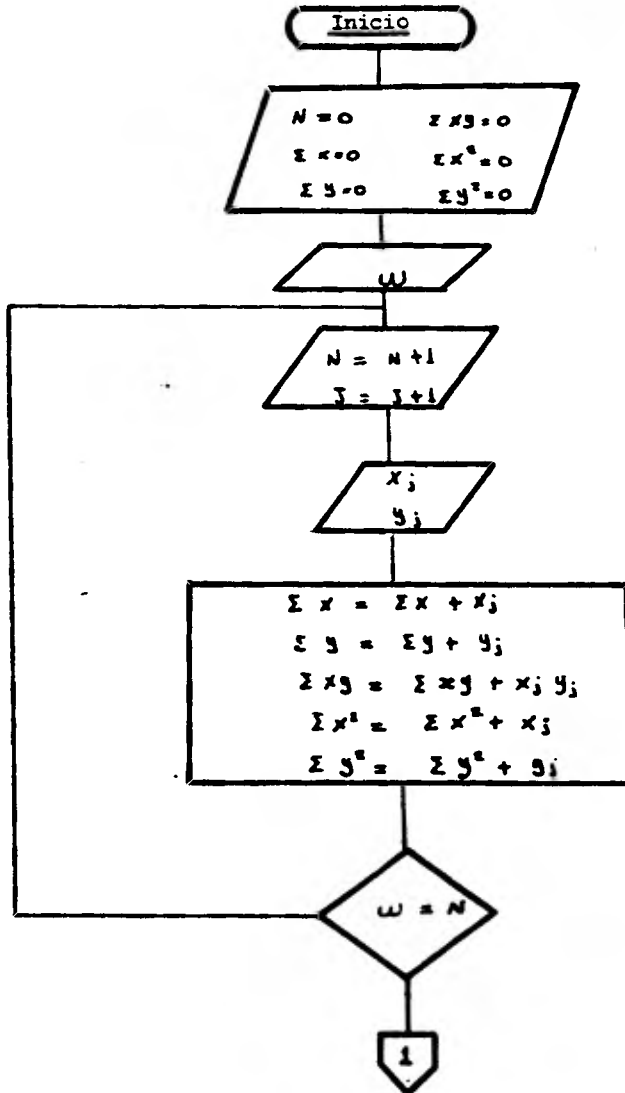
- N = Número de datos
- x = Longitud de decorado
- y = Tiempo proceso de decorado (Seg)

Para resolver el sistema de ecuaciones resulta muy complicado si se quiere hacer manualmente. si se hace con calculadora el trabajo disminuye; pero si se cuenta con una calculadora programable el trabajo resulta mucho menor.

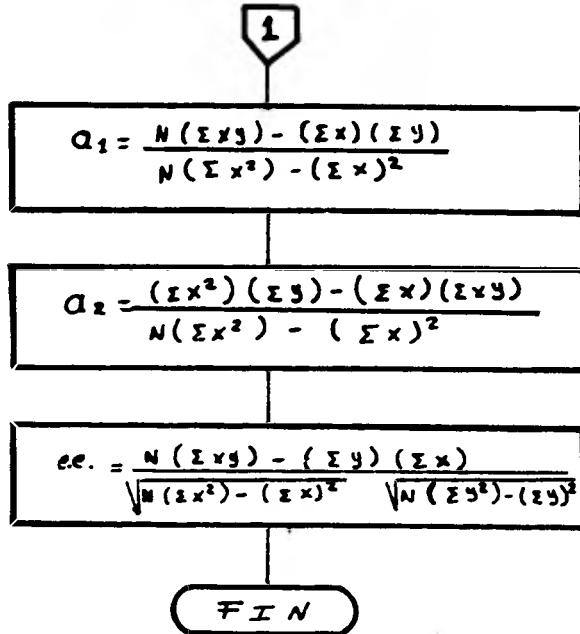
### III.5.3

El programa que se utilizó para la deducción de la fórmula es el siguiente:

DIAGRAMA DE FLUJO







Este diagrama de flujo sirve de guía para procesarlo en cualquier computadora traduciéndolo al idioma de máquina que se vaya a utilizar.

En caso de la Texas Modelo 58 ó 59, se ignoró el contador W y la pregunta de W = N? ya que se puede obtener la fórmula para cualquier cantidad de datos sin introducirle en el inicio, la cantidad con la que se vaya a trabajar.

La codificación para este programa para una calculadora programable Texas Instruments 58 ó 59 se muestra a continuación dando el paso de programa, el número con el que se encuentra en el teclado y las órdenes de operación correspondiente.

## PGM EC DE LA RECTA

000	76	LBL
001	11	A
002	42	STD
003	01	01
004	44	SUM
005	05	05
006	33	X <sup>2</sup>
007	44	SUM
008	06	06
009	01	1
010	44	SUM
011	00	00
012	43	RCL
013	00	00
014	91	R/S
015	76	LBL
016	12	B
017	42	STD
018	02	02
019	44	SUM
020	07	07
021	33	X <sup>2</sup>
022	44	SUM
023	08	08
024	43	RCL
025	01	01
026	65	x
027	43	RCL
028	02	02
029	95	=
030	44	SUM
031	09	09
032	25	CLR
033	91	R/S
034	76	LBL
035	13	C

036	43	RCL
037	06	06
038	65	x
039	43	RCL
040	07	07
041	95	=
042	75	-
043	53	(
044	43	RCL
045	05	05
046	65	x
047	43	RCL
048	09	09
049	54	)
050	95	=
051	42	STD
052	10	10
053	43	RCL
054	05	05
055	33	X <sup>2</sup>
056	42	STD
057	11	11
058	43	RCL
059	00	00
060	65	x
061	43	RCL
062	06	06
063	95	=
064	75	-
065	43	RCL
066	11	11
067	95	=
068	42	STD
069	11	11
070	43	RCL
071	10	10
072	55	+
073	43	RCL
074	11	11
075	95	=
076	91	R/S

077 76 LBL  
 078 14 D  
 079 43 RCL  
 080 07 07  
 081 65 x  
 082 43 RCL  
 083 05 05  
 084 95 =  
 085 42 STD  
 086 10 10  
 087 43 RCL  
 088 00 00  
 089 65 x  
 090 43 RCL  
 091 09 09  
 092 95 =  
 093 75 -  
 094 43 RCL  
 095 10 10  
 096 95 =  
 097 42 STD  
 098 10 10  
 099 55 ÷  
 100 43 RCL  
 101 11 11  
 102 95 =  
 103 91 R/S  
 104 76 LBL  
 105 15 E  
 106 43 RCL  
 107 07 07  
 108 33 X<sup>2</sup>  
 109 42 STD  
 110 11 11  
 111 43 RCL  
 112 00 00  
 113 65 x  
 114 43 RCL  
 115 08 08  
 116 95 =

117 75 -  
 118 43 RCL  
 119 11 11  
 120 95 =  
 121 34 FX  
 122 42 STD  
 123 13 13  
 124 43 RCL  
 125 05 05  
 126 33 X<sup>2</sup>  
 127 42 STD  
 128 11 11  
 129 43 RCL  
 130 00 00  
 131 65 x  
 132 43 RCL  
 133 06 06  
 134 95 =  
 135 75 -  
 136 43 RCL  
 137 11 11  
 138 95 =  
 139 34 FX  
 140 65 x  
 141 43 RCL  
 142 13 13  
 143 95 =  
 144 55 ÷  
 145 43 RCL  
 146 10 10  
 147 95 =  
 148 35 1/X  
 149 91 R/S  
 150 00 0  
 151 00 0  
 152 00 0

**COMANDOS DE OPERACION PARA  
EL PROGRAMA ECUACION DE LA RECTA**

PASO	DESCRIPCION	INTRODUCIR	PULSAR	VISUALIZAR
1	Poner el método de aprendizaje.		LNR	000...00
2	Introducir programa		Codificación	Claves
3	Poner el método de Cálculo		LNR	0
4	Introducir la $X_i$	X	A	1,....n
5	Introducir la $Y_i$	Y	B	0
6	Calcular intersección de la recta con el eje Y		C	Intersección
7	Calcular pendiente		D	Pendiente
8	Calcular correlación		F	Correlación

**NOTA:** Los pasos 4 y 5 deben realizarse alternados. Los pasos 6, 7 y 8 deben de teclearse una vez terminándose de introducir todas las X y Y.

La ecuación (1) resultante de ésto es:

$$T = 0.06128 X + 0.1927 \quad (1)$$

DONDE:

T = Tiempo máquina de decorado

X = Longitud a decorar

Para poder completar la fórmula se requerira de los tiempos de carga y descarga de la máquina al igual que otros movimientos no incluidos en la fórmula (1) y que fueron obtenidos con los estudios (III.B) y (III.C) de MTM que se muestran en la Tabla (III.B)

CONSTANTE	DESCRIPCION	VALOR TMU	TIEMPO EN SEG / PZA
$K_1$	Artículos con una tuerca	138.65	4.99
$K_2$	Artículos con dos tuercas	249.1	8.967

Tabla (III.B)

Por lo que saldrán dos fórmulas diferentes:  $T = 0.06128 X + 0.1927 + K_1 \quad (2)$

$T = 0.06128 X + 1927 + K_2 \quad (3)$

Sustituyendo los valores de la Tabla (III.B) tenemos como resultado:

$$T = 0.06128 X + 5.1822 \quad (4)$$

$$T = 0.06128 X + 9.1597 \quad (5)$$

Para obtener la fórmula general tendremos que darle las tolerancias permitidas:

1) Según información de la Tabla (A) mostrada en el capítulo II obtenida del libro Introducción al Estudio del Trabajo (OIT)

1) Necesidades personales	5%
2) Suplemento básico por fátiga	4%
3) Tensión visual	5%
4) Monotonía	<u>3%</u>
	17%

2) Los ajustes y tolerancias obtenidas por el muestreo:

1) Ajustes	.58%
2) Abastecer material	<u>7.64%</u>
	8.22%

Sumando las tolerancias (1) y (2) tenemos un total de:

$$\text{TOLERANCIA TOTAL} = 17 + 8.22 = 25.22 \%$$

Aplicando las tolerancias totales a las fórmulas (4) y (5) obtendremos las fórmulas generales que son:

- Para artículos con una tuerca (un sólo movimiento)

$$T = 0.07673 X + 6.4891 \quad (6)$$

- Para artículos con dos tuercas ( dos movimientos)

$$T = 0.07673 X + 11.4697 \quad (7)$$

DONDE: T = Tiempo Total en Seg/Pza

X = Longitud decorada en Cms.,

### III.6 COMPROBACION

Fórmulas: T = 0.07673 X + 6.4891

T = 0.07673 X + 11.4697

## 1) TIEMPOS CRONOMETRADOS

				SEG / PZA
a)	Distancia	= 48.5	=	10.4183
b)	"	= 55	=	14.5184
c)	"	= 71.5	=	11.7957
d)	"	= 63	=	11.0444
e)	"	= 57	=	15.6863

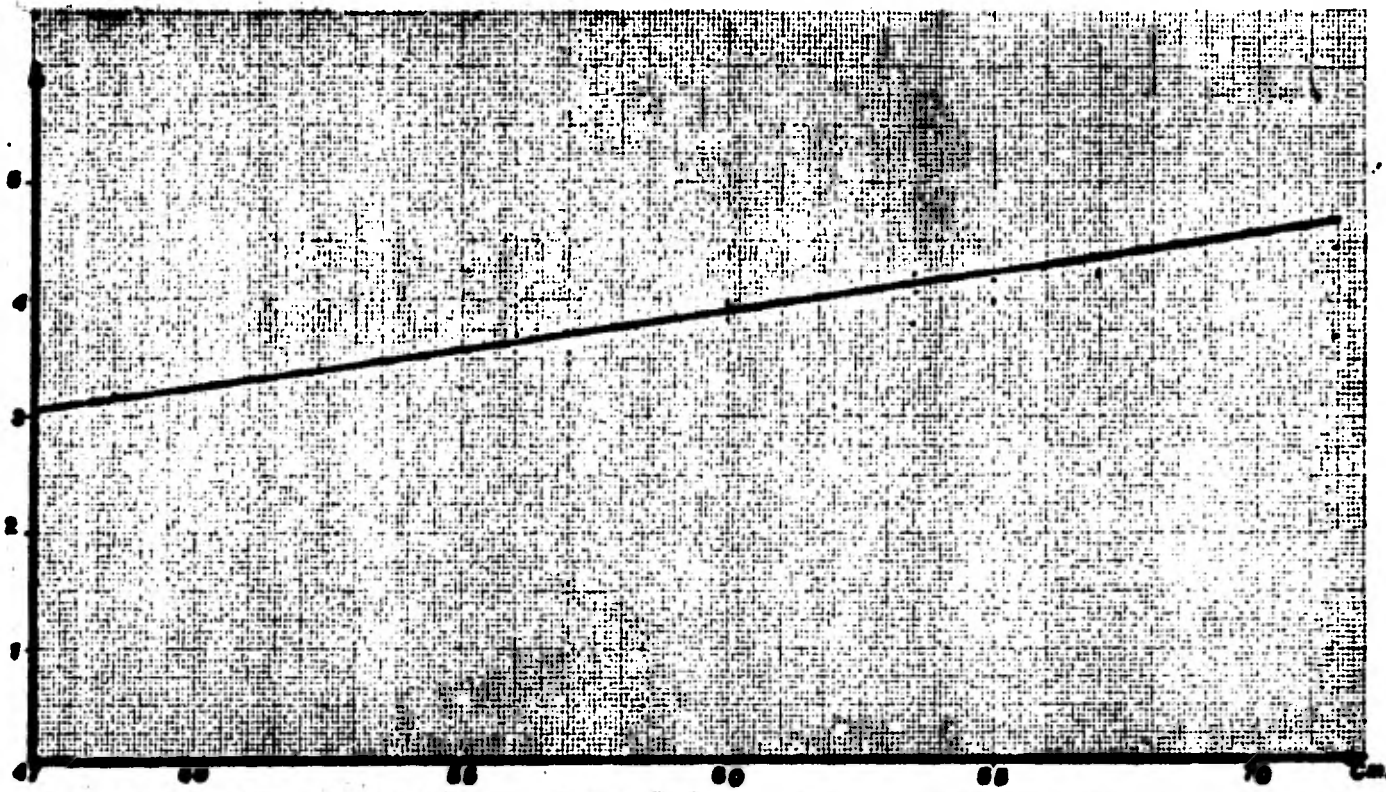
## 2) TIEMPOS OBTENIDOS CON LA FORMULA

				SEG / PZA
a)	T = 0.07673	(48.5) + 6.4891	=	10.2105
b)	T = 0.07673	(55) + 11.4697	=	15.6898
c)	T = 0.07673	(71.5) + 6.4891	=	11.9752
d)	T = 0.07673	(63) + 6.4891	=	11.3230
e)	T = 0.07673	(57) + 11.4697	=	15.8433



GRAFICA DE DATOS CON FORMULA

SEC.



### III.7. APLICACION

Esta fórmula está diseñada de tal forma que sólo debe ser utilizada bajo las siguientes condiciones:

- 1) Que la operación se desarrolle en una máquina que tenga las mismas características de las máquinas 490-506 y 490-507 ya especificadas anteriormente.
- 2) Los artículos deben ser fáciles de manipular como los demás artículos con los que fue establecida la fórmula, no deben exceder de 1.5 Igs., y en caso de que así sea se modificará el MTM y entonces variará la fórmula.
- 3) La longitud a decorar no debe exceder los límites que son de 40 a 72 Cms., ya que se tendría que hacer un cambio de engrane y esto modificaría la velocidad de la máquina.
- 4) El método establecido según el diagrama de operaciones y los estudios de MTM, deben de ser respetados para que los tiempos medidos con éstos se conserven, ya que en caso de no ser así las constantes de la fórmula van a variar.

### III.8. INSPECCION

Los requisitos de inspección que comprende esta fórmula para las piezas decoradas son:

- 1) La del operario directamente en el momento de retirar la pieza de la máquina, ver que las figuras estén completas.

- 2) El Departamento de Control de Calidad al salir las piezas de la máquina, realiza una inspección aleatoria durante el tiempo de trabajo, al salir del horno revisa también que quede indeleble la figura y le hace pruebas con tolueno para ver si no se borra.

Estas pruebas se hacen después de cada impresión porque todas ellas se hacen por separado.

IV - APLICACION DE LOS ESTANDARES ESTABLECIDOS POR MEDIO DE LA FORMULA Y SU IMPORTANCIA DE QUE ESTEN BIEN FUNDAMENTADOS

IV.1. Aplicación en el Reporte de Eficiencias

El reporte de eficiencias es una manera de medición del trabajo, con ella podemos saber qué tan bien se están desarrollando éstos, es por eso que al obtener los estándares con la fórmula se debe tener en consideración que los artículos que entran en la fórmula cumplan con las características que se pusieron como restricción para la utilización de ésta.

El reporte de eficiencia de producción para evaluarla es por medio de tarjetas personales que son entregadas diariamente a cada operador, las tarjetas constan de la siguiente información:

- 1) Nombre del operador
- 2) Número de tarjeta o credencial
- 3) Número del departamento donde se está desarrollando la actividad.
- 4) Fecha
- 5) Turno

En esta tarjeta se reportará el número de operación que desarrolló, dado según el estándar, tiempo de inicio y terminación de cada actividad que desarrolle la persona y piezas producidas en ese tiempo.

Para calcular la eficiencia de todas las operaciones, y en este caso particular del decorado de las piezas, necesitaremos de registrar el tiempo tipo y el estándar de producción obtenido con la fórmula (III-6 y III-7) para que después tengamos un patrón de comparación.

Lo anterior se hará comparando el tiempo asignado por la fórmula y el tiempo real registrado en las tarjetas personales.

La manera de hacerlo es la siguiente:

$$\% \text{ de eficiencia diaria} = \frac{\text{Horas estandar}}{\text{Horas reales}}$$

Esta eficiencia obtenida para cada operación de decorado nos servirá para:

- 1) Aplicarla en el costeo del producto para obtener la variación que puede existir.

Para poder hacer más entendible esto, se mostrará con un ejemplo:

A) COSTEO DE LAS OPERACIONES SI SU EFICIENCIA ES DE 100%

Descripción de Operación	Estandar	Eficiencia %	Precio Hora	Costo de Mano de Obra	Materia Prima	Gastos de Fab.
Decorar	0.436	100	52.82	23.02	55.65	115.10
Hornear Dec.	0.262	100	34.54	9.05		45.24
+ 4% por Almacenaje					57,876	
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 218.216</b>	

B) COSTEO DE LAS MISMAS OPERACIONES QUE SE UTILIZO EN A)  
PERO CON EFICIENCIA DEL 95%

Descripción de Operación	Estandar	Eficiencia %	Precio Hora	Costo de Mano de Obra	Materia Prima	Gastos de Fab.
Decorar	0.436	95	52.82	25.332	55.65	126.66
Hornear Dec.	0.262	95	34.54	9.95	-	49.75
+ 4% por Almacenaje					57.876	
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 234.286</b>

2) Nos sirve también para afectar la programación de la producción.

En el plan de producción que se muestra a continuación Tabla (IV-B) podemos observar que si las horas requeridas las afectamos por la eficiencia, la diferencia es de 8.674 horas lo que implica que es un más de un día real de trabajo, - el cual se podría utilizar para desarrollar otras funciones; además esto implica un aumento de costo en el producto y una utilización no eficiente del equipo.

3) Para hacer un seguimiento de la fórmula.

Si en un determinado momento observamos que las eficiencias de las operaciones de decorado han variado en forma considerable, por ejemplo baja del 70% o sube del 105%, podemos inferir que el método no se ha conservado y que la máquina

ha tenido más ajustes de los considerados por el muestreo, esto implica que tenemos que hacer una revisión; ya que si queremos utilizar la fórmula para el cálculo de la operación de decorado para un nuevo producto, podamos obtener el estandar sin ningún problema.

#### IV.2. APLICACION DE LOS ESTANDARES ESTABLECIDOS EN EL DEPARTAMENTO DE PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

Los estandares de producción llevan consigo el concepto de lo normal, un estandar implica escoger el ritmo que se considere como general y razonable.

Para poder controlar la producción necesitaremos de estos elementos que nos ofrecen el valorar mejor el tiempo y los materiales.

El control de la producción viene a ser el sistema nervioso de la fábrica. En un sentido real, poco del trabajo realizado en la fábrica consiste en hacer productos, porque casi todos éstos se componen de piezas y casi todas las operaciones tienen que ver con la fabricación de estas piezas

Hasta que éstas queden ensambladas no hay producto, sino piezas sueltas que forman subensambles, el departamento de Control de Producción avisa a fábrica qué clase de piezas ha de hacer, cuántas y cuándo y advierte a qué productos van a pertenecer finalmente.

Sin embargo tampoco las piezas se fabrican con una sola operación. Para hacer, por ejemplo, un cable de alimentación de una parrilla es necesario pelar el extremo del cable, ponerle terminales de clavija, moldear la clavija, Etc., el cambio total no se ha realizado de un golpe sino poco a poco y operación tras operación.

Para poder determinar el tiempo que se tardan éstas operaciones, es necesario establecer estandares normales como es por medio de la fórmula de tiempos y posteriormente una vez comprobados pasarlos a programación y control de producción para que éstos le den la utilización que ellos consideren pertinente, siempre y cuando se encuentren dentro de los límites establecidos.

Todo trabajo de control de producción futura se denomina planeación o formulación de la producción o en otros términos programación de la producción; este tipo de planeación o programación se puede hacer manualmente si la cantidad de productos no es variada ni elevada; pero si se trata de una gran variedad de productos y de cantidades grandes de cada una, lo mejor es trabajar la mayor parte de éstos o todos de ser posible por medio de computadora.

Los programas de producción se refieren o indican qué cantidad de piezas se deben ensamblar en un mes, o en una semana, determinando el tiempo, los materiales necesarios, los lotes de productos que se van a trabajar, el proceso de las operaciones, y el tiempo de cada una de ellas, al igual que la fecha de inicio y terminación de cada producto.

Para poder determinar las fechas de inicio y finalización de cada operación y de todos los productos se requiere de:

- 1) Operarios con los que se cuentan.
- 2) Máquinas disponibles.
- 3) Estandares de Producción.
- 4) Estandares de Materia Prima.
- 5) Tiempo de preparación de máquina o factor a aplicar el tiempo final.

Tomando en cuenta todos estos factores, estableceremos el programa de producción del mes de Abril, como un ejemplo de aplicación de los estandares establecidos con las fórmulas (III-6 y III-7)

En la Tabla (IV-A) se muestra el programa de producción de Septiembre a la fecha, en el que se puede observar la constancia que existe en éste.



En la Tabla (IV-B) se muestran los resultados de las horas que se requerirán para la programación de la producción de la operación de decorado, según la fórmula (III-6 y III-7) y el muestreo (III-E) para el mes de Abril.

En la Tabla (IV-C) se muestran las primeras operaciones que se le realizan a la pieza a fabricar en el mes de Abril y el tiempo total que se requerirá para cada operación, como ejemplo de como se inicia un programa de producción.

En la tabla (IV-D) se muestra una tabla indicando los tiempos muertos entre las operaciones y la forma de acomodar el tiempo asignado a cada artículo, - en realidad esos lugares vacíos que se ven no corresponden a los tiempos - - muertos pues en ellos se meten o se programan también las tapas de los productos o maquilas de artículos para otras compañías los cuales no llevan el mismo proceso.

Se muestra claramente los días en que se inicia una operación y el día que se termina, el día que se inicia cada artículo y así sucesivamente hasta terminar con los artículos y con las operaciones de cada uno hasta terminar los lotes establecidos.

En este ejemplo sólo se muestran algunas operaciones y algunos artículos, ya que el elaborar para todas las operaciones y artículos sería demasiado laborioso y en este caso se trata de mostrar sólo la forma de la utilización de estos estandares y la importancia de que éstos sean establecidos de la mejor manera ya que si no son reales se quedará afectada la producción y por consiguiente el costo.

P L A N D E P R O D U C C I O N

MES ARTICULO	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MZO.	ABR.
30601		4.000		4.000		4.000		4.000
30602	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400
30603		4.800		4.800		4.800		4.800
30604	2.400	3.900	2.400	3.900	2.400		2.400	
30606	3.900	4.800	3.900	4.800	3.900	3.900	3.900	3.900
						4.800		4.800
30611	2.400		2.400		2.400		2.400	
30612	2.800				2.800			
30620	2.800				2.800			
30621	1.800		1.800		1.800			

TABLA (UV-A)

OPERACION DE DECORADO PARA LAS PIEZAS QUE SE PROGRAMARAN  
SEGUN EL PLAN DE PRODUCCION PARA EL MES DE ABRIL

ARTICULO	PIEZAS	SEGUN FORMULA PZAS/HORA	HORAS	SEGUN MUESTREO Fact Prep/Hr	HORAS	EFICIENCIA	HORAS REALES
30601	4.000	229	17.46	1.30 %	22.698	85 %	26.1027
30602	4.400	365	12.05	1.30 %	15.671	88 %	17.5515
30603	4.800	313	15.33	1.30 %	19.936	92 %	20.3317
30606	3.900	316	12.34	1.30 %	16.044	90 %	17.4873
30609	4.800	242	19.83	1.30 %	25.785	94 %	17.3322
TOTAL					100.134		108.8084

TABLA (IV.B)

TABLA QUE MUESTRA LAS HORAS NECESARIAS PARA  
CADA OPERACION SEGUN LAS PIEZAS A PRODUCIR

Número de Operación	Descripción de la Operación	HORAS NECESARIAS PARA CADA PRODUCTO					Total Horas
		30601	30602	30603	30606	30609	
1	Desengrasar Pza	6.666	4.44	8	5.098	6.66	
2	Aplicar Sand Blast	20	13	24.24	18.395	24	
3	Porcelanizar	21	23.91	26.08	21	26	
4	Hornear	21	23.91	26.08	21	26	
5	Decorar	39.15	26.325	30.5	26.23	40.99	
6	Etc						

TABLA ( IV.C )

TENIENDO COMO BASE LA TABLA (IV-B) OBTENDREMOS LA  
 TABLA (IV-D) QUE CONTENDRA LOS DIAS QUE SE REALIZARA CADA  
 OPERACION A CADA PIEZA EN EL MES DE ABRIL

Artículo	Día	1	2	3	6	7	8	9	10	13	14	15	16
30601	Operación	1,2	2	2	2,3	3	3	3,4	4	4	4,5	5	5
30602	Operación	1	1		2	2	2	2,3	3	3	3,4	4	4
30603	Operación		1	1				2	2	2	2,3	3	3
30606	Operación			1							2	2	2
30609	Operación				1								2

TABLA (IV-D)

### CONCLUSIONES

En el último capítulo de este trabajo se ha podido observar que las aplicaciones de la fórmula de tiempos son variadas y muy útiles.

Se comprueba que es unda de las formas más económicas para obtener tiempos estandar cuando se trata de una operación que se realiza en una gran gama de productos.

Igualmente se concluye que los estándares de producción se establecen con mayor rapidez, exactitud y congruencia que si se cronometraran uno a uno los artículos.

Teniendo también como ventaja el poder hacer estimaciones de costos mucho más rápidas y exactas de un nuevo producto.

Además se concluye que existe un ahorro en el establecimiento de los estándares de producción ya realizada la fórmula, ya que los puede establecer una persona menos capacitada.

**BIBLIOGRAFIA**

- **LOS MOVIMIENTOS BASICOS DEL MTM** - Primera Edición en Español, Herrero Hnos., S.A. México 1973.
  
- **MANUAL DE INGENIERIA DE LA PRODUCCION INDUSTRIAL** - Maynard, Harold B.  
Editorial Puente, S.A., Barcelona,  
Buenos Aires, México 1960.
  
- **INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO** - Oficina Internacional del Trabajo,  
Edición Revisada, México 1976.
  
- **INGENIERIA INDUSTRIAL (Estudio de Tiempos y Movimientos)** - Nível Benjamin W.  
Segunda Edición, Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A., México 1976.
  
- **ESTADISTICA** - Spiegel Ph. D. Murray R., Libros Mc/Graw-Hill de México, S.A.  
de C.V., Colombia 1969.