



**U  
N  
E  
X  
P  
O**

**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”  
VICE-RECTORADO DE PUERTO ORDAZ  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CÁTEDRA: INGENIERÍA DE MÉTODOS**

**Práctica de Laboratorio 3  
“Aplicación del estudio de tiempo del proceso de  
elaboración de ventanas de tipo corredizas en la Empresa  
Mundo Aluvi C.A”**

**PROFESOR:**

**MSc. Ing. Iván Turmero**

**INTEGRANTES:**

**Guevara Mikael**

**Gutiérrez Gabrieliz**

**Suniaga Carmen**

**Vivas Elba**

**Ciudad Guayana, Junio 2014**

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....</b>	<b>3</b>
1.1 ANTECEDENTES .....	3
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	4
1.4 LIMITACIONES .....	5
1.5 OBJETIVOS .....	5
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>7</b>
2.1 ESTUDIO DE TIEMPO .....	7
2.1.1 Requerimientos del estudio de tiempo .....	7
2.1.1.1 Responsabilidad del analista.....	7
2.1.1.2 Responsabilidad del supervisor.....	7
2.1.1.3 Responsabilidad del operario.....	8
2.1.2 Alcance.....	8
2.1.3 Elementos y preparación para el estudio de tiempos.....	9
2.1.4 Herramientas utilizadas para el estudio.....	10
2.1.4.1 Cronómetro.....	10
2.1.4.2 Tabla de tiempos.....	11
2.1.5 Estudio de tiempos con cronometro.....	12
2.1.5.1. Definición.....	12
2.1.5.2 Método de regreso a cero.....	14
2.1.5.3. Método continuo.....	14
2.1.6 Ciclos del estudio.....	15
2.1.6.1. Método de rango de aceptación.....	16
2.1.6.2. Método General Electric.....	17
2.1.7 Método de calificación. Sistema Westinghouse.....	17
2.1.8 Tolerancias.....	18

2.2 TIEMPO ESTÁNDAR .....	22
2.2.1 Propósito del Tiempo Estándar .....	23
2.3 TIEMPO NORMAL .....	23
2.4 CALIFICACIÓN DE VELOCIDAD.....	24
2.5 MÉTODO SISTEMÁTICO PARA ASIGNAR TOLERANCIA POR FATIGA.....	25
2.6 NORMALIZACIÓN DE TOLERANCIAS .....	25
2.7 PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO PARA DETERMINAR EL TAMAÑO DE LA MUESTRA .....	26
2.8 PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR EL TIEMPO ESTÁNDAR .....	27
2.9 PASOS PARA CALCULAR EL TIEMPO ESTÁNDAR .....	27
<b>CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>29</b>
3.1 MARCO METODOLOGICO .....	29
3.2 TIPO DE ESTUDIO .....	29
3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	30
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	30
3.4.1 Población.....	30
3.4.2 Muestra .....	31
3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	31
3.5.1 Observaciones directas .....	31
3.5.2 Entrevista Estructurada.....	32
3.5.3 Revisión bibliográfica.....	32
3.5.4 Instrumentos .....	32
3.6 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO.....	33
<b>CAPÍTULO IV: SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>35</b>
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD A ESTUDIAR .....	35
4.2 SELECCIÓN DE SEGUIMIENTO .....	35
<b>CAPÍTULO V: TIEMPO ESTANDAR .....</b>	<b>37</b>
5.1 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR .....	37
5.2 CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR .....	37
5.3 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE OBSERVACIONES A TOMAR ....	37

5.4 PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR EL TIEMPO ESTÁNDAR DE LA OPERACIÓN DE PERFORACIÓN DE PERFILES DE ALUMINIO .....	38
➤ Determinación de la confiabilidad del estudio .....	38
➤ Cálculo de la desviación estándar de la muestra .....	38
➤ Cálculo del intervalo de confianza.....	39
➤ Intervalo de confianza .....	39
➤ Cálculo del intervalo de la muestra .....	39
➤ Determinación del tiempo estándar.....	40
➤ Cálculo del factor de calificación del operario .....	40
➤ Cálculo del Tiempo Normal (TN).....	41
➤ Cálculo de las tolerancias .....	41
➤ Cálculo de la jornada efectiva de trabajo .....	42
➤ Cálculo de la tolerancia por fatiga .....	42
➤ Normalizando .....	44
<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>44</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>46</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>47</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>50</b>

## INTRODUCCIÓN

La ingeniería de métodos es una herramienta muy importante que puede servir de aplicación para realizar estudios a fondo de los procesos que se llevan a cabo en las empresas, con la finalidad de identificar posibles causas que generen las fallas en los mismos y de esta manera proponer un nuevo método de trabajo, para así incrementar la productividad y aprovechar el máximo de los recursos que posee la empresa.

En la empresa Mundo Aluvi C.A., se requiere tener estandarizado las operaciones que se lleven a cabo dentro de la misma, además de la efectividad que tienen los operarios a la hora de realizar actividades. Como toda empresa que lleva a cabo un proceso productivo busca crecer y aumentar su rentabilidad y el camino que sigue es aumentar su productividad.

Se puede afirmar que en toda empresa el análisis sistemático del estudio del trabajo, permite la obtención de estándares que se utilizan para mejorar los aspectos relacionados con labores operativas y gerenciales de la producción.

Uno de los resultados que se logra con el estudio del trabajo (por medio de la medición de trabajo) es la definición de los tiempos estándar, que se refiere al tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea manual definida, efectuado según una norma de ejecución preestablecida, así como también la definición del muestreo de trabajo el cual tiene por objetivo establecer el porcentaje que con respecto al período total de tiempo se dedica a ciertas actividades, con el propósito fundamental de identificar las demoras que afectaban a los trabajos.

La operación de perforar con un taladro los perfiles de aluminio en la empresa Mundo Aluvi C.A se ha tomado como objeto de estudio, con la finalidad

de obtener el Tiempo Estándar para dicha operación, así evaluar y obtener mejoras en la operación seleccionada.

La información necesaria para lograr el propósito de este estudio, se va a obtener a través de visitas a la empresa con el propósito de tomar los datos necesarios para hacer los cálculos del estudio de tiempo, debido a que los tiempos de ejecución de las actividades realizadas por los operarios no están estipulados y también aplicando el estudio de muestreo para determinar el porcentaje de eficiencia del operario.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1. ANTECEDENTES**

Mundo Aluvi C.A es una empresa formada desde los principios por sus patronos quienes también son los dueños, desde sus comienzos emplea obreros con grado de bachiller para la fabricación de sus artículos, los cuales no son evaluados antes de ser contratados si no que se ven obligados a aprender en el día a día. La falta de organización y de estandarización de medidas, la poca experiencia son una de las tantas debilidades que generan problemas. Cabe destacar que la empresa no sigue normas de estandarización ni de calidad establecidas, los trabajadores basan el control de calidad en como se ve el producto y si soporta caras ejercidas en el momento de su instalación, no poseen tecnologías actualizadas por lo que utilizan implementos netamente manuales.

Después de haber realizado una serie de visitas a la empresa y de conocer el proceso que se realiza en ésta, se pudo notar que los elementos productivos de dicha empresa, no han contado con un control de tiempos de ejecución estandarizados, lo cual significa y se traduce en pérdidas globales de tiempo productivo, lentitud al realizar las actividades, incremento de los costos de mano de obra, y por ende, la disminución de la efectividad en la elaboración del producto. De igual manera se desconoce el porcentaje de eficiencia que tiene el operario al realizar cada uno de los procesos que forman parte de la fabricación de las piezas como tal.

### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la Actualidad la empresa Mundo Aluvi C.A, no ha establecido los estándares de tiempo para la fabricación de sus piezas. Debido a esto surgió la necesidad de determinar el tiempo de ejecución que emplea un operario promedio

para realizar una determinada actividad, al igual que las tolerancias que tienen los operarios en la jornada de trabajo.

La aplicación del estudio de tiempo estándar, permitirá determinar la cantidad de tiempo requerido para que un operario de tipo medio, trabajando a un ritmo normal lleve a cabo las operaciones propias de la elaboración del producto.

Es necesario determinar y establecer los tiempos que se les deben asignar a los operarios para que ejecuten su labor de manera más rápida y efectiva.

En la empresa Mundo Aluvi C.A., tampoco se cuenta con una clara definición del porcentaje de tolerancias para los trabajadores en las distintas operaciones que llevan a cabo, lo que ha traído como consecuencia la falta de un desempeño efectivo de las actividades que realizan.

Es importante destacar que no se contó con información previa para determinar el tiempo estándar de la operación seleccionada, ya que, como se mencionó anteriormente la empresa no cuenta con ningún tipo de estandarización.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

El propósito de este proyecto es aportar la información necesaria para un mejor método de trabajo a los operarios, determinando así el tiempo estándar de una actividad que se realice en la empresa por medio de la observación y el cronometraje, para así tener un tiempo exacto, y estudiando si es factible el tiempo en el cuál se ejecuta una determinada tarea.

Otros de los propósitos con que se realiza este proyecto es determinar la eficiencia de los empleados de Mundo Aluvi C.A. Se estudiará la posibilidad de mejorar las posibles fallas que se pueden estar presentando de acuerdo con los resultados que se obtengan para así mejorar todo lo que es el proceso de fabricación como tal y aumentar la producción.

## **1.4 LIMITACIONES**

Durante la búsqueda de información para realizar este estudio se presentaron las siguientes limitaciones:

- Al momento de las observaciones hubo ciertas dificultades originadas por el ruido que generaban los equipos manipulados en el área de producción.
- La empresa no posee con material documental, sobre el control de la producción, situación actual de los tiempos estándares y eficiencia del personal que labora en la ella.
- Se contó con poco tiempo libre para la realización de las visitas técnicas a la empresa.
- No se contaba con un medio de transporte fijo para la movilización del grupo de trabajo hasta la empresa.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivo general**

- Realizar el estudio de tiempo al proceso de fabricación de ventanas de tipo corredizas de 1x1m en la empresa MUNDO ALUVI, C.A.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Determinar el tamaño de la muestra que se tomará para la realización del estudio de tiempo.
- Identificar los elementos que estén más asociados a la operación para realizar el estudio.
- Utilizar el cronómetro para la toma de tiempo.
- Calcular los tiempos seleccionados de la operación del proceso para vaciarlos en el formato.

- Determinar la calificación de la velocidad del operario a través del método WESTINGHOUSE.
- Determinar el tiempo normal.
- Determinar las tolerancias a ser asignadas según las características de la operación.
- Calcular el tiempo estándar de la operación seleccionada.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ESTUDIO DE TIEMPO**

Es una técnica de medición del trabajo que se emplea para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, para analizar los datos, con el fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea bajo normas establecidas. En la práctica, el estudio de tiempos incluye, por lo general, al estudio de métodos.

##### **2.1.1 Requerimientos del estudio de tiempo**

###### **2.1.1.1 Responsabilidad del analista.**

Todo trabajo involucra distinto grado de habilidad, esfuerzo físico y mental, debe existir un entendimiento completo entre el supervisor, el trabajador, el representante sindical y el analista de estudio de tiempos, este último estar seguro de que usa el método correcto, registrar con precisión los tiempos tomados, evaluar con honestidad el desempeño de los trabajadores y abstenerse a criticarlo. Para lograr mantener buenas relaciones humanas, el analista de estudio de tiempos siempre deberá ser honrado, bien intencionado, paciente y entusiasta, y siempre debe usar un buen juicio.

###### **2.1.1.2 Responsabilidad del supervisor.**

El supervisor debe notificar con antelación al operario que se estudiara su trabajo asignado. Esto abre el camino tanto para el operario como para el analista.

El operario tiene seguridad de que el supervisor sabe que se va a establecer una tasa sobre la tarea; con esto puede señalar algunas dificultades específicas que se deban corregirse antes de establecer un estándar. El supervisor debe verificar que se utiliza el método adecuado establecido por el departamento de métodos y que el operario seleccionado es competente y tiene la experiencia adecuada en el trabajo.

### **2.1.1.3 Responsabilidad del operario.**

Todo empleado debe tener el interés suficiente en el bienestar de la compañía y apoyar las prácticas y procedimientos que implante la administración. Los operarios deben probar con integridad los nuevos métodos y cooperar para eliminar las fallas características de muchas innovaciones. Hacer sugerencias para mejorar todavía más los métodos, debe aceptarse como parte de la responsabilidad de todo empleado. El operario está más cerca que nadie del trabajo y puede hacer contribuciones reales a la compañía si ayuda a establecer los métodos ideales.

### **2.1.2 Alcance**

Se deben compaginar las mejores técnicas y habilidades disponibles a fin de lograr una eficiente relación hombre-máquina. Una vez que se establece un método, la responsabilidad de determinar el tiempo requerido para fabricar el producto queda dentro del alcance de este trabajo. También está incluida la responsabilidad de vigilar que se cumplan las normas o estándares predeterminados, y de que los trabajadores sean retribuidos adecuadamente según su rendimiento. Estas medidas incluyen también la definición del problema en relación con el costo esperado, la reparación del trabajo en diversas operaciones, el análisis de cada una de éstas para determinar los procedimientos de manufactura más económicos según la producción considerada, la utilización

de los tiempos apropiados y, finalmente, las acciones necesarias para asegurar que el método prescrito sea puesto en operación cabalmente.

### **2.1.3 Elementos y preparación para el estudio de tiempos.**

Es necesario que, para llevar a cabo un estudio de tiempos, el analista tenga la experiencia y conocimientos necesarios y que comprenda en su totalidad una serie de elementos que a continuación se describen para llevar a buen término dicho estudio.

- Selección de la operación. Que operación se va a medir. Su tiempo, en primer orden es una decisión que depende del objetivo general que perseguimos con el estudio de la medición. Se pueden emplear criterios para hacer la elección.
- El orden de las operaciones según se presentan en el proceso.
- La posibilidad de ahorro que se espera en la operación. Relacionado con el costo anual de la operación que se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Costo anual d operación} = (\text{actividad anual})(\text{tiempo de operación})(\text{salario horario})$$

Según necesidades específicas.

- Selección del operador. Al elegir al trabajador se deben considerar los siguientes puntos:
  - Habilidad, deseo de cooperación, temperamento, experiencia.
- Actitud frente al trabajador.
- El estudio debe hacerse a la vista y conocimiento de todos.
- El analista debe observar todas las políticas de la empresa y cuidar de no criticarlas con el trabajador.

- No debe discutirse con el trabajador ni criticar su trabajo sino pedir su colaboración.
- Es recomendable comunicar al sindicato la realización de estudios de tiempos.
- El operario espera ser tratado como un ser humano y en general responderá favorablemente si se le trata abierta y francamente.
- Análisis de comprobación del método de trabajo. Nunca debe cronometrar una operación que no haya sido normalizada.

La normalización de los métodos de trabajo es el procedimiento por medio del cual se fija en forma escrita una *norma de método de trabajo* para cada una de las operaciones que se realizan en la fábrica.

La ventaja de la estandarización del método de trabajo resulta en un aumento en la habilidad de ejecución del operario, lo que mejora la calidad y disminuye la supervisión personal por parte de los supervisores; el número de inspecciones necesarias será menor, lográndose una reducción en los costos.

#### **2.1.4 Herramientas utilizadas para el estudio**

El estudio de tiempos exige cierto material fundamental como lo son: un cronómetro o tabla de tiempos, una hoja de observaciones, formularios de estudio de tiempos y una tabla electrónica de tiempos.

##### **2.1.4.1 Cronómetro.**

Es un reloj de precisión que se utiliza para establecer los tiempos de ejecución de las tareas que se ejecutan en alguna actividad en especial. Varios tipos de cronómetros están en uso actualmente. La mayoría de los cuales se encuentran dentro de la siguiente clasificación:

- **El cronómetro decimal de minutos (de 0.01):** tiene su carátula con 100 divisiones y cada una de ellas corresponde a 0.01 de minuto. Por lo tanto, una vuelta completa de la manecilla mayor requerirá un minuto. El cuadrante pequeño del instrumento tiene 30 divisiones, correspondiendo cada una a un minuto. Por cada revolución de la manecilla mayor, la manecilla menor se desplazará una división, o sea, un minuto.
- **El cronómetro decimal de minutos (de 0.001):** es parecido al cronómetro decimal de minutos de 0.01 min. En el primero cada división de la manecilla mayor corresponde a un milésimo de minuto. De este modo, la manecilla mayor o rápida tarda 0.10 min en dar una vuelta completa en la carátula, en vez de un minuto como en el cronómetro decimal de minutos de 0.01min. Se usa este aparato sobre todo para tomar el tiempo de elementos muy breves a fin de obtener datos estándares. En general, el cronómetro de 0.001 min no tiene corredera lateral de arranques sino que se pone en movimiento, se detiene y se vuelve a cero oprimiendo sucesivamente la corona.
- **El cronómetro decimal de hora:** tiene la carátula mayor dividida en 100 partes, pero cada división representa un diezmilésimo (0.0001) de hora. Una vuelta completa de la manecilla mayor de este cronómetro marcará, por lo tanto, un centésimo (0.01) de hora, o sea 0.6 min. La manecilla pequeña registra cada vuelta de la mayor, y una revolución completa de la aguja menor marcará 18 min. o sea 0.30 de hora. En el cronómetro decimal de horas las manecillas se ponen en movimiento, se detienen y se regresan a cero de la misma manera que en el cronómetro decimal de minuto de 0.01 min.

#### 2.1.4.2 Tabla de tiempos.

Respecto a la tabla de tiempos, consiste en una tabla de tamaño conveniente donde se coloca la hoja de observaciones para que pueda sostenerla con comodidad el analista, y en la que se asegura en la parte superior un reloj

para tomar tiempos. La hoja de observaciones contiene una serie de datos como el nombre del producto, nombre de la pieza, número de parte, fecha, operario, operación, nombre de la máquina, cantidad de observaciones, división de la operación en elementos, calificación, tiempo promedio, tiempo normal, tiempo estándar, meta por hora, la meta por día y el nombre del observador. La tabla electrónica de tiempos es una hoja hecha en Excel donde se inserta el tiempo observado y automáticamente ella calculará tiempo estándar, producción por hora, producción por turno y cantidad de operarios necesarios.

## **2.1.5 Estudio de tiempos con cronometro.**

### **2.1.5.1. Definición**

El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

- Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
- Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación.
- Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- Se encuentran bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

Pasos para su realización:

➤ Preparación:

- Se selecciona la operación
- Se selecciona al trabajador
- Se realiza un análisis de comprobación del método de trabajo.
- Se establece una actitud frente al trabajador.

➤ Ejecución

- Se obtiene y registra la información.
- Se descompone la tarea en elementos.
- Se cronometra.
- Se calcula el tiempo observado.

➤ Valoración

- Se valora el ritmo normal del trabajador promedio.
- Se aplican las técnicas de valoración.
- Se calcula el tiempo base o el tiempo valorado.

➤ Suplementos

- Análisis de demoras
- Estudio de fatiga
- Cálculo de suplementos y sus tolerancias

➤ Tiempo estándar

- Error de tiempo estándar
- Cálculo de frecuencia de los elementos

- Determinación de tiempos de interferencia
- Cálculo de tiempo estándar.

#### **2.1.5.2 Método de regreso a cero.**

El método de regreso a cero tiene ventajas como también desventajas comparado con la técnica de tiempo continuo. Algunos analistas de estudio de tiempo usan ambos métodos, con la idea de que los estudios en los que predominan los elementos prolongados se adaptan mejor a las lecturas con regresos a cero, y es mejor usar el método continuo en los estudios de ciclos cortos.

Como los valores del elemento que ocurrió tienen una lectura directa con el método de regresos a cero, no es necesario realizar las restas sucesivas, como en el método continuo. Entonces la lectura se inserta directamente en la columna de TO (tiempo observado). También se pueden registrar de inmediato los elementos que el operario ejecuta en desorden sin una notación especial. Entre las desventajas del método de regreso a cero esta la que promueve que los elementos individuales se eliminen de la operación. Estos elementos no se pueden estudiar en forma independiente porque los tiempos elementales dependen de los elementos anteriores y posteriores.

#### **2.1.5.3. Método continuo.**

El método continuo para registrar valores elementales es superior al de regreso a cero. Lo más significativo es que el estudio que se obtiene presenta un registro completo de todo el periodo de observación; esto complace al operario y al representante sindical. El operario puede ver que se dejaron tiempos fuera en el estudio y que se incluyeron todos los retrasos y elementos extraños. Como todos los hechos se presentan con claridad, es más sencillo explicar y vender esta

técnica de registro de tiempos. También se adapta mejor a la medición y registro de elementos muy cortos.

Con la práctica, un buen analista de estudio de tiempos puede detectar con precisión tres elementos cortos. Se requiere más trabajo de escritorio para calcular el estudio si se usa el método continuo. Como se lee el cronometro en los puntos terminales se cada elemento mientras las manecillas del reloj continúan su movimiento, es necesario hacer restas sucesivas de las lecturas consecutivas para determinar el tiempo transcurrido en cada elemento.

### **2.1.6 Ciclos del estudio.**

Como la actividad de una tarea y su tiempo de ciclo influyen en el número de ciclos que se pueden estudiar, desde el punto de vista económico, el analista no puede estar gobernado de manera absoluta por la práctica estadística que demanda cierto tamaño de muestra basado en la dispersión de las lecturas individuales del elemento. La General Electric Company estableció una tabla con los valores aproximados al número de ciclos a observarse puede establecer un número más exacto con métodos estadísticos.

Como el estudio de tiempos es un procedimiento de muestreo, el promedio de muestras ( $\bar{X}$ ) obtenidas de observaciones con distribución normal también tienen distribución normal alrededor de la media de la población  $m$ . la varianza alrededor de la media de población  $\mu$  es igual a  $\frac{\sigma^2}{n}$  donde  $n$  es igual al tamaño de la muestra y es la varianza de la población.

Los estudios de tiempo involucran solo muestras pequeñas ( $n < 30$ ) de una población; por lo tanto, debe utilizarse una distribución "t". Por lo tanto, la fórmula del intervalo de confianza es:  $\bar{X} \pm t$

### 2.1.6.1. Método de rango de aceptación.

Se especifica el intervalo de confianza (I) en función de la precisión del estimador (K) y la media de la muestra ( X ), este intervalo indica el valor de muestreo, es decir, cuando puede ser la desviación del valor estimado. En este caso, se fija la precisión K=10% y un coeficiente C = 90%, exigiéndose entonces que el 90% de los valores registrados se encuentren dentro del intervalo de confianza. Por tanto, las lecturas que no se encuentren dentro de este rango no se consideran representativas, por lo que no se toman para el estudio. Es necesario establecer ciertos valores.

Operación	M	LM	Lm	$\Delta$	Rango	M	TC, M-1	IM	I	X

$$\Delta = 0.5 * | X - LM | + | X - Lm |$$



$$\text{RANGO DE ACEPTACIÓN} \left\{ \begin{array}{l} X + \Delta \\ X - \Delta \end{array} \right.$$

**Dónde:**

**M** = Número de observaciones realizadas.

**LM** = Lectura mayor.

**Lm** = Lectura menor = Variación.

**IM** = Intervalo de la muestra.

**I** = Intervalo predefinido.

**X** = TPS.

### 2.1.6.2. Método General Electric.

TIEMPO DEL CICLO (MIN)	OBSERVACIONES A REALIZAR
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00	15
5.00 a 10.00	10
10.00 a 20.00	8
20.00 a 40.00	5
Más de 40.00	3

Figura 1: Tabla Método General Electric.

#### Métodos

1. Sistema Westinghouse.
2. Sistema Westinghouse Modificado.
3. Calificación sistemática.
4. Calificación por velocidad.
5. Calificación objetiva.

### 2.1.7 Método de calificación. Sistema Westinghouse.

Método que consiste en evaluar de manera cualitativa y cuantitativa 4 factores los cuales determinan la clase, la categoría y le porcentaje realizado así la sima algebraica que permite determinar el factor de actuación (c).

**Habilidad:** Pericia en seguir un método, se determina por su experiencia y sus aptitudes inherentes como coordinación natural y ritmo de trabajo, aumenta con el tiempo.

**Esfuerzo:** Demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia, rapidez con que se aplica la habilidad, está bajo el control del operario.

**Condiciones:** Aquellas que afectan al operario y no a la operación los elementos que incluyen son: ruido, temperatura, ventilación e iluminación.

**Consistencia:** Se evalúa mientras se realiza el estudio, al final. Los valores elementales que se repiten constantemente tendrán una consistencia perfecta.

### **2.1.8 Tolerancias.**

Después de haber calculado el tiempo normal, es necesario hacer otros cálculos para llegar al verdadero tiempo estándar, esta consiste en la adición de un suplemento o margen al tener en cuenta las numerosas interrupciones, retrasos y movimientos lentos producidos por la fatiga inherente a todo trabajo.

El tiempo normal de una operación no contiene ninguna tolerancia, es solamente el tiempo que tardaría un operario calificado en ejecutar la tarea si trabajará a marcha normal; sin embargo, una persona necesita de cierto tiempo para atender necesidades personales, para reponer la fatiga, además existen otros factores que están fuera de su control que también consumen tiempo.

En general las tolerancias se aplican para cubrir tres áreas generales:

- Necesidades Personales.
- Fatigas.
- Demoras Inevitables.

Las tolerancias deben calcularse en forma tan precisa como sea posible, o de otra manera se anulará por completo el esfuerzo puesto al hacer el estudio, las tolerancias se aplican al estudio de acuerdo a tres categorías:

- Tolerancias aplicables al tiempo total del ciclo.
- Tolerancias que deben considerarse solo en el tiempo de maquinado.
- Tolerancias aplicables solo al tiempo de esfuerzo.

➤ **Necesidades personales**

Incluye interrupciones en el trabajo, necesarias para el trabajador, como son: viajes periódicos al bebedero de agua o al baño.

➤ **Fatiga**

La fatiga se considera como una disminución en la capacidad de realizar trabajo. La fatiga es el resultado de una acumulación de productos de desechos en los músculos, y en el torrente sanguíneo, lo cual reduce la capacidad de los músculos para actuar. La fatiga puede ser también mental. Una persona debe ser colocada, de ser posible en el trabajo que más le agrade.

El método utilizado para determinar la fatiga es el método sistemático el cual incluye: criterios de temperatura, de ventilación, humedad, ruidos, duración de la actividad de repetición del ciclo, demanda física, demanda mental o visual, y de posición del operador. Cada criterio está conformado por varios niveles ponderados, y se evalúa de acuerdo a las condiciones observadas durante el estudio. La ponderación total (sumatoria de todos los criterios), se somete a una tabla que indica el porcentaje por fatiga, o si se requiere en minutos.

➤ **Demoras inevitables**

Las demoras pueden ser evitables o inevitables. En la determinación del tiempo estándar no se consideran las demoras evitables causadas intencionalmente por el obrero. Las demoras inevitables incluyen interrupciones hechas por el supervisor, analista de tiempo y otros, irregularidades en materiales,

dificultad de mantener tolerancias e interferencias debidas a la asignación de varias máquinas a un operario.

### ➤ **Cálculo de los suplementos**

En la siguiente figura se presenta el modelo básico para el cálculo de los suplementos. Podrá verse que los suplementos por descanso (destinados a reponerse de la fatiga) son la única parte especial del tiempo que se añade al tiempo básico. Los demás suplementos, como por contingencias, por razones de políticas de la empresa y especiales, solamente se aplican bajo ciertas condiciones.

- **Suplementos por descanso:** Se calculan de modo que permitan al trabajador reponerse de la fatiga. Tienen dos componentes principales los suplementos fijos y los suplementos variables. Los suplementos fijos, a su vez, se dividen en los siguientes
- **Suplementos por necesidades personales:** Se aplican a los casos inevitables de abandono del puesto de trabajo, por ejemplo para ir a beber algo, a lavarse o al baño; en la mayoría de las empresas que lo aplican suele oscilar entre 5 y 7 por ciento.
- **Suplementos por fatiga básica:** Es siempre una cantidad constante y se aplica para compensar la energía consumida en la ejecución de un trabajo y para aliviar la monotonía. Es frecuente que se fije en 4% del tiempo básico, cifra que considera suficiente para un trabajador que cumpla su tarea sentado, que ejecute un trabajo ligero en buenas condiciones materiales y que no precisa emplear manos, piernas sentidos sino normalmente.
- **Suplementos variables:** Se añaden cuando las condiciones de trabajo difieren mucho de las indicadas, por ejemplo cuando las condiciones

ambientales son malas y no pueden ser mejoradas, cuando aumentan el esfuerzo y la tensión para ejecutar determinada tarea, etc.

➤ **Recomendaciones para el descanso.**

Los suplementos por descanso pueden traducirse en verdaderas pausas, si bien no hay regla fija sobre estas pausas, es corriente que se haga cesar el trabajo durante 10 ó 15 minutos a media mañana y a media tarde.

➤ **Importancia de los periodos de descanso.**

Atenúan las fluctuaciones de rendimiento del trabajador a lo largo del día contribuyen a estabilizarlo más cerca del nivel óptimo. Rompen la monotonía de la jornada. Ofrecen a los trabajadores la posibilidad de reponerse de la fatiga y atender sus necesidades personales. Reducen las interrupciones del trabajo efectuadas por los interesados durante las horas de trabajo.

➤ **Otros suplementos**

Algunas veces al calcular el tiempo estándar es preciso incorporar otros suplementos además del suplemento por descanso.

- **Suplementos por contingencia:** Es el pequeño margen que se incluye en el tiempo estándar para prever demoras que no se pueden medir exactamente porque aparecen sin frecuencia ni regularidad.
- **Suplementos por razones de política de la empresa:** Es una cantidad no ligada a las primas, que se añade al tiempo tipo (o a alguno de sus componentes, como el contenido de trabajo) para que en circunstancias excepcionales, a nivel definido de desempeño corresponda un nivel satisfactorio de ganancias.

- **Suplementos especiales:** Se conceden para actividades que normalmente no forman parte del ciclo de trabajo, pero en las cuales este no se podría efectuar debidamente.
- **Propósito de los suplementos.**

El propósito fundamental de las tolerancias es agregar un tiempo suficiente al tiempo de producción normal que permita al operario de tiempo medio cumplir con el estándar a ritmo normal. Se acostumbra a expresar las tolerancias como un multiplicador, de modo que el tiempo normal, que consiste en elementos de trabajo productivo, se puede ajustar fácilmente al tiempo de margen.

## 2.2 TIEMPO ESTÁNDAR

Es una función de la cantidad de tiempo necesario para desarrollar una unidad de trabajo, usando un método y equipos dados, bajo ciertas condiciones de trabajo, ejecutado por un obrero que posea una cantidad de habilidad específica y una aptitud promedio para el trabajo. Es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

Se determina sumando los tiempos estándares permitidos para cada uno de los elementos que comprenden el estudio de los tiempos estándares elementales, lo cual dará el estándar en minutos por pieza o en horas por pieza. La mayoría de las operaciones industriales tienen ciclos relativamente cortos (inferiores a cinco minutos), por lo tanto usualmente es más conveniente expresar los estándares en términos de horas por 100 piezas.

$$TE = TPS * Cv + \sum Tol$$

**En donde:**

**TE** = Tiempo Estándar

**TN** = TPS x Cv

**TPS** = Tiempo Promedio Seleccionado

**Cv** = Factor de Calificación Cv = 1 ± c

**c** = Coeficiente de confianza

$$TPS = \frac{\sum \text{lecturas}}{\text{número de observaciones}}$$

### 2.2.1 Propósito del Tiempo Estándar

- Base para el pago de incentivos.
- Denominador común para la comparación de diversos métodos.
- Método para asegurar una distribución del espacio disponible.
- Medio para determinar la capacidad de la planta.
- Base para la compra de un nuevo equipo.
- Base para equilibrar la fuerza laboral con el trabajo disponible.
- Mejoramiento del control de producción.
- Control exacto y determinación del costo de mano de obra.
- Base para primas y bonificaciones.
- Base para un control presupuestal.
- Cumplimientos de las normas de calidad.
- Simplificación de los problemas de dirección de la empresa.
- Mejoramiento de los servicios a los consumidores.
- Elaboración de planes de mantenimiento.

### 2.3 TIEMPO NORMAL

Es el tiempo requerido por el operario normal para realizar la operación cuando trabaja con una velocidad estándar, sin ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables.

$$TN = TPS * Cv$$

**Donde:**

$$TPS = \frac{\sum_{i=1}^n T}{n} ; \text{Tiempo Promedio Seleccionado}$$

$$Cv = 1 \pm c ; \text{Calificación de Velocidad}$$

## 2.4 CALIFICACIÓN DE VELOCIDAD

Es una técnica para determinar con equidad el tiempo requerido para que el operario normal ejecute una tarea después de haber registrado los valores observados de la operación en estudio. No existe un método universal, el analista debe ser lo más objetivo posible para poder definir el factor de calificación (c). Es el paso más importante del procedimiento de medición del trabajo, se basa en la experiencia, adiestramiento y buenos juicios del analista.

La calificación se realiza durante la observación de los tiempos elementales, el analista debe evaluar la velocidad, la destreza, la carencia de falsos movimientos, el ritmo, la coordinación y la efectividad; deben ajustarse los resultados a la actuación normal.

La calificación son los procedimientos que se utilizan para ajustar los valores de tiempo observados de forma tal que correspondan con los tiempos requeridos para que el operario normal ejecute una tarea. El sistema de calificación debe ser exacto, evaluar la influencia del juicio personal del analista, cuando exista variación en los estándares mayores que la tolerancia de  $\pm 5\%$  se debe mejorar o sustituir. Debe ser simple, conciso, de fácil explicación y con puntos de referencias bien establecidos.

## 2.5 MÉTODO SISTEMÁTICO PARA ASIGNAR TOLERANCIA POR FATIGA

En este método se debe evaluar de forma objetiva y a través de la observación directa, el comportamiento de las actividades ejecutadas por el operario, mediante un conjunto de factores los cuales poseen una puntuación según el nivel (evaluación cualitativa y cuantitativa). La sumatoria total de esos valores determina el rango y la clase (%) a que pertenece, según la Jornada de Trabajo que aplique, para asignarle un porcentaje del tiempo total que permita contrarrestar la fatiga.

La tabla de concesiones está diseñada para trabajar únicamente para trabajar con 4 tipos de jornadas (8.5, 8.7, 7.5, 7 h/día). La jornada de trabajo puede ser continua o discontinua. Para el caso de J.T diferentes debe reunirse a la siguiente fórmula:

$$\textit{Minutos concedidos} = \frac{\textit{CONCESIÓN\%JORNADA EFECTIVA}}{1 + \textit{CONCESIÓN\%}}$$

A pesar de que los distintos tipos de tolerancias vienen expresadas en unidad de tiempo debe tener una unidad en común para que tanto la fija como las variables puedan ser sumadas. Las tolerancias variables se refieren a la fatiga y la necesidad personal el resto de las tolerancias por lo general son fijas.

## 2.6 NORMALIZACIÓN DE TOLERANCIAS

Deducir de la jornada de trabajo los tiempos por concepto de suplementos o márgenes fijos de forma tal que se obtenga la jornada efectiva de trabajo, luego se determina cual es el porcentaje que representan las tolerancias por fatiga y necesidades personales del tiempo normal.

$$JET = JT - \sum Tolerancias Fijas$$

$$JET - Fatiga + NP \rightarrow Fatiga + NP$$

$$TN \rightarrow X$$

## 2.7 PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO PARA DETERMINAR EL TAMAÑO DE LA MUESTRA

1. Definir el Coeficiente de Confianza (c), el cual va a depender del conocimiento del proceso y manejo de la herramienta. Utilizando la tabla de t student, se interpola para hallar el valor de tc.

2. Definir el Intervalo de Confianza (**I**):

$$Lc = I = X \pm \frac{tc * S}{n}$$

3. Determinar la Desviación Estándar (**S**):

$$S = \frac{\sqrt{\sum T^2 - \sum T^2/n}}{n - 1}$$

4. Determinar el Intervalo de la muestra (**Im**):

$$Im = \frac{2 * tc * S}{n}$$

5. Criterio de Decisión:

$$\text{Si } \begin{cases} Im \leq I \rightarrow \text{Se Acepta } n \\ Im \geq I \rightarrow \text{Se Rechaza } n \\ \therefore \text{Se Recalcula } n \end{cases}$$

6. Nuevo tamaño de la muestra (**N'**):

$$N' = \frac{4 * tc^2 * S^2}{I^2} \quad \therefore N = N' - n$$

## 2.8 PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR EL TIEMPO ESTÁNDAR

1. Seleccionar el trabajo que va a ser estudiados.
2. Registrar todos los datos necesarios.
3. Examinar los datos registrados y comprobar si son utilizados los mejores métodos y movimientos.
4. Medir la cantidad de trabajo, seleccionado la técnica de medición más adecuada para el caso.
5. Aplicar calificación y tolerancias en caso de utilizar cronometraje.
6. Definir las actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado.

## 2.9 PASOS PARA CALCULAR EL TIEMPO ESTÁNDAR

1. Cálculo de TPS:

$$TPS = \frac{\sum_{i=1}^n T}{n}$$

2. Calcular Cv:

$$Cv = 1 \pm c$$

3. Cálculo de TN

$$TN = TPS * Cv$$

4. Análisis de Tolerancias

5. Factores de Fatiga (Condiciones de Trabajo).

- Temperatura
- Condiciones Ambientales
- Humedad
- Nivel de Ruido
- Iluminación
- Duración del Trabajo
- Repeticiones del Ciclo
- Esfuerzo Físico
- Esfuerzo Mental o Visual
- Posición de Trabajo

6. Cálculo de la Fatiga:

$$\textit{Minutos concedidos} = \frac{\textit{CONCESIÓN\%JORNADA EFECTIVA}}{1 + \textit{CONCESIÓN\%}}$$

7. Calculo de JET

$$\textit{JET} = \textit{JT} - \sum \textit{Tolerancias Fijas}$$

8. Normalizando

$$\begin{aligned} \textit{JET} - \textit{Fatiga} + \textit{NP} &\rightarrow \textit{Fatiga} + \textit{NP} \\ \textit{TN} &\rightarrow \textit{X} \end{aligned}$$

$$\textit{X} = \frac{\textit{TN} * (\textit{Fatiga} + \textit{NP})}{\textit{JET} - (\textit{Fatiga} + \textit{NP})}$$

9. Calculo de Tiempo Estándar

$$\textit{TE} = \textit{TPS} * \textit{Cv} + \sum \textit{Tol}$$

$$\textit{TE} = \textit{TN} + \sum \textit{Tol}$$

## **CAPÍTULO III**

### **DISEÑO METODOLÓGICO**

En este capítulo se describe el tipo de estudio, la población y muestra que se llevó a cabo, así como los diferentes recursos e instrumentos utilizados y procedimiento para recolectar la información.

#### **3.1 MARCO METODOLOGICO**

El marco metodológico de la investigación es determinante para fijar todas y cada una de las relaciones que se establecen entre los hechos y los resultados que se obtienen a través del estudio, así mismo permite identificar las desviaciones arrojadas por el estudio. El fin esencial del marco metodológico es el de situar en el lenguaje de investigación los métodos e instrumentos que se emplearan en el trabajo planteado.

#### **3.2 TIPO DE ESTUDIO**

En la presente investigación se aplica el estudio de tiempo y el muestreo de trabajo para evaluar el proceso de fabricación de ventanas tipo corredizas de 1x1m.

En el actual estudio se utilizara una metodología de tipo descriptiva, según el autor Fidias G. Arias (2012), define: “la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento”. Es descriptiva porque a través del estudio se pudo registrar, interpretar y analizar el estado actual de los problemas presentes en la empresa de forma tal que se permita hacer una propuesta que lleve solución a estos problemas.

De acuerdo con el nivel de conocimiento a obtener la investigación será descriptiva, utilizando como estrategia cualitativa de procesamiento de información el análisis operacional. La cualidad de ser descriptiva se debe a que se deben describir cada uno de los procesos o entes que se encuentran inmersos como: almacenamiento de la materia prima, el orden en que se realizan las operaciones para fabricar las ventanas de tipo corredizas de 1x1m en la empresa Mundo Aluvi C.A.

### **3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

De acuerdo al marco donde se desarrolló la investigación, el estudio que se realizó es una Investigación de campo, se puede expresar lo señalado por Arias (2004) “consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variables alguna”. De esta manera, este diseño le permitirá al investigador alcanzar sus objetivos de estudio, y adaptarlos a la particularidad de los mismos. Con el fin de analizar interrogantes que se han planteado. De allí su carácter de Investigación no experimental.

### **3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.4.1 Población**

Dentro de toda investigación, la población constituye el eje de aplicación del estudio, ya que de ella se obtienen los datos relativos a la indagación desarrollada. Tamayo y Tamayo (1998) define población: “como la totalidad del fenómeno a estudiar en donde las unidades de población poseen una característica común, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación”. Para efectos de este estudio, en Mundo Aluvi C.A, se tiene como población todas las áreas de las mismas, la producción, venta, almacén y los operarios, áreas que a su vez incluyen la maquinaria y/o herramientas presentes.

### **3.4.2 Muestra**

La muestra que se tomará para la investigación en el proceso de producción son ventanas de tipo corredizas de 1x1m, por contar con toda la información y por ser el principal producto de venta en la empresa Mundo Aluvi C.A. Balestrini (2006), señala que: “una muestra es una parte representativa de una población, cuyas características deben producirse en ella, lo más exactamente posible.

## **3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

En esta etapa consiste en realizar la recolección de los datos e información pertinente. La fuente de información primaria debe ser de forma oral y escrita. Según Sabino (2003) define “como cualquier recurso del que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos la información” También añade que el tipo de aproximación que establece con lo empírico es lo que se llama técnica. Entre las técnicas más utilizadas para la recolección de datos se pueden nombrar:

### **3.5.1 Observaciones directas**

Esta técnica fue realizada de forma propicia obteniendo a través de ella la información y detalles necesarios del proceso a estudiar. Las visitas al local proporcionaron visualizar el mismo y, particularmente el desarrollo integral de las labores ejecutadas por los trabajadores de la empresa, para así obtener una visión más amplia del proceso de realización de ventanas tipos corredizas. Sabino (1992) afirma que: “la observación directa es el uso sistemático de nuestros sentidos orientados a la captación de la realidad que queremos estudiar” .

### **3.5.2 Entrevista Estructurada**

Primero se concretó un encuentro con el dueño del local. Se le realizaron una serie de preguntas correspondientes a la situación de la empresa. Por este medio se logró obtener datos como materia prima usada en el proceso, las medidas del área del local y de las herramientas utilizada, entre otros. Esta entrevista se desarrolló siguiendo las pautas de formalidad que requirió la misma, la cual se llevó a cabo de forma planificada, ordenada y objetiva utilizando para ello preguntas de tipo abierta predeterminadas con anterioridad. Hernández, Fernández y Baptista (1991), indican que el instrumento más utilizado para recolectar los datos es el cuestionario. “Un cuestionario consiste en un conjunto de preguntas respecto a una o más variables a medir”

### **3.5.3 Revisión bibliográfica**

Consultas en la web sobre tesis de grados y trabajos ya realizados permitieron tener la estructura para plasmar la investigación. Esta herramienta permitió consultar la parte teórica necesaria para poner en marcha los anteriores recursos, así como también ayudo a la definición de términos necesarios para el desarrollo del estudio. Al respecto la Universidad Nacional Abierta (1990), dice que:” La documentación se basa en el estudio de documentos, entendiendo por tales: todo aquello que bajo una forma de relativa permanencia pueda servir para suministrar o conservar información “.

### **3.5.4 Instrumentos**

Para la investigación que se realizó en la empresa Mundo Aluvi C.A se utilizaron las siguientes herramientas para la realización del estudio:

- Papel
- Lápiz

- Cronómetro para estudio de tiempos, con pantalla digital (electrónico), para tomar las mediciones del tiempo, bien sea por concepto de demoras o para medir el tiempo de operación.
- Formato para el estudio de tiempos que permite apuntar los detalles escritos que deben incluirse en el estudio.
- Formato para concesiones por fatiga.
- Tabla Método sistemático para asignar tolerancias por fatiga.
- Tabla t-student.
- Tabla Westinghouse.

### **3.6 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO**

- **Estudio de Tiempo Estándar.**

El procedimiento que se realizó para la estandarización del proceso de fabricación de ventanas tipo corredizas de 1x1m se presenta a continuación:

1.- Visita a la empresa “Mundo Aluvi C.A”, para observar de forma directa el trabajo que realiza el operario en el área de confección.

2.- Descripción de la operación.

3.- Toma de tiempos de cada una las operaciones que se realiza en el área de fabricación.

4.- Registrar los tiempos tomados.

5.- Se calculó el tiempo promedio seleccionado de la actividad que se le está realizando el estudio.

6.- Suponer un coeficiente de Confianza.

7.- Hallar el Intervalo de Confianza.

8.- Calcular el Intervalo de la Muestra y comparar con el Intervalo de confianza.

9.- Calificar al operario para hallar el CV

10.- Calcular el Tiempo Normal.

11.- Asignar tolerancias (fatiga y necesidades personales).

12.- Normalizar las tolerancias.

13.- Calcular el Tiempo Estándar.

## **CAPÍTULO IV**

### **SITUACIÓN ACTUAL**

#### **4.1 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD A ESTUDIAR**

Este capítulo presenta el análisis de distintos puntos de vista de las operaciones y condiciones llevadas a cabo en el área de ensamblaje de la empresa MUNDO ALUVI C.A, basado en la aplicación de las herramientas del estudio de tiempo, mencionadas en el capítulo II.

Es necesario destacar que las operaciones realizadas en la empresa no tiene estándares de tiempo determinados, que son necesarios para tener el conocimiento del tiempo de ejecución de la operación, también se desconocen las tolerancias que requieren los operarios en la jornada de trabajo.

No se tiene tiempo para descanso, merienda u otros tiempos fuera del proceso. Solo se cuenta con un tiempo de 30 min para necesidades personales.

El proceso en el área de ensamblaje es netamente manual, y el tiempo de ejecución depende totalmente del operario.

Este proceso fue seleccionado debido a que es realizado todos los días de trabajo y en repetidas oportunidades.

#### **4.2 SELECCIÓN DE SEGUIMIENTO**

Se selecciona hacerle el seguimiento al operario, y específicamente el estudio de tiempos a las tres tareas básicas que se realiza para el ensamblaje de las ventanas, quedando divididas de la siguiente forma:

1. Corte de los perfiles de aluminio.

2. Perforación de los perfiles de aluminio.
3. Unión de los perfiles de aluminio.

En la primera operación el operario toma del almacén el perfil de aluminio y lo corta a la medida esperada en la trazadora.

En la segunda operación el operario perfora con un taladro los perfiles de aluminio a la medida esperada.

En la tercera operación el operario une los perfiles de aluminio formando un marco de ventana, con tornillos.

Dependiendo de la actuación del operario se observó que de acuerdo al tiempo que este tiene de experiencia trabaja con rapidez, mientras que los operarios que tienen menos tiempo laborando para la empresa realizan las tareas en un tiempo mayor.

## **CAPÍTULO V**

### **TIEMPO ESTANDAR**

#### **5.1 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR**

Para calcular el tiempo estándar se escogió la operación de perforación de los perfiles de aluminio, debido a la repetitividad de la misma y que está presente en todos los procesos de producción de la empresa.

#### **5.2 CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR**

Para calcular el tiempo estándar se utilizó un cronometro, empleando el método de vuelta cero, debido a que así se obtiene directamente el tiempo empleado para cada operación, así como también, se comprueba la estabilidad o inestabilidad del operario en la ejecución de la actividad realizada.

No obstante, se debe tomar en cuenta que este método puede no ser tan preciso, ya que se pierde algún tiempo por la reacción mental del analista para el uso del cronómetro; asimismo, no se registran posibles elementos extraños que pudieran influir en el ciclo de trabajo.

La empresa Mundo Aluvi C.A tiene una jornada de trabajo discontinua, de ocho (8) horas diarias, de lunes a viernes, distribuidas de 8:00AM a 12:00PM y de 1:00PM a 5:00PM; el tiempo de preparación inicial es de siete (7) minutos y el tiempo de preparación final de once (11) minutos.

#### **5.3 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE OBSERVACIONES A TOMAR**

Para la realización de este proyecto de investigación se tomó un total de 10 observaciones, sin considerar la cantidad de lecturas adicionales que podría

arrojar este procedimiento, estas operaciones fueron hechas en un solo turno de trabajo.

Previamente se estableció un coeficiente de confianza de 0.95, lo que quiere decir que el 95% de los datos registrados están dentro del intervalo de confianza, y por consiguiente; se tiene una imprecisión de un 5%. Dado que la muestra es de 10 ciclos, se tiene que los grados de libertad son de 9.

#### 5.4 PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR EL TIEMPO ESTÁNDAR DE LA OPERACIÓN DE PERFORACIÓN DE PERFILES DE ALUMINIO

El proceso de abertura de huecos con el taladro que representa el segundo elemento del proceso:

Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E-2	2.1	0.9	1.2	0.9	1.2	1.4	1.1	1.3	2.1	0.8

➤ **Determinación de la confiabilidad del estudio**

Para una muestra de n=10, el nivel de confianza seleccionado en el estudio es NC=95%.

➤ **Cálculo de la desviación estándar de la muestra**

$$S = \frac{\sqrt{\sum T^2 - \sum T^2/n}}{n - 1}$$

$$S = \frac{\sqrt{18,82 - 16,9}}{9}$$

$$S = 0,4618$$

➤ **Cálculo del intervalo de confianza**

$$I = \bar{X} \pm \frac{t_c * S}{\sqrt{n}} ; \text{ Si } T_c = t(\alpha, n - 1)$$

**Dónde:**

$n-1 = 10-1=9$  Cálculo de grados de libertad

$\alpha = 1-N_c$  Cálculo de nivel de significancia

$\alpha = 1-0.95$

$\alpha = 0.05$

Por tabla t-student:  $T_c = t(0.95, 9) = T_c = 1.833$

Cálculo de la probabilidad t-student (**Ver Anexo 1**)

➤ **Intervalo de confianza**

$$I_s = \bar{X} \pm \frac{T_c * S}{\sqrt{n}} = 1.3 + \frac{1.833 * 0.4618}{\sqrt{10}} = 1.5676 \text{ min}$$

$$I_i = \bar{X} \pm \frac{T_c * S}{\sqrt{n}} = 1.3 - \frac{1.833 * 0.4618}{\sqrt{10}} = 1.0324 \text{ min}$$

$$IT = I_s - I_i = (1.5676 - 1.0324) = 0.5353 \text{ min}$$

➤ **Cálculo del intervalo de la muestra**

$$I_m = \frac{2 * T_c * S}{\sqrt{n}} = \frac{2 * 1.833 * 0.4618}{\sqrt{10}} = 0.5353 \text{ min}$$

**Criterio de decisión**

Si  $I_m \leq I$  se acepta

Si  $I_m > I$  se rechaza

$0.5353 = 0.5353$

Como  $I_m = I$ , se acepta el tamaño de la muestra, por lo que es innecesario realizar nuevas lecturas.

➤ **Determinación del tiempo estándar**

$$TE = TPS * Cv + \sum Tol$$

**Calculo TPS<sub>10</sub>**

$$TPS = \frac{\sum_{i=1}^n T}{n} = \frac{2.1 + 0.9 + 1.2 + 0.9 + 1.2 + 1.4 + 1.1 + 1.3 + 2.1 + 0.8}{10}$$

$$TPS = 1.3$$

➤ **Cálculo del factor de calificación del operario**

Por medio del sistema Westinghouse (**Ver anexo 2**) se obtuvieron los siguientes datos:

✓ **Habilidad:** Excelente B2 +0.08

Se otorga esta calificación debido a la destreza del operario

✓ **Esfuerzo:** Aceptable E1 -0.02

Esta calificación se debe a que no requiere de gran esfuerzo para realizar la acción.

✓ **Condiciones:** Deficiente F -0.07

El área de trabajo no posee suficiente luz ni ventilación además de estar excesivamente desordenado.

✓ **Consistencia:** Buena C +0.01

El operario trabaja de forma continua durante la jornada de trabajo.

En resumen:

Factor	Clase	%
Habilidad	B2	+0.06
Esfuerzo	E1	-0.04
condiciones	F	-0.07
consistencia	C	+0.01

<b>C</b>	-0.04
----------	-------

$$Cv=1-c$$

$$Cv=1-0.04$$

$$Cv=0.96$$

El operario representa un 4% por debajo del promedio.

### ➤ Cálculo del Tiempo Normal (TN)

$$TN = TPS * Cv$$

$$TN = 1.3 * 0.96 = 1.248 \text{ min}$$

### Cálculo de las tolerancias

- ✓ **Necesidades personales:** La empresa no tiene establecido un tiempo por concepto de necesidades personales; el trabajador puede realizarlas en cualquier momento durante la jornada de trabajo. Para efectos de este estudio se estableció un tiempo de 30 minutos por concepto de necesidades personales (NP).
- ✓ **Tiempo de preparación inicial:** 7min, durante este tiempo se abren todas las santa marías se encienden las luces y preparan los sitios de trabajo.
- ✓ **Tiempo de preparación final:** 10min, durante este tiempo se ordena el sitio de trabajo se verifica que las maquinas estén desconectadas, se cierran todas las salidas.
- ✓ **Jornada de trabajo**

$$JT= \text{Discontinua} \left\{ \begin{array}{l} 8:00\text{am}- 12:00\text{pm} \\ 1:00\text{pm}- 5:00\text{pm} \end{array} \right.$$

**JT=8hrs**

**NP=30 min**

**TPI=7min**

**TPF=10min**

➤ **Cálculo de la jornada efectiva de trabajo**

$$JET = JT - \sum Tolerancias Fijas$$

$$\sum TolFijas = TPI + TPF$$

$$\sum TolFijas = 7min + 10min$$

$$\sum TolFijas = 17min$$

$$JET = 480min - 17min$$

$$JET = 463min$$

➤ **Cálculo de la tolerancia por fatiga**

Para el cálculo de las tolerancias por fatiga, se determinó el total de puntos en la hoja de concesiones (**Ver anexo 3**).

Describiendo los factores (**Ver anexo 4**).

- **Condiciones de trabajo**

- ✓ **Temperatura:** Grado 4, ambiente sin circulación normal de aire, con temperaturas mayores a 32°C.
- ✓ **Condiciones ambientales:** Grado 3, ambiente cerrado y pequeño, sin movimiento de aire, con polvo en forma limitada.
- ✓ **Humedad:** Grado 3, alta humedad. Sensación pegajosa en la piel, humedad relativa del 80%.

- ✓ **Nivel de ruido:** Grado 4, ruidos de alta frecuencia u otras características molestas, intermitentes.
- ✓ **Iluminación:** Grado 3, trabajo que requiere cambios constantes de áreas claras a oscuras con menos de 54 lux.

- **Repetitividad y esfuerzo aplicado**

- ✓ **Duración del trabajo:** Grado 3, operación o sub operación que puede completarse en una hora o menos
- ✓ **Repetición del ciclo:** Grado 1, poca posibilidad de monotonía. El trabajador puede programar su propio trabajo o variar su patrón de ejecución.
- ✓ **Esfuerzo físico:** Grado 1, esfuerzo manual aplicado en menos del 15% del tiempo, por encima de los 30 kg.
- ✓ **Esfuerzo mental:** Grado 3, atención mental y visual continua debido a razones de calidad o seguridad.
- ✓ **Posición de trabajo:** Grado 2, realización de trabajo parado o combinaciones con el caminar y donde se permite que el trabajador se sienta solo en pausas programadas para descansar.

<b>Factor</b>	<b>Nivel</b>	<b>Puntos</b>
Temperatura	4	40
Ventilación	3	20
Humedad	3	15
Ruidos	4	30
Iluminación	3	15
Duración de trabajo	3	60
Repetición del ciclo	1	20
Esfuerzo físico	1	20
Esfuerzo mental	3	30
Posición de pie	2	20

270puntos
-----------

Por tabla (**Ver anexo 5**):

Rango: 269-275

Clase: D3

% Concesiones: 18%

Fatiga: 73 min

➤ **Normalizando**

$$JET - (Fatiga + NP) \rightarrow Fatiga + NP$$

$$TN \rightarrow X$$

$$463 - (73 + 30) \rightarrow 73 + 30$$

$$1.248 \rightarrow X$$

$$X = \frac{1.248 * (73 + 30)}{463 - (73 + 30)} = 0.3570 \text{ min}$$

Por último el tiempo estándar viene dado por:

$$TE = TN + \sum Tolerancias$$

$$TE = 1.248 + 0.3570$$

$$TE = 1.605$$

## ANALISIS DE RESULTADOS

Finalmente, después de haber realizado el estudio de tiempo en la operación de perforación de los perfiles de aluminio de la empresa Mundo Aluvi C.A, obtuvieron los siguientes resultados:

- A través de las medidas de tiempo tomadas, se determinó que el tiempo promedio estándar (TPS) es de 1.3 min.
- A través de la tabla del factor de clasificación se determinó la calificación de velocidad de ejecución de la operación de perforación de los perfiles de aluminio, la cual tuvo un resultado de 0.96, este resultado indica que el operario trabaja a un 4% por debajo del promedio de eficiencia.
- El tiempo normal en que el operario realiza la actividad de perforación de perfiles es de 1.248 min y este valor representa el tiempo necesario para que un operario de tipo promedio realice la actividad.
- Se asignaron tolerancias por concepto de fatiga y necesidades personales haciendo uso del método sistemático, dando como resultado tolerancias variables de 73 min que normalizando es 0.3570 min
- Por último se determinó para la actividad que realiza el empleado en cuanto a la perforación de perfiles, el tiempo estándar, cuyo valor obtenido fue de 1.605 min.

## CONCLUSIONES

Después de realizado el estudio de tiempo al operario en la realización de la operación de perforación de los perfiles de aluminio de la empresa Mundo Aluvi C.A, se ha logrado concluir lo siguiente:

- El ambiente de trabajo no es el adecuado, ya que es un ambiente sin circulación normal de aire, con temperaturas mayores a 32°C.
- El trabajo del operario se caracteriza por una habilidad excelente de consistencia buena y de no requerir de gran esfuerzo físico.
- Después de realizado el estudio de tiempos se determinó que el tamaño de la muestra  $n=10$  que resultó ser el adecuado, por lo que el estudio tiene el nivel de confianza deseado.
- El cronometro es un dispositivo útil y preciso a la hora de realizar estudios de tiempos.
- Se debe tener un alto nivel de concentración al realizar la toma de tiempos en c/u de los elementos que conforman la operación de perforación de los perfiles de aluminio, todo esto para garantizar la lectura correcta de los mismos.
- De acuerdo a las mediciones de tiempo tomadas en el área de trabajo el TPS es de 1.248 min; las tolerancias de 0.3570 min, lo que nos da como resultado un tiempo estándar de 1.605 min en la operación de perforación de perfiles de aluminio.

## RECOMENDACIONES

Una vez finalizado el estudio relacionado con el proceso de perforación de los perfiles de aluminio se recomienda lo siguiente:

- Trabajar con un tamaño de muestra adecuado, de esta forma obtener el nivel de confianza deseado.
- Leer las instrucciones del cronometro y realizar prácticas con anterioridad, con el fin de obtener resultados correctos y evitar errores.
- Al momento de realizar la toma de tiempos de la operación debe seleccionarse aquellos que sean aptos para los cálculos posteriores, todo esto con el fin de obtener resultados relevantes.
- Realizar un formato adecuado para registrar los tiempos obtenidos organizadamente, el cual refleje los cálculos que deban realizarse en la operación y contar con información que ayude a obtener y comprender fácilmente los datos registrados.
- Es importante hacer un estudio de tiempos con el fin de calcular el tiempo promedio de selección, así evaluar el proceso y realizar todas las mejoras posibles.
- Tener conocimiento de la calificación de la velocidad con la que trabaja el operario nos muestra su porcentaje promedio de Eficiencia.
- La asignación de tolerancias justas en la ejecución de operaciones asegura que el operario tenga las comodidades esenciales para realizar eficazmente sus actividades sin generarle fatigas o pérdidas a la empresa.

- El cálculo del tiempo estándar de una operación es fundamental para calcular la producción que presente el operario, ciclo o máquina. Debe realizarse frecuentemente para disminuirlo, con el fin de obtener el mismo resultado pero con menores costos de producción.
- Con respecto al área de trabajo, se cree conveniente que la empresa siga las recomendaciones que se muestran a continuación:
- Ampliar el perímetro del local, y luego de eso instalar aires acondicionados que regulen la temperatura del ambiente en el que el operario lleva a cabo su jornada.
- Mejorar el sistema de organización del área de trabajo. Si las áreas de trabajo están bien organizadas, el operario tardará menos tiempo buscando lo que necesite.
- Conseguir asientos para que el operario no pase toda la jornada de trabajo de pie.

## BIBLIOGRAFÍA

- Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos; Baptista Lucio, Pilar Metodología de la Investigación. Mc Graw Hill, México 1997
- Niebel B, Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseños del Trabajo, 10a Edición, Editorial: Alfaomega.
- Tamayo y Tamayo (1986), El proceso de la investigación científica, Editorial Limusa
- Turmero I., (2014), Apuntes de clases de Ingeniería de métodos, Ingeniería Industrial. UNEXPO.
- Turmero, I. (s.f.) *Diapositivas de clases de ingeniería de métodos.* [Diapositivas LÁMINAS MÉTODOS HORIZONTAL Y VERTICAL de PowerPoint].
- Turmero Iván (2009, Agosto). Proyectos de Ing. De Métodos. Documento en línea. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/mejoras-del-manejomateriales-produccion-jamon-premiun/mejoras-delmanejomateriales-produccion-jamon-premiun.pdf>
- [http://www.monografias.com/trabajos91/tiempo-estandar-y-muestreo del trabajo-libreria-y-papeleria-latina/tiempo-estandar-y-muestreo-del-trabajo libreria-y-papeleria-latina.shtml](http://www.monografias.com/trabajos91/tiempo-estandar-y-muestreo-del-trabajo-libreria-y-papeleria-latina/tiempo-estandar-y-muestreo-del-trabajo-libreria-y-papeleria-latina.shtml)

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Tabla de Distribución t-Student

### Distribución T de Student

k \ p	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	0,975	0,99	0,995	0,9995
1	0,158	0,325	0,510	0,727	1,000	1,38	1,96	3,078	6,314	12,71	31,8	63,7	637
2	0,142	0,289	0,445	0,617	0,816	1,06	1,39	1,886	2,920	4,30	6,96	9,92	31,6
3	0,137	0,277	0,424	0,584	0,765	0,978	1,25	1,638	2,353	3,18	4,54	5,84	12,9
4	0,134	0,271	0,414	0,569	0,741	0,941	1,19	1,533	2,132	2,78	3,75	4,60	8,61
5	0,132	0,267	0,408	0,559	0,727	0,920	1,16	1,476	2,015	2,57	3,36	4,03	6,86
6	0,131	0,265	0,404	0,553	0,718	0,906	1,13	1,440	1,943	2,45	3,14	3,71	5,96
7	0,130	0,263	0,402	0,549	0,711	0,896	1,12	1,415	1,895	2,36	3,00	3,50	5,40
8	0,130	0,262	0,399	0,546	0,706	0,889	1,11	1,397	1,860	2,31	2,90	3,36	5,04
9	0,129	0,261	0,398	0,543	0,703	0,883	1,10	1,383	1,833	2,26	2,82	3,25	4,78
10	0,129	0,260	0,397	0,542	0,700	0,879	1,09	1,372	1,812	2,23	2,76	3,17	4,59
11	0,129	0,260	0,396	0,540	0,697	0,876	1,09	1,363	1,796	2,20	2,72	3,11	4,44
12	0,128	0,259	0,395	0,539	0,695	0,873	1,08	1,356	1,782	2,18	2,68	3,06	4,32
13	0,128	0,259	0,394	0,538	0,694	0,870	1,08	1,350	1,771	2,16	2,65	3,01	4,22
14	0,128	0,258	0,393	0,537	0,692	0,868	1,08	1,341	1,761	2,14	2,62	2,98	4,14
15	0,128	0,258	0,393	0,536	0,691	0,866	1,07	1,337	1,753	2,13	2,60	2,95	4,07
16	0,128	0,258	0,392	0,535	0,690	0,865	1,07	1,333	1,746	2,12	2,58	2,92	4,02
17	0,128	0,257	0,392	0,534	0,689	0,863	1,07	1,330	1,740	2,11	2,57	2,90	3,96
18	0,127	0,257	0,392	0,534	0,688	0,862	1,07	1,328	1,734	2,10	2,55	2,88	3,92
19	0,127	0,257	0,391	0,533	0,688	0,861	1,07	1,325	1,729	2,09	2,54	2,86	3,88
20	0,127	0,257	0,391	0,533	0,687	0,860	1,06	1,323	1,725	2,09	2,53	2,84	3,85
21	0,127	0,257	0,391	0,532	0,686	0,859	1,06	1,321	1,721	2,08	2,52	2,83	3,82
22	0,127	0,256	0,390	0,532	0,686	0,858	1,06	1,319	1,717	2,07	2,51	2,82	3,79
23	0,127	0,256	0,390	0,532	0,685	0,858	1,06	1,318	1,714	2,07	2,50	2,81	3,77
24	0,127	0,256	0,390	0,531	0,685	0,857	1,06	1,316	1,711	2,06	2,49	2,80	3,74
25	0,127	0,256	0,390	0,531	0,684	0,856	1,06	1,315	1,708	2,06	2,48	2,79	3,72
26	0,127	0,256	0,390	0,531	0,684	0,856	1,06	1,314	1,706	2,06	2,48	2,78	3,71
27	0,127	0,256	0,389	0,531	0,684	0,855	1,06	1,313	1,703	2,05	2,47	2,77	3,69
28	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,855	1,06	1,311	1,701	2,05	2,47	2,76	3,67
29	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,854	1,05	1,310	1,699	2,04	2,46	2,76	3,66
30	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,854	1,05	1,303	1,697	2,04	2,46	2,75	3,65
∞	0,126	0,253	0,385	0,524	0,674	0,842	1,04	1,282	1,645	1,96	2,33	2,58	3,29

P ( $T \leq t$ ) para k grados de libertad. Por ejemplo, para k = 2 grados de libertad, P ( $T \leq 0,142$ ) = 0,55. P ( $T \geq 0,142$ ) = 0,45.

## Anexo 2. Tabla Sistema Westinghouse.

INGENIERÍA DE MÉTODOS

DPTO. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CALIFICACIÓN DE VELOCIDAD

### ***SISTEMA WESTINGHOUSE***

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

  

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

ING. IVÁN J. TURMERO A.

UNEXPO

### Anexo 3. Hoja de Concesiones

	<b>HOJA DE CONCESIONES</b>			NUMERO	II - 001
				VIGENCIA	
				FECHA	11/06/2014
CODIGO DE CARGO: No aplica.	CONCESIONES: Fatiga	FECHA <input checked="" type="checkbox"/> EFECTIVA <input type="checkbox"/> REEMPLAZADA			
AREA: Area de ensamblaje	GERENCIA O DIVISION: No aplica.	PREPARADO POR: Grupo			
PROYECTO: Estudio de tiempo	DEPARTAMENTO O SECCION: No aplica.	REVISADO POR: Grupo			
PROCESO: Perforación.	TITULO DEL CARGO: No aplica.	APROBADO POR: Profesor			
<b>PUNTOS POR GRADO DE FACTORES</b>					
<b>FACTORES DE FATIGA</b>	<b>1er.</b>	<b>2do.</b>	<b>3er.</b>	<b>4to.</b>	
<b>CONDICIONES DE TRABAJO:</b>					
1 TEMPERATURA	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>	
2 CONDICIONES AMBIENTALES	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	
3 HUMEDAD	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input checked="" type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	
4 NIVEL DE RUIDO	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input checked="" type="checkbox"/>	
5 LUZ	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input checked="" type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	
<b>REPETITIVIDAD:</b>					
6 DURACION DEL TRABAJO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input checked="" type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>	
7 REPETICIÓN DEL CICLO	20 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>	
8 DEMANDA FISICA	20 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>	
9 DEMANDA MENTAL O VISUAL	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input checked="" type="checkbox"/>	50 <input type="checkbox"/>	
<b>POSICIÓN:</b>					
10 DE PIE MOVIÉNDOSE, SENTADO ALTURA DE TRABAJO	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	
TOTAL PUNTOS: 270 puntos					
CONCESIONES POR FATIGA: 73 min (MINUTOS)					
<b>OTRAS CONCESIONES (MINUTOS)</b>					
TIEMPO PERSONAL: 30min					
DEMORAS INEVITABLES: 17min					
TOTAL CONCESIONES: 47min					
<b>NOTA:</b> SENALAR CON UNA <input checked="" type="checkbox"/> LA PUNTUACION CORRESPONDIENTE					

## Anexo 4. Definiciones Operacionales de Los Factores de Fatiga

### DEFINICIONES OPERACIONALES DE LOS FACTORES DE FATIGA

#### A. CONDICIONES DE TRABAJO: 1) TEMPERATURA. 2) CONDICIONES AMBIENTALES. 3) HUMEDAD. 4) NIVEL DE RUIDO. 5) ILUMINACIÓN

<b>1. TEMPERATURA</b>	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Climatización bajo control eléctrico o mecánico. $20^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 24^{\circ}\text{C}$ .
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores: $24^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 29.5^{\circ}\text{C}$ . b) Para trabajos externos: $26.5^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 32^{\circ}\text{C}$ .
	<u>GRADO 3.</u>	(15 PUNTOS). Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores: $26.5^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 28^{\circ}\text{C}$ . b) Para trabajos externos o con circulación de aire: $32^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 34.5^{\circ}\text{C}$ .
	<u>GRADO 4.</u>	(40 PUNTOS). a) Ambientes sin circulación de aire: $\text{Temperatura} \geq 32^{\circ}\text{C}$ . b) Ambientes con circulación normal de aire: $35^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 41.5^{\circ}\text{C}$ .
<b>2. CONDICIONES AMBIENTALES</b>	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS) a) Operaciones normales en Exteriores. b) Operaciones en ambientes acondicionados con aire fresco y libre de malos olores.
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS) Ambientes de planta o de oficina sin aire acondicionado. Ocasionalmente pueden presentarse malos olores o mala ventilación.
	<u>GRADO 3.</u>	(20 PUNTOS). Ambientes cerrados y pequeños, sin movimiento de aire. Ambientes con polvo y/o humos en forma limitada
	<u>GRADO 4.</u>	(30 PUNTOS). Ambientes tóxicos. Mucho polvo y/o humos no eliminables por extracción de aire.

<b>3. HUMEDAD</b>	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Humedad normal, ambiente climatizado. Por lo general hay humedad relativa del 40% al 55%, con temperatura de 21 a 24°C.
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). Ambientes secos. Menos del 30% de humedad relativa.
	<u>GRADO 3.</u>	(15 PUNTOS). Alta humedad. Sensación pegajosa en la piel y ropa humedecida. Humedad relativa del 80%.
	<u>GRADO 4.</u>	(20 PUNTOS). Elevadas condiciones de humedad, tales como trabajo bajo la lluvia o en salas de vapor o frigoríficos, que ameritan el uso de ropa especial
<b>4. NIVEL DE RUIDO</b>	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Ruido de 30 a 60 decibeles. Característico en oficinas o en ambientes poco ruidosos.
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). a) Ruido por debajo de 30 decibeles. Ambiente demasiado tranquilo. b) Ruido alto entre 60 y 90 decibeles, pero de naturaleza constante.
	<u>GRADO 3.</u>	(20 PUNTOS). a) Ruidos agudos por encima de 90 decibeles. b) Ambientes normalmente tranquilos con sonidos intermitentes o ruidos molestos. c) Ruidos por encima de 100 decibeles no intermitentes.
	<u>GRADO 4.</u>	(30 PUNTOS). Ruidos de alta frecuencia u otras características molestas, ya sean intermitentes o constantes.
<b>5. ILUMINACIÓN</b>	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Luces sin resplandor. Iluminación fluorescente u otra para proveer de 215 a 538 lux para la mayoría de las aplicaciones industriales; y 538 a 1077 lux para oficinas y lugares de inspección.

- GRADO 2. (10 PUNTOS). Ambientes que requieren iluminación especial o por debajo del estándar. Resplandores ocasionales.
- GRADO 3. (15 PUNTOS). a) Luz donde el resplandor continuo es inherente al trabajo. b) Trabajo que requiere cambios constantes de áreas claras a oscuras con menos de 54 lux
- GRADO 4. (20 PUNTOS). Trabajo a tientas, sin luz y/o al tacto. Las características del trabajo imposibilitan u obstruyen la visión.

**B. REPETITIVIDAD Y ESFUERZO APLICADO: 1) DURACIÓN DEL TRABAJO . 2) REPETICIÓN DEL CICLO. 3) ESFUERZO FÍSICO. 4) ESFUERZO MENTAL O VISUAL.**

- 1. DURACIÓN DEL TRABAJO**
- GRADO 1. (20 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en un minuto o menos.
- GRADO 2. (40 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en 15 minutos o menos
- GRADO 3. (60 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en una hora o menos.
- GRADO 4. (80 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en más de una hora.
- 2. REPETICIÓN DEL CICLO**
- GRADO 1. (20 PUNTOS) a) Poca posibilidad de monotonía. El trabajador puede programar su propio trabajo o variar su patrón de ejecución. b) Operaciones que varían cada día o donde las suboperaciones no son necesariamente de realización diaria.

- GRADO 2. (40 PUNTOS). Operaciones de un patrón fijo razonable o donde existen tiempos previstos o previsiones para terminar. La tarea es regular, aunque las operaciones pueden variar de un ciclo a otro.
- GRADO 3. (60 PUNTOS). Operaciones donde la terminación periódica está programada y su ocurrencia es regular, o donde la terminación del movimiento o los patrones previstos se ejecutan por lo menos 10 veces al día.
- GRADO 4. (80 PUNTOS). a) Operaciones donde la terminación del movimiento o de los patrones previstos es más de 10 por día. b) Operaciones controladas por la máquina con alta monotonía o tedio del operador
- 3. ESFUERZO FÍSICO**
- GRADO 1. (20 PUNTOS). a) Esfuerzo manual aplicado más del 15% del tiempo, por encima del 30 kg. b) Esfuerzo manual aplicado entre el 15% y el 40% del tiempo, para pesos entre 12.5 kg y 30 kg. c) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos entre 2.5 kg y 12.5 kg. d) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos superiores a 2.5 kg.
- GRADO 2. (40 PUNTOS) a) Esfuerzo manual aplicado entre el 15% y el 40% del tiempo por encima de 30 kg. b) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos entre 12.5 kg. y 30 kg. c) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos entre 2.5 kg. y 12.5 kg.
- GRADO 3. (60 PUNTOS). a) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos superiores a 30 kg. d) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos entre 12.5 kg. y 30 kg.

#### 4. ESFUERZO MENTAL O VISUAL

- GRADO 4. (80 PUNTOS). Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos superiores a 30 kg.
- GRADO 1. (10 PUNTOS). Atención mental o visual aplicada ocasionalmente, debido a que la operación es prácticamente automática o porque la atención del trabajador es requerida a intervalos muy largos.
- GRADO 2. (20 PUNTOS). Atención mental y visual frecuente donde el trabajo es intermitente, o la operación involucra la espera del trabajador para que la máquina o el proceso completen un ciclo con chequeos espaciados.
- GRADO 3. (30 PUNTOS). Atención mental y visual continuas debido a razones de calidad o de seguridad. Generalmente ocurre en operaciones repetitivas que requieren un estado constante de alerta o de actividad de parte del trabajador.
- GRADO 4. ( 50 PUNTOS) a) Atención mental y visual concentrada o intensa en espacios reducidos. b) Realización de trabajos complejos con límites estrechos de exactitud o calidad. c) Operaciones que requieren la coordinación de gran destreza manual con atención visual estrecha sostenida por largos periodos de tiempo. d) Actividades de inspección pura donde el objetivo fundamental es el chequeo de la calidad.

#### C. POSICIÓN DE TRABAJO: PARADO, SENTADO, MOVIÉNDOSE, ALTURA DE TRABAJO.

- GRADO 1. (10 PUNTOS). Realización del trabajo en posición sentado o mediante una combinación de sentado, parado y caminando, donde el intervalo entre cambios de posición es inferior a cinco minutos. El sitio de trabajo presenta una altura normal respecto a la posición de la cabeza y los brazos del trabajador.
- GRADO 2. (20 PUNTOS). a) Realización del trabajo parado o combinado con el caminar y donde se permite que el trabajador se siente sólo en pausas programadas para descansar. b) El sitio de trabajo presenta una disposición fuera del rango normal de trabajo, impidiendo la comodidad de brazos, piernas y cabeza por periodos cortos inferiores a un minuto.
- GRADO 3. (30 PUNTOS). Operaciones donde el sitio de trabajo o la naturaleza del mismo obliguen a un continuo agacharse o empujarse; o donde el trabajo requiera la extensión de los brazos o de las piernas constantemente.
- GRADO 4. (40 PUNTOS). Operaciones donde el cuerpo es contraído o extendido por largos periodos de tiempo o donde la atención exige que el cuerpo no se mueva .

### Anexo 5. Tabla de Concesiones por Fatiga

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