



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA

“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”

VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

INGENIERÍA DE MÉTODOS

**TIEMPO ESTÁNDAR Y
MUESTREO DEL TRABAJO,
INDUSTRIAS SANTOS DUQUE C.A.**

U
N
E
X
P
O

ASESOR:

MSc. Ing. Turmero. Iván

AUTORES:

Fonseca Angys

Aguin Raúl

Domínguez Keila

Romero Jennifer

PUERTO ORDAZ, MARZO 2012



ÍNDICE

Introducción	4
Capítulo I.- El problema	6
1.1. Planteamiento del problema	6
1.2. Objetivo General.	7
1.3. Objetivos Específicos	8
Capítulo II.-Marco Teórico	9
Capítulo III.- Marco Metodológico	35
3.1. Tipo de estudio	35
3.2. Población y Muestra	35
3.3. Herramienta o instrumentos	36
3.4. Procedimiento	36
3.5 Recursos	38
Capítulo IV.- Situación Actual	39
4.1. Descripción de la actividad a estudiar.	40
Capítulo V.- Cálculos	41
5.1 Tiempo Estándar	41
5.2 Muestreo	52
Conclusiones	62
Recomendaciones	63
Bibliografía	64
Anexos	65
Apéndices	75



INTRODUCCIÓN

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.

Los tiempos estándar constituyen información altamente confiable para estimar la duración de prácticamente cualquier trabajo, tanto a nivel operacional industrial como a labores de oficina. Las aplicaciones son extensas y pueden ir desde la planificación de la producción, comparación de métodos alternativos, hasta la determinación de jornadas de trabajo y aplicación de sistemas de incentivos.

Es necesaria la formulación de una serie de preguntas claves en forma de interrogatorio a los operarios y demás personas que participan en las distintas actividades, para poder obtener información clave que ayude a develar problemas. De pues de esto es importante tomar el tiempo de todas las actividades de trabajo, incluyendo los descansos, almuerzos, demoras, tiempo de preparación de la maquina, así como también, la calificación del trabajo del operario, ya sea, con el método Westinghouse, de calificación sintética, de calificación objetiva. De calificación por velocidad o de calificación modificado. Para este trabajo



se aplicara el método Westinghouse, debido, a su facilidad de uso y eficiencia.

Vale la pena resaltar, que los resultados del muestreo de trabajo sirven para determinar tolerancias o márgenes aplicables al trabajo, para evaluar la utilización de las máquinas y para establecer estándares de producción.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

En este capítulo se explica el problema de estándares de tiempo y muestreo en la INDUSTRIA SANTOS DUQUE C.A al igual que la descripción de los objetivos generales y específicos de esta investigación.

1.1 Planteamiento Del Problema

La INDUSTRIA SANTOS DUQUE C, A. no tiene determinado los estándares de tiempo. Esta medición es necesaria para que los dueños de dicha industria puedan pronosticar satisfactoriamente los tiempos de ejecución de la operación de enrollado de tubo eléctrico de 2". El desconocimiento de los estándares retrasa el óptimo funcionamiento de la Industria.

Debido a la falta de estándares de tiempo surge la necesidad de determinar el tiempo de ejecución del operario al momento de realizar la operación.

Esta operación se realiza de manera manual y sería más fácil y eficiente si se realizara de manera automatizada, pero con una observación directa para evitar que se deteriore el material al momento del enrollado de dicho tubo.

En la INDUSTRIA SANTOS DUQUE C, A. no se tienen determinados el porcentaje de tolerancias de los operarios, lo que ha traído como consecuencia el desconocimiento del porcentaje verdadero efectivo de los operarios en el desempeño de la actividad que le corresponde realizar. Por tal motivo se divisó la necesidad de determinar el porcentaje de tolerancia de los operarios al momento de realizar la operación. El



muestreo de trabajo es necesario ya que permite lograr eficacia y corregir los defectos y mejorar la tarea realizada.

La determinación del porcentaje de eficiencia facilitara la planeación del control de producción, la determinación y registro de la exactitud de producción de tubos eléctricos de 2" y la detección de fallas en el enrollado del mismo.

Vale la pena destacar que no se contó con información acerca de muestreo de investigaciones anteriormente realizada con lo cual se pudiera comparar y poder determinar si han existido mejoras o si la operación se realiza lentamente en los actuales momentos.

1.2 Objetivos Generales:

- 1.2.1 Aplicar el estudio de tiempo para determinar el tiempo estándar del enrollado de tubos eléctricos de 2".
- 1.2.2 Realizar el estudio de muestreo para determinar la eficacia del operario promedio para efectuar la actividad del enrollado de tubos eléctricos de 2"

1.3 Objetivos Específicos:

- 1.3.1 Realizar observaciones para la recolección de datos.
- 1.3.2 Evaluar las condiciones de trabajo del operario.
- 1.3.3 Emplear el procedimiento estadístico para la determinación del tiempo estándar.
- 1.3.4 Determinar la calificación de velocidad de la actividad realizada.
- 1.3.5 Establecer las tolerancias de la jornada de trabajo.
- 1.3.6 Determinar la jornada de trabajo a valorar.



- 1.3.7 Conocer la aplicación de muestreo de trabajo.
- 1.3.8 Utilizar el procedimiento conocido para la determinación del porcentaje de eficiencia del operario.
- 1.3.9 Determinar el porcentaje de eficiencia del operario en el enrollado de tubos eléctricos de 2”.
- 1.3.10 Definir el número de observaciones a realizar para el estudio de Muestreo y la cantidad de días en las que este se realizará.
- 1.3.11 Diseñar el formato a utilizar para tabular los datos con el uso de las tablas de números aleatorios.
- 1.3.12 Graficar los datos obtenidos en los gráficos de control y diagrama de Pareto.
- 1.3.13 Interpretar los gráficos y proponer posibles soluciones a los problemas observados.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Este capítulo describe las herramientas empleadas para llevar a cabo las investigaciones y análisis correspondientes que permiten detectar los problemas que se presentan en INDUSTRIA SANTOS DUQUE C.A.

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.

REQUISITOS DEL ESTUDIO DE TIEMPO.

Hay que dar cumplimiento a ciertos requisitos fundamentales antes de emprender el estudio de tiempos. Si se requiere el estándar para una nueva labor, o se necesita el estándar en un trabajo existente cuyo método se ha cambiado en todo o en parte, es preciso que el operario domine perfectamente la técnica de estudiar la operación. También es importante que el método que va a estudiarse se haya estandarizado en todos los puntos donde se va a utilizar. Los estándares de tiempo carecerán de valor y serán fuente constante de inconformidades, disgustos y conflictos internos, si no se estandarizan todos los detalles del método y las condiciones de trabajo. El operario debe verificar que se



está siguiendo el método correcto y procurar familiarizarse con todos los detalles de la operación.

Para lograr un buen estudio de tiempos, es necesario:

1. Seleccionar al trabajador promedio.
2. El trabajador seleccionado de ser un operador calificado que tenga la experiencia los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo, según la norma o método establecido.
3. Obtener y registrar toda la información pertinente acerca de la tarea del operario y de las condiciones de trabajo.
4. Registrar toda la información completa del método. Descomponiendo la tarea en elementos.
5. Medir con el instrumento adecuado.
6. Determinar la velocidad de trabajo, o sea, valorar o efectuar la calificación de actuación del trabajador (habilidad, esfuerzo, condiciones y la consistencia).
7. Convertir los tiempos observados en tiempos básicos.
8. Añadir los suplementos al tiempo básico para obtener el tiempo tipo.
9. Obtener el tiempo estándar en piezas por hora y/o en horas por piezas.

El ingeniero Industrial (analista del estudio de tiempos) tiene que observar los métodos mientras hace el estudio de tiempos. La definición de estudio de tiempos postula que la tarea medida se realiza conforme a un método especificado.

Un estudio de tiempos no pretende fijar lo que tarda un hombre en realizar un trabajo, ni es tampoco un procedimiento para hacer caer al operario en el agotamiento físico; en definitiva de lo que se trata es de establecer un tiempo de ejecución para que cualquier operario que



conozca su trabajo pueda hacerlo continuamente y con agrado. La realización del estudio de tiempos es necesario para:

- Reducir los costos.
- Determinar y controlar con exactitud los costos de mano de obra.
- Establecer salarios con incentivos.
- Planificar.
- Establecer presupuestos.
- Comparar los métodos.
- Equilibrar cadenas de producción.

MEDICIÓN DE TRABAJO.

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

REGISTRO DE INFORMACIÓN.

- | | | |
|--|---|-------------|
| 1. Estudio a realizar. | } | Observación |
| 2. Producto/servicio. | | |
| 3. Proceso, método, instalación, equipo. | | |
| 4. Operario. | | |
| Directa | | |
| 5. Duración del estudio. | | |
| 6. Condiciones físicas de trabajo. | | |
| 7. Ejecución del estudio. | | |

Elemento:

1. Selección del operario.
2. Análisis de trabajo.



3. Descomposición del trabajo en elementos.
4. Registro de los valores elementales transcurridos.
5. Calificación de la actuación del operario.
6. Asignación de márgenes apropiados (tolerancias)
7. Ejecución del estudio.

TIEMPO ESTÁNDAR (T.E).

Es la 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 un operario de tipo medio plenamente calificado y adiestrado, trabajando a un ritmo normal lleve a cabo la operación. Se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estándar de tiempo.

✓ Función $T.E = TPS * Cv + \sum \text{Tolerancias}$

✓ Método presente

✓ Operario promedio $\left\{ \begin{array}{l} \text{Aptitud} \\ \text{Actitud} \end{array} \right.$

✓ Ritmo normal.

TPS: tiempo promedio seleccionado

Cv: Calificación de velocidad.

Propósito del T.E (tiempo estándar).

1. Base para el pago de incentivos.



2. Denominación común para la comparación de diversos métodos.
3. Medio para asegurar una distribución del espacio disponible.
4. Medio para determinar la capacidad de la planta.
5. Base para la compra de nuevo equipo.
6. Base para elaborar la fuerza laboral con el trabajo disponible.
7. Mejoramiento del control de producción.
8. Control exacto y determinación del costo de mano de obra.
9. Base para primas y bonificaciones.
10. Base para un control presupuestal.
11. Cumplimiento de las normas de calidad.
12. Simplificación de los problemas de dirección de la empresa.
13. Mejoramiento de los servicios a los consumidores.
14. Elaboración de los planes de mantenimiento.

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 error de muestreo, es decir, cuanto 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 encuentran dentro de este rango no se consideran representativas, por lo que no se toman para el estudio. Es necesario establecer nuevos valores.

MÉTODO GENERAL ELECTRIC.

Método desarrollado por un conjunto de investigadores que se dieron a la tarea de determinar en varias empresas del mismo ramo y en



diferentes países el tiempo de duración de sus procesos, llegando a establecer una relación entre su duración y el número de observaciones a realizar, obviando el tratamiento estadístico necesario.

Tiempo del ciclo (min)	observaciones a realizar
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
100	30
200	20
4000 a 5000	15
5000 a 1000	10
1000 a 2000	8
2000 a 4000	5

Mientras más rápido sea el proceso la probabilidad de ocurrencia de errores es mayor a los cuales pudieran estar asociados a diferentes causas. También es importante que la actividad que se vaya a seleccionar para el estudio de tiempo debe tener cierto grado de repetividad.

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 T_c



2. Definir el intervalo de confianza I:

$$Lc = I = \bar{x} \pm \frac{T_c * s}{\sqrt{n}}$$

Se toma el I_{\max}

3. Determinar S:

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

4. Determinación de I_m :

$$I_m = \frac{2 * T_c * S}{\sqrt{n}}$$

5. Comparar:

Siguiendo la siguiente condición:

Si $I_m \leq I$ = acepta

$I_m > I$ = Rechaza; se calcula nuevamente n

Recálculo:

$$N = \frac{4 * T_c^2 * S^2}{I^2}$$

$$N' = N - n$$

Procedimiento del cálculo del 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.

Pasos:

1. Cálculo de TPS:

$$TPS = \frac{\sum_{i=1}^{10} T_i}{n}$$

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
- Ilutación
- Duración del trabajo
- Repeticiones del ciclo



- Esfuerzo físico
- Esfuerzo mental o visual
- Posición de trabajo: Parado

Cálculo de la fatiga

$$\text{Min. Fatiga} = \frac{\% \text{ concesión} * JT}{1 + \% \text{ concesión}}$$

6. Calculo de JET

$$JET = JT - (\sum \text{Tolerancias fijas})$$

7. Normalizando:

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

8. Calculo de TE

$$TE = TPS * Cv + \sum \text{Tolerancias}$$

Ó

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

Tipos de elementos:

- ✓ Repetitivos
- ✓ Casuales
- ✓ Constantes
- ✓ Variables
- ✓ Manuales
- ✓ Mecánicas



- ✓ Dominantes
- ✓ Extraños

MANEJO Y ESTUDIO CORRECTO DEL CRONÓMETRO.

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:

- a) Cronómetro decimal de minutos (de 0.01 min.)
- b) Cronómetro decimal de minutos (de 0.001 min.)
- c) Cronómetro decimal de horas (de 0.0001 de hora)
- d) Cronómetro electrónico o digital.

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 0.01 min. Se usa este aparato sobre todo para tomar el tiempo de elementos muy breves a fin de obtener datos estándares. En general, el cronómetro de 0.001 min no tiene corredera lateral de arranques sino que se pone en movimiento, se detiene y se vuelve a cero oprimiendo sucesivamente la corona.

Para arrancar este cronómetro se oprime la corona y ambas manecillas rápidas parten de cero simultáneamente. Al terminar el primer momento se oprime el botón lateral, lo cual detendrá únicamente la manecilla rápida inferior. El análisis de tiempos puede observar entonces el tiempo en que transcurrió el elemento sin tener la dificultad de leer una aguja o manecilla en movimiento. A continuación se oprime el botón lateral y la manecilla inferior se une a la superior, la cual ha seguido moviéndose ininterrumpidamente. Al finalizar el segundo elemento se vuelve a oprimir el botón lateral y se repite el procedimiento.

El cronómetro decimal de hora.

Tiene la carátula mayor dividida en 100 partes, pero cada división representa un diezmilésimo (0.0001) de hora. Una vuelta completa de la manecilla mayor de este cronómetro marcará, por lo tanto, un centésimo (0.01) de hora, o sea 0.6 min. La manecilla pequeña registra cada vuelta de la mayor, y una revolución completa de la aguja menor marcará 18 min. o sea 0.30 de hora. En el cronómetro decimal de horas las manecillas 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.

Es posible montar tres cronómetros en un tablero, ligados entre sí, de modo que el analista pueda durante el estudio, leer siempre un cronómetro cuyas manecillas estén detenidas y mantenga un registro



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

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

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

Los cronómetros electrónicos operan con baterías recargables. Normalmente éstas deben ser recargadas después de 14 horas de servicio continuo. Los cronómetros electrónicos profesionales tienen integrados indicadores de funcionamiento de baterías, para evitar una



interrupción inoportuna de un estudio debido a falla de esos elementos eléctricos.

Cronómetros electrónicos auxiliados por computadora.

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

La unidad de tiempo llamada segundo, es la sexagésima parte de un minuto. Esta unidad de medida va cayendo en desuso por ciertos inconvenientes que presenta el sistema sexagesimal. El minuto, la sexagésima parte de una hora, es más utilizado, pero dividido en 100 partes, cada una de estas partes es una centésima de minuto, y una hora, por tanto, son 6 000 centésimas de minuto.

Todos estos cronómetros tienen una pequeña esfera donde se totaliza el número de vueltas que da la saeta principal.

Para el estudio de tiempos se utilizan generalmente dos tipos de cronómetro.

Cronómetro ordinario o continuo (modo acumulativo).

El reloj muestra el tiempo total transcurrido desde el inicio del primer elemento.



Ventajas.

1. Los elementos regulares y los extraños, pueden seguirse etapa por etapa, todo el tiempo puede ser tomado en consideración.
2. Se puede comprobar la exactitud del cronometraje, es decir; que el tiempo transcurrido en el estudio debe ser igual al tiempo cronometrado para el último elemento del ciclo registrado.

Desventaja.

El gran número de restas que hay que hacer para determinar los tiempos de cada elemento, lo que prolonga muchísimo las últimas etapas del estudio.

Cronometro vuelta a cero.

El reloj muestra el tiempo de cada elemento y automáticamente vuelve a cero para el inicio de cada elemento. Algunos relojes de representación numérica o digitales los construyen integrados en el tablero de apoyo, con dos pantallas: la de tiempo para cada evento (modo vuelta a cero) y la del tiempo total (modo acumulativo).

Ventaja.

Se obtiene directamente el tiempo empleado en ejecutar cada elemento. El analista puede comprobar la estabilidad o inestabilidad del operario en la ejecución de su trabajo.



Desventaja.

Se pierde algún tiempo entre la reacción mental y el movimiento de los dedos al pulsar el botón que vuelve a cero las manecillas.

No son registrados los elementos extraños que influyen en el ciclo de trabajo y por consiguiente no se hace mas nada por eliminarlos.

Es difícil tener en cuenta el tiempo total empleado en relación con el tiempo concedido.

HERRAMIENTAS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS POR CRONÓMETRO.

Es deseable que el tiempo sea exacto, comprensible y verificable. Algunas de las herramientas esenciales necesarias para el analista de tiempo en la realización de un buen estudio de tiempo incluyen:

- Reloj para estudio de tiempo con pantalla digital (electrónico) o cronometro manual (mecánico).
- Tablero de apoyo con sujetador: para sujetar los formatos para el estudio de tiempo.
- Formato para el estudio de tiempos: repetitivo y no repetitivo, permiten apuntar los detalles escritos que deben incluirse en el estudio.
- Lápiz.
- Cinta métrica, regla o micrómetro, según sean las distancias involucradas y la precisión con que se necesiten medir.
- Calculadora o computadora personal (PC), para hacer los cálculos aritméticos que intervienen en el estudio de tiempos.



ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETROS.

Antes de realizar un estudio con cronómetro, se debe saber:

Identificar el estudio.

- N°. de estudio.
- N°. de hojas.
- Nombre del tomador de Datos.
- Fecha del estudio.
- Quien aprueba el estudio.

Información que permita identificar.

- El producto pieza.
- Nombre del producto.
- N°. de pieza.
- N°. de plano del producto.

Información para identificar.

- Nombre.
- Número.
- Categoría.

Duración del Estudio.

- Inicio.
- Término.
- Duración o tiempo transcurrido.
- Dato Medido.



- Dato Estándar.

Condiciones de Trabajo.

- Croquis o plano del lugar de trabajo.
- Iluminación, ventilación, ruido, temperatura, etc.
- Espacios de trabajo, herramientas, etc.

Descomponer la Tarea en Elementos.

ELEMENTO: Es la parte delimitada de una tarea definida

Definir el Ciclo.

Es la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción. Es posible determinar matemáticamente el número de ciclos que deberán ser estudiados como objeto de asegurar la existencia de una muestra confiable, y tal valor, moderado aplicando un buen criterio, dará al analista una útil guía para poder decidir la duración de la observación.

FORMATO.

Para la identificación de los elementos no existen un método prescrito lo único que debe garantizarse es que las actividades sean lo suficiente medibles considerando su inicio y fin. Debe especificarse entonces cada una de las actividades que abarca dicho elemento.

T = Tiempo de duración de elemento.

L = Tiempo acumulado.



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 análisis debe ser lo más objetivo posible para poder definir el factor de calificación ©. Es el paso más importante del procedimiento de medición de trabajo se basa en la experiencia, adiestramiento y juicios del analista.

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 $+ o - 5\%$ se debe mejorar o sustituir. Debe ser simple, conciso, de fácil explicación y con punto de referencias bien establecida.

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.

Métodos:

1. Sistema Westinghouse (más utilizada).
2. Sistema Westinghouse modificado.
3. Calificación sintética.
4. Calificación por velocidad.
5. Calificación objetiva.



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 suma 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

+0.15	A1	Extrema
+0.13	A2	Extrema
+0.11	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena
+0.03	C2	Buena
0.00	D	Regular
-0.05	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable
-0.16	F1	Deficiente
-0.22	F2	Deficiente



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

+0.13	A1	Excesivo
+0.12	A2	Excesivo
+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.05	C1	Bueno
+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular
-0.04	E1	Aceptable
-0.08	E2	Aceptable
-0.12	F1	Deficiente
-0.17	F2	Deficiente



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

+0.06	A	Ideales
+0.04	B	Excelentes
+0.02	C	Buenas
0.00	D	Regulares
-0.03	E	Aceptables
-0.07	F	Deficientes

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

+0.04	A	Perfecta
+0.09	B	Excelente
+0.01	C	Buena
0.00	D	Regular
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Deficiente



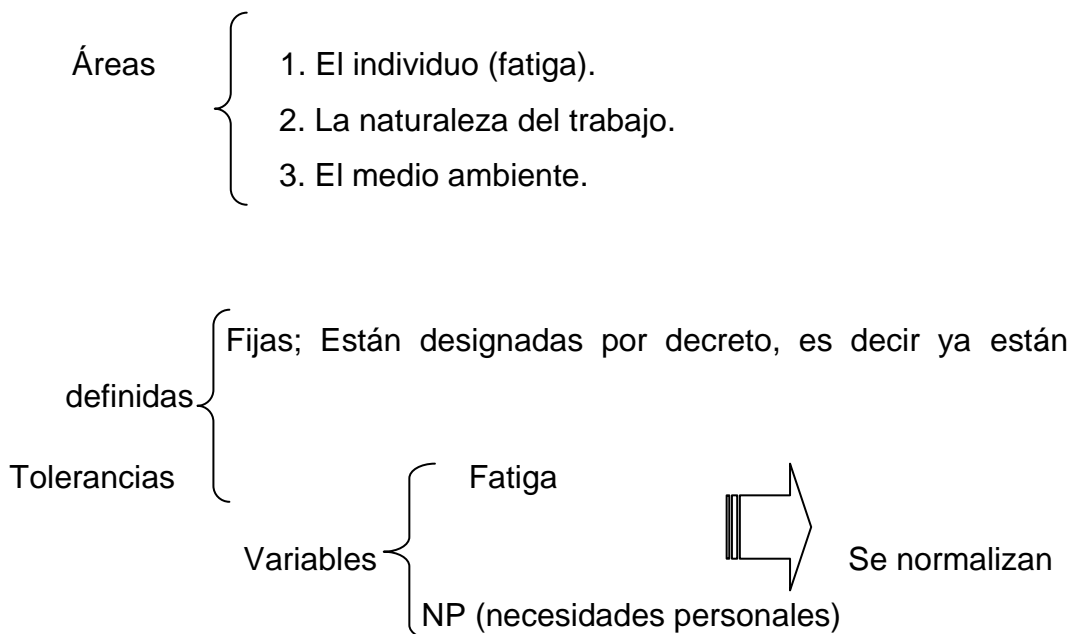
TIEMPO NORMAL.

Tiempo requerido por el operario normal para realizar la operación cuando el trabajo con una velocidad estándar sin ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables.

$$TN = TPS * C_v \text{ tiempo normal}$$

TOLERANCIAS.

Después de haber calculado el tiempo normal, es necesario hacer otros cálculos para llegar al verdadero o tiempo estándar, esto 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.





PROPÓSITO DE LAS TOLERANCIAS.

Agregar un tiempo suficiente al tiempo de producción normal que permita al operario de tipo medio cumplir con el estándar a ritmo normal. Se expresa como un multiplicador, de modo que el tiempo normal, que consiste en elementos de trabajo productivo, se pueda ajustar fácilmente al tiempo de margen.

Si las tolerancias son demasiadas altas los costos de producción de incrementa indebidamente y si los márgenes fueran bajos, resultara estándares muy estrechos que causaran difíciles relaciones laborales y el fracaso eventual del sistema.

Se debe asignar una tolerancia o margen al trabajador para que el estándar resultante sea justo y fácilmente mantenerle por la actuación del operario medio, a un ritmo normal y continuo.

Tipos:

1. Almuerzo
2. Merienda
3. Necesidades personales
4. Retrasos evitables/inevitables
5. Adicionales / extras
6. Orden y limpieza
7. Tiempo total del ciclo
8. Fatiga



NECESIDADES PERSONALES.

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

FATIGA.

Sentimiento de cansancio dado por el cambio fisiológico en el cuerpo humano, disminuyendo así la capacidad para trabajar tiene un componente físico y otro psicológico una combinación.

Factores:

- ✓ Condiciones de trabajo.
- ✓ Estado general del trabajador.
- ✓ Repetitividad del trabajo.

MÉTODO SISTEMÁTICO.

Consiste en determinar de manera objetiva la cantidad de tiempo que debe asignarse por concepto de tolerancia el cual consiste en evaluar un conjunto de factores de manera cualitativa y cuantitativa, por niveles sabiendo que de menor o mayor la criticidad del mismo aumenta, se realizara entonces la suma de los puntos que luego son buscados en una tabla de concesiones en función de su límite y de la jornada de trabajo.



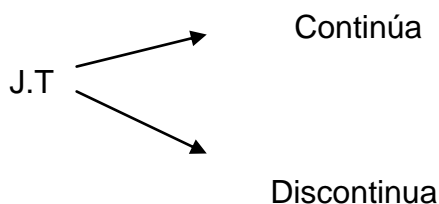
MÉTODO SISTEMÁTICO PARA ASIGNAR TOLERANCIAS POR FÁTIGA.

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 cuantitativa y cualitativa). 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).

Para el caso de J.T diferentes debe reunirse a la siguiente fórmula:

$$\text{Min fatiga} = \frac{\% \text{ concesión} * \text{J.T}}{1 + \% \text{ concesión}}$$



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.



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.

$$\text{Jornada efectiva de trabajo} = \text{Jornada de trabajo} - \sum \text{Tolerancias fijas}$$

$$\begin{array}{ccc} \text{JET- (Fatiga+NP)} & \longrightarrow & \text{Fatiga+NP} \\ \text{TN} & \longrightarrow & X \end{array}$$

MUESTREO DEL TRABAJO

Método para *analizar* el trabajo realizando un *gran* número de observaciones a intervalos al *azar*, a fin de establecer *estándares* y *mejorar métodos*. Consiste en un *procedimiento* de determinación de tiempos basados en la *estadística matemática*. Su *origen* se estableció con la finalidad de determinar, sin tener que recurrir a la observación continua, el *porcentaje de paradas* y el *reparto del tiempo total de trabajo* entre los diversos operarios ocupados en la misma actividad o las distintas máquinas de un taller o sección.

La *teoría* de muestreo se basa en las leyes fundamentales de la *probabilidad*. Para que el muestreo de trabajo sea estadísticamente *aceptable*, es necesario que *cada momento* tenga la *misma probabilidad* de ser elegido, es decir, las observaciones deben ser *aleatorias*, *carecer de sesgo* y *ser independientes*.



APLICACIONES

- 1.- Establecimiento de tolerancias.
- 2.- Establecimiento de estándares de tiempo en trabajo indirectos.
- 3.- Determinación del porcentaje de utilización de las máquinas.
- 4.- Estimación de demoras evitables e inevitables.
- 5.- Estimación del porcentaje de utilización de las herramientas.
- 6.- Medir la eficiencia de trabajos en departamentos.
- 7.- Determinación de la eficiencia de los operarios.
- 8.- Establecimiento de incentivos.

Otras Aplicaciones:

- 1.- Determinar el nivel de utilización de grupos de máquinas similares o de instalaciones, cuantificando los períodos de actividad, las interferencias, etc.
- 2.- Establecer el reparto de tareas en los trabajos en grupo.
- 3.- En los trabajos de gremios u oficios, así como labores administrativas, estiman la distribución de tiempo entre las diversas actividades productivas e improductivas.
- 4.- Calcular los tiempos de ejecución en trabajos indirectos (mantenimiento, manipulación, limpieza, etc.), especialmente cuando son pocos repetitivos o variables.
- 5.- Calcular los porcentajes de suplementos, a parte de los de fatiga y necesidades personales, a aplicar a los tiempos.

VENTAJAS

- 1.- Es menos costoso y de fácil manejo.
- 2.- Un observador puede estudiar varios operarios o máquinas al mismo tiempo.
- 3.- Se toman periodos largos, menos variaciones en los resultados.



- 4.- El estudio puede interpretarse en cualquier momento sin provocar alteración.
- 5.- No requiere de especialistas para realizar las observaciones.
- 6.- No se requiere de un aparato para medir tiempo.
- 7.- Los resultados se obtienen con un nivel de confiabilidad prefijado.

DESVENTAJAS

- 1.- El operario puede cambiar su rutina en el trabajo al ser observado.
- 2.- No muestra información detallada.
- 3.- No es económico para una máquina o para operarios o máquinas que están esparcidas en grandes zonas.
- 4.- No permite hacer cálculos, proyecciones o tabulaciones con respecto a áreas, grupos o sectores pequeños de una población.
- 5.- Efecto multiplicador del error y complicaciones que surgen del propio procedimiento.
- 6.- Preparación estadística y matemática del que realiza el muestreo.

METODOLOGÍA

- 1.- Definir el problema:
 - 1.1 Especificar los objetivos del proyecto.
 - 1.2 Descripción de los elementos a medir.
- 2.- Aprobación del supervisor y conocimiento por parte de todos del objetivo.
- 3.- Establecer la exactitud (S) deseada así como el nivel de confianza (NC).
- 4.- Estimación preliminar del porcentaje de ocurrencia (p) de la actividad a medir.



5.- Diseñar el estudio:

- 5.1 Determinar el número de observaciones a realizar.
- 5.2 Determinar el número de observaciones necesarias.
- 5.3 Determinar el número de días o turnos para el estudio.
- 5.4 Hacer planes detallados para efectuar las observaciones (hora, ruta, lugar, turno, minutos, etc.). Aplicar tabla de números aleatorios.
- 5.5 Diseñar la hoja de observaciones.

6.- Efectuar las observaciones de acuerdo al plan, analizar y resumir los datos:

- 6.1 Hacer las observaciones y anotar los datos.
 - 6.2 Resumir los datos al final del día.
 - 6.3 Determinar los límites de control.
 - 6.4 Representar los datos en los gráficos cada día.
- 7.- Comprobar la exactitud al final del estudio.
- 8.- Preparar un informe con conclusiones y recomendaciones resultantes.

REALIZACIÓN DE LAS OBSERVACIONES

Las *observaciones* se deben distribuir en *forma aleatoria* para que sean representativas, un método aplicable es la TABLA DE NÚMEROS ALEATORIOS, la cual permite establecer el *tiempo* en que deben hacerse las observaciones, *orden* para observar al operario o el *lugar* donde debe hacerse la observación.

USO DE TABLA DE NÚMEROS ALEATORIOS

A3 - 6: NÚMEROS ALEATORIOS

(Sección III) Niebel



22	17	68	65	84
19	36	27	59	46
16	77	23	02	77
78	43	76	71	61
03	28	28	26	08

POSIBLES COMBINACIONES

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 = 22 + 17 + 68 + 65 + 68 = 240$$

$$X_1 + X_2 = 22 + 17 = 39$$

$$X_1 + X_2 = 19 + 36 = 55$$

$$X_1 X_2 \Rightarrow X_1: \text{Impar (AM)} \text{ y } X_2: \text{Par (PM)}$$

$$X_1 + X_3 + X_5 = 16 + 23 + 77 = 116$$

$$X_{12} = 78 \Rightarrow \text{Impar (Turno I)} \text{ y } \text{Par (Turno II)}$$

DÍA, HORA, MINUTO, OBRERO/OPERARIO, AM, PM, TURNO, MÁQUINA, ÁREA, LUGAR.

INTERVALO DE CONFIANZA

Es el intervalo de la variable en el cual está comprendido un determinado porcentaje de valores observados (nivel de confianza).

$$\frac{I}{2} = S * P = K * \sigma$$



Donde:

S: Exactitud deseada

P: Porcentaje de ocurrencia del elemento medio

K: Coeficiente (depende del nivel de confianza)

NC	99.7	99	98	96	95.5	95	90	80	68.3	50
K	3.00	2.58	2.33	2.05	2.00	1.96	1.64	1.28	1	0.61

ESTIMACIÓN PRELIMINAR

$$\bar{p} = \frac{\text{p diarios}}{\text{Número total de días}}$$

$$\bar{p} = \frac{\text{Número de veces que ocurrió la actividad}}{\text{Número total de observaciones realizadas}}$$

porcentaje de ocurrencia de la actividad a medir (preliminar).

$$(p + q)^n = 1 \quad \left\{ \begin{array}{l} p : \text{Probabilidad de ocurrencia} \\ q = 1 - p : \text{Probabilidad que no haya ocurrencia} \\ n : \text{Número de observaciones} \end{array} \right.$$

NÚMERO DE OBSERVACIONES

$$N = \frac{K^2 * (1 - \bar{p})}{S^2 * \bar{p}} \quad \longleftrightarrow \quad N = \frac{K^2 * q}{S^2 * \bar{p}}$$

Donde :

N : Número de observaciones necesarias

K : Coeficiente (depende del nivel de confianza)

\bar{p} : Porcentaje de ocurrencia del elemento medido

q : Porcentaje de no ocurrencia del evento

S : Exactitud o precisión deseada



ELEMENTOS A MEDIR

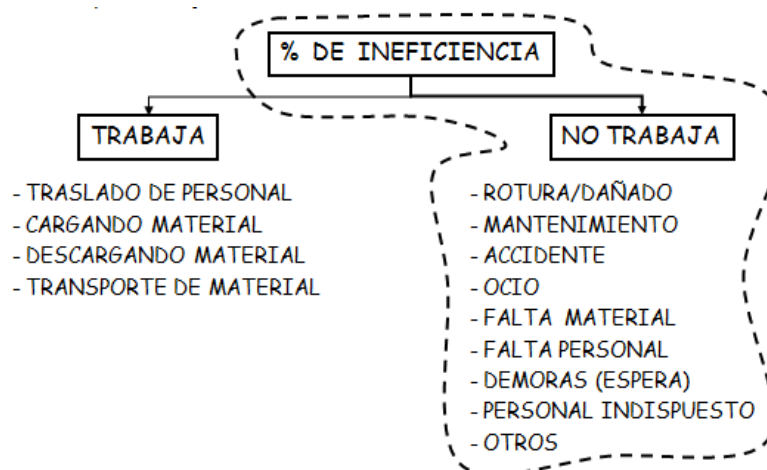
Objetivo:

Determinar el porcentaje (%) de eficiencia del personal de DACE



Objetivo:

Determinar el porcentaje (%) de ocio de los camiones



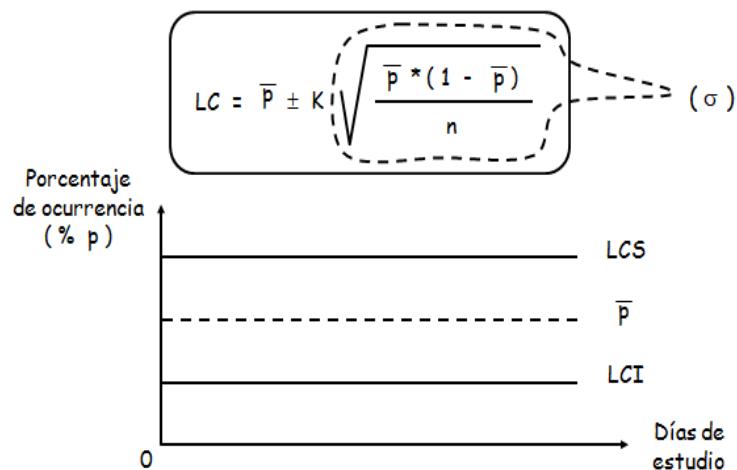


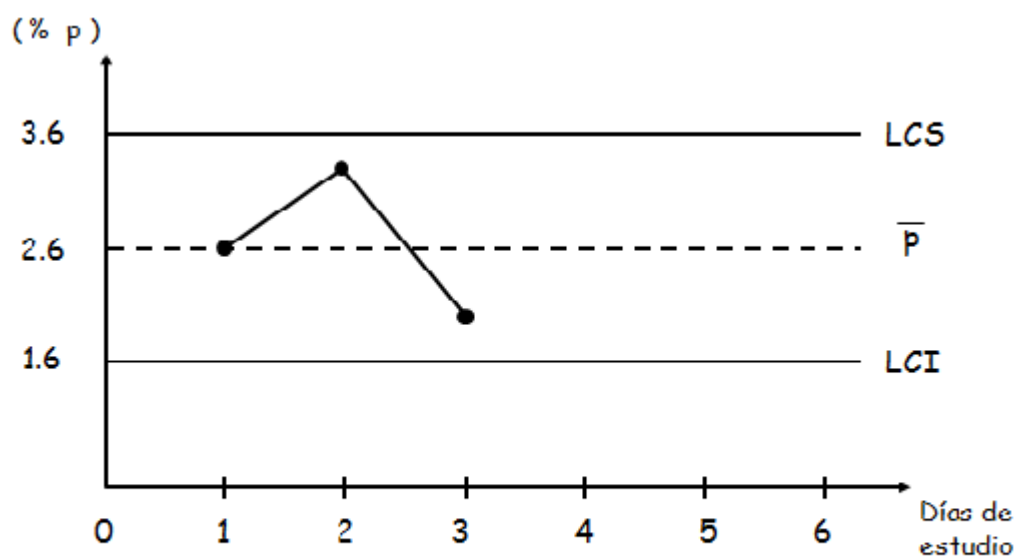
GRÁFICOS DE CONTROL

Los Gráficos de Control son una herramienta del Control Estadístico de Proceso que permiten llevar un control diario y acumulado de los datos obtenidos, de manera gráfica, a fin de ir viendo la marcha del estudio, además de visualizar con rapidez cualquier anomalía o condición extraña en determinada porción del estudio.

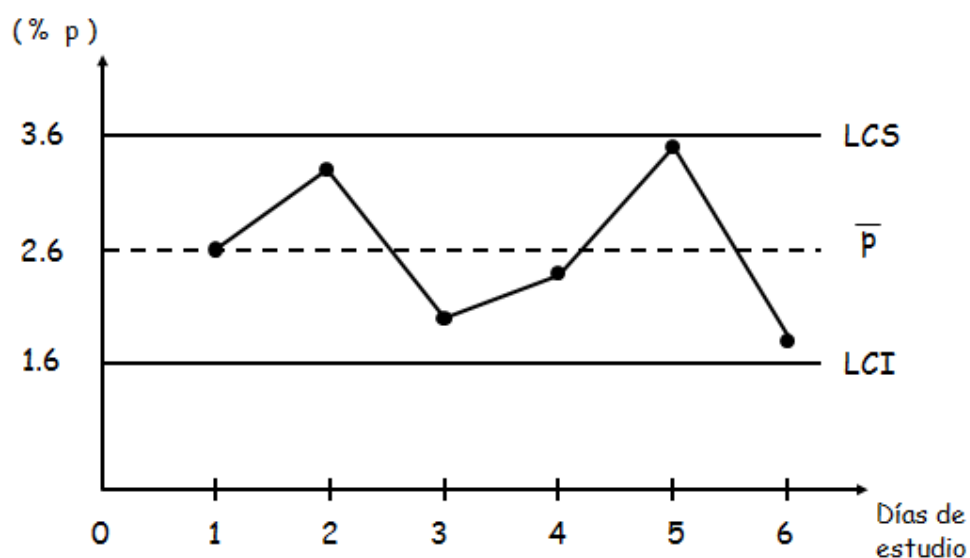
PROCEDIMIENTO

1. Registrar diariamente los datos del muestreo.
2. Computar el porcentaje de ocurrencia (p) para cada día.
3. Calcular diariamente los Límites de Control según el nivel de confianza (NC) establecido.
4. Graficar diariamente cada punto con sus Límites de Control.
5. Graficar los Límites de Control para todo el estudio.

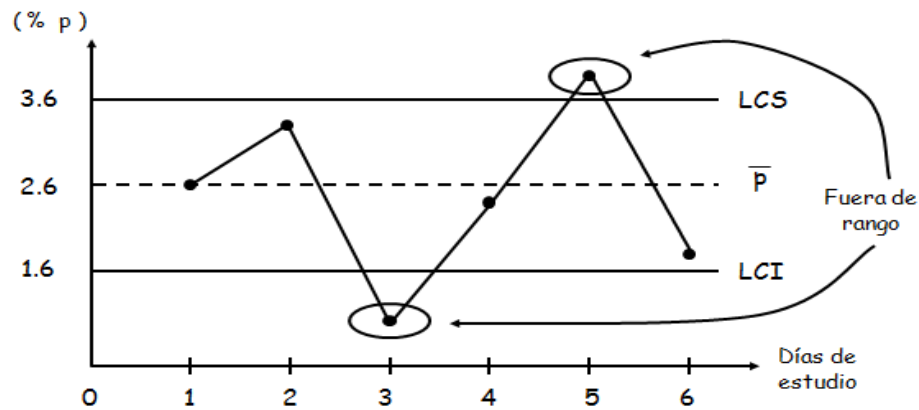




ESTUDIO APARENTEMENTE BAJO CONTROL,
ES NECESARIO CALCULAR LA EXACTITUD AL DÍA 3 (S'_3)



ESTUDIO BAJO CONTROL,
ES NECESARIO CALCULAR LA EXACTITUD TOTAL (S')



ESTUDIO FUERA DE CONTROL, NO SE TOMAN DÍA 3 Y DÍA 5, NO SON REPRESENTATIVOS, ES NECESARIO ALARGAR EL ESTUDIO, CALCULAR EL NUEVO TAMAÑO DE LA MUESTRA Y LA EXACTITUD TOTAL (S')

EXACTITUD DEL ESTUDIO

$$S' = K \sqrt{\frac{(1 - P)}{P * N}} \Rightarrow \text{EXACTITUD TOTAL}$$

$$S' = \frac{K}{P} \sqrt{\frac{P * (1 - P)}{n}} \Rightarrow \text{EXACTITUD DIARIA}$$

CRITERIO DE DECISIÓN

$\left\{ \begin{array}{l} S' > S \\ S' \leq S \end{array} \right.$	\Rightarrow	Recalcular n
	\Rightarrow	Aceptar n

TE, Cv Y MUESTREO DEL TRABAJO

RELACIÓN

$$TE = TN + \sum \text{TOLERANCIAS} \Rightarrow TE = TN (1 + \% \text{ Tolerancias})$$

$$TE = \frac{n * T * Cv}{N * Y} (1 + \% \text{ Tolerancias})$$

Donde:

- TE : Tiempo Estándar
- n : Observaciones correspondientes a la tarea que se estudia
- N : Total de observaciones realizadas
- T : Tiempo total de estudio
- Cv : Factor de calificación de velocidad
- Y : Producción



CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

En este capítulo se describe el tipo de estudio, la descripción la población y muestra, los diferentes recursos e instrumentos utilizados, y el detalle del procedimiento que se llevó a cabo para recolectar los datos

3.1 Tipo de Estudio

El estudio para la elaboración de esta práctica está basado según el propósito aplicado, debido a que su implementación puede generar soluciones a las condiciones actuales de la Industria. De acuerdo al nivel de conocimiento es evaluativa ya que permite estudiar el tiempo estándar para la realización de la tarea de enrollado de tubos eléctricos de 2” respectivamente.

Según la estrategia es de campo, debido a que se obtuvo la información en la INDUSTRIA SANTOS DUQUE C, A.

3.2 Población y Muestra

Para estandarizar la operación de enrollado de tubos eléctricos de 2” específicamente, se tomaron cinco muestras de los tiempos, debido a que la duración de cada enrollado de tubo dura aproximadamente más de media hora y la variación en los tiempos de realización de dicha actividad es mínima lo cual nos dificultó tomar más valores, pero a pesar de esto esta proporción se considera aceptable para la obtención de datos necesarios para la realización de este estudio. De igual manera para establecer la efectividad del operario en la jornada de trabajo se tomaron seis observaciones en el día durante la realización del estudio.



3.3 Herramientas o Instrumentos:

Los pasos utilizados para recolectar la información referente a las condiciones actuales de la operación de enrollado de tubos eléctricos de 2" de la INDUSTRIA SANTOS DUQUE C.A, están basados en los datos obtenidos por observación directa.

Los materiales utilizados para la recolección de estos datos fueron los siguientes:

- ✓ Cronometro para estudio de tiempo
- ✓ Formatos para estudio de tiempo que permitan registrar los tiempos tomados.
- ✓ Formatos para concesiones por fatiga.
- ✓ Tabla de método sistemático para asignar tolerancias por fatiga.
- ✓ Tabla Westinghouse.
- ✓ Tabla t- student.
- ✓ Formato para el estudio de porcentaje de eficiencia del operario.
- ✓ Calculadora.
- ✓ Papel.
- ✓ Lápiz.

3.4 Procedimientos:

A continuación se presentan los pasos que se siguieron para la realización de este laboratorio.

En el caso de estudio de tiempo

- Estandarización de la operación de enrollado de tubos eléctricos de 2":



- I. Revisión del material bibliográfico.
- II. Visita a la INDUSTRIA SANTOS DUQUE C.A
- III. Tomar el tiempo de enrollado de los tubos eléctricos de 2".
- IV. Registrar los tiempos tomados en el formato
- V. Determinar la confiabilidad del tamaño de la muestra
- VI. Calcular TPS
- VII. Calificar al operario mediante el método westinghouse
- VIII. Calcular el tiempo normal
- IX. Asignar tolerancias(fatiga y necesidades personales)
- X. Calcular el tiempo estandar.

En el caso de estudio de muestreo

➤ Determinar el porcentaje de eficiencia del operario:

- I. Determinar los elementos que intervienen en el proceso
- II. Definición del intervalo de confianza con que se va a trabajar
- III. Determinación de la observación experimental a través de un previo estudio
- IV. Proyección del estudio(tamaño de la muestra)
- V. Búsqueda detallada de la forma para efectuar las observaciones(uso de la calculadora para hallar los números aleatorios)
- VI. Diseño de la hoja de observaciones o formato para el muestreo del trabajo
- VII. Determinación del porcentaje de ocurrencia de la actividad estudiada, una vez que se realice el ajuste con las observaciones reales efectuadas.
- VIII. Cálculo de los límites de control y su respectivo gráfico diario.



- IX. Cálculo de la exactitud de los datos diariamente registrados, y de la exactitud total al terminar el estudio, para establecer el criterio de decisión con la exactitud asumida al inicio del estudio.
- X. Elaborar diagrama de Pareto
- XI. Realizar interpretaciones correspondientes.

3.5 RECURSOS

Para la de recolección de datos se utilizaron los siguientes instrumentos:

- **Entrevistas:**

Se realizaron entrevistas a la administradora, con la finalidad de recolectar e interpretar la información todo este procedimiento para la elaboración de este estudio

- **Observación directa:**

Este recurso engloba lo que son las visitas al campo, es decir, todas las veces que se utilizaron las instalaciones de INDUSTRIA SANTOS DUQUE, C.A., para realizar las entrevistas y de esta manera recolectar la información.

- **Bibliografías:**

Fueron utilizadas para enfocar y definir un marco teórico así como textos, folletos, entre otros documentos, para obtener la información completa sobre el estudio de muestreo y tiempo que permitió la realización de esta investigación.



CAPÍTULO IV

SITUACIÓN ACTUAL

Este capítulo presenta el análisis de la operación que se va a estudiar basadas en la aplicación de las herramientas mencionadas en el capítulo II.

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD A ESTUDIAR.

La actividad seleccionada es el enrollado de tubos eléctricos de 2” específicamente; el cual se ejecuta en una maquina fabricada por los mismos dueños de la Industria la cual llamaron enrolladora. La acción consiste en realizar el enrollado de los tubos manualmente; debido a que esto permite visualizar si estos presentan algún defecto a medida que van saliendo de su proceso de fabricación. Esta operación dura aproximadamente más de media hora a partir del momento que se comienza la actividad, lo cual lo hace monoto y un poco agotador para el operario.

Luego de realizar esta operación se procede al amarre de los tubos para ajustarlos, seguidamente la administradora se encarga de colocarle las especificaciones requeridas, para posteriormente ser almacenados.

Vale la pena destacar que dicha actividad no tiene determinado los estándares de tiempo; los cuales son necesarios para tener el conocimiento del tiempo de ejecución de la operación, de igual manera se desconocen las tolerancias que requieren los operarios en la jornada de trabajo. También resulta necesario el muestreo de trabajo ya que permite lograr eficacia y corregir los defectos y mejorar la tarea realizada.



Se acota que se decidió hacerle el seguimiento a esta actividad debido que al momento de realizar la visita respectiva para recolectar los datos para realizar esta investigación, la Industria contaba con suficiente material para realizar el proceso de producción continuo de los tubos eléctricos de 2" específicamente. Es por ello que solo se toma en cuenta un solo elemento.



CAPÍTULO V

En este capítulo se realizan los cálculos necesarios de estudio de tiempo y muestreo del trabajo necesarios para conocer con exactitud las fallas que presenta la INDUSTRIA SANTOS DUQUE C.A.

5.1 TIEMPO ESTÁNDAR

Previo al estudio de tiempo, se realizó un diagnóstico del proceso de enrollado de tubos eléctricos de 2" específicamente que elabora la INDUSTRIAS SANTOS DUQUE C.A. De esta manera se logró el registro inicial de las actividades relacionada a la operación.


El estudio de tiempo, se llevó a cabo con el fin de estandarizar dicha actividad, para ello se realizaron las observaciones directas sobre el operario a lo largo de toda la operación, midiendo con un cronómetro repetitivamente la operación de enrollado y considerando cada detalle para desechar los tiempos no productivos y establecer el tiempo efectivo del elemento. El método de cronometraje que se utilizó fue el de vuelta a cero.

Para calcular el tiempo estándar de esta actividad fue necesario determinar algunos valores previos, tales como:

1) TAMAÑO DE LA MUESTRA.

- Para la elaboración de este estudio solo se tomó en cuenta la operación de enrollado de tubos eléctricos de 2" específicamente de la Industria Santos Duque, C.A siendo el resultado del cronometraje el siguiente, expresado en minutos:



		Enrollado de Tubos Eléctricos de 2 pulgadas de Industria Santos Duque, C.A					
		Formato de Tiempo de Estudio					
Fecha:		Inicio: 16-02-12		Fin: 01-03-12		Elaborado por: Keila Domínguez: Angys Fonseca; Raúl Aguín; Jennifer Romero	
Hoja:1 De: 1		Duración: 14 días				Revisado por: Ing. Iván Turmero	
Ciclo	1	2	3	4	5	$\sum T$ (min)	\overline{T} S(min)
E-1 T	33.25	33.49	34.15	34.20	32.58	167.67	33.534
L	33.25	33.49	34.15	34.20	32.58	167.67	33.534

2) Determinar el coeficiente de confianza:

El coeficiente de confianza seleccionado para este estudio es de 95%.

$$C = 0.95$$



3) Determinar intervalo de confianza:

$$I = \bar{x} \pm \frac{T_c \times S}{\sqrt{n}}$$

$$\sqrt{n}$$

$$- I = 33.534$$

$$- T_c \rightarrow \text{para } C = 0.95 \text{ y } n = 5$$

$$\alpha = 0.95$$

$$\alpha = 1 - 0.95$$

$$\alpha = 0.05$$

$$V = n - 1$$

$$V = 5 - 1 = 4$$

$$t_{\alpha, V} = t_{0.05, 4} = 2.1318$$

4) Desviación Estandar:

$$- S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{n}}{n - 1}} = 0.6737$$

$$LC = I = \bar{X} \pm \frac{t_c * s}{\sqrt{n}} \rightarrow 33.534 \pm \frac{2.1318 * 0.6737}{\sqrt{5}}$$

$$LCS = 34.176$$

$$LCI = 32.891$$



Para efectos de cálculos del proyecto se eligió el límite de control superior.

5) Determinar intervalo de la muestra

$$I_m = \frac{2 \times T_c \times S}{\sqrt{n}} = \frac{2 \times 2.1318 \times 0.6737}{\sqrt{5}} = \mathbf{1.284}$$

6) Criterio de Selección

Criterio de selección $\leftrightarrow I_m < I$ se acepta; $I_m > I$ se rechaza.

$$I_m \quad I$$

$1.2845 < 34.176 \rightarrow$ **Se acepta el tamaño de la muestra, por lo que no es necesario hacer observaciones adicionales**

Entonces $N=5$ se acepta.

7) Calculo del tiempo estándar:

$$TE = TPS \times Cv + \sum tolerancias$$

7.1) Calculo TPS

$$TPS = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n} = 33.534 \text{ min}$$



7.2) Cálculo de CV (Método Westinghouse)

El cálculo del factor de calificación del operario se realizó a través de la tabla “Sistema Westinghouse”, que permitió realizar una evaluación cualitativa y cuantitativa de la manera de actuar del operario al ejecutar la operación de llenado.

- **Habilidad:** Buena $C2 = +0.03$

Se otorga esta calificación ya que, el operario demostró un buen ritmo de trabajo y una coordinación natural, debido a la experiencia que este tiene.

- **Esfuerzo:** Aceptable $E2 = -0.08$

Se escogió esta puntuación ya que el operario demostró una voluntad aceptable para trabajar y hacer el trabajo más eficiente.

- **Condiciones de trabajo:** Regular $D = 0.00$

Se escogió esta puntuación debido a que en el sitio de trabajo se presenta temperaturas e iluminación pocos favorables para el operario.

- **Consistencia:** Buena $D = + 0,00$

Debido a que el operario tiene un trabajo continuo, y esto permite que el mejore su destreza al momento de realizar el trabajo.



En Resumen

<u>FACTOR</u>	<u>CLASE</u>	<u>CATEGORIA</u>	<u>%</u>
<u>Habilidad</u>	<u>C2</u>	<u>Buena</u>	<u>+0.03</u>
<u>Esfuerzo</u>	<u>E2</u>	<u>Aceptabale</u>	<u>-0.08</u>
<u>Condiciones</u>	<u>D</u>	<u>Regular</u>	<u>0.00</u>
<u>Consistencia</u>	<u>D</u>	<u>Buena</u>	<u>0,00</u>
<u>C</u>			<u>-0.04</u>

$$CV = 1 \pm C = 1 - 0.04 = \mathbf{0.96}$$

Esto refleja que el operario labora en un 4% por debajo del promedio de actuación normal.

7.3 Calculo del tiempo normal:

$$TN = TPS \times Cv$$

$$TN = 33.534 \times 0.96$$

$$TN = \mathbf{32.1926min.}$$

7.4 Calculo de las tolerancias

7.4.1) Calculo de jornada de trabajo (JT):

El horario de trabajo de la Industria Santos Duque C.A, es de 7:00 am a 3:00 pm lo que significa que la jornada de trabajo es de 8 horas al día (Continua).



$JT = 8\text{hr}/\text{dia} = 480\text{min}/\text{dia}$

(7 : 00am a 3 : 00pm) → Continua

$TPI = 2\text{min}$

$TPF = 15\text{min}$

- **Cálculo de Tolerancias por Fatiga.**

Para el cálculo de las tolerancias por fatiga, se determinó el total de puntos de la hoja de concesiones dando como resultado 275.

Describiendo estos factores tenemos:

- **Condiciones de trabajo:**

- **Temperatura:** Grado 2, Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea, para trabajos externos entre 26.5°C y 32°C.
- **Condiciones Ambientales:** Grado 2, Ambiente de planta o de oficina sin aire acondicionado. Ocasionalmente pueden presentarse malos olores o mala ventilación.
- **Humedad:** Grado 2, ambiente seco, menos del 30% de humedad relativa.
- **Nivel de Ruido:** Grado 2, Ruido alto entre 60 y 90 decibeles, pero naturaleza constante.
- **Iluminación:** Grado 2, ambiente que requiere iluminación especial o por debajo del estándar. Resplandor ocasionalmente.



Repetitividad y Esfuerzo aplicado:

- **Duración del trabajo:** Grado 3, Operación o suboperacion que puede completarse en una hora o menos.
- **Repetición del Ciclo:** Grado 3, 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.
- **Esfuerzo Físico:** Grado 3, Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos superiores a 30kg.
- **Esfuerzo Mental o Visual:** Grado 2, atención mental y visual frecuente donde el trabajo es intermitente, o la operación involucra la espera del trabajador para que la maquina o el proceso complete un ciclo con chequeos espaciados.

Posición de Trabajo:

- **Parado, sentado, moviéndose, altura de trabajo:** Grado 2, Realización del trabajo parado o combinado con el caminar y donde se permite que el trabajador se siente solo en pausas programadas para descansar.

Con el puntaje obtenido de 270 puntos, se ubica en la tabla de concesiones por fatiga, en la clase D3, entre los rangos de 269 a 275, porcentaje de concesión de 18% y una jornada de trabajo de 480 minutos,



con estos datos se determinó que los minutos concedidos por fatiga son 73.

8.) Cálculo de la fatiga

	HOJA DE CONCESIONES	NÚMERO:	1 de 1
		VIGENCIA:	
		FECHA:	16/02/2012

CÓDIGO DE CARGO:	CONCESIONES:	FECHA: <input checked="" type="checkbox"/> EFECTIVA <input type="checkbox"/> REEMPLAZADA
ÁREA:	GERENCIA O DIVISIÓN:	PREPARADO POR: El Grupo de Industria Santos Duque
PROYECTO:	DEPARTAMENTO O SECCIÓN:	REVISADO POR: I. Turmero
PROCESO: Enrollado de tubos eléctricos de 2"	TÍTULO DEL CARGO:	APROBADO POR:

FACTOR DE FATIGA	PUNTOS POR GRADOS DE FACTORES			
	1er.	2do.	3er.	4to.
CONDICIONES DE TRABAJO:				
1 TEMPERATURA	5 <input type="checkbox"/>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>
2 CONDICIONES AMBIENTALES	5 <input type="checkbox"/>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>
3 HUMEDAD	5 <input type="checkbox"/>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
4 NIVEL DE RUIDO	5 <input type="checkbox"/>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>
5 LUZ	5 <input type="checkbox"/>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
REPETITIVIDAD:				
6 DURACION DEL TRABAJO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input checked="" type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
7 REPETICION DEL CICLO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input checked="" type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
8 DEMANDA FISICA	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input checked="" type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
9 DEMANDA VISUAL O MENTAL	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	50 <input type="checkbox"/>
POSICION:				
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			
CONCESIONES POR FATIGA (MINUTOS)	73 min.			
NOTA: RELLENE EL CUADRO <input checked="" type="checkbox"/> LA PUNTUACION CORRESPONDIENTE				



7.4.2) Análisis de las Tolerancias

Almuerzo: Al trabajador se le concede **60 min.** Para almorzar, de las 8 HR laborales diariamente.

Tiempo de preparación inicial (TPI): 2 hrs., en este tiempo el operario prepara el área de trabajo.

Tiempo de preparación final (TPF): 15min. , el trabajador termina su jornada

7.4.3) Jornadas Efectiva de Trabajo (JET)

$$JET = JT - (\sum \text{tolerancias fijas}) = JT - (TPI + TPF + Almuerzo)$$

$$JET = 480 - (60 + 120 + 15) = \mathbf{285 \text{ min.}}$$

7.4.4) Normalización de Tolerancias

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

$$TN \rightarrow X$$

$$285 - 73 \rightarrow 73$$

$$32.1926 \rightarrow X$$

$$\text{Entonces } \sum tol = T1 = X = \mathbf{11.085min.}$$

7.4.5) Determinación del tiempo estándar:

$$TE = TN + \sum tol = 33.534*(0.96) + 11.085 = \mathbf{43.278min}$$



Análisis de Resultados

Luego de realizar el estudio de tiempo para el proceso de fabricación de la INDUSTRIA SANTOS DUQUE C.A. específicamente en la operación de enrollado de manguera de 2", se obtuvieron los siguientes resultados:

- De acuerdo a las mediciones de tiempo tomadas en el área de trabajo se puede concluir que el T.P.S. es de 33.534 minutos.
- El tiempo normal en el que el operario ejecuta la actividad de enrollado del tubo es de 32.1926 minutos, y este valor representa el tiempo necesario por el operario promedio para ejecutar la operación, sin ninguna demora por necesidades personales ni retrasos inevitables.
- Empleando el método sistemático, se establecen las tolerancia por fatiga, estas sumadas, lleva a la atribución de concesiones por concepto de tolerancias variables de 11.085 minutos, (específicamente en la operación de enrollado).
- El cálculo del tiempo estándar de la operación de enrollado de la Industria Santos Duque es de 43.278 minutos.

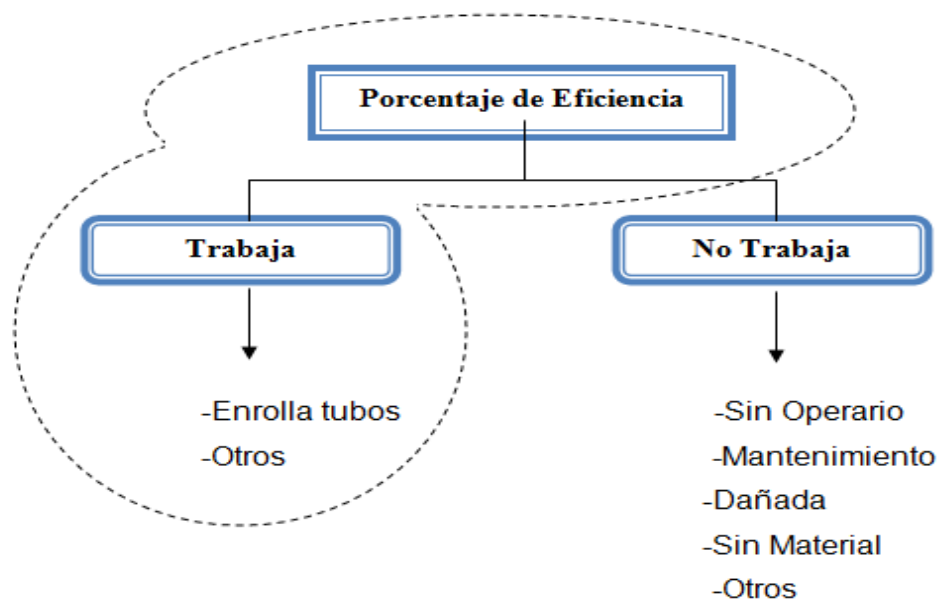


MUESTREO DEL TRABAJO

1) Definir el Objetivo

- Determinar el porcentaje de eficiencia del operario en el enrollado de tubos eléctricos 2".

2) Identificar los Elementos:



3) Definir NC y S:

NC = 95%

S = 5%

K = 1,96



4) Aplicación de números aleatorios:

Como la jornada de trabajo es de 8 horas/día (7:00am-3:00pm). La Industria tiene una hora disponible para el almuerzo (12pm-1:00pm). Para la realización de este estudio se tomaron en cuenta 5 observaciones por día durante 5 días. El método que se utilizó para la obtención de estos números fue el uso de la calculadora. En los anexos se presentan la generación de los números aleatorios.

5) Cálculo de \bar{p} :

Se realizaron 25 observaciones preliminares las cuales se registraron en un ente de información: (mostrada en el anexo)

Nº Días estudiados = 5 días

Nº Observaciones por días = 5 observaciones/ días

Nº totales de observaciones = 25 observaciones

Nº Veces que trabajo = 21

$$\bar{p} = \frac{\text{Nº veces trabajado}}{\text{Nº Totales de observaciones}} = \frac{21}{25} = 0,84$$

La probabilidad en el que el trabajador tenga una eficiencia del porcentaje de uso para enrollar tubos eléctricos de 2" es de 84%.

6) Calculo de la Exactitud (S):

$$S' = K \sqrt{\frac{(1 - p)}{P * N}} \rightarrow S' = 1.96 \sqrt{\frac{(1 - 0,84)}{0,84 * (25)}}$$

$$= 0,17 \%$$

$$S' > S (17\% > 5\%)$$



El estudio no es confiable del todo y aunque el porcentaje es alto, con los datos no se puede concluir nada, hasta tanto no se vea el comportamiento grafico, es necesario calcular el tamaño de la muestra.

7) Recalculo de N:

$$S' = \frac{K^2 (1 - p)}{S^2 * p} \rightarrow S' = \frac{(1,96)^2 (1 - 0,84)}{(0,05)^2 * (0,84)}$$

= 293 Observaciones

- $N - n = 268$ Observaciones Adicionales entonces el tamaño de la muestra debe ser de 318 lecturas, es decir 268 lecturas adicionales.
- Es necesario 53 días adicionales, lo que implica que esa opción sea imposible.

Por tanto hay que diseñar el estudio e incrementar el número de observaciones adicionales y disminuir el nivel de confianza.

8) Diseño Del Formato:

A continuación se presenta el formato de estudio de muestreo en el cual se vaciaron los valores obtenidos dentro de la jornada de trabajo del operario que realiza el enrollado de tubos eléctricos de 2" en la INDUSTRIA SANTOS DUQUE C,A. Para la recolección de estos datos durante 5 días se observó la actividad que realizaba este tomando en cuenta el horario de la mañana y la tarde. Donde los aspectos a evaluar son:

- a) T1= enrollado tubos
- b) T2= Almacenamiento



c) NT1= Preparación de la máquina

d) NT2= otras actividades.

	Enrollado de Tubos Eléctricos de 2 pulgadas de Industria Santos Duques, C.A					
	Formato de Muestreo de Trabajo					
Fecha:	Inicio:16-02-2012		Fin:01-03-2012		Elaborado por: Keila Domínguez; Angys Fonseca; Raúl Aguín; Jennifer Romero	
Hoja: 1 De:5	Duración:14 días		Revisado por: Ing. Iván Turmero			
Observaciones	Día	Hora	T		NT	
			T1	T2	NT1	NT2
1	1	8:44am	X			
2		9:31am	X			
3		9:34am		X		
4		11:29am	X			
5		2:19pm		X		

- **Análisis:**

Después de las observaciones realizadas se puede visualizar que el operario en este día tuvo una efectividad del 100% de la jornada de trabajo, ya que realizó todo el trabajo correspondiente.

	Enrollado de Tubos Eléctricos de 2 pulgadas de Industria Santos Duques, C.A					
	Formato de Muestreo de Trabajo					
Fecha:	Inicio:16-02-2012		Fin:01-03-2012		Elaborado por: Keila Domínguez; Angys Fonseca; Raúl Aguín; Jennifer Romero	
Hoja: 2 De:5	Duración:14 días		Revisado por: Ing. Iván Turmero			
Observaciones	Día	Hora	T		NT	
			T1	T2	NT1	NT2
1	2	7:22am			X	
2		8:18am	X			
3		9:42am	X			
4		11:28am		X		
5		2:22pm	X			

Análisis:

Después de las observaciones realizadas se puede visualizar que el operario para el segundo día del estudio mostro una efectividad del 80%




de la jornada de trabajo, ya que en la hora 7:22am estaba esperando la preparación de la máquina y por tal motivo no estaba trabajando.

	Enrollado de Tubos Eléctricos de 2 pulgadas de Industria Santos Duques, C.A					
	Formato de Muestreo de Trabajo					
Fecha:	Inicio:16-02-2012		Fin:01-03-2012		Elaborado por: Keila Domínguez; Angys Fonseca; Raúl Aguíñ; Jennifer Romero	
Hoja: 3 De:5	Duración:14 días		Revisado por: Ing. Iván Turmero			
Observaciones	Día	Hora	T		NT	
			T1	T2	NT1	NT2
1	3	9:27am	X			
2		11:29am		X		
3		12:09pm	X			
4		12:57pm		X		
5		2:04pm				X

- **Análisis:**

Después de las observaciones realizadas se pudo visualizar que el operario para el tercer día de estudio tuvo una efectividad del 80% de la jornada de trabajo; debido a que la hora 2:04pm específicamente no estaba trabajando ya que realizaba otra actividad (hablando por teléfono).



 INDUSTRIA SANTO DUQUE	Enrollado de Tubos Eléctricos de 2 pulgadas de Industria Santos Duques, C.A					
	Formato de Muestreo de Trabajo					
Fecha:	Inicio:16-02-2012		Fin:01-03-2012		Elaborado por: Keila Domínguez; Angys Fonseca; Raúl Aguín; Jennifer Romero	
Hoja: 4 De:4	Duración:14 días		Revisado por: Ing. Iván Turmero			
Observaciones	Día	Hora	T		NT	
			T1	T2	NT1	NT2
1	4	8:05am	X			
2		8:09am	X			
3		10:12am		X		
4		11:33am	X			
5		2:16pm		X		

- **Análisis:**

Después de las observaciones realizadas se puede visualizar que el operario en este día tuvo una efectividad del 100% de la jornada de trabajo, ya que realizó todo el trabajo correspondiente.

 INDUSTRIA SANTO DUQUE	Enrollado de Tubos Eléctricos de 2 pulgadas de Industria Santos Duques, C.A					
	Formato de Muestreo de Trabajo					
Fecha:	Inicio:16-02-2012		Fin:16-02-2012		Elaborado por: Keila Domínguez; Angys Fonseca; Raúl Aguín; Jennifer Romero	
Hoja: 5 De:5	Duración:14 días		Revisado por: Ing. Iván Turmero			
Observaciones	Día	Hora	T		NT	
			T1	T2	NT1	NT2
1	5	7:43am			X	
2		9:57am	X			
3		10:06am		X		
4		10:31am	X			
5		1:02pm				X

- **Análisis:**

Después de las observaciones realizadas se puede visualizar que el operario en este día tuvo una efectividad del 60% de la jornada de trabajo; ya que no trabajó la jornada completa; debido a que a las 7:43am estaba



esperando la preparación de la máquina y a la 1:02 pm estaba realizando otra actividad (recibiendo instrucción del jefe)

9) Límites de control

Una forma de verificar si el estudio está bajo control es encontrando los límites de control de estudio, para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$Lc = p \pm K \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \longrightarrow Lc = 0,84 \pm 1,96 \sqrt{\frac{0,84(1-0,84)}{5}}$$

Donde Lc = Limite de control.

p = probabilidad que el operario trabaje en los 5 días de estudio

N = el número total de observaciones en un día.

$$Lcs = 0,84 + 0,321 = 1,161$$

$$Lci = 0,84 - 0,321 = 0,519$$

Los valores de p, son datos para graficar y representar la probabilidad de que el operador trabaje el 1er, 2do, 3er, 4to y 5to día cuando se realizó el estudio.

$$P1 \quad \frac{5}{5} = 1$$

$$P2 \quad \frac{4}{5} = 0,8$$

$$P3 \quad \frac{4}{5} = 0,8$$



$$P4 = \frac{5}{5} = 1$$

$$P5 = \frac{3}{5} = 0,6$$

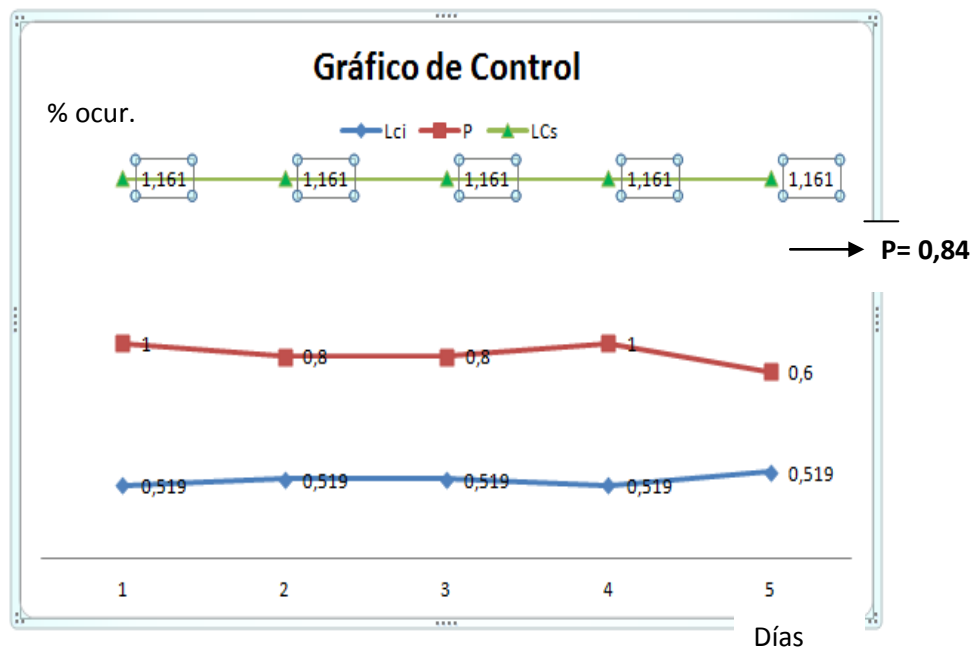
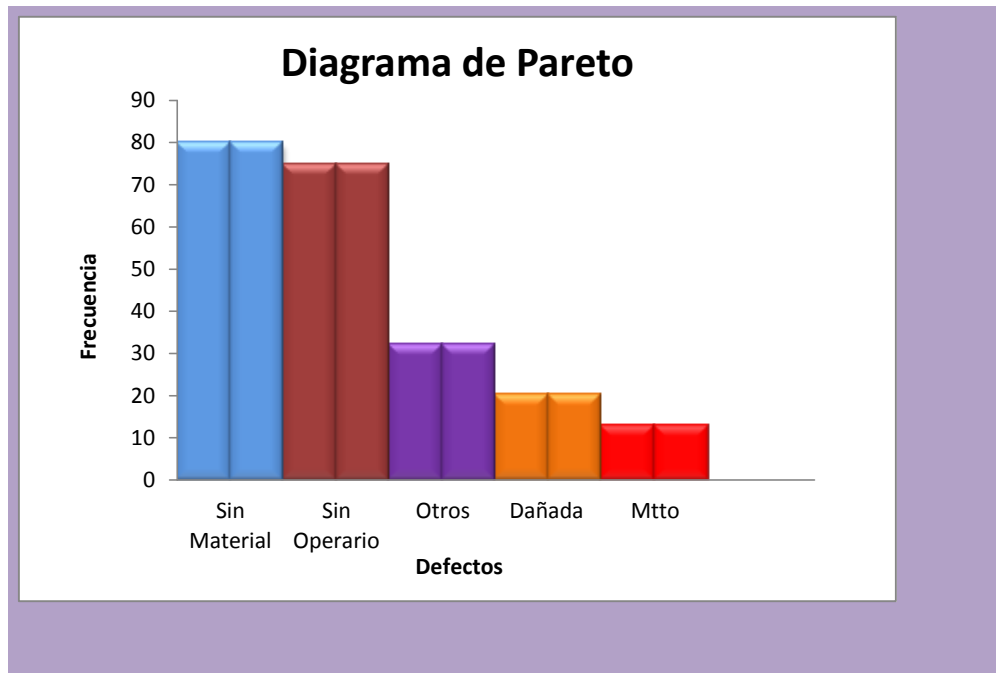


Tabla para Elaboración de Diagrama de Pareto

Defectos	Frecuencia	% Absoluto	% Acumulado
Sin Material	80	36.364%	36.364%
Sin Operario	75	34.091%	70.455%
Otros	32	14.545%	85.000%
Dañada	20	9.091%	94.091%
Mantenimiento	13	5,909%	100%
TOTAL	220	100%%	





ANÁLISIS DE RESULTADOS

- No se pudo determinar la efectividad del operario, pues faltaron muchas observaciones: los resultados demuestran que el estudio realizado no es confiable. Esto se debe a que a primeras horas de la mañana están programadas las tareas de preparación de la máquina; sin embargo las demás actividades no se realizan muy frecuentemente, por lo tanto se genera mucha variabilidad en la jornada de trabajo.
- La exactitud $S' = 0,17 > S = 0.05$, lo que indica que el estudio no es confiable.
- Mediante la realización de la grafica del Diagrama de Pareto se puede decir que las causas vitales para la INDUSTRIA SANTOS DUQUE C.A, serian el quedarse sin material como factor principal, seguido de la maquina este sin operario, y por último otras actividades que lo desvíen de su puesto de trabajo.
- Después de realizar el gráfico de control se nota que está dentro de los limites estadísticos con respecto a la toma de decisión, a pesar de que los valores en el grafico están dentro del rango se puede concluir que la eficiencia no era del todo 100%, debido a la exactitud del estudio; es ligeramente superior a la predefinida, esto implica que debieron realizarse 268 observaciones del total lo que equivale a 53 días más de estudio (evento imposible), a pesar de que la mayoría de las veces están distribuidos.



CONCLUSIONES

Después de realizado el estudio de tiempo y muestreo realizado al operario en la realización del enrollado de tubos eléctricos de 2" en la INDUSTRIA SANTOS DUQUE C.A, se puede concluir lo siguiente:

- 1.) Se determinó por medio del estudio de tiempo realizado que las concesiones por fatiga a conceder al operario que realiza la actividad de enrollado de tubos de 2" es de 73 minutos de la jornada de trabajo, se puede visualizar que este valor es muy significativo en comparación con la misma.
- 2.) De acuerdo a las mediciones de tiempo tomadas en el área de trabajo el T.P.S. es de 33.534 minutos; las tolerancias variables de 11.085 minutos, lo que nos da como resultado un tiempo estándar de 43.278 minutos en la operación de enrollado de los tubos eléctricos.
- 3.) Después de realizado el estudio de muestreo se observa que hace falta un mayor número de observaciones para que el estudio tenga el nivel de confianza deseado, esto puede deberse a que el operario tiene una actividad monota.
- 4.) El tipo de estudio realizado para determinar el % de efectividad del operario en la actividad no es el adecuado, ya que no es confiable.
- 5.) La calificación de la velocidad indica que el operario trabaja un 4% por debajo del promedio de actuación normal.
- 6.) El trabajo realizado por el operario se caracteriza por una habilidad y consistencia buena, y un esfuerzo aceptable.



- 7.) Las condiciones de trabajo son regulares por lo que se puede trabajar a un nivel normal de ejecución.
- 8.) No se puede determinar la efectividad del operario, pues faltaron muchas observaciones: los resultados demuestran que el estudio realizado no es confiable.
- 9.) Es necesario 268 observaciones adicionales, es decir, el tamaño de la muestra debe ser 318 lecturas.
- 10.) Se necesitan 53 días adicionales, lo que implica que esa opción sea imposible, por tanto hay que diseñar el estudio e incrementar el número de observaciones y disminuir el nivel de confianza.



RECOMENDACIONES

Después del análisis, resultados y las conclusiones obtenidas en este estudio, se presentan a continuación las recomendaciones:

- 1.) Utilizar los estándares del estudio como herramienta factible para conseguir una mayor eficiencia y productividad.
- 2.) Realizar un estudio para determinar la efectividad del operario aplicando el muestreo necesario.
- 3.) En cuanto al muestreo de trabajo se recomienda efectuar un estudio con mayor disponibilidad de tiempo para así poder efectuar las observaciones requeridas.
- 4.) Implementar una maquina automatizada que efectué la operación, pero con una observación constante para evitar que se presenten fallas en los tubos. la implementación de esta ayudaría a disminuir el porcentaje de fatiga del operario.



BIBLIOGRAFÍA

- Biasca R., Manejo y almacenamiento de materiales.
- Manual del Ingeniero Industrial – Meyers
- Monografía “ proceso de lavado sencillo de vehículos de la empresa AUTOPERIQUITOS DEIBICAR, C.A”
- Niebel B, Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseños del Trabajo,
10a Edición, Editorial: Alfaomega.
- Turmero I., (2011), Apuntes de clases de Ingeniería de métodos, Ingeniería Industrial. UNEXPO.

Electrónicas

- <http://es.scribd.com/doc/51350916/2/Tabla-I-Sistema-de-calificacion-de-habilidades-de-Westinghouse>
- <http://www.mitecnologico.com/Main/ConceptosDeActuacionNormal>
- <http://www.monografias.com/trabajos27/estudio-tiempos/estudio-tiempos.shtml>
- <http://www.valoryempresa.com/archives/tutoriales/tiempos/>



ANEXOS



TABLAS DE NÚMEROS ALEATORIOS:

000-999

1000/8Hrs ----- 125 n° x Hrs

Día 1

Generación NA	Depuración
0,331	9:31 am
0,629	11:29 am
0,919	2:19 pm
0,144	8:44 am
0,334	9:34 am

- **Números Aleatorios seleccionados de acuerdo a la JT**

N°	1	2	3	4	5
Hr	8:44 am	9:31 am	9:34 am	11:29 am	2:19 pm

- **Orden de las horas de la JT a evaluar**

Día 2

Generación NA	Depuración
0,922	2:22 pm
0,218	8:18 am
0,022	7:22 am
0,528	11:28 am
0,342	9:42 am



- **Números Aleatorios seleccionados de acuerdo a la JT**

N°	1	2	3	4	5
Hr	7:22 am	8:18 am	9:42 am	11:28 am	2:22 pm

- **Orden de las horas de la JT a evaluar**

Día 3

Generación NA	Depuración
0,904	2:04 pm
0,327	9:27 am
0,709	12:09 pm
0,529	11:29 am
0,657	12:57 pm

- **Números Aleatorios seleccionados de acuerdo a la JT**

N°	1	2	3	4	5
Hr	9:27 am	11:29 am	12:09 pm	12:57 pm	2:04 pm

- **Orden de las horas de la JT a evaluar**

Día 4

Generación NA	Depuración
0,916	2:16 pm
0,412	10:12 am
0,205	8:05 am
0.533	11:33 am
0,209	8:09 am



- **Números Aleatorios seleccionados de acuerdo a la JT**

N°	1	2	3	4	5
Hr	8:05 am	8:09 am	10:12 am	11:33 am	2:16 pm

- **Orden de las horas de la JT a evaluar**

Día 5

Generación NA	Depuración
0,802	1:02 pm
0,357	9:57 am
0,043	7:43 am
0,431	10:31 am
0,406	10:06 am

- **Números Aleatorios seleccionados de acuerdo a la JT**

N°	1	2	3	4	5
Hr	7:43 am	9:57 am	10:06 am	10:31 am	1:02 pm



TABLA T'STUDENT

Tabla 13: Inversa de la función de distribución de la variable t-Student.

Gr.Lib.	$t_{0.9}$	$t_{0.95}$	$t_{0.975}$	$t_{0.99}$	$t_{0.995}$
1	3.077684	6.313752	12.706205	31.820516	63.656741
2	1.885618	2.919986	4.302653	6.964557	9.924843
3	1.637745	2.353380	3.182449	4.540703	5.840909
4	1.533206	2.131847	2.776445	3.746954	4.604097
5	1.475884	2.015048	2.570582	3.364930	4.032159
6	1.439756	1.943180	2.446912	3.142668	3.707428
7	1.414924	1.894579	2.364624	2.997952	3.499483
8	1.396815	1.859548	2.306004	2.896459	3.355387
9	1.383029	1.833113	2.262157	2.821438	3.249836
10	1.372184	1.812461	2.228139	2.763769	3.169273
11	1.363430	1.796885	2.200985	2.718079	3.105806
12	1.356217	1.782288	2.178813	2.680998	3.054540
13	1.350171	1.770933	2.160369	2.650309	3.012276
14	1.345030	1.761310	2.144787	2.624494	2.976843
15	1.340606	1.753050	2.131450	2.602480	2.946713
16	1.336757	1.745884	2.119905	2.583487	2.920782
17	1.333379	1.739607	2.109816	2.566934	2.898231
18	1.330391	1.734064	2.100922	2.552380	2.878440
19	1.327728	1.729133	2.093024	2.539483	2.860935
20	1.325341	1.724718	2.085963	2.527977	2.845340
21	1.323188	1.720743	2.079614	2.517648	2.831360
22	1.321237	1.717144	2.073873	2.508325	2.818756
23	1.319460	1.713872	2.068658	2.499867	2.807336
24	1.317836	1.710882	2.063899	2.492159	2.796940
25	1.316345	1.708141	2.059539	2.485107	2.787436
26	1.314972	1.705618	2.055529	2.478630	2.778715
27	1.313703	1.703288	2.051831	2.472600	2.770683
28	1.312527	1.701131	2.048407	2.467140	2.763262
29	1.311434	1.699127	2.045230	2.462021	2.756386
30	1.310415	1.697261	2.042272	2.457262	2.749996
40	1.303077	1.683851	2.021075	2.423257	2.704459
50	1.298714	1.675905	2.008559	2.403272	2.677793
100	1.290075	1.660234	1.983972	2.364217	2.625891
1000	1.282398	1.646379	1.962339	2.330083	2.580755



CALIFICACIÓN DE VELOCIDAD

SISTEMA WESTINGHOUSE

<u>HABILIDAD</u>			<u>ESFUERZO</u>		
+ 0.15	A1	Extrema	+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.13	A2	Extrema	+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.11	B1	Excelente	+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente	+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Buena	+ 0.05	C1	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

<u>CONDICIONES</u>			<u>CONSISTENCIA</u>		
+ 0.06	A	Ideales	+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.04	B	Excelentes	+ 0.03	B	Excelente
+ 0.02	C	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



NIVELES DE FÁTIGA

FUNDAMENTOS DE ESTUDIO DEL TRABAJO

1

DEFINICIONES OPERACIONALES DE LOS FACTORES DE FATIGA

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

1. TEMPERATURA	<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: $35^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 41.5^{\circ}\text{C}$.
2. CONDICIONES AMBIENTALES	<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.

FUNDAMENTOS DE ESTUDIO DEL TRABAJO

2

3. HUMEDAD	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Humedad normal, ambiente climatizado. Por lo general hay humedad relativa del 40% al 55%, con temperatura de 21°C 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
4. NIVEL DE RUIDO	<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.
5. ILUMINACIÓN	<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.



FUNDAMENTOS DE ESTUDIO DEL TRABAJO

3

- 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 34 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) Pocapossibilidad 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.

FUNDAMENTOS DE ESTUDIO DEL TRABAJO

4

- 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 sienta 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.



TABLA DE CONCESIONES POR FATIGA

CONCESIONES POR FATIGA				$\text{MINUTOS CONCEDIDOS} = \frac{\text{CONCESIÓN \%} \times \text{JORNADA EFECTIVA}}{1 + \text{CONCESIÓN \%}}$			
CLASE	L Í M I T E S D E C L A S E		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

1



APÉNDICES



CUENTA METROS



**OPERARIO TRABAJANDO
CON TUBO ELÉCTRICO
DE 2"**