



U  
N  
E  
X  
P  
O

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,  
EL MUNDO DE LA BATERÍA**

U  
N  
E  
X  
P  
O

**AUTORES:**

Araujo Jhonmary  
Doria Brendimar  
Gomez Yevení  
Matute César  
Pineda Marielis  
Requena Diany

**ASESOR:**  
MSc. Ing. Turmero, Iván

PUERTO ORDAZ, MARZO 2012



## ÍNDICE.

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....</b>	<b>5</b>
1.1 Antecedentes.....	5
1.2 Planteamiento del Problema.....	7
1.3 Justificación.....	9
1.4 Limitaciones.....	9
1.4.1 Objetivo General.....	10
1.4.2 Objetivos Específicos.....	10
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
2.1 Estudio de tiempo.....	12
2.22 estudio de muestreo de trabajo.....	55
<b>CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO.....</b>	<b>63</b>
3.1 Tipo de Estudio.....	63
3.2 Población y Muestra.....	64
3.3 Herramientas y/o instrumentos.....	66
3.4 Recursos físicos.....	66
3.4.1 Tiempo estándar.....	66
3.4.2 Muestreo e trabajo.....	66
3.5 Recursos humanos.....	67
3.6 Procedimientos.....	67
3.6.1 Procedimiento para el estudio de tiempo.....	67
3.6.2 Procedimiento muestreo de trabajo.....	68
<b>CAPÍTULO IV: SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>70</b>
4.1 Situación actual estudio de tiempo.....	70
4.2 Situación actual en cuanto al trabajo de muestreo.....	71
<b>CAPÍTULO V SITUACIÓN PROPUESTA.....</b>	<b>72</b>
<b>Parte I</b> Estudio de tiempo.....	72
5.1 Identificación de los elementos.....	72



5.2 Registro de las lecturas.....	73
<b>Parte II Trabajo de muestreo.....</b>	<b>86</b>
1. Objetivo.....	66
2. Identificar los elementos.....	87
3. Solicitar los respectivos permisos.....	88
4. Diseño del estudio.....	89
5. Definir NC, S y K.....	89
6. Generar números aleatorios.....	90
7. Diseñar los formatos.....	95
8. Efectuar las observaciones.....	95
9. Estimación preliminar del porcentaje de ocurrencia	95
10. Calculo de exactitud.....	96
11. Gráficos de control.....	97
12. Diagrama de Pareto.....	99
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>101</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>104</b>
<b>BIBLIOGRAFÍAS.....</b>	<b>105</b>
<b>APÉNDICES.....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>111</b>



## **INTRODUCCIÓN.**

El estudio de tiempo es una técnica empleada para la medición del trabajo, para determinar con la mayor exactitud posible. partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada de un trabajador calificado quien trabajando a un nivel normal de desempeño realiza una tarea conforme a un método específico, con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido, este estudio nos permite establecer el tiempo de duración de una actividad que realice un operador y se basa fundamentalmente en el contenido del trabajo considerando la fatiga y los retrasos personales e inevitables Además, se debe observar los métodos mientras realizan el estudio de tiempo buscando oportunidades de mejoramiento para la empresa .

El muestreo de trabajo es una técnica que se utiliza para investigar las proporciones del tiempo total dedicada a las diversas actividades que componen una tarea, actividades o trabajo.

En el presente desarrollo se implementara el estudio de tiempo y muestreo de trabajo a la empresa EL MUNDO DE LAS BATERÍAS, la cual es prestadora de servicios.

Con esta investigación exhaustiva y minuciosa como base fundamental y además realizando rigurosas observaciones a las maquinarias del banco de recarga de la empresa, Los resultados del muestreo sirven para determinar tolerancias o márgenes aplicables al trabajo, para evaluar la utilización de las máquinas y para establecer estándares de producción.

El objetivo principal de esta práctica es el estudio de tiempo y muestreo a una respectiva operación. Para efecto de este estudio se escogió en banco de recarga de las batería y la operación será dividida en elementos distintos



U  
N  
E  
X  
P  
O

EL MUNDO DE LA BATERÍA C.A.



a los cuales se le aplicara el método del cronometro tales como atención al cliente, banco de recarga y despacho, para detectar cualquier situación que indique desperdicio de tiempo, pues se realizara un examen crítico del método actual con el propósito de mejorar y optimizar el método de trabajo.



## CAPÍTULO I. EL PROBLEMA.

En este capítulo se describe el problema referente a la falta de estándares de tiempo Y un muestreo de trabajo para determinar la eficiencia el proceso de recargado de baterías en la empresa el mundo las baterías. Así como también, se hacen evidentes lo objetivos de la investigación tanto los generales como los específicos y se manifiestan las limitaciones.

### **1.1 Antecedentes:**

El Centro de Servicio **EL MUNDO DE LA BATERÍA** se origina de la empresa principal que lleva por nombre **SF SUPPLY. CA** creada en el año 2005, sus fundadores Luis Flores y Rafael Silva; iniciando en un galpón ubicado en Av. Guarapiche, Unare I vio nacer esta empresa, en este establecimiento se contaba con una superficie de 200m<sup>2</sup>, con la colaboración de un empleado y contando solo con una unidad de transporte para el reparto de los productos, se dio el inicio del negocio, distribuyendo sus acumuladores en puerto Ordaz y San Félix.

La meta inicial en ventas de acumuladores fue de 100 a 200 piezas mensuales, misma que gracias a la aceptación del producto así como al esfuerzo por otorgar el mejor servicio y atención al cliente, en un periodo no muy largo, esta meta fue rebasada, para finales del año de 2007 las cifras en ventas de unidades llegaron a 800 piezas mensuales.

Convencidos de la importancia del servicio y la atención a sus clientes, de inmediato se tomaron decisiones relevantes, tales como mejorar la infraestructura del establecimiento, capacitar al personal y directivos así



Como el establecimiento e identificación de áreas de trabajo específicas, como área del almacenamiento y control de mercancía, exhibición de productos, administración y control de operaciones.

Es allí cuando se decide crear un centro de servicio para clientes particulares donde se ofrecieran acumuladores y mantenimientos del mismo. Ubicada en la av. paseo Caroní manz<sup>o</sup>.02 zona industrial Unare II, UD 287, edif. Rectificadora Unare; Puerto Ordaz, Estado Bolívar.

EL MUNDO DE LA BATERÍA abrió sus puertas en noviembre del año 2008, inicialmente se distribuía acumuladores marca BOSH, posteriormente incluyeron en su stock otras marcas de acumuladores como EXTREMA Y ACDELCO.

Debido a la gran aceptación y a la demanda de este centro de servicio se abren dos nueva sucursal en San Félix y la más reciente inaugurada a diciembre del 2011 en Ciudad Bolívar.

A la fecha **SF SUPPLY** distribuye una gran gama de marcas de acumuladores de gran calidad fabricados con alto desarrollo tecnológico, símbolo de confianza y seguridad, así como una variedad de especificaciones automotrices:

Servicio pesado (trailer, tractores, etc.), moto baterías, Logrando ser un centro de servicio autorizado para recibir acumuladores con garantías para todo el país.

Actualmente la empresa expandió sus servicios al incluir baterías de la marca MOURA.

## 1.2 Planteamiento del problema



La empresa EL MUNDO DE LAS BATERÍAS C.A. se encuentra funcionando en la av. paseo Caroní manz<sup>o</sup>.02 zona industrial Unare II, UD 287, edif. Rectificadora Unare; Puerto Ordaz, Estado Bolívar. Ofreciendo servicios de carga de baterías así como venta de sus accesorios, en la actualidad, en el proceso de recarga de baterías hay un problema debido a que no se tienen determinados los estándares de tiempo, esta medición es necesaria esta medición es necesaria para que los operarios de la empresa puedan identificar exitosamente los tiempo de ejecución de la operación y los elementos asociados a ella. El desconocimiento de los estándares de tiempo impide el óptimo funcionamiento de los equipos. A falta de los estándares de tiempo surgió la necesidad de realizar el tiempo de ejecución de recargado de batería considerando tres elementos claves durante la operación atención al cliente, banco de carga y despacho para así realizar el tiempo requerido al cargar las baterías, y evaluar el tiempo que actualmente se invierte en la operación.

Esta operación se presenta de manera automáticamente en ciertas oportunidades y otras manuales, estos procedimientos se harían más factibles si la operación se llevara de forma más automatizada, pero debido a ello la empresa trabaja por la eficiencia y excelencia del proceso, por tanto ya cuenta con dos maquinas automáticas de recargado de batería.

La empresa el mundo de las baterías no cuenta con los porcentajes de eficiencia de los equipos, lo que ha traído como consecuencia el desconocimiento de los operarios al realizar el proceso. Por tal motivo se vio la necesitada de detectar el porcentaje de eficiencia del proceso de cargado de batería considerando desde el momento en que el operario la recibe hasta entregarla al cliente. Utilizando todos los aspectos y herramientas aprendidas durante el curso. Este estudio es importante ya que hay que considerar el tiempo de ejecución completo de la operación, para así verificar si están



utilizando un apropiado tiempo y mejorar las tareas a realizar una vez concretado el estudio, para corregir los defectos y mejorar la eficiencia de la empresa.

La determinación del porcentaje de eficiencia facilitara la planeación y mejoramiento del control de la producción y la detección de fallas en la operación que se realiza en la empresa.

La empresa ha tomado medidas para la solución de este problema de la siguiente manera:

En primer lugar están en pro de mejorar el proceso optimizándolo ya que han reemplazado dos de sus cargadores manuales por cargadores automáticos, puestos que los operarios deben subir periódicamente una vez culminado el lapso de cargado de batería para apagar y desconectar los otros dos cargadores manuales con que cuenta la empresa, si no se realiza dicha operación corren el riesgo de que se presente una sobre carga en la batería y podría ser riesgoso tanto para el personal como para los clientes.

Han llevado un control desde el momento en que colocan a cargar la batería, para así llevar un tiempo controlado y evitar riesgos.

En la empresa EL MUNDO DE LAS BATERÍAS C.A. se observo también otro problema menor que afectan de manera directa o indirecta, el tiempo inapropiado de los equipos de recarga de batería, ya que esta cuenta con cuatro equipos de los cuales dos son automáticos y los otros son manuales, puesto que cada cargador tiene una capacidad máxima de cargar una cantidad de baterías, los dos automáticos solo pueden cargar una batería por día, mientras que los otros dos manuales cargan de veinte a ochenta baterías, y en estos que cargan mas muchas veces lo colocan en



funcionamiento con tan solo una batería desaprovechando su total capacidad y teniendo después baterías en espera y no tan solo la capacidad sino también el tiempo del operario por las condiciones antes mencionadas.

### **1.3 Justificación:**

La presente práctica tiene como finalidad aplicar un estudio de métodos basado, en el estudio de tiempo y muestreo de trabajo en la empresa EL MUNDO DE LAS BATERÍAS, obteniendo así la información requerida para solventar todos los problemas mencionados anteriormente, disminuir fallas, en fin optimizar el proceso en cuestión.

### **1.4 Limitaciones:**

Afortunadamente, en el proceso de realización de este estudio, se no se presento limitación alguna.

Se lograron hacer sin ningún problema todas las visitas a la empresa propuestas por el grupo y atención del personal de la empresa fue formidable siempre dados a la realización del proceso investigativo, ofreciendo toda la información necesaria tanto de los equipos como del proceso.

#### **1.4.1 Objetivo general**

Emplear el estudio de tiempo, para determinar el tiempo estándar del banco de recarga de barias

Realizar el estudio de muestreo para determinar la eficiencia de las maquinas cargadoras de baterías

#### **1.4.2 Objetivos específicos**



Plasmar observaciones para opción de datos y considerar un tamaño de muestra adecuado que se tomara en cuenta a la hora de hacer el estudio

Manipular correctamente el cronometro para poder obtener valores asertivos y menos erróneos durante el estudio

Calcular los tiempos promedios seleccionados de la operación.

Detectar las condiciones de trabajo de los equipos

Aplicar el procedimiento estadístico para la determinación de tiempo estándar

Calcular los tiempos establecidos durante la selección de datos de los elementos de la operación para reflejarlo en los respectivos formatos

Aplicar el procedimiento conocido para la determinación del porcentaje de eficiencia de la operación del recargado de batería

Conocer la aplicación de muestreo de trabajo, seleccionar respectivos números de observaciones, los días para realizar el estudio y obtener así los números aleatorios por el método deseado.

Realizar y analizar el grafico de control.

Interpretar los gráficos y proponer posibles soluciones a los problemas observados



## **CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.**

### **TIEMPO ESTÁNDAR**

#### **ESTUDIO DE TIEMPO**

Es una actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

#### **REQUISITOS**

Conocer bien la técnica de la medición del tiempo.

Estandarizaron del método que se vaya a analizar.

Establecer responsabilidades: analista, supervisor, sindicato.

#### **EQUIPOS**

Cronómetros.

Tableros.

Formas impresas.

#### **ANTECEDENTES DEL ESTUDIO DE TIEMPO:**

Con los estudios realizados por Perronet acerca de la fabricación de alfileres en Francia en el siglo XVIV, fue cuando se inició el estudio de



tiempos en la empresa, pero no fue sino hasta finales del siglo XIX, con las propuestas de Taylor que se difundió y conoció esta técnica, el padre de la administración científica comenzó a estudiar los tiempos a comienzos de la década de los 80's, allí desarrolló el concepto de la "tarea", en el que proponía que la administración se debía encargar de la planeación del trabajo de cada uno de sus empleados y que cada trabajo debía tener un estándar de tiempo basado en el trabajo de un operario muy bien calificado.

En 1903, en la reunión de la A.S.M.E efectuada en Saratoga, Taylor presentó su famoso artículo " Administración taller", cuya metodología aceptada por muchos industriales reportando resultados muy satisfactorios. En la actualidad no existe ninguna restricción en la aplicación de estudio de tiempos en ninguna empresa o país industrializado.

#### **OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS:**

Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.

Conservar los recursos y minimizan los costos.

Efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad recursos de energéticos o de la energía.

Proporcionar un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad.

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. A través de los años dichos estudios han ayudado a solucionar multitud de problemas de producción y a reducir costos.

### **REQUERIMIENTOS PARA REALIZAR UN ESTUDIO DE TIEMPOS:**

Para obtener un estándar es necesario que el operario domine a la perfección la técnica de la labor que se va a estudiar.

El método a estudiar debe haberse estandarizado

El empleado debe saber que está siendo evaluado, así como su supervisor y los representantes del sindicato

El analista debe estar capacitado y debe contar con todas las herramientas necesarias para realizar la evaluación

El equipamiento del analista debe comprender al menos un cronómetro, una planilla o formato pre impreso y una calculadora. Elementos complementarios que permiten un mejor análisis son la filmadora, la grabadora y en lo posible un cronómetro electrónico y una computadora personal.

La actitud del trabajador y del analista debe ser tranquila y el segundo no deberá ejercer presiones sobre el primero.



## **MEDICIÓN DE TRABAJO**

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

## **REGISTRO DE INFORMACIÓN (OBSERVACIÓN DIRECTA)**

Estudio a realizar.

Producto / Servicio.

Proceso, método, instalación, equipo.

Operario.

Duración del estudio.

Condiciones físicas de trabajo.

Ejecución del estudio.

## **ELEMENTOS**

Selección del operario.

Análisis del trabajo.

Descomposición del trabajo en elementos.

Registro de valores elementales transcurridos.

Calificación de la actuación del operario.

Asignación de márgenes apropiados (tolerancias).

Ejecución del estudio.

## **MÉTODOS PARA REALIZAR UN ESTUDIO DE TIEMPO**

Existen dos métodos básicos para realizar el estudio de tiempos, el continuo y el de regresos a cero. En el método continuo se deja correr el



cronómetro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento. En caso de tener un cronómetro electrónico, se puede proporcionar un valor numérico inmóvil. En el método de regresos a cero el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego se regresa a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento el cronómetro parte de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y se regresa a cero otra vez, y así sucesivamente durante todo el estudio.

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.

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.

Se debe realiza un 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. En estas normas se especifican el lugar de trabajo y sus características, las máquinas y herramientas, los materiales, el equipo de seguridad que se requiere para ejecutar dicha operación como lentes, mascarilla, extinguidores, delantales, botas, etc. Los requisitos de calidad para dicha operación como la tolerancia y los acabados y por último, un análisis de los movimientos de mano derecha y mano izquierda.

Un trabajo estandarizado o con normalización significa que una pieza de material será siempre entregada al operario de la misma condición y que él será capaz de ejecutar su operación haciendo una cantidad definida de trabajo, con los movimientos básicos, mientras siga usando el mismo tipo y bajo las mismas condiciones de trabajo.



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.

## **EJECUCIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS**

Obtener y registrar toda la información concerniente a la operación. Es importante que el analista registre toda la información pertinente obtenida mediante observación directa, en previsión de que sea menester consultar posteriormente el estudio de tiempos.

Una forma de agrupar la información es la siguiente:

Información que permita identificar el estudio de cuando se necesite.

Información que permita identificar el proceso, el método, la instalación o la máquina

Información que permita identificar al operario

Información que permita describir la duración del estudio.

Es necesario realizar un estudio sistemático tanto del producto como del proceso, para facilitar la producción y eliminar ineficiencias, constituyendo así el análisis de la operación y para lo que se debe considerar lo siguiente:

Objeto de la operación

Diseño de la pieza

Tolerancias y especificaciones



Material

Proceso de manufactura

Preparación de herramientas y patrones

Condiciones de trabajo

Manejo de materiales

Distribución de máquinas y equipos

## **EQUIPO UTILIZADO PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS**

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.

Generalmente se utilizan dos tipos de cronómetros, el ordinario y el de vuelta a cero. 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.

## **ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETRO:**



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.

## **UTILIDAD**

Se utiliza 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 REALIZAR UN ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETRO**

### **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

**TIEMPOS PREDETERMINADOS**

Los tiempos predeterminados se basan en la idea de que todo el trabajo se puede reducir a un conjunto básico de movimientos. Entonces se pueden determinar los tiempos para cada uno de los movimientos básicos, por medio



de un cronómetro o películas, y crear un banco de datos de tiempo. Utilizando el banco de datos, se puede establecer un tiempo estándar para cualquier trabajo que involucre los movimientos básicos.

Se han desarrollado varios sistemas de tiempo predeterminados, los más comunes son: el estudio del tiempo de movimiento básico (BTM) y los métodos de medición de tiempo (MTM): los movimientos básicos utilizados son: alcanzar, empuñar, mover, girar, aplicar presión, colocar y desenganchar. Un porcentaje muy grande de trabajo industrial y de oficina se puede describir en términos de estos movimientos básicos.

El procedimiento utilizado para establecer un estándar a partir de datos predeterminados de tiempo es como sigue: Primero cada elemento de trabajo se descompone en sus movimientos básicos. Enseguida cada movimiento básico se califica de acuerdo a su grado de dificultad. Alcanzar un objeto en una posición variable, es más difícil y toma más tiempo que alcanzar el objeto en una posición fija. Una vez que se ha determinado el tiempo requerido para cada movimiento básico a partir de las tablas de tiempos predeterminados, se agregan los tiempos básicos del movimiento para dar el tiempo total normal. Se aplica entonces un factor de tolerancia para obtener el tiempo estándar.

La mejoría de la exactitud se atribuye al número grande de ciclos utilizados para elaborar las tablas iniciales de tiempos predeterminados. Entre las ventajas más grandes de los sistemas de tiempos predeterminados se encuentra el hecho de que no requieren del ritmo del uso de cronómetros, y que además, con frecuencia estos sistemas son los menos caros.



## **TIEMPO ESTÁNDAR**

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

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

El 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 actitud promedio para el trabajo. Es el tiempo requerido para un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, trabajando a un ritmo normal, llevo a cabo la operación. Se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estándar de tiempo.

### **Tiempo estándar (Características):**

- Función.
- Método.
- Operario Habilidad.

### **PROPÓSITO DEL TIEMPO ESTÁNDAR**

Base para el pago de incentivos.



Denominador común para la comparación de diversos métodos.

Medio 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 la producción.

Control exacto y determinación del costo de mano de obra.

Base para primas y bonificaciones.

Base para un control presupuestal.

Cumplimiento de las normas de calidad.

Simplificación de los problemas de dirección de la empresa.

Mejoramiento de los servicios a los consumidores.

Elaboración de los planes de mantenimiento.

## **APLICACIONES**

Para determinar el salario de vengable por esa tarea específica. Sólo es necesario convertir el tiempo en valor monetario.

Ayuda a la planeación de la producción. Los problemas de producción y de ventas podrán basarse en los tiempos estándares después de haber aplicado la medición del trabajo de los procesos respectivos, eliminando una planeación defectuosa basada en las conjeturas o adivinanzas.



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

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

Ayuda a establecer las cargas de trabajo. Facilita la coordinación entre los obreros y las máquinas, y proporciona a la gerencia bases para inversiones futuras en maquinaria y equipo en caso de expansión.

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

Proporciona costos estimados. Los tiempos estándar de mano de obra, presupuestarán el costo de los artículos que se planea producir y cuyas operaciones serán semejantes a las actuales.

Proporciona bases sólidas para establecer sistemas de incentivos y su control. Se eliminan conjeturas sobre la cantidad de producción y permite establecer políticas firmes de incentivos a obreros que ayudarán a incrementar sus salarios y mejorar su nivel de vida; la empresa estará en



mejor situación dentro de la competencia, pues se encontrará en posibilidad de aumentar su producción reduciendo costos unitarios.

Ayuda a entrenar a nuevos trabajadores. Los tiempos estándar serán parámetro que mostrará a los supervisores la forma como los nuevos trabajadores aumentan su habilidad en los métodos de trabajo.

## **VENTAJAS**

Reducción de los costos; al descartar el trabajo improductivo y los tiempos ociosos, la razón de rapidez de producción es mayor, esto es, se produce un mayor número de unidades en el mismo tiempo.

Mejora de las condiciones obreras; los tiempos estándar permiten establecer sistemas de pagos de salarios con incentivos, en los cuales los obreros, al producir un número de unidades superiores a la cantidad obtenida a la velocidad normal, perciben una remuneración extra.

## **MÉTODO PARA CALCULAR EL TIEMPO ESTÁNDAR**

El tiempo estándar se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estudio de los tiempos. Los tiempos elementales o asignados se evalúan multiplicando el tiempo elemental medio transcurrido, por un factor de conversión.

## **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 (  $\bar{X}$  ), 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

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

*Rango de aceptación:*

$$X + \Delta$$

$$X - \Delta$$

**Donde:**

**M** = Número de observaciones realizadas.

**LM** = Lectura mayor

**Lm** = Lectura menor

$\Delta$  = Variación

**IM** = Intervalo de la muestra

**I** = Intervalo predefinido

**X** = TPS

## 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 a 5.00	15
5.00 a 10.00	10
10.00 a 20.00	8
20.00 a 40.00	5
Más de 40.00	3

### Tiempo estándar (formula):

$$TE = TPS * Cv + \Sigma (\text{Tolerancias})$$

TPS = Tiempo Promedio Seleccionado.

Cv = Calificación de la velocidad.



## DISTRIBUCION T DE STUDENT

Es una distribución simétrica con media (0) cero. Su grafica es similar a la Distribución Normal Estándar. La distribución t Student depende de un parámetro llamado “Grados de libertad”; éstos están dados por  $n - 1$ , donde  $n$  representa el tamaño de la muestra. En la distribución t, el intervalo de confianza permite determinar la exactitud, la cual, de acuerdo al uso final de los resultados, puede establecerse del 3% al 10%. Esta se denota con la letra K. La forma de aplicar esta distribución es la siguiente:

1. Establecer el tamaño de la muestra ( $n$ ).

$N$  = número de observaciones tomadas.

2. Determinar el promedio de los tiempos tomados ( $X$ ).
3. Determinar la desviación estándar de la muestra ( $S$ ).
4. Entrar en la tabla de distribución t student con el valor de  $n$  y con la probabilidad establecida, de acuerdo al nivel de confianza ( $N.C$ ) fijado, y determinar  $t$ .
5. Determinar el intervalo de confianza o límite de control máximo (L.C.M) Donde  $t$ , es el valor de la distribución t student con  $n$  grados de libertad.
6. Calcular la exactitud porcentual ( $e$ ), dada por:
7. Tomar una decisión de acuerdo a lo siguiente:
  - 7.1 - Si  $e < K$ ; entonces  $n$  es suficiente.
  - 7.2 - Si  $e > K$ ; recalculan  $n$ .
8. En caso de que el resultado coincida con la condición 7.2, debe calcularse el nuevo tamaño de la muestra, dado por  $N$ ; donde:

9. Repetir todo el procedimiento hasta el paso N° 7.

### **Carga de trabajo (C.T)**

Es tiempo total en que un equipo o persona se encuentra operativa, durante una jornada continua de trabajo.

La carga de trabajo está dada por la siguiente fórmula:

$$CT = \frac{T.T.T.A}{T.T.T.} \times 100\% + \% D.I \quad (6)$$

### **Donde:**

CT = Carga de Trabajo.

T.T.T.A = Tiempo Total de Trabajo y Atención.

T.T.T. = Tiempo Total de Trabajo.

D.I = Demoras Inevitables.

### **Frecuencia Estándar (F)**

Indica el número de veces que se debe realizar una determinada actividad para cumplir con los planes de producción establecidos, metas de trabajo, etc.

### Requerimiento (R)

Es la cantidad de equipos y/o personas necesarias y suficientes para realizar eficientemente las labores inherentes a sus funciones en el área.

El requerimiento se determina mediante la siguiente fórmula:

$$R = \frac{T.T.T.A}{T.D}$$

$$T.D = T.T.T. - D.I$$

*Donde:*

*T.D* = Tiempo Disponible

*T.T.T.* = Tiempo Total de Trabajo

*D.I.* = Demoras Inevitables

### MÉTODO DE OBSERVACIONES CONTINUAS

#### VENTAJAS

Los elementos regulares y los extraños, pueden seguirse etapa por etapa, todo el tiempo puede ser tomado en consideración.

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.

#### DESVENTAJAS

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

### MÉTODO DE OBSERVACIÓN DE VUELTA A CERO



### **VENTAJAS:**

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.

### **DESVENTAJAS:**

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.

### **TIPOS DE ELEMENTOS**

Repetitivos.

Casuales.

Constantes.

Variables.

Manuales.

Mecánicos.

Dominantes.



Extraños.

## **PROCEDIMIENTO**

Seleccionar el trabajo que va a ser estudiado.

Registrar todos los datos necesarios.

Examinar los datos registrados y comprobar si son utilizados los mejores métodos y movimientos.

Medir la cantidad de trabajo, seleccionando la técnica de medición mas adecuada para el caso.

Aplicar calificación y tolerancias en caso de utilizar cronometraje.

Definir las actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado.

## **MÉTODOS**

Sistema Westinghouse.

Sistema Westinghouse Modificado.

Calificación sistemática.

Calificación por velocidad.

Calificación objetiva.



## SISTEMA WESTINGHOUSE

Consiste en la evaluación de cuatro factores de manera cuantitativa y cualitativa de forma tal que se pueda obtener su clase, su categoría y el porcentaje que corresponda para de esta manera realizar una suma algebraica que permita obtener en números o porcentaje la evaluación del operario.

**Habilidad:** pericia en seguir un método, se determina por su experiencia y sus aptitudes inherentes como coordinación naturaleza 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.

El factor de actuación se aplica solo a elementos de esfuerzos que se ejecutan manualmente, los elementos controlados por las maquinas se califican con 1.

La tabla Westinghouse obtenida empíricamente, da el número de observaciones necesarias en función de la duración del ciclo y del número de



piezas que se fabrican al año. Esta tabla sólo es de aplicación a operaciones muy representativas realizadas por operarios muy especializados. En caso de que éstos no tengan la especialización requerida, deberá multiplicarse el número de observaciones obtenidas por 1.5.

### **Clasificación de la Velocidad**

Es una técnica 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 valor de la calificación(C). Es el paso más importante del procedimiento de medición del trabajo, se basa en la experiencia, adiestramiento y buenos juicios del analista.

### **CALIFICACIÓN POR VELOCIDAD**

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.

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



## **REQUISITOS DE UN BUEN SISTEMA DE CALIFICACIÓN**

Que haya exactitud en sus resultados, se considera que el error debe ser muy pequeño (supuesto normalmente dentro de un 5% por defecto o por exceso).

Que sus resultados sean concordantes, es decir que el error tiende a producirse siempre en un mismo sentido y con valores casi iguales en todas las aplicaciones.

Que sea simple, que el procedimiento para calificar pueda explicarse en términos sencillos, tales que el operario pueda comprender como funciona.

Objetividad del encargado del estudio de tiempos a la hora de establecer los niveles de ejecución.

Que el encargado del estudio tenga bien claro lo que es un operador calificado normal.

## **TIEMPO NORMAL**

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

Mientras el observador del estudio de tiempos está realizando un estudio, se fijará, con todo cuidado, en la actuación del operario durante el curso del mismo. Muy rara vez esta actuación será conforme a la definición exacta de los que es la " normal ", o llamada a veces también "estándar". De aquí se desprende que es esencial hacer algún ajuste al tiempo medio observado a



fin de determinar el tiempo que se requiere para que un individuo normal ejecute el trabajo a un ritmo normal.

El tiempo real que emplea un operario superior al estándar para desarrollar una actividad, debe aumentarse para igualarlo al del trabajador normal; del mismo modo, el tiempo que requiere un operario inferior estándar para desarrollar una actividad, debe aumentarse para igualarlo al del trabajador normal; del mismo modo, el tiempo que requiere un operario inferior al estándar debe reducirse al valor representativo de la actuación normal. Sólo de esta manera es posible establecer un estándar verdadero en función de un operario normal.

## **CÁLCULO DE TIEMPO NORMAL**

La longitud del estudio de tiempos dependerá en gran parte de la naturaleza de la operación individual. El número de ciclos que deberá observarse para obtener un tiempo medio representativo de una operación determinada depende de los siguientes procedimientos:

Por fórmulas estadísticas.

Por medio del ábaco de Lifson.

Por medio del criterio de las tablas Westinghouse.

Por medio del criterio de la General Electric.

Estos procedimientos se aplican cuando se pueden realizar gran número de observaciones, pues cuando el número de éstas es limitado y pequeño, se



utiliza para el cálculo del tiempo normal representativo la medida aritmética de las mediciones efectuadas.

$$TN = TPS * Cv$$

$$Cv = 1 \pm C$$

$$TE = TPS * Cv + \Sigma (\text{Tolerancias})$$

## **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.

## **ÁREAS**

El individuo (fatiga).

La naturaleza del trabajo.

El medio ambiente.

## **PROPÓSITO**

Agregar un tiempo suficiente al tiempo de producción normal que permita al operario de tiempo 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 se incrementan indebidamente y si los márgenes fueran bajos, resultarían estándares muy estrechos que causarían 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 mantenible por la actuación del operario medio, a un ritmo normal y continuo.

## **TIPOS**

Almuerzo.

Merienda.

Necesidades personales.

Retrasos evitables.

Adicionales / Extras.

Orden y limpieza.

Tiempo total del ciclo.

Fatiga.

Especiales: expresados en porcentajes, se refieren a:

Entrenamiento / adiestramiento.

Política empresa.

Especiales (Contingencias).

## **MÉTODOS**

Estudio de tiempo.

Muestreo de trabajo.



## MÉTODO SISTEMÁTICO PARA ASIGNAR TOLERANCIA POR FATIGA

Evaluar la 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 permite contrarrestar la fatiga.

Después de hacer la evaluación se obtiene un valor a través de la sumatoria de dichos factores, los cuales en función de la jornada de trabajo se ubican en el rango o límite correspondiente para determinar así que porcentaje de tiempo por concepto de fatiga debe asignarse.

### 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.

$$\Sigma \text{ Tolerancias} = T1 + T2 + T3 \dots\dots Tn$$

El hecho de que los cálculos de los suplementos o tolerancias no pueden ser siempre perfectamente exactos, no justifica que se utilicen como depósitos donde acumulan los factores o elementos que se hayan omitido o pasado por alto al efectuar el estudio de tiempo. La aplicación en cualquier situación del estudio del trabajo de los suplementos o tolerancias se debe a los siguientes factores:



## **FACTORES RELACIONADOS CON EL INDIVIDUO**

Si todos los trabajadores de una zona de trabajo determinada se estudiaran individualmente, se descubrirá que el trabajador delgado, activo, ágil y en el apogeo de sus facultades físicas necesita para recuperarse de la fatiga un suplemento de tiempo menor que su colega obeso o inepto. De igual manera, cada trabajador tiene su propia curva de aprendizaje, que puede condicionar la forma en que ejecuta su trabajo.

## **FACTORES RELACIONADOS CON LA NATURALEZA DEL TRABAJO EN SI**

Muchas de las tablas para calcular los suplementos dan cifras que pueden ser aceptables para los trabajadores frágiles, ligeros y medios, pero que son insuficientes si se trata de tareas pesadas y arduas, por ejemplo, las que exigen los altos hornos siderúrgicos. Además, cada situación de trabajo tiene características propias, que pueden influir en el grado de fatiga que siente el trabajador o pueden retrasar inevitablemente la ejecución de su tarea.

## **FACTORES RELACIONADOS CON EL MEDIO AMBIENTE**

Los suplementos, y en particular los correspondientes a descansos, deben fijarse teniendo debidamente en cuenta diversos factores ambientales, tales como calor, humedad, ruido, suciedad, vibraciones, intensidad de la luz, polvo, agua circundante, etc; y cada uno de ellos influye en la importancia de los suplementos por descanso requeridos.

## **MÉTODOS PARA EL CÁLCULO DE TOLERANCIAS**

Existen dos métodos utilizados frecuentemente para el desarrollo de datos de tolerancias estándar. El primero es el que consiste en un estudio de la



producción que requiere que un observador estudie dos o quizás tres operaciones durante un largo periodo.

El observador registra la duración y el motivo de cada intervalo libre o de tiempo muerto y después de establecer una muestra razonablemente representativa, resume sus conclusiones para determinar la tolerancia en tanto por ciento para cada característica aplicable.

La segunda técnica: para establecer un porcentaje de tolerancia es mediante estudios de muestreo de trabajo. En este método, se toma un gran número de observaciones al azar, por lo que solo requiere por parte del observador, servicios en parte de tiempo, o al menos, intermitentes. En este procedimiento no se emplea el cronometro, ya que el observador camina solamente por el área que se estudia sin horario fijo, y toma breves notas sobre lo que cada operación está haciendo.

## **ESPECIFICACIONES DE LAS TRES ÁREAS GENERALES DE LAS TOLERANCIAS**

Necesidades personales: Incluye interrupciones en el trabajo necesarias para el trabajador como son: viajes periódicos al bebedero de agua o baño. Las condiciones generales de trabajo y la clase de trabajo, influirán sobre el tiempo necesario para cubrir necesidades personales. Así como el trabajo pesado a altas temperaturas requerirá de mayores tolerancias que el realiza a temperaturas moderadas.

### **Fatiga**

La fatiga se considera como una distribución en la capacidad de realizar trabajo. La fatiga es el resultado de una acumulación de productos de desecho en los músculos y en la corriente sanguínea, lo cual reduce la capacidad de los músculos para actuar. Los movimientos musculares van



acompañados de reacciones químicas que necesitan alimento para sus actividades.

No se puede decir definitivamente que la producción disminuye como consecuencia de la fatiga. El que una persona realice menos trabajo durante la última hora de la jornada puede ser debido a que se encuentra cansada, pero también puede deberse a pérdida de interés o preocupación personal.

La fatiga industrial se refiere a tres fenómenos que están relacionados:

Sentimiento de cansancio.

Cambio fisiológico del cuerpo.

disminución en la capacidad de hacer trabajo.

### **Tolerancias adicionales o extras:**

En las operaciones industriales metal-mecánicas típicas y en procesos afines, el margen de tolerancias por retrasos personales inevitables y por fatiga, generalmente es alrededor del 15%.

### **Cálculos de los suplementos:**

En la figura se representa 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 esencial 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 las manos 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 ejecuta un trabajo ligero en buenas condiciones materiales y que no precisa emplear manos, piernas y 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 no pueden ser mejoradas, cuando aumentan el esfuerzo y la tensión para ejecutar determinada tarea.

### **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 o 15 min a media mañana y a media tarde, a menudo dando la posibilidad de tomar café, te o refrescos y un refrigerio, y que se deje al trabajador que utilice como le parezca el resto del tiempo de descanso previsto. Es recomendable analizar si es prudente establecer pausas o si se deben dejar que sucedan fortuitamente.

**Importancia de los periodos de descanso:**

Atenúan las fluctuaciones de rendimiento del trabajador a lo largo del día y 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 tipo o 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 puedan 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. Tales suplementos pueden ser permanentes o



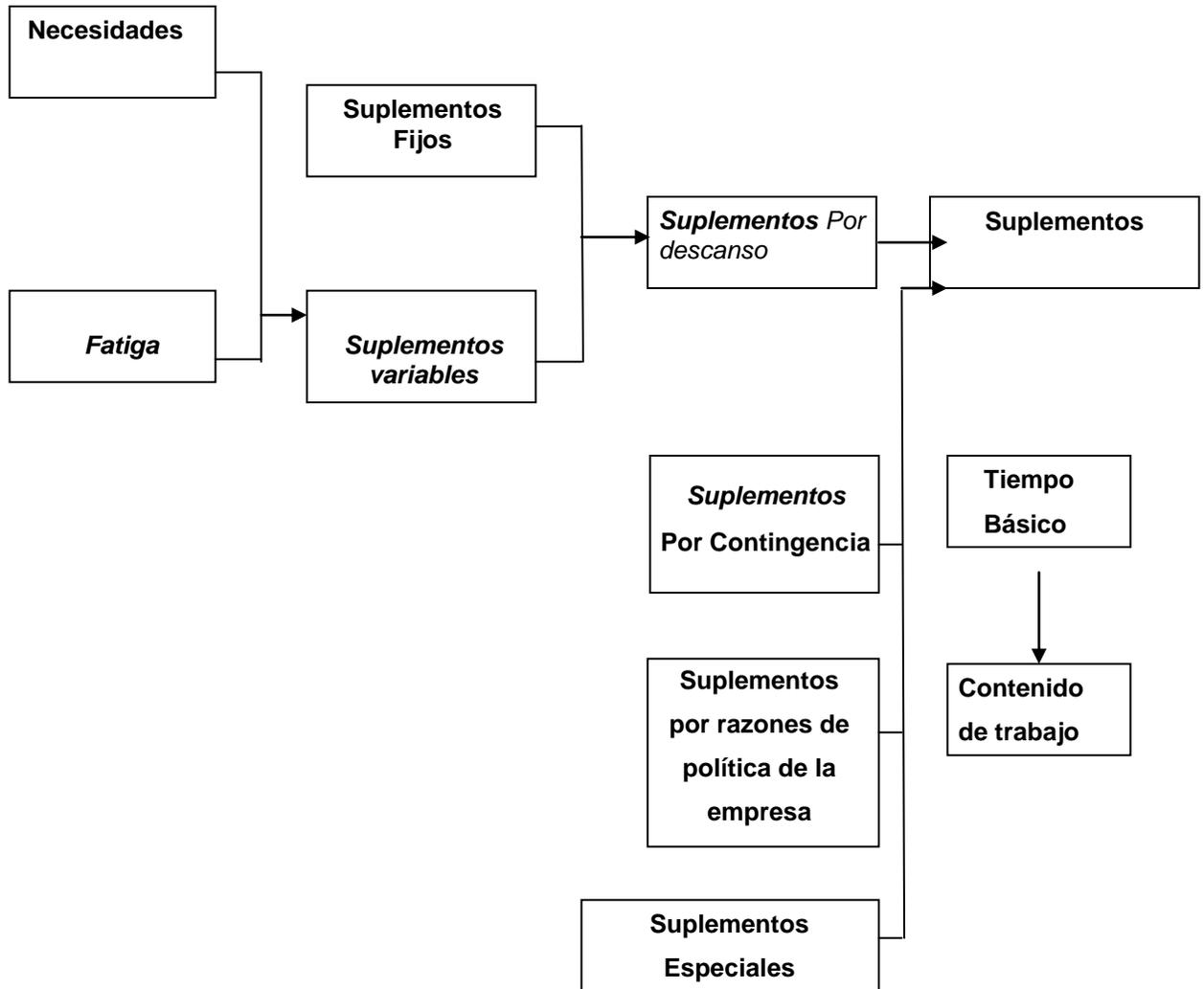
pasajeros, los que se deberá especificar. Dentro de lo posible se deberían determinar mediante un estudio de tiempo. También se incluyen los suplementos por montaje, el suplemento por desmontaje, el suplemento por rechazo, el suplemento por aprendizaje o por formación.

### **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 la tolerancia como un multiplicador, de modo que el tiempo normal, que consiste en elemento de trabajo productivo, se puede ajustar fácilmente al tiempo de margen. Por lo tanto, si se tuviera que conocer una tolerancia de 15% en una operación dada, el multiplicador sería 1.15.

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

### Asignación de tolerancias para el trabajo



## Procedimiento Estadístico para la determinación del tamaño de la muestra

Definir el coeficiente de confianza: (C)

Definir el intervalo de confianza: (I)

$$LC = X \pm \frac{TC * S}{\sqrt{n}} \quad Tc = T(c, v) = T(c, n-1)$$

Se selecciona el  $I_{máx}$

Determinar la desviación estándar:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n t^2 - \frac{\sum_{i=1}^n t^2}{n}}{n-1}}$$

Determinar el intervalo de la muestra:

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

Criterio de decisión:

Si  $I_m \leq I$  Se acepta.

Si  $I_m > I$  Se rechaza.

Recálculo de n.

Nuevo tamaño de la muestra:

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



### **Factores que producen fatiga:**

- Constitución del individuo.
- Tipo de trabajo.
- Condiciones del trabajo.
- Monotonía y tedio.
- Ausencia de descansos apropiados.
- Alimentación del individuo.
- Esfuerzo físico y mental requeridos.
- Condiciones climatéricas.
- Tiempo trabajando.

### **Métodos para calcular los suplementos de fatiga:**

La valoración objetiva con estándares de fatiga consiste en hacer el análisis de las características del trabajo estudiado, y posteriormente con base en valores asignados para diferentes condiciones, se procede a calcular el suplemento a concederse.

**El método "A":** Para calcular el suplemento de fatiga, contiene siempre una cantidad básica constante y, algunas veces, una cantidad variable que depende del grado de fatiga que se suponga cause el elemento. La parte constante del suplemento corresponde a lo que se piense necesita un obrero que cumple su tarea sentado, que efectúa un trabajo leve en buenas condiciones de trabajo que precisa emplear sus manos, piernas y sentidos normalmente. Es común el 4% tanto para hombres como para mujeres.



La cantidad variable sólo se añade cuando las condiciones de trabajo son penosas y no se pueden mejorar los efectos del cálculo puede decirse, que el suplemento por descanso consta de:

Un mínimo básico constante, que siempre concede.

Una cantidad variable, añadida a veces, según las circunstancias en que se trabaje.

**El método "B":** Considera 3 factores:

**Esfuerzo físico:** es causado por acumulación de toxinas en los músculos, por lo fatigoso del trabajo típico, el predominante del puesto; por posición incómoda de trabajo, por tensión sostenida muscular, tensión nerviosa, etc.

**Esfuerzo mental:** puede ser ocasionado por planeamiento de trabajo, cálculos matemáticos mentales para registro o actuación, presión por decisiones rápidas inesperadas, planeación para presentar trabajo, planeación de distribución de tareas, etc.

**Monotonía:** se motiva por aburrimiento, fatiga por la repetición exacta del ciclo de trabajo, acompañado de ruidos, reflejos luces, etc.

### **Método para calcular la fatiga:**

A medida que transcurre el día, el obrero comenzará a resentir los efectos de la fatiga y el tiempo en que se hace una operación tenderá a aumentar, lo que significa que su esfuerzo disminuirá. Si se multiplica el nuevo tiempo por el mismo factor de valoración que se determinó al comenzar el día, la anterior igualdad sería falsa, pero, para restituir la igualdad, es necesario deducir al producto del tiempo actual por el factor de valoración, el tiempo perdido por el efecto de la fatiga.

### **Calificación de la actuación:**

Al terminar el periodo de observaciones, el analista habrá acumulado cierto número de tiempos de ejecución y el correspondiente factor de calificación, y mediante la combinación de ellos puede establecerse el tiempo normal para la operación estudiada.

La calificación de la actuación es la técnica para determinar equitativamente el tiempo requerido por el operador normal para ejecutar una tarea. Operador normal es el operador competente y altamente experimentado que trabaje en las condiciones que prevalecen normalmente en la estación de trabajo, a una marcha, ni demasiado rápida ni demasiado lenta, sino representativa de un término medio.

Para que el proceso de calificación conduzca a un estándar eficiente y útil, deberán satisfacerse en forma razonable dos requisitos básicos:

La compañía debe establecer claramente lo que se entiende por tasa de trabajo normal.

En la mente de cada uno de los calificadores debe existir una aproximación razonable del desempeño normal.



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

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

### **Empleo de Datos Estándares**

Para facilidad de referencia, los elementos de datos estándares constantes se tabulan y archivan según la máquina o el proceso. Los datos variables pueden tabularse o expresarse en función de una gráfica o de una ecuación, archivándose también de acuerdo con la clase de máquina o de operación.

Cuando los datos estándares se dividen para comprender lo relativo a una máquina y una clase de operación dada, es posible combinar constantes con variables y tabular el resultado, lo cual permite tener datos de referencia rápida que expresen el tiempo asignado para efectuar una operación por completo.



## ESTUDIOS DE MUESTREO DE TRABAJO

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

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

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

### Teoría de muestreo de trabajo

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

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



$p$  = probabilidad de una ocurrencia

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

$n$  = número de observaciones

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

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

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

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

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



### **Determinación de las observaciones necesarias.**

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

p = Desviación estándar de un porcentaje

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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



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

A medida que le analista considera el área de trabajo, no debe anticipar los registros que espera hacer. Debe caminar un punto o un cierta distancia del equipo, efectuar su observación y registrar los hechos. El analista debe aprender a efectuar observaciones o verificaciones visuales y realizar las anotaciones después de haber abandonado la zona de trabajo.

Esto reducirá al mínimo la sensación de ser observado que experimentaría un operario, el que continuaría trabajando así en la forma acostumbrada.

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

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

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

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



elementos que entran dentro de las demoras personales e inevitables se pueden mantener separados y determinar una tolerancia equitativa para cada clase o categoría.

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

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

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

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

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



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

$T_n$  = Tiempo normal de elemento

$T_a$  = Tiempo asignado de elemento

$P$  = Factor de calificación de actuación

$P_a$  = Producción total en el período estudiado

$n$  = Observaciones totales de elemento

$N$  = Observaciones totales

$T$  = Tiempo total de operario representado por el estudio.

### **Auto-observación**

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

### **Muestreo de trabajo computarizado**

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



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

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

Explicar y lograr la aceptación del método de muestreo de trabajo antes de utilizarlo.

2. Limitar los estudios individuales a grupos similares a máquinas u operaciones
3. Utilizar un tamaño de muestra lo más grande posible.
4. Efectuar observaciones individuales en momentos al azar.
5. Realizar las observaciones en un período razonablemente largo.

## **CAPÍTULO III DISEÑO METODOLÓGICO**

En este capítulo se describen a fondo, todas y cada una de las herramientas utilizadas, en este periodo investigativo; como por ejemplo: descripción del tipo de estudio, descripción de la población y muestra, los diferentes recursos e instrumentos utilizados, las técnicas que se llevaron a cabo para recolectar los datos y por supuesto el procedimiento.

### **3.1 Tipo de estudio**

Tanto el estudio de tiempo estándar como el estudio de muestreo se desarrollo con una investigación de campo, del tipo evaluativo, descriptivo y no experimental.

#### **Estudio descriptivo:**

Se dice, un estudio descriptivo, debido a que, describe minuciosamente cada una de las características que se encuentran inmersas en el proceso de cargado de baterías de la empresa EL MUNDO DE LAS BATERÍAS CA.". Así, como también, se describen, la distribución física, el origen de los problemas y posibles soluciones, las técnicas usadas en la investigación, el método de trabajo propuesto, en fin todos los aspectos señalados en la práctica.

#### **Investigación de campo:**

Es una investigación de campo, ya que, fue realizada directamente en la empresa, lo cual hizo posible el contacto directo entre investigadores y el problema, ya fuese de una manera participativa u omnisciente, logrando así una mayor visión e información de este.

**Investigación evaluativa:**

Refiere, una investigación de tipo evaluativo, puesto que, luego de describir el proceso, inmediatamente se comienza a evaluar detalladamente todos los problemas así como sus causas.

**Investigación aplicada:**

Se habla de una investigación aplicada, ya que, tiene como propósito, establecer, ideas que logren mejoras en el proceso de la empresa EL MUNDO DE LAS BATERÍAS CA.

Para la obtención de estos tiempos, se utilizaron instrumentos específicamente creados para tal fin. La aplicación de esta técnica fue la más adecuada para el logro de objetivos planteados.

**2.3 Población y muestra**

Dentro de una investigación es importante establecer cuál es la población y si de esta se ha tomado una muestra, cuando se trata de seres vivos, en caso de objetos se debe establecer cuál será el objeto, evento o fenómeno a estudiar.

**Población:**

La población o universo es cualquiera conjunto de unidades o elementos como personas, fincas, municipios, empresas, etc., claramente definidos para el que se calculan las estimaciones o se busca la información. Deben estar definidas las unidades, su contenido y extensión.



En otras palabras; una población está determinada por sus características definitorias. Por lo tanto, el conjunto de elementos que posea esta característica se denomina población o universo. Población es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las unidades de población poseen una característica común, la que se estudia y da origen a los datos de la investigación.

### **Muestra:**

Cuando es imposible obtener datos de todo el universo (población) es conveniente extraer una **muestra**, subconjunto del universo, que sea representativa. En el proyecto se debe especificar el tamaño y tipo de muestreo a utilizar: estratificado, simple al azar, de conglomerado, proporcional, polietápico, sistemático, etc.

Cuando un investigador realiza en ciencias sociales un experimento, una encuesta o cualquier tipo de estudio, trata de obtener conclusiones generales acerca de una población determinada. Para el estudio de ese grupo, tomará un sector, al que se conoce como muestra.

**En el estudio de seguimiento de los equipos, la población coincide con la muestra, debido a que tanto el estudio de tiempo estándar y muestreo, se le aplicaran a los 4 (cuatro) equipos existentes en la empresa (maquinas cargadoras de baterías).**

### **3.3 Herramientas y/o instrumentos**

Para el desarrollo del presente estudio se utilizaron los siguientes recursos:

### **3.4 Recursos físicos**



### **3.4.1 Tiempo estándar**

Formatos para estudios de tiempo que permiten tener almacenamiento de los tiempos y otros datos tomados.

Cronómetros utilizados para el estudio de tiempo.

Formatos para concesiones por fatiga.

Tabla para concesiones por fatiga.

Tabla Westinghouse

tabla t-student.

Calculadora

lápiz

hojas

### **3.4.2 Muestreo de trabajo**

Hoja de observaciones (formato) para realizar estudio de muestreo de trabajo que permiten tener almacenamiento de los datos tomados (eficiencia equipo)

Calculadora (para generar Números aleatorios y cálculos)

Herramientas de calidad

Herramientas de Estadística.

lápiz

hojas

### **3.5 Recursos Humanos**



Guía (Profesor de Ingeniería de Métodos).

Operadores de los equipos.

Personal de las áreas en estudio.

### **3.6 Procedimientos**

Para efectos del estudio, se determino hacerle el seguimiento al equipo para realizar tanto el estudio de tiempo como el muestreo

#### **3.6.1 Procedimiento para el estudio de tiempo**

Identificación de los elementos

Registro de las lecturas

Determinación del tamaño de la Muestra

Cálculo del tiempo promedio y la desviación estándar

Definición del Coeficiente de Confianza

Determinación de la Distribución t de Student

Cálculo del Intervalo de Confianza (I)

Cálculo del Intervalo de la Muestra (Im)

Determinación del tiempo estándar

observación directa analizando los cuatro factores principales

Calificación de la velocidad por el método Westinghouse

Cálculo del Tiempo Normal



Calculo de tolerancias por fatiga

Calculo de jornada de trabajo

### **3.6.2 Procedimiento Muestreo de trabajo.**

Realizar una visita preliminar, meramente observativa y pedir aprobación para llevar a cabo el estudio.

Definir el objetivo.

Describir los elementos a medir.

Definir el nivel de confianza (NC) y exactitud (S).

Generar números aleatorios.

Diseñar Estudio.

Diseñar Formato.

Visitas a la empresa para realizar la toma de datos.

Realizar estimación preliminar.

Realizar un grafico de control.

Determinar la exactitud y compararla.

Preparar un informe.

Realizar Diagrama de Pareto.

Establecer Conclusiones y recomendaciones pertinentes.



## CAPÍTULO IV SITUACIÓN ACTUAL.

En el presente capítulo se describe la situación actual de la empresa en mundo de las baterías en canto a los estándares de tiempo y trabajo de muestreo.

### **4.1. Situación actual estudio de tiempo:**

Como ya se estableció previamente, el proceso al cual será dedicado el estudio de métodos, será el proceso de desmontaje, recepción, almacenamiento del material en el banco de carga, y despacho de baterías en el cual se detectaron ciertas fallas, las cuales se analizarán con la finalidad de estandarizar el proceso. A continuación se describe de manera general la sucesión de actividades del proceso:

Se desmonta del vehículo (que va a estar ubicado en el estacionamiento) la batería, son inspeccionadas por el operario sobre el mesón, se chequea su funcionamiento con el equipo (tester) y una vez verificado se diagnostica si la batería está en buen estado, si esta descargada o está ya es inservible para su uso. Una vez realizado el diagnóstico, de estar en mal estado se le informa al cliente que requiere adquirir una nueva, ya que la vieja batería no está apta para el buen funcionamiento de su vehículo y se le ofrece la alternativa de comprar alguna en el stock del almacén. De ser el diagnóstico diferente y solo la batería necesitar ser cargada, esta es trasladada al banco de carga ubicado en la planta superior de la empresa, es ubicada en su cargador correspondiente y almacenada por el tiempo que requiera, una vez completada la carga se almacena hasta su despacho, el cual ocurre cuando se le informa al cliente que puede pasar retirándola, es importante acotar que la empresa hace estas revisiones o diagnósticos de manera gratuita y temporalmente le otorga a sus clientes con garantía, una batería usada (pero

en buen estado) mientras su batería es cargada ya que el lapso de carga es bastante largo, el proceso culmina con la instalación de la batería anteriormente cargada.

#### **4.2 Situación actual en cuanto al trabajo de muestreo:**

En el mundo de las baterías nunca se diseñado ni realizado ningún tipo de trabajo de muestreo, por lo que, es obvio que no se conoce información alguna sobre la eficiencia o ineficiencia de su proceso.

Para gozar de una producción exitosa y de calidad, es de suma importancia tener toda la información posible de esta; de esta manera es esencial diseñar un estudio de muestreo que permita determinar la eficiencia o no del proceso y cualquier elemento que influya directa o indirectamente en el.

En otro orden de palabras, es propicio mencionar que el trabajo de muestreo es diseñado por el investigador, lo que le da versatilidad al estudio, ya que este lo puede adaptarlo a su conveniencia, y también puede escoger a que elemento del proceso aplicar dicho estudio.

## **CAPÍTULO V. REALIZAR EL ESTUDIO DE TIEMPO ESTANDAR Y DISEÑAR EL MUESTREO DEL TRABAJO.**

En este capítulo se realizara el estudio de tiempo estándar y se diseña el estudio de muestreo.

### **PARTE I. ESTUDIO DE TIEMPO.**

#### **5.1. Identificación de los elementos**

Con vistas a optimizar el tiempo y mejorar la ejecución de las operaciones necesarias para el proceso de carga de baterías, es necesario realizarle al proceso un estudio de tiempos, identificando los diferentes elementos que conforman al mismo.

El proceso de carga de baterías, está dividido en varios elementos. Esta división se realizó considerando que éstos fueran lo suficientemente medibles. Se consideró que el proceso se divide en las siguientes operaciones fundamentales:

El primer elemento (E1) consiste en desmontar la batería del vehículo, revisión de la batería y traslado de esta al banco de carga

El segundo elemento (E2) está definido por el tiempo transcurrido en el banco de carga.

El tercer elemento (E3) del proceso lo comprende la acción de instalar la batería en el vehículo.



## 5.2. Registro de las lecturas

Para realizar el registro de los tiempos asociados a cada elemento del proceso fue necesario conocer el número de observaciones necesarias para obtener un resultado satisfactorio.

En lo que respecta a la toma de tiempos, para ésta se utilizó el cronometraje observación continua de las acciones de un operario promedio.

Así mismo para efectuar las observaciones se dispuso de un cronómetro, un formato de estudio de tiempos, una tabla y una calculadora, los cuales constituyen el equipo mínimo para llevar a cabo un programa de estudio de tiempos. Para la toma de tiempos fue necesario que los observadores permanecieran por un largo período de tiempo en el área de trabajo.

Los resultados obtenidos del cronómetro se presentan en la tabla que se muestra más adelante, donde se reconocen los siguientes elementos:

**T** = Tiempo de duración particular del elemento

**L** = Lectura acumulada del cronómetro

**Min** = Tiempo L expresado en minutos

### Tamaño de la muestra

Para verificar si el tamaño de la muestra utilizado es apropiado para el estudio de tiempos del proceso de carga de baterías realizado en la empresa MUNDO DE LA BATERÍA.CA, se procede de la siguiente manera:

#### **Tabla de Mediciones de Tiempos de los Ciclos en estudio**

Fuente: elaboración propia

ESTUDIO DE TIEMPO EN LA EMPRESA MUNDO DE LA BATERIA C.A																																																																																																																																				
<b>DEPARTAMENTO:</b> <b>OPERACIÓN:</b> Carga de batería <b>INSTALACION/MAQUINA:</b> <b>ESTUDIO NUM:</b> 1 <b>FECHA:</b> 22-02-2012 <b>OBSERVADO:</b> Por Diany, Yeveni, Marieli, Cesar, brendimar Y Jhonmary <b>APROBADO:</b> <b>MATERIAL:</b> Bateria <b>CONDICIONES TRABAJO:</b>																																																																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ELEMENTO</th> <th rowspan="2"></th> <th colspan="10">TIEMPO OBSERVADO (CICLOS)</th> <th rowspan="2">ΣT</th> <th rowspan="2">ΣTs</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">E-1 ATENCION AL CLIENTE</td> <td>T</td> <td>0,28</td> <td>0,22</td> <td>0,18</td> <td>0,28</td> <td>0,21</td> <td>0,24</td> <td>0,25</td> <td>0,28</td> <td>0,28</td> <td>0,20</td> <td>2,38</td> <td>0,238</td> </tr> <tr> <td>L</td> <td>0,28</td> <td>0,22</td> <td>0,18</td> <td>0,28</td> <td>0,21</td> <td>0,24</td> <td>0,25</td> <td>0,28</td> <td>0,28</td> <td>0,20</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">E-2 BANCO DE CARGA</td> <td>T</td> <td>7,58</td> <td>7,42</td> <td>7,24</td> <td>7,48</td> <td>7,38</td> <td>7,42</td> <td>8,02</td> <td>7,58</td> <td>8,01</td> <td>7,42</td> <td>75,53</td> <td>7,553</td> </tr> <tr> <td>L</td> <td>7,88</td> <td>7,64</td> <td>7,42</td> <td>7,72</td> <td>7,59</td> <td>7,86</td> <td>8,27</td> <td>7,86</td> <td>8,27</td> <td>7,62</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">E-3 DESPACHO</td> <td>T</td> <td>0,38</td> <td>0,32</td> <td>0,38</td> <td>0,34</td> <td>0,32</td> <td>0,39</td> <td>0,31</td> <td>0,32</td> <td>0,34</td> <td>0,32</td> <td>3,4</td> <td>0,34</td> </tr> <tr> <td>L</td> <td>8,22</td> <td>7,98</td> <td>7,8</td> <td>8,08</td> <td>7,91</td> <td>8,05</td> <td>8,58</td> <td>8,18</td> <td>8,61</td> <td>7,94</td> <td>81,31</td> <td>8,131</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td></td> <td>81,31</td> <td>8,131</td> </tr> </tbody> </table>														ELEMENTO		TIEMPO OBSERVADO (CICLOS)										ΣT	ΣTs	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	E-1 ATENCION AL CLIENTE	T	0,28	0,22	0,18	0,28	0,21	0,24	0,25	0,28	0,28	0,20	2,38	0,238	L	0,28	0,22	0,18	0,28	0,21	0,24	0,25	0,28	0,28	0,20			E-2 BANCO DE CARGA	T	7,58	7,42	7,24	7,48	7,38	7,42	8,02	7,58	8,01	7,42	75,53	7,553	L	7,88	7,64	7,42	7,72	7,59	7,86	8,27	7,86	8,27	7,62			E-3 DESPACHO	T	0,38	0,32	0,38	0,34	0,32	0,39	0,31	0,32	0,34	0,32	3,4	0,34	L	8,22	7,98	7,8	8,08	7,91	8,05	8,58	8,18	8,61	7,94	81,31	8,131	TOTAL												81,31	8,131
ELEMENTO		TIEMPO OBSERVADO (CICLOS)										ΣT	ΣTs																																																																																																																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																									
E-1 ATENCION AL CLIENTE	T	0,28	0,22	0,18	0,28	0,21	0,24	0,25	0,28	0,28	0,20	2,38	0,238																																																																																																																							
	L	0,28	0,22	0,18	0,28	0,21	0,24	0,25	0,28	0,28	0,20																																																																																																																									
E-2 BANCO DE CARGA	T	7,58	7,42	7,24	7,48	7,38	7,42	8,02	7,58	8,01	7,42	75,53	7,553																																																																																																																							
	L	7,88	7,64	7,42	7,72	7,59	7,86	8,27	7,86	8,27	7,62																																																																																																																									
E-3 DESPACHO	T	0,38	0,32	0,38	0,34	0,32	0,39	0,31	0,32	0,34	0,32	3,4	0,34																																																																																																																							
	L	8,22	7,98	7,8	8,08	7,91	8,05	8,58	8,18	8,61	7,94	81,31	8,131																																																																																																																							
TOTAL												81,31	8,131																																																																																																																							

Cálculo de la desviación estándar de la muestra:

$$\sum T^2 = 661,8087$$

$$(\sum T)^2 = 6611,3161$$

$$n = 10$$

$$(\sum T)^2 / n = 661,13161$$

$$\sum T^2 - (\sum T)^2 / n = 0,67709$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - (\sum T)^2 / n}{n-1}} = 0,27428 \text{min}$$

**Determinación de la confiabilidad del estudio:**

El coeficiente de confianza seleccionado para la muestra en estudio corresponde al 95%.

$$C = 95\% = 0.95$$

**Cálculo del tiempo promedio seleccionado (tps):**

Para el cálculo del tiempo promedio seleccionado del proceso se sumaron los promedios de tiempo (TPS) correspondientes a cada ciclo:

$$\text{TPS} = \text{TPS1} + \text{TPS2} + \text{TPS3}$$

$$\text{TPS} = 0,238 + 7,553 + 0,34$$

$$\text{TPS} = 8,131 \text{min}$$

**Cálculo del intervalo de confianza:**

Para fijar la probabilidad t Student se procede a calcular el nivel de significancia ( $\alpha$ ) y los grados de libertad ( $n - 1$ ) para la muestra de 3 observaciones.

$$c = 1 - \alpha \rightarrow \alpha = 1 - c = 1 - 0.95 = 0,05$$

$$v = n - 1 = 10 - 1 = 9$$

Estos valores se buscan en la tabla de distribución t Student obteniéndose (ver anexo 1):

$$t_{\alpha, v} = t_{(0,05,9)} = 1,833$$

$$I = x \pm \frac{t_c \cdot S}{\sqrt{n}}$$

$$l = 8,131 + \frac{(1,833)(0,27428)}{\sqrt{10}} = 8,289985166 \text{min}$$

$$l = 8,131 - \frac{(1,833)(0,27428)}{\sqrt{10}} = 7,972014834 \text{min}$$

$$l = 8,289985166 - 7,972014834 = 0,317970332 \text{min}$$

**Cálculo del intervalo de la muestra:**

$$I = \frac{t_c \cdot S}{\sqrt{n}} =$$

$$I = \frac{(2)(1,833)(0,27428)}{\sqrt{10}} = 0,317970332 \text{min}$$

Empleando el criterio de decisión:

Si  $l_m \leq I$  se acepta la muestra

Si  $l_m > I$ , entonces se rechaza la muestra

Como:  $0,317970332 \leq 0,317970332$



Se acepta el tamaño de la muestra, por lo que es no es necesario realizar nuevas lecturas.

### **Determinación del tiempo estándar.**

Para determinar el tiempo estándar que emplea un operario promedio en la realización de una actividad a un ritmo normal y en condiciones normales de trabajo se determinará primeramente el tiempo normal (tiempo empleado por el operario a una velocidad estándar sin ningún tipo de demora) y las tolerancias (tiempo empleado en retrasos, demoras y fatiga) existentes durante la actividad de producción que ejecuta el operario.

$$TE = TPS \times C_v + \sum Tolerancias$$

### **Cálculo del factor de calificación a través del método Westinghouse**

La Calificación de Velocidad ( $C_v$ ) se calculó de acuerdo al sistema Westinghouse, el cual permite realizar una evaluación cualitativa y cuantitativa de la manera de actuar del operario al ejecutar la operación de carga de batería (ver anexo 2). Esta se llevó a cabo bajo observación directa analizando los cuatro factores principales:

#### **Habilidad: Excelente B2 = + 0,08**

Pues el operario demuestra habilidad para realizar la inspección, el desmontaje y conoce muy bien los equipos usados en el proceso.

#### **Esfuerzo: Excelente B2= + 0,08**

Debido a que la actividad posee un alto grado de exigencia física para el operario.

**Condiciones de trabajo: Aceptable E = - 0,03**

Se evalúa de esta forma ya que en el banco de carga no existe suficiente ventilación, ni iluminación adecuada, las cuales afectan al operario.

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

Debido a que el operario se cansa a través que se va repitiendo el proceso, lo que hace que los períodos de tiempo para cada operación se prolonguen. Sin embargo se observó un desempeño adecuado en cada tarea realizada.

**Calificación de la velocidad por el método Westinghouse.**

FACTOR	CLASE	CATEGORÍA	%
Habilidad	Excelente	E2	0,08
Esfuerzo	Excelente	E1	0,08
Condiciones	Aceptable	F	0,03
Consistencia	Buena	C	0,01
<b>Factor de Calificación (c)</b>			<b>+0,14</b>

**La calificación es igual a:**

$$Cv = 1 \pm c = 1 + 0,14 = 1,14$$

**$Cv = 1,14$**

Lo que quiere decir que el operario presenta que trabaja un 14% de eficiencia por encima del promedio.

**Cálculo del tiempo normal:**



Para determinar el tiempo normal requerido por el operario para realizar la operación de Rotulado de Vehículo con Pintura, cuando trabaja a una velocidad estándar sin demoras dadas por razones personales o circunstanciales, se lleva a cabo el siguiente cálculo:

$$TN = TPS \cdot Cv$$

$$TN = (8,131) \cdot (1,14) = 9,2693min$$

El valor obtenido anteriormente, indica el tiempo que requiere el Operario Normal para realizar sus operaciones cuando trabaja a una velocidad estándar y sin ninguna demora, ya sea por razones personales o circunstancias inevitables

#### **Cálculo de la jornada de trabajo (jt):**

El horario de trabajo en la empresa MUNDO DE LA BATERIA, C.A., es de 8:00am a 12:00m y 2:00pm a 6:00 pm lo que quiere decir, que la jornada de trabajo es de 8 horas al día y es una jornada de tipo discontinua.

#### **Cálculo de tolerancias por fatiga:**

Para realizar el cálculo de las Tolerancias concedidas por Fatiga, se utilizó el Método Sistemático (ver anexo 3 - 9). A continuación se presenta el diagnóstico realizado:

#### **Condiciones de trabajo:**



**Temperatura:** Grado 3, temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. Para los trabajos interiores la temperatura oscila entre  $26,5^{\circ}\text{C}$   $<\text{temperatura}\leq 28^{\circ}\text{C}$ , y para trabajos externos o con circulación de aire  $32^{\circ}\text{C}$   $<\text{temperatura}\leq 34,5^{\circ}\text{C}$ .

**Condiciones Ambientales:** Grado 1, operaciones normales en exteriores, operaciones en ambientes acondicionados con aire fresco y libre de malos olores.

**Humedad:** Grado 2, ambientes secos. Menos del 30% de humedad relativa.

**Nivel de Ruido:** Grado 1, ruido oscila entre 30 y 60 decibeles. Característicos en oficinas o ambientes poco ruidosos.

**Iluminación:** Grado 1, luces sin resplandor. Iluminación fluorescente.

### Resumen de condiciones de trabajo

FACTOR	NIVEL	PUNTUAACION
TEMPERATURA	GRADO 3	15
CONDICIONES AMBIENTES	GRADO 1	5
HUMEDAD	GRADO 2	10
NIVEL DE RUIDO	GRADO 1	5
LUZ	GRADO 1	5

**Repetitividad y Esfuerzo aplicado:**



**Duración del trabajo:** Grado 3, operación o su operación que puede completarse en una hora o menos.

**Repetición del Ciclo:** Grado 2, 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.

**Esfuerzo Físico:** Grado 1, esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo para pesos de 2,5 kg y 12,5kg.

**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 completen un ciclo con chequeos espaciados.

### Resumen de repetitividad y esfuerzo aplicado

FACTOR	NIVEL	PUNTUACION
DURACION DE TRABAJO	GRADO 3	60
REPETICION DEL CICLO	GRADO 2	40
ESFUERZO FISICO	GRADO 1	20
ESFUERZO MENTAL O VISUAL	GRADO 2	20

**Posición de Trabajo:**

Parado, sentado, moviéndose, altura de trabajo: Grado2, realización del trabajo parado o combinado con el caminar y donde se permite que el trabajador se sienta sólo en pausas programadas para descansar.

### Resumen de posición de trabajo

FACTOR	NIVEL	PUNTUACION
POSICION DE TRABAJO	GRADO 2	20

Con el puntaje obtenido de 200 puntos, se ubica en la tabla de concesiones por fatiga (Ver anexo 10), en la clase B3, entre los rangos de 199 a 205, porcentaje de concesión de 7% y una jornada de trabajo de 480 minutos, con estos datos se determinó que los minutos concedidos por fatiga son 36.

### Análisis de tolerancias:

**Almuerzo:** puesto a que la jornada es discontinua el almuerzo no se cuenta.

**Merienda:** En la empresa no existen concesiones por motivo de merienda.

**Tiempo de Preparación Inicial:** 10minutos, en este tiempo se trasladan los materiales el banco de carga, y se preparan las maquinas picadora, aplanadora.

**Tiempo de Preparación Final:** 20 minutos, durante este tiempo se limpian las maquinas, se ordena y limpia el área de trabajo.



**Fatiga:** La fatiga en el operario es constante, debido a que en la empresa este trabaja en cualquiera de los procesos de producción y por lo tanto su tiempo de descanso es mínimo.

**Necesidades Personales:** La empresa tiene establecido un tiempo de 10 minutos por concepto de necesidades personales.

**Determinación de la jornada efectiva de trabajo:**

Para el cálculo de la JET, se aplica lo siguiente:

JET: Jornada de Trabajo - Tolerancias fijas

JET:  $480 - (10 + 20 + 10)$

**JET: 440min.**

Ahora se procede a normalizar las tolerancias (variables), para ello se debe tener en cuenta los 36 minutos de tolerancia por fatiga y los 10 minutos por necesidades personales:

JET – (Fatiga + NP)       $\longrightarrow$       Fatiga + NP

TN                               $\longrightarrow$               X

$440 - (36+10)$                $\longrightarrow$                $(36+10)$

9,2693                               $\longrightarrow$               X



$$X = 1,0822\text{min.}$$

Por último el tiempo estándar de la operación carga de baterías viene dado por la ecuación:

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

$$TE: 9,2693\text{min} + 1,0822\text{min}$$

$$\text{TE: } \mathbf{10,3515 \text{ min.}}$$

## Resultados

Después de haber realizado el estudio de tiempo en el proceso de Carga de baterías de la empresa MUNDO DE LA BATERIA, C.A., se obtuvieron los siguientes resultados:

A través de las medidas de tiempo tomada en el proceso de carga de se determino que el tiempo promedio estándar (TPS) es de 8,131 min.

El tiempo normal en que el operario realiza la actividad de la carga de batería es 9,2693min 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 1,0822min.

Por último se determinó para la operación de carga de batería el tiempo estándar cuyo valor obtenido fue de 10,3515 min.



## PARTE II. TRABAJO DE MUESTRO

### 1. Objetivo:

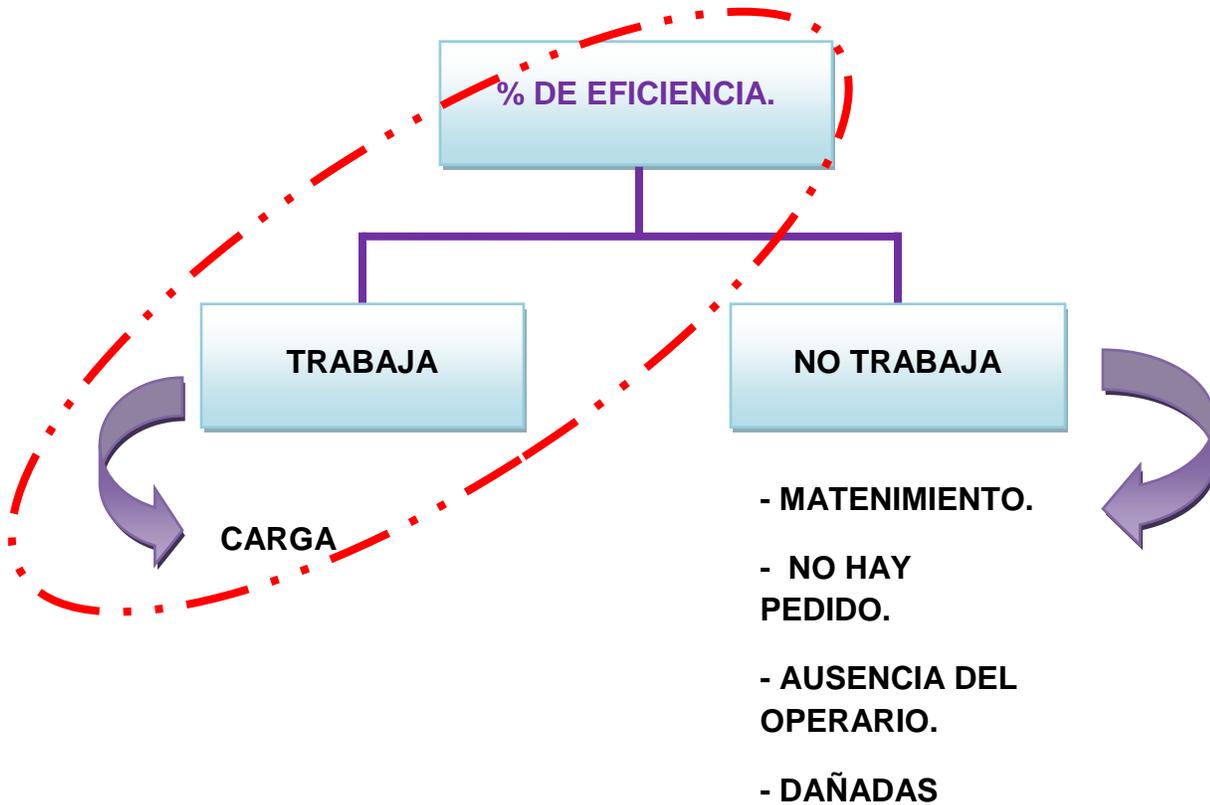
#### **DETERMINAR LA EFICIENCIA DE LAS MAQUINAS CARGADORAS DE BATERÍA.**

Para efectos, de la realización del estudio de muestreo, se tomará como objetivo **“La determinación de la eficiencia de las maquinas cargadoras de batería”**. Esto motivado, a que en dichas maquinas se encuentra la operación cuello de botella, es decir, la ubicación y distribución de las maquinas cargadoras de baterías es el causal de mayor problema presentado por la empresa, ya que, el banco de carga donde se encuentran está colapsado, lo que podría generar una explosión a medida de que trabajen las maquinas y más si trabajan simultáneamente. Esto no quiere decir que las maquinas deben dejar de funcionar. Obviamente a medida que trabajen más maquitas el beneficio a la empresa es superior.

Por otra parte, al determinar la eficiencia de las maquinas, se podrá apreciar más a fondo los niveles de peligro a los que se encuentra sometida actualmente la empresa, puesto que, se observara cuantas maquinas trabajan al mismo tiempo y con cuanta frecuencia lo hacen, así constatar si en algún momento colapsa el banco de carga.

Cabe destacar que al determinar la eficiencia de las maquinas, también la empresa podrá tener información de cuan productiva es o no en cuanto a la asistencia del servicio de cargado de baterías.

## 2. Identificar los elementos:



El estudio se enfocará en el ala izquierda, es decir, estará dedicado a determinar el trabajo realizado por las maquinas cargadoras de batería, de esta manera, se podrá determinar directamente la eficiencia de los equipos. Por esto se decidió centrar es diseño de muestreo en esta ala.

**Nota:** Se denotan las características por las cuales no trabaja de la siguiente manera:

Mantenimiento: NT1, comprende todo lo relacionado con el mantenimiento realizado a las maquinas sometidas a estudio.

No hay pedido: NT2, la empresa trabaja por pedido, lo cual, es causal fundamental de que las maquinas no trabajen.



Ausencia del operario: NT3, aquí se evidencian todos los momentos en que la maquina no está trabajando debido a que el operario llegue tarde, no vaya a trabajar, este en el baño, en fin todo momento en el que se realizo la observación y la maquina no se encontraba trabajando a causa del operario.  
Dañadas: NT4

### **3. Solicitar los respectivos permisos:**

Antes de comenzar el trabajo de muestreo, es necesario solicitar la respectiva permisología, al gerente, supervisor o personal a cargo, así como también informar a todos los que intervienen en el proceso. Para efectos de este trabajo, se realizo dicho procedimiento.

Lógicamente es difícil obtener datos con veracidad si ya el personal está predispuesto a la observación, por esta razón, se acudió a la empresa a pedir el permiso mucho antes de tomar las observaciones así evitando el choque de la predisposición del personal, también se realizaron las observaciones con algo de distancia por la misma razón.

Por otro lado favorablemente, la empresa sometida a estudio trabaja por pedidos, y las cuatro maquinas estudiadas tardan entre 8 y 12 horas su operación lo cual hace más veraz el resultado ya que de esta manera se le hace complicado al personal colocar las maquinas de repente a trabajar.

### **4. Diseño del estudio:**

Luego de solicitar y obtener los respectivos permisos se diseña el estudio, que no es más que definir los parámetros con los cuales se trabajara en virtud de cumplir con el objetivo.



El diseño del estudio comprende cada uno de los pasos en secuencia que se realizan en el trabajo de muestreo, así como también cada una de las decisiones y criterios de selección usados para hacer posible este estudio.

Este diseño consta de lo siguiente:

Se realizara 10 observaciones por día, a 4 equipos, para un total de 40 observaciones diarias.

El estudio será por 5 días.

En total se harán 200 observaciones.

### 5. Definir NC, S y K.

**Donde:**  
NC= 95 %  
S= 5%  
K= 1,96

Como se aprecia, el nivel de confianza seleccionado para realizar el trabajo es de 95%, ya que, se tiene una razonable experiencia en cuanto al proceso y todos los agentes que lo afectan, así como también, existen bases para afirmar que los datos se tomaron minuciosamente a manera de minimizar al máximo posibles errores.

### 6. Generar Números aleatorios:

Los números se generaron a través de la **calculadora**, la cual, arrojó los siguientes:

0,685 0,434 0,445 0,874 0,844 0,533 0,409 0,063 0,379 0,549  
0,767 0,937 0,239 0,537 0,422 0,719 0,411 0,649 0,725 0,719  
0,653 0,571 0,519 0,361 0,710 0,555 0,837 0,928 0,682 0,538



0,026	0,133	0,946	0,325	0,879	0,773	0,257	0,369	0,687	0,463
0,279	0,062	0,769	0,396	0,350	0,800	0,471	0,639	0,806	0,871
0,997	0,112	0,255	0,123	0,067	0,516	0,915	0,200	0,186	0,124

Luego de generar los números aleatorios mostrados en la tabla anterior, se diseño el estudio de la siguiente manera:

Al observar la posibilidad de crear 1000 números, es conveniente dividir 1000 entre la jornada de trabajo de la empresa en este caso 8 horas.

$$\frac{1000}{8} = 125$$

Luego, trabajando con tres dígitos (los decimales) y a sabiendas que los 1000 números con los que se trabajan van desde el 000 al 999. Se establecen intervalos a partir del 000 hasta el 999 sumando los 125 obtenidos en la ecuación anterior quedando el siguiente sistema:

<b>Intervalos de números</b>	<b>Horas en las que trabaja la empresa</b>
000 – 125	08:00 – 09:00 Am
126 – 251	09:01 – 10:00 Am
252 – 377	10:01 – 11:00 Am
378 – 503	11:01 – 12:00 Pm
504 – 629	02:00 – 03:00 Pm



6:30 – 755	03:01 – 04:00 Pm
756 – 881	04:01 – 05:00 Pm
882 – 999	05:01 – 05:00 Pm

En los intervalos de números se buscan los números aleatorios generados y en los intervalos horarios se aprecia la hora a la cual pertenecen. Esto de acuerdo con el siguiente parámetro diseñado en el momento del estudio:

Los tres números aleatorios se buscan en el intervalo de números.

Y luego se observa la hora a la cual pertenece.

Y para definir los minutos se toman los dos últimos decimales. Tomando un nro. De la tabla como ejemplo: 0,434 el **434** se encuentra en el intervalo de números 378 – 503, por lo que, se encuentra en el intervalo horario de 11:01 a 12:00 Pm; mientras que el 34 indica los minutos. De esta manera esa observación se hará a las 11:34 Am

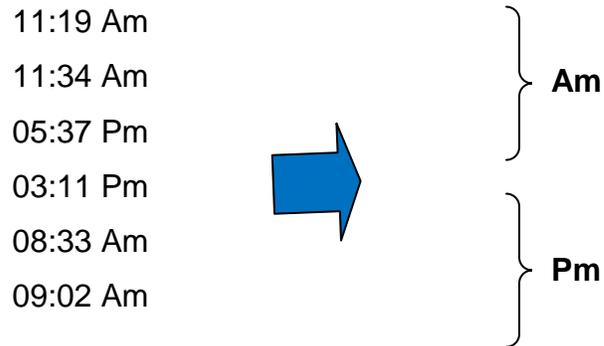
Finalmente, se ordena todas las horas obtenidas de menor a mayor separando las matutinas de las de la tarde.

De esta manera se definieron las observaciones por día quedando de la siguiente manera:

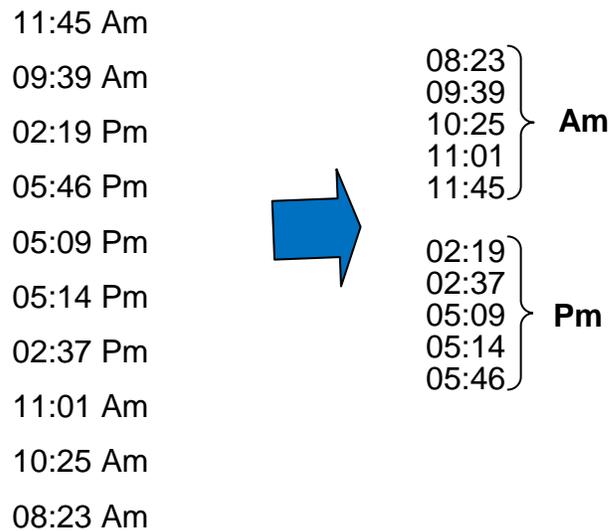
<b>Día 1</b>	08:26
	08:33
	09:02
04:25 Pm	11:19
05:07 Pm	11:34
03:53 Pm	03:11
	03:53
08:26 Am	04:25
	05:07
	05:37



U  
N  
E  
X  
P  
O



**Día 2**

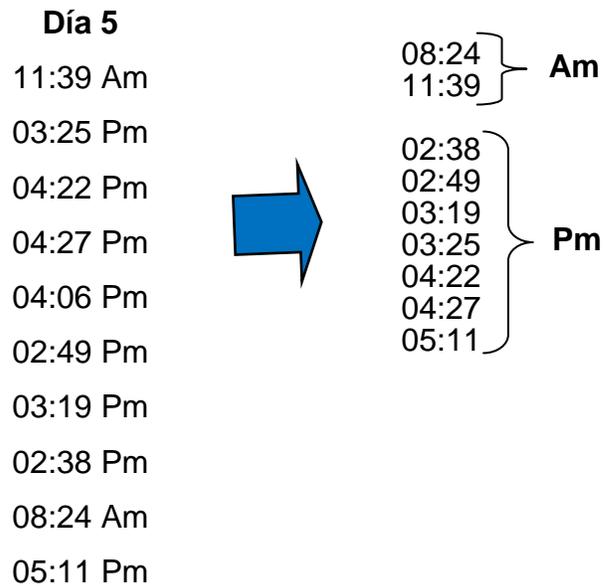


**Día 3**

04:44 Pm		09:07	} Am
		10:50	
		11:22	
11:22 Am			
03:10 Pm		02:53	} Pm
10:50 Am		02:55	
09:07 Am		03:10	
02:53 Pm		03:19	
03:19 Pm		04:00	
02:55 Pm		04:44	
05:13 Pm		05:13	
04:00 Pm			

**Día 4**

11:09 Am		09:03	} Am
11:11 Am		10:57	
04:37 Pm		11:05	
10:57 Am		11:09	
05:15 Pm		11:11	
09:03 Am		03:39	} Pm
03:49 Pm		03:49	
05:28 Pm	04:37		
11:04 Am	05:15		
03:39 Pm	05:28		



Depurar data:

Algunos de los números aleatorios generados, no son factibles para el estudio de acuerdo a este diseño, debido a esto, no se tomaron en cuenta.

<b>Datos no Factibles</b>	0,997	0,396	0,879	0,471	0,463
---------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

### 7. Diseñar lo formato:

Luego de establecer las horas en las cuales se harán las observaciones y el numero de observaciones a realizar por días. Se diseño el formato para registrar los datos.



En los formatos se expresa la concurrencia en la que trabajan las maquinas con respecto al número de observaciones lo cual se utilizara para los cálculos. (Ver Apéndices 1- 5)

### **8. Efectuar las observaciones:**

Se realizaron las observaciones pertinentes durante 5 días, las cuales se aprecian en el formato diseñado previamente (ver apéndice)

### **9. Estimación preliminar del porcentaje de ocurrencia ( $\bar{P}$ ) con el cual trabajan las maquinas cargadoras de baterías en la empresa.**

Primeramente, se realizaron 10 observaciones diarias a 4 equipos por 5 días, lo que arroja lo siguiente: 40 observaciones diarias y 200 observaciones totales.

Por otro lado se decidió realizar la estimación de ( $\bar{P}$ ) en relación de las observaciones en las cuales las maquinas trabajaban con respecto al número total de observaciones, de esta manera de obtiene:

$$(\bar{P}) = \frac{126}{200} = 0.63 = 63\%$$

La probabilidad de que las maquinas estén trabajando es de 63%.

De la estimación de observa que el porcentaje de eficiencia esta en un rango aceptable.

**Nota importante:** es posible que los datos tomados sufran variaciones de tendencia a la eficiencia o ineficiencia que parezca inadecuada, pero no lo es, esto puede ocurrir debido a dos cosas: en primer lugar la empresa trabaja por pedido y en segundo de las 4 maquinas 2 tienen un periodo de trabajo de 12 horas y dos de 8 horas respectivamente.

## 10. Calculo de exactitud:

$$S' = (1,96) \sqrt{\frac{1 - (0,63)}{(0,63)(200)}} = 0,1062$$

$$S' > 5 \quad (10,62\% > 5\%)$$

Estudio no confiable recalculamos N.

$$N = \frac{K^2(1-\bar{P})}{S^2\bar{P}} \quad N = \frac{(1,96)^2(1-0,63)}{(0,05)(0,63)} = 902,412 \approx 903$$

**Nota:** el estudio no es confiable, al calcular N se observa que deben realizarse por lo menos 903 observaciones lo que implica realizar 703 observaciones adicionales, cosa que no se puede hacer por razones de tiempo ya que estas 703 observaciones implicarían 71 días mas de estudio aproximadamente.

Sin embargo se realizaran las graficas necesarias para observar el proceso.

## 11. Gráficos de control:

Los gráficos de control son herramientas de la calidad que permite observar si un proceso está bajo control o no.

En el caso del presente estudio se hará un grafico de control sencillo solo la carta "X", donde el eje de las abscisas viene representado por el porcentaje de ocurrencia de que las maquinas trabajen y el eje de las ordenadas los días observados.

Para realizar el grafico se deben calcular los porcentajes de ocurrencia por día, la línea o límite central el inferior y superior.

Porcentajes de ocurrencia por día.

$$\bar{P}_1 = \frac{34}{40} = 0,85$$

$$\bar{P}_2 = \frac{21}{40} = 0,52$$

$$\bar{P}_3 = \frac{28}{40} = 0,7$$

$$\bar{P}_4 = \frac{23}{40} = 0,57$$

$$\bar{P}_5 = \frac{20}{40} = 0,5$$

Limite central: este límite es igual a la estimación calculada que es el promedio total es decir:

$$\bar{P} = 0,63$$

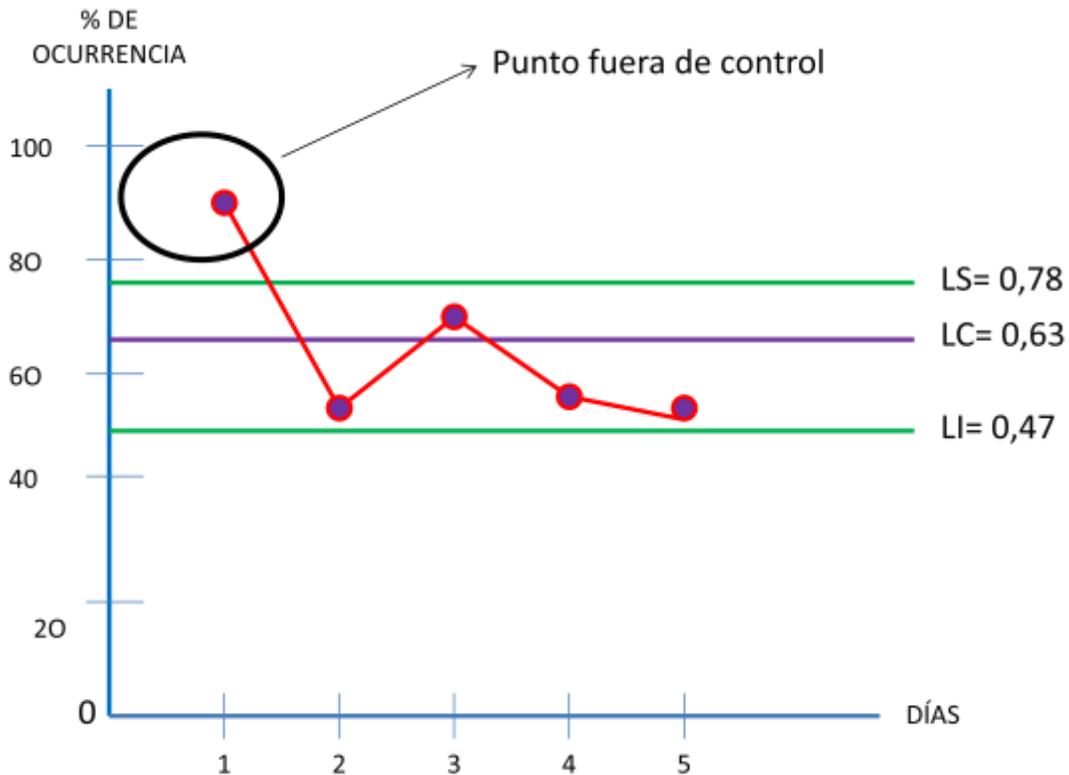
Limite Superior e inferior:

$$Lsi = \bar{P} \pm \sqrt{\frac{\bar{P}(1 - \bar{P})}{n}}$$

$$LS = 0,63 + \sqrt{\frac{0,63(1 - 0,63)}{10}} = 0,78$$

$$LI = 0,63 - \sqrt{\frac{0,63(1 - 0,63)}{10}} = 0,47$$

**Grafico de control:**



Se observa que el proceso se encuentra fuera de control por lo que, solo queda recomendarle a la empresa realice las 703 observaciones faltante y volver a realizar los cálculos. Es necesario evaluar nuevamente el proceso para observar a plenitud que causa este descontrol.

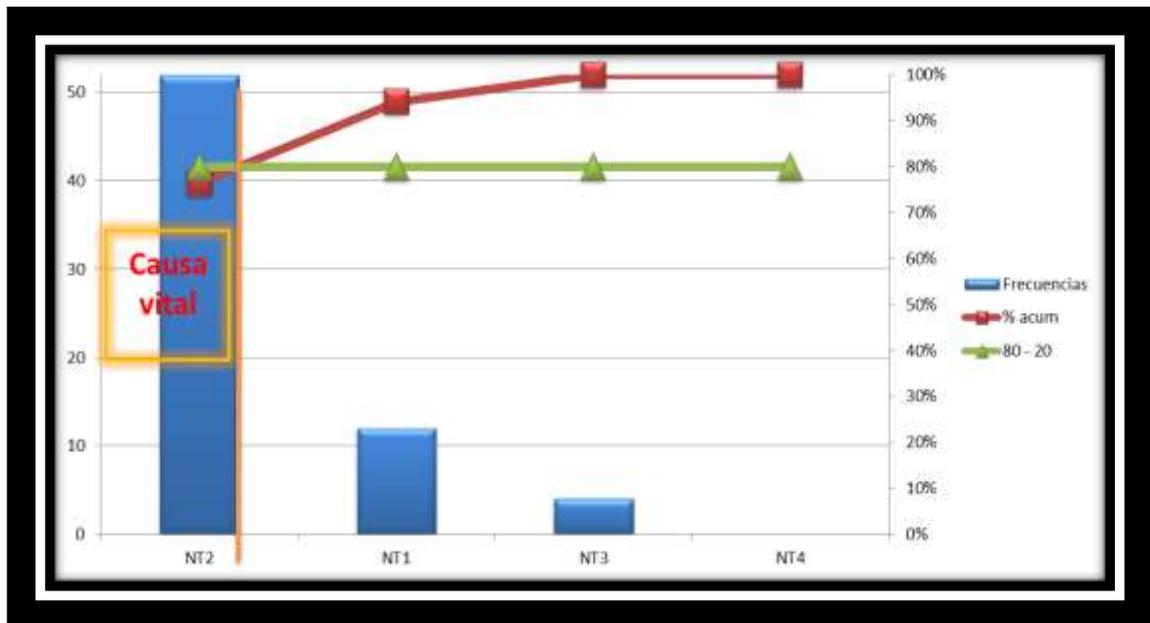
Con los datos obtenidos no se puede tomar en si ninguna decisión ya que, por un lado la exactitud establecida es mucho menor a la calculada y por el otro se observa el proceso fuera de control mediante el grafico.

## 12. Diagrama de pareto:

Esta herramienta permite observar el 20% de las causas que generan el 80% del problema.

Aplicando esta técnica se podrá conocer cual falla se debe atacar primero para tener una eficiencia máxima en las maquinas cargadoras de baterías.

Causas	Frecuencias	%Acum		08 - 20
NT2	52	76%	52	80%
NT1	12	94%	64	80%
NT3	4	100%	68	80%
NT4	0	100%	68	80%
TOTAL	74			



Análisis: El 20% de las causas está representado por la falta de pedido, la cual genera el 80% de la ineficiencia de las maquinas, esta debería de ser la prioridad de la empresa a la hora de mejorar la eficiencia de las maquinas, sin embargo considerando que la falta de pedido no es causal directa de falla en el proceso.

Posteriormente se muestran las conclusiones y recomendaciones.

## CONCLUSIONES.

Al efectuar las investigaciones y estudios propios de esta práctica, se establecen las siguientes conclusiones:

1. En toda empresa es necesario realizar tanto una estandarización de tiempo como un trabajo de muestreo, los cuales permiten optimizar cualquier proceso.
2. En el mundo de las baterías nunca se ha realizado ningún tipo de estudio de tiempo y mucho menos se ha estandarizado el mismo. Lo que es inadecuado, ya que, si no existen información sobre estándares de tiempo es muy difícil optimizar cualquier proceso.
3. Durante el periodo de la ejecución del estudio de tiempo y la aplicación de este se concluyen los siguientes aspectos:
4. A través de las medidas de tiempo tomada en el proceso de carga de se determino que el tiempo promedio estándar (TPS) es de 8,131 min.
5. El tiempo normal en que el operario realiza la actividad de la carga de batería es 9,2693min y este valor representa el tiempo necesario para que un operario de tipo promedio realice la actividad.
6. Se asignaron tolerancias por concepto de fatiga y necesidades personales haciendo uso del método sistemático, dando como resultado tolerancias variables de 1,0822min.
7. Por último se determinó para la operación de carga de batería el tiempo estándar cuyo valor obtenido fue de 10,3515 min.

En la empresa jamás se ha diseñado un trabajo de muestreo, lo que indica claramente que no cuenta con información de la eficiencia o ineficiencia de las maquinas cargadoras de batería.

Al diseñar un trabajo de muestreo y aplicarlo en la empresa se concluye lo siguiente:

1. El porcentaje de eficiencia de las maquinas es de 0,63% un rango aceptable.
2. La exactitud calculada es mucho mayor a la exactitud establecida lo que indica que los datos del estudio no son nada confiable.
3. El número de muestras tomado es mínimo ante el que se debería de utilizar, ya que, se realizaron 200 observaciones, cuando se debieron realizar 903 observaciones, es decir, 703 adicionales.
4. Gráficamente se observa que el proceso está fuera de control, cosa que puede ser producto del número de observaciones faltantes, o de que solo se trabaja por pedidos.
5. Es muy notable la falta de aprovechamiento de las maquinas cargadoras de baterías. Puesto que, dos de las cuatro maquinas tienen una capacidad de carga de 20 y 80 baterías al mismo tiempo respectivamente y en las observaciones realizadas, se evidencio que cuando mucho se cargaban cinco baterías simultáneamente.
6. El 20% de las causas que generan el 80% de los problemas son por las que se debe empezar a solucionar el problema, o sea, la prioridad.
7. Las causal de la ineficiencia de las máquinas cargadoras de baterías principalmente es la falta de pedido.



## **Recomendaciones.**

Luego de la investigación, estudio y aplicación del estudio de tiempo y muestreo se recomienda lo siguiente:

1. Realizar estudio y estandarización de tiempo periódicamente. Para ello se recomienda utilizar los pasos observados en esta práctica en cuanto a estándares de tiempo.
2. Aplicar nuevamente el diseño del trabajo de muestreo el número de observaciones calculado y realizar nuevamente todos los cálculos.
3. Emplear periódicamente, el trabajo de muestreo.
4. Aprovechar al máximo la capacidad de las máquinas cargadoras de batería.



## Bibliografía

### **Libros:**

Delgado, N. (1997). Determinación del estudio estándar. Venezuela: Caracas.

Fred, Ed Meyers. Estudio del movimiento y tiempo para la manufactura ágil segunda edición. prentice halls.

Niebel, B. (1993). Ingeniería Industrial. Métodos, Tiempo y Movimientos. México: México.

Salas, W. (1998). Estudio de tiempos. Venezuela: Caracas.

Hodnson, W. (1998). Manual del Ingeniero Industrial. México: México

ROBERTO, GARCIA CRIOLLO. Estudio del trabajo ingeniería de métodos y medición del trabajo segunda edición. Editorial: Mc Graw Hill

**Web:** [http://www.monografias.com/usuario/perfiles/iva\\_n\\_turmero\\_astros](http://www.monografias.com/usuario/perfiles/iva_n_turmero_astros)

<http://www.mitecnologico.com/Main/MuestreoDelTrabajoDefinicion>



## MUESTREO DE TRABAJO



<b>EMPRESA:</b> EI MUNDO DE LAS BATERÍAS	<b>FECHA:</b>	PAG. DE 5
<b>SEGUIMIENTO:</b> MAQUINARIA	<b>ELABORADO POR:</b> GRUPO BATERÍA	

DÍA:	1	TRABAJA	NO TRABAJA			
HORA	EQUIPO	T1	NT1	NT2	NT3	NT4
8:26	1	X				
	2	X				
	3	X				
	4	X				
8:33	1	X				
	2	X				
	3	X				
	4	X				
9:02	1	X				
	2	X				
	3	X				
	4	X				
11:19	1	X				
	2	X				
	3	X				
	4	X				
11:34	1	X				
	2	X				
	3	X				
	4	X				
3:11	1	X				
	2	X				
	3	X				
	4	X				
3:53	1	X				
	2	X				
	3					
	4	X				
4:25	1	X				
	2	X				
	3				X	
	4				X	
5:07	1	X				
	2	X				
	3				X	
	4				X	
5:37	1	X				
	2	X				
	3				X	
	4				X	
<b>TOTAL:</b>	40 Obs.	34		6		

**OBSERVACIONES:** Se observan más máquinas trabajando



## MUESTREO DE TRABAJO



<b>EMPRESA:</b> EI MUNDO DE LAS BATERÍAS	<b>FECHA:</b>	PAG. DE 5
<b>SEGUIMIENTO:</b> MAQUINARIA	<b>ELABORADO POR:</b> GRUPO BATERÍA	

DÍA:	2	TRABAJA	NO TRABAJA			
HORA	EQUIPO	T1	NT1	NT2	NT3	NT4
8:23	1				X	
	2				X	
	3				X	
	4				X	
9:39	1	X				
	2	X				
	3		X			
	4		X			
10:25	1	X				
	2	X				
	3		X			
	4		X			
11:01	1	X				
	2	X				
	3		X			
	4		X			
11:45	1	X				
	2	X				
	3		X			
	4		X			
2:19	1			X		
	2	X				
	3			X		
	4	X				
2:37	1			X		
	2	X				
	3					
	4	X		X		
5:09	1	X				
	2	X				
	3			X		
	4	X				
5:14	1	X				
	2	X				
	3			X		
	4	X				
5:46	1	X				
	2	X				
	3			X		
	4	X				
<b>TOTAL:</b>	40 Obs	21	8	7	4	

**OBSERVACIONES:** Se observaron más máquinas trabando



## MUESTREO DE TRABAJO



<b>EMPRESA:</b> EI MUNDO DE LAS BATERÍAS	<b>FECHA:</b>	PAG. DE 5
<b>SEGUIMIENTO:</b> MAQUINARIA	<b>ELABORADO POR:</b> GRUPO BATERÍA	

DÍA: 3		TRABAJA		NO TRABAJA			
HORA	EQUIPO	T1	NT1	NT2	NT3	NT4	
9:07	1						
	2	X		X			
	3			X			
	4	X					
10:50	1			X			
	2	X					
	3			X			
	4	X					
11:22	1			X			
	2	X					
	3			X			
	4	X					
2:53	1			X			
	2	X					
	3			X			
	4	X					
2:55	1		X				
	2		X		X		
	3		X				
	4		X				
3:10	1		X				
	2		X				
	3				X		
	4		X				
3:19	1		X				
	2		X				
	3		X				
	4		X				
4:00	1		X				
	2		X				
	3				X		
	4		X				
4:44	1		X				
	2		X				
	3		X				
	4		X				
5:13	1		X				
	2		X				
	3				X		
	4		X				
<b>TOTAL:</b>	40 Obs	28		12			

**OBSERVACIONES:** Se observan mas maquinas trabando



## MUESTREO DE TRABAJO



<b>EMPRESA:</b> EI MUNDO DE LAS BATERÍAS	<b>FECHA:</b>	PAG. DE 5
<b>SEGUIMIENTO:</b> MAQUINARIA	<b>ELABORADO POR:</b> GRUPO BATERÍA	

DÍA: 4		TRABAJA	NO TRABAJA			
HORA	EQUIPO	T1	NT1	NT2	NT3	NT4
9:03	1	X				
	2	X				
	3		X			
	4	X				
10:57	1	X				
	2		X			
	3		X			
	4		X			
11:05	1	X				
	2	X				
	3			X		
	4			X		
11:09	1	X				
	2	X				
	3			X		
	4			X		
11:11	1		X			
	2		X			
	3			X		
	4			X		
3:39	1					
	2		X			
	3		X		X	
	4				X	
3:49	1		X			
	2		X			
	3				X	
	4				X	
4:37	1		X			
	2		X			
	3		X			
	4				X	
5:15	1		X			
	2		X			
	3		X			
	4				X	
5:28	1		X			
	2		X			
	3		X			
	4				X	
<b>TOTAL:</b>	40 Obs	23	4	13		

**OBSERVACIONES:** Se observan mas maquinas trabajando



## MUESTREO DE TRABAJO



<b>EMPRESA:</b> EI MUNDO DE LAS BATERÍAS	<b>FECHA:</b>	PAG. DE 5
<b>SEGUIMIENTO:</b> MAQUINARIA	<b>ELABORADO POR:</b> GRUPO BATERÍA	

DÍA:	5	TRABAJA	NO TRABAJA			
HORA	EQUIPO	T1	NT1	NT2	NT3	NT4
8:24	1	X				
	2	X				
	3	X				
	4				X	
11:39	1			X		
	2	X				
	3	X				
	4				X	
2:38	1			X		
	2			X		
	3	X				
	4				X	
2:49	1			X		
	2	X				
	3	X				
	4				X	
3:19	1			X		
	2	X				
	3	X				
	4				X	
3:25	1			X		
	2	X				
	3	X				
	4				X	
4:22	1			X		
	2	X				
	3	X				
	4				X	
4:27	1	X		X		
	2	X				
	3					
	4				X	
5:06	1			X		
	2	X				
	3	X				
	4				X	
5:11	1			X		
	2	X				
	3	X				
	4				X	
<b>TOTAL:</b>	40 Obs	20		20		

**OBSERVACIONES:** Coincide el numero de las maquinas T y NT

## ANEXO 1

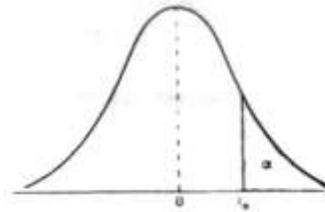


Tabla A.4\* Valores críticos de la distribución  $t$

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

## ANEXO 2

INGENIERÍA DE MÉTODOS

DPTO. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

### 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