

Estudio de tiempos con Crystal Ball y su relación con la productividad en condiciones de laboratorio. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, 2017.

Study of times with Crystal Ball and its relationship with productivity in laboratory conditions. Faculty of Engineering, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, 2017.

Estudo dos tempos com Crystal Ball e sua relação com a produtividade em condições de laboratório. Faculdade de Engenharia, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, 2017.

Luis Adrián Montero Villanes⁽¹⁾ Erick Jorge David Canales Verano⁽¹⁾ Roxana Lizeth Luna Bazán⁽¹⁾ Jhonatan Mallqui Cadillo⁽¹⁾ Raúl Fernando Muro Tocto⁽¹⁾ Pedro Alexis Santillana Trejo⁽¹⁾; José Augusto Arias Pittman⁽²⁾; Jaime Eduardo Gutiérrez Ascón⁽³⁾

Fecha de recepción: 30 de noviembre de 2017 **Fecha de aprobación:** 10 de mayo 2018

Resumen

Objetivo: Aplicar el estudio de tiempos que se relaciona con la productividad en condiciones de laboratorio en la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho año 2017. **Métodos:** Se trabajó con una población de N=37 observaciones, analizando una muestra de n=13 del total de los 37 tiempos tomados en el laboratorio, ya que es el número recomendado de ciclos de observaciones. Eliminamos aquellos datos que están fuera del 10% de la media. Luego con las tablas Westinghouse calculamos el factor de valoración que ayudará a hallar el valor del Tiempo Normal. Los suplementos que brinda la Organización Internacional del trabajo son 9%. Todo para hallar el Tiempo Estándar, los cuales se compararán con los mismos datos al ser insertados al software Crystal Ball con un nivel de confianza del 95%. **Resultados:** El tiempo medio de nuestros datos es 146,5 segundos nuestro Factor de Valoración es 1.16 lo que resulta un Tiempo normal de 166,46 segundos. Por último, multiplicado con los suplementos el tiempo estándar nos resulta 181,40. Corriendo 10000 veces nuestros datos en el simulador Crystal Ball nos arroja un tiempo estándar de 183,73 segundos. **Conclusiones:** El estudio de tiempos, se relaciona con la productividad del operador en nuestro laboratorio de estudio de tiempos, el presente estudio permitirá saber cómo el estudio de tiempos influye en el incremento de la productividad, con un menor tiempo de armado del lego en nuestro laboratorio, así mejorando el proceso con un nuevo método de trabajo. **Palabras clave:** simulación, productividad, tiempo estándar, mejoramiento, eficacia.

Summary

Objective: To apply the study of times related to productivity in laboratory conditions at the School of Industrial Engineering of the José Faustino Sánchez Carrión National University, Huacho, 2017. **Methods:** We worked with a population of N = 37 observations, analyzing a sample of n = 13 of the total of 37 times taken in the laboratory, since it is the recommended number of observation cycles. We eliminate those data that are out of 10% of the average. Then with the Westinghouse tables we calculate the valuation factor that will help to find the value of Normal Time. The supplements provided by the International Labor Organization are 9%. All to find the Standard Time, which will be compared with the same data when inserted into the Crystal Ball software with a confidence level of 95%. **Results:** The average time of our data is 146.5 seconds our Valuation Factor is 1.16 which results in a Normal Time of 166.46 seconds. Finally, multiplied with the supplements, the standard time is 181.40. Running 10000 times our data in the Crystal Ball simulator gives us a standard time of 183.73 seconds. **Conclusions:** The study of time, is related to the productivity of the operator in our

⁽¹⁾Autor corresponsal Luis Montero; Estudiante. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática; Huacho. Perú. Email: adrian.97.mv@gmail.com teléfono móvil: 931954283 <http://orcid.org/0000-0003-2729-8735>

⁽²⁾ Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho. Perú. Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática;.. <https://orcid.org/0000-0001-9281-0796>

⁽³⁾. Universidad Cesar Vallejo. Chimbote. Perú. Facultad de Ingeniería; <http://orcid.org/0000-0003-4065-3359>

time study laboratory, the present study will allow to know how the study of times influences the increase of productivity, with a shorter time of assembly of the layman in our laboratory, thus improving the process with a new work method

Keywords: simulation, productivity, standard time, improvement, efficiency

Resumo

Objetivo: Aplicar o estudo dos tempos relacionados à produtividade em condições laboratoriais na Escola de Engenharia Industrial da Universidade Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, 2017. **Métodos:** Trabalhamos com uma população de $N = 37$ observações, analisando uma amostra de $n = 13$ do total de 37 vezes no laboratório, uma vez que é o número recomendado de ciclos de observação. Eliminamos os dados que estão fora de 10% da média. Então, com as tabelas de Westinghouse, calculamos o fator de avaliação que ajudará a encontrar o valor do tempo normal. Os suplementos fornecidos pela Organização Internacional do Trabalho são de 9%. Tudo para encontrar a Hora Padrão, que será comparada com os mesmos dados quando inserida no software Crystal Ball com um nível de confiança de 95%. **Resultados:** o tempo médio de nossos dados é de 146,5 segundos, nosso Fator de Avaliação é 1,16, o que resulta em um Tempo Normal de 166,46 segundos. Finalmente, multiplicado pelos suplementos, o tempo padrão é 181.40. Executando 10000 vezes nossos dados no simulador Crystal Ball nos dá um tempo padrão de 183,73 segundos. **Conclusões:** O estudo do tempo está relacionado à produtividade do operador em nosso laboratório de estudo do tempo, o presente estudo permitirá saber como o estudo dos tempos influencia o aumento da produtividade, com um menor tempo de montagem do leigo em nosso laboratório, melhorando assim o processo com um novo método de trabalho.

Palavras-chave: simulação, produtividade, tempo padrão, melhoria, eficiência

I. Introducción

Ante la demanda del mercado y la necesidad de adaptarse a los cambios en las empresas, y a la mejora continua, nos vemos obligados a desarrollar nuevos métodos de trabajo en toda empresa y formas de mejora para la minimización de tiempos improductivos dando como resultado la reducción de costos e incrementar la productividad y mejorar la calidad del producto.

El fin de la investigación se basa en el estudio de tiempos analizando los resultados, determinando el tiempo estándar mediante un método de trabajo y así poder relacionarlo con el incremento de la productividad del operario en el laboratorio de ingeniería de métodos de la escuela profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión- Huacho, el cual nos ayude a entender con mayor claridad y tomar las acciones requeridas, permitiéndonos un panorama más detallado y así poder utilizar las herramientas y técnicas aprendidas en ingeniería de métodos y simulación estadística, para poder minimizar costos, incrementar la productividad y reducir tiempos improductivos.

En el Laboratorio de Ingeniería de Métodos de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión- Huacho, como método de estudio utilizamos el armado de un auto lego con un numero de 15 observaciones, calculando el tiempo de armado que cuenta con 15 pasos, determinados por un manual en la que se tiene que seguir el procedimiento dado, y observar el tiempo que se demora el operario mediante un cronometro y supervisado por un analista determinado los tiempos observados del armado del auto lego, este estudio nos ayudara a determinar informaciones estadísticas que nos ayudaran a ver nuestros resultados sin son favorables o no, al estudio de tiempos para incrementar la productividad y hacer la toma de decisiones.

Los principales resultados que obtuvimos analizando los tiempos obtenidos en el laboratorio para dar los resultados y llegar al objetivo fueron la, Desviación Estándar (s)= 11.21, T-student (t)= 2.262, tiempo normal(TN)= 166.46, Tiempo estándar(TS)= 181.40, cociente de variación(CV)= 8%, factor de valoración(FV)= 1.16, Numero de observaciones requeridas(N)= 12.48, Numero de observaciones realizadas(n)= 10, Tiempo medio(TM)=

145.31, Nuevo tiempo medio (nTM)= 143.5, con estos resultados podremos tener un panorama amplio en la toma de decisiones.

En la investigación que se realizó 37 veces el armado del auto lego, en el laboratorio, en la cual solo tuvimos la necesidad por un estudio requerido, tomar 13 observaciones de las 37 que realizamos en el laboratorio, estos datos obtenidos serán procesados para nuestra posterior investigación que será en el simulador Crystal Bal que optamos conveniente para nuestro estudio.

II. Material y métodos

La presente investigación tuvo como variables el estudio de tiempo y productividad, asimismo la investigación fue descriptiva o estadística de un diseño pre experimental, de este modo para nuestra investigación se toma como población el conjunto de piezas o elementos de armado de auto lego.

Los programas utilizados fueron el Excel para ingresar los datos y Risk Simulator para realizar la simulación; en cuanto a los materiales fueron utilizados el cronómetro, Formato para el estudio de tiempos, Formato para concesiones por fatiga, Tabla Método sistemático, Tabla t-student, Tabla Westinghouse.

2.1. Variable independiente (x): Estudio de tiempos

“El estudio de tiempo es una técnica para poder determinar con la mayor exactitud posible, con base en un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo de una norma de rendimiento preestablecido”. Roberto García Criollo (2014) p.185

“Representa una mejor forma de establecer estándares de producción justos. Se basa en el establecimiento de estándares de tiempo permitido para realizar una tarea dada, con los suplementos u holguras por fatiga y por retrasos personales e inevitables.

Éstos pueden determinarse mediante el uso de estimaciones, registros históricos y procedimientos de medición del trabajo. En el pasado, los analistas confiaban más en las estimaciones como un medio de establecer estándares. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que ningún individuo puede establecer estándares consistentes y justos sólo con ver un trabajo y juzgar el tiempo requerido para terminarlo”. Benjamín Niebel (Métodos estándares y diseño de trabajo) p.327

“Podemos definir la naturaleza de la calificación en el estudio de tiempo como:

Lo que el observador visualice mentalmente cual es la velocidad normal del trabajo en cuestión lo que posteriormente estime la relación entre la velocidad observada y su imagen mental de la velocidad normal”. Krick Edward (Ingeniería de Métodos-1973) p. 228

El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, que consiste en analizar los movimientos para calcular el tiempo estándar dentro de las operaciones en línea de producción. Lo que se verá dentro de una propuesta de mejoramiento.

Esta actividad implica establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables. El analista de estudios de tiempos tiene varias técnicas que se utilizan para establecer un estándar: el estudio cronométrico de tiempos, datos estándares, datos de los movimientos fundamentales, muestreo del trabajo y estimaciones basadas en datos históricos.

2.1.1. Movimientos

Los estudios de movimientos ofrecen gran potencial de ahorro en cualquier empresa humana. Podemos ahorrar el costo total de un elemento de trabajo eliminándolo. Podemos reorganizar los elementos de una tarea para facilitarla. También podemos simplificar la tarea poniendo

componentes y herramientas cerca de su punto de uso, colocando de antemano componentes y herramientas, prestando ayuda mecánica o reduciendo los elementos del trabajo de modo que consuman menos tiempo; incluso podemos pedir que se vuelva a diseñar un componente para facilitar su producción.

Los estudios de movimientos aplican los principios de la economía de movimientos para diseñar estaciones de trabajo cómodas para el ser humano y eficientes en su operación. La ergonomía estudia el efecto de los movimientos sobre el cuerpo humano y se ha convertido en una parte importante en el establecimiento de métodos de trabajo. La ergonomía es un tema complejo y debe ser motivo de un curso o incluso un campo de estudio propio. **Roberto Gracia Criollo, (Estudio del Trabajo).**

2.1.2. Tiempo Estándar

“La suma de los tiempos elementales proporciona el estándar en minutos por pieza, usando un cronómetro minuterio decimal, o en horas por pieza, si se usa un cronómetro con décimas de hora. La mayoría de las operaciones industriales tiene ciclos relativamente cortos (menos de 5 minutos); en consecuencia, algunas veces resulta más conveniente expresar los estándares en horas por cientos de piezas.

El porcentaje de eficiencia del operario se puede expresar como:

$$E = 100 \times He/Hc = Oe/Oc$$

Dónde:

E = porcentaje de eficiencia.

He = horas estándar trabajadas.

Hc = horas de reloj en el trabajo.

Oe = producción esperada.

Oc = producción actual.

Una vez calculado el tiempo estándar, se le asigna al operario en la forma de una tarjeta de operación. La tarjeta puede ser generada por computadora o producida en una copiadora. La tarjeta de operación sirve como base para obtener rutas, programación, instrucción, nómina, desempeño del operario, costos, presupuestos y otros controles necesarios para la operación efectiva de un negocio”. **Niebel & Freivalds, (ingeniería industrial y métodos de trabajo)** p.345

2.1.3. Operaciones de la Línea de Producción

“Intervienen los siguientes movimientos: Hombre, Máquina, Herramientas, Lugar De Trabajo. Se puede decir que el objetivo de analizar las operaciones es racionalizar el uso de dichos elementos y elevar el nivel de eficiencia del trabajo desarrollado”. **Roberto García Criollo, (Estudio del trabajo)** p.69

Una línea de ensamble es un proceso de manufactura (la mayoría del tiempo llamado ensamble progresivo) en donde las partes (comúnmente partes intercambiables) son añadidas conforme el ensamble semi-terminado se mueve de la estación de trabajo a la estación de trabajo en donde las partes son agregadas en secuencia hasta que se produce el ensamble final.

2.1.4. Propuesta de Mejoramiento

“Para desarrollar un método mejor para ejecutar el trabajo, es necesario considerar las respuestas obtenidas, las que nos pueden concluir a tomar las siguientes acciones.

- ✓ **Eliminar**, si las primeras preguntas *por qué* y *para qué* no pudieron contestarse en forma razonable, quiere decir que el detalle bajo análisis no se justifica y debe ser eliminado.
- ✓ **Cambiar**, las respuestas a las preguntas *cuándo*, *dónde* y *quién* pueden indicar la necesidad de cambiar las circunstancias de lugar, tiempo y persona en que se ejecuta el trabajo. Es decir, buscar un lugar más conveniente, un orden más adecuado o una persona más capacitada.

- ✓ **Cambiar y reorganizar**, si surge la necesidad de cambiar algunas circunstancias bajo las cuales se ejecuta el trabajo, generalmente será necesario modificar algunos detalles y reorganizarlos para obtener una secuencia más lógica.
- ✓ **Simplificar**, todos aquellos detalles que no hayan podido ser eliminados, posiblemente puedan ser ejecutados en una forma más fácil y rápida. La respuesta a la cuarta pregunta nos llevará a simplificar la forma de ejecución”. **Roberto García Criollo, (Estudio del trabajo)** p.38

Para lograr la mejor forma de ejecutar los detalles es necesario lograr el entendimiento y la cooperación del personal, que disminuirán las dificultades de implantación y aseguramos en el éxito del nuevo método.

2.2. Variable dependiente (y): Productividad

“La productividad se mide mediante la comparación entre el valor de la hora de mano de obra de la producción terminada con el total de mano de obra contratada para esta producción”. Niebel y Freivalds (2009) p.513

“La productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles, para alcanzar objetivos predeterminados

La productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad que se ha fabricado, sino de la eficiencia con que se han combinado y utilizado los recursos para lograr los resultados específicos deseables”. Roberto **García Criollo** (2014) p.9

La productividad consiste en recopilar información sobre las actividades en el área de trabajo. Con el fin de diseñar un modelo de mejoras, por lo tanto, la productividad puede ser medida según el punto de vista

Los índices de productividad se pueden determinar a través de la relación producto-insumo, teóricamente existen tres formas de incrementarlos:

Aumentar el producto y mantener el mismo insumo.

Reducir el insumo y mantener el mismo producto.

Aumentar el producto y reducir el insumo simultánea y proporcionalmente.

La productividad puede ser medida según el punto de vista:

- $= \frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}}$
- $= \frac{\text{Resultados logrados}}{\text{Resultados empleados}}$

2.2.1. Eficiencia

”Se puede definir como hacer las cosas bien o lo que es lo mismo, hacer correctamente las cosas, este concepto se refiere a la relación que existe entre los insumos y la producción, busca minimizar los costos de los recursos.

La ingeniería es principalmente una actividad productora que tiene su razón de ser en la satisfacción de los deseos humanos. Su objetivo es alcanzar el mayor resultado final por unidad de recursos gastados. Este es esencialmente un proceso físico cuyo objetivo es la maximización de la eficiencia física”. Miguel David, Rojas López (Administración para Ingenieros) p.7

Su objetivo es alcanzar el mayor resultado final por unidad de recursos utilizados. Este es esencialmente un proceso físico cuyo objetivo es la maximización de la eficiencia física, entonces, la eficiencia se puede enunciar como:

$$\text{Eficiencia} = \text{producto} / \text{insumo}$$

Es decir, se mide el éxito de las actividades de la ingeniería en el medio físico.

$$\text{Eficiencia física} > 100$$

2.2.2. Eficacia

"Se puede definir como hacer lo correcto. Alcanzar la meta, hacer las cosas correctas, es decir, es la capacidad que se tiene de escoger las cosas que se deben hacer.

Un ingeniero es eficaz cuando sabe tomar las decisiones apropiadas que van a ser útiles para el progreso de la organización". Miguel David, Rojas López (Administración para Ingenieros) p.8

"La eficacia puede y debe aprenderse", Peter Drucker (El ejecutivo eficaz)

Su objetivo es alcanzar el mayor resultado final por unidad de recursos utilizados. Este es esencialmente un proceso físico cuyo objetivo es la maximización de la eficiencia física.

El objetivo de la utilización de la ingeniería es obtener el mayor resultado final por unidad de recursos entregados, entonces, la eficiencia se puede enunciar como:

$$\text{Eficiencia física} = \text{Producto} / \text{Insumo}$$

Es decir, se mide el éxito de las actividades de la ingeniería en el medio físico.

$$\text{Eficiencia Física} < 100\%$$

Metodología para la toma de tiempos

Se cuentan con las piezas lego para comenzar con la medición de los tiempos, considerándose cada auto armado como una observación. Posteriormente se tomarán los tiempos de duración de ensamblaje completo del auto. Una vez ya con los tiempos tomados se procederá a evaluarlos.

Metodología de análisis de tiempos tomados

Se trabajó con una población de N=37 observaciones, analizando una muestra de n=13 del total de los 37 tiempos tomados en el laboratorio, ya que es el número recomendado de ciclos de observaciones, de los cuales se eliminan 3, ya que no se encuentran dentro de los límites <130,78 – 130.78> segundos. Luego calculamos el factor de valoración con las tablas Westinghouse, FV= 1.16. Para así calcular el tiempo normal, TN= 166,46 segundos A su vez calculamos los suplementos, S= 9% y por último calculamos el tiempo estándar TS= 181.40

El registro de los tiempos observados debe ser analizado, se deben depurar los valores que están fuera del rango propio, ah esos tiempos observados que quedan, que son representativos de la toma de tiempos, se le hace un promedio, a este promedio se le multiplica por el factor de valoración, y esta persona para valorar el trabajo debe ser una persona altamente calificada, el resultado es un tiempo normal y la multiplicación o la suma del tiempo suplementario nos da como resultado el tiempo estándar.

Con el tiempo estándar de la operación del producto manufacturado, podemos iniciar cálculos mayores para tomar decisiones dentro de nuestra empresa o gestión de la producción.

La definición de las variables se presenta en la tabla 1.

Tabla 31: Matriz de operacionalización variables

Variables	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente (X): Estudio de Tiempos	El estudio de tiempos consiste en analizar los movimientos para calcular el tiempo estándar dentro de las operaciones en la línea de producción . Lo que se verá dentro de una propuesta de	D1: Movimientos	• Frecuencia
		D2: Tiempo estándar	• Tiempo medio • Desviación estándar

Variable dependiente (Y): Productividad	mejoramiento. Montero Et al. (2017)	D3:	Operaciones de la línea de producción	•	Tiempo inicial
				•	Tiempo final
		D4:	Propuesta de mejoramiento	•	Tiempo estándar inicial
				•	Tiempo estándar final
	La productividad consiste en recopilar información sobre las actividades en el área de trabajo. Con el fin de diseñar un modelo de mejoras . Montero Et al. (2017)	d1:	Eficiencia	•	Tiempos muertos
			•	Desperdicio	
		d2:	Eficacia	•	Demoras en tiempos de entrega
				•	Grado de cumplimiento de los programas de producción.

Tabla 32: Matriz de consistencia

Problema principal	Objetivo principal	Hipótesis principal	Variables
¿De qué manera, el diseño del programa de simulación de tiempos logrará incrementar la productividad en condiciones de laboratorio en la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho año 2017?	Diseñar el programa de simulación de tiempos que logra incrementar la productividad en condiciones de laboratorio en la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho año 2017.	El programa de simulación de tiempos incrementa la productividad en condiciones de laboratorio en la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho año 2017.	variable (X): Estudio de Tiempos variable (Y): Productividad
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	
1. ¿De qué manera, los movimientos en el estudio de tiempos logrará incrementar la productividad en condiciones de laboratorio en la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho año 2017?	1. Analizar los movimientos en el estudio de tiempos que logra incrementar la productividad en condiciones de laboratorio en la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho año 2017.	1. Los movimientos en el estudio de tiempos incrementa la productividad en condiciones de laboratorio en la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho año 2017.	Movimientos Productividad
2. ¿De qué manera, el tiempo estándar del estudio de tiempos logrará incrementar la productividad en condiciones de laboratorio en la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho año 2017?	2. Calcular el tiempo estándar en el estudio de tiempos que logra incrementar la productividad en condiciones de laboratorio en la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho año 2017.	2. El tiempo estándar en el estudio de tiempos incrementa la productividad en condiciones de laboratorio en la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho año 2017.	Tiempo estándar Productividad
3. ¿De qué manera, las operaciones en la línea de producción en el estudio de tiempos, logrará incrementar la productividad en condiciones de laboratorio en la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho año 2017?	3. Determinar las operaciones en la línea de producción en el estudio de tiempos que logra incrementar la productividad en condiciones de laboratorio en la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho año 2017.	3. Las operaciones de la línea de producción en el estudio de tiempos incrementa la productividad en condiciones de laboratorio en la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho año 2017.	Operaciones de la línea de producción Productividad

<p>4. ¿De qué manera la propuesta de mejoramiento en el estudio de tiempos logrará incrementar la productividad en condiciones de laboratorio en la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho año 2017?</p>	<p>Faustino Sánchez Carrión, Huacho año 2017.</p> <p>4. Diseñar una propuesta de mejoramiento en el estudio de tiempos logra incrementar la productividad en condiciones de laboratorio en la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho año 2017.</p>	<p>4. La propuesta de mejoramiento en el estudio de tiempos incrementa la productividad en condiciones de laboratorio en la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho año 2017.</p>	<p>Propuesta de mejoramiento Productividad</p>
---	---	---	--

III. Resultados

Los tiempos, resultado de la medición se muestran en la tabla 3.

Tabla 33: Toma de tiempos del armado de un auto lego

CICLO	Operación Principal (OP) (segundos)
1	131
2	132
3	156
4	176
5	143
6	159
7	159
8	140
9	160
10	131
11	146
12	138
13	118

Tabla 34: Número recomendado de ciclos

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
2,00-5,00	15
5,00-10,00	10
10,00-20,00	8
20,00-40,00	5
40,00 o más	3

Fuente: Niebel & Freivalds (2009) p.340

En el laboratorio de Ingeniería de Métodos y Ergonomía medimos 37 tiempos, del armado de un auto lego, de los cuales tomamos como referencia la tabla de Niebel que nos permitió determinar el número óptimo de ciclos que deberíamos tomar para iniciar el estudio de tiempos.

Tabla 35: Calculamos los límites superior e inferior de cada operación y la nueva media

CICLO	OP
1	131
2	132
3	156
4	176
5	143
6	159
7	159
8	140
9	160
10	131
11	146
12	138
13	118
Total(T)	1889
Número de observaciones (n)	13
Tiempo Medio (TM)	145,31
Límite Superior Calculado(LSC)	159,84
Límite Inferior Calculado (LIC)	130,78
nuevo Total(nT)	1435
número de observaciones realizadas(n)	10
nuevo Tiempo Medio(nTM)	143,5

$$TM = T/n$$

$$LSC = TM + (TM \times 0,10)$$

$$LIC = TM - (TM \times 0,10)$$

$$nTM = nT/n$$

Calculamos el Tiempo medio (T M) el cual es la suma de todos los tiempos entre el número de observaciones, hallando un resultado de 145,31 segundos, posterior a eso determinamos los límites superior e inferior los cuales son \pm el 10% del tiempo medio, cuyos resultados fueron LSC=159,84 LIC=130,78; los cuales nos permite eliminar los datos que distorsionan nuestros resultados.

Una vez determinados los límites calculamos el nuevo tiempo medio (nTM) el cual es la nueva suma de los datos que se encuentran dentro del límite entre el número de observaciones realizadas, hallado un resultado de 143,50.

Este nuevo tiempo medio lo utilizamos para; entre otras cosas, calcular si el número de observaciones realizadas resulta suficiente para nuestro estudio.

Tabla 36: Calculamos el número de observaciones requeridas

CICLO	OP
1	131
2	132
3	156
4	176
5	143
6	159
7	159
8	140
9	160
10	131
11	146
12	138
13	118
Total(T)	1889
Número de observaciones (n)	13
Tiempo Medio (T M)	14531
Límite Superior Calculado(LSC)	159,84
Límite Inferior Calculado (LIC)	130,78
nuevo Total(nT)	1435
número de observaciones realizadas(n)	10
nuevo Tiempo Medio(nTM)	143,5
Desviación estándar(s)	11,21
T-student(t)	2,262
Número de observaciones requeridas(N)	12,48

Fuente: Elaboración propia

$$N = ((2 \times s \times t) / (2 \times k \times nTM))^2$$

Donde:

t: T-student

s: desviación estándar

k: nivel de significancia

nTM: nuevo tiempo medio

Calculamos el número de observaciones requeridas(N) para compararla con el número de observaciones realizadas(n), ya que de acuerdo con lo establecido en el material que nos proporcionó el ingeniero Arias, si el número de observaciones requeridas es mayor al número de observaciones realizadas, entonces el estudio resulta suficiente; como nuestros resultados fueron $N=12 > n=10$ podemos decir que nuestro estudio resulta suficiente y nuestros resultados serán confiables.

Tabla 37: Calculamos el tiempo normal, el factor de valoración y los suplementos

CICLO	OP1
1	131
2	132
3	156
4	176
5	143
6	159
7	159
8	140
9	160
10	131
11	146
12	138
13	118
TM	145,31
LSC	159,84
LIC	130,78
nT	1435
n	10
nTM	143,5
s	11,21
t	2,262
N	12,48
FV	1,16
TN	166,46
S	9%

Tabla 38: Indicadores para valoración del trabajo

CONDICIONES				DESTREZA O HABILIDAD				ESFUERZO O EMPEÑO			
+	0,06	A	Ideales	+	0,15	A1	Extrema	+	0,13	A1	Excesivo
+	0,04	B	Excelentes	+	0,13	A2	Extrema	+	0,12	A2	Excesivo
+	0,02	C	Buenas	+	0,11	B1	Excelente	+	0,10	B1	Excelente
+	0,00	D	Regulares	+	0,08	B2	Excelente	+	0,08	B2	Excelente
-	0,03	E	Aceptables	+	0,06	C1	Buena	+	0,05	C1	Bueno
-	0,07	F	Deficientes	+	0,03	C2	Buena	+	0,02	C2	Bueno
CONSISTENCIA				+	0,00	D	Regular	+	0,00	D	Regular
+	0,04	A	Perfecta	-	0,05	E1	Aceptable	-	0,04	E1	Aceptable
+	0,03	B	Excelente	-	0,10	E2	Aceptable	-	0,08	E2	Aceptable
+	0,01	C	Buena	-	0,16	F1	Deficiente	-	0,12	F1	Deficiente
+	0,00	D	Regular	-	0,22	F2	Deficiente	-	0,17	F2	Deficiente
-	0,02	E	Aceptable								
-	0,04	F	Deficiente								

Tabla 39: Suplementos constantes establecidos por la OIT

Suplementos de la OIT % del Tiempo Normal		
Suplementos constantes	H	M
Sup. Por Necesidades Personales	5	7
Sup. Base por Fatiga	4	4

$$FV = An + (H + E + C_A + C_O)$$

Donde:

FV: Factor de Valoración

An: Actividad normal

H: habilidad

E: empeño

CA: condiciones

CO: consistencia

$$TN = (TO)(FV)$$

Donde:

TN: tiempo normal

TO: tiempo observado

FV: factor de valoración

$$S = S_1 + S_2$$

Donde:

S: suplementos

S1: suplemento por necesidades personales

S2: suplemento base por fatiga+ (sup. Var.)

Calculamos el Factor de valoración (FV) haciendo uso de las tablas del sistema Westinghouse para la calificación de la actuación del trabajador, lo cual está en función de factores que son: Habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. La calificación la hacemos de acuerdo a nuestra percepción evaluando la eficiencia del operador en términos de su concepto de un operario normal. Lo cual obtuvimos como resultado 1,16.

Calculamos el Tiempo normal (TN) que resulta de la multiplicación del tiempo observado (TO) (el tiempo observado es el nuevo tiempo medio) con el factor de valoración (FV) hallando un resultado de 166,46. El Tiempo normal lo utilizamos para hallar el Tiempo estándar.

Calculamos los Suplementos (S) que están expresados en porcentaje y que son aplicados al tiempo básico para poder obtener el tiempo estándar, estos porcentajes de tiempo se encuentran en las tablas elaboradas por la OIT, donde están los Suplementos Constantes y Suplementos variables, de los cuales aplicamos los Suplementos Constantes que son suplemento por necesidades personales y suplemento base por fatiga, hallando un resultado del 9% ya que nuestro colaborador es de género masculino.

Tabla 40: Calculamos el tiempo estándar

CICLO	OP
1	131
2	132
3	156
4	176
5	143
6	159
7	159
8	140
9	160
10	131
11	146
12	138
13	118
T	1889

$TS = TN(1 + S)$	n	13	
Donde:	TM	145,31	
TS: tiempo estandar	LSC	159,84	TN:
tiempo normal	LIC	130,78	S:
suplementos	nT	1435	
$CV = (S/X) \times 100$	n	10	
$CV(11.21143.5)100 = 8\%$	nTM	143,5	
Donde:	s	11,21	variaci3n
CV: coeficiente de	t	2,262	estandar
S: desviaci3n	N	12,48	
x: media	FV	1,16	
	TN	166,46	
	S	9%	
	TS	181,40	

Calculamos el Tiempo estandar que resulta de la multiplicaci3n del tiempo normal con los suplementos que son aplicables al trabajador, hallando un resultado de 181,40 segundos.

El tiempo estandar es el tiempo que requiere una persona entrenada y capacitada para realizar una actividad, adem1s esto nos ayuda a eliminar operaciones defectuosas y as1 incrementar la productividad.

Hallamos el coeficiente de variaci3n (CV), el cual result3 el 8%, lo cual nos asegura que nuestros resultados son consistentes ya que cuando el coeficiente de variaci3n se acerca a 0% se tiene datos m1s consistentes m1s homog1neos.

A continuaci3n resultados de haber corrido 10000 veces con Crystal Ball

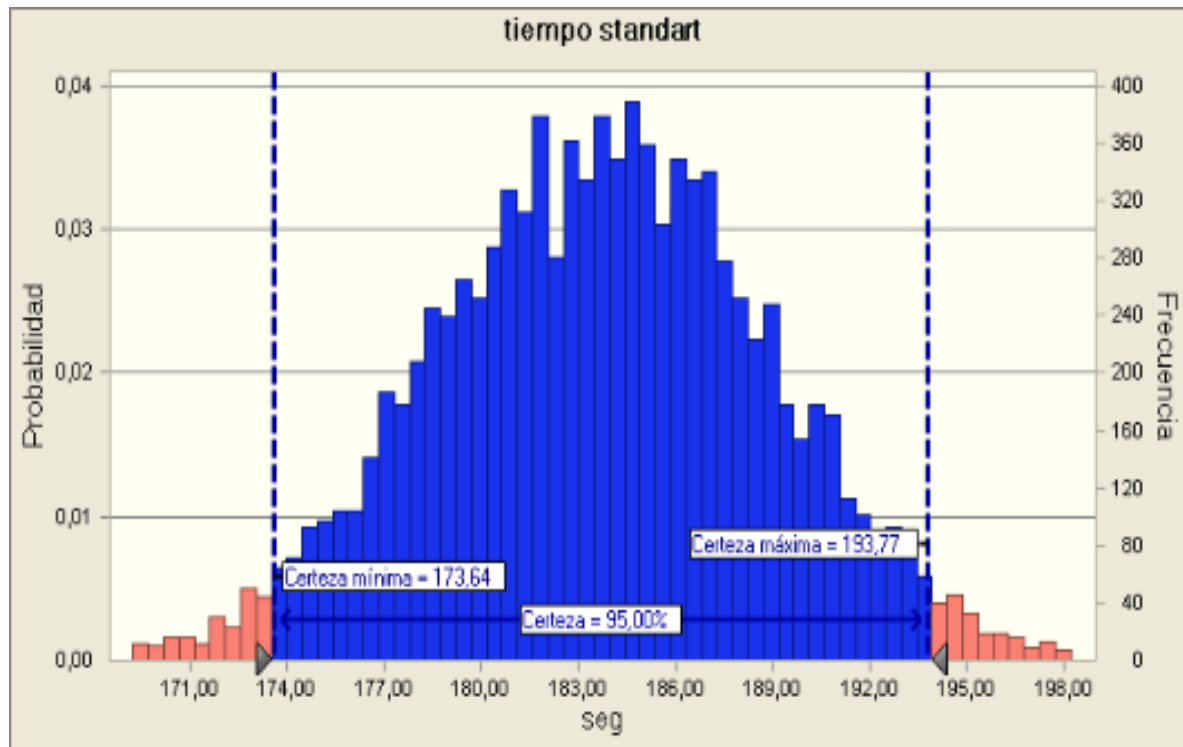


Figura 14: Histograma de la simulaci3n

Tabla 41: Datos arrojados por el simulador

Previsión: tiempo estándar (contin.)

Estadísticas:	Valores de previsión
Pruebas	10000
Caso base	183,73
Media	183,73
Mediana	183,79
Modo	---
Desviación estándar	5,17
Varianza	26,68
Sesgo	-0,0024
Curtosis	2,90
Coefficiente de variación	0,0281
Mínimo	166,20
Máximo	200,54
Ancho de rango	34,34
Error estándar medio	0,05

Fuente: Elaboración propia

Esta tabla muestra que el tiempo estándar hallado por el simulador es de 183,73 segundos.

IV. Discusión:

El objetivo propuesto en esta investigación ha sido alcanzado al aplicar el estudio de tiempos y comprobar su relación con la productividad.

Al hallar manualmente el tiempo estándar obtuvimos 181,4 segundos y el tiempo estándar hallado con el simulador resultó 183,73 segundos. Comparados con el tiempo habitual de **240 segundos** podemos decir que logramos un 24,42% de incremento en la productividad con el estudio de tiempos manualmente y un 23,44% de incremento en la productividad con el software.

Coincidentemente con nuestra investigación confirma lo hallado por Catagua (2015) quien concluye que en su investigación la falta del estudio de tiempos (el tiempo estándar) baja la productividad de la línea de Insecticida de Líquidos de la Empresa Agripac.

De igual manera lo concluido por Ulco (2015) cuyo estudio de tiempos luego de la implementación del método mejorado descubrió un 23,7%

Bibliografía

- Alejandro Barzola, J. A. (2015). *Aplicacion de Tecnicas de Gestion de Produccion para Mejorar y Elevar su Productivadd en la Empresa Emuvial Ep del Gobierno Autonomo del Canton Santa Elena*. La Libertad, Ecuador.
- Cajamara Guerra, D. A. (2015). *Estudio de Tiempo y Movimiento de Produccion en Planta para Mejorar el Proceso de Fabricacion de Escudos en Kaia Bordados*. Bogotá D.C., Colombia.
- Catagua Leon, J. C. (2015). *Mejorar el Rendimiento y la Productividad Mediante el Estudio de Tiempos y Movimiento en el Area de Produccion de Insecticidads de la Empresa Agripac del Año 2014*. Guayaquil, Ecuador.
- Gama, L. E. (2002). Una Tensa Cercanía: Hegel, Gadamer y el Concepto de Experiencia. *Ideas y Valores*, 51(120), 41-78. Recuperado el 16 De 11 De 2017, De [Http://Revistas.Unal.Edu.Co/Index.Php/Idval/Article/View/14538/25660](http://Revistas.Unal.Edu.Co/Index.Php/Idval/Article/View/14538/25660)
- Garcia Criollo , R. (1998). *Estudio del Trabajo, Ingenieria de Metodos y Medicion del Trabajo* (Vol. 2º). Monterrey, Mexico: Mc Graw Hill.
- Jijón Bautista, K. A. (2013). *Estudio de Tiempos y Movimientos para Mejoramiento de los Procesos de Produccion de la Empresa de Calzado Gabriel*. Ambato, Ecuador.
- L. Winston, W. (2004). *Investigacion de Operaciones, Aplicaciones y Algoritmos* (Vol. 4º). Mexico: Thomson.
- Pineda, J. A. (2005). *Estudio de Tiempos y Movimientos en la Linea de Produccion de Piso de Granito en la Fabrica Casa Blanca S.A*. Guatemala.
- Ulco Arias, C. A. (2015). *Aplicacion de Ingenieria de Metodos en el Proceso Productivo de Cajas de Calzado para Mejorar la Productividad de Mano de Obra de la Empresa Industrias Art Print*. Trujillo, Perú.
- W. Niebel, B., & Freivalds, A. (2013). *Ingenieria Industrial; Metodos, Estandares y Diseño del Trabajo*. Mc Graw Hill.