Artículo No. 06: *Navarro, E., et al* (2016). Análisis comparativo de herramientas usadas en la medición del trabajo. *Semilleros*, 3 (5), 61-74.

Análisis comparativo de herramientas usadas en la medición del trabajo

Comparative analysis tools used in the measurement of work

Navarro S. Eder[1], Pérez Vanessa[2], González Jadlyn[3]

Resumen. La presente investigación tiene por objetivo realizar un análisis comparativo del uso de herramientas para la medición del trabajo, dentro de las nuevas tendencias de estudios de tiempos. Se seleccionaron y grabaron tres actividades industriales, a las cuales se le realizó el estudio de tiempos aplicando las herramientas: cronometrado, software Multimedia Video Task Analysis y el software Fancy Movie Editor. El tipo de investigación es descriptiva, con diseño de campo no experimental, y como técnica de recolección de datos se utilizó la observación directa para registrar la información, grabar el video de las actividades y registro estadístico de los datos. Mediante el análisis ANOVA unifactorial se obtuvo que, estadísticamente, no existe alguna diferencia significativa entre las herramientas usadas para el estudio de tiempos, con un nivel de confianza del 95%, ya que las medias de dichos métodos son relativamente parecidas.

Palabras clave: *Estudio de tiempos, cronometrado, herramientas, software de medición del trabajo, Anova.*

Abstract. This research aims to make a comparative analysis of the use of tools for measuring work within the new trends time study. They were selected and recorded three industrial activities, which was performed by applying time study tools: manually timed, software Multimedia Video Task Analysis and Fancy Movie Editor software. The research is descriptive and documentary and art collection as direct observation was used to record the activities, and statistical data recording. By ANOVA it was obtained, that statistically, there is a significant difference between the tools used for the study of times, with a confidence level of 95%, as the means of these methods are relatively similar.

Key Words: *Time study, timed, tools, work measurement software, Anova.*

[1]Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Venezuela. eder1397@hotmail.com
[2]Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Venezuela. vane071@gmail.com
[3] Profesor Agregado, Investigador B (PEII). Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Venezuela. jadlyng@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En toda actividad industrial es necesario lograr altos niveles de productividad, de tal manera que la empresa pueda mantenerse y ser competitiva en el mercado. En este sentido, sus actividades deben enfocarse en la disminución de los recursos utilizados y la fijación adecuada de estándares, ya que, según la ASETEMYT (2004), la productividad de una empresa está altamente influenciada por los métodos de trabajo, los tiempos estándar y la motivación del trabajador.

Colls y González (2015), indican que el rendimiento positivo de una empresa está relacionado con la estandarización de sus procesos, de tal manera que se permita planificar y programar la producción eficientemente, para lo cual resulta conveniente reducir la complejidad de los procesos internos de fabricación. En tal sentido, un estudio de tiempos permite resolver problemas o proporcionar mejoras en cuanto al diseño de puestos de trabajo, número de operarios necesarios para la fabricación de productos, identificación de tiempos invertidos en tareas que influyen negativamente al proceso de producción, establecimiento de estímulos laborales, reducción de costos, comparación de técnicas de trabajo, entre otros.

En cuanto a la fijación de estándares de tiempo, se conoce que existen diferentes técnicas para establecer el tiempo estándar de una actividad dentro de una empresa, tales como: el cronometrado, el muestreo del trabajo, estudios de tiempos predeterminados, entre otros (Freivalds y Niebel 2004). Según Hodson (1996), la técnica más popular para la medición de tiempos es el estudio de tiempos con cronómetros, la cual fue creada por primera vez por Frederick Taylor a principios del siglo veinte y actualmente extendida por todo el mundo.

El estudio de tiempo, ha sido definido por Burgos (2012) como una técnica que permite establecer el tiempo estándar para realizar una tarea dada, basada en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, permitiendo las debidas tolerancias por fatiga, demoras inevitables y necesidades personales.

Rodríguez (2008) menciona que los estándares de tiempo establecidos con precisión hacen posible producir más en una planta dada e incrementan la eficiencia del equipo y el personal operativo. Y como plantea Hodson (1996), los estándares mal establecidos, aunque siempre es mejor que no tener estándares, conducen a costos altos, disentimientos del personal y posibles fallas en toda la organización.

De acuerdo con Rico, Maldonado, Escobedo y Riva (2005), así como las técnicas para estudio de tiempos se han extendido a escala mundial, también han evolucionado rápidamente debido al avance tecnológico que ha permitido incorporar herramientas de punta aplicadas para este objetivo, facilitando la labor del analista y obteniendo mayor precisión.

Al respecto, Schmeidler y Davanzo (1998) dicen que los ingenieros industriales se han visto beneficiados en cuanto a la disponibilidad y el uso creciente de computadoras personales en donde se desarrolla software, en varias versiones, a la medida de las necesidades de cada empresa o aplicación. Estos programas ayudan al análisis y la documentación de cada aplicación. En este orden de ideas, algunos programas informáticos han sido diseñados con el propósito de facilitar el registro y/o procesamiento de datos para la medición del trabajo.

Como lo mencionan Rico et al. (2005), aprovechando el impacto de la nueva tecnología, en cuanto a sistemas de

información y paquetes computacionales se refiere, la medición de tiempos en las actividades, utilizando estas herramientas, se vuelve más precisa. En efecto, Colls y González (2015) indican que la medición de tiempos de trabajo permite a las empresas mejorar la organización y planificación de su producción y si se complementa esto con el uso correcto de herramientas computacionales, se otorga precisión y facilita el análisis de una determinada operación.

Hoy en día, existen programas informáticos desarrollados para facilitar el estudio de tiempos; entre ellos se pueden encontrar algunos, como el Design Tools, o el Multimedia Video Task Analysis (MVTA) que permiten obtener versiones estudiantiles o demostrativas, para facilitar el estudio de tiempos de tareas cortas. Por una parte, el software Design Tools posee una amplia aplicación, desde estudios de tiempos a través de cronometrado, muestreo de trabajo, valoración de la velocidad de ejecución, hasta evaluaciones ergonómicas, estudios de costos, curvas de aprendizaje, entre otras. (Niebel y Freivalds, 2008).

Con respecto al estudio de tiempos con cronometrado, el programa Desgin Tools permite regitrar los valores obtenidos en un estudio con cronometrado, en una tabla, y a partir de allí, se puede determinar el tiempo estándar, número de ciclos requeridos, entre otros aspectos. (Niebel y Freivalds, 2008). No obstante, este programa ha sido diseñado para registrar valores que estén en centésimas de minutos. Este hecho, constituye una desventaja en el caso de que el instrumento de medición (cronómetro) disponible para el estudio posea únicamente valores expresados en segundos y minutos, lo cual es común en los cronómetros disponibles en el mercado actual, aún en las aplicaciones de cronómetros para teléfonos inteligentes.

Una manera alterna, empleada para facilitar el registro y procesamiento de datos de un estudio de tiempos con cronómetros, de forma gratuita, es la utilización de hojas de cálculo. En este caso, se realiza un formato o plantilla modificable donde se registran los datos, y posteriormente (después de aplicar el cronometrado en el sitio de trabajo), se procesan los valores para obtener el tiempo estándar, número de ciclos necesarios, y otra información de interés.

De acuerdo con Best (2010), desde la perspectiva de alguien que mide el trabajo, algunos problemas relacionados con la medición del trabajo son relacionados con la cantidad de tiempo y esfuerzo que requiere un estudio de tiempos tradicional. Con el fin de generar fácilmente un análisis de resultados, el observador puede transferir los datos escritos a un documento electrónico. De esta forma, cuanto más tiempo haya durado el registro, más largo será el tiempo que deba usar el analista para copiar los datos en una computadora; no obstante, el uso de la tecnología, siempre disminuirá el tiempo de procesamiento de los datos.

Por otro lado, el software Multimedia Video Task Analysis (MVTA), automatiza los estudios de tiempos y de movimiento, así como el análisis ergonómico de actividades visualmente discernidas, usando una interfaz gráfica. Este programa, diseñado con el propósito de facilitar la realización de estudios de ergonomía para puestos de trabajo, puede también utilizarse para realizar estudios de tiempos, a partir de la grabación de una actividad.

El MVTA es fácil de utilizar ya que solo se requiere cargar el video de la actividad que se desea medir, previamente grabado en la empresa, y definir los eventos (tal como la división de elementos en un estudio de cronometrado). Para realizar la medición del trabajo, basta con reproducir el video, identificar el punto de inicio y luego hacer clic en los diferentes eventos cada vez que finalicen, de tal manera que se generen los puntos de quiebre hasta el final de la

ejecución de la tarea grabada. Posteriormente se genera un reporte del estudio de tiempos y detalle de la duración de los eventos, obteniendo así los valores de tiempo totales, valores de tiempo promedios, desviación estándar y otros valores de interés para la medición del trabajo.

También, existen algunos centros de investigación que han desarrollado sus propias aplicaciones informáticas para la medición de tiempos. Tal es el caso del software Time-GIP, desarrollado por Sempere, Pérez y Poler (2001); estos autores manifiestan que el programa diseñado por ellos constituye una herramienta de medición de tiempos que facilita el estudio de tiempos por su sencillez de manejo, reduciendo los recursos necesarios. Este programa soporta tres aplicaciones complementarias que son el cronometraje, sistemas de tiempo estándar predeterminados y muestreo del trabajo. Para un estudio de tiempos con cronómetro, el analista debe registrar los datos en el sitio de trabajo con el uso del cronómetro y luego vaciar los datos en el programa a fin de obtener el tiempo de la operación. En ese sentido es similar al software Design Tools, sin embargo, posee también fines didácticos para contribuir al proceso de adiestramiento de analistas.

Ahora bien, existen otros recursos que pueden absolutamente adaptarse para realizar la medición del trabajo, considerando las aplicaciones informáticas que se han desarrollado para la edición de videos. Dentro de estas aplicaciones se encuentra el Fancy Movie Editor (FME), que así como otros programas de edición de videos, permite la mezcla de videos con diferentes efectos. Para utilizarlo como herramienta de medición del trabajo, se debe realizar previamente la grabación de la actividad en la empresa, luego se carga el video en el software y se separan los cuadros que identifican cada elemento o cada ciclo de trabajo, según se desee. Esto se logra editando cada cuadro en el área de trabajo seleccionando los puntos de inicio y finalización de la tarea. En virtud de que el programa marca el tiempo total de la duración del video así como el número de cuadros, referidos a los elementos o ciclos de la tarea, el estudio de tiempos se efectúa en relación al total de tiempo de duración dividido entre el total de cuadros.

Como se ha reseñado, son diferentes herramientas de medición del trabajo que se apoyan en recursos tecnológicos para facilitar el trabajo del analista, ante lo cual surge la inquietud de conocer si existe alguna diferencia en los resultados del estudio de tiempos para distintas actividades, empleando los diferentes recursos para la medición del trabajo.

Dentro de este orden de ideas, Rico, et al. (2005), desarrollaron un estudio comparativo entre tres herramientas de estudio de tiempos como lo son el uso de cronometrado, editores de video (el Fancy Movie Editor) y la técnica de estudios de tiempo predeterminados MOST, para tres actividades sencillas: lavado de trastes, barrido de escaleras y operación de roscado con tornillo y tuerca. Como resultado del estudio, no se detectaron diferencias considerables entre los valores obtenidos con las diferentes técnicas y/o herramientas usadas.

Tomando como referencia el estudio desarrollado por Rico, et al. (2005) y considerando las nuevas tendencias en los estudios de tiempos, donde se han incorporado programas que facilitan el procesamiento de datos, se pretende evaluar si existe alguna diferencia significativa, en cuanto al resultado del estudio de tiempos, y al proceso de registro de datos, empleando diferentes herramientas, para actividades industriales.

En tal sentido, el presente estudio está enfocado en realizar el estudio de tiempo de actividades industriales a través de diferentes herramientas de medición del trabajo como lo

son el cronometrado, apoyado en uso de hojas de cálculo, el software Multimedia Video Task y el programa Fancy Movie Editor, los cuales se utilizaron para la medición de tres tareas industriales distintas.

METODOLOGÍA

La presente investigación es de tipo descriptiva la cual, según Arias (2006), consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. En efecto, con este trabajo, se busca observar y describir el cuál es el resultado de la aplicación de diferentes herramientas para el estudio de tiempos en actividades industriales.

El diseño de la investigación es el plan de acción e indica la secuencia de los pasos a seguir. Permite al investigador precisar los detalles de la tarea de investigación y establecer las estrategias a seguir para obtener resultados positivos, además de definir la forma de encontrar las respuestas a las interrogantes formuladas en la investigación (UPEL, 2006).

Esta investigación responde a un diseño de campo, dado que el estudio requirió intervenir directamente en el área involucrada con el personal de líderes, con el objeto de obtener un mayor conocimiento que justifique el estudio y garantice la información. Según Sabino (2002), los diseños de campo son los que se refieren a los métodos a emplear cuando los datos de interés se recogen en forma directa de la realidad, mediante el trabajo concreto del investigador y su equipo; estos datos, obtenidos directamente de la experiencia empírica, son llamados primarios, denominación que alude al hecho de que son datos de primera mano, originales, producto de la investigación en curso sin intermediación de ninguna naturaleza. En tal sentido, se refiere a un diseño de campo no experimental.

Se efectuarán las siguientes fases para cumplir con los objetivos propuestos y para el posterior análisis de resultados obtenidos a partir de dichas fases:

Fase I. Recabar información pertinente a la investigación acerca de algunas nuevas herramientas de medición del trabajo, describiendo sus funcionamientos y aplicación teórica.

Esta primera fase se centró en la recolección de información con respecto a la existencia de nuevas tendencias en cuanto a técnicas de medición del trabajo, esta información permite describir de forma precisa el funcionamiento de cada una de las herramientas usadas para los estudios de tiempos.

Fase II. Seleccionar tres actividades industriales para la realización de la medición del trabajo.

En esta fase, se aplicó la observación directa. Inicialmente, se realizó la visita a tres empresas (envasado de productos químicos para uso cosmético, fábrica de guantes de seguridad para uso industrial y fábrica de pan de trigo). Luego, se seleccionó una operación, en cada una de las empresas, para realizar el estudio de tiempos. Las actividades seleccionadas, de diferentes empresas son: (1) acoplado de tapas, (2) el planchado interno de guantes de seguridad, y, (3) corte de pan redondo para hornear. Se realizó el estudio de tiempos con cronómetro para las tres actividades, y la grabación de las actividades para hacer el estudio de tiempo usando el software MTVA y el software FME.

Fase III. Comparar las herramientas de medición del trabajo, mediante el análisis ANOVA, para las tres actividades industriales seleccionadas.

Una vez seleccionadas las actividades, así como la realización de la medición del trabajo con las diferentes herramientas, se realiza la comparación entre de dichas herramientas. El análisis comparativo se basa en el resultado del estudio de tiempos (valores obtenidos) y diferencias en el registro y procesamiento de datos. Para comparar los resultados, se empleó la técnica estadística ANOVA, usando el análisis de datos de un factor, con un 95% de confianza y estableciendo la siguiente hipótesis:

Hipótesis nula

Ho: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

Lo que significa que el valor de tiempo de operación promedio de las actividades, obtenido con las tres diferentes herramientas de medición del trabajo, es similar.

Hipótesis alternativa:

H_1: $\mu i \neq \mu j$ para algún par $i \neq j$

Lo que significa que el valor de tiempo de operación promedio de las actividades, obtenido con las tres diferentes herramientas de medición del trabajo, es distinto.

Es importante mencionar que, en estadística, el análisis de la varianza (ANOVA, Analysis of variance, según terminología inglesa) es una colección de modelos estadísticos y sus procedimientos asociados, en el cual la varianza está particionada en ciertos componentes debidos a diferentes variables explicativas; donde el objetivo es estudiar si existe relación entre el valor medio de una variable respuesta o característica (en este caso el valor de tiempo de operación promedio de una actividad industrial) y una variable cualitativa, atributo o factor (en este caso la herramienta usada para medir el trabajo).

De acuerdo con Spiegel, Schiller y Srinivasan (2007), las técnicas iniciales del análisis de varianza fueron desarrolladas por el estadístico y genetista R. A. Fisher en los años 1920 y 1930 y es algunas veces conocido como "Anova de Fisher" o "análisis de varianza de Fisher", debido al uso de la distribución F de Fisher como parte del contraste de hipótesis. El resultado del análisis de la varianza de un solo factor, usado en esta investigación, permite considerar que se acepta la hipótesis nula cuando el valor experimental de F es menor o igual al valor crítico para el estadístico F.

Para el modelo Anova unifactorial de esta investigación, se utilizó la hoja de cálculo Excel, a través de análisis de datos de un solo factor, lo cual facilitó el cálculo de los términos de la descomposición de la variabilidad. (Baíllo, 2015).

Luego, se realiza un análisis cualitativo entre las diferentes herramientas usadas, basándose en la experiencia obtenida en la medición del trabajo de las tres actividades industriales seleccionadas, para establecer las conclusiones correspondientes.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación se describen las actividades cuyos tiempos de operación fueron medidos empleando las tres diferentes herramientas de medición del trabajo, y el resultado de la comparación mediante el análisis de la varianza unifactorial.

Actividad 1. Acoplado de tapas

En esta actividad el operario se encuentra sentado frente a una mesa de trabajo donde se ubica el acoplador en la parte derecha y del lado izquierdo se coloca los productos terminados. (Ver, en figura 1, la distribución de área de trabajo). El operario tiene una caja en las piernas que contiene las partes a ensamblar de donde toma con la mano

derecha el cuerpo de la tapa (parte blanca) y lo coloca en el acoplador, luego con esa misma mano toma la parte superior de la tapa (parte azul) se la pasa a la mano izquierda, y la posiciona encima del cuerpo de la tapa, mientras que con la mano derecha acciona la palanca del acoplador para unir las dos partes y formar la tapa. Posteriormente, usando la mano izquierda, retira del acoplador el producto terminado (tapa) y repite el proceso descrito.

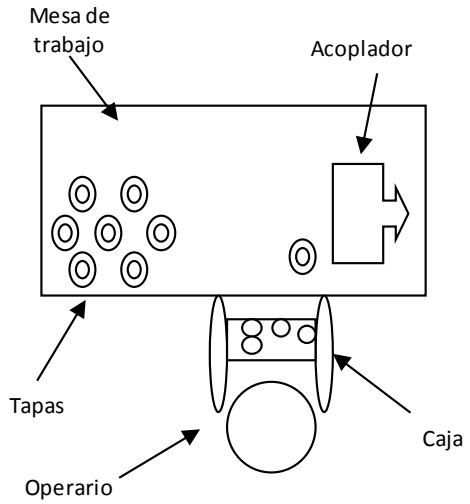

Figura 1. Distribución del área de trabajo de la actividad 1

La operación se dividió en tres elementos, a saber:

Elemento 1: tomar tapa y colocar en acoplador.

Elemento 2: colocar tope de tapa y activar acoplador.

Elemento 3: sacar tapa del acoplador y colocar en mesa.

En la figura 2 se muestra una imagen del uso del software MVTA para esta actividad.

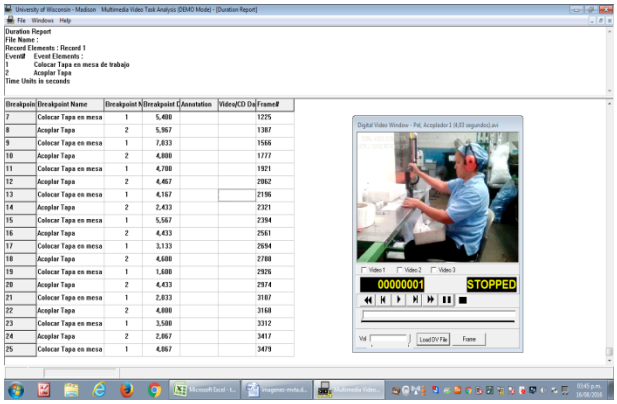

Figura 2. Medición de la actividad "acoplado de tapas" con el software MVTA.

Los tiempos obtenidos con el cronometrado (usando el método intermitente), el software MVTA y el FME, se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Tiempos promedios de operación de actividad "acoplado de tapas"

Ciclos	Tiempos Promedios (s)		
	Con cronómetro (s)	*Con MVTA (s)*	*Con FME (s)*
Ciclo 1	5,990	5,133	5,897
Ciclo 2	9,000	8,001	8,678
Ciclo 3	5,470	5,900	6,234
Ciclo 4	9,160	8,267	8,469
Ciclo 5	5,680	5,300	5,890
Ciclo 6	5,500	4,333	4,768
Ciclo 7	8,470	5,001	6,233
Ciclo 8	6,670	6,233	6,852
Ciclo 9	8,260	6,866	7,468
Ciclo 10	6,900	4,767	5,678
Ciclo 11	5,700	5,100	5,986
Ciclo 12	8,480	7,833	7,923
Ciclo 13	5,510	6,767	5,356

Estos valores se agrupan para, posteriormente, con el programa Excel para ser analizados estadísticamente mediante una prueba de ANOVA (Análisis de Varianza) con un nivel de confianza del 95%. (Ver tabla 2).

Tabla 2. Análisis de varianza de un factor de la actividad "acoplado de tapas"

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Con cronómetro (s)	13	90,79	6,98385	2,16529231
Con MVTA (s)	13	79,501	6,11546	1,75677277
Con FME (s)	13	85,432	6,57169	1,4804899

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	4,90580631	2	2,4529	1,36207952	0,26901042	3,25944631
Dentro de los grupos	64,8306597	36	1,80085			
Total	69,736466	38				

Como se puede visualizar en la tabla 2, el valor experimental de F es menor que el valor crítico para el estadístico F, lo que significa que se acepta la hipótesis nula planteada inicialmente para la actividad "acoplado de tapas". En la figura 3, se observa la respuesta en función de niveles del factor.

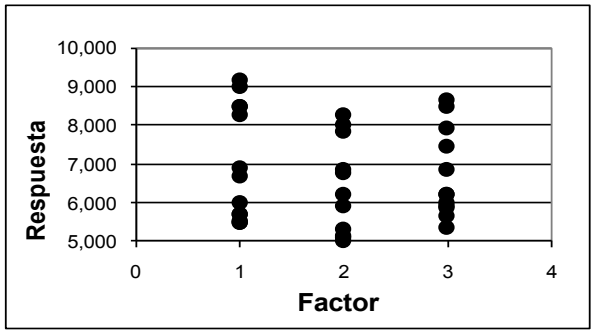

Figura 3. Respuesta en función de niveles del factor para actividad "acoplado de tapas"

Actividad 2. Planchado interno de guantes de seguridad

En esta actividad, el operario se encuentra parado frente a una mesa de trabajo donde se encuentra una plancha individual, que consiste en un tubo de acero, con alta temperatura, donde el operario coloca cada dedo del guante, para plancharlos internamente. También, en la mesa de trabajo, se encuentra una plancha de cuatro dedos que consiste en cuatro tubos de acero, calientes, donde el operario debe colocar el guante para hacer el planchado definitivo y posteriormente, colocar el guante en el centro de la mesa de trabajo.

La operación se dividió en tres elementos, a saber:

Elemento 1: tomar un guante y plancharlos internamente de forma general con la plancha individual.

Elemento 2: colocar el guante en la plancha de varios dedos y planchar el guante.

Elemento 3: colocar guante planchado en mesa y buscar otro guante.

En la figura 4 se muestra una imagen del uso del software MVTA para esta actividad.

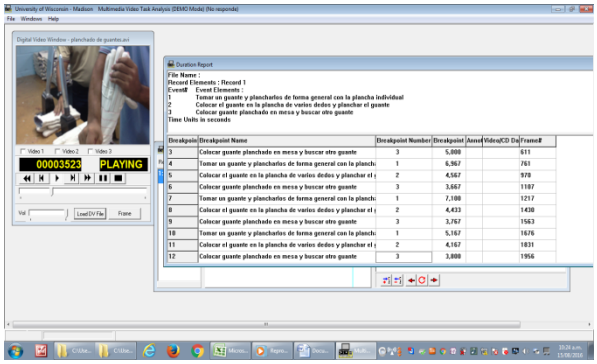

Figura 4. Medición de la actividad "planchado interno de guantes de seguridad" con el software MVTA.

Los tiempos obtenidos con el cronometrado (usando el método intermitente), el software MVTA y el FME, se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Tiempos promedios de operación de actividad "planchado interno de guantes de seguridad"

Ciclos	Tiempos Promedios (s)		
	Con cronómetro (s)	*Con MVTA (s)*	*Con FME (s)*
Ciclo 1	16,780	16,180	15,640
Ciclo 2	16,170	16,534	16,950
Ciclo 3	15,310	15,197	16,390
Ciclo 4	13,360	13,101	12,250
Ciclo 5	13,800	14,367	14,020
Ciclo 6	15,010	15,334	16,030

Estos valores se agrupan para, posteriormente, con el programa Excel para ser analizados estadísticamente mediante una prueba de ANOVA (Análisis de Varianza) con un nivel de confianza del 95%. (Ver tabla 4)

Tabla 4. Análisis de varianza de un factor de la actividad "planchado interno de guantes de seguridad"

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Con cronómetro (s)	6	90,43	15,07166667	1,746
Con MVTA (s)	6	90,713	15,11883333	1,564
Con FME (s)	6	91,28	15,21333333	3,091

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	0,06244878	2	0,031224389	0,015	0,985	3,682320344
Dentro de los grupos	32,0052995	15	2,133686633			
Total	32,0677483	17				

Como se puede visualizar en la tabla 4, el valor experimental de F es menor que el valor crítico para el estadístico F, lo que significa que se acepta la hipótesis nula planteada inicialmente para la actividad "planchado interno de guantes de seguridad". En la figura 5, se observa la respuesta en función de niveles del factor.

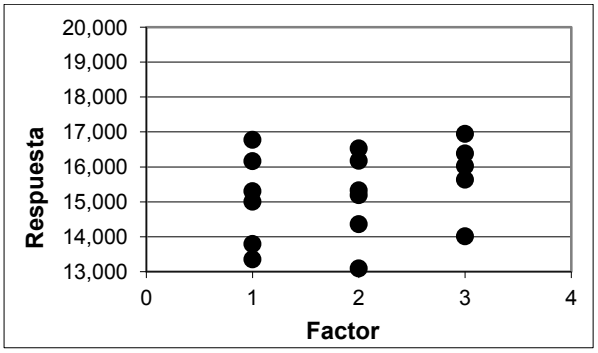

Figura 5. Respuesta en función de niveles del factor para actividad "planchado interno de guantes de seguridad"

Actividad 3. Corte de pan redondo

En esta actividad el operario se encuentra parado frente a una máquina cortadora de pan. Toma la masa circular y plana, la coloca en la máquina, mueve la palanca para realizar el corte. Una vez realizado el corte, lo traslada a la bandeja donde serán llevados al horno.

La operación se dividió en tres elementos, a saber:

Elemento 1: tomar la masa circular y colocar en maquina de corte.

Elemento 3: accionar la palanca de la máquina de corte del pan redondo.

Elemento 3: retirar la masa circular cortada y llevarla a bandeja para hornear.

En la figura 6 se muestra una imagen del uso del software MVTA para esta actividad.

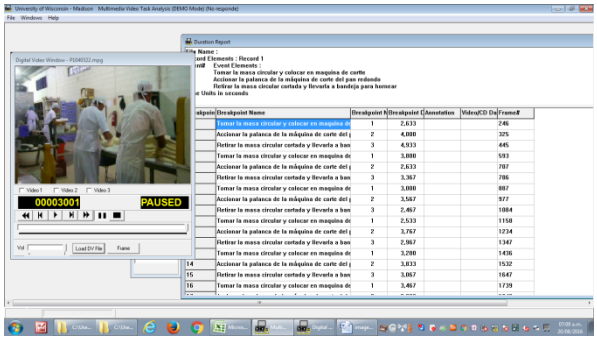

Figura 6. Medición de la actividad "corte de pan redondo" con el software MVTA.

Los tiempos obtenidos con el cronometrado (usando el método intermitente), el software MVTA y el FME, se presentan en la tabla 5.

Tabla 5. Tiempos promedios de operación de actividad "corte de pan redondo"

Ciclos	Tiempos Promedios (s)		
	Con cronómetro (s)	*Con MVTA (s)*	*Con FME (s)*
Ciclo 1	12,930	11,566	11,878
Ciclo 2	11,240	12,800	11,689
Ciclo 3	11,690	11,260	11,356
Ciclo 4	11,760	11,622	11,234
Ciclo 5	11,790	11,097	11,642
Ciclo 6	12,660	11,500	11,973
Ciclo 7	11,130	11,334	11,256
Ciclo 8	12,640	11,667	11,934
Ciclo 9	12,350	11,266	11,878

Estos valores se agrupan para, posteriormente, con el programa Excel para ser analizados estadísticamente mediante una prueba de ANOVA (Análisis de Varianza) con un nivel de confianza del 95%. (Ver tabla 6)

Tabla 6. Análisis de varianza de un factor de la actividad "corte de pan redondo" z

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Con cronómetro (s)	9	108,19	12,0211111	0,42011111
Con MVTA (s)	9	104,112	11,568	0,24972925
Con FME (s)	9	104,84	11,6488889	0,08815686

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	1,05120622	2	0,52560311	2,08023102	0,14684447	3,40282611
Dentro de los grupos	6,06397778	24	0,25266574			
Total	7,115184	26				

Como se puede visualizar en la tabla 6, el valor experimental de F es menor que el valor crítico para el estadístico F, lo que significa que se acepta la hipótesis nula planteada inicialmente para la actividad "corte de pan redondo". En la figura 7, se observa la respuesta en función de niveles del factor, donde cada factor está referido a las herramientas de medición del trabajo.

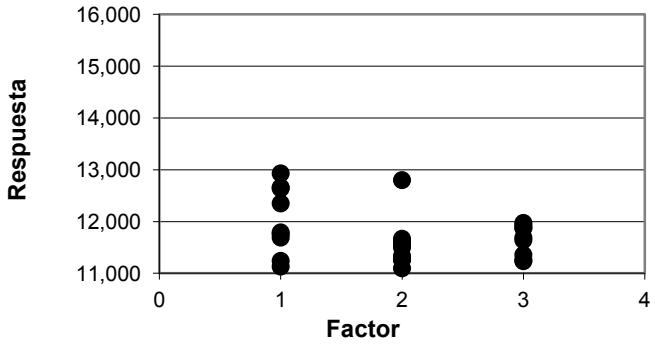

Figura 7. Respuesta en función de niveles del factor para actividad "corte de pan redondo"

ÁNALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de la variabilidad entre los métodos de estudio aplicados, debido a que el valor F experimental es menor al valor crítico de F en cada uno de los casos, entonces se acepta la hipótesis nula; por tanto, estadísticamente no existe diferencia significativa entre las diferentes herramientas de obtención de tiempos para ese nivel de confianza (95%), evaluadas en la presente investigación, ya que existen puntos comunes entre los métodos, y esto se puede visualizar en las gráficas correspondientes. Entonces, se puede confiar absolutamente en los resultados del estudio de tiempos, empleando cualquiera de las herramientas analizadas en este estudio, siempre y cuando éstas hayan sido utilizadas adecuadamente por el analista de tiempos.

Ahora bien, con respecto al registro y procesamiento de datos se observa que con el empleo de las aplicaciones electrónicas (MVTA y FME) se obtiene como ventaja, en relación al cronometrado, que se puede revisar el estudio realizado varias veces, así como verificar información adicional, ya que se mantiene el registro de los ciclos observados en el video grabado de la actividad. Además, con el software MVTA se reduce el tiempo empleado en las actividades previas y posteriores a la medición del trabajo, propiamente, con respecto al cronometrado y al FME. En cuanto al software FME, el cual es un editor de videos, aún cuando ofrece la ventaja de mantener el registro de la información, no es práctico el procesamiento de datos, ya que para obtener los tiempos promedios y otros valores de internet, igual deben procesarse con una hoja de cálculo o con el uso de una calculadora, posteriormente. Por un lado, el programa MVTA permite obtener directamente los valores de tiempo promedio, desviación estándar, entre otros, que son importantes para un estudio de tiempos; sin embargo, no permite exportar los valores a una hoja de cálculo, lo cual pudiese ser útil en caso de la necesidad de eliminar algún elemento fuera de control dentro de los ciclos evaluados. No obstante, una ventaja del software MVTA es la posibilidad de combinar el resultado del estudio de tiempos con evaluaciones de ergonomía.

CONCLUSIONES

Como resultado del presente trabajo, se concluye que cualquiera de las herramientas analizadas (cronometrado intermitente apoyado con hojas de cálculo, el programa Multimedia Video Task Analysis y el software Fancy Movie Editor) para el estudio de tiempos, puede ser utilizada para la medición del trabajo de actividades industriales, ya que, según el análisis estadístico unifactorial, con un 95% de confianza, no existe diferencia significativa alguna con respecto a los tiempos de operación obtenidos para cada actividad. Sin embargo, se observan algunas ventajas en la utilización de aplicaciones informáticas, especialmente, el MVTA, pues permite al analista revisar detalladamente el número de veces que lo

requiera, el trabajo observado, de tal manera que se puede combinar con estudios de evaluación ergonómica de puestos de trabajo.

REFERENCIAS

[1] Arias, F. (2.006). *El Proyecto de investigación*. Quinta edición. Caracas: Editorial Episteme.

[2] ASETEMYD. (2004) *Boletín 2 de la Asociación Española de Técnicos en Métodos y Tiempos.* España.

[3] Baíllo, A. (2015). *Guión para realizar ANOVA I con Excel.* Universidad autónoma de Madrid.

[4] Best, T. (2010). *Work Measurement in Skilled Labor Environments.*

[5] Burgos, F. (2012). *Ingeniería de Métodos, Calidad y Productividad*. 4ta reimpresión de la 2da edición. Universidad de Carabobo. Dirección de Medios y Publicación. Venezuela

[6] Colls, K. y Gonzalez J. (2015) *Diseño de Herramienta Informática Basada en el Sistema de Estudios de Tiempos y Movimientos Básicos*. I Jornadas de Investigación Científica-Tecnológica Emergentes en Ingeniería Industrial. Universidad de Carabobo. Venezuela.

De la Roca, L. (1994). *Manual de prácticas de ingeniería de métodos*. Textos y Formas Impresas, Guatemala, Guatemala.

[7] Enelkave, M. y Gilad, I. (2005). *Rapid video-based analysis system for advanced work measurement.* International Journal of Production Research. Israel.

[8] Ergonomics Analysis and Design Research Consortium. (2003) *User's manual for multimedia video task analysis (MVTA*). University of Wisconsin-Madison.

[9] Freivalds, A y Neibel , B (2009). *Ingenieria Industrial Metodos, estándares y diseño de trabajo*. Mexico: McGrawHill.

[10] García, R.(1998) *Estudio del Trabajo. Medición del Trabajo*. McGraw-Hill. México.

[11] Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5a ed.). México D.F., México: McGraw-Hill.

[12] Hodson, W. (1996). *Manual del Ingeniero Industrial* (4ta. Ed.). Ed. McGraw Hill. México D.F.

[13] Linares, T. (2006). *El Tiempo Normal. Problemario para Ingeniería de Métodos*. Caracas, Venezuela: Universidad Nacional Abierta.

[14] Mahecha L. (2010). *Análisis comparativo del rendimiento de la mano de obra en la construcción de un edificio.Pontificia* Universidad Javeriana. Bógota, Colombia.

[15] Niebel, B. (1990). *Ingeniería industrial, métodos tiempos y Movimientos*. 3a Edición. Editorial Alfaomega

[16] Niebel, B. y Freivalds, A. (2008). *User's manual for DesignTools.* México, D.F: McGraw-Hills Companies. Recuperado de: http://highered.mheducation.com/sites/0072468246/student_view0/esigntools_3_0_software.html

[17] Oficina Internacional del Trabajo. (2002) *Introducción al Estudio del Trabajo*. 3ra Edición. Editorial Limusa. México.

[18] Perez, E., Poler, R. y Sempere, F. (2.001). *Diseño e Implementación de Aplicaciones Informáticas para la Medición de Tiempos*. IV Congreso de Ingeniería de Organización Sevilla.

[19] Rico, L., Maldonado, A., Escobedo, M. y De la Riva, J. (2005). *Técnicas Utilizadas para el Estudio de Tiempos: un Análisis Comparativo.* CULCyT: cultura científica y tecnológica. Instituto de Ingeniería y Tecnología. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

[20] Rodriguez, J. (2008). *Determinacion del tiempo estándar para la actualizacion de ayudas audiovisuales en una línea de producción de una empresa manufacturera.*

[21] Sabino, C. (2002). *El proceso de investigación*. Tercera edición. Editorial Panapo, C.A. Caracas, Venezuela.

Salvendy, G. (1991) *Manual de Ingeniería Industrial*. Volumen I. Editorial Limusa. México.

[22] Schmeidler N., y Davanzo, J. (1998). *Technique to evaluate impact of new technology on operator time loading*. Vol 35, Issues 1 – 2, 23rd International Conference of Computers and Industrial Engineering,

[23] Spiegel, M., Schiller, J. y Srinivasan, R. (2007). *Análisis de la varianza. Probabilidad y Estadística [*Schaum's Outline of Theory and Problems of Probability and Statistics]. Schaum (2ª edición). México D.F.: McGraw-Hill.

Tejedor, F. (1999). *Análisis de varianza*. Schaum. Madrid: La Muralla S.A.

[24] UPEL. (2006). *Manual de trabajos de grado de maestrías y tesis doctorales*. En U. P. Libertador. Caracas: FEDUPEL.