

# Aplicación del muestreo del trabajo a empresa metal-mecánica

E. Segovia-Avila<sup>1</sup>, W. Avila<sup>1</sup>, N. J. Díaz-Obregón<sup>1</sup>, B.L. Cardona-Ferniza<sup>1</sup>, C.J. Pérez-Ascencio<sup>1</sup>

**Resumen**— En este artículo se presenta los resultados de una investigación realizada a una empresa Metal mecánica, con la finalidad de determinar el tiempo de utilización de la maquinaria empleada en el proceso de maquinado. Esto con el fin de determinar el tiempo productivo e improductivo, lo que contribuiría en la toma de decisiones y el diseño de estrategias que permitan disminuir los tiempos muertos. Para llevar a cabo lo anterior se utilizó una metodología de campo, donde se aplica la técnica del muestreo del trabajo mediante observaciones, registrando el estado de la actividad, para luego analizarla estadísticamente y proyectarla al tiempo completo de trabajo. Al realizar este análisis se encuentran resultados que evidencian áreas de oportunidad en la empresa, conociendo que la utilización de la maquinaria en actividades productivas representa el 50% del tiempo utilizado, por lo que se concluye con la recomendación de implementar estrategias de mejora para incrementar la productividad en el empresa.

**Palabras claves**—Muestreo del trabajo, muestreo del trabajo aplicado, tiempo improductivo, tiempo productivo, utilización de maquinaria.

**Abstract**—In this article we present the results of a research carried out to a company Metal mechanics, in order to determine the time of use of the machinery used in the machining process. This in order to respond to the need to know the productive time and unproductivity and to be able to determine strategies that allow to reduce the dead times. A field methodology is used where the technique of sampling of the work is applied through observations, recording the state of the activity, then analyzing it statistically and projecting it to the full time of work. When performing this analysis are results that show areas of opportunity in the company, knowing that the use of machinery in productive activities represents 50% of use, so it concludes with improvement strategies to increase productivity in the company.

**Keywords**— Sampling of the work, sampling of the applied work, unproductive time, productive time, use of machinery.

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico Superior de San Pedro de las Colonias.  
Calzada del Tecnológico #53 Col. El Tecnológico C. P. 27800, México.  
e-mail contacto: elda.segovia@tecsanpedro.edu.mx

## I. INTRODUCCIÓN

Desde el inicio de la revolución industrial hasta hoy en día para toda empresa ya sea pequeña o grande, lo más importante es la productividad, tomando en cuenta que está lleva implícita la calidad, lo cual incluye aprovechar al máximo los recursos empleados en la producción, tales como: la materia prima, la maquinaria y herramientas, y el recurso tiempo, este último reflejado a través de la optimización de recursos. Por lo anterior es conocido que las empresas buscarán las estrategias adecuadas para volverse más productivas, así como, implementar mecanismos que les permitan disminuir los costos de producción. Es por esto que las empresas necesitan realizar un análisis interno que refleje la situación actual de la empresa, que les permita conocer la efectividad de las actividades que están realizando y cómo estas impactan en la rentabilidad y metas trazadas. Para realizar este análisis se pueden emplear técnicas del estudio del trabajo, las cuales permiten analizar y mejorar la productividad de una empresa.

Una de las técnicas del estudio del trabajo es el muestreo del trabajo. “La cual se utiliza para investigar las proporciones del tiempo total que se dedican a las diferentes actividades que constituyen una tarea o una situación de trabajo. Los resultados del muestreo del trabajo son eficaces para determinar la utilización de máquinas y personal, las holguras aplicables al trabajo y los estándares de producción. Aunque se puede obtener la misma información con procedimientos de estudio de tiempos, el muestreo del trabajo con frecuencia proporciona estos datos más rápido y a un costo considerablemente menor.” (Nebel & Freivalds, 2009)[1].

También se puede definir como una técnica que permite obtener información, facilitando la tarea de recolección de los datos, mediante el registro de observaciones, permitiendo un análisis para cálculo de tiempo productivo e improductivo. Convirtiéndose esta información en un dato de gran importancia para las empresas, puesto que es la base para la toma de decisiones en pro del incremento de la productividad.

El primer uso de esta técnica se dice que fue aplicada en una industria textil británica, se dice que tiempo después esta técnica fue introducida a Estados Unidos de América, pero fue conocida o nombrada como el *estudio de la razón de la demora*. Hoy en día esta técnica es de un amplio uso, ya que gracias a ella se pueden obtener múltiples ventajas sobre el método convencional del estudio de tiempos, al disminuir el trabajo para el analista y con esto evitar que tanto el operador como el analista estén expuestos a largos tiempos de observaciones cronometradas. (García, 2005) [2]

El objetivo principal del presente documento es mostrar los resultados de la aplicación de la técnica del muestreo del trabajo, en una empresa metal-mecánica, partiendo de la interrogante ¿De qué manera se puede obtener el porcentaje de utilización de la maquinaria en actividades productivas en una empresa metal- mecánica?

II. METODOLOGÍA

Para realizar la aplicación de este método en las empresas, en especial las del sector metal-mecánico se usó la metodología que propone García criollo en su libro Estudio del trabajo (2005), en combinación con la propuesta de Niebel-Freivalds (2009). [1]-[2].

Para ello fue necesario seguir de manera ordenada el siguiente proceso:

A. Pasos preliminares

1. Primero se definen los objetivos del estudio, es decir contestar claramente la siguiente pregunta: ¿Qué datos se espera obtener con el presente estudio?.

2. Posteriormente se realiza el diseño del procedimiento de muestreo, lo que implica determinar lo siguiente:

- a. Estimar el número satisfactorio de observaciones, para lo cual se emplea la fórmula que se presenta a continuación.

Para el número satisfactorio de observaciones se calcula el tamaño de la muestra mediante (1)

$$n = \frac{z^2(p * q)}{e^2} \tag{1}$$

Donde:

n= tamaño de la muestra

z = valor estadístico para un determinado nivel de confianza

p = probabilidad de aceptación

q = probabilidad de rechazo

e = error permisible

- b. La frecuencia de las observaciones por máquina se obtiene mediante (2)

$$F(Máquina) = \frac{n}{No.de máquinas} \tag{2}$$

Una vez determinado lo anterior se continúa a realizar la selección de la longitud del trabajo:

- c. Conociendo la longitud del trabajo, la frecuencia por máquina por turno se obtiene mediante (3)

$$F(Turno) = \frac{F(Máquina)}{No.de turnos} \tag{3}$$

- 2. Determinación de los detalles del procedimiento de muestreo, tales como programación de las observaciones, método exacto de observaciones, diseño de la hoja de observaciones y rutas a seguir.
- 3. Recopilación de datos mediante la ejecución de un plan de muestreo previamente diseñado.
- 4. Procesamiento de cálculo.

B. Aplicación

- 1. Para esta investigación el objetivo de la aplicación del muestreo del trabajo es determinar el porcentaje de utilización de la maquinaria en actividades productivas de una empresa metal-mecánica.
- 2. El cálculo del tamaño de la muestra se realiza mediante (1) tomando en cuenta un error permisible por la empresa del 5% y un nivel de confianza del 95%.

- a) Calculo del tamaño de la muestra: Para la conocer los valores de p y q, se procede a tomar una muestra preliminar de 10 observaciones obteniendo que 7 se encontraba la maquinaria en proceso. Conociendo que p se obtiene de acuerdo a (4)

$$p = \frac{ocurrencia}{observaciones} = \frac{7}{10} = 0.7 \tag{4}$$

Por lo cual el tamaño de la muestra se calcula y se obtiene como se muestra en (5), conociendo que  $z = 1.96$  para un 95% de confianza.

$$n = \frac{3.84(.70 * .30)}{(05)^2} = 322.56 = 323 \text{ Obs.} \quad (5)$$

Por lo tanto se tiene un tamaño de la muestra de 323 observaciones.

- b) Al tener el número total de muestras y conociendo que en la empresa se utilizan 9 máquinas, se procede a calcular las frecuencia por máquina como se muestra en (6)

$$F(\text{Máquina}) = \frac{323 \text{ Obs}}{9 \text{ Máquinas}} = 36 \text{ Obs/maq.} \quad (6)$$

- 3. El tiempo permitido para realizar el estudio es de 10 días, y la empresa solo trabaja un turno al día, entonces;

- c) Obtener la frecuencia por turno como se muestra en (7)

$$F(\text{Turno}) = \frac{36 \text{ Obs/maq}}{10 \text{ turnos}} = 3.6 \text{ Obs.} \\ = 4 \text{ obs/maq/turno} \quad (7)$$

Una vez que se tiene el dato del número de observaciones por máquina por turno, es necesario contar con un formato de registro de las observaciones, para lo cual se procede al diseño de dicho formato.

- 4. El diseño de la hoja de trabajo se realiza tomando en cuenta las 9 máquinas, las 4 observaciones y los estados de la maquinaria al momento de realizar los registros, como se muestra en la figura 1.

HOJA DE REGISTRO							
EMPRESA: _____				FECHA: _____			
OBSERVACION No. _____				REALIZADO POR: _____			
Maquina/ Estado	En Proceso	En preparación	Espera - supervisor	Afilan herramienta	Quitar virutas	Espera de trabajo	Otros
Torno Horizontal 1							
Torno horizontal 2							
Torno Vertical							
Torno Radial							
Fresadora Universal 1							
Fresadora Universal 2							
Mandrilador a 1							
Mandrilador a 2							
Cepillo de Codi							

Figural: Formato para la hoja de registro de observaciones

Luego se procede a determinar el horario aleatorio en base al número de observaciones, para esto se realiza un formato que genere un horario aleatorio, se utiliza software Excel y la función *aleatorio.entre*, buscando que cubra el turno de trabajo de la empresa que va en un horario de 7:00 a.m. a 4:00 p.m. como se muestra en la tabla 2. Generando un horario aleatorio por día.

TABLA 2: HORARIO PARA REALIZAR LAS OBSERVACIONES POR TURNO

N° de Observaciones.	N° Aleatorio.	Hora aleatoria completa.	Minutos	Horas y min aleatorios	Hora de realizar la observación	Horario en orden.	Actividad del operador.
1	289	4	49	4:49	11:49 AM	8:26:00 AM	OCUPADO
2	241	4	1	4:01	11:01 AM	11:01:00 AM	DISPONIBLE
3	482	8	2	8:02	3:02 PM	11:36:00 AM	DISPONIBLE
4	86	1	26	1:26	8:26 AM	11:49:00 AM	DISPONIBLE
5	450	7	30	7:30	2:30 PM	2:30:00 PM	DISPONIBLE
6	482	8	2	8:02	3:02 PM	3:02:00 PM	OCUPADO
7	276	4	36	4:36	11:36 AM	3:02:00 PM	OCUPADO

El formato para la hoja de registro de se usó 4 veces al día en horario aleatorio, durante 10 días para registrar el estado de cada máquina cumpliendo así con las 4 observaciones por máquina por turno. Únicamente se realizó el recorrido y se registró el estado, colocando una

diagonal en el estado encontrado en el momento de realizar la observación.

- El paso cinco de la metodología consiste en recopilar la información la cual se muestra a manera de resumen en la tabla 2.

TABLA 2. CONCENTRADO DE RESULTADOS DE LAS OBSERVACIONES

Maquina/ Estado	En Proceso	En preparación	Espera - supervisor	Aflilar herramienta	Quitar virutas	Espera de trabajo varios	total
Tomo Horizontal 1	17	6	4	1	3	8	40
Tomo horizontal 2	16	7	6	2	2	7	40
Tomo Vertical	19	4	7	3	5	2	40
Tomo Radial	20	9	4	3	3	1	40
Fresadora Universal 1	22	4	3	7	2	1	40
Fresadora Universal 2	18	5	3	4	8	2	40
Mandriladora 1	25	7	4	1	1	2	40
Mandriladora 2	24	6	3	2	3	2	40
Cepillo de Codi	20	6	7	1	3	3	40
	181	54	41	24	30	27	360
Porcentaje	50.28%	15.00%	11.39%	6.67%	8.33%	7.50%	100.00%

- Para el paso seis, que consiste en el procesamiento de datos para cálculo de resultados, se muestra también en la tabla 2, se hace uso del Excel para obtener dichos resultados. Como se puede apreciar el total de las observaciones tomadas son 360 debido a la necesidad de tomar 4 para cada máquina en los 10 turnos. Por lo tanto este total de observaciones se toma como 100% para el cálculo de porcentaje.

### III. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados del análisis de los datos obtenidos arrojan que solo el 50.28% del tiempo trabajado, se utiliza la maquinaria de la empresa en actividades productivas, por lo tanto haciendo la proyección, se obtiene el tiempo productivo conociendo que se trabaja una jornada de 8 horas diarias, por turno, entonces, se invierte 4800 minutos en los 10 turnos analizados de los cuales solo el 50.28% son minutos productivos como se muestra en (8)

$$Tp = (\text{tiempo trab.})(\% \text{ de utilización de maq.})$$

Donde:

Tp: tiempo productivo

$$Tp = 4800 * 50.28\% = 2413.44 \text{ min prod.} \quad (8)$$

Por lo tanto al año se tiene un tiempo trabajado de un promedio de 48 semanas o 115,845.12 min y un tiempo productivo de 58,921.2 min trabajando un turno diario. Se conoce que la empresa trabaja 2 turnos por día por lo tanto trabaja 96 turnos por año, equivalentes a 230,400 min trabajados por año, de los cuales se obtiene solo 115,845 min productivos.

### IV. DISCUSIÓN, CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

En conclusión la empresa tiene un alto índice de tiempo improductivo que representa el 49.72% por lo que necesita tomar acciones y estrategias para reducir el tiempo ineficiente y convertirlo en tiempo productivo. El estudio del muestreo del trabajo arrojó también que la actividad improductiva que más frecuencias presento fue el estado de preparación de la máquina con un 15.00%, seguida de un 11.39% en espera de supervisor por lo que se recomienda un siguiente análisis para hacer más eficientes los métodos de preparación y determinar las causas por las cuales se da la tardanza del supervisor, de tal manera que se logre un incremento en la productividad de la empresa.

Se Propone un estudio minucioso para revisar los métodos de preparación de la maquinaria y hacer más efectiva la carga y descarga mediante un diagrama hombre máquina que nos ilustre con exactitud los diferentes tiempos de proceso, carga y descarga de la maquinaria, para enfocarse a disminuir los tiempos de descarga y carga e incrementar los tiempos de proceso. Así también hacer uso de las herramientas de calidad como diagrama de Pareto, para ilustrar las causas principales que el supervisor presenta en la demora de su actividad, y posteriormente analizarlas mediante un diagrama de Ishikawa para determinar la causa raíz y erradicar el tiempo de ocio en el proceso. Se consideran que una segunda fase de estudio y análisis se puede incrementar el tiempo productivo hasta en un 20%.

Antes de aplicar esta técnica en la empresa, los dirigentes, no tenían conocimiento de que la maquinaria instalada estaba una gran parte del tiempo de la jornada sin trabajar, afectando esto en la producción y económicamente ya que se invirtió una cantidad de dinero considerable en la compra de la maquinaria, de tal manera que queda en evidencia que se tiene cerca de un 50% de desperdicio en la vida útil de la maquinaria. Por lo tanto, si la empresa no pone en práctica acciones y

estrategias, la recuperación de lo invertido se tornará lenta. Por otra parte la dirección se da cuenta que necesita eficientar el uso de la maquinaria, para cumplir con la producción y metas propuestas, antes de pensar en adquirir más maquinas o aperturar un nuevo turno.

Por lo cual se concluye que el muestreo del trabajo es un efectivo método que ayuda a las empresas a tomar decisiones asertivas a partir de datos reales y congruentes con un método sencillo y efectivo.

Aunque el análisis se puede obtener mediante otras técnicas, dentro de las cuales, se puede mencionar procedimientos de estudio de tiempos, en este estudio se deja claro que la ventaja principal del muestreo de trabajo es que la información requerida con frecuencia la proporciona más rápido y a mucho menor costo.

#### V. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Instituto Tecnológico Superior de San Pedro de las colonias, por los medios proporcionados como apoyo para llevar a cabo esta investigación.

#### VI. REFERENCIAS

- [1] Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño de trabajo. Mexico, D.F.: Mc Graw-Hill.
- [2] García Criollo, R. (2005). Estudio del trabajo Ingeniería de métodos y medición del trabajo (Segunda Edición ed.). Mc Graw-Hill.
- [3] Bello, León Darío. Estadística como apoyo a la Investigación. Editorial L.Vieco e Hijos Ltda, abril de 2005.
- [4] Miranda F.J. et al. Manual de dirección de operaciones. Ed. Thompson, Madrid, 2005.
- [5] Rodrigo Illera C. Aspectos estratégicos de la Dirección de la Producción. Curso práctico. Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, Madrid, 2002.
- [6] Heizer J. y Render B. Operations Management. Ed. Prentice Hall, New Jersey, 2001.
- [7] Cuatrecasas L. Organización de la producción y dirección de operaciones. Editorial Díaz de Santos, Madrid, 2011.
- [8] Schroeder R.G., Goldstein S.M. y Rungtusanatham M.J. Administración de operaciones. Conceptos y casos contemporáneos. Ed. McGraw-Hill, México, 2011.
- [9] Chase R.B., Jacobs F.R. y Aquilano N.J. Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros. Ed. Mc Graw-Hill, México, 2009.

#### VII. BIOGRAFÍA



**Segovia Avila Elda.** San pedro, Coahuila, 16 de Noviembre de 1976. Ingeniero Industrial por la Universidad Iberoamericana Plantel Laguna, Torreón Coahuila 1998, Maestría en Educación por la Universidad Interamericana para el desarrollo, Gómez palacio, Durango 2010.

Ella actualmente labora en el Instituto Tecnológico Superior de San Pedro de las Colonias en San Pedro, Coahuila.

M.E Segovia es miembro de la Red de Investigación Multidisciplinaria En Sistemas Educativos.



**Avila Wiliam.** San pedro, Coahuila, 15 de Marzo de 1996.

El actualmente está estudiando en el Instituto Tecnológico Superior de las Colonias en Sam Pedro, Coahuila.



**Díaz Obregón Néstor Javier.** San pedro, Coahuila, 22 de noviembre de 1996.

El actualmente está estudiando en el Instituto Tecnológico Superior de las Colonias en Sam Pedro, Coahuila.



**Cardona Ferniza Brenda Leticia.** Torreón Coahuila, 10 de mayo de 1980. Licenciado en Economía por la Universidad Autónoma de Coahuila Unidad Torreón, Facultad de Economía, Torreón, Coahuila 2004, Maestría en Economía Aplicada por el Colegio de la Frontera Norte, Tijuana B. C. 2006. Ella actualmente labora en el Instituto Tecnológico Superior de San Pedro de las Colonias en San Pedro Coahuila. Las líneas de investigación de interés del auto son: Crecimiento económico, mercado laboral, economía regional. ME. Cardona es miembro de la Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico (ADIAT).



**Pérez Ascencio Claudia Jazmín.-** Torreón, Coahuila 6 de mayo de 1981, ingeniero industrial por la universidad instituto tecnológico de la laguna, torreón, Coahuila 2005. Maestría en Educación por la universidad

Interamericana para el desarrollo, Gómez palacio Durango 2010. Actualmente labora como docente del instituto Tecnológico Superior de San pedro.