



uais

## OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS DE PROCESO EN DESESTIBADORA Y EN LLENADORA

### PROCESS TIME OPTIMIZATION IN DEPOSITOR AND FILLER

Jesús Iván Ruíz-Ibarra<sup>1</sup>; Alberto Ramírez-Leyva<sup>2</sup>; Karina Luna-Soto<sup>3</sup>; José Alberto Estrada-Beltrán<sup>4</sup> y Oscar Javier Soto-Rivera<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> PTC, TecNM/Instituto Tecnológico de Los Mochis Departamento de Ingeniería Industrial, México; <sup>5</sup>Estudiante de Maestría en Ingeniería Industrial de TecNM/ Instituto Tecnológico de Los Mochis. Responsable: Jesús Iván Ruíz Ibarra, Boulevard Juan de Dios Bátiz y 20 de noviembre, Colonia El Parque S/N, Los Mochis, Sinaloa, C.P. 81200. Tel. 6681 094170, correo electrónico: [jesus\\_ruizi@hotmail.com](mailto:jesus_ruizi@hotmail.com).

#### RESUMEN

Como en cualquier industria, en la manufactura refresquera la demanda, servicio al cliente y producción tiene una gran importancia lo que obliga a esta producción a tener sus equipos y maquinaria de producción en óptimas condiciones para que el producto esté en manos del consumidor sin retrasos, por lo tanto, es importante tener los tiempos establecidos de cada proceso, desde que es elaborado el jarabe, envasado, distribuido, hasta que es comprado por el consumidor.

Después de un análisis de cronómetro se conocen las fallas más comunes en cada proceso analizado. En máquina llenadora las fallas más frecuentes son: acumulación de botellas en los procesos posteriores y anteriores a llenadora, que por lo general la causa del acumulamiento de botellas es por fallas en los demás equipos de la línea de producción. En el proceso de desestibado las fallas más comunes son: cajas atoradas en tope volteador y en arreador (empuje de cajas); cajas caídas en rodillos y transportador de tarimas. De acuerdo a lo observado en cada máquina, se plantean las acciones a seguir para dar solución a los problemas que surgen.

Se presenta la descripción de la metodología que se sigue para obtener resultados, analizarlos y tomar decisiones. Primeramente se hace un análisis de operaciones para conocer cada máquina, apoyado de los manuales de máquinas y los propios operadores, se realiza un estudio de tiempos con cronómetro para determinar el tiempo estándar del proceso, donde también se presentan las fallas más comunes, posteriormente se realizan observaciones en las máquinas según el tamaño de muestra determinado, obteniendo así la información necesaria para tomar medidas y hacer el estudio de optimización de los procesos de producción. Se realiza también un análisis de los tiempos predeterminados del proceso mediante los métodos de MTM y análisis de tiempos MOST.

Los resultados de operadores con MTM son:

Llenadora con fallas = 0.846 minutos, Llenadora sin fallas = 0.61 minutos, Desestibadora con fallas = 0.74 minutos y Desestibadora sin fallas = 0.45 minutos.

Los resultados de operadores con MOST son:

Llenadora con fallas = 2.58 minutos, Llenadora sin fallas = 2.35 minutos, Desestibadora con fallas = 2.15 minutos, Desestibadora sin fallas = 1.68 minutos.

Se concluye que el análisis de tiempo es una herramienta adecuada para determinar el tiempo de los procesos y hacer las recomendaciones de mejora, para minimizar o evitar el tiempo perdido y optimizar las condiciones de operación en el proceso.

**Palabras clave:** MTM, MOST, Tiempos y movimientos, embotelladora, productividad.

#### SUMMARY

As in any industry, in soft drink manufacturing demand, customer service and production is of great importance that forces this production to have their equipment and production machines in optimal conditions for the product to be in the hands of the consumer without delays, therefore it is important to have the established times of each process, since the syrup is elaborated, packaged, distributed, until it is purchased by the consumer.

After a chronometer analysis, the most common faults were detected in each analyzed process. In the filler machine the most frequent faults are: accumulation of bottles in the subsequent and previous processes to filling process, which in general the cause of the collection of bottles is due to failures in the other equipment of the production line. In the process of unloading the most common faults are: boxes jammed in bump and pusher (pushing boxes); boxes fallen in rollers and platforms transporter. According to observations in each machine, the actions to be followed are presented to solve the problems that arise.

Also described the methodology to obtain results, to data analyze and decisions. Firstly an analysis of operations is done to know each machine, supported by the manuals of

the machines and the operators themselves a study of times is done by chronometer to determine the standard time of the process where also they present the most common faults, then observations are made on the machines according to the determined sample size, thus obtaining the information necessary to take measurements and to make the study of optimization of the production processes. An analysis of the predetermined process times is also performed by the MTM methods and the MOST time analysis.

The results of operators with MTM:

Fault Filler = 0.846 minutes, Faultless Filler = 0.61 minutes, Fault Breaker = 0.74 minutes and Fault Flasher = 0.45 minutes.

The results of MOST operators are:

Fault Filler = 2.58 minutes, Filler Fails = 2.35 minutes, Failure Breaker = 2.15 minutes, Failure Breaker = 1.68 minutes.

It concludes that the time analysis is an adequate tool to determine the time of the processes and to make recommendations of the improvement, to minimize the lost time and to optimize the conditions of the operation in the process.

**Key words:** MTM, MOST, Times and movements, bottling, productivity.

## INTRODUCCIÓN

Este proyecto se elaboró en una empresa refresquera en la ciudad de Los Mochis, Sinaloa, industria en la cual se embotella una gran variedad de refrescos en envases de plástico pet y de vidrio, también embotellan agua natural de garrafón y de galón. Este trabajo trata de optimizar los tiempos de proceso de las máquinas para desestibadora y llenadora que son parte de una línea de producción. En la llenadora las fallas más frecuentes fueron: acumulación de botellas en los procesos posteriores y anteriores a ella, que por lo general la causa de este problema es por fallas en los demás equipos de la línea de producción. En desestiba de cajas las fallas más comunes fueron: cajas atoradas en tope volteador y en arreador; cajas caídas en rodillos y transportador de tarimas. De acuerdo a estas fallas y las observaciones realizadas en cada máquina, se plantean los objetivos a seguir para dar solución a los problemas que surgen en el análisis de operaciones y que repercuten con tiempos de retraso. Se realizaron observaciones en las máquinas determinando un tamaño de muestra para hacer más confiable el estudio de tiempos con cronómetro, obteniendo así la información necesaria para tomar medidas y hacer el estudio de optimización de los procesos de producción.

Se realizó también un análisis de los tiempos predeterminados del proceso mediante las técnicas de MTM y análisis de tiempos MOST. El objetivo de esta investigación es desarrollar un análisis de operaciones para determinar el origen de las fallas con mayor impacto que generan un tiempo improductivo en los procesos de desestibadora y llenadora para lograr la optimización de tiempos en la línea de producción y sus instalaciones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materiales

Se utiliza cronómetro para el estudio de tiempos reales en las máquinas, computadora donde se utiliza Microsoft office Word y Excel para la captura de información, calculadora de bolsillo para determinar resultados totales de inspección, pluma para anotar, hojas blancas para imprimir los reportes y formatos de inspección en MTM (*Cuadro 1*) y MOST (*Cuadro2*), folder para archivar los reportes de inspección.

**Cuadro 1. Formato para desarrollar el método de tiempos y movimientos MTM**

Mano izquierda	F	Símbolo	TMU	Símbolo	F	Mano derecha

**Cuadro 2. Formato para desarrollar método de tiempos predeterminados MOST**

		Calculo MOST		Tabla	
		PRODUCTO/AREA:		Fecha:	
		OPERACIÓN:		Analista:	
		Proceso: Condiciones: Operario:			
Nº	Descripción del Método	S	Modelos de Secuencia	F	TMU

### Método de análisis de la operación

Los diez enfoques primarios del análisis de la operación según (López, 2014):

1. Finalidad de la operación
2. Diseño de la pieza
3. Tolerancias y especificaciones
4. Materiales
5. Manejo de materiales
6. Preparación de herramientas
7. Proceso de manufactura
8. Distribución del equipo en la planta
9. Condiciones de trabajo
10. Principios de la economía de movimientos

Mediante este proceso se hace un análisis muy detallado que extiende a la investigación y la hace más completa poniendo atención a cada uno de los puntos o enfoques anteriormente mencionados.

### Estudio de tiempos con cronómetro

Niebel (2009), afirma que el equipo mínimo requerido para llevar a cabo un estudio de tiempos comprende básicamente un cronómetro, un tablero o paleta y una calculadora. Sin embargo, la utilización de herramientas más sofisticadas como las máquinas registradoras de tiempo, las cámaras de video y cinematográficas en combinación con equipo y programas computacionales, se emplean con éxito manteniendo algunas ventajas con respecto al cronómetro.

En el estudio de tiempos con cronómetro, primero se determina el tamaño de muestra resultando 456 observaciones de las cuales se planean hacer 5, ellas en cada inspección, por lo tanto se hacen 4 inspecciones por día en cada máquina resultando un tiempo de 23 días de recopilación de datos.

### **Estudio de tiempos MTM**

MTM es un procedimiento que permite el análisis de todo método manual descomponiéndolo en los movimientos básicos requeridos y asignando a cada movimiento un tiempo standard predeterminado basado en la naturaleza del movimiento y en las condiciones en las que es realizado. Cuando es aplicable y cuando se usa apropiadamente, el MTM proporciona resultados consistentes que están dentro de los límites de lo que es una precisión más que aceptable. Sus aplicaciones varían desde la producción en serie de artículos hasta las operaciones de taller ejecutadas solo para unos cuantos artículos. Por lo tanto se aplica en esta investigación para minimizar los tiempos de proceso en cada máquina dando detalle de los movimientos que los operadores ejecutan.

De acuerdo al análisis de operaciones hay un punto muy importante que se refiere al principio de la economía de movimientos por lo tanto se hizo un análisis de cronometro para conocer los estándares de tiempos reales con los que trabaja la compañía, al tener los resultados reales es necesario hacer una comparación de análisis de acuerdo al tiempo estándar de los movimientos utilizando el método MTM que son estándares de tiempo ya establecidos de los movimientos de acuerdo a su naturaleza.

### **Estudio de tiempos MOST**

Con esta técnica se utilizan tres tipos de secuencias de actividad que son fundamentales para medir el trabajo manual, más un cuarto tipo para medir los movimientos de objetos con grúas manuales:

- La secuencia de mover general (para movimiento espacial de un objeto que está libremente por el aire).
- La secuencia de mover controlado (para el movimiento de un objeto cuando queda en contacto con una superficie o se junta a otro objeto durante el movimiento).
- La secuencia de utilización de herramientas (para el uso de herramientas manuales comunes).

#### **La secuencia de MOST básico**

Por mover general se entiende el mover objetos con las manos de un lugar a otro a través del aire. Se compone de cuatro sub actividades que cubren diferentes situaciones:

- A Distancia de acción (principalmente horizontal).
- B Movimiento del cuerpo (principalmente vertical).
- G Obtener control.
- P Poner.

## **METODOLOGÍA**

Se llevó a cabo una serie de actividades para analizar los resultados de las herramientas utilizadas y propuestas de mejora en los procesos.

1. Se realizaron inspecciones en máquinas donde se tomaron anotaciones de tiempos de operación (*Cuadro 3 – Cuadro 6* y *Figura 1 – Figura 4*).
2. Se capturó la información recopilada de tiempos del proceso en cada inspección diariamente.
3. Se hizo un estudio de la información recopilada para analizar las fallas de mayor impacto que provocaron paro de operación o tiempo improductivo.
4. Se hizo un análisis de operaciones, de tiempos y movimientos utilizando las técnicas MTM y MOST.
5. Se procesó información de las herramientas utilizadas para la optimización y se analizaron los resultados.

A continuación del *Cuadro 3* al *Cuadro 6* se muestran los datos recopilados en el estudio de cronómetro: tiempo de fallas, frecuencias, tiempo de mantenimiento correctivo y tiempo ocioso de operador.

**Cuadro 3. Máquina desestibadora de cajas**

Falla	Frecuencia	Tiempo de paro (minutos)
Acumulamiento de botellas en línea	140	169.7
Cajas atoradas en tope volteador	50	24.6
Cajas caídas en tarima, antes de desestibar	6	9.6
Cajas atoradas en Arreador (empujador)	7	7.07
Basura en máquina	2	1.17

**Cuadro 4. Máquina llenadora**

Falla	Frecuencia	Tiempo de paro (Minutos)
Acumulamiento de botella en empacadora	19	70.25
Falta de botellas (huecos)	6	19
Operativa ( paro de línea)	12	16.2
Ajustes en máquina	10	15.05

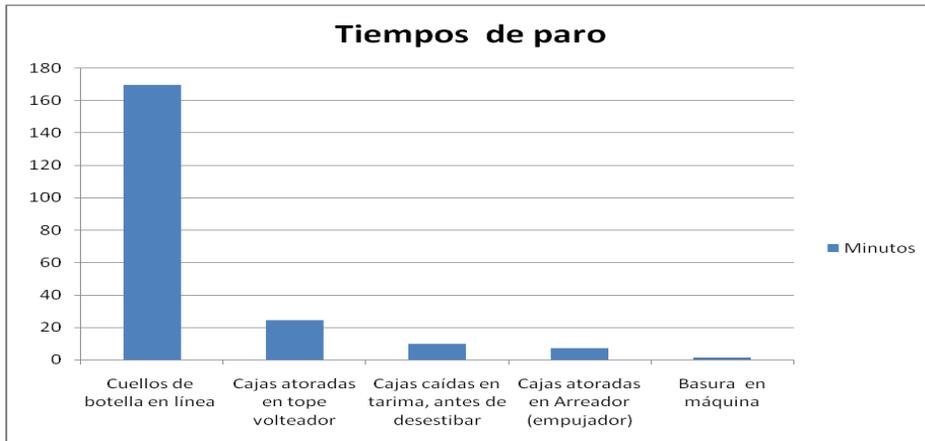
**Cuadro 5. Tiempo inactivo del operador**

Máquinas	Tiempo ocioso	Tiempo de análisis (Minutos)
Desestibador de caja	48.05 Min	2760
Llenadora	12.5 Min.	2760

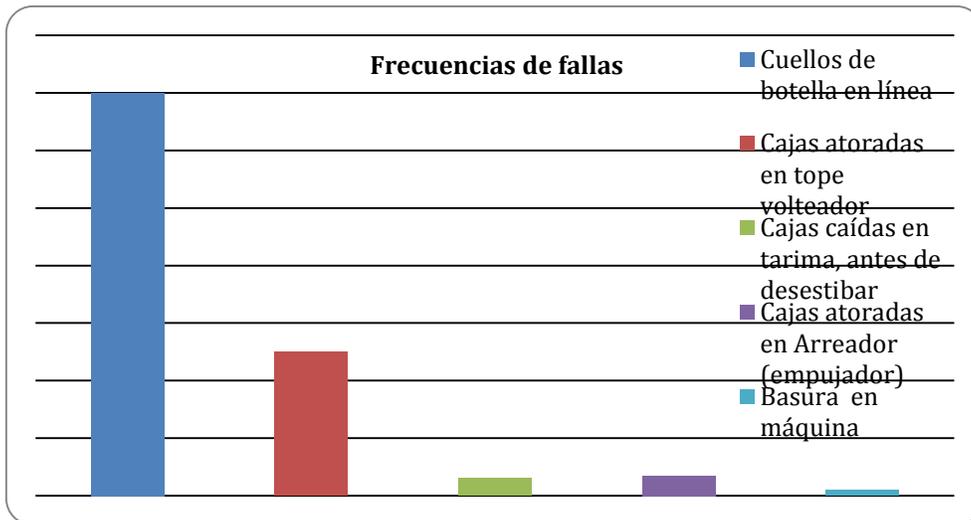
**Cuadro 6. Mantenimiento correctivo**

Máquina	Frecuencia	Tiempo de mantenimiento (Minutos)
En desestibador	22	45.66
En llenadora	10	12.8

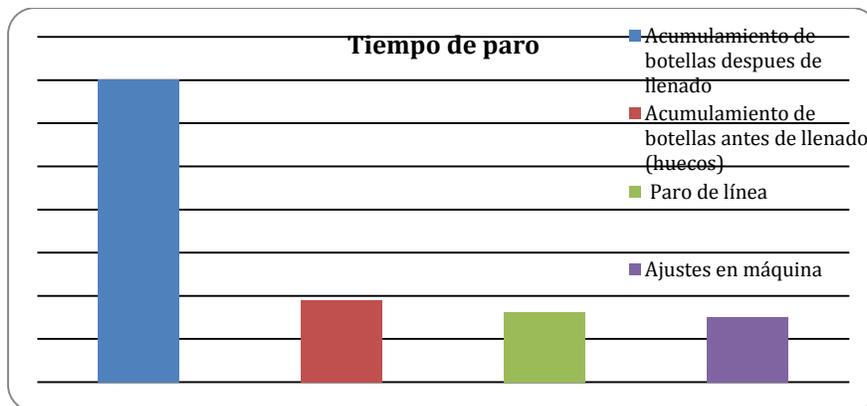
De la *Figura 1* a la *Figura 4* se interpreta la información recopilada en tiempos con el cronómetro.



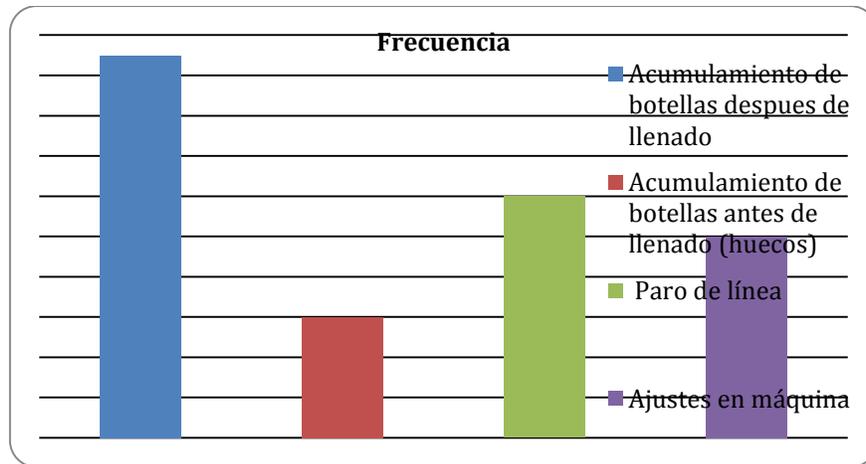
**Figura 1.** Tiempos de paro por falla en proceso de desestibado (minutos acumulados por falla).



**Figura 2.** Gráfica de frecuencias de fallas en proceso de desestibado P.A.I.



**Figura 3.** Gráfica de tiempos de paro por falla en proceso de llenado (minutos acumulados por falla).



**Figura 4.** Frecuencias de fallas en proceso de llenado.

Se llevó a cabo un estudio de tiempos predeterminados que describe cada movimiento que el operador realiza en la máquina, donde se toma en cuenta el tiempo de acuerdo a la naturaleza de sus movimientos MTM (Methods Time Measurement - Método de Medición de Tiempos), y para reforzar esta investigación también se emplea el análisis de tiempos por la técnica MOST, métodos de los cuales se hace un análisis de resultados para la obtención de tiempos óptimos del desempeño de cada operador.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de operador con cronómetro fueron:

Llenadora con falla = 1.0 minutos, llenadora sin falla = 0.22 minutos, desestiba con falla = 1.15 minutos, desestiba sin falla = 0.45 minutos.

Los resultados del operador con técnica MTM fueron:

Llenadora con fallas = 0.846 minutos, Llenadora sin fallas = 0.61 minutos, desestiba con fallas = 0.74 minutos y desestiba sin fallas = 0.45 minutos.

Los resultados del operador con técnica MOST fueron:

Llenadora con fallas = 2.58 minutos, llenadora sin fallas = 2.35 minutos, desestiba con fallas = 2.15 minutos, desestiba sin fallas = 1.68 minutos.

Con los resultados obtenidos se analizan los tiempos acordes a cada método empleado, lo que nos indica tomar medidas para trabajar con el tiempo óptimo y buscar la manera adecuada de lograrlo, para ello se estudia una serie de recomendaciones o mejoras en el proceso para lograr obtener el tiempo óptimo.

Se observa que el tiempo real del proceso no varía mucho con los resultados del estudio de tiempos MTM, por lo tanto, la compañía mantiene un constante estudio de análisis en los tiempos de proceso.

El análisis de operaciones es de gran importancia en esta investigación pues de él se desglosan los demás métodos utilizados de análisis de tiempos

Se concluye que el análisis de tiempo es una herramienta adecuada para determinar el tiempo de los procesos y hacer las recomendaciones de mejora, para minimizar o evitar el tiempo perdido y optimizar las condiciones de operación en el proceso.

#### LITERATURA CITADA

- López, J.; Alarcón, E.; y M. Rocha (2014) *Estudio del trabajo, una nueva visión*. México. Patria.
- Niebel, B. y A. Freivalds (2009) *Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño de trabajo*. Duodécima edición. Mc. Graw Hill
- Dounce, E. *La Productividad en el Mantenimiento Industrial*. Segunda edición, novena reimpresión. México. Patria
- Robert, C. (1995) *Manual de Mantenimiento Industrial*. Rosaler, R. Mc. Graw Hill
- Compañía Embotelladora del Fuerte. *Manual de operación de llenadora*. Compañía Embotelladora del Fuerte.
- Compañía Embotelladora del Fuerte. *Manual de operación de Desestibadora*. Compañía Embotelladora del Fuerte.