

**IMPLEMENTACIÓN DE SUJETADOR PARA MEJORAR DESEMPEÑO Y EFICIENCIA EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN****IMPLEMENTACIÓN DE SUJETADOR PARA MEJORAR DESEMPEÑO Y EFICIENCIA EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN****IMPLEMENTATION OF HOLDER TO IMPROVE PERFORMANCE AND EFFICIENCY IN THE PRODUCTION LINE**

Víctor Ramírez Montemayor<sup>1</sup>  
Adrián Mendoza Ayala<sup>2</sup>  
Gustavo Adolfo Sánchez Ruiz<sup>3</sup>  
Flor Elizabeth Rodríguez Valladares<sup>4</sup>

**RESUMEN**

Se llevó a cabo el análisis de las problemáticas que causan un bajo desempeño de producción en la manufactura de partes automotrices de una empresa del norte de México. Mediante diagramas de Pareto e Ishikawa se identificaron las causas del bajo rendimiento y se atendieron los problemas desde su raíz. Se identificó que la principal causa de una baja productividad de piezas son los tiempos muertos en máquina. Fue diseñado e implementado un sujetador (holder) en la línea de producción que permite aumentar el tiempo disponible en máquina, reduciendo los tiempos de traslado para obtener herramienta en la línea de producción. Se obtuvo un aumento de 51.6% a 61.5% del tiempo disponible de la máquina, la producción incremento de 2.6 piezas a 3.1 de piezas por turno, aumentó la eficiencia total del equipo de 46.2% a 56%. Finalmente, el costo de equipo disminuyó de \$588.78MXN a \$470.93MXN por hora, con un delta de \$117.85MXN por hora.

**Palabras clave:** sujetador, tiempo muerto, eficiencia, productividad

**Fecha de recepción:** 24 de junio, 2020.

**Fecha de aceptación:** 17 de agosto, 2020.

<sup>1</sup> Profesor Tiempo Completo. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León. [victor.ramirezmnt@uanl.edu.mx](mailto:victor.ramirezmnt@uanl.edu.mx)

<sup>2</sup> Jefe de Academia de Sistemas Termodinámicos. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León. [adrian.mendozaaayl@uanl.edu.mx](mailto:adrian.mendozaaayl@uanl.edu.mx)

<sup>3</sup> Jefe de Academia Física III. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León. [gustavo.sanchezrz@uanl.edu.mx](mailto:gustavo.sanchezrz@uanl.edu.mx)

<sup>4</sup> Profesor Tiempo Completo. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León. [flor.rodriguezvd@uanl.edu.mx](mailto:flor.rodriguezvd@uanl.edu.mx)

## IMPLEMENTACIÓN DE SUJETADOR PARA MEJORAR DESEMPEÑO Y EFICIENCIA EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN

### ABSTRACT.

An analysis of the problems that cause low production performance in the manufacturing of automotive parts of a company in northern Mexico was carried out. Using Pareto and Ishikawa diagrams, the causes of low performance were identified and attacked from roots. The main cause of low part productivity was identified as machine downtime. A holder was designed and implemented in the production line that allows to increase the time available in the machine, reducing the transfer times to obtain tools in the production line. An increase of 51.6% to 61.5% of the available time of the machine was obtained, the production increased from 2.6 to 3.1 pieces per workday, the total efficiency of the equipment was increased from 46.2% to 56%. Finally, the equipment cost per hour was decreased from \$ 588.78MXN to \$ 470.93MXN, with a delta of \$ 117.85MXN per hour.

**Keywords:** holder, downtime, efficiency, productivity.

### INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, uno de los objetivos de la mayoría de las empresas manufactureras ha sido mejorar continuamente sus procesos productivos para ser más eficientes. La mejora continua tiene sus raíces desde la revolución industrial y ha evolucionado este concepto hasta llegar a los principios del siglo XX. Taylor tenía idea que la administración era la responsable de encontrar la mejor manera de desempeñar el trabajo y capacitar a los empleados en los métodos de trabajo, haciendo énfasis sólo en la productividad, lo que ayudó a revolucionar la manufactura que convirtió a los Estados Unidos en líder industrial [1].

La mejora continua actualmente se puede definir como: todas aquellas actividades recurrentes, para elevar la capacidad de satisfacer los requerimientos, como lo mencionan Cianfrani y West [2].

Esto se refiere a que todas las actividades que se hacen comúnmente dentro del proceso productivo pueden aumentar la productividad y/o eficiencia, entregando las herramientas adecuadas para que el proceso mejore.

Una mejora de la calidad de los procesos exitosa depende de la capacidad de identificar y resolver problemas. De acuerdo con las teorías de Kepner y Tregoe, un “problema es una desviación entre lo que debería estar ocurriendo y lo que realmente ocurre, y que sea lo suficientemente importante para hacer que alguien piense que esa desviación debe corregirse” [3]. La solución de problemas debe fundamentarse en el trabajo en equipo y además debe ser un esfuerzo muy creativo. Cualquier proceso de solución de problemas debe tener los siguientes cuatro componentes principales: i) redefinir y analizar el problema, ii) generar ideas, iii) evaluar y seleccionar ideas y iv) implementar las ideas [4, 5].

Para lograr que la solución de los problemas cuente con los cuatro componentes, existen diferentes metodologías que se han venido planteando a lo largo de los años por diferentes autores como Walter Shewhart y Juran [6, 7] y que hoy en día grandes compañías del mundo aplican a sus procesos al momento de mejorarlos.

Para el desarrollo de cada una de las etapas de las diferentes metodologías planteadas existen herramientas que facilitan la gestión y permiten obtener información acorde con el mejoramiento de los procesos o solución de problemas. Herramientas como la cadena cliente-proveedor, diagramas de flujo de proceso, el estudio de tiempos, la casa de la calidad y diagramas causa efecto son utilizadas con el fin de obtener información para la realización del diagnóstico de la situación actual del proceso o problema.

## IMPLEMENTACIÓN DE SUJETADOR PARA MEJORAR DESEMPEÑO Y EFICIENCIA EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación se llevó a cabo un análisis de las problemáticas de baja eficiencia que ocurren en una línea producción de una empresa manufacturera de piezas para el sector automotriz. El estudio realizado fue desarrollado tomando como punto de partida los tiempos muertos en máquina dentro de la línea de producción. Para encontrar la problemática y encontrar soluciones potenciales se utilizaron herramientas de análisis como diagramas de Pareto e Ishikawa [8, 9]. Los diagramas de Pareto es un método de análisis que permite discriminar entre las causas más y menos importantes de un problema. Los diagramas de Ishikawa tienen en cuenta todos los aspectos que pueden haber llevado a la ocurrencia de un problema, de esa forma, al utilizarlo, las posibilidades de que algún detalle sea olvidado disminuyen considerablemente. Se encontraron las causales de una baja productividad, se diseñó un dispositivo sujetador (holder) en la línea de producción. Finalmente, se llevó a cabo un análisis de eficiencia de la línea producción, tomando diferentes parámetros que involucran el funcionamiento de la línea.

### JUSTIFICACIÓN

El rendimiento y productividad son factores necesarios para garantizar el éxito de una empresa. Sin embargo, el mantenimiento de ese nivel es el resultado de un proceso de acumulación de buenas decisiones y de trabajo riguroso, un esfuerzo que involucra a todos y requiere de compromiso.

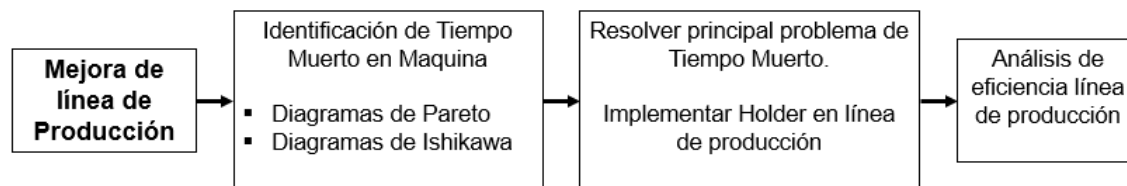
La intuición, la improvisación y la suerte quedan fuera de este ámbito. En cambio, son requeridos profesionales competentes que aporten valor al negocio, una cultura de empresa sostenible y fuente de pensamiento unificado y la implementación de buenos hábitos laborales inspirados en la disciplina. Son las claves de la eficiencia y el punto de partida de la generación de las condiciones óptimas para garantizar la satisfacción en empleados, clientes, proveedores, distribuidores y toda la red de contactos del negocio.

Para este proyecto se analizó las problemáticas que causan bajo desempeño de producción en una línea de producción de una empresa dedicada a la manufactura de partes automotrices. El objetivo es atender las causales de bajo desempeño en la productividad para mejorar la eficiencia en la productividad realizada en una jornada laboral dentro de una empresa. El estudio se llevó a cabo basado en los tiempos muertos de máquina con el propósito de reducirlo y mejorar la productividad. El punto de partida fue entrevistar a los empleados, parte medular en el proceso de producción y mediante el uso de diferentes herramientas de análisis como diagramas de Pareto y diagramas de Ishikawa establecer causas que deben ser mejoradas y establecer una prioridad para ser resueltas. Esto no quiere decir que no todos los problemas son importantes, sino que algunos necesitan ser solucionados con mayor urgencia. Los anteriores, permitirá mejorar el desempeño en la línea de producción y como consecuencia una mayor eficiencia tanto de los empleados, tiempo de operación en máquina y funcionamiento óptimo de la máquina.

### METODOLOGÍA

El análisis de mejora en la línea de producción fue basado en los tiempos muertos de máquina dentro de la línea (figura 1). Para identificar la razón o causas que consumen tiempo muerto en la línea de producción se entrevistó a 40 empleados que cuentan con una experiencia de 15 años laborando en la empresa, conocen el funcionamiento de la línea de producción y las problemáticas de baja eficiencia o poca productividad que puede presentar la misma. El análisis de los resultados obtenidos fue interpretado en diagramas de Pareto y Ishikawa. Posteriormente, se implementó un dispositivo sujetador (holder) en la línea de producción debido a que resuelve la principal razón de tiempo muerto. Finalmente, se realizó un análisis de eficiencia en la productividad y desempeño de la línea con el dispositivo implementado.

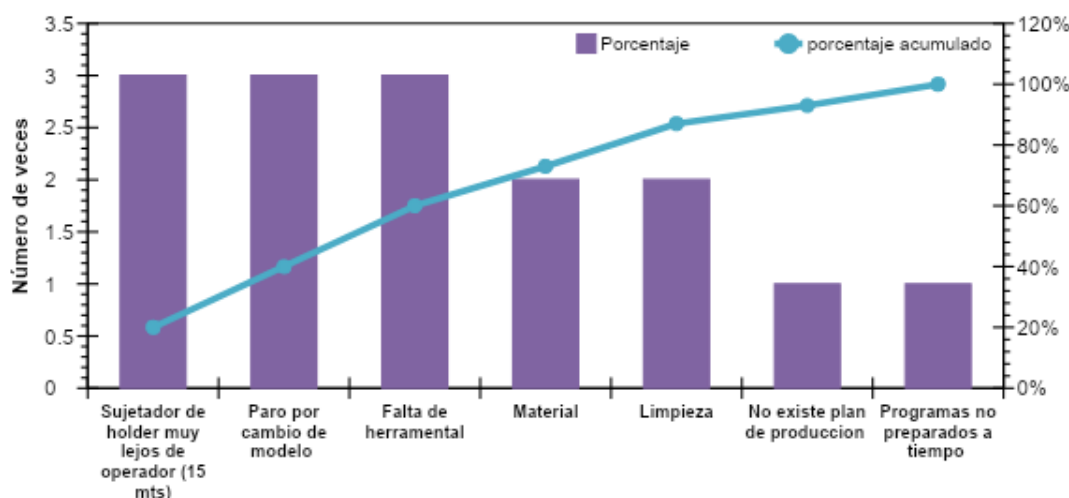
**IMPLEMENTACIÓN DE SUJETADOR PARA MEJORAR DESEMPEÑO Y EFICIENCIA EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN**



**Figura 1. Metodología de mejora en la línea de producción**

**RESULTADOS**

Los resultados obtenidos de las entrevistas realizadas a los operadores son basados en una jornada laboral de 8 horas, tiempo en que debe estar operando una máquina. Se muestra que la distancia entre en el operador y sujetador (lugar donde están las diferentes herramientas para operar la maquina), paro por cambio de modelo (las diferentes piezas que pueden ser fabricadas durante la jornada laboral) y falta de herramental son las principales razones que pueden causar una baja efectividad de producción de las maquinas (figura 2). Se observa que cada evento mencionado con anterioridad se repite 3 veces por jornada laboral.



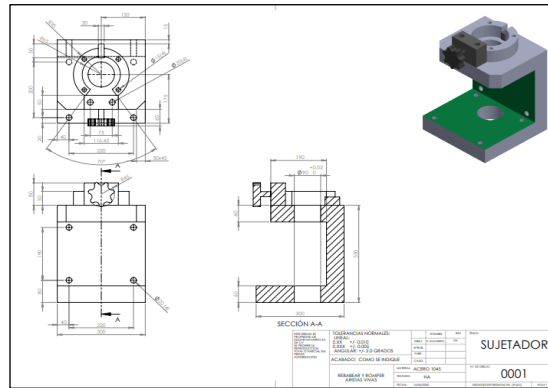
**Figura 2. Tiempos muertos en máquina en un día laboral**

Sin embargo, cada causa toma distinto tiempo en resolverse. La primera causa enumerada en la figura 2 fue la meta a resolver. Se diseñó un dispositivo sujetador, el cual cuenta con menores dimensiones y se colocó dentro de la línea de producción a un metro de distancia del operador de la máquina, disminuyendo la distancia de recorrido para conseguir herramientas. La figura 3 muestra el plano 2D de las dimensiones del sujetador diseñado, así mismo una vista 3D de la forma que tiene el sujetador.

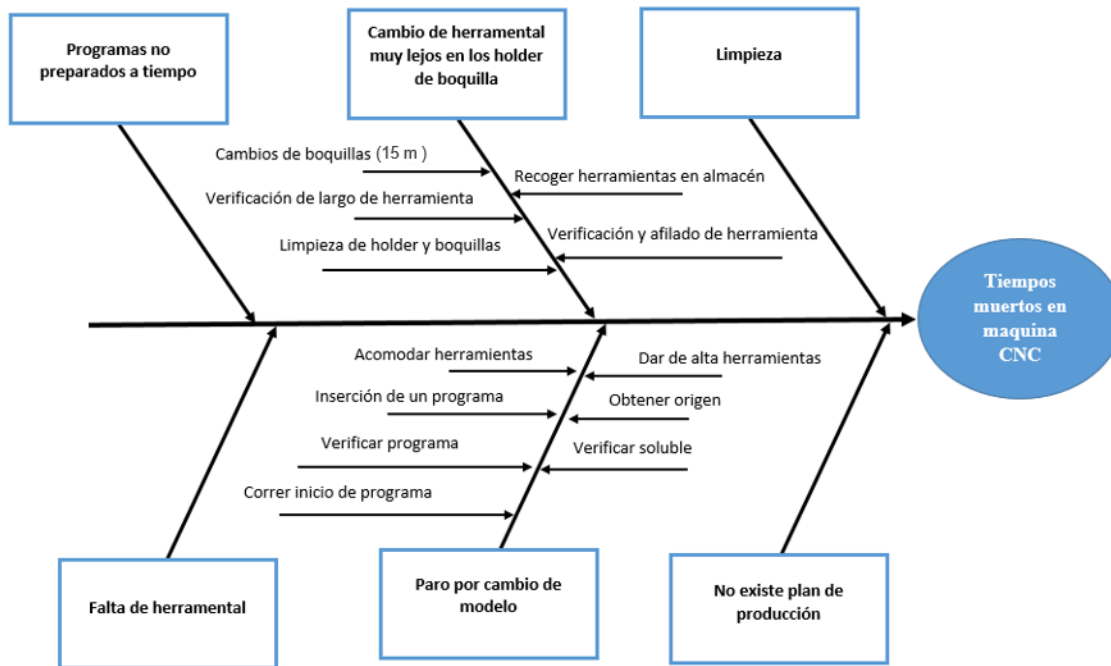
Los resultados obtenidos de los diagramas de Ishikawa son mostrados en la figura 4. Se muestran las distintas causas y soluciones para mejorar los productividad y eficiencia de la línea producción. Con esta herramienta de análisis, todo problema tiene causas específicas, y esas causas deben ser analizadas y probadas, una a una, a fin de comprobar cuál de ellas está realmente causando el efecto (problema) que se quiere eliminar. Eliminado las causas, se elimina el problema.



**IMPLEMENTACIÓN DE SUJETADOR PARA MEJORAR DESEMPEÑO Y EFICIENCIA EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN**



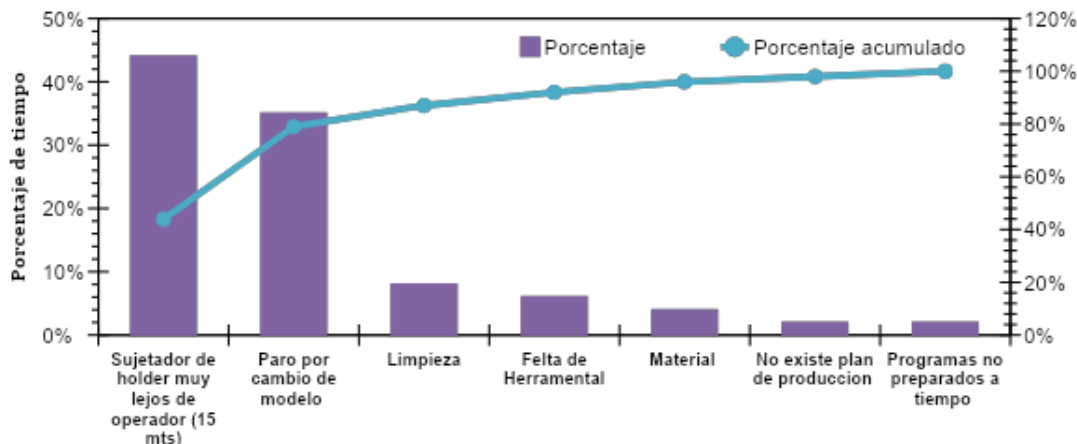
**Figura 3. Diseño 2D y dimensiones de sujetador**



**Figura 4. Diagrama de Ishikawa de tiempos muertos en máquina de CNC**

Los problemas que causan tiempo muerto en máquina fueron analizados nuevamente (figura 5). Sin embargo, en este caso se consideró el tiempo que toma cada tarea en ser resulta. El 44 % del análisis muestra que la problemática a resolver es reducir la distancia entre el sujetador y el operador. Debido a que el trayecto para llegar al sujetador y regresar a la máquina es de alrededor de 38 minutos. El cual es considerado demasiado tiempo muerto, y se ve reflejado en la productividad (figura 4). La segunda causa de tiempo muerto resultó ser el cambio de modelo con un porcentaje de 38% del análisis llevado a cabo relacionado con las diferentes piezas que se desarrollan en la línea de producción.

**IMPLEMENTACIÓN DE SUJETADOR PARA MEJORAR DESEMPEÑO Y EFICIENCIA EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN**



**Figura 5. Tiempos muertos en máquina en un día laboral basado en tiempo.**

Al instalar un sujetador a menos de un metro de distancia reduce 28 metros de recorrido y evita cargar distintos tipos de herramientas. Se tomaron datos sobre los cambios de boquillas en el área de trabajo evitando 28 metros de recorrido. El tiempo que tomaba era de 15 minutos, el tiempo que toma ahora es el de 6 minutos. Datos recolectados sobre una semana de trabajo laboral (tabla 1). Se llevó a cabo el análisis de eficiencia de producción y tiempo efectivo en máquina considerando diferentes aspectos que involucran tiempo muertos y activos para la fabricación de piezas en la línea.

**Tabla 1. Toma de tiempos (Cambio de Boquillas)**

Cambio de boquillas en el área						
Días						
Veces	1	2	3	4	5	6
1	05:40	05:53	06:00	06:08	05:59	05:58
2	05:55	06:07	06:09	05:57	06:12	05:51
3	06:12	05:58	05:49	05:59	06:03	05:56
4	05:55	05:59	05:59	06:01	06:04	05:55

Tiempo promedio 5:59 minutos

El tiempo ha disminuido 09:00 min por cambio de boquillas, por ocasión. Al atacar la causa anterior de cambio de boquillas, se redujo otra causa que elevaba tiempo en el herramientaje de la máquina, el de verificar largos de herramienta ya que ya no se tienen que recorrer otros 28 metros para su chequeo en largos de las herramientas de corte (tabla 2).



**IMPLEMENTACIÓN DE SUJETADOR PARA MEJORAR DESEMPEÑO Y EFICIENCIA  
 EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN**

**Tabla 2. Toma de tiempos (Tiempo muerto del herramientaje)**

Verificación de largo de Herramientas						
Días						
Veces	1	2	3	4	5	6
1	01:59	01:57	02:05	02:07	02:07	02:01
2	01:55	01:49	02:09	01:55	01:56	01:58
3	02:03	01:55	01:52	01:59	02:16	01:55
4	01:59	01:53	02:02	02:00	02:06	01:58

Tiempo promedio 1:59 horas

Tiempo disminuido 6:00 min por verificación de largos de herramientas, por ocasión. El tiempo total disminuido fue de 15 minutos por herramientaje, teniendo mayor tiempo total disponible en la máquina.

**Análisis de eficiencia**

El tiempo disponible en máquina en un día de trabajo (tabla 3):

**Tabla 3. Análisis de eficiencia**

Día laboral en producción			
Turno	Entrada	Salida	Horas
1 <sup>er</sup>	6:00	14:30	9
2 <sup>do</sup>	14:30	22:30	8

Tiempo total de horas 8 horas  
 Tiempo de Comida 30 min  
 Paro técnico 10 min

Tiempo disponible 7.6 horas por turno

Posteriormente, el tiempo disponible es analizado, para determinar la eficiencia de producción. Se detectó que existen factores llamados tiempos de paro que disminuyen el tiempo efectivo de producción. Los principales tiempos de paro son: i) Cambio de modelo. Relacionado al tipo de pieza que se manufacturara en la línea de producción y toma alrededor de 69 minutos tres veces por turno. ii) Revisión de calidad. Validación de un manufacturado correcto de la pieza, tiempo estimado un minuto. Lo anterior, lleva a que el tiempo total de paro por turno es de 3.9 horas. Dando como resultado una eficiencia de 51.6 % con respecto al total de tiempo disponible.

Otros factores tomados en cuenta en el análisis de eficiencia y rendimiento de la línea de producción fueron la tasa de desempeño y tasa de calidad.

La tasa de desempeño toma aspectos como son la velocidad de diseño por hora. En un proceso de manufactura sin demora la efectividad es de 0.7 partes por hora. Sin embargo, en un proceso con contratiempos esta velocidad de manufactura se ve disminuida arriba del 50% dando como resultado una velocidad de 0.3 piezas por hora. En este caso los resultados obtenidos en esta investigación fueron 0.7 partes por hora y, por otro lado, la velocidad del proceso la cual es de 2.6 piezas por turno.



## IMPLEMENTACIÓN DE SUJETADOR PARA MEJORAR DESEMPEÑO Y EFICIENCIA EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN

La tasa de calidad determina la eficiencia del producto terminado. Los resultados muestran que las piezas finales manufacturadas 0.3 piezas presentan mala calidad, mostrando una eficiencia de manufactura de piezas de 90.3 %. Esta eficiencia está relacionada a la calidad de trabajo de la máquina.

De lo anterior, se resume lo siguiente:

1. Se aumentó de 51.6% a un 61.5% del tiempo disponible de la máquina.
2. La producción en turno de un 2.6 piezas a un 3.1 de piezas por turno.
3. Aumentó la eficiencia total del equipo de un 46.2% a un 56%

### CONCLUSIONES

Como resultado de una mejora continua en el proceso de manufactura de piezas en el área automotriz de una empresa del norte de México. Se implemento un dispositivo sujetador en la línea de producción que atendía la principal razón de causa de tiempo muerto en máquina. El análisis de operación del sujetador en línea de producción concluye lo siguiente:

- Instalar un sujetador a un metro de distancia redujo 28 metros de recorrido en la actividad de cambio de boquillas, y/o verificación de largo de herramienta.
- Se aumentó un 10% el tiempo disponible de la máquina, teniendo así más tiempo para realizar una cantidad mayor de piezas 2.6 a 3.1 por turno aumentando de 51.6% a un 61.5% del tiempo disponible de la máquina.
- Aumentó la eficiencia total del equipo de un 46.2% a un 56%
- Disminuyó el costo por hora de \$588.78MXN a \$470.93MXN, con un delta de \$117.85MXN por hora.

### BIBLIOGRAFÍA

Evans, R. y Lindsay, W. 2008. Administración y control de la calidad. 7ª ed. México. Cengage Learning.

M. Iborra-Juan, Fundamentos de dirección de empresas: Conceptos y habilidades directivas. 2014. 2ª ed. Madrid España. Paraninfo SA.

I. López, Evolución y mejora continua, conceptos y herramientas para la medición y mejora del desempeño, 2007, impreso en los estados Unidos.

C. H. Kepner y B. B. Tregoe. The Rational Manager. Nueva York: McGraw-Hill, 1965.

P. B. Crosby. La calidad no cuesta, editorial continental 2006.

W. A. Shewhart, Economic Control of Quality of Manufactured Product. 1923. D. Van Company. Inc. New York.



**IMPLEMENTACIÓN DE SUJETADOR PARA MEJORAR DESEMPEÑO Y EFICIENCIA  
EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN**

H. F. Dodge and H. G. Romig. Manual of Presentation of Data, Dodge Company  
1929, United States

K. Ishikawa, D. J. Lu and M. Cárdenas. Que es el control de la Calidad, Ed.  
Norma. 1997 Bogotá.

J. M. Juran, M F Gryna, Manual de Control de Calidad. Madrid: McGraw-Hill, 1993