

Mejora de la calidad y productividad utilizando la metodología DMAIC en estación de prueba funcional en línea de producción

Quality and productivity improvement using DMAIC methodology in a functional test station in a production line.

Rosa Elena Sáenz Cabral

Tecnológico Nacional de México/IT Ciudad Juárez, México

M23111956@cdjuarez.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0009-4191-4486>.

Mirella Parada González

Tecnológico Nacional de México/IT Ciudad Juárez, México

Mirella.pg@cdjuarez.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-8257-685X>

Manuel Arnoldo Rodríguez Medina

Tecnológico Nacional de México/IT Ciudad Juárez, México

manuel_rodriguez_itcj@yahoo.com

<https://orcid.org/0000-0003-1676-0664>

Eduardo Rafael Poblano Ojinaga

Tecnológico Nacional de México/IT Ciudad Juárez, México

eduardo.po@cdjuarez.tecnm.com

<https://orcid.org/0000-0003-3482-7252>

Resumen

En un mundo tan competitivo como el nuestro, las empresas de todos los giros de negocio deben de mantener dos puntos clave como sus principales métricos, estos son la productividad y la calidad, estos dos tiene una relación proporcional directa, si uno baja el otro también lo hará en la misma magnitud. Es sabido que la calidad en los bienes y servicios es uno de los principales factores buscados por las empresas, pero en muchas de las ocasiones el tener o mantener un nivel considerado bueno de calidad es conseguido a un alto costo debido a la gran cantidad de desperdicio y reprocesos que se tiene y como mencionamos afecta directamente a la productividad ya que para poder cumplir con los requerimientos hay que invertir más recursos en la fabricación del bien. Para poder mantenerse en el ámbito empresarial competitivo la empresa debe mejorar y mantener la calidad y la productividad por lo que se debe trabajar en la

solución de problemas relacionados con estos dos métricos, de aquí que el uso de metodologías para la solución de problemas es una de las mejores maneras de contribuir al mejor desempeño de los niveles de calidad y productividad. El tener empleados capacitados y capaces de solucionar problemas por medio de una metodología es una excelente inversión a corto y largo plazo. La metodología seis sigma con su estructura DMAIC ha mostrado una gran versatilidad de uso, desde una industria de bebidas a una empresa automotriz, o en el sector administrativo, su estructura es bien recibida para la solución de problemas mejorando los principales métricos de competitividad de cualquier empresa, guía de una forma práctica y metodológica al equipo de trabajo para llegar a la causa raíz y a la solución real del problema, eliminando los desperdicios y aumentando las ganancias. La clave para el éxito de cualquier empresa es la calidad y productividad en todos sus procesos.

Palabras Claves: Metodología DMAIC, Calidad y productividad

Abstract

In a competitive world as ours, companies of all business types must maintain two key points as their main metrics, these are productivity and quality, these two have a direct proportional relationship, if one goes down the other will also do so in the same magnitude. It is known that quality in goods and services is one of the main factors sought by companies, but in many cases having or maintaining a level of quality considered good is achieved at a high cost due to the large amount of waste and rework that exists and as we mentioned, it directly affects productivity since in order to meet the requirements, more resources must be invested in the manufacturing of the goods. In order to remain in the competitive business environment, the company must improve and maintain the quality and productivity in its processes, then they must work on solving problems related to these two metrics, hence the use of methodologies for solving problems is the best way to contribute to increase the performance of quality and productivity levels. Having trained employees capable of solving problems through a methodology is an excellent investment in the short and long term. The six sigma methodology with its DMAIC structure has shown great versatility of use, from a beverage industry to an automotive company, or in the administrative sector, its structure is well received for solving problems, improving the main competitiveness metrics of any company, guides the teamwork in a practical and methodological way to reach the root cause and the real solution of the problem, eliminating waste and increasing profits. The key to the success of any company is quality and productivity in all of its processes.

Keywords: DMAIC Methodology, Quality and productivity

Fecha Recepción: mayo 2024

Fecha Aceptación: octubre 2024

Introducción

El uso de la metodología DMAIC es ampliamente utilizada en diferentes sectores industriales, aplicable a casi cualquier proceso, es muy versátil cuando queremos mejorar la variabilidad del proceso y sobre todo el control de este.

Para esta investigación usaremos la metodología DMAIC en una empresa del giro automotriz, en esta empresa, se tiene una línea llamada KS, aquí se fabrican sensores detectores de ruido en el motor.

Al finalizar la fabricación del producto, se le realiza una serie de pruebas funcionales esenciales para determinar si el sensor cumple con los parámetros especificados por Control de Calidad. Estas pruebas consisten en simular la función del producto en el motor, el cual manda una señal eléctrica a la computadora del carro para que este interprete los resultados de acuerdo con sus límites de especificación y mande el mensaje al tablero del carro indicando cuando algo sucede en el motor.

De acuerdo con datos preliminares, se observa que el problema se encuentra en la prueba de sensibilidad, la cual no cumple con los parámetros establecidos, este defecto se ha presentado desde el año 2020, teniendo en promedio un 2% de rechazos en base diaria, representando un costo de \$31,000 dólares, provocando un impacto negativo en la calidad y productividad de la estación, para este caso en particular se estará trabajando con la metodología DMAIC ya que por su estructura de recolección de datos, el uso de diferentes herramientas gráficas y estadísticas nos ayudan a determinar de una manera concreta a identificar los factores y sus posibles interacciones que impactan directamente en el problema que se está trabajando.

Planteamiento del problema

En este capítulo se abordarán los antecedentes, definición del problema, objetivos y preguntas de investigación, así como la hipótesis, justificación y delimitación del problema.

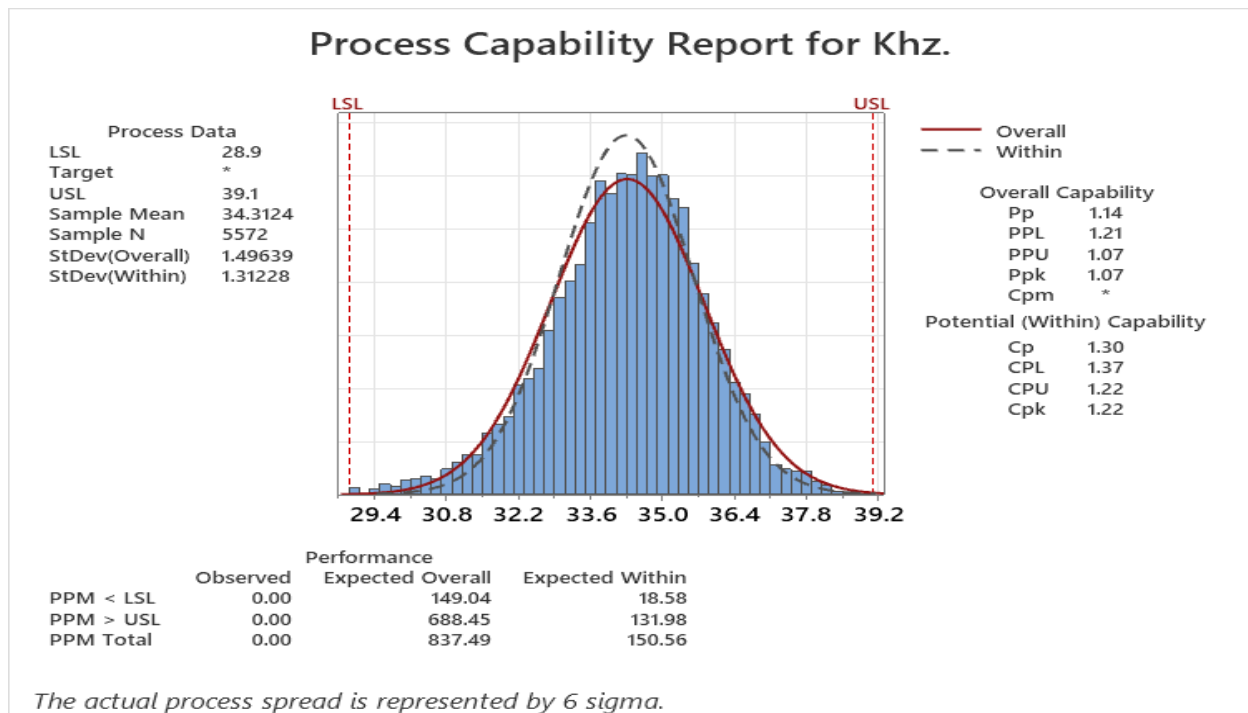
Descripción del problema

El desarrollo de este proyecto en particular se realiza en una empresa maquiladora en Juárez, una de las muchas industrias que existen en la ciudad, esta maquila es del ramo de la industria automotriz, actualmente existe dos plantas en la ciudad, una ubicada al norte y la otra al sur de la ciudad, en esta última es donde estaremos dirigiendo nuestra atención, dentro de esta planta se manejan una variedad de productos, los cuales están divididos en dos segmentos, segmento A y Segmento S, en este último es donde se encuentra el producto objeto de la investigación. Este producto pertenece a la familia de KS es un producto específico para nuestro cliente H, la funcionalidad y apariencia es muy similar a los productos del resto de nuestros clientes, la diferencia radica en la prueba funcional en la cual para este producto en específico se realizan dos pruebas en el mismo equipo. La prueba funcional A, parte de nuestra investigación se realiza al 100% debido a un requerimiento de nuestro cliente H, los demás clientes solo requieren que el 3% del total de los productos sean analizados por esta prueba funcional.

Dentro de la planta en cuestión en la línea de KS M4 se tiene que realizar una prueba funcional al sensor H, esta prueba se debe realizar por requerimiento específico del producto, esta prueba se mide en KHz, el sensor debe ser posicionado en una fixtura y fijarlo al mismo, cabe mencionar que en este proceso no hay intervención humana, el posicionamiento lo realiza un robot, una vez posicionado el producto, la maquina inicia el ciclo de prueba, la prueba se realiza a diferentes frecuencias, la falla se presenta en la segunda frecuencia (fig. 2.1). Este problema afecta la

productividad de la estación, y en calidad representa estar por encima de la meta establecida de un 1.0% para la estación.

Figura 2.1. Capacidad del proceso de prueba funcional de sensibilidad



Como se puede observar en la figura 2.1, el proceso muestra una capacidad baja de acuerdo con el mínimo requerido en manual de AIAG.

Pregunta de investigación

1. ¿Cómo se determinará la causa raíz del modo de falla del sensor KS H?
2. ¿Cuánto se aumentará la productividad de la línea de producción KS M4 al corregir la falla?

Hipótesis

1. El uso de la metodología 6 Sigma ayuda a la determinación y control de los factores que impactan al modo de falla funcional de sensibilidad del sensor
2. La línea de producción KS M4 aumentará un 40% en productividad (FPY).

Objetivo general

Mejora de los métricos de calidad y de productividad de la prueba funcional de sensibilidad en línea KS mediante la aplicación de la metodología de 6 Sigma.

Objetivos específicos

- Identificar los factores que contribuyen al modo de falla funcional del producto KS H.
- Evaluar el beneficio en productividad de la línea de producción KS M4 con la metodología DMAIC.

Justificación

Este proyecto busca la reducción del modo de falla funcional en el producto H, impactando en el métrico de productividad de la estación de la línea KS M4, para lo cual se decide utilizar la metodología DMAIC, la cual con sus diferentes fases no lleva de la mano para encontrar, mejorar, y controlar los factores que tienen un impacto en este modo de falla funcional, cerrando la brecha del 1.0% que se tiene con respecto a la meta, reduciendo la pérdida de productividad de la estación.

Delimitaciones

Este proyecto se limita a la estación de prueba funcional de sensibilidad de la línea KS M4 modelo H, en planta 1 de Actuadores y Sensores, localizada en Ciudad Juárez.

Marco teórico

Antecedentes de la investigación

La solución de problemas estructurada dentro de una empresa, sin importar el área de desarrollo es fundamental para su éxito, ya que sin ella en muchas de las ocasiones solo se estarán aplicando medidas correctivas sobre los síntomas y no sobre la(s) causa(s) raíz del problema y sin poder obtener mejoras en el rendimiento del proceso. Dentro de la rama de solución de problemas existen diferentes metodologías, herramientas que se pueden utilizar, tal como: el 8D, DMAIC, 5 porqués, A3, entre otras.

En este trabajo estaremos utilizando la metodología DMAIC o Seis Sigma, esta metodología se puede utilizar en una empresa manufacturera, donde con la aplicación de DMAIC se pueden ver mejoras en los procesos de reducción o eliminación de defectos, mejorando la calidad, o también se puede utilizar en empresas de servicio, donde se pueden ver mejoras en el tiempo de servicio al cliente, o mejora en el tiempo de respuesta de servicios automáticos (Enciclopedia Humanidades. 2016-2024).

Seis Sigma

Seis Sigma o DMAIC es una metodología enfocada a la reducción de la variación de un proceso o un modo de falla de un producto, llenando las expectativas de satisfacción del cliente ya sea interno o externo. Seis Sigma es una manera de lograr casi la perfección al mejorar el desempeño de un producto o un proceso.

Historia

Esta metodología se inició en la época de 1980 en la empresa Motorola, el ingeniero Mikel Harry al trabajar en la solución de problemas, se enfoca en la reducción de la variación de ciertas características de productos y de los procesos que no cumplen con los requerimientos, teniendo en mente lograr un desempeño de cero defectos, y tomando como su principal herramienta de

análisis a la estadística. Tiempo después empresas como General Electric empieza a utilizar esta metodología y posteriormente pasa a más industrias (Miranda,2007).

Sigma es un término que se utiliza en la estadística y que representa a la desviación estándar el cual es un indicador de la variación esperada en un producto o proceso. Entre más pequeño sea el valor, más pequeña será la variación. Reyes A.,Primitivo (2002). Cada sigma tiene un impacto en cuanto a calidad y desperdicio en un producto o proceso, este es cuantificado en DPMO partes por millón de oportunidades (figura 3.2.) y porcentaje de defectos.

Figura 3.2. Cálculo de DPMO

DPMO= Defectos por Millon de Oportunidades

$$\text{DPMO} = \frac{\text{Defectos totales observados} \cdot (1000000)}{\text{Total de oportunidades}}$$

Relación sigmas y DPMO

1 sigma representa 691,462 defectos por millón de oportunidades, esto es un 69.1% de defectos, siendo este un proceso muy pobre, teniendo mucho desperdicio.

2 sigmas representan 308,538 defectos por millón de oportunidades, esto es un 30.9% de defectos, siendo este un proceso pobre aun, teniendo desperdicio significativo para la empresa.

3 sigmas representan 66,807 defectos por millón de oportunidades, esto es un 6.7% de defectos, muchas empresas trabajan con este nivel de sigma en sus procesos.

4 sigmas representan 6,210 defectos por millón de oportunidades, esto es un 0.62% de defectos, un proceso con 4 sigmas se considera que tiene un nivel de calidad aceptable.

5 sigmas representan 233 defectos por millón de oportunidades, esto es un 0.023% de defectos, este es un nivel sigma con un alto nivel de calidad, de procesos productivos, financieros y satisfacción del cliente.

6 sigmas representan 3.4 defectos por millón de oportunidades, un proceso 6 sigmas representa que 99.99997% de las veces estaremos realizando los procesos y fabricado los productos con calidad y de acuerdo con los requerimientos de nuestros clientes. (Interface Tecnológica,2019).

Como hemos podido ver el uso de la metodología seis sigma trae consigo muchos beneficios, para lograr estos beneficios la metodología seis sigma cuenta con una estructura organizacional, involucrando a todos los niveles de la empresa, de tal manera que cada persona dentro del proceso de mejora utilizando la metodología tiene su propio rol (tabla 3.1).

Principios de Seis Sigma

Estos principios son la base para cuando se requiera iniciar con un proceso de mejora de reducción de un defecto o variación de proceso.

- 1.- Primer principio: La voz del cliente es el objetivo primordial, el enfoque principal de lo que el cliente interno o externo requiere y lo que tiene valor para él.
- 2.- Segundo principio: Camino dirigido hacia hechos y datos, el proceso de la metodología seis sigma inicia con la determinación de los métricos cuantitativos o cualitativos, posteriormente se realiza la recolección de los datos basados en hechos que se van a medir, analizar utilizando herramientas estadísticas.
- 3.- Tercer principio: Enfoque en los procesos, esto es centrarse en los procesos para mejorarlos y controlarlos y así ser competitivos y volviendo al punto uno de los principios la voz del cliente y su satisfacción.
- 4.- Cuarto principio: Liderazgo proactivo, esto es que la dirección de la empresa este comprometida, con metas claras, centrándose en la prevención de problemas y dando seguimiento y soporte continuo.
- 5.- Quinto principio: Colaboración a todos los niveles, debe de trabajarse en asegurar que existe una buena comunicación entre todos los empleados, donde se rompen las barreras y se facilita el trabajo en equipo.
- 6.- Sexto principio: Búsqueda de la perfección, la búsqueda de una calidad más perfecta conlleva a las empresas a aceptar que en ocasiones se va a tener que asumir y resolver algunos riesgos (Olmedo, N. & Castelblanco, E. M. ,2012).

Fases DMAIC

DMAIC es un método, una receta estructurada para ayudarnos a mejorar procesos, reducir modos de falla o defectos y aumentar la calidad (Socconini, 2023).

Esta metodología cuenta con cinco fases, las cuales van llevando al investigador de una manera ordenada a realizar su proceso de investigación y solución del problema, la primera fase de esta metodología por su acrónimo en inglés.

“D” Definición

Fase en la que se define cual es el proceso o modo de falla en el que se va a trabajar, se realiza la primera recolección de datos para definir el problema, define cual es la voz del cliente, la selección del equipo y los objetivos de la mejora, cuáles son los beneficios que se esperan, (La Rioja, 2023).

“M” Medición

Fase en la que se hace el plan y la recolección de los datos para cuantificar el proceso, la evaluación de la situación actual del mismo, hacer el mapeo del proceso actual para determinar los factores que pudieran potencialmente afectar el modo de falla o defecto, con la recolección y análisis de los datos utilizando herramientas estadísticas aquí se determinan las condiciones actuales del proceso, del producto y sobre todo la línea base para poder posteriormente medir el impacto de la mejora en el proyecto, (Socconini, 2023).

“A” Análisis

Fase en la que se realizan los análisis estadísticos, como diseños de experimentos, pruebas de hipótesis entre otros, para comprobar la relación entre los factores que impactan al modo de falla o problema.

“I” Incremento o Mejora

Fase en la que se realizan los experimentos de mejora sobre los factores que se encontró durante la fase de análisis impactan al modo de falla, se plantea o realiza la lluvia de ideas de mejoras potenciales y su análisis de factibilidad. Se realiza el plan de acción para la implementación de las mejoras y su seguimiento de efectividad.

“C” Control

Fase en la que se incluyen los controles necesarios sobre los factores que influyen sobre el problema, donde se monitorea su estabilidad y sostenimiento en el tiempo. Aquí es donde se actualiza y se documentan las mejoras realizadas, también se dan a conocer estas actualizaciones, en instrucciones, procedimientos, PFMEA, Plan de control (para más información sobre estos documentos ver manual de AIAG) a todo el personal involucrado en dicho proceso.

Sensores

Con los avances de la tecnología y en la era en que estamos viviendo el uso de sensores ha hecho que el día a día sea mucho más comfortable para las personas, ya que al transformar las características de las variables por ejemplo de temperatura, distancia, o velocidad entre muchas otras variables a señales eléctricas se puede fácilmente enviar una señal de alerta o cambio en la característica y hacer los ajustes que apliquen (Ingeniería Mecafenix, 2023). En el área automotriz los sensores son de gran utilidad ya estos hacen la vida más fácil a las personas dueñas de un automóvil y para los expertos que se dedican a arreglar las fallas que los autos presentan

Sensor de ruido

El sensor de ruido el cual es objeto de investigación en este trabajo es un sensor cuyo objetivo principal es detectar niveles de vibración o ruidos en el motor, de acuerdo con Tony Markovich de la revista The Drive, “un ruido o golpe de motor es un sonido y una reacción que se produce cuando hay una segunda ignición no planeada dentro del cilindro que está separado de la ignición normal de la bujía”. (Recurrent Ventures, 2024)

El sensor dentro de sus componentes tiene una cerámica piezoeléctrica, de acuerdo con ScienceDirect “una cerámica piezoeléctrica es un material inteligente que convierte efectos mecánicos en una señal eléctrica”, entonces al estar el sensor localizado encima del bloque del motor detecta los ruidos o vibraciones que provienen del motor, y a su vez manda una señal eléctrica a la computadora del auto para indicar que hay un problema en el sistema de ignición.

Materiales y Métodos

Materiales

En la siguiente tabla (tabla 4.1) se enlistan los materiales que serán parte importante para la realización de esta investigación.

Tabla 4.1 Lista de materiales a utilizar

Aplicaciones y programas	Microsoft office
	Minitab
	Dashboard
Maquinaria, equipo partes (material físico)	Computadora
	Altímetro
	Micrómetro
	Sistema de visión
	Estación de prueba
	Piezas
	Equipo de prueba

Método

Como parte de la solución a la respuesta planteada al inicio del estudio de la mejora de calidad y productividad de la estación de la línea KS M4, se emplea la metodología DMAIC. Como parte de la metodología de investigación se analiza que tipo de métodos se van a utilizar, que procedimiento se va a seguir, se determinan recursos necesarios durante el proyecto, así como las herramientas de recolección y análisis de datos requeridos para la realización de la investigación.

Referencias

- Enciclopedia Humanidades. 2016-2024, editorial Etecé
- Ingeniería Mecafenix, (2023) La enciclopedia de la ingeniería.
- Interface Tecnológica, v.16 n.2 (2019), sigma Methodology: *implementation of the production process in a furniture company*.
- Miranda, Tejada Héctor Hugo (2007) *Proyecto de Ingeniería de una Planta de Asfalto con tecnología de última generación* (Lima-Perú)
- Olmedo, N. & Castelblanco, E. M. (2012). *Metodología Lean Seis Sigma aplicada a un proceso de manufactura [Tesis de especialización, Universidad EAN]*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10882/2904>.
- Reyes A., Primitivo (2002) Contaduría y Administración. *Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones*
- Socconini, Luis., August 28, 2023, The Lean Six Sigma DMAIC Methodology Explained, *Lean Six Sigma Institute LLC*
- Socconini, Luis., June 5, 2023, From Chaos to Order: The Power of Lean Six Sigma, *Lean Six Sigma Institute LLC*
- UNIR-Universidad de Internacional de La Rioja (2023). *La metodología que reduce los fallos y aumenta la calidad*.
- Tony Markovich (2024), What is a knock sensor? revista *The Drive, Recurrent Ventures*.