

Reducción de desperdicios a través de la implementación de herramientas de manufactura esbelta (Mejora continua)

Waste reduction through the implementation of lean manufacturing tools (Continuous Improvement)

Gabriela Cervantes-Zubirías¹

Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán de la Universidad Autónoma de Tamaulipas - México
gabriela.cervantes@docentes.uat.edu.mx

Mario Alberto Morales-Rodríguez²

Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán de la Universidad Autónoma de Tamaulipas - México
mmorales@docentes.uat.edu.mx

Lisset Anel Alva-Rocha³

Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán de la Universidad Autónoma de Tamaulipas - México
lalva@docentes.uat.edu.mx

Priscilla Viridiana Hernández-Rodríguez⁴

Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán de la Universidad Autónoma de Tamaulipas - México
phrodriguez@docentes.uat.edu.mx

Itzia Ivonne Reyna-Guerrero⁵

Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán de la Universidad Autónoma de Tamaulipas - México
ivonnereyna8@gmail.com

doi.org/10.33386/593dp.2022.3-2.1138

V7-N3-2 (jun) 2022, pp. 247-264 | Recibido: 22 de abril de 2022 - Aceptado: 04 de junio de 2022 (2 ronda rev.)
Edición especial

1 Profesora de Tiempo Completo del PE Ingeniero Industrial, con Licenciatura en Ingeniero Industrial Administrador y Maestría en Docencia en la Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-Aztlán, Universidad Autónoma de Tamaulipas. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9912-5035>

2 Profesor de Tiempo Completo en el Programa Educativo de Ingeniero Industrial (PEII) de la Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán (UAMRA) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1342-297>

3 Profesora de Tiempo Completo en el Programa Educativo de Ingeniero Industrial (PEII) de la Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán (UAMRA) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3785-114>

4 Profesora de Tiempo Completo en el Programa Educativo de Ingeniero Industrial (PEII) de la Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán (UAMRA) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT).

5 Alumna de la Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán (UAMRA) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT).

Cómo citar este artículo en norma APA:

Cervantes-Zubirías, G., Morales-Rodríguez, M., Alva-Rocha, L., Hernández-Rodríguez, P., & Reyna-Guerrero, I., (2022). Reducción de desperdicios a través de la implementación de herramientas de manufactura esbelta (Mejora continua). 593 Digital Publisher CEIT, 7(3-2), 247-264 <https://doi.org/10.33386/593dp.2022.3-2.1138>

Descargar para Mendeley y Zotero

RESUMEN

La finalidad de esta investigación consiste en implementar las herramientas de manufactura esbelta como las fases de Lean Six Sigma que son (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) para reducir los desperdicios generados y la variación en la cantidad de conteos cíclicos de rollos de componentes en el proceso productivo en el área de SMT (Surface Mount Technology). En el estudio se seleccionó una muestra de rollos de los modelos D1BA y D0GA con diferentes nomenclaturas con la ayuda de un escalador manual para la toma de determinadas de medidas considerando algunas especificaciones, como el espesor del componente, espesor del plástico del rollo, distancia entre cada componente, radio interno y externo. Se atendieron las tareas para satisfacer las necesidades de los clientes internos/externos permitiendo definir los estándares, documentar, y actualizar programas de métricas de Seguridad, Calidad y Costos de Envío (SQDC), Documentar evidencia, auditar implementaciones de mejoras realizadas de las metodología 5S's , Kaizen y registrar el progreso para medir la participación y el impacto financiero a través de gráficos de rendimiento para la mejora continua y la detección de desperdicios y la estandarización de trabajo. El resultado permitió valorar los métricos del proyecto para el rendimiento económico (Yield) antes de la intervención era un 97 % y la mejora continua permitió obtener el 99.3 % de mejora cumpliendo de esta manera la meta al 99 %, respecto a la medición de la eficacia de los equipos del OEE (Overall Equipment Effectiveness) antes de la intervención 70 % y después de la mejora un 87 % con la meta lograda de un 85 %. Así mismo esto representa una utilidad en la operación de 18.5 % considerando que antes de la intervención se contaba con un 10.50 % dando cumplimiento a la meta de 15 %.

Palabras clave: mejora continua, procesos, DMAIC escalímetro, escalas, desperdicios

ABSTRACT

The purpose of this research is to implement lean manufacturing tools such as the phases of Lean Six Sigma that are (Define, Measure, Analyze, Improve and Control) to reduce the waste generated and the variation in the number of cycles counts of rolls of components in the production process in the area of SMT (Surface Mount Technology). In the study, a sample of rolls of the D1BA and D0GA models with different nomenclatures was selected with the help of a manual scaler to take measurements considering some specifications, such as the thickness of the component, thickness of the plastic of the roll, distance between each component, inner and outer radius. Tasks were attended to meet the needs of internal/external customers to define standards, document, and update Safety, Quality and Shipping Cost (SQDC) metric programs, Document evidence, audit implementations of improvements made from 5S's methodologies, Kaizen and track progress to measure engagement and financial impact through performance charts for continuous improvement and detection of waste and standardization of work. The result allowed to assess the metrics of the project for the economic performance (Yield) before the intervention was 97% and the continuous improvement allowed to obtain 99.3% improvement, thus fulfilling the goal of 99%, with respect to the measurement of the Equipment effectiveness of the OEE (Overall Equipment Effectiveness) before the intervention 70% and after the improvement 87% with the goal achieved of 85%. Likewise, this represents a profit in the operation of 18.5% considering that before the intervention there was 10.50%, fulfilling the goal of 15%.

Key words: continuous improvement, processes, DMAIC, ladder, scales, waste

Introducción

El enfoque Seis Sigma se utiliza como una herramienta de mejora continua para resolver problemáticas que se presentan en el área productiva y que por lo general en las organizaciones se puede formular como un avance en mejorar la eficiencia, reducir los defectos o el costo de producción, reducir el tiempo de ciclo y aumentar el crecimiento en la participación del mercado, como la satisfacción de los clientes. (Kurnia, y Purba, 2021)

El poder de Lean Manufacturing está en la capacidad de encontrar todas las oportunidades de mejora que no han sido descubiertas, debido a que los desperdicios siempre están presentes en los procesos y deben eliminarse. Y al hablar de mejora continua y Kaizen es una forma ponderosa de hacer cambios en todos los niveles de la organización su principal función consiste en el trabajo en conjunto de todas las personas para hacer cambios sin hacer grandes inversiones de capital y cuyos objetivos es mejorar los resultados de los procesos existentes que se transformaran en beneficios de la productividad y en consecuencia para la rentabilidad de la organización. (Socconini y Escobedo , 2021)

Cabe mencionar que Seis sigmas es una estrategia de mejora continua del negocio que busca mejorar el desempeño de los procesos de una organización y reducir su variación; con ello, es posible encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio. En todo momento se toma como punto de referencia a los clientes y sus necesidades. La estrategia 6σ se apoya en una metodología fundamentada en las herramientas y el pensamiento estadístico. Asimismo, tiene tres áreas prioritarias de acción: satisfacción del cliente, reducción del tiempo de ciclo y disminución de los defectos. (Gutiérrez y Vara, 2009)

Seis sigma, es una metodología enfocada a producir productos libres de defectos y procesos enfocados hacia el mejoramiento. El método DMAIC comprende de cinco pasos Definir, Medir, Analizar, Incorporar Mejoras y Controlar.

Y se ha convertido en los últimos años en una de las estrategias con más éxito para la mejora de los resultados económicos de las organizaciones. (Beristain , 2019)

Es importante considerar que en área de ingeniería industrial se hace uso de herramientas, metodologías, y técnicas para el diseño de herramientas que son amplias cuando se relaciona de mejorar los procesos productivos, servicios y una de las más utilizadas es conocida como Seis Sigma es un métodos de gestión para la mejora continua que considera las herramientas estadísticas para incrementar el desempeño de los procesos y reducir la variación, mediante la toma de decisiones esto lleva a encontrar y eliminar las causas de los defectos y retrasos considerando las necesidades de los clientes.

Fundamentación Teórica

En México, en los últimos años, son cada vez más las empresas Pymes que han aplicado la metodología Six Sigma, debido a que representa la mejora continua de sus procesos y por lo mismo un ahorro sustancial en sus finanzas Por otra parte, (Medina, 2018) Seis Sigma es una métrica utilizada para mostrar qué tan bien se están desempeñando los DPMO (defectos por millón de oportunidades), o procesos, en comparación con las necesidades del cliente.

En el artículo aplicación de Seis Sigma en una microempresa del Ramo Automotriz se siguieron los siguientes puntos: La necesidad de la organización por mejorar. El fuerte apoyo por parte de la gerente general de la empresa. Cada integrante asumió su rol y el liderazgo correspondiente para solucionar los problemas trabajando equipo. Se eliminaron las barreras entre los departamentos a través de constantes reuniones. Cuando las mejoras implementadas no generaban el resultado de la empresa, el apoyo del líder de la empresa era indispensable para afrontar este tipo de situaciones.

Aplicación de la metodología DMAIC. (Sanchez, 2020)

El presente estudio tiene como objetivo

incrementar la capacidad productiva de un taller automotriz mejorando la eficiencia del uso de recursos y la productividad de la mano de obra del proceso de reparaciones de Carrocería y Pintura. Para alcanzar esto, se realiza un diagnóstico del proceso productivo y de la organización, a partir de los cuales se estructurarán propuestas de mejora empleando varias herramientas de Ingeniería Industrial. En esta investigación se presentan los conceptos y definiciones de las herramientas y modelos que serán empleados en el contexto general de la empresa, su cadena de valor y la descripción del proceso productivo. (Carlo, 2019)

En esta investigación es desarrollar la solución a un problema por medio del uso básico de la técnica de diseño de experimentos, en donde se fueron enunciando los pasos de la metodología y después replicando los mismos pasos con el uso de datos reales. La aplicación de la metodología realizada y su posterior evaluación ha permitido validar la utilidad de este método para encontrar la solución del problema de soldabilidad. Dicha aplicación resulto ser satisfactoria ya que se consiguió prácticamente identificar los contribuyentes del problema y eliminar el defecto mencionado. (Morales, 2020).

Del mismo modo, cabe mencionar que en la investigación realizada para empresas del sector eléctrico o que se dediquen al cuidado de materiales, ya que, el objetivo de su investigación es identificar los factores que afecten a la materia prima, analizar las causas, eliminarlas y controlarlas. (Castillo, 2021)

El sistema o pilar del sistema de producción Toyota refleja y visualiza el principio del modelo lean manufacturing y sus diferentes técnicas disponibles para su aplicación para la mejora que se puedan alcanzar. Esta base estructural tiene soportes fuertes y está sostenida en los cimientos y las columnas fuertes, alguna parte en mal estado debilita el sistema". (Pachas, 2019)

Elaboración, reparación y mantenimiento a piezas, equipos o herramientas metalmecánicas:

Teniendo definidas y ejecutadas las dos actividades anteriores, se da paso a diagnosticar, reparar y ajustar según sea el caso de los pedidos y los distintos tipos de maquinaria, instalaciones y elementos mecánicos. En esta actividad se implica directamente a la operación con la participación de cada uno de los operarios en el proceso, de este modo estos se dirigen a las distintas áreas donde se encuentran las máquinas y herramientas que van a utilizar en el transcurso de su actividad laboral. Es aquí donde los trabajadores entran en contacto directo con el ruido industrial que producen la mayoría de la maquinaria que manipulan y están expuestos por ocho horas diarias laborales para llevar a cabo su labor. (Carrillo, 2021)

El enfoque 6σ DMAIC se aplicó para la mejora de procesos en cinco fases:

- Definir, donde se definieron los objetivos y se elaboró un acta de constitución del proyecto;
- Medida, en la que se llevó a cabo el seguimiento en el KHCC para observaciones de datos en tiempo real a través de los ojos de los pacientes y sus familias, lo que resultó en suficiente información para dibujar un mapa de flujo de proceso y un proveedor-entrada-proceso-salida- diagrama de cliente (SIPOC);
- Analizar, que utilizó el diagrama de espina de pescado, los cinco porqués y el plan de comunicación, así como la implementación del modelo de simulación y validación mediante el paquete de software ProModel para detectar actividades de larga duración y tratar de reducirlas y eliminar las actividades sin valor agregado si existieran;
- Mejorar, la fase de cambio, donde se realizaron todas las mejoras posibles para minimizar la duración total de la descarga; y
- Control, donde se describieron los

beneficios de utilizar el modelo de mejora para que (Mahmoud, Haddad y Musharbash, 2018)

Método

La realización del proyecto se llevó a cabo por medio del método cuantitativo ya que se cuenta con tablas de información recopilada por medio de la medición de los rollos con ayuda de un vernier y realizando así marcas en el escalímetro para estandarizar las medidas por tipo de rollo al medir distintos rollos del mismo tipo de componente. (Cadena, 2017)

Definir

En la búsqueda del desarrollo del proyecto se concluyó que era importante grabar las escalas en los escalímetros para los componentes ya que el método de medición por rayos x no contaba con la capacidad para el conteo del total de los diversos rollos en el tiempo establecido a pesar de que la máquina con la que se cuenta tiene disponibilidad de contar 4 rollos a la vez y el tiempo promedio es de 1 a 2 min. El inventario se realiza de forma mensual y se tarda alrededor de 24 horas, en el cual se da mantenimiento a las máquinas para optimizar y prolongar su funcionamiento, y se cuantifica la materia prima para determinar si se necesita reprogramar algún pedido y verificar el funcionamiento de los activos en uso, pero el manejo de los escalímetros es previo a estos inventarios aproximadamente una o dos semanas previas.

En el área de SMT también se cuenta con otros métodos de medición como lo es una contadora semiautomática la cual se encarga de contar los rollos más grandes del área con un diámetro de 12 pulgadas ya que estos no caben en la máquina de rayos x y sobrepasan los diámetros escalímetros haciendo imposible medirlos por estos medios debido a esto se busca establecer las nuevas escalas cubriendo así la demanda de estos dos tipos D0GA y D1BA y el resto. El proceso de medición se realiza por parte de los empleados del área de Set Up y operadores de línea ya que estos conocen los procesos de medición porque han sido entrenados previamente por sus

superiores. (García, 2020)

Al grabarse nuevas escalas en los escalímetros se optimiza el tiempo de inventario ya que anteriormente se priorizaba medir la mayor cantidad de rollos posibles en la máquina de rayos equis o en los escalímetros digitales ya que estos contaban con una variación más baja pero ambos procesos no tienen la capacidad de realizar el conteo total y a su vez el escalímetro manual tiene un tiempo estimado de ciclo de 3 minutos ya que se realiza una búsqueda en un documento que cuenta con las escalas de los rollos y posteriormente se miden.

Medir

Para medir el sistema actual de contabilización de componentes en rollos se busca exponer el sistema de medición actual como ya se mencionó antes en el caso de estudio, ninguno de los métodos de medición cuenta con la capacidad suficiente para realizar el inventario por medio de un solo proceso, actualmente la empresa cuenta con 4 formas de contabilización efectivas entre las cuales se distribuye el total de rollos dejando los de mayor tamaño y valor a las máquinas con menor variación y tiempo de ciclo como lo es una contadora semi-automática y en segundo lugar se tomaron los rollos siguientes en la fila de costo para la rayos X ya que esta tiene la capacidad de contar hasta 4 rollos por minuto, los escalímetros manuales cuentan con una variación baja del 2% pero el tiempo del proceso es de alrededor de 4 minutos por rollo ya que se capturan algunos datos para determinar la escala.

Por último se tienen los escalímetros manuales como se muestra en la figura 1 los cuales por el momento no cuentan con todas las escalas del área ya que han ido quedando obsoletos, las escalas con las que se contaba anteriormente no encajan con los diámetros y la variación es mayor. En el área se detectó que los escalímetros de los rollos D1BAS y D0GAS necesitaban ser actualizados ya que no coinciden los diámetros de los rollos con los de las escalas de los escalímetros antiguos. Y al ser estos una cantidad abundante dentro del área de SMT es necesario mantener un control sobre estos para cuidar la variación en costos.

Tabla 1

Inventario preciso

Sep'21(machine Sep'21	(machine center) Inventory accuracy by item	7461	5691	23.72%
Sep'21	Sep'21			
Sep'21(machine Sep'21	(machine center) Inventory accuracy by AMT	\$5,178,959	(\$94,504)	98.18%
Oct'21(machine c Oct'21	(machine center) Inventory accuracy by item	8048	6126	23.88%
Oct'21	Oct'21			
Oct'21(machine c Oct'21	(machine center) Inventory accuracy by AMT.	\$5,246,470	(\$53,151)	98.99%
Nov'21(machine c Nov'21	(machine center) Inventory accuracy by item	7773	5684	26.88%
Nov'21	Nov'21			
Nov'21(machine c Nov'21	(machine center) Inventory accuracy by AMT.	\$6,474,615	(\$39,613)	99.39%
Dec'21(machine c Dec'21	(machine center) Inventory accuracy by item	7775	6123	21.25%
Dec'21	Dec'21			
Dec'21(machine c Dec'21	(machine center) Inventory accuracy by AMT.	\$6,746,620	(\$54,757)	99.19%

Figura 1

Escalimetro Manual



De los inventarios de D1BAS y D0GAS en el área de smt con respecto al mes de enero del 2022 en los cuales se observan discrepancias entre el conteo por parte del departamento y por parte de los auditores externos al área, entre los cuales existe una diferencia de tiempo ya que primero se realiza el interno con ayuda de los operadores de las líneas y de set up por medio de los distintos métodos de medición y posteriormente se verifica por medio de un escáner si la cantidad que se encuentra el sistema concuerda con la que tiene el rollo impresa si realmente se cuenta con lo que se estima así que cabe la posibilidad de que se le haya dado uso al material y no se haya actualizado o subido correctamente el desgaste al sistema aparte de la variación que existe por parte de los métodos de medición, ver tabla 1.

Analizar

El proceso de requisición de los rollos que ayudó a entender cómo se lleva la contabilización de estos en el área, este proceso de conteo de componentes comienza en una maquina llamada NPM la cual es una montadora de componentes que previamente a que un rollo se termine realiza una requisición al área de materiales para que estos lleguen antes de que el rollo se termine y se tenga que parar la línea por falta de material.

En caso de que este no se genere automáticamente el operador realiza una hoja de requisición de material la cual es firmada por el líder de línea y el supervisor para posteriormente entregarla en el área de materiales, posterior a esto el pedido se entrega en la línea colocándolo en una mesa donde se coloca la materia prima. De no ser posible la requisición por algún motivo como la ausencia del líder o del supervisor se va a set up a solicitar que se pida el material requerido y de igual manera este se entrega en las líneas solicitantes.

Las fuentes de variación fueron fáciles de identificar ya que este proyecto ya había sido implementado anteriormente para otros rollos de componentes de la misma área, además las variaciones fueron fáciles de obtenerse ya que en el mismo inventario se ven reflejadas las discrepancias en la contabilidad de los componentes y en algunos casos se puede observar la diferencia en el momento de la medición. Por último también se cuenta con un tiempo limitado para la contabilización total de

los materiales por parte del equipo de trabajo el ya antes mencionado periodo de una semana previa al inventario de 24hrs, el personal capacitado también es limitado ya que solo los operadores de las líneas de SMT y los operadores de set up conocen los distintos procesos de contabilización de componentes por los distintos métodos estos son alrededor de 70 personas.

Además, el equipo para la contabilización también es limitado ya que se cuenta con alrededor de 40 unidades de escalímetros manuales, 8 digitales, 1 contadora semiautomática y 1 de rayos equis. El proceso del inventario de 24hrs consiste en comprobar que el número de componentes registrado en el sistema interno de la empresa es relevante que concuerde con el número que tiene la etiqueta del rollo ya que en algunas ocasiones estos rollos no están dados de alta en la línea, todo esto se hace por medio de un scanner.

Mejorar

Este proceso de establecer las escalas se realiza a través de la medición de los rollos por medio de un vernier (diámetro externo, interno, grosor del plástico, tamaño del componente, y de forma visual se anota cuantos componentes hay por cada orificio en los que se enganchan a los feeders mejor conocidos como (pitch) y la información obtenida se sube a un Excel donde se encuentran tablas con fórmulas obtenidas de una compañía de escalímetros digitales que permiten calcular con cuantos componentes cuenta cada rollo dependiendo del diámetro de los rollos.

Para capturar la información en tablas de Excel se elaboraron formulas en las que la “R” es la representación del tamaño del contenido envuelto en el rollo o sea el radio externo recordemos que esto es tomado con un vernier, “H” esta representa el espacio entre un borde y otro de la parte interna o radio interno, “m” se toma la medida del grosor del plástico que contiene los componentes ya que eso se restara en un futuro para no afectar en la cantidad de componentes, o el grosor de los diámetros, además se toma en cuenta el tamaño de los componentes midiendo el espacio que ocupa con

el vernier para calcular la cantidad de vueltas o longitud y los componentes con los que cuenta cada rollo.

La “P” este es un orificio circular que se encuentra en la parte derecha de la tira donde se posicionan los componentes y una de sus funciones principales es facilitar la rotación de los rollos cuando se encuentra en funcionamiento en la máquina y para practica del proyecto se identificó que por cada agujero hay dos componentes. Después de subir los datos de los radios y el grosor del plástico del rollo se generan automáticamente escalas de rollos gracias a una fórmula que multiplica y divide los datos recopilados generando a su vez diámetros que son utilizados para grabarse en un escalímetro manual limpio con un vernier y un plumón fino que ayuda a verificar que las escalas sean correctas.

Agruparon en cantidad distintos números de parte de rollos para crear una escala general por la que se puedan medir diversos rollos y tengan una variación de alrededor del 2% y que además sea practico para el operador buscar una escala en el archivo de escalas y medir distintos rollos agilizando el proceso de contabilización de rollos para el inventario ya que no se necesitaría cambiar constantemente de escala. A simple vista se observa el acomodamiento de las escalas elaboradas a raíz de la medición tomada de los rollos y proyectada en un diagrama de dispersión para la fácil detección de la amplitud entre los datos.

El proceso anterior se generó una cantidad grande de escalas las cuales, si contaban con una variación baja, pero hacia más tardada la contabilización de componentes ya que al cambiar de modelo se tiene que buscar a que escala pertenece y acomodar el escalímetro para tomar de manera correcta el conteo, en la ilustración anterior se procedió a clasificar los números de parte en el tipo de rollo al que pertenecen y los primeros 3 números con sus respectivas medidas.

Se agruparon los rollos con la misma nomenclatura colocándose entre paréntesis el

número de rollos que pertenecen a ese redondeo para reducir la cantidad de medidas. Con ayuda de esta clasificación se encontró que los rollos con el mismo inicio de número de parte coincidían en tamaño entre ellos, además de esta clasificación el redondeo ayudo a identificar con mayor facilidad otros rollos con medidas similares.

Posteriormente a estos se les asigno un color rojo para los que se clasifican de 0 a 0.5 y azul para los que se clasificaron en 0.5 a 0.9, esto ayudo a reducir el número de escalas, que a su vez aumento la variación de un 3% a un 5% más la variación del grabado de las escalas el cual es de otro 5%. Visualmente se acomodaron para identificar a que grupo pertenece cada nomenclatura de los rollos. Se extrajeron los números de las tablas anteriores por medio de filtros y se acomodaron en forma ascendente para identificar a simple vista si existía un patrón en las medidas, también se agruparon todos aquellos rollos con el mismo inicio de la nomenclatura para identificar si existía una similitud y de esta manera se vio que existía un común denominador ya que se repetía el promedio dentro de la dispersión del 0.5 entre los datos como se puede observar en la ilustración.

Se graficaron los rollos que pertenecen al mismo color y medida para apreciar la dispersión de los datos y en la tabla inferior se calculó el promedio de estos para asegurarnos de que no existe una variación mayor al 5% entre las escalas de un mismo rollo y otro sacando un promedio general de la dispersión de todos los rollos.

Con las gráficas y tablas anteriores se calcularon aproximadamente 5 escalas diferentes. Posterior a esto se pidieron rollos al azar de las tablas de dichas nomenclaturas en la bodega donde se almacenan los mismos para medirlos con escalímetros de escalas con la misma capacidad (10,000 componentes) para ver si pueden compartir escalas con otros rollos y esto en beneficio de que se pudiera reducir el número de nuevas escalas que se grabarían.

Controlar

De lo mencionado por los autores podemos concluir que el Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF) es una técnica muy importante que sirve para medir y evaluar aquellas fallas potenciales que originan mermas y costes elevados en el proceso para luego generar estrategias de acciones correctivas que reduzcan este indicador. En el proyecto investigación la aplicación de la herramienta AMEF está enfocada al proceso productivo, la cual realiza un seguimiento para identificar los modos de fallas muy potenciales que perjudican el sistema. Es importante identificar los puntos muy críticos en el proceso que genera excesiva merma. (Rosales y Moreno, 2020)

AMEF Se puede hacer por:

- Identificar y evaluar la falla potencial de un producto y sus efectos segundo.
- Identifique las acciones que podrían eliminar o reducir la posibilidad de que ocurra una falla potencializada.
- Proceso de grabación (documentar el proceso)

Ventajas de utilizar la metodología:

- Previene y controla las posibles fallas potencial es en el producto-proceso.
- Las acciones que resulten pueden reducir o eliminar la probabilidad de ocurrencia.
- Reduce la crisis de cambios tardíos.
- Minimiza el costo de herramental y equipo de manufactura.
- Identifica la severidad de efectos potenciales.
- Aumenta la confiabilidad del producto-proceso. (Pérez, Hernández y Luviano, 2020)

Uno de los puntos principales para determinar si las acciones implementadas fueron óptimas para el mejoramiento del proceso es determinar el impacto de dichas aplicaciones en

este caso verificar si las escalas implementadas ayudan a distribuir estos rollos (D1BA Y D0GA) entre otros procesos de medición también se intenta comprobar si se disminuyó el tiempo empleado en dicha tarea. Y establecer parámetros para evitar cometer errores en la medición. Se elaboraron tablas para comparar los procesos actuales y anteriores sobre la contabilización de los componentes, en la primera tabla se expresan en minutos y horas el hecho de llevar la contabilización de estas nomenclaturas con la máquina de rayos x, esta determinaba utilizar un número de horas mayor al que si los escalímetros y la maquina pudieran

Para esta investigación se ha seguido el siguiente esquema:

- 1. Definir estándares:** Documentar, Auditar y Actualizar Programa de Métricas 5S's coordinando y asistiendo a la ejecución en el área SMT. Este procedimiento aplicó a todos los departamentos administrativos y áreas de producción Car-Audio y centro de máquinas y se estableció el programa de mejora continua herramientas de manufactura esbelta que consiste en lo siguiente y se muestran evidencia en la figura 2- 4 (Participación Directa, Toma de Tiempos, Rutas de procesos, Metodología 5S's, Monitoreo, Auditoría, Medición y Seguridad), ver tabla 2.

Figura 2

Procedimiento 5S's



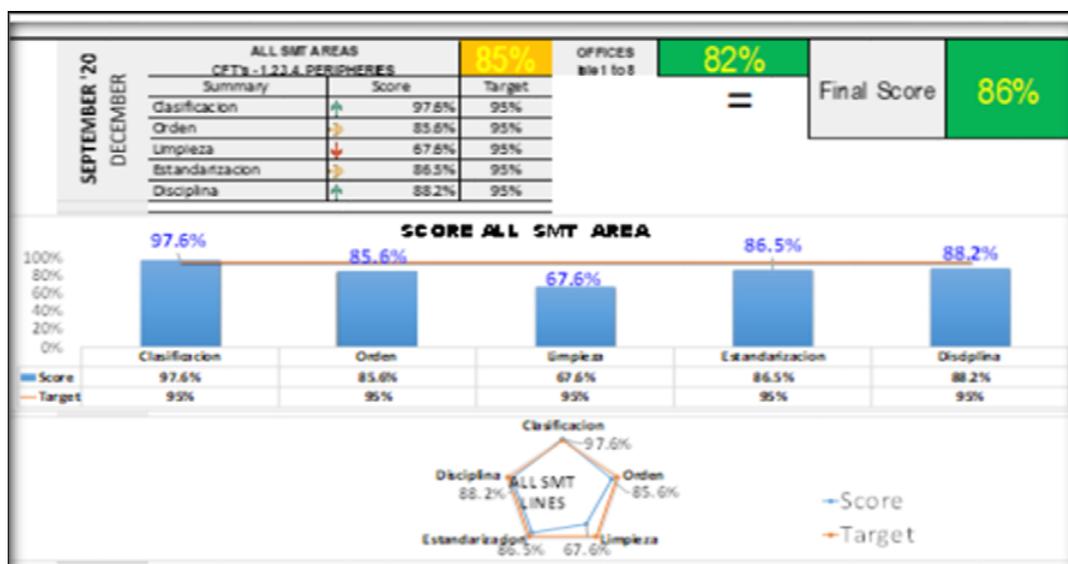
Figura 3

Evaluación 5S's



Figura 4

Evaluación de todas las áreas de SMT



Evaluación de todas las áreas de SMT

Tabla 2

Evaluación de las 5S's

Sec	Area	Linea	Clasificacion	Orden	Limpeza	Estandarizacion	Disciplina	TOTAL LINEA
1	CFT - 1 TOYOTA	Line 01	100%	100%	50%	80%	100%	86%
2		Line 02	100%	100%	50%	70%	80%	80%
3		Line 11	100%	80%	70%	100%	80%	86%
4		Line 13	100%	100%	80%	80%	80%	88%
5		Line 15	100%	100%	70%	80%	80%	86%
6		Line 22	100%	70%	50%	100%	70%	78%
7	CFT - 2 FCA	Line 06	100%	80%	70%	80%	80%	82%
8		Line 12	100%	70%	50%	100%	80%	80%
9		Line 14	80%	80%	50%	100%	70%	76%
10		Line 16	100%	80%	70%	80%	80%	82%
11		Line 24	80%	80%	70%	80%	70%	76%
12		Line 25	100%	100%	80%	50%	100%	86%
13	CFT - 3 HONDA	Line 26	100%	100%	50%	50%	80%	76%
14		Line 04	100%	80%	70%	80%	80%	82%
15		Line 08	100%	50%	50%	70%	70%	68%
16		Line 17	100%	80%	70%	80%	80%	82%
17		Line 20	100%	70%	50%	80%	100%	80%
18		Line 23	80%	50%	50%	100%	100%	76%
19	CFT - 4 FORD	Line 27	100%	80%	70%	80%	100%	86%
20		Line 05	100%	100%	80%	80%	100%	92%
21		Line 07	100%	100%	80%	80%	100%	92%
22		Line 09	100%	100%	80%	80%	80%	88%
23		Line 10	100%	80%	80%	100%	100%	92%
24		Line 18	100%	100%	70%	100%	80%	90%
25		Line 19	100%	100%	70%	100%	100%	94%
26		Line 21	100%	80%	80%	100%	100%	92%
27		WI Link-DC checker	100%	50%	50%	80%	100%	76%
28		Repair	100%	100%	100%	100%	100%	100%
29		P7,P8,P4-RH	100%	100%	80%	100%	100%	96%
30	PERIPHERIES	Set Up	100%	100%	80%	100%	100%	96%
31		Feeder	100%	80%	80%	100%	100%	92%
32		Stencil	100%	100%	50%	100%	80%	86%
33	MAINTENANCE	BPMS	100%	100%	100%	100%	100%	100%
34		Maintenance Room	80%	70%	50%	80%	80%	72%
34	OFFICES	Offices	100%	70%	80%	80%	80%	82%
		All SMT Area Total		98%	86%	68%	86%	88%

2. Desarrollo de Mapeos: para la evaluación del Flujo de los Procesos VSM.

Implementación y Administración Visual: Estandarización de SQDC, Medibles y Puntos de Cambio, Charlas de Seguridad de Auditoría y Medición, Visualización Diaria de los resultados de Métricas de Desempeño en el Tablero de Producción Tiempo Muerto,

Cumplimiento de Producción de acuerdo con el plan diario (Gráfico de Logro) y Resultados OEE ordenados por Áreas CFT 1,2,3,4, Áreas Periféricas

Se llevó a cabo el programa de métricos de desempeño como se muestra en la figura 5.

Figura 5

Tablero de Resultados de Seguridad



Se estableció en el programa el Registro de tiempo muerto generado durante el turno como se muestra en la tabla 3. Y también se estableció en el programa la Medición, Despliegue Juntas Diarias (OEE & ATTAINMENT).

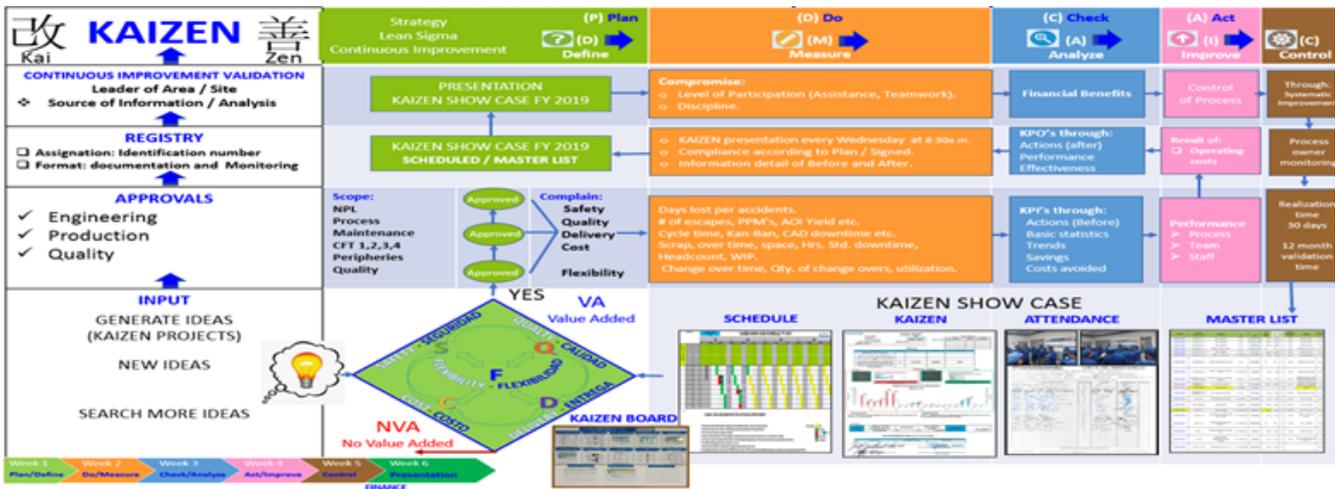
Tabla 3
Tablero de Resultados de Seguridad

Category	DAILY DOWNTIME																								TOTAL						
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24		S25	S26	S27	S28	S29	S30
EQUIPO CAIDO / DAÑADO	0.85%	0.51%	1.14%	0.88%	0.52%	1.37%	2.07%	0.89%	0.82%	0.58%	0.47%	0.30%	0.41%	1.46%	0.58%	0.63%	0.20%	1.53%	0.27%	0.68%	0.53%	0.73%	0.93%	0.95%	1.06%	1.46%	0.78%	0.85%	0.88%	1.13%	0.92%
FALLA DE TRANSFERENCIA	0.72%	0.93%	0.84%	0.95%	0.39%	0.75%	0.97%	0.54%	0.74%	0.53%	0.59%	0.80%	0.74%	0.62%	0.49%	0.75%	0.68%	0.85%	1.05%	1.04%	1.12%	1.19%	0.97%	0.82%	1.00%	0.91%	1.54%	1.47%	1.31%	0.55%	1.20%
PROBLEMAS SOLDADURA	0.33%	0.23%	0.46%	0.73%	0.68%	0.81%	0.86%	0.34%	0.85%	0.44%	0.65%	0.75%	0.52%	0.58%	0.81%	0.58%	1.02%	0.80%	0.61%	0.34%	1.90%	0.76%	0.85%	0.37%	0.53%	0.43%	1.62%	0.64%	0.40%	0.47%	0.76%
FALLA DE NOZZLES	0.56%	0.54%	1.07%	0.88%	0.45%	0.43%	0.62%	0.95%	1.16%	0.53%	0.42%	0.23%	0.64%	0.66%	0.51%	0.75%	0.26%	0.34%	0.53%	1.07%	1.03%	0.57%	0.46%	0.81%	0.76%	0.42%	0.28%	0.51%	0.87%	0.62%	0.58%
ADI PROBLEMA	0.55%	0.78%	0.52%	0.48%	0.18%	0.31%	0.34%	0.63%	0.46%	0.56%	0.53%	0.19%	0.38%	1.05%	0.67%	0.77%	0.42%	0.14%	0.66%	0.43%	0.54%	1.54%	0.58%	0.30%	0.51%	0.38%	0.60%	0.25%	0.70%	1.19%	0.70%
COMPONENTE COLOCACION	0.70%	0.55%	1.14%	0.58%	1.91%	1.01%	1.23%	0.60%	1.09%	0.52%	0.88%	0.55%	1.53%	1.20%	1.34%	0.78%	0.13%	0.70%	0.71%	0.83%	0.77%	0.68%	0.76%	1.47%	0.62%	1.08%	0.94%	1.48%	1.01%	0.71%	1.02%
PICK UP	0.59%	0.67%	0.54%	0.43%	0.43%	0.44%	0.53%	0.45%	0.57%	0.71%	0.26%	0.40%	0.49%	0.95%	0.31%	0.62%	0.57%	0.61%	0.38%	0.47%	1.20%	0.61%	0.50%	1.34%	0.39%	0.47%	0.18%	1.01%	0.38%	0.33%	0.46%
FALLA DE PANAMIC	0.06%	0.35%	0.12%	0.49%	0.53%	0.15%	0.03%	0.00%	0.12%	0.05%	0.00%	0.13%	0.18%	1.81%	0.58%	0.28%	0.00%	0.49%	0.16%	0.22%	0.02%	0.04%	0.04%	0.40%	0.23%	0.10%	0.49%	0.07%	0.10%	0.10%	0.18%
FALLA DE MAGAZINES	0.36%	1.73%	0.34%	0.00%	0.16%	4.5%	13.64%	5.23%	0.84%	0.54%	0.08%	0.14%	4.73%	6.96%	1.75%	4.73%	17.67%	0.10%	0.62%	4.37%	8.19%	1.03%	4.43%	0.49%	0.20%	0.01%	0.04%	2.02%	2.24%	0.78%	1.29%
MEMORIA DE ENTREGA POR BODEGA	0.62%	0.85%	0.56%	0.74%	1.17%	0.81%	0.16%	0.90%	0.29%	0.33%	0.77%	0.52%	0.37%	0.36%	0.65%	0.15%	0.13%	0.59%	0.52%	1.13%	0.29%	0.93%	0.84%	0.33%	0.41%	1.20%	1.17%	0.65%	0.26%	0.04%	0.50%
MATERIAL/ROLLO CORTO	11.40%	1.53%	2.35%	2.50%	2.83%	0.60%	3.68%	1.23%	4.36%	1.62%	3.69%	1.78%	0.55%	1.07%	1.13%	0.17%	2.96%	4.39%	3.51%	3.95%	6.65%	0.37%	2.40%	10.34%	8.20%	4.91%	15.62%	23.89%	19.74%	34.02%	24.85%
REEL REPLENISHMENT	1.07%	2.51%	2.05%	2.54%	2.25%	1.34%	0.99%	1.48%	2.61%	2.09%	4.46%	1.92%	1.86%	1.61%	2.90%	1.93%	2.12%	2.32%	2.90%	2.71%	1.96%	2.35%	2.20%	2.65%	2.07%	1.94%	1.50%	0.95%	1.05%	0.82%	1.07%
LAVADO DE STENCIL	0.75%	0.37%	0.60%	1.01%	1.00%	0.81%	0.97%	0.85%	0.83%	0.73%	0.71%	0.80%	0.53%	0.60%	1.38%	1.46%	0.81%	1.22%	0.83%	1.60%	0.63%	0.98%	1.04%	0.89%	0.56%	1.68%	0.54%	0.82%	1.08%	0.84%	0.83%
CAMBIO DE STENCIL	2.20%	2.02%	2.54%	2.92%	2.04%	1.74%	1.21%	2.39%	2.35%	2.76%	2.39%	2.34%	1.55%	1.93%	2.20%	2.36%	4.46%	2.97%	3.22%	3.20%	2.43%	2.75%	2.80%	3.04%	2.74%	2.60%	2.04%	2.08%	1.03%	1.93%	
SCAÑO DE ROLLO POR SPLICE NO CHECK	0.57%	0.70%	0.83%	0.56%	0.98%	0.75%	0.71%	0.53%	0.53%	0.55%	0.64%	0.75%	0.51%	0.55%	0.64%	0.56%	0.46%	0.51%	0.66%	0.70%	0.80%	1.20%	0.56%	0.83%	0.43%	0.79%	0.57%	1.13%	0.88%	0.66%	0.80%
PANAMIC FALLA DE WORK ORDER	0.23%	0.11%	0.49%	0.13%	0.81%	0.29%	0.00%	0.30%	0.33%	0.35%	0.18%	0.01%	0.00%	0.12%	0.10%	0.10%	0.96%	0.68%	0.76%	0.21%	0.62%	0.17%	0.63%	1.84%	0.25%	0.08%	0.00%	0.00%	0.01%	0.07%	
ACTUALIZACION DE PERIF. DEL HORNO	0.51%	0.39%	0.67%	0.45%	0.30%	0.48%	0.45%	0.86%	0.54%	0.39%	0.27%	0.74%	0.81%	0.33%	0.38%	0.61%	0.00%	0.79%	0.83%	0.42%	0.33%	0.60%	0.39%	0.33%	0.38%	0.55%	0.26%	0.12%	0.23%	0.05%	0.17%
CINTAS DESPEGADAS, REVENTADAS, FLOTANTES, ETC.	0.54%	0.91%	0.63%	0.83%	0.39%	1.02%	0.95%	0.83%	1.03%	0.84%	0.71%	1.06%	0.63%	0.75%	0.90%	1.04%	0.67%	0.54%	0.63%	0.73%	0.78%	0.67%	0.61%	0.58%	0.65%	0.63%	0.91%	0.54%	0.76%	0.54%	0.69%
CAMBIO DE ROLLO	1.07%	1.91%	1.24%	1.84%	2.13%	2.05%	2.59%	2.05%	2.39%	1.92%	2.17%	1.92%	1.72%	1.94%	3.26%	2.20%	0.89%	2.08%	1.76%	1.97%	2.08%	3.05%	2.25%	1.68%	2.80%	2.06%	2.14%	1.88%	1.61%	1.93%	
CENTRADO DE COMPONENTES	0.55%	0.52%	0.45%	0.82%	0.23%	0.37%	0.15%	0.69%	0.87%	0.63%	0.70%	0.94%	0.47%	0.51%	0.76%	0.44%	0.84%	0.77%	0.34%	0.57%	0.88%	1.01%	0.93%	0.88%	0.67%	0.87%	0.57%	0.73%	0.66%	0.51%	0.62%
AJUSTE DE FEEDERS	0.10%	0.33%	0.23%	0.63%	0.47%	0.58%	0.22%	0.30%	0.45%	0.48%	0.92%	0.60%	0.33%	0.37%	0.33%	0.81%	0.21%	0.45%	0.38%	0.71%	0.50%	0.41%	0.22%	0.26%	0.89%	0.49%	0.49%	0.51%	0.26%	0.43%	0.43%
FALLA DE OPERADORES	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
FALLA DE SOPORTE DE CAMBIO DE MODELO	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
TOTAL	37.77%	31.88%	38.26%	38.58%	36.16%	38.58%	48.95%	34.24%	37.53%	34.06%	42.58%	35.62%	35.51%	40.84%	35.11%	34.58%	47.32%	44.23%	48.76%	43.65%	48.25%	34.15%	36.89%	44.72%	44%	38.77%	51%	58.39%	45%	57.38%	52.91%

3. Metodología Kaizen: El propósito de implementarlo es en ayudar a los colaboradores a identificar áreas de oportunidad basadas en 8 desperdicios con un enfoque en métricas SQDC, Documentar evidencia, auditar implementaciones de mejoras realizadas y registrar el progreso para medir la participación y el impacto financiero y considerar los Gráficos de rendimiento) como se muestra en la figura 6.

Figura 6

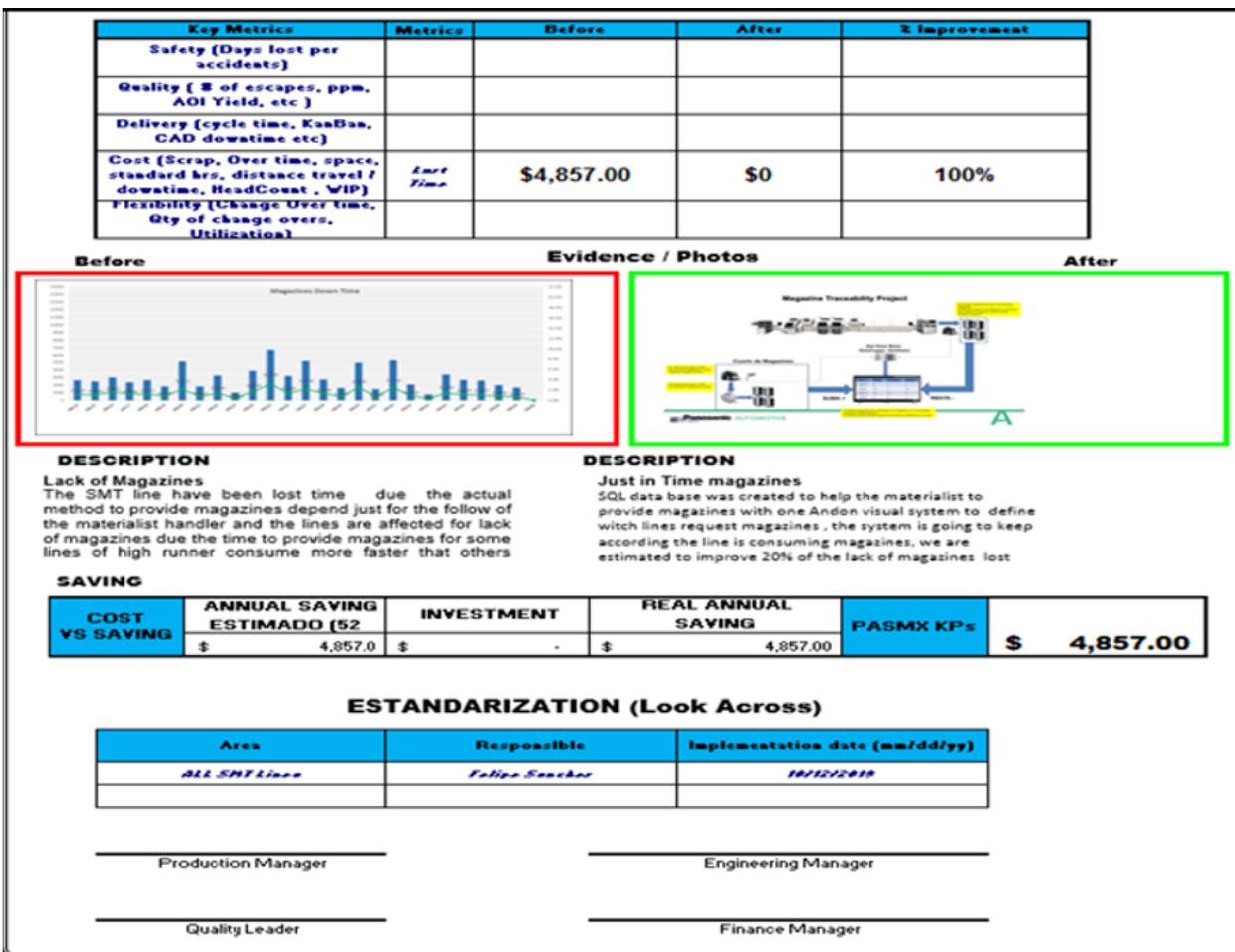
Caso de demostración Kaizen centro de máquinas (Kaizen Show Case. Machine Center)



En este programa de Kaizen Administración es relevante llevarlo a cabo para que la empresa tenga cambios significativos se puede apreciar en la figura 7.

Figura 7

Ejemplo de Implementación de Kaizen de Administración



4. Voz del Operador: Promover la participación directa de los asociados de producción, asegurando una comunicación efectiva para la identificación de áreas de oportunidad y solución de problemas a través del programa la voz del operador, auxiliando con la capacitación del personal como se muestra en la figura 8 para el seguimiento del programa voz del operador como la implementación y entrenamiento.

Figura 10

Entrenamiento de la voz del Operador



Figura 8

Estrategia de Lean Seis Sigma para la mejora continua la voz del Operador

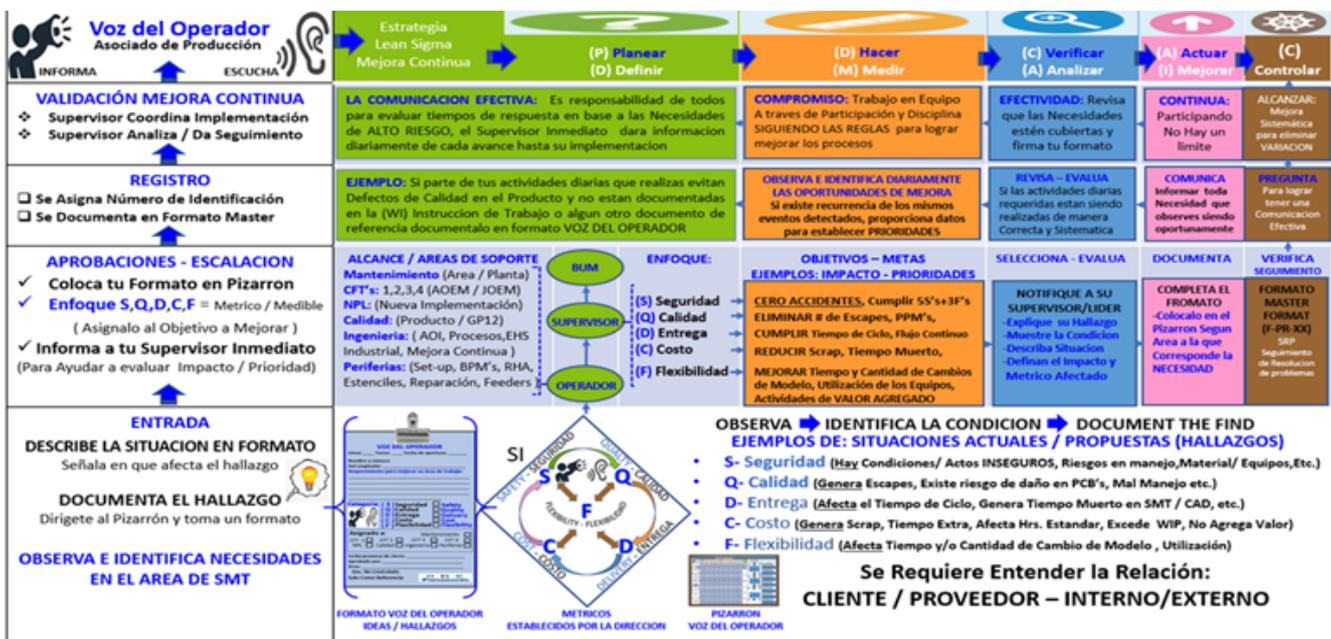


Figura 9

En el programa la evaluación de la voz del operador y el entrenamiento se muestra.

Validar Sistema de Medición

Para medir el sistema actual de contabilización de componentes en rollos se busca exponer el sistema de medición actual ninguno de los métodos de medición cuenta con la capacidad suficiente para realizar el inventario por medio de un solo proceso, por lo que se busca validar el sistema de medición como se muestra en las figuras 11-14 considerando los datos recopilados mostrados en la tabla 4.

Figura 11

Validación y medición de rollos

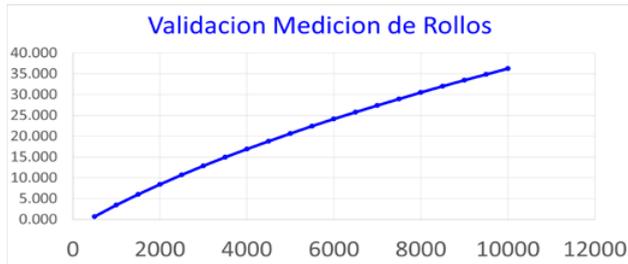


Figura 12

Tendencia de la Varianza montos de inventarios cíclicos en el centro de máquina del área de SMT

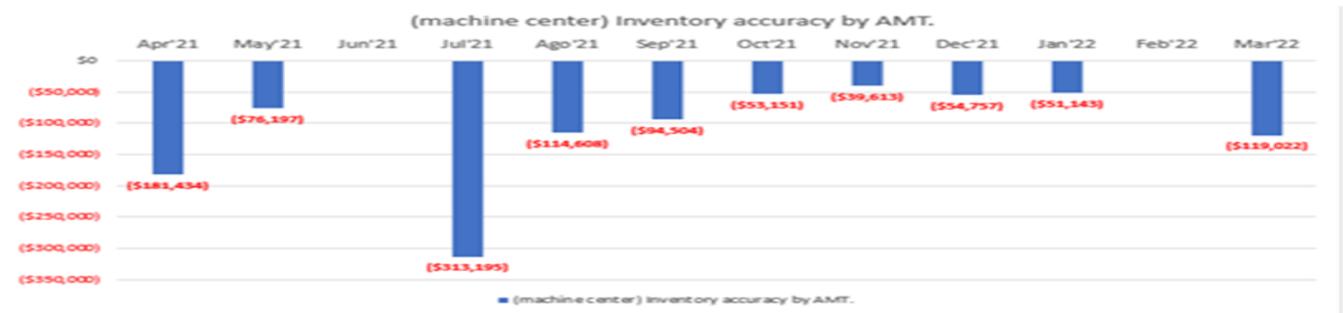


Figura 13

Referencias para el uso de Escalímetro

REFERENCIAS PARA EL USO DE ESCALÍMETRO					
500 # 12 Capacitores	1,000 # 14 Transistores	1,500 # 13 Diodos	2,000 # 4 Capacitores	2,000 # 5 Resistencias Capacitores Cristales	2,000 # 10 Bobinas Fotosensores
F3H0107... G1C4R7J00003 YELT... F1L1A	28B... 28D... B0BA... B1AB... B1BB... B1C... B1D... B1G... B1GK... C0CBAB... F1L1... G1C1R8K... H0J... J0ACH... B1AD... C0DB... D5C2... D4FB	B0ECKL... B0ECKP... B0JC... B0JCN... D4FB... B0ECN...	F1J1C... F1J1H104A036 F1J1H473A036 F1J1H83A036 F1J1E... F1K1A... J0LY... J0B1075... C02B... G1CR... J02B... F1J1H2	ECJ3Y... ELJF... ERJ12... F1L1C... F3F1A... F3H0J... H2D... H2G1... J0B... EVM3Y... G1B... H1A... F1K0J... F1K1E... F1K1H... G1C3R...	B0ABB0000058 E0B1L00200R YELT0... H0J... F1U0J... D4FB... G1CB... G1C1

Figura 14

Formulas para calcular la cantidad de componentes por rollo

Concepto	Valor	UOM
Radio de rollo Externo (R)	35.15	mm
Radio Rollo Interno (H)	57.14	mm
Grosor plástico rollo (m)	0.60	mm
Grosor del Tape (T)	0.50	mm
Pitch (P)	2.00	mm
Diametro Externo (D)	127.46	mm
Diametro interno (d)	58.34	mm
Vueltes (W)	69.32	
Longitud (L)	20,179.95	mm
Componentes (C)	10,086.07	pcs.

$D = H + 2R$

$d = H + 2m$

$W = (D - d) / 2T$

$L = [(D + d)/2] * W * \pi$

$Comp = L / P$

Rollos 13 inches
 Diametro = 330 mm
 Radio Interno = 85 mm

Rollos 7 inches
 Diametro = 178 mm
 Radio Interno = 60 mm

Resultados

En este apartado se presentarán los resultados de la propuesta de implementación de un análisis donde se planteó llevar a cabo la metodología de seis sigma ya que esta es coloquialmente conocida por usarse en procesos repetitivos porque nos permite medir y controlar este tipo de sistemas que generan un mismo tipo de información, este proyecto nos enseña la mejora a través de la muestra seleccionada. Se validó el sistema de medición para establecer

nuevas escalas que permitan ser más precisos en el proceso de medición mediante análisis para identificar por familias tipo (D1BA y D0GA) mediante muestreo en 200 números de piezas (Empaquetado en Rollos de componentes, Se establecieron rangos en tapas para validar el grabado de escalas por familias tipo (D1BA y D0GA) para rollos dedicados según tabla de referencia de escaladores manuales certificados a ser utilizados siendo validados a través del diseño de componente y Se clasificaron en 6 escalas para escaladores que aseguran reducir la variación de los rollos implementando nuevas escalas con nuevas escalas

- Se definieron y documentaron los estándares en Cartapacios dedicados al personal de cada una de las diferentes áreas de SMT para un mejor entendimiento de las reglas promoviendo una cultura de trabajo, identificación de necesidades y análisis de costos para corregir y sostener la administración visual (Delimitaciones, Señales)
- Semanalmente se atendió el programa Kaizen para monitorear el desarrollo de Proyectos enfocado en identificar

Tabla 4

Datos recopilados de los rollos a través de un vernier

Concepto	UOM	D0GA102JA015	D0GA333JA081	D0GA334JA081	D0GA392ZA081	D0GA510JA023	D0GA104ZA081	D0GA331JA023	D0GA753ZA081	D0GAR00J0005	D0GA223JA023
Radio de rollo Externo (R)	mm	35.64	34.12	34.52	34.48	35.31	34.64	35.12	34.12	34.15	35.70
Radio Rollo Interno (H)	mm	59.58	56.71	56.82	58.75	58.13	58.36	57.47	58.78	57.54	58.21
Grosor plastico rollo (m)	mm	2.14	0.76	0.78	0.76	0.78	0.78	0.83	0.78	0.87	0.80
Grosor del Tape (T)	mm	0.50	0.54	0.59	0.54	0.54	0.51	0.54	0.55	0.54	0.54
Pitch (P)	mm	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Diametro Externo (D)	mm	130.86	124.95	125.86	127.71	128.75	127.64	127.71	127.02	125.84	129.61
Diametro interno (d)	mm	63.86	58.23	58.38	60.27	59.69	59.92	59.13	60.34	59.28	59.81
Vueltas (W)		67.00	61.78	57.19	62.44	63.94	66.39	63.50	60.62	61.63	64.63
Longitud (L)	mm	20,492.99	17,775.84	16,549.96	18,438.49	18,927.61	19,560.36	18,636.46	17,840.20	17,921.02	19,229.92
Componentes (C)	pcs	10,246.49	8,887.92	8,274.98	9,219.24	9,463.81	9,780.18	9,318.23	8,920.10	8,960.51	9,614.96

áreas de oportunidad con alcance y participación de todos los SMT Ind./ Dir. personal enfocado en Seguridad, Calidad, Entrega, Costo y Flexibilidad en los procesos. (Documentación, Análisis y Despliegue de Información).

- Se capacita y asesora al personal en herramientas Lean para sensibilizar y asegurar un buen entendimiento de las mejores prácticas conociendo las operaciones críticas que afectan los resultados con enfoque en la identificación de Residuos aprendiendo a observar los procesos de manufactura, con alcance en Áreas de procesamiento de información, Área de Recursos Humanos y Recursos Materiales con el objetivo de fomentar el trabajo en equipo incrementando la participación a través del programa Voz del Operador
- Soporte a todas las nuevas iniciativas y seguimiento a las tareas para satisfacer las necesidades de los clientes internos/ externos que contribuyan a la mejora continua

En el conocimiento del proceso se esclareció el nivel de importancia de estos componentes dentro del área y cuál era el método de conteo más adecuado para las características

ya que esta información brinda la oportunidad de aprovechar de forma adecuada los recursos priorizando los de mayor costo a métodos más precisos como lo fue la contadora de rayos-x y los escalímetros para este tipo de rollos como lo son los D1BA y D0GA de menor impacto en costo y por ende en la variación tanto en inventario físico como lo reflejado en lo monetario. Posterior a establecer que ambos tipos de rollos D1BA y D0GA tenían el mismo nivel de importancia se observó el método de medición. (Burgasi, Cobo y Perez, 2021) El cual nos permitió ver algunas de las causas del porque pueden llegar a fallar los distintos métodos y del porque un solo método no tiene la capacidad para llevar a cabo la medición total de los rollos durante el mes en el área de SMT.

En el área se analizó que el método que contaba con mayor capacidad y de mayor velocidad eran los escalímetros manuales, a pesar de no ser el método más rápido o de mayor capacidad individualmente al contar con un número importante de 40 unidades permitía ser más eficaz. Anteriormente estos rollos solo se medían en una máquina de rayos x con una capacidad de 4 rollos por minuto, pero de esta solo se tenía una en el área de set up la cual era aprovechada por otro gran número de rollos medianos (De 9 pulgadas), esta propuesta se pensó ya que la mayoría de los rollos pequeños cuentan con escalas grabadas en escalímetros

manuales para repartir los distintos tamaños en los distintos métodos como ya antes mencionados a lo largo del proyecto.

En conocimiento de estos datos se tomó la decisión de investigar el mejor método para calcular las escalas, durante este proceso de investigación se llegó a la página de la marca de escalímetros digitales del área en la cual se proporcionaba la fórmula en la que se basan los mismos para determinar las escalas de los rollos de componentes, al inicio se leyó, investigo y finalmente se entendió la fórmula para poder llevar a cabo en Excel un conjunto de tablas que permitieran vaciar la información que se solicitaba, la cual era un conjunto de medidas tomadas con un vernier para posteriormente ser vaciadas y con ayuda de las fórmulas que se obtuvieron promedios de componentes con los que se calculaba que contaba cada rollo.

Conclusiones

Con la implementación de este proyecto se lograron cumplir distintos objetivos propuestos al inicio ya que se llevó a cabo un proceso analítico y práctico para la obtención de una herramienta (Escalímetro), con sus respectivas escalas actualizadas al personal capacitado para su uso el cual ayudo a disminuir el tiempo de medición del área, otro de los objetivos fue disminuir la variación este no se logró ya que estos tipos de rollos tienen mucha dispersión entre las medidas obtenidas ya que son distintos componentes, pero esta se mantuvo dentro del límite dado a conocer por la empresa ya que tienen ciertos parámetros establecidos para cumplir con la satisfacción del cliente. Se optó por agrupar el mayor número de rollos para disminuir el número de escalas graduadas.

En el conocimiento del proceso esclareció el nivel de importancia de estos componentes dentro del área y cuál era el método de conteo más adecuado para las características ya que esta información brindo la oportunidad de aprovechar de forma adecuada los recursos priorizando los de mayor costo a métodos más precisos como lo fue la contadora de rayos-x y los escalímetros para este tipo de rollos de menor impacto en costo

y por ende en la variación tanto en inventario físico como lo reflejado en lo monetario.

Todo esto concebido a través de una de las herramientas más conocidas e implementadas dentro del área industrial por su intuitiva y amplia oportunidad de desarrollo y obtención de grandes resultados como lo es el DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar and Controlar), ya que esta permite conocer el proceso y nos orienta a tomar distintas herramientas que permitan controlar el proceso para definir y mantener un estándar óptimo para la empresa.

Discusión

En este apartado se ejecutan algunas comparaciones entre los proyectos presentados en los antecedentes para exponer la utilidad de realizar una investigación de trabajos en campos similares o con mismos objetivos, previa a la realización de un proyecto se espera agilizar el proceso y garantizar el éxito de los proyectos a través de consejos prácticos encontrados en otros trabajos o sugeridos por otros especialistas investigadores del campo referente.

Uno de los trabajos más similares menciona en el trabajo de investigación de (Morales, 2020) este proyecto tenía como meta desarrollar la metodología del Lean Six Sigma y algunas de sus herramientas como DMAIC para validar un método en su caso de soldabilidad y en el de este proyecto de medición, no tenían la problemática en la misma aplicación pero tenían un área similar, mismas herramientas de mejora y misma necesidad de eliminar el problema o defecto para la optimización del área afin.

En dicho proyecto se vio un claro ejemplo de un caso de éxito ya que logro cumplir con todos los objetivos previamente establecidos debido a su proceso de prueba y error en pequeñas muestras ya que en este caso el proceso se podía llevar a cabo dentro de la misma área, por otro lado, en este proyecto a pesar de esta limitante se pudieron realizar pruebas en un escalímetro ya que una de las escalas obtenidas ya que se usaba para otros rollos con la misma escala al hacer notación de este dato se procedió a medir

las nomenclaturas con la misma escala para proyectar los posibles resultados siendo estos positivos ya que concordaron. De haber tenido la oportunidad de grabar y hacer pruebas dentro de la misma compañía como en el trabajo de morales el tiempo de implementación habría sido más corto y se habrían corregido estos detalles a la brevedad como en el caso de la soldadura.

El proyecto planteado en (Ramos, 2019) coincide en el tema de inventarios y metodología, en el se implementa una mejora en el sector de desperdicios o mayormente denominadas como defectos, mientras que en este proyecto se enfoca en la correcta realización y control del inventario físico, tratando de disminuir la variación de materia prima que se refleja después de aplicar el método de medición del escalímetro manual en concreto se busca eliminar un defecto que afecta en los inventarios físicos y proyectados a efectivo. En la investigación de la falla de tarjetas electrónicas se optó por un método manual al 100% para contabilizar los defectos un método más tardado y con más posibilidades de falla mientras que en el proceso de contabilización de componentes se llevó a cabo mediante el escaneo del bar y captura del total de componentes obtenido de la medición con el escalímetro el cual también es monitoreado por el área de materiales para evitar equivocaciones.

Otro de los proyectos muy relevantes para la realización de este fue el de (Salcido, 2021) ya que se menciona el considerar tres puntos importantes una modificación o implementación como lo son la capacitación del personal, el uso de la maquinaria o método y por último la revisión para la modificación de procedimientos o sistemas, proceso y pensamiento crítico que oriento al curso y metas que guiarían a un proceso exitoso. Como se menciona en el proyecto de implementación de nuevos productos es necesaria la comunicación con otros departamentos y en el caso de este proyecto se logró llegar a eso ya que el departamento de finanzas, materiales e ingeniería trabajaron en conjunto para optimizar las herramientas que llevan a cabo la contabilización de los rollos que repercuten en el inventario y en lo económico ya que depende de los componentes con los que

se cuenta el tomar futuras decisiones de nuevos trabajos.

Eso sin mencionar que al igual que el resto de los proyectos seleccionados como antecedentes cuentas con la implementación de la misma metodología en ámbitos similares o no, pero con fines similares. A lo largo de este proyecto se tomaron en cuenta las propuestas de diversos autores, pero sin olvidar el transmitir una aportación para facilitar los trabajos de los futuros proyectos del mismo giro empresarial.

Referencias bibliográficas

- Beristain . (2019). Control de la variabilidad de rueda dentada para maquinaria. *Ingeniantes*, 61-69.
- Burgasi, Cobo y Perez. (2021). EL DIAGRAMA DE ISHIKAWA COMO HERRAMIENTA DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN: UNA REVISIÓN DE LOS ÚLTIMOS 7 AÑOS. *Tambara*, 4-5. Obtenido de http://tambara.org/wp-content/uploads/2021/04/DIAGRAMA-ISHIKAWA_FINAL-PDF.pdf
- Cadena. (2017). Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación. *SCIELO*, 4. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342017000701603#:~:text=La%20distinci%C3%B3n%20m%C3%A1s%20obvia%20que%20cabe%20establecer%20entre,documentos%2C%20correspondencia%2C%20registros%20y%20estudios%20de%20casos%20pr%C3%A1ctico
- Carlo, L. (2019). Lean Six Sigma Sistema de gestión para liderar empresas. *PUCP*, 1.
- Carrillo. (2021). Reducción de ruido industrial en un proceso productivo metalmecánico: Aplicación de la metodología DMAIC de Lean Seis Sigma. *UCP*, 42-43.
- Castillo. (17 de Abril de 2021). *Repositorio UTP*. Obtenido de Implementación de la Metodología Lean Six Sigma para reducir costos de producción en el proceso

- de fabricación de transformadores de baja tensión en la empresa NIUSA S.A.C.: https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/4685/M.Castillo_Trabajo_de_Suficiencia_Profesional_Titulo_Profesional_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- García. (2020). Aplicación de metodología DMAIC en la resolución de problemas de calidad. *MunduFesc*. Obtenido de <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/508>
- Gutiérrez y Vara. (17 de Abril de 2009). Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma. En H. y. Gutiérrez, *Control Estadístico de la calidad y seis sigma tercera edición* (págs. 2-11). México: Mc Graw-Hill Interamericana editores. Obtenido de Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma: https://www.academia.edu/43173897/Control_Estad%C3%ADstico_de_la_Calidad_y_Seis_Sigma
- Kurnia, y Purba. (2021). Una revisión sistemática de la literatura de Lean Six Sigma en varias industrias. *Revista de Ingeniería y Gestión de sistemas industriales*, 9 (2), 19-30.
- Mahmoud, Haddad y Musharbash. (2018). Using Six Sigma DMAIC Methodology and Discrete Event Simulation to Reduce Patient Discharge Time in King Hussein Cancer Center. *Hindawi*, 3-4. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6035855/>
- Medina, J. (2018). Efecto del mantenimiento industrial, maquinaria y equipo, mano de obra, métodos. *ECORFAN-Perú*, 34-44.
- Morales, R. I. (2020). Aplicación de Herramientas Seis Sigma en la Solución de Problema de Soldabilidad. *Repositorio Institucional del Tecnológico Nacional de México*, 135. Obtenido de <http://51.143.95.221/bitstream/TecNM/1249/1/Rodolfo%20Ivan%20>
- Pachas. (2019). Aplicación de un programa de mejora continua utilizando Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing) en el nivel de gestión del proceso de cartonera de la empresa la Calera en la provincia de Chincha. *Universidad Ricardo Palma*, 18-19.
- Pérez, Hernández y Luviano. (2020). Aplicación AMEF con MOORA para la evaluación de un caso. *mundofesc*, 29. Obtenido de <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/627/589>
- Ramos. (2019). Optimización del análisis de falla de tarjetas electrónicas con Seis Sigma. *Dialnet*, 58. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7082358>
- Rosales y Moreno. (2020). Implementación de la herramienta AMEF para reducir mermas en la producción de textos escolares Editorial Bruño, Ate Vitarte 2020. *Repositorio UCV*, 18. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63150>
- Salcido. (2021). Diseño e implementación de un sistema de buenas prácticas, para la introducción exitosa de un nuevo producto automotriz en el departamento de ingeniería. *ITESO*, 88. Obtenido de <https://rei.iteso.mx/bitstream/handle/11117/7702/TOG%20FINAL%2026-11-2021%20PISS.pdf?sequence=1>
- Sanchez. (2020). *Google libros*. Recuperado el Marzo de 2022, de ANÁLISIS FODA O DAFO El mejor y más completo estudio con 9 ejemplos prácticos: <https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=6h0JEAQAQBAJ&oi=fnd&pg=PT10&dq=implementacion+del+dafo&ots=8ZPLRhisAh&sig=OzWpdso1hzqJkFYkfCs9XwXG4NY#v=onepage&q&f=false>
- Socconini y Escobedo . (19 de marzo de 2021). *Lean Six Sigma Black Belt Paoa Paso Marge Books*. Obtenido de Lean Six Sigma Black Belt Paoa Paso Marge Books: https://www.academia.edu/40610819/Lean_Manufacturing_Paso_A_Paso_Luis_Socconini_pdf