

Aplicación de la metodología DMAIC para mejorar la productividad de una planta embotelladora de agua mineral en Junín, Perú

Fiorella Rosalinda Huanuco Porras and Diana Amaly Palomino Crispin

Escuela Académica Profesional de Ingeniería Industrial
Universidad Continental
Huancayo, Junín, Perú
71486128@continental.edu.pe, 74251072@continental.edu.pe

José Antonio Velásquez Costa

Escuela Académica Profesional de Ingeniería Industrial
Universidad Continental
Huancayo, Junín, Perú
jvelasquezc@continental.edu.pe

Herbert Antonio Vilchez Baca

Escuela Académica Profesional de Ingeniería Industrial
Universidad Continental
Huancayo, Junín, Perú
hvilchez@continental.edu.pe

Summary

Efficiency in the bottling process is of the utmost importance to stand out in the bottling industry, as it is necessary to maintain product quality and customer satisfaction. The following article presents a case study on the application of the DMAIC methodology in a mineral water bottling plant in Junín, Peru, with the aim of improving productivity. The DMAIC methodology, which stands for Define, Measure, Analyze, Implement and Control, is a widely used tool in process and quality management for continuous improvement. The main problems that affected the productivity of the plant were identified, data was collected, analyzed and actions were implemented to improve performance. The results showed a significant improvement in productivity.

Keywords

Lean Six Sigma, DMAIC, bottling plant, efficiency, productivity, DMAIC methodology.

Resumen

La eficiencia en el proceso de embotellado es de suma importancia para destacar en la industria embotelladora, pues se necesita mantener la calidad del producto y la satisfacción del cliente. En el siguiente artículo se presenta el estudio de caso sobre la aplicación de la metodología DMAIC en una planta embotelladora de agua mineral en Junín, Perú, con el objetivo de mejorar la productividad. La metodología DMAIC, que significa Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar, es una herramienta ampliamente utilizada en la gestión de procesos y calidad para la mejora continua. Se identificaron los principales problemas que afectaban la productividad de la planta, se recolectaron datos, se analizaron y se implementaron acciones para mejorar el rendimiento. Los resultados mostraron una mejora significativa en la productividad.

Palabras clave

Lean Six Sigma, DMAIC, planta embotelladora, eficiencia, productividad, metodología DMAIC.

1. Introducción

De acuerdo con un estudio realizado por la empresa Kantar Worldpanel, entre los años 2014 y 2017 Perú ha pasado de un 24% a un 30% en el consumo de agua embotellada, además, existió una reducción del 3% del

consumo de gaseosas. Asimismo, la Cámara de Comercio de Lima informó, que la importación de agua embotellada (que representa el 22% del total de la importación de bebidas no alcohólicas), incrementó en un 134%, ya que, evidencia que en 2018 ingresó 498,765 litros de agua y en la temporada de verano 2019 un millón 175,715 litros [1].

Montero (2019) a través de la consultora Euromonitor International “estimó al 2019 en 135,600 millones de dólares el mercado mundial de agua embotellada, y proyectó que al 2022 este valor llegaría a alcanzar la friolera de 170,900 millones de dólares”. La tentativa de inversión en este sector implica apuntar a la competitividad, productividad y demás indicadores de desempeño que avalen la correcta gestión de operaciones y la disminución de desperdicios dentro del proceso productivo.

Para el 2022, la revista Economía Revista de Actualidad, Gestión y Turismo comentó que “en el Perú se consumen 1.400 millones de litros de agua embotellada al año, una importante cifra, pero aún no se compara a los 3.000 millones de litros de gaseosas que se consumen al año en nuestro país. Pero, mientras que la industria de gaseosas está en desaceleración (-1.5% al año), la de agua envasada se encuentra en pleno crecimiento (2% al año)”.

La planta embotelladora de Junín no tiene una capacidad de producción definida, ya que producen de 300 a 450 paquetes de 15 unidades y 500ml por semana, ello se debe a que su sistema de producción es empírico, por lo cual se genera una serie de pérdidas de materia prima y tiempo. La importancia de la investigación radica en corroborar si la metodología DMAIC incrementará la productividad de mano de obra y recursos de una planta embotelladora de agua mineral en Junín.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Incrementar la productividad mediante la aplicación de la metodología DMAIC en una planta embotelladora de Junín.

1.1.2. Objetivos específicos

- Identificar correctamente el principal problema
- Proponer y desarrollar alternativas de mejora
- Evaluar los resultados obtenidos

2. Revisión de la literatura

Tabla 1. Revisión de literatura acerca de la aplicación de Six Sigma y DMAIC

Artículo	Autores	Año	Editorial	Problema	Metodología	Resultados
Application of Six Sigma Methodology in an Automotive Manufacturing Company: A Case Study	Yung-Tsan Jou, Riana Magdalena Silitonga, Ming-Chang Lin, Ronald Sukwadi, Jovian Rivaldo	2022	Quality Management and Sustainability	Rechazo en los productos del motor sin escobillas.	Six Sigma DMAIC	A partir de los métodos aplicados el nivel Six Sigma tuvo un aumento de 5,11 a 5,44.
Lean Six Sigma Application to Improve a Water Bottling Process	Al-Aomar, Raid Al-Hamed, Amal Khalifeh, Ranin Hasan, Fatima	2018	IEEE International Conference on Technology Management, Operations and Decisions	Deficiencia en los procesos de producción y embotellado de agua.	VSM Lean Six Sigma	Como resultado se tuvo mejoras múltiples en el proceso de embotellado, disminución en los errores y en el número de botellas defectuosas.

Operational Excellence in a Biogas Plant through Integration of Lean Six Sigma Methodology	Samet Cinar, Senem Önen Cinar, Christian Staudter, Kerstin Kuchta	2022	Multidisciplinary Digital Publishing Institute	El tamaño de partícula, la frescura del sustrato y la cantidad de contenido de arena en el sustrato contienen un efecto significativo en la cantidad deseada de biogás.	Lean Six Sigma	La metodología Lean Six Sigma nos permite realizar una optimización de procesos estructurales y basada en datos en tecnología de biogás, pudiendo finalmente optimizar el proceso para poder llegar a satisfacer las necesidades del cliente.
Impact of Stakeholders on Lean Six Sigma Project Costs and Outcomes during Implementation in an Air-Conditioner Manufacturing Industry	Jawad Sarwar, Awais Ahmed Khan, Arshad Khan, Ali Hasnain, Syed Muhammad Arafat, Hafiz Umar Ali, Ghulam Moeen Uddin, Marcin Sosnowski, Jaroslaw Krzywanski	2022	Process Control and Supervision	Poca capacidad de producción y costos elevados en el proceso actual.	Lean Six Sigma DMAIC	Se analizaron las causas raíz con el objetivo de verificar el impacto en la baja productividad y los costos elevados, este documento nos presenta un caso de estudio que sirve como guía para aplicar la metodología LSS y DMAIC en el área de procesos en cualquier tipo de planta.
Application of lean Six Sigma methodology using DMAIC approach for the improvement of bogie assembly process in the railcar industry	Ilesanmi Daniyan Adefemi Adeodu Khumbulani Mpofu Rendani Maladzhi Mukondeleli Grace Kana-Kana Katumba	2022	Cell Press	Cantidad de desperdicios elevados y deficiencia operativa durante el montaje del automotor bogie.	Lean Six Sigma DMAIC	Mejora significativa en la eficiencia del ciclo del proceso (PCE), a través de la implementación del enfoque de mejora continua de procesos.

3. Metodología

3.1. Definir:

Esta primera etapa consiste en el diagnóstico inicial y planteamiento del problema a tratar mediante el uso de herramientas para mejor entendimiento del caso y la recepción de información.

GEMBA WALK: Este instrumento permite basarse en la información yendo al lugar de los hechos de ahí su nombre y no en la experiencia y la intuición. Al ser una visita de aprendizaje implica estar en la disposición de aprender del operario en este caso mediante observación directa y preguntas sobre las actividades que realiza.

Reglas de las 3 GEN

- En el GEMBA - Al lugar
- Ver el GEMBUTSU - La cosa.
- Conocer el GENJITSU- Aclarar la realidad con datos.

Proceso de producción identificado: El proceso comienza cuando el agua de manantial pasa por un proceso de enfriamiento, para luego ir al primer filtrado seguidamente va al segundo filtrado para luego ser ozonizado, en donde se eliminan ciertas impurezas y bacterias; (se espera un promedio de 1 hora para que el tanque de 1000 litros se llene). El producto se puede gasificar o mantenerse en su forma natural. De manera paralela el insumo de las botellas pasa por un proceso de desinfectado. Luego estos envases son lavados y finalmente pasan a ser inspeccionados. Lo mismo sucede con las chapas que son desinfectadas. Luego pasan a ser lavadas para finalmente ser inspeccionadas por 1 operador. Seguidamente se llenan las botellas con el agua mineral, el cual pasó por los procesos mencionados anteriormente, con una cantidad de 500 ml. Entonces estos envases son enchapados para luego ser inspeccionados y pasar a etiquetarlas (se demora un promedio de 1.5 horas para el secado de las botellas envasadas y unas 1.5 horas para etiquetarlas). Por último, las botellas de agua mineral pasan a ser empaquetadas e inspeccionadas al mismo tiempo (demorando en promedio 1 hora). Estos empaques están hechos por 15 botellas de agua mineral Llocllapampa. Número de trabajadores: La empresa cuenta con trabajadores, que cumplen las siguientes funciones, lavado de botellas, tapado, enroscado, control de calidad, traslado, secado, etiquetado, empaquetado, distribución y ventas.

Se formularon cuestionarios para extraer información concerniente al problema y demás aspectos claves como, cuál es la meta de producción diaria que desea alcanzar la empresa, cuál considera usted que es el principal problema en la empresa, por qué desechan el agua que no lograron embotellar al final de la jornada, por qué considera usted que no se logra abarcar un mercado más amplio.

Delimitación del problema

Por un lado, la falta de optimización en los tiempos de cada etapa del proceso puede estar afectando seriamente la eficiencia del proceso de producción. Es decir, el tiempo que se tarda en llenar cada tanque de 1000 litros de agua y el tiempo que tardan las botellas en secarse antes de ser etiquetadas y empaquetadas pueden ser largos e ineficientes, lo que puede retrasar la entrega de los productos a los clientes y generar una posible pérdida de ventas.

Por otro lado, el trabajo manual que realizan los trabajadores puede ser un factor que afecte la calidad del producto final y la eficiencia del proceso de producción. Cada trabajador tiene varias tareas asignadas, como el lavado de botellas, el llenado de botellas, el etiquetado, el empaquetado y la inspección de calidad. Sin embargo, al no ir acorde con la velocidad de la línea de embotellado, es posible que se produzcan errores o retrasos en el proceso de producción, lo que podría afectar la calidad del producto terminado.

Además, es importante tener en cuenta que la industria de la embotelladora de agua mineral es altamente competitiva y los clientes suelen ser muy exigentes en cuanto a la calidad y entrega del producto. Por lo tanto, cualquier demora o problema en el proceso de producción puede llevar a la pérdida de clientes y afectar seriamente la rentabilidad de la empresa.

Se denota la baja eficiencia en el proceso de producción de la planta embotelladora de agua mineral Llocllapampa debido a la falta de optimización en los tiempos de cada etapa del proceso, lo cual puede generar demoras en la entrega de los productos a los clientes. Además, el trabajo manual requerido en la línea de embotellado debido a imperfecciones en la maquinaria puede generar una sobrecarga de tareas y una posible disminución en la calidad del producto final. Afectando de manera crítica en la productividad de la planta, por ende, la baja rentabilidad de la empresa.

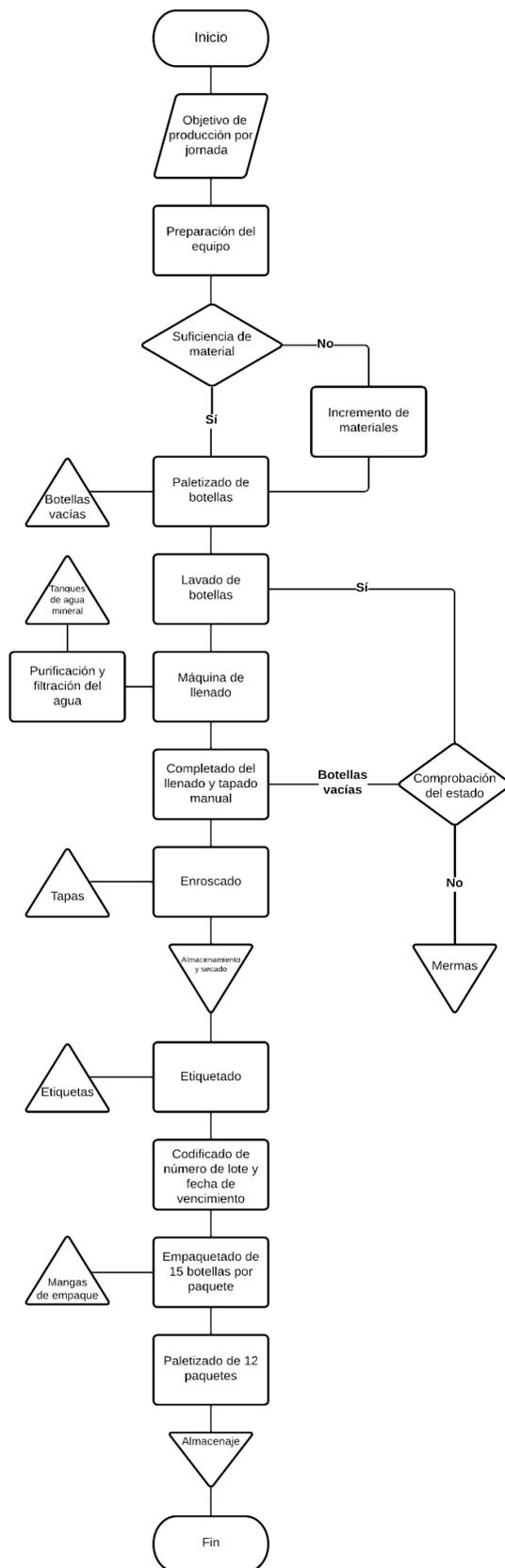


Figure 1. Proceso de embotellado actual

Entrevistas semi estructuradas

3.2. Medir

Esta etapa implica expresar mediante cifras el problema, formulación del objeto de estudio y las variables a considerar.

Medición del problema

El problema detallado genera que no se cumpla con la producción establecida ya sea por retardo en envíos de materiales o materiales defectuosos en el envío. Se obtiene de la información histórica del número de días sin producción, valor de los pedidos, costo de mano de obra por día y análisis de disminución de pedidos de manera que se obtiene datos para poder cuantificar la pérdida total, la cual asciende a S/ 3292.50 semanales, lo cual equivale a pérdidas de alrededor de 80 paquetes a la semana, en promedio 600 litros de agua purificada y además 9 horas de trabajo por personal.

Nº de días sin producción: Son 5 horas por día que no se produce, debido a la espera que cargue el agua, también al secado de las botellas (2 horas) y finalmente 3 horas se dedican al etiquetado y empaquetado.

Nº de clientes insatisfechos: Son alrededor de 15 clientes nuevos cada semana que realizan pedidos entre 5 a 10 paquetes y que no son abastecidos debido a la falta de stock.

Litros de agua desperdiciada: Se llena los tanques a la capacidad de 1000 litros para iniciar la producción sin embargo solo se llenan de 150 a 225 paquetes por jornada de producción, el cual se da 2 veces por semana.

Objeto de estudio

Implementar mejoras que apoyadas en la aplicación del ciclo DMAIC permitan incrementar la productividad dentro de la empresa. El objetivo no es sólo incrementar la productividad y la generación de mayores utilidades para las empresas sino fomentar una mejora continua dentro de la organización.

Indicadores

Tabla 2. Cuadro resumen de producción actual

Indicador	Descripción	Fórmula	Unid
Productividad H/H	Mide la producción por cada H/H.	Producción/Horas hombre	Unid/HH
Takt Time	Ritmo en que se debe producir.	Horas de trabajo/Pedidos a entregar	seg/ unidad
Eficiencia de producción	Producción real entre planificada.	Producción real/Producción planificada	%

VSM

Tras estudiar el VSM del estado actual, se ha obtenido que la capacidad máxima de producción por semana es de 375 paquetes de 15 unidades de 500ml en promedio. El tiempo de ciclo de una botella es de 6seg / unidad, el inventario total en proceso o WIP es de 3000 botellas en promedio antes del proceso de etiquetado y embalado.

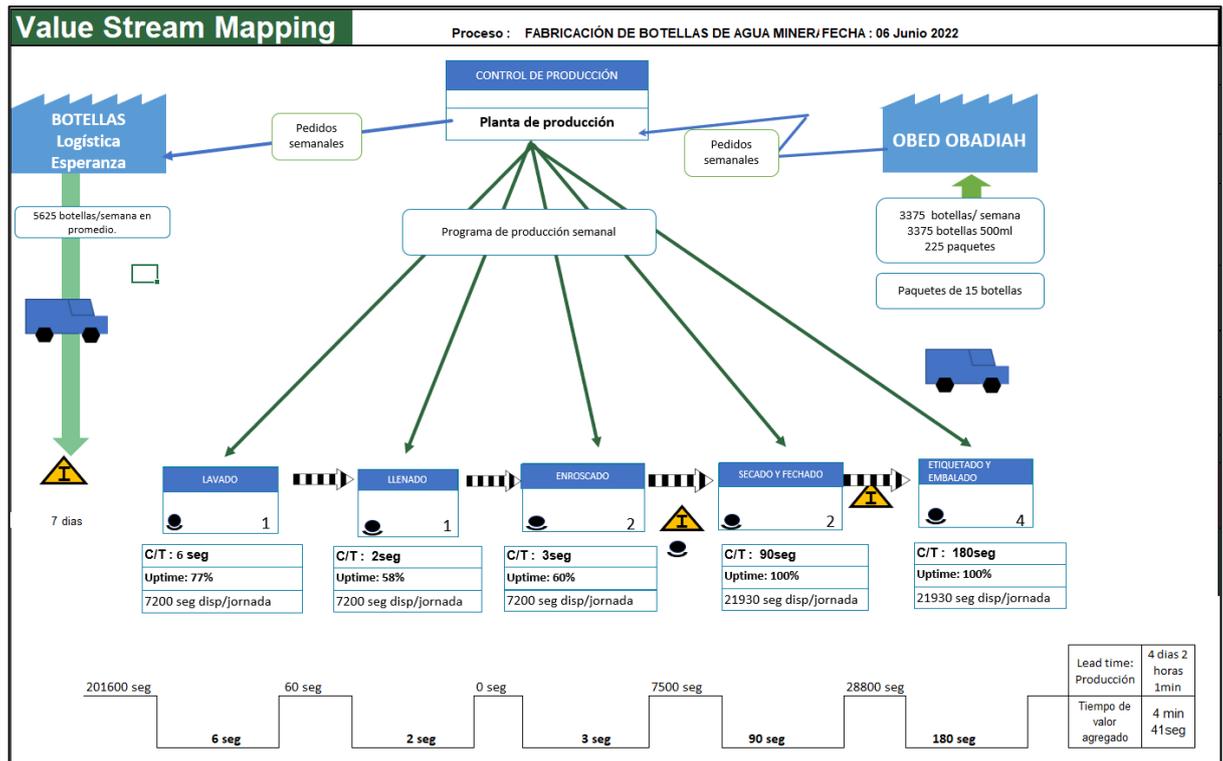


Figure 5. VSM del estado actual de la planta de embotellamiento

La familia de productos de mayor demanda son las botellas con gas de 500 ml, representando el 54% del volumen de producción, por tal motivo se procedió a realizar el flujo de valor. Se analizó el porcentaje de residuos generados, donde se encontró que para la producción de 10 bolsas comprendiendo 250 botellas cada uno, la suma de tiempo de marcha en vacío asciende a 16.67 min el cual representa el 13.89 % del tiempo de producción.

El tiempo takt se determinó en 6 seg/unidad, luego de establecer el flujo de material e información se obtuvo un tiempo de ciclo total de 22 días que en ocasiones llega a traducirse en 25 por tardanzas del proveedor.

3.3. Analizar

En esta etapa, se analizaron los datos y se investigaron las causas raíz de los problemas identificados. Además, se utilizaron herramientas como el árbol de problemas, planteamiento de las mejoras y simuladores (Flexsim).

Después de conocer el problema se procede a especificar las causas críticas mediante instrumentos que validen la influencia de ellas para el cumplimiento del objetivo general; incrementar la productividad de la planta.

Árbol de problemas

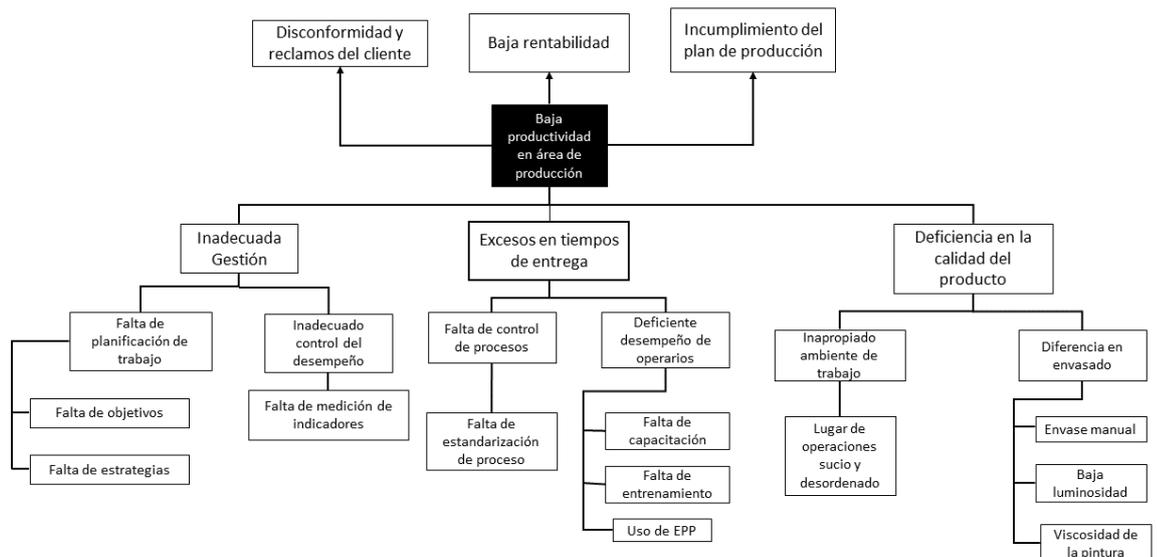


Figure 2. Árbol de problemas en base a la baja productividad en el área de producción

Alternativas de Mejora:

Se plantearon varias alternativas de mejora para optimizar el proceso de producción de la planta embotelladora de agua mineral Llocllapampa y reducir las pérdidas identificadas:

- Reorganizar el proceso de producción: Se puede reorganizar el proceso de producción para optimizar los tiempos de cada etapa y reducir los tiempos de espera. Por ejemplo, se puede adelantar el proceso de llenado de botellas para aprovechar el tiempo de secado y etiquetado. De esta manera, se puede reducir el número de horas sin producción y aumentar la eficiencia.
- Incrementar la capacidad de producción: Se puede considerar la posibilidad de incrementar la capacidad de producción de la planta embotelladora de agua mineral. Esto se puede lograr mediante la adquisición de maquinaria adicional o la ampliación de las instalaciones. De esta manera, se puede abastecer la demanda de los clientes y reducir la cantidad de clientes insatisfechos.
- Implementar un sistema de control de inventario: Un sistema de control de inventario puede ayudar a la empresa a conocer en tiempo real la cantidad de botellas disponibles, lo cual permitiría a los trabajadores anticiparse a la escasez de botellas, y realizar los pedidos con suficiente anticipación, evitando la falta de stock.
- Capacitación de personal: Es posible que con la capacitación de personal se puedan mejorar algunos procesos que generan pérdidas y reducir el tiempo empleado en las etapas del proceso, lo cual puede mejorar la calidad de los productos y disminuir el número de horas sin producción.
- Implementación de mejoras tecnológicas: La implementación de mejoras tecnológicas como el uso de máquinas de secado y etiquetado automático, así como el uso de tecnología de automatización para optimizar los procesos, pueden reducir la cantidad de tiempo requerida en las etapas del proceso, lo cual puede incrementar la eficiencia en la producción y disminuir los costos de mano de obra.
- Reducción de tiempos de espera: Se podría explorar la posibilidad de optimizar el proceso de enfriamiento y filtrado del agua, de manera que se reduzcan los tiempos de espera y se incremente la velocidad de producción. También se podrían buscar formas de acelerar el secado de las botellas, tal vez a través de la implementación de sistemas de secado más eficientes.

- **Automatización de procesos:** Se podría invertir en tecnología y equipos de automatización para ciertas etapas del proceso, como el llenado, tapado y etiquetado de las botellas. Esto podría reducir la necesidad de mano de obra y aumentar la velocidad de producción, lo que a su vez reduciría los costos y las pérdidas por falta de stock.
- **Aumento de la capacidad de producción:** Si la demanda de agua mineral sigue creciendo, una alternativa podría ser invertir en maquinaria y equipos adicionales para aumentar la capacidad de producción de la planta. Esto permitiría satisfacer la demanda de los clientes de manera más efectiva, lo que podría resultar en mayores ingresos y rentabilidad para la empresa.
- **Capacitación del personal:** Se podría capacitar al personal existente en técnicas de mejora de la eficiencia y la productividad, de manera que se puedan identificar oportunidades de mejora en el proceso y se puedan implementar soluciones de manera más efectiva. También se podrían contratar más trabajadores para reducir la sobrecarga de tareas y mejorar la calidad del producto final.

Luego de una lluvia de ideas sobre las alternativas de mejora, se seleccionó juntamente con los directivos de la empresa, las mejores propuestas de mejora para poder implementarlas.

De las alternativas planteadas, la reparación de la maquinaria automatizada en el proceso de producción podría ser una de las mejores opciones para incrementar la productividad sin generar costos altos a largo plazo. Al automatizar el proceso de llenado de botellas y enroscado, se podría reducir significativamente el tiempo dedicado a estas tareas, lo que aumentaría la cantidad de producción y reduciría el número de días sin producción. Además, la reducción del tiempo en el proceso de producción disminuiría la cantidad de agua desperdiciada y el costo de mano de obra por día.

Otra alternativa sería la reducción de tiempos de espera, se podría explorar la posibilidad de realizar otra actividad productiva mientras se lleva a cabo el proceso de filtrado y llenado de tanques de agua, de manera que se reduzcan los tiempos de espera y se incremente la velocidad de producción. También se podrían buscar formas de acelerar el secado de las botellas, tal vez mediante la implementación de sistemas de secado más eficientes.

Finalmente, también se podría considerar la implementación de un sistema de control de inventario el cual ayuda a la empresa a conocer en tiempo real la cantidad de botellas disponibles, permitiendo a los trabajadores anticiparse a la escasez de botellas, y realizar los pedidos con suficiente anticipación, evitando las interrupciones en la producción debido a la falta de stock. Esto podría mejorar la eficiencia del proceso, disminuir la cantidad de agua desperdiciada y que lleve a cabo una producción continua.

Simulación en Flexsim

Con el objetivo de tener un alcance previo respecto a los cambios a implementar en la planta embotelladora, se hizo uso del software de simulación Flexsim, el cual, nos permite prever los cambios en las diversas operaciones de un proceso, manejo de materiales y hasta la parte de manufactura. A continuación, se presenta la simulación hecha antes y después de los cambios realizados.

- **Antes de la implementación de mejora**

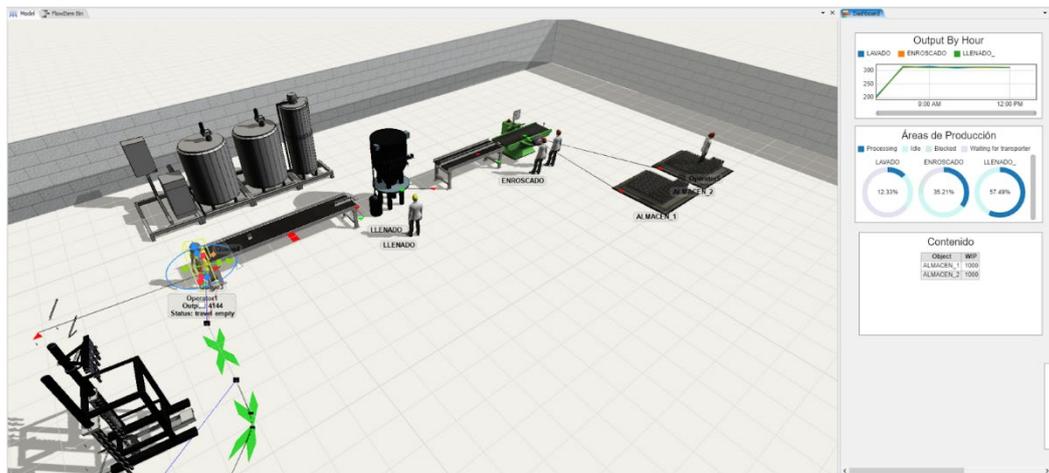


Figure 3. Representación de planta de agua mineral Llocllapampa

- En el área de lavado se aprecia un 23% de tiempo inactivo.
- En el área de enroscado se observa que existe un 40% de tiempos inactivos.
- En el área de llenado se refleja un 42% de tiempo inactivo.

- **Después de la implementación de mejora**

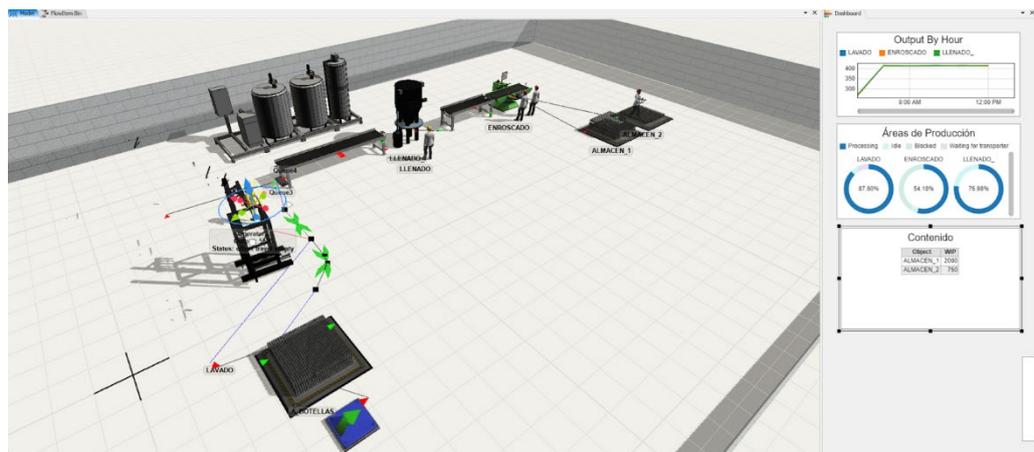


Figure 4. Planta de agua mineral Llocllapampa implementada

- En el área de lavado se aprecia un 4% de tiempo inactivo.
- En el área de enroscado se observa que existe un 5% de tiempos inactivos.
- En el área de llenado se refleja un 20% de tiempo inactivo.

3.4. Implementar

Identificadas las causas del problema y realizada la priorización se procede a realizar un plan para de mejora para reducir los defectos en el actual proceso, los cuales se expresaron en un VSM.

VSM

Tras estudiar el VSM del estado actual, se ha obtenido que la capacidad máxima de producción por día es de 10 bolsas de 250 botellas pet 500ml. El tiempo de ciclo de una botella es de 20 seg., el inventario total en proceso o WIP es de 2500 botellas antes del proceso de etiquetado y embalado.

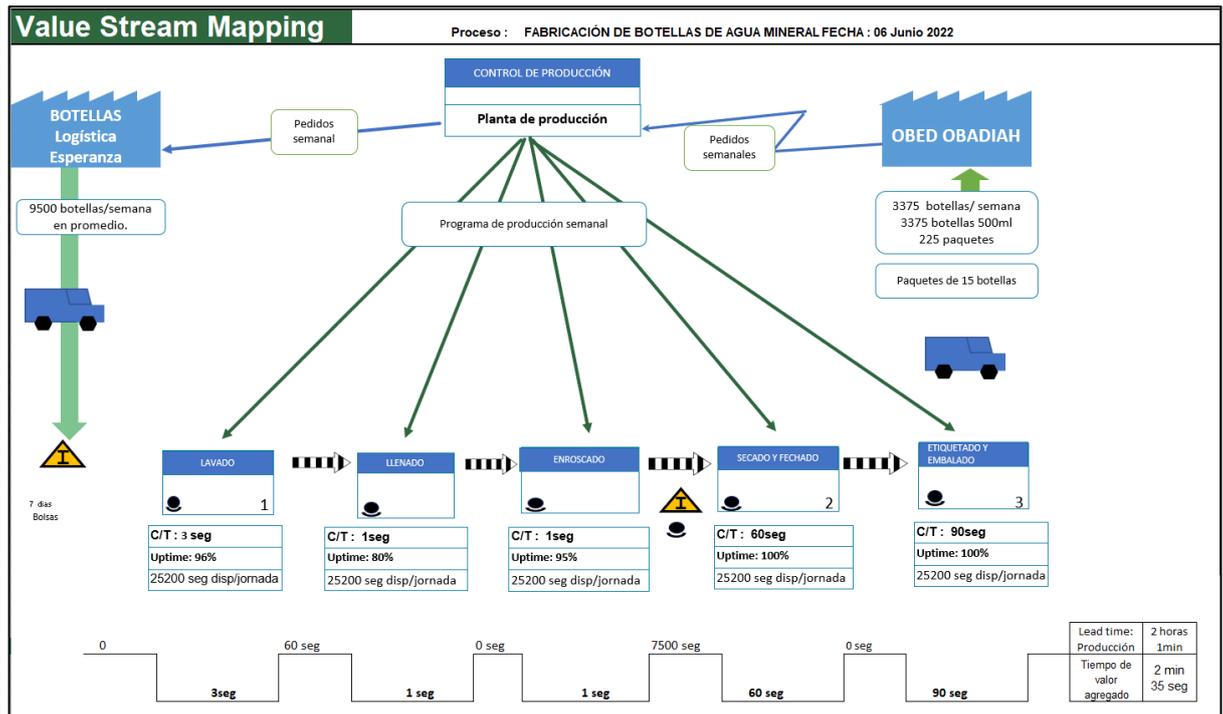


Figure 5. VSM del estado actual de la planta de embotellamiento

Con la aplicación de las mejoras en el área de lavado, proceso considerado cuello de botella, se logró eliminar el tiempo muerto en 16. 67 min, cuya causa principal era el movimiento para colocar las botellas nuevamente en la banda transportadora y las paradas para llenar la banda transportadora. Asimismo, implementando las mejoras seleccionadas se obtiene un tiempo de valor agregado de 2 minutos con 35 segundos y un lead time de 2 horas con 1 minuto.

3.5. Controlar

En la etapa de Controlar, se establecieron medidas de seguimiento y control para monitorear la eficacia de las soluciones implementadas en la etapa de Mejorar. Se establecieron indicadores clave de desempeño (KPIs) para medir el tiempo de inactividad, la tasa de desperdicio de materiales, el tiempo de ciclo promedio y la eficiencia general del equipo. Estos KPIs se monitorearon regularmente y se tomaron medidas correctivas cuando fue necesario.

4. Discusión y resultados

Después de la implementación del proyecto DMAIC, se lograron los siguientes resultados:

Tabla 3. Resultados obtenidos

Etapa	Resultados
Definir	<ul style="list-style-type: none"> Se estableció un objetivo para el proyecto: reducir los tiempos de inactividad en el transcurso del primer trimestre del año. Se identificó la necesidad de mejorar la eficiencia de los procesos para lograr el objetivo.
Medir	<ul style="list-style-type: none"> Se realizó un análisis detallado de la maquinaria y los procesos de producción para identificar los cuellos de botella y los tiempos de inactividad. Se recopiló información sobre el rendimiento de la maquinaria y los procesos mediante la implementación de un sistema de monitoreo de la producción. Se identificaron las principales causas de los tiempos de inactividad y se registraron en una lista de verificación.

Analizar	<ul style="list-style-type: none"> • Se analizó la información recopilada en la etapa de medición para identificar las causas principales de los tiempos de inactividad. • Se utilizó un diagrama de Pareto para clasificar las causas de los tiempos de inactividad por orden de importancia. • Se utilizó un análisis de causa y efecto para identificar las causas raíz de los problemas.
Implementar	<ul style="list-style-type: none"> • Se propusieron soluciones para abordar las causas raíz identificadas en la etapa de análisis. • Se implementaron las soluciones propuestas y se realizó un seguimiento continuo para evaluar su efectividad. • Se realizó un entrenamiento para el personal sobre los nuevos procesos y procedimientos.
Controlar	<ul style="list-style-type: none"> • Se establecieron medidas para monitorear el progreso y la efectividad de las soluciones implementadas. • Se estableció un plan de mantenimiento preventivo para garantizar la continuidad del proceso de mejora. • Se realizó un seguimiento continuo de los procesos y se implementaron acciones correctivas en caso de desviaciones.

En síntesis, la aplicación del enfoque de mejora de procesos DMAIC presentó los siguientes resultados

- Se logró reducir los tiempos de inactividad en un 35%.
- La tasa de desperdicio de materiales se redujo en un 80%.
- Se logró reducir el tiempo de valor agregado en 55%.
- El lead time se logró reducir en 92%.

5. Conclusión

En general, la aplicación de la metodología DMAIC resultó en una mejora significativa en la productividad de la planta embotelladora de agua mineral en Junín, Perú. Se logró reducir los tiempos de inactividad en un 35% en el primer trimestre del año y se mejoró la eficiencia de los procesos. Asimismo, la tasa de desperdicio de materiales se redujo hasta en un 80%, generando un incremento significativo en la productividad. Además, se establecieron medidas para garantizar la continuidad del proceso de mejora y el control de calidad.

Finalmente, en el presente trabajo se aplicó la metodología DMAIC en un proceso existente en la planta embotelladora de agua de Junín. Como objetivo se planteó el poder mejorar la productividad del proceso de producción el cuál se realizó mediante la mejora del tiempo actual del proceso de embotellado de agua de toda su cadena de valor a través de la metodología, analizando las causas raíz existentes, así como la capacidad que nos brinda esta metodología para poder reducir los defectos del proceso. Se pudieron establecer las acciones de mejora correspondientes que ayudarán a que en un futuro este proceso sea cada vez más óptimo. Por último, queda en evidencia que el enfoque DMAIC puede y debería ser aplicado a cualquier proceso existente, ya sea de plantas embotelladoras pequeñas, grandes o de otros insumos.

Referencias

- Al-Aomar, R., Al-Hamed, A., Khalifeh, R., and Hasan, F., International Conference on Technology Management, *Operations and Decision. Lean Six Sigma Application to Improve a Water Bottling Process*, Marrachech, Morocco, November 21 – 23, 2018.
- Anónimo, Las embotelladoras de agua, una industria en crecimiento, Disponible en: <https://www.revistaeconomia.com/las-embotelladoras-de-agua-una-industria-en-crecimiento>, March, 2022.
- Cinar, S., Cinar, S., Staudter, C., and Kuchta, K., Muldisciplinary Digital Publishing Institute, *Operational Excellence in a Biogas Plant trough Integration of Lean Six Sigma Methodology*, Hamburg, Germany, April 12 – 27 June, 2022.
- Ilesanmi, D., Adefemi, A., Khumbulani, M., Rendani, M., and Mukondeleli, G, Cell Press, *Application of lean Six Sigma methodology using DMAIC approach for the improvement of bogie assembly process in the railcar industry*, Florida, South Africa, March, 2012.
- Jou, Y., Silitonga, R., Lin, M., Sukwadi, R., and Rivaldo, J., Quality Management and Sustainability, *Application of Six Sigma Methodology in an Automotive Manufacturing Company: A Case Study*, Jakarta, Indonesia, September 28 – 4 November, 2022.
- Montero, R., Más agua, menos plástico, Disponible en: <https://elperuano.pe/noticia/90004-mas-agua-menos-plastico>, February, 2020.
- Sarwar, J., Khan, A., Khan, A., Hasnain, A., Arafat, S., Ali, H., Uddin, G., Sosnowski, M., and Krzywanski, J., Process Control and Supervision, *Impact of Stakeholders on Lean Six Sigma Project Costs and Outcomes during Implementation in an Air-Conditioner Manufacturing Industry*, 2022.

Biografía

Dr. José Antonio Velásquez Costa profesor de la Universidad Continental, Perú. Doctor en Gestión Empresarial por la Universidad Hermilio Valdizan de Huánuco sede Lima. Magíster en Ingeniería con mención en Planeamiento y Gestión Empresarial por la Universidad Ricardo Palma. Con estudios en Brasil, Colombia, Alemania y EEUU en áreas de Automatización Industrial y mejora continua. Miembro del Comité Editorial de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá Colombia. Miembro del Comité Consultivo de la revista de Investigación INDUSTRIAL DATA de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Conferencista y jurado internacional. Instructor externo calificado en Automatización Industrial de la empresa FESTO. Ha publicado varios artículos relacionados con el área de Automatización. Evaluador de Patentes de Invención en INDECOPI. Evaluador FONDECYT - CONCYTEC de Proyectos de Organización de Eventos Científicos y Tecnológicos, Organización de Eventos de Promoción a la Innovación, Movilización Nacional e Internacional en CTeI, Movilización Nacional e Internacional en Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica, Organización de eventos de ciencia, tecnología e innovación tecnológica.

Mg. Herbert Antonio Vilchez Baca profesor de la Universidad Continental, Perú. Maestría en seguridad y salud en el trabajo por la Universidad Nacional del Centro del Perú. Coordinador académico EAP Ingeniería Industrial UC. Ex-jefe de planta de AJE.

Fiorella Rosalinda Huanuco Porras estudiante de Ingeniería Industrial de la Universidad Continental sede Huancayo, actual presidenta del capítulo estudiantil Chapter 692 de la IISE.

Diana Amaly Palomino Crispin estudiante de Ingeniería Industrial de la Universidad Continental sede Huancayo, actual encargada del área de investigación e innovación del capítulo estudiantil Chapter 692 de la IISE.