



POSGRADOS

Maestría en PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES

RPC-SO-30-No.506-2019

Opción de
titulación:

PROPUESTAS METODOLÓGICAS Y TECNOLÓGICAS AVANZADAS

TEMA:

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA PARA EL
INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE ENVASADO DE
CILINDROS DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO

AUTOR:

DAVID SIMON PACHECO GUERRERO
JIMMY ALBERTO GÓMEZ ORTEGA

DIRECTOR:

LUIS DANIEL CAAMAÑO GORDILLO

Guayaquil - Ecuador
2022

Autor/a:



David Simón Pacheco Guerrero
Ing. en Comercio Exterior
dpachecog2@est.ups.edu.ec



Jimmy Alberto Gómez Ortega
Ing. Industrial
jgomezo@est.ups.edu.ec

Dirigido por:



Luis Daniel Caamaño Gordillo
Ing. Industrial
Magister en Gestión de la Productividad y la Calidad
lcaamano@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

©2022 Universidad Politécnica Salesiana.

GUAYAQUIL – ECUADOR – SUDAMÉRICA

Pacheco Guerrero David Simón y Gómez Ortega Jimmy Alberto

APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA LEAN SIX SIGMA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE ENVASADO DE CILINDROS DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO 2022

RESUMEN

En la actualidad, la eficiencia de los equipos necesarios para producir GLP es muy baja, la tecnología está obsoleta porque no se han introducido las últimas tecnologías y, de hecho, los fabricantes no producen piezas de repuesto ni kits de mantenimiento básicos para optimizar el proceso.

El presente trabajo investigativo tiene como objetivo aplicar la metodología lean six sigma para el incremento de la productividad del proceso de envasado de cilindros de gas licuado de petróleo, mediante la detección de los principales inconvenientes que existen para satisfacer la demanda de GLP, la medición de producción del proceso, la mejora de aspectos que presentaron mayores complicaciones de acuerdo con el análisis efectuado mediante estrategias de predicciones y el control de la validación del funcionamiento de las soluciones del proceso.

La metodología empleada fue deductiva con un diseño no experimental y un enfoque mixto. La información obtenida se basó en las opiniones rendidas por 38 individuos entre clientes y trabajadores permitiendo recopilar información pertinente y fidedigna sobre los principales problemas del proceso de llenado de GLP. Entre los principales resultados obtenidos se obtuvo que la extracción del gas sobrante en los cilindros se posiciona como el proceso que más tiempo toma a la hora de realizar el abastecimiento de este, debido al tipo de maquinaria que se emplea para llevarlo a cabo. Así también se constató que productividad de la empresa, no presenta un gran desfase, ya que este es menor con aproximadamente \$700 al estimado por los directivos de esta. Por otro lado, la eficiencia que poseía la empresa en el proceso de producción de cilindros de GLP era del 58% y se vio aumentada en un 59%, resultando en una eficiencia total del 92% una vez aplicada la metodología Lean Six Sigma.

Palabras clave: Lean Six Sigma, gas licuado de petróleo, producción, productividad, proceso de llenado

ABSTRACT

At present, the efficiency of the equipment required to produce GLP is very low, the technology is obsolete because the latest technologies have not been introduced and, in fact, manufacturers do not produce spare parts or basic maintenance kits to optimize the process.

The objective of this research work is to apply the Lean Six Sigma methodology to increase the productivity of the liquefied petroleum gas cylinder packaging process, by detecting the main drawbacks that exist to satisfy the demand for GLP, the measurement of the production of the process, the improvement of aspects that presented greater complications according to the analysis carried out through prediction strategies and the control of the validation of the operation of the process solutions.

The methodology used was deductive with a non-experimental design and a mixed approach. The information obtained was based on the opinions given by 38 individuals between clients and workers, allowing the collection of pertinent and reliable information on the main problems of the LPG filling process. Among the main results obtained, it was obtained that the extraction of the excess gas in the cylinders is positioned as the process that takes the longest to supply it, due to the type of machinery used to carry it out. Thus, it was also found that the productivity of the company does not present a great lag, since this is less with approximately \$ 700 than that estimated by the directors of this. On the other hand, the efficiency that the company had in the GLP cylinder production process was 58%, which was augmented in a relation of 59%, resulting in a 92% efficiency total by the time the Lean Six Sigma methodology was applied.

Keywords: Lean Six Sigma, petroleum liquid gas, production, productivity, filling process

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| 1 CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN | 11 |
| 1.1 Situación Problemática..... | 12 |
| 1.2 Formulación del problema. | 14 |
| 1.3 Justificación Teórica | 14 |
| 1.4 Justificación Práctica | 16 |
| 1.5 Objetivos | 18 |
| 1.1.1 Objetivo General..... | 18 |
| 2 CAPITULO II: MARCO TEÓRICO..... | 19 |
| 2.1 Antecedentes de investigación..... | 19 |
| 2.2.2 Gas líquido de Petróleo; Antecedentes Históricos | 26 |
| 3 CAPÍTULO III: METODOLOGÍA | 34 |
| 3.1 Análisis de la metodología de la investigación | 34 |
| 3.1.1 Método de la investigación | 34 |
| 3.1.2 Tipo de Investigación | 34 |
| 3.1.3 Técnicas e Instrumentos de Investigación | 35 |
| 3.1.4 Unidad de Análisis | 36 |
| 3.2 Análisis del proceso | 39 |
| 3.3 Diagrama de Ishikawa | 59 |
| 3.4 Resultados de la implementación de la metodología Lean Six Sigma | 65 |
| Estado de la empresa una vez aplicada la metodología Lean Six Sigma | 66 |

| | |
|--|-----------|
| 4 CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 75 |
| 4.1 Análisis, interpretación y discusión de resultados..... | 75 |
| 4.1.1 Encuesta..... | 75 |
| 4.1.2 Entrevistas..... | 84 |
| 4.2 Presentación de Resultados..... | 93 |
| 4.3 Productividad y eficiencia..... | 95 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 99 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Población de estudio Fuente: Duragas | 37 |
| Tabla 2. Proceso de Gestión de Envasado | 41 |
| Tabla 3. Requerimientos..... | 42 |
| Tabla 4. Capacidad del Proceso..... | 49 |
| Tabla 5. Control por hora | 51 |
| Tabla 6. Análisis de las varianzas..... | 54 |
| Tabla 7. Medias | 54 |
| Tabla 8. Agrupación tukey | 55 |
| Tabla 9. Eficiencia de los carruseles antes de aplicar el método Lean Six Sigma | 65 |
| Tabla 10. Organización de los turnos antes de aplicar el método Lean Six Sigma..... | 65 |
| Tabla 11. Eficiencia de los carruseles luego de aplicado el método Lean Six Sigma..... | 66 |
| Tabla 12. Organización de los turnos luego de aplicado el método Lean Six Sigma..... | 66 |
| Tabla 13. Toma de datos índice calidad | 70 |
| Tabla 14. Control de Peso..... | 71 |
| Tabla 15. Control de calidad..... | 72 |
| Tabla 16. Mantenimiento Preventivo | 73 |
| Tabla 17. Metodología para el análisis de datos..... | 74 |
| Tabla 18. Llenado de los cilindros de gas licuado de petróleo. Fuente: Investigación de campo | 75 |
| Tabla 19. Procesos de abastecimiento de GLP. Fuente: Investigación de campo | 76 |

| | |
|---|----|
| Tabla 20. Maquinaria empleada en el proceso de llenado de cilindros de gas doméstico. Fuente: Investigación de campo | 77 |
| Tabla 21. Productividad basada en la maquinaria empleada para el proceso de llenado. Fuente: Investigación de campo | 78 |
| Tabla 22. Maquinarias y tiempo tomado en el proceso de llenado. Fuente: Investigación de campo | 79 |
| Tabla 23. Reducción de tiempo del proceso por aumento de personal. Fuente: Investigación de campo..... | 80 |
| Tabla 24. Influencia del tamaño del cilindro en la velocidad del proceso de abastecimiento. Fuente: Investigación de campo | 81 |
| Tabla 25. Aplicación de plan de mantenimiento preventivo. Fuente: Investigación de campo | 82 |
| Tabla 26. Frecuencia del mantenimiento de las maquinarias. Fuente: Investigación de campo | 82 |
| Tabla 27. Calidad de los procesos de llenado de cilindros de gas. Fuente: Investigación de campo | 83 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Árbol de problema Fuente: Planta Envasadora..... | 13 |
| Figura 2. Cilindro Fuente: (Sánchez León, 2016) | 28 |
| Figura 3. Cinta transportadora Fuente: (Sánchez León, 2016)..... | 29 |
| Figura 4. Carrusel de llenado Fuente: (Sánchez León, 2016)..... | 29 |
| Figura 5. Proceso de llenado Fuente: (Sánchez León, 2016) | 30 |
| Figura 6. Diagrama de Flujo. Fuente: (Sánchez León, 2016)..... | 31 |
| Figura 7. Proceso de negocio..... | 40 |
| Figura 8. Voz de cliente o CTQ'S | 42 |
| Figura 9. Requerimientos y calificación..... | 43 |
| Figura 10. Clasificación del modelo Kano | 43 |
| Figura 11. Diagrama Kano | 44 |
| Figura 12. Mapeo del proceso | 45 |
| Figura 13. Mapeo - Generar ordenes de Carga..... | 45 |
| Figura 14. Mapeo - Generar Factura | 46 |
| Figura 15. Mapeo - Ventanilla de Pago | 46 |
| Figura 16. Mapeo - Llenado de producto | 47 |
| Figura 17. Mapeo - Despacho de Cilindros..... | 47 |
| Figura 18. Diagrama de caja y Bigote | 52 |
| Figura 19. Gráfico de probabilidad..... | 52 |
| Figura 20. Test de igualdad | 53 |

| | |
|--|----|
| Figura 21. Test de igualdad grafico | 53 |
| Figura 22. Grafica Tukey..... | 55 |
| Figura 23. Gráfico de intervalo..... | 56 |
| Figura 24. Gráfica Residual..... | 56 |
| Figura 25. Diagrama espina de pescado de la capacidad de producción..... | 60 |
| Figura 26. Diagrama de Pareto | 61 |
| Figura 27. EGP o Reporte de producción y novedades | 69 |
| Figura 30. Llenado de los cilindros de gas licuado de petróleo | 75 |
| Figura 31. Procesos de abastecimiento de GLP | 76 |
| Figura 32. Maquinaria empleada en el proceso de llenado de cilindros de gas doméstico .. | 77 |
| Figura 33. Productividad basada en la maquinaria empleada para el proceso de llenado.... | 78 |
| Figura 34. Maquinarias y tiempo tomado en el proceso de llenado | 79 |
| Figura 35. Reducción de tiempo del proceso por aumento de personal | 80 |
| Figura 36. Influencia del tamaño del cilindro en la velocidad del proceso de abastecimiento | 81 |
| Figura 37. Aplicación de plan de mantenimiento preventivo..... | 82 |
| Figura 38. Frecuencia del mantenimiento de las maquinarias | 83 |
| Figura 39. Calidad de los procesos de llenado de cilindros de gas | 84 |

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El gas licuado de petróleo es una combinación de sustancias que se componen fundamentalmente de propano, butano, isobutano, propileno y buteno. Sin embargo, el concepto se utiliza generalmente para referirse a una mezcla de propano y butano. Este compuesto se encuentra en estado gaseoso en temperatura ambiente, y presión de 1 atm, pero su licuado puede darse por el conjunto de procesos de enfriamiento y compresión.

El suministro de gas licuado de petróleo generalmente se entrega en tanques grandes a granel, su principal mercado se halla en el uso doméstico, comercial e industrial, donde se ofrece combustible purificado para su uso en la cocina, calefacción y automóviles. En el mercado industrializado el gas licuado de petróleo es adecuado para actividades donde se requiere gas de alta calidad, por lo que los costes de almacenamiento y mantenimiento son bastante altos, limitando sus aplicaciones.

En la actualidad, la eficiencia de los equipos necesarios para producir GLP es muy baja, la tecnología está obsoleta porque no se han introducido las últimas tecnologías y, de hecho, los fabricantes no producen piezas de repuesto ni kits de mantenimiento básicos para optimizar el proceso.

Por lo tanto, dentro de cualquier empresa que encuentre inconvenientes de este tipo, es necesario realizar un diagnóstico inicial para sustituir el equipo por otro que mejore la productividad, pero sin malgastar los recursos proporcionados por la empresa. La eliminación de problemas en el sistema de producción no sólo busca una mejora en la línea de control, sino también aumentar los beneficios humanos y económicos de la empresa, donde se pueda lograr la optimización de todos los recursos e incrementar la productividad.

El uso de metodologías dentro de la solución de problemas aporta beneficios a cualquier organización, su aplicación contribuye a la mejora del sistema de trabajo y lo convierte en un enfoque sostenible, por lo que se mantiene en las diferentes áreas de la empresa, en una o varias de sus herramientas relevantes, beneficiando así no sólo a la empresa sino también a sus empleados.

Algunos de los beneficios más importantes de su aplicación son: la reducción de los costes de producción, los plazos de entrega, el inventario, la mejora de la calidad, la reducción de la mano de obra, pero con mayor calidad y eficiencia, y la reducción de los residuos (Rojas Catillo, 2019).

Lean Six Sigma es una estrategia usada para optimizar los procesos con el fin de incrementar la eficacia y productividad. Los proyectos Six Sigma tienen como objetivo reducir la variabilidad de los procesos y, para ello, se utiliza una serie de herramientas estadísticas. Este enfoque se centra en la eliminación de los aspectos que impiden o dificultan la conformidad del producto con los requisitos del cliente. De este modo, permite reducir el número de defectos en el producto final (Socconini y, Reato, 2019).

En la actualidad, no se identifica la calidad con el lujo, el tamaño, la excelencia, o el brillo, la idea de la calidad es intangible, es una característica fundamental que se exige a todos los productos que compran los clientes hoy en día. Los sistemas de calidad han evolucionado considerablemente en los últimos años, desde que las empresas descubrieron que podían conseguir un "control de calidad" para conseguir un producto de alta calidad sin aumentar los costes, tomando precauciones y capacitando al personal para conseguir la calidad (Chacon y, Rugel, 2018).

1.1 Situación Problemática.

La planta de Gas Licuado de petróleo en cilindros de Gas domésticos e industrial de las empresas Duragas, Congas y Petro comercial ofrece a sus clientes el llenado de sus cilindros en las instalaciones para las provincias de Guayas, Los Ríos, Cuenca y demás con la mejor planta del país a través de 4 carruseles. El cliente llena sus cilindros hasta las 5 am por lo que resulta necesario disminuir tiempos con el fin de reducir costos.

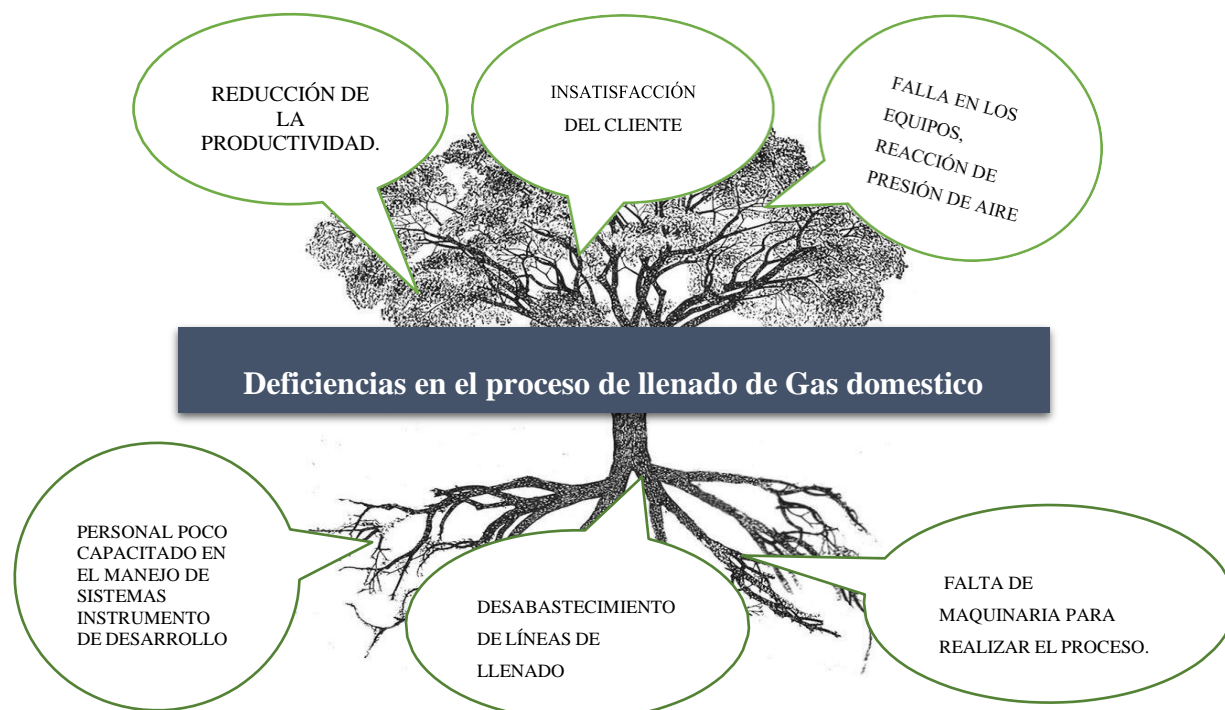
La planta de envasado de cilindros actualmente cuenta con dos carruseles de marca Kosan Crisplant y sirve para el envasado de cilindros domésticos de los cuales cada carrusel cuenta con 24 balanzas y 2 bombas, una principal y de respaldo. Cada carrusel cuenta con 2 líneas transportadoras que contienen 17 motorreductores para el traslado de cilindros por el sistema de cadenas transportadoras de cilindros.

La operación en la planta de envasado de cilindros domésticos de gas licuado de petróleo en el sistema de carruseles, presenta reducciones en el llenado de cilindros domésticos por diferentes motivos; fallos que se presentan son por problemas en balanzas cerradas, problemas en cabezales, por no tener líneas abastecidas y por no contar con suficiente presión de (GLP) , por lo cual es imprescindible encontrar la mejor estrategia para suplir o mejorar dichas pérdidas al momento del llenado de los cilindros, dado a esta situación surge la necesidad de optimizar los carruseles o aumentar los mismos e implementar mejoras.

Para poder obtener una estrategia apropiada se considera imprescindible monitorear los equipos de la planta de envasado y bombas para verificar las condiciones en las cuales se está trabajando, realizar un análisis de los parámetros como tiempo de llenado, falla en los equipos, reacción de presión de aire, presión de bombas entre otros.

Para una mejor comprensión de la situación problemática se plantea el siguiente árbol de problema.

Figura 1 Árbol de problema Fuente: Planta Envasadora



Nota: Árbol del problema planteado en la investigación. Elaborado por Gabriel Pacheco y Jimmy Gómez (2021)

1.2 Formulación del problema.

¿Cómo la aplicación de la metodología Lean Six Sigma en el proceso de envasado de cilindros de gas licuado de petróleo permitirá el incremento de la productividad?

1.3 Justificación Teórica

Al tratarse de un combustible altamente explosivo e inflamable, se debe tener mucho cuidado en la planificación, identificación y selección de los sistemas de almacenamiento, sistemas de transporte, equipos de consumo y elementos de protección y seguridad, por medio de la repotenciación de bombas y maquinarias de la empresa en cuestión se busca mejorar la productividad del envasado GLP y a su vez reducir los riesgos existentes por la falla en algún equipo.

En Ecuador, la norma INEN 2260:2010 de instalaciones de gas combustible para uso residencial, comercial e industrial, define los parámetros mínimos de seguridad exigidos en el país y cubre todos los componentes necesarios para la instalación, incluyendo tanques de almacenamiento, tuberías, sistemas de regulación y control, sistemas de prevención y gestión mantenimiento, entre otros (Vanegas, Ayabaca, Celi, Rocha, y Mena 2018).

El gas licuado de petróleo es consumido en grandes cantidades por los hogares ecuatorianos, en 2017 la producción nacional de derivados del petróleo fue de 77.719.000 barriles, de los cuales 2.921.000 barriles se destinaron a la producción de GLP. Sin embargo, la producción nacional no satisfizo la demanda nacional debido a que las empresas estatales importaron 48,9 millones de barriles de los cuales el 21% fue importado para GLP para el sector doméstico (Petroecuador, 2017).

Debido a la gran demanda que existe en el país, resulta indispensable la optimización de tiempos en el envasado y distribución del gas, para generar un aumento en la productividad sin aumentar los costes de producción, esto se lleva a cabo por medio del uso de la metodología Lean Six Sigma, la cual se considera una evolución de teorías clásicas de la calidad y la mejora continua, como la estadística de control de procesos y gestión de la calidad total. En este sentido, Seis Sigma toma algunos elementos de sus teorías predecesoras y la estructura de forma sistemática para crear un enfoque mejorado y sistemático para lograr

resultados más eficaces.

Six Sigma se basa en una metodología, que consta de cinco fases; Definir, medir, analizar, mejorar y controlar, (DMAIC) por sus siglas en inglés. El objetivo es mejorar la capacidad del proceso para que, como resultado, sólo se produzcan de 3 a 4 defectos por cada millón de oportunidades y los errores y fallos apenas sean perceptibles para el cliente. En este contexto, Nieto (2016) fundamenta que la implementación de dicha metodología en cualquier entidad, ya sea institucional o empresa proporciona un reconocimiento de generación que mejora los servicios que se ofertan en la misma como fuentes de diferenciación y una marcada productividad. Además, plantea que los ejecutivos de venta mejorarán su desempeño impactando positivamente al progreso y producción de la empresa, obteniendo beneficios en los ingresos tanto por venta, así como también por comisiones, además de tener el acceso a proponer planes o incentivos por el cumplimiento de tareas adicionales, productividad y administración de clientes.

LSS, es la abreviatura conocida de Lean Six Sigma, es una metodología de mejora de procesos, que busca establecer herramientas estadísticas y análisis de datos para una aplicación práctica en los proyectos de mejora de la calidad de los procesos.

Por otro lado, Felizzola y Luna (2016) aseguran que la metodología LSS es un enfoque de mejora ampliamente aceptado gracias a su capacidad para brindar soluciones efectivas a muchos de los problemas que enfrentan las organizaciones en la actualidad. Como resultado, las grandes empresas de todo el mundo están implementando dicho enfoque como estrategia comercial para obtener mejoras en la calidad de los productos y servicios, así como también obtener mayor eficiencia de los procesos al igual que la satisfacción del cliente y la rentabilidad.

Si bien algunos estudios han demostrado que la LSS puede beneficiar a una organización independientemente de su tamaño, algunos estudios muestran que estos beneficios son más abundantes en las grandes empresas que en las pymes (Felizzola y Luna, 2016). Es por ello que surge la importancia y la relevancia de establecer todos los parámetros teóricos respecto a dicha metodología para generar alternativas y cambios efectivos dentro de la empresa, de tal manera que el beneficio sea el máximo mediante la potencialización de los conceptos previos obtenidos mediante la fundamentación teórica de la metodología Lean Six Sigma.

GLP es la abreviatura de "gases licuados del petróleo", denominación aplicada a diversas mezclas de propano y butano que alcanzan el estado gaseoso a temperatura y presión atmosférica, y que tienen la propiedad de pasar a estado líquido a presiones relativamente bajas, propiedad que se aprovecha para su almacenamiento.

1.4 Justificación Práctica

Las plantas de embotellado de gas licuado de petróleo manejan grandes volúmenes de materias primas rotativas, es decir, productos de GLP en tanques estacionarios. Estos productos se distribuyen o envasan en contenedores de fácil manejo para su transporte, uso y eliminación por parte de los usuarios o consumidores.

Según la legislación ecuatoriana vigente, sólo el organismo gubernamental designado para ello puede suministrar GLP a los distribuidores y envasadores, es decir, sólo hay unproveedor legal. Por lo tanto, es necesario definir un sistema adecuado de gestión de las existencias de materias primas para evitar las pérdidas debidas a la infravaloración de los productos por parte de los proveedores nacionales.

Esta empresa se encarga de la venta de los productos a los operadores de GLP desde sus centros de producción en Ecuador, incluidas las refinerías de Esmeraldas, Liberta y Chousfendi, pero como Ecuador no produce suficiente GLP ni la mayoría de los derivados del petróleo para satisfacer la demanda, por lo que hay que importar gas por mar en buques cisterna desde otros países y entregarlo en la terminal de abastecimiento de El Salitral, que abastece a toda la costa ecuatoriana y parte de la sierra central y sur.

En el Ecuador existen 19 plantas de envasado de gas licuado de petróleo (GLP), la planta de Guayas, envasa cilindros de uso domésticos e industriales a distintas empresas distribuidoras como: Duragas, Congas, Gasito y Petro Comercial quienes a su vez comercializan el GLP en los hogares e industrias a distintas provincias de Guayas, Los Ríos, Santa Elena, El Oro y Galápagos.

La capacidad de llenado de la planta por hora es de 1855 cilindros en las mejores condiciones, pero la capacidad máxima de producción en dicha planta es cerca de dos mil cuatrocientos

2400 cilindros por hora existiendo un déficit de 545 cilindros por hora que pueden suplir la demanda interna (Kosan Crisplant, 2020).

Con el incremento anual de la población según INEC (2010), el incremento en la demanda paso de 1.95% a 3.5% en el último año con respecto al consumo de cilindros domésticos en el país. Por esto, resulta indispensable restablecer los procesos de productividad de los equipos de la empresa, lo que lleva a una transformación de la maquinaria en pro de una mejora en cantidad y calidad.

Por tanto, esta metodología permitiría a la empresa clasificar las causas principales de los errores que se producen en el proceso de llenado de GLP, de tal manera que se propongan mejores soluciones y se evite su reparación. Es importante que luego de implementar dicha metodología se realice la respectiva sensibilización de todos los asociados a la empresa y el compromiso de esta, disciplina, medición y documentación de la información, de tal manera que resulte en beneficio de todos los que la conforman.

Pérez y García (2016) plantean que el empleo del tiempo takt, uno de los parámetros de esta metodología permitirá llevar una sincronización de la producción con los pedidos de cada cliente permitiendo contar con una planificación en flujos tirados, por tanto, la sobreproducción es limitada. Por otro lado, dicha metodología asegura llevar una producción estable y sin ninguna interrupción, es decir, que el ritmo de la fabricación es el tiempo takt, factor que en la actualidad se ha vuelto una cadencia regular de trabajo para los operadores, proporcionando una mejor identificación de los problemas del proceso. Es por ello que se enmarca la importancia de la puesta en práctica de dicha metodología, dado que facilita una concepción de los procesos y puestos de trabajo facilitado dando la comprobación inmediata de la realización y por ende la motivación de los empleados en la empresa.

1.5 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Aplicar la metodología Lean Six Sigma para el incremento de la productividad del proceso de envasado de cilindros de gas licuado de petróleo.

Objetivos Específicos

- Identificar los principales inconvenientes que existen para la satisfacción de las necesidades de la demanda de GLP en el Ecuador y los clientes, junto al equipo de trabajo, verificando las condiciones del problema planteado.
- Medir la producción del proceso mediante la recolección de datos para identificar los problemas más relevantes del llenado de cilindros.
- Analizar la investigación de los resultados obtenidos anteriores y presentes para poder así encontrar la causa principal y complicación a enfrentar estableciendo los parámetros de causa y efecto.
- Mejorar los aspectos que presentar mayores complicaciones de acuerdo con el análisis efectuado mediante estrategias de predicciones.
- Controlar la validación del funcionamiento de las soluciones, e implementar seguimiento que asegure la estabilidad del proceso.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de investigación

Antecedentes internacionales:

Castillo y Arévalo (2018) realizaron una investigación en la cual diseñaron un modelo de gestión para el incremento de la productividad, por medio de un tipo de investigación explicativa, con un diseño de investigación pre-experimental, y la realización de una prueba antes y después de la aplicación de la metodología; aplicándolo sobre la muestra que estuvo representada por sacos de harina de pescado, para el cual hicieron uso de herramientas como; el diagrama causa – efecto para identificar las posibles causas de defectos en el proceso de producción (recepción de materias primas, Cocina, prensa, secadora, embolsado y otros equipos) que afectan a la calidad de la harina de pescado, y observación directa. Finalmente, el método sigma (Definición, medición, análisis, mejora y control), con el cual se concluyó que por medio de su aplicación antes y después de cada prueba se ve reflejado un aumento en el nivel sigma de 91.66%., es decir paso de tener un nivel sigma de 2.35 a 4.45.

Por otro lado, Erika Placencia (2017) realizó una investigación cuyo objetivo principal era proponer la aplicación de la metodología Six Sigma en corredores de seguros, con la intención de mejorar la productividad en el proceso de emisión de pólizas, para el cual se utilizó una metodología de investigación aplicada y cuasi-experimental. Los resultados obtenidos corresponden a un aumento del 83,724% en la eficiencia, del 76,448% en la eficacia y del 64,1058% en la productividad en el estudio realizado anteriormente. Estos porcentajes indican que la empresa debería aplicar los métodos Lean Six Sigma para realizar mejoras continuas. Una vez finalizada esta recopilación de datos y revelados los excelentes resultados, la productividad aumentó un 20,3162%, lo que se traduce en un aumento de la eficiencia del 94,531%, mientras que la eficacia aumentó un 94,531% y un 89,278%. Se considera una mejora significativa, gracias a la metodología Lean Six Sigma, la empresa ha tenido mucho éxito.

Antecedentes nacionales

Luis Alfredo Cruz (2016), realizó una investigación en Guayaquil, con el fin de incrementar de la productividad del proceso de limpieza de pescado y reducción de costos, a través de la metodología Six Sigma. En la fase de definición del proyecto, utilizó un Project Charter. En la fase de medición, utilizó el VSM para analizar en detalle el estado actual de los procesos de producción de la empresa, diagramas de espaguetis, diagramas de Pareto y, por último, una serie de diagramas de tiempo. Las herramientas utilizadas en la fase de análisis son los diagramas de espina de pescado y los diagramas de modo y efecto de los fallos. Elaboración de un plan de acción para aplicar las recomendaciones, en la fase de control, se llevan a cabo planes de control, pruebas de hipótesis y gráficos de control para verificar que los resultados se mantienen y correlaciones para ver si la velocidad y la productividad del lavado de los peces afectan su calidad. En conclusión, las herramientas presentadas en el marco teórico fueron muy útiles para abordar los problemas de productividad. Como muestra la sección de seguimiento del proyecto DMAIC, no sólo se cumplió con las horas de trabajo presupuestadas, sino que se superó dicho valor, ahorrando más de 600.000 dólares en comparación con el año anterior.

Pablo Terán y Andrea Alvarado (2017), realizaron un caso de estudio con el objetivo de mejorar la competitividad en empresas pymes en Ecuador por medio de la metodología Six Sigma. En un primer paso, las PYME abordaron el problema desde diferentes ángulos. El primer paso fue examinar el problema desde varios escenarios diferentes, uno de los cuales era introducir Lean Six Sigma. Enfocado en que su aplicación sería muy beneficiosa para la empresa, reflejando una mejora de los indicadores de rendimiento de la limpieza de las aeronaves, haciendo uso de herramientas como Project Charter, Customer to Quality (CTQ), SIPOC. En este trabajo, se cree que la aplicación de la metodología de LSS provocará un cambio en las PYMES seleccionadas, demostrando los elementos necesarios para planificar y aplicar el cambio organizativo. Finalmente concluyo, que las PYMES seleccionadas dispondrán de los elementos necesarios para planificar y aplicar el cambio organizativo, lo que les permitirá seguridad en el desarrollo de la gestión de su área de negocio para centrarse en la mejora de los procesos de implantación y gestión. Se determinó que la principal causa de los problemas de la organización era la falta de familiaridad, por ejemplo, las tareas

operativas se llevan a cabo según protocolos que en un principio se consideraron poco útiles por la falta de delegación de autoridad.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Metodología Lean Six Sigma para incrementar la Productividad

La metodología Six Sigma es una filosofía que se dio a conocer alrededor de los años ochenta por el ingeniero Mikel Harry, mediante la evaluación y análisis de la variación de los procesos en la empresa Motorola. Es así como se convirtió en la primera empresa en implantar dicha metodología como estrategia de mercado y de mejoramiento de la calidad. No obstante, pero Jack Welch, director general de General Electric, marcó un punto de inflexión. En 1995, decidió hacer de este enfoque un pilar fundamental de su estrategia empresarial. Gracias a esto y la globalización, las empresas del sector industrial y comercial empezaron a desarrollar técnicas para optimizar los procesos y mejorar su competitividad y productividad. Esta metodología también se enfoca en la mejora continua. (Navarro y Gisbert, 2017).

Six Sigma es una metodología que utiliza herramientas de gestión de la calidad y estadísticas para la reducción de costes, mejora de procesos y ampliación de la cadena de valor, con el fin de aumentar la productividad. Ahorrando tiempo y eliminando residuos, para conseguir mayores beneficios tanto a nivel interno como externo.

Con el fin de establecer el nivel de Six Sigma en la estructura de una empresa, se realiza por medio de un indicador de rendimiento conocido como defectos por millón de oportunidades (DPMO), que puede utilizarse como referencia para medir comparando la calidad y los defectos entre empresas de diferentes tamaños y características (Terán y Alvarado, 2017).

Hay muchas formas de medir la productividad de una plantilla de personal. En muchos casos, una unidad de medida de trabajo y una unidad de medida de tiempo suelen ser suficientes para obtener un índice de productividad. Pero, ¿cómo se mide? El método de medición de la productividad más relacionado con el desarrollo de proyectos Lean Six Sigma se llevan a cabo midiendo los residuos en el proceso durante un periodo de tiempo determinado, de esta

manera, se puede determinar cuánto tiempo es realmente productivo y cuánto tiempo se pierde (Cruz Villacreces, 2016).

La metodología Lean se ha utilizado recientemente en una serie de investigaciones. Uno de ellos se aplicó en Agro Andino, cuya planta de producción está ubicada en la provincia de San Pablo Cajamarca. Este trabajo se llevó a cabo con el objetivo de mejorar los niveles de producción reduciendo los residuos innecesarios asociados al transporte de la fruta, donde concluyeron que existe transporte innecesario de la fruta, desplazamiento innecesario de los operarios, falta de mantenimiento autónomo, procesos inadecuados y falta de autocontrol de la calidad.

Six Sigma se basa en las siguientes metodologías DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar), la cual proporciona facilidad en el mejoramiento de procesos y productos según los cinco pasos.

Definir:

Durante esta fase, el equipo del proyecto traza los procesos de alto nivel e identifica las necesidades de procesos de los clientes. Mediante visitas a los procesos y conversaciones con los participantes en los mismos, empezando a adquirir conocimientos sobre ellos. En esta etapa se busca identificar los retos y los indicadores para entender hacia dónde se debe ir cual es la manera de lograrlo, definiendo que lo más importante son las opiniones de los clientes, y ver la situación actual en números de la empresa. De qué manera se llevan a cabo los procesos y productos en la empresa, como se ajusta esto a las necesidades y como esto afecta a los clientes. Esto se llama CTQ (Critical to Quality), o Crítico para la calidad. Lo más importante en esta fase es identificar el problema que hay que resolver. Se considera que un problema es una desviación de una norma establecida o esperada (Placencia Peche, 2017).

La pregunta que hay que hacerse es.

- ¿Qué procesos hay en el sector?
- ¿Cuál es la responsabilidad de la empresa?
- ¿Quiénes son los propietarios de estos procesos?
- ¿Quién participa directa o indirectamente en estos procesos?

- ¿Dispone actualmente de información sobre estos procesos?
- ¿Qué tipo de información tiene?
- ¿Qué procesos deben mejorarse prioritariamente?
- ¿Cómo lo ha definido y cómo ha llegado a esta conclusión?

Una vez definido el problema, es necesario planificar cómo se va a resolver. Project Charter es una herramienta para explicar el contexto del problema y definir las metas y objetivos que se utilizarán para desarrollar el proyecto.

Medir:

La medición es importante durante todo el ciclo de vida del proyecto, ya que proporciona indicadores clave de la salud del proceso y pistas sobre la aparición de problemas en el mismo. Cuando el equipo recopila datos, se centra en la puntualidad del proceso y en la calidad que el cliente obtiene del mismo.

Esta etapa intenta comprender las necesidades del cliente, por medio del rendimiento actual del proceso. Al medir la CTQ, puede optimizar el proceso, cuantificar las deficiencias y las oportunidades que puede desarrollarse en fases posteriores del proyecto, trabajando en índices de mejora y ahorro de costes (Cruz Villacreces, 2016).

Para lo cual se plantean estas interrogantes.

- ¿Sabe quiénes son los clientes?
- ¿Conoce las necesidades de los clientes?
- ¿Cuáles son los pasos del proceso y cómo se relaciona con las necesidades del cliente?
- ¿Cómo se relaciona con las necesidades del cliente?
- ¿Qué métricas utiliza?
- ¿Cuál es la precisión del sistema de medición?

Una forma de medir la productividad o improductividad de un proceso es analizar los residuos de ese proceso. El despilfarro y el desperdicio hacen que se pierda el tiempo necesario para la producción y que se produzcan costes innecesarios. Además, no añade valor al producto producido (Terán y Alvarado, 2017).

Analizar:

Uno de los mayores retos a los que se enfrentan los equipos es resistir el impulso de lanzarse a una solución antes de comprender la verdadera causa del problema del proceso. Sin un análisis adecuado, el equipo puede acabar aplicando una solución que no resuelve el problema. Esto hace perder tiempo, consume recursos, aumenta la variabilidad y puede dar lugar a nuevos problemas. En lugar de aplicar una solución que no resuelve el problema, el equipo debe aprender del proceso, estudiar los diagramas y utilizar sus observaciones para desarrollar y confirmar una teoría sobre la causa del problema que intentan resolver. En esta fase es importante probar la hipótesis antes de aplicar la solución (Goleansixsigma, 2017).

En esta fase recoge información para identificar el motivo del problema, se analiza la información que se ha recopilado para identificar la fuente de proveniencia, las causas de los defectos y las oportunidades de mejora, Identificar la raíz, y las de variación que genero el surgimiento del problema, e identificarlos datos importantes.

Se recomienda hacer los siguientes cuestionamientos

- ¿Cuáles son las especificaciones del cliente?
- ¿Parámetros de medición?
- ¿Cuál es el rendimiento actual del proceso con respecto a estos parámetros?
- ¿Cuáles cree que son las causas de la variabilidad en el proceso?
- ¿Cuáles de estas fuentes de variación están bajo su control y cuáles están fuera de él?

Mejorar:

Una vez identificada la causa del problema, le toca al equipo poner en marcha un plan para resolver la causa raíz. Durante la fase de mejora, el equipo perfecciona la idea de la solución, pone a prueba los cambios en el proceso, aplica la solución y, por último, recoge datos para confirmar que se ha producido una mejora medible. El trabajo estructurado de mejora conduce a cambios innovadores y elegantes que perfeccionan los parámetros básicos y, en última instancia, la experiencia del cliente (Terán y Alvarado, 2017).

Esta etapa busca evaluar y aplicar todas las soluciones posibles para garantizar que el objetivo, y el enfoque resuelvan el problema subyacente, y que los resultados satisfagan las expectativas.

- ¿La causa del cambio depende de un proveedor concreto?
- ¿Quiénes son los proveedores y qué se hace para supervisarlos y controlarlos?
- ¿La vigilancia y el control?
- ¿Cuál es la relación entre los parámetros medidos y las variables clave?
- ¿Cuáles son las variables clave?
- ¿Influyen las variables clave entre sí?
- ¿Qué variables hay que ajustar para optimización del proceso?

Controlar:

Una vez realizadas las mejoras y resueltos los problemas del proceso, el equipo debe mantener los resultados y facilitar la actualización de las mejores prácticas. Durante la fase de supervisión, se crea un plan de seguimiento para supervisar el éxito del proceso de escalada y se diseña un plan de respuesta en caso de que el rendimiento sea deficiente. Una vez establecido, el responsable del proceso supervisar y actualizar continuamente las mejores prácticas actuales.

Finalmente se adquiere una visión general de los métodos utilizados para mantener las mejoras realizadas, realizar seguimiento de las variables clave, concluir el proyecto y lecciones aprendidas del mismo. Una vez que haya reconocido que la solución funciona, debe aplicarse de manera que los indicadores de control garanticen que el proceso continúa según lo previsto (Goleansixsigma, 2017).

- ¿Cuál es la precisión del sistema de medición?
- ¿En qué medida ha mejorado el proceso desde el cambio?
- ¿Cómo puede hacer que este cambio sea sostenible?
- ¿Cómo se controla el proceso?
- ¿Cuánto tiempo o dinero se ahorró con este cambio?
- ¿Cómo se puede hacer un seguimiento de todo ello?

Cabe recalcar que Six Sigma es una herramienta de calidad para el diseño y la mejora de procesos. También es una herramienta para reducir los errores y mejorar la satisfacción del cliente y la rentabilidad. Se considera una herramienta para mejorar la gestión de los recursos humanos de una organización. Desarrolla los recursos humanos de la organización y el impacto en la productividad, por lo tanto, esta tecnología tiene un impacto en la gestión y las operaciones.

2.2.2 Gas líquido de Petróleo; Antecedentes Históricos

El GLP es un desarrollo relativamente reciente en la industria del petróleo y el gas. Su historia está documentada desde los primeros años del siglo XX. La rápida evaporación de la gasolina producida en esa época durante su almacenamiento fue demostrada en 1911 por el químico estadounidense Walter Snelling, quien demostró que esta evaporación se debía a la presencia de propano y al butano. Pronto desarrolló un método práctico para separar este gas de la gasolina (Ruiz y Rubio, 2021).

A principios de los años 50, varias empresas fabricaban bombonas de GLP para uso doméstico, que se vendían bajo licencia en varios países. Desde entonces, el desarrollo del sector ha coincidido con la disponibilidad de refinerías de petróleo, sobre todo a partir de los años 60. Desde los años 60, se construyeron muchas refinerías nuevas y el gasóleo ha sustituido al carbón como combustible industrial. Las ventas de gas licuado en toda Europa pasaron de 300.000 toneladas en 1950 a 3 millones en 1960 y 11 millones en 1970.

El punto de inflexión llegó con la crisis del petróleo de 1973. Muchos países productores de petróleo se dieron cuenta de que la exportación de GLP tendría un gran impacto económico y empezaron a construir plantas de recuperación de líquidos. La expansión de la capacidad de producción de GLP en Oriente Medio durante la década de 1975-1985 fue especialmente impresionante, pasó de 6 millones de toneladas en 1975 a 17 millones en 1980 y a 30 millones en 1985 (Niky y Mercado, 2020). No sólo en Oriente Medio se han creado plantas de GLP. Australia, Indonesia, Argelia, el Mar del Norte y Venezuela se han convertido en nuevos productores. Venezuela surgió como un nuevo productor. En general, los años 80 fueron un periodo de fuerte expansión de las exportaciones mundiales de GLP.

Composición y Extracción

El gas licuado de petróleo (GLP) es un combustible formado por una mezcla de los dos hidrocarburos principales, propano y butano, y una proporción menor de otros hidrocarburos. Se obtiene mediante el proceso de refinado del petróleo crudo o la separación del petróleo crudo del gas natural en pozos de extracción.

El GLP es transparente, incoloro e inodoro. Para facilitar la detección de las fugas, se añade un fuerte odorante. A temperatura ambiente, el GLP es un gas. Cuando se presiona o se enfría moderadamente, se convierte en un líquido. En su estado líquido, es fácil de transportar y almacenar. El GLP refrigerado o presurizado suele almacenarse en contenedores de acero o aluminio (Gasnova, 2017).

Es una fuente de energía limpia, respetuosa con el medio ambiente, sin azufre, sin plomo y con bajas emisiones de carbono, versátil y moderna que tiene el potencial de ampliar la combinación energética.

El GLP tiene dos fuentes: el 60% de la producción se obtiene al extraer el gas natural y el petróleo del suelo. El 40% restante se produce al refinar el petróleo crudo. Por tanto, el GLP es un subproducto natural. Tradicionalmente, el GLP se destruye por desgasificación o combustión. Se consideraba un producto indeseable y se incineraba desaprovechando el gran potencial de esta fuente de energía única (Rojas, Jiménez, y Soto, 2019).

Extracción de petróleo y gas natural

Cuando se extrae el gas natural o el petróleo crudo, se obtiene una mezcla de varios gases y líquidos, de los cuales el GLP representa alrededor del 5%. Antes de poder transportar y utilizar el gas natural y el petróleo, hay que separar los gases más pesados que lo componen.

Los gases naturales como el propano y el butano pueden extraerse bajando la temperatura del gas hasta que éstos y otros componentes más pesados se condensen. Estos procesos utilizan refrigeradores y turbocompresores para alcanzar las temperaturas inferiores a -40°C necesarias para recuperar el propano. A continuación, este líquido se purifica mediante

unidades de destilación para producir propano o butano líquido, o se convierte directamente en GLP (Recope, 2021).

Refinado de crudo de petróleo

El refinado del petróleo es un proceso complejo con muchos pasos. El gas licuado de petróleo se produce a partir del petróleo en varias etapas, como la destilación atmosférica, el reformado y el craqueo. Los gases que componen el GLP quedan atrapados en el crudo para estabilizarlo, y se procesa antes de ser transportado por oleoducto o buque cisterna, donde estos gases naturales, se convierten en GLP.

Los gases que componen el GLP son los primeros productos que se liberan cuando se refina el petróleo crudo para producir combustibles más pesados como el gasóleo, el combustible para aviones, el fuel y la gasolina. Aproximadamente el 3% de un barril típico de petróleo crudo se refina en GLP, pero es posible fabricar GLP a partir del 40% de un barril de petróleo crudo (Gasnova, 2017).

Envasado de gas licuado de petróleo GLP.

La pipeta, bombona o cilindro, es un recipiente en el cual se envasa y distribuye el GLP, debido a su peso y tamaño, consta de una base, un cuerpo de cilindro, una empuñadura y un asiento de válvula brindando facilidad de movimiento y manejo.

Figura 2 Cilindro Fuente: (*Sánchez León, 2016*)



Nota: Extraído de determinación de un método para identificar el tamaño óptimo de la muestra del proceso de llenado de GLP, por Iliana Sánchez, 2016. GLP: gas licuado de petróleo.

El proceso de embotellado de GLP comienza con la descarga de la botella de aire del camión. A continuación, se descargan las bombonas vacías del camión y se extrae el GLP restante de las bombonas, de forma manual o automática. El residuo de GLP extraído de los cilindros se transporta a un transportador de cadena y es revisado por el operador. El operador también comprueba que cumple las especificaciones de la norma INEN 0327 (2011).

Figura 3 Cinta transportadora Fuente: (*Sánchez León, 2016*)



Nota: Extraído de determinación de un método para identificar el tamaño óptimo de la muestra del proceso de llenado de GLP, por Iliana Sánchez, 2016. GLP: gas licuado de petróleo.

Si el depósito de gas doméstico cumple las especificaciones estándar, pasa por la cinta transportadora y se pesa en una balanza electrónica y se comprueba este valor y se registra en la tara o el depósito vacío, el depósito de gasolina se encuentra marcado con una tara. A continuación, las botellas entran automáticamente en el carrusel de llenado de GLP, donde el carrusel registra el orden de las botellas y el peso en vacío confirmado y las llena. Cada una de las 24 estaciones con mesas giratorias de llenado está equipada con una báscula para controlar el llenado de las botellas domésticas de 15 kg.

Figura 4 Carrusel de llenado Fuente: (*Sánchez León, 2016*)



Nota: Extraído de determinación de un método para identificar el tamaño óptimo de la muestra del proceso de llenado de GLP, por Iliana Sánchez, 2016. GLP: gas licuado de petróleo.

Posteriormente los cilindros se pesan nuevamente confirmando los 15 kg de GLP, Si su peso es inferior o superior al límite legal, el operador rellena o retira el GLP de la bombona. A continuación, los cilindros son sometidos a una prueba de fugas donde pasan por la máquina de detección, cilindros con fugas de la línea principal. Los cilindros sin fugas están equipados con un sello de seguridad en la válvula. En el primer carrusel hay una mesa giratoria con un paletizador que llena automáticamente 35 cilindros, una carretilla elevadora coloca el palé en la plataforma del vehículo (Sánchez León, 2016).

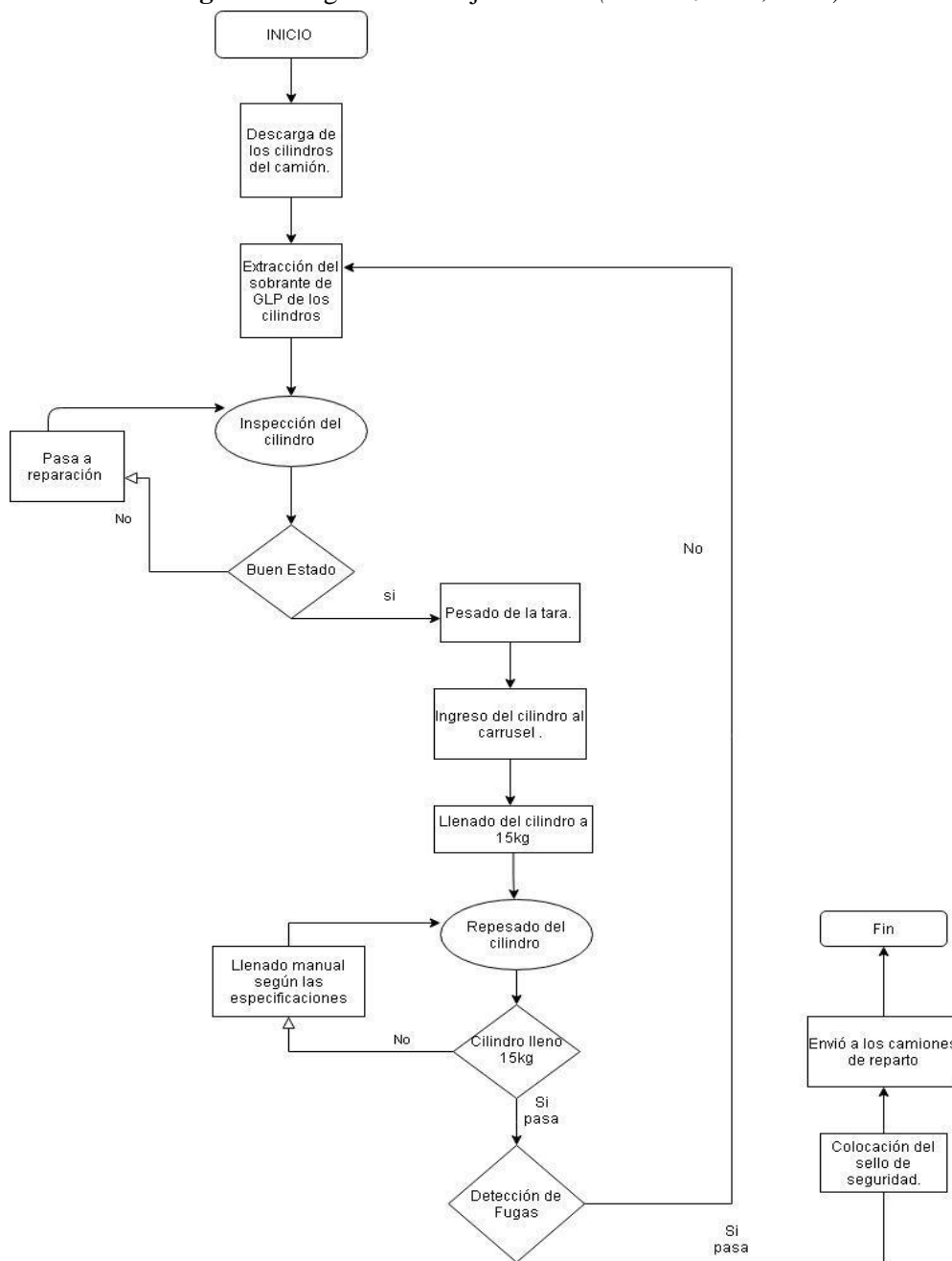
Figura 5 Proceso de llenado Fuente: (Sánchez León, 2016)



Nota: Extraído de determinación de un método para identificar el tamaño óptimo de la muestra del proceso de llenado de GLP, por Iliana Sánchez, 2016. GLP: gas licuado de petróleo.

Para una mejor comprensión del proceso de llenado de cilindros de gas, se presenta el siguiente diagrama de flujo.

Figura 6 Diagrama de Flujo. Fuente: (Sánchez León, 2016)



Nota: Extraído de determinación de un método para identificar el tamaño óptimo de la muestra del proceso de llenado de GLP, por Iliana Sánchez, 2016. GLP: gas licuado de petróleo.

El transporte de bombonas de GLP es un negocio de gran volumen y bajo margen, lo que dificulta su funcionamiento y la explotación de nuevas inversiones. También hay que señalar que las dos empresas responsables de la fabricación y el mantenimiento de los cilindros de gas son el Grupo AgipEcuador y el Grupo Duragas. Cada empresa desempeña un papel central en la producción y el suministro de cilindros de GLP, desde el principio, la producción de cilindros ha estado sometida a un estricto control de calidad y a un seguimiento, en el cual debe cumplir la norma INEN, el organismo regulador de todos los procesos relacionados con el gas licuado de petróleo (Ullauri Vela, 2018).

El GLP que se consume actualmente procede principalmente de las refinerías y se transporta en camiones cisterna hasta las plantas de embotellado del país. Es el mercado más atractivo del sector de los hidrocarburos, por sus características, su demanda y el entorno social y económico que lo rodea.

De acuerdo con Gastón Díaz (2016), existen un sinnúmero de inconvenientes operativos en las plantas encargadas de envasar y abastecer el proceso de llenado, lo que afecta su correcta distribución, iniciando por los transportistas quienes sufren retrasos con el fin de llevar los cilindros hacia el distribuidor correspondiente, y a su vez este logre satisfacer a sus clientes como consumidores finales.

Hoy en día la eficiencia de los equipos necesarios para la producción de gas licuado es muy pobre porque estos no se adecuan al tiempo actual, lo que quiere decir que su tecnología es pasada y, en efecto, que su fabricante ya no realiza los repuestos o kits de mantenimientos básicos para optimizar sus procesos (Idrogo Guevara y, Julca Alcántara, 2018).

En Ecuador el transporte de bombonas de gas ha sido realizado por particulares y contratistas durante más de 40 años; quienes han invertido en los camiones, han contratado al personal y han realizado el transporte. Son quienes hacen frente a los costes fluctuantes de los consumibles, las reparaciones, los daños de los vehículos, el mantenimiento y las revisiones.

Por esta razón, resulta necesario un diagnóstico primario del problema que conduzca al cambio de estos equipos por unos que permitan tener una mayor productividad sin desperdiciar los recursos brindados por la empresa. La erradicación del problema del sistema

de producción no solo conduce a una mejora en las líneas de control, sino también le permite a la empresa obtener mayores beneficios económicos de carácter humano.

Acorde a lo anterior, el objetivo del sistema de producción y operaciones se transforme y genere beneficios tanto al consumidor como a la empresa, que ha incrementado sus gastos de recursos humanos porque lo que debería hacerse en doce horas, con unos equipos de calidad, se está logrando en veinte horas. Así pues, se realizará una investigación de tipo longitudinal aplicando la metodología de conocimientos deductivo, analítico e inductivo se puede obtener una visión más cabal de los problemas que afectan la producción y, en consecuencia, se determinará las resoluciones necesarias para su mejora abarcadas en la planificación constante de mantenimiento preventivo de la maquinaria.

Adicionalmente, se pretende profundizar en la información bibliográfica necesaria sobre los procesos técnicos para la recolección y análisis de los datos y, en una etapa más avanzada se utilizará la técnica de campo porque resulta indispensable asistir al lugar donde existe el problema a recabar la información sobre los parámetros del proceso para diagnosticar la situación sobre la productividad actual generando una solución propicia.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

Un método de investigación es una forma de abordar una pregunta de investigación mediante el uso de diferentes técnicas para recoger datos, interpretar los datos recogidos y sacar conclusiones de los mismos. En resumen, un método de investigación es un plan de investigación y aprendizaje (Hernández, Fernández, y, Baptista 2014). La presente investigación se realizó por medio de la recolección de información, la cual se analizó posteriormente con el objetivo de implementar soluciones factibles al problema encontrado.

3.1 Análisis de la metodología de la investigación

3.1.1 Método de la investigación

Deductivo

Su uso se basa en la inferencia, al igual que el razonamiento inductivo, sin embargo, es muy diferente. En este caso, su propio razonamiento interno le permite pasar de los principios generales a los hechos concretos. Una vez demostrada y verificada la validez de un principio, se aplica a un contexto concreto y en circunstancias específicas (Prieto Castellanos, 2017).

El método de investigación será deductivo debido a que, gracias a la información obtenida por medio de los clientes, el equipo de trabajo y el análisis de la metodología Lean Six Sigma, sobre las fallas que existen en el proceso de envasado de gas licuado de petróleo GLP, en la planta envasadora, se proporcionara ciertos parámetros que permitan generar acciones correctivas, con el fin de mejorar y mantener estas mejoras en los problemas existentes.

3.1.2 Tipo de Investigación

Por medio de la investigación explicativa se llevaron a cabo investigaciones oportunas sobre los fenómenos existentes en la empresa, lo cuales no han sido objeto de investigación anteriormente, con el fin de adquirir ideas generales y utilizar dicha investigación como una herramienta que permita implementar situaciones futuras, como se creó el problema, y por qué.

Por su lado también forma parte la investigación descriptiva, debido a que centra su atención en la población y el fenómeno de estudio, en este caso, la baja productividad en el envasado

de cilindros de GLP, con el fin de otorgar información relativa de la situación problema y encontrar los motivos que llevaron a esto. Además, utiliza técnicas para recabar información directamente de la fuente, como entrevistas y observación.

Diseño: Experimental

El diseño experimental es una técnica estadística apoyada en el método científico, donde se obtienen resultados más eficientes a partir de la metodología adecuada para recolectar, analizar e interpretar datos, que conduzcan a minimizar el error y tomar así decisiones apropiadas

Enfoque Mixto

Se aplicó el método cuantitativo para ordenar, analizar y comparar los datos estadísticos de las encuestas realizadas a los empleados y principales clientes de la empresa envasadora de gas licuado de petróleo, en la cual se consultó sobre la problemática principal del proceso de envasado para posteriormente por medio del análisis de lean sigma plantear soluciones factibles a las falencias encontradas.

De la misma manera por medio de un enfoque cualitativo se realizó una entrevista no estructurada a 10 personas que conforman el grupo de principales clientes, donde se obtuvo información profunda, sobre la propuesta del proyecto.

3.1.3 Técnicas e Instrumentos de Investigación

Encuesta

La encuesta es esencialmente una técnica de recogida de información con la siguiente filosofía básica. Bajo su filosofía básica, tiene dos características esenciales que lo distinguen de otros métodos de recogida de datos. Recoge la información proporcionada oralmente o por escrito por los informantes a través de un cuestionario estructurado y utiliza una muestra de la población objetivo (Morales Gordon, 2021).

Debido a la naturaleza de este trabajo, la recolección de datos se realizó mediante encuestas aplicadas directamente a los trabajadores y principales clientes de la planta envasadora,

además de las encuestas aleatorias a los trabajadores y clientes que visitan directamente el centro de envasado, se utilizan técnicas de observación para registrar los procesos y las opiniones de los clientes y posibles compradores.

Entrevista

La entrevista es uno de los métodos utilizados para recoger información. Este método permite reunir y analizar varios elementos: las opiniones, actitudes, sentimientos y representaciones de los entrevistados. A diferencia de una encuesta, la entrevista crea una relación especial entre el investigador y el entrevistado. Se utiliza para comprobar hipótesis y formular otras nuevas (Morales Gordon, 2021).

La entrevista fue estructurada por medio de 5 preguntas abiertas en las cuales se buscó comprender las opiniones de los entrevistados, acerca del servicio que brinda la planta, cuáles son los principales problemas que ellos consideran deben mejorarse, y que técnicas o herramientas proponen para lograr dichas soluciones.

Por medio de una entrevista realizada a 38 de personas que comprenden el grupo de trabajadores y clientes, que se acercan diariamente al llenado de los cilindros de gas, se realizaron 10 preguntas cerradas, con el fin de determinar los principales factores que generan retrasos y problemas en el proceso.

Observación

Las técnicas de observación se utilizan como complemento de otras técnicas de investigación para ampliar y enriquecer los resultados obtenidos. Una práctica habitual de los entrevistadores individuales es obtener datos específicos sobre el encuestado, como la edad y el sexo, mediante un procedimiento de observación.

3.1.4 Unidad de Análisis

La unidad de análisis de este proyecto fue la planta envasadora de la ciudad de Guayaquil de la empresa Duragas, la cual recibe aproximadamente a 60 choferes diarios, quienes son principales distribuidores de los cilindros de gas alrededor de la ciudad. Esta planta

envasadora cuenta con 2 turnos de envasado en los cuales laboran 15 trabajadores por cada turno, quienes son los encargados de realizar el proceso de llenado de los bidones de gas.

Población

Una población estadística hace referencia al grupo de individuos o conjunto de personas que presentar las mismas características o rasgos que se desean estudiar. En este caso la población de estudio está conformada por los 1800 choferes que se acercan mensualmente a realizar el llenado de los cilindros de gas, además de los 30 trabajadores que se encargan del proceso.

Tabla 1 Población de estudio Fuente: Duragas

| | |
|--------------------|---------------|
| Clientes Mensuales | 1800 |
| Trabajadores | 30 |
| Población Total | 1830 personas |

Nota: Datos obtenidos proporcionados por los dirigentes de la empresa que fue considerada para la investigación.

Muestreo

El método de muestreo elegido para este estudio es el muestreo aleatorio simple. Se denomina muestreo aleatorio simple porque selecciona la muestra de tal manera que todas las muestras posibles se seleccionan con igual probabilidad y todos los elementos de la población total tienen la misma probabilidad de ser seleccionados.

Muestra

Una muestra es un grupo de encuestados elegidos para ser representativos de la población total. El tamaño de la muestra es una parte importante de la población que se ajusta a las características del estudio, lo que reduce el coste y el tiempo. Determinar el tamaño de la

muestra antes de comenzar la investigación es un principio estadístico para evitar sesgos en la interpretación de los resultados.

Para realizar el cálculo de la muestra se aplica la siguiente formula; tomando en cuenta la técnica de observación se determinó que, 42 envasadores realizan mensualmente el llenado de cilindros en la planta envasadora de GLP, para abastecer a los distribuidores, a su vez se determinó que son atendidos por 14 trabajadores por cada turno en la planta, quienes se encargan de brindar el llenado de los cilindros.

$$n = \frac{Z^2 \times N \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

Donde:

n Tamaño de la muestra

Z Representa el valor correspondiente al nivel de confianza en una distribución gaussiana. Para un nivel de confianza del 95%, se considera el valor de 1,96.

N El tamaño de la población equivale a un grupo de 42 personas que conforman por los envasadores mensuales que se acercan a la planta envasadora, y los 14 trabajadores por turno que se encargan del proceso de llenado.

p En el caso de esta investigación equivale a la probabilidad de existo o prevalencia del paramento que se evalúa, se considera un valor de 0,50.

q Para esta investigación hace referencia a la probabilidad de fracaso o no ocurrencia, del parámetro evaluado, se considera un valor de 0,50.

e Es la estimación del nivel de error máximo permitido, en esta investigación es del 5% por lo que se evalúa con un valor de 0,05.

Por lo tanto, el valor de la muestra es:

$$n = \frac{Z^2 \times N \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

$$n = \frac{1,96^2 \times 42 \times 0,50 \times 0,50}{0,05^2 \times (42 - 1) + 1,96^2 \times 0,50 \times 0,50}$$

$$n = \frac{3,8416 \times 42 \times 0,50 \times 0,50}{0,0025 \times 41 + 3,8416 \times 0,50 \times 0,50}$$

$$n = \frac{40,3368}{1,0629}$$

$$n = 37,95$$

Por cuestiones logísticas el día de la encuesta no se pudo encuestar al total de la población que son los 42 operadores ya el personal de envasado se encontraba indispuerto, se realizó la encuesta a 38 envasadores que es total de la muestra.

3.2 Análisis del proceso

El desarrollo de esta parte del proyecto se realizó mediante el método Six Sigma, para la recolección de información mediante la herramienta DMAIC, se plantearon los instrumentos necesarios para llevar a cabo los objetivos planteados.

Herramientas utilizadas para la metodología Lean Six Sigma

Definir: En base a las encuestas realizadas por medio de su análisis, se realizó el planteamiento de los principales objetivos que se deben llevar a cabo para mejorar la productividad de la empresa, donde se identificaron mediante la opinión de los clientes, y trabajadores de la planta, que partes del proceso de llenado requieren mejoras y que soluciones deben implementarse.

Mapa de procesos

Para delimitar los procesos de control debemos de identificar las etapas de este para reconocer los puntos críticos al momento de realizar el mapeo de los procesos.

La guía de los procesos de la envasadora de GLP nos ayudara a precisar y tratar de manera clara el sistema de que debemos mejorar, analizando las variables de las mejoras propuestas favoreciendo la eficacia y eficiencia y lograr los resultados proyectados.

Proceso de Negocio



Figura 7. Proceso de negocio



Nota: Diagrama proceso de negocio llenado de cilindros de GLP

Proceso de gestión o SIPOC

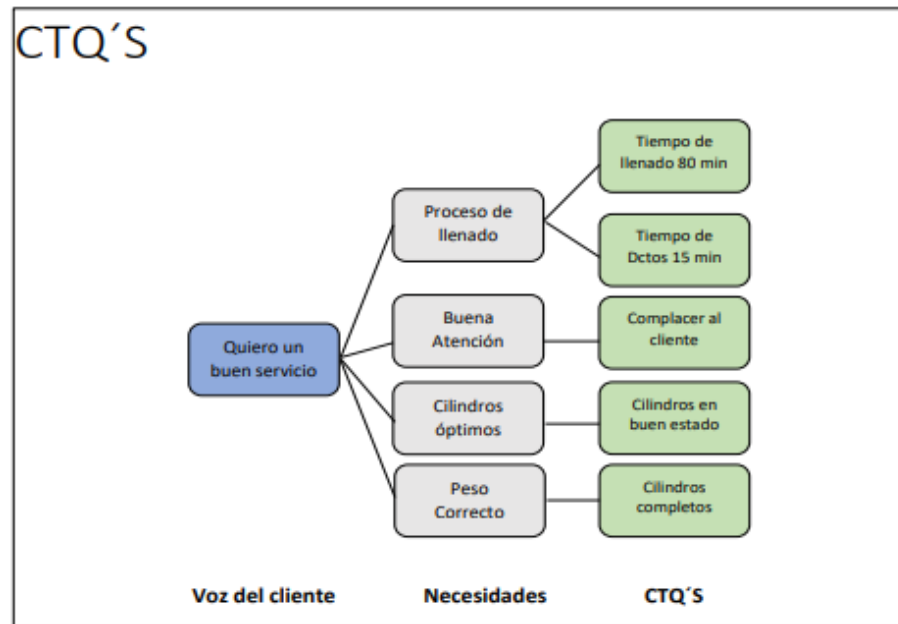
Tabla 2. Proceso de Gestión de Envasado

|  SUPPLIERS |  INPUTS |  PROCESS |  OUTPUTS |  CUSTOMERS |
|--|---|---|--|---|
| *Gerencia de Comercialización *Coordinadora de sucursal. *Departamento de finanzas. *Jefe de Planta *Supervisor Envasado *Técnico líder Envasado. *Planta de envasado *Cliente. | *Listado de productos *Documentos *Tablas de cilindros *Hoja de registros. | *Generar Ordenes de carga. *Ingresar al sistema *Facturas de carga *Ingresar Vehículo con la cantidad de cilindros *Descarga de cilindros *Verificar cantidad correctas *Aprobar salida de productos. | *Bitácora movimientos *Hoja de registro llena *Comprobante de recepción *Código de usuario *Reporte de producción. | *Gerente de Comercialización *Coordinadora de sucursal *Departamento de Finanzas *Jefe de Planta *Supervisor Envasado *Técnico líder envasado. |

Nota: Proceso de gestión de la planta envasadora de gas licuado de petróleo.

VOZ DEL CLIENTE O CTQ'S

Figura 8 Voz de cliente o CTQ'S



Nota: CTQ'S o voz del cliente nos ayuda a identificar las necesidades del cliente.

Modelo Kano

El modelo kano es una herramienta analítica que nos ayuda a identificar lo que el cliente desea para el desarrollo de sus productos y de la satisfacción de este, por lo cual desarrollamos lo siguientes requerimientos:

Tabla 3. Requerimientos

| | Requerimientos: |
|---|--------------------------------------|
| 1 | Tiempo del llenado (80 minutos) |
| 2 | Recepción de documentos (15 minutos) |
| 3 | Buen trato al cliente |
| 4 | Cilindros en Buen estado |
| 5 | Cilindros completos |

Nota: Describe las necesidades del cliente

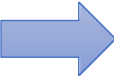
Figura 9 Requerimientos y calificación

| CTQ'S | Requerimientos | 1.Me gusta de esa forma | 2.Debería de ser de esa forma | 3.Estoy neutral | 4.Puedo vivir de esa manera | 5.Me disgusta de esa manera | Total |
|-------|---|-------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-------|
| 1 | 1a. 1.¿ Cómo te sentirías si el tiempo de llenado es de menos de 80 minutos? | 5 | 35 | | | | 40 |
| | 1b. 1.¿ Cómo te sentirías si el tiempo de llenado es de mas de 80 minutos? | | | | | 40 | 40 |
| 2 | 2a. 3.¿ Cómo te sentirías si la recepción de documentos es menos de 15 minutos? | 27 | 13 | | | | 40 |
| | 2b. 3.¿ Cómo te sentirías si la recepción de documentos es más de 15 minutos? | | | | 2 | 38 | 40 |
| 3 | 3a. 5.¿ Cómo te sentirías si te dan buen trato al cliente? | 4 | 36 | | | | 40 |
| | 3b. 5.¿ Cómo te sentirías si te dan mal trato al cliente? | | | | 3 | 37 | 40 |
| 4 | 4a. 7.¿ Cómo te sentirías si te dan cilindros en buen estado? | 30 | 8 | 2 | | | 40 |
| | 4b. 7.¿ Cómo te sentirías si te dan cilindros en mal estado? | | | | | 40 | 40 |
| 5 | 5a. 9.¿ Cómo te sentirías si te dan cilindros completos? | | 29 | 11 | | | 40 |
| | 5b. 10.¿ Cómo te sentirías si te dan cilindros bajo peso? | | | | 1 | 39 | 40 |

Nota: Detalla cual es la calificación de requerimiento solicitado por nuestro cliente.

Figura 10 Clasificación del modelo Kano

| | 1ERA | 2DA | 3ERA |
|---|------|------|------|
| 1 | 35 M | 5 O | |
| 2 | 27 M | 12 M | 1 I |
| 3 | 36 M | 3 O | 1 I |
| 4 | 30 O | 8 M | 2 M |
| 5 | 40 I | | |

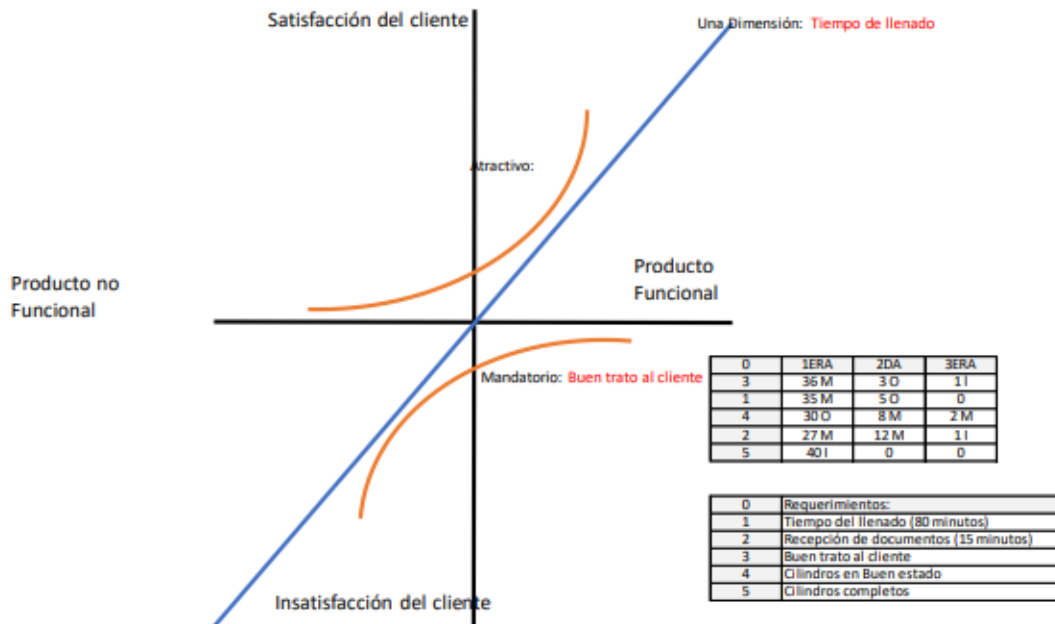


| | 1ERA | 2DA | 3ERA |
|---|------|------|------|
| 3 | 36 M | 3 O | 1 I |
| 1 | 35 M | 5 O | |
| 4 | 30 O | 8 M | 2 M |
| 2 | 27 M | 12 M | 1 I |
| 5 | 40 I | | |

Nota: De acuerdo a la priorización de nuestro cliente se clasifican de la siguiente manera.

EL DIAGRAMA KANO

Figura 11 Diagrama Kano



Nota: Diagrama identifica los requerimientos de nuestro cliente le dándole prioridad al tiempo de llenado.

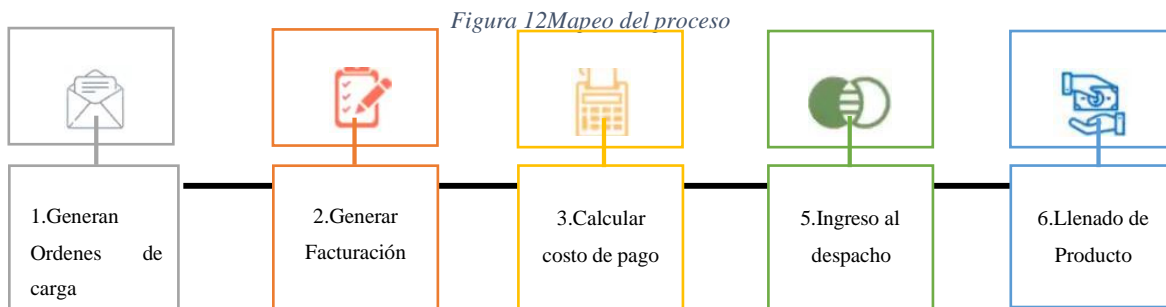
En el diagrama Kano nos ofrece la idea de las características de producto que el cliente desea lo que perciben y cuál es el requerimiento más importante para el llenado de los cilindros, el objetivo de esta herramienta es identificar el mejor desarrollo de la comprensión de nuestros clientes

Para delimitar los procesos de control debemos de identificar las etapas de este para reconocer los puntos críticos al momento de realizar el mapeo de los procesos. Esto se debe basar en un mapa que nos permita observar el proceso de llenado.

La guía de los procesos de la envasadora de GLP nos ayudara a precisar y tratar de manera clara el sistema de que debemos mejorar, analizando las variables de las mejoras propuestas favoreciendo la eficacia y eficiencia y lograr los resultados proyectados.

El mapeo de los procesos incluye los procesos incurridos en la planta de envasado de GLP en la cual involucran a la parte de comercialización, procesos de operativos y controles de apoyo, los procesos operativos son dirigidos para la Jefatura de la planta. En los procesos operativos de llenado de cilindros que se realizan en la planta envasadora.

MAPEO DEL PROCESO DE LLENADO DE CILINDROS

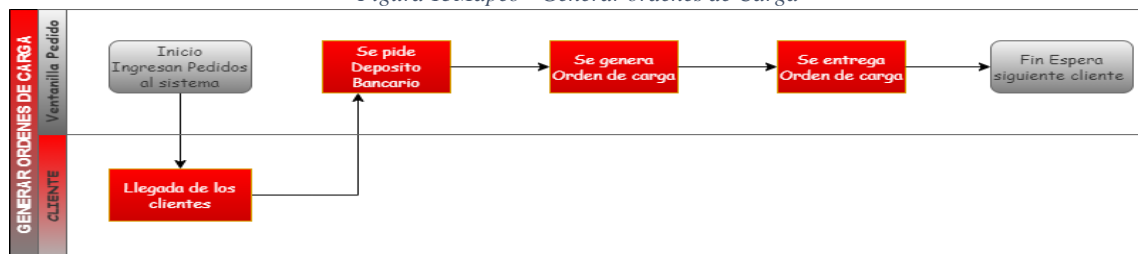


Nota: Proceso en el cual los clientes inician el proceso del abastecimiento de los cilindros por ser llenados en la planta envasadora de cilindros de GLP.

NIVEL 1



Figura 13 Mapeo - Generar ordenes de Carga



- Act. en Time share wene
- Act. con intervención factor humano
- Act. en Excel
- Act. compartida en TSW y Factor humano
- Act. compartida en Excel y Factor humano
- OMS

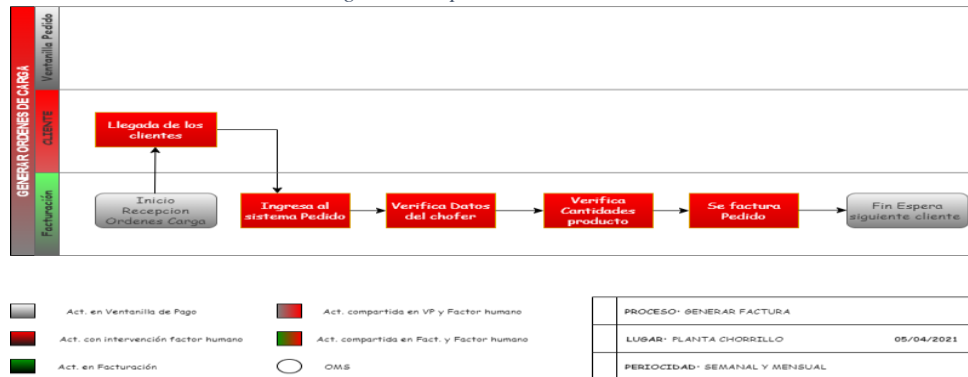
| | |
|-----------------------------------|------------|
| PROCESO: GENERAR ORDENES DE CARGA | |
| LUGAR: PLANTA CHORRILLO | 05/04/2021 |
| PERIODICIDAD: SEMANAL Y MENSUAL | |

Nota: cliente entrega el documento del pago realizado, se genera la orden de carga y se entrega al cliente la misma para poder facturar el mismo.

NIVEL 2



Figura 14 Mapeo - Generar Factura

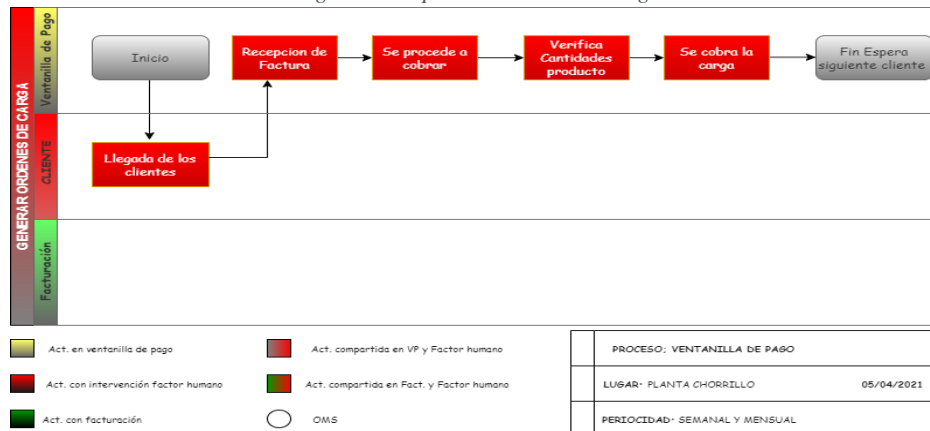


Nota: Se recibe la orden de carga se ingresa al sistema de facturación, se verifica los datos del chofer, numero de pedido, cantidades, tipo de cilindro y se procede a facturar el vehículo y es entregado al cliente. El cliente debe de entregar el documento del pago realizado, se genera la orden de carga y se entrega al cliente la misma para poder facturar el mismo.

NIVEL 3



Figura 15 Mapeo - Ventanilla de Pago

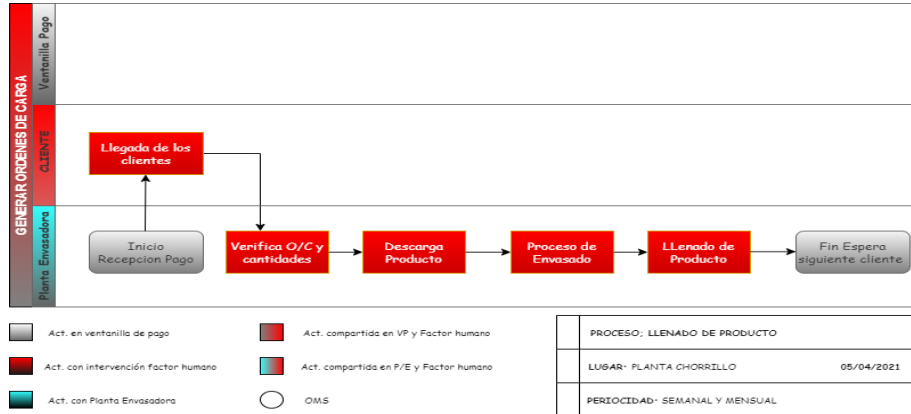


Nota: Una vez llenado el vehículo la copia de la factura es entregada en facturación para el respectivo control de producción del día laborado.

NIVEL 4



Figura 16 MAPEO – LLENADO DE PRODUCTO

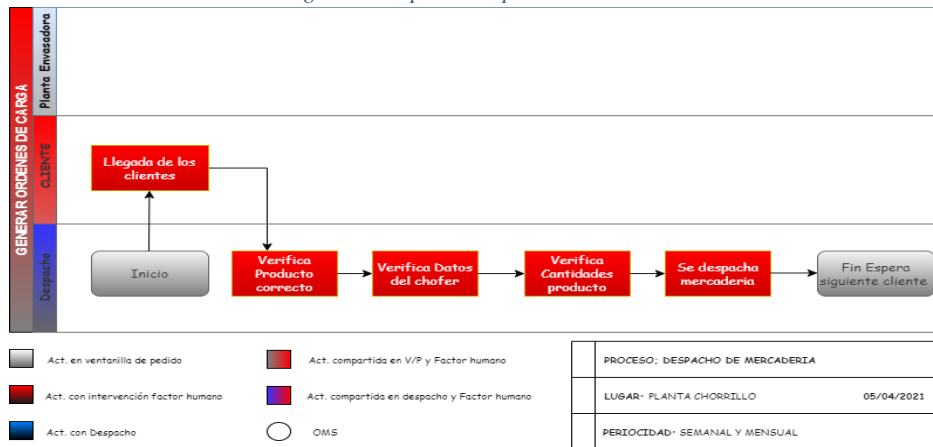


Nota: Cliente ingresa a la instalación se verifica los datos de la factura, cantidades se procede a la descarga del vehículo se envían los cilindros a la paletizadora por la línea transportadora con el montacargas es llenado en los carruseles se verifica calidad peso, sello plástico, termo sello y es enviado a la carga de la paletizadora.

NIVEL 5



Figura 17 Mapeo - Despacho de Cilindros



Nota: Se verifica que el cilindro este con la cantidad y calidad correcta y es despachado a sus respectivas bodegas del vendedor

Medir: En la medición de las fallas encontradas, se realizaron los respectivos cálculos de productividad y eficacia dentro de la empresa, tanto de la producción como tal, como de las maquinarias que intervienen en el proceso, y la mano de obra de los trabajadores. A fin de realizar una comparativa sobre los índices obtenidos y los esperados. También se midieron los tiempos de llenado, la cantidad de retrasos, la falta de mantenimiento y fallas en el abastecimiento usando como herramienta el diagrama de Pareto.

Productividad: La productividad se describe como la relación entre la producción total y los recursos utilizados para alcanzar ese nivel de producción, es decir, la relación entre la producción y los insumos. Se entiende como la forma en que se utilizan los factores de producción para producir bienes y servicios que satisfagan las necesidades de la sociedad y es un elemento estratégico en una organización, ya que la producción de bienes y servicios no puede ser competitiva si no cumple con altos estándares de productividad (Fontalvo Herrera, De La Hoz Granadillo, y Morelos Gómez, 2017).

La productividad se analiza mediante las siguientes formulas.

Productividad del proceso.

$$Productividad = \frac{Producción}{Tiempo}$$

Productividad de la maquinaria

$$P_{MAQUINARIA} = \frac{Producción\ actual}{Número\ de\ maquinarias}$$

Productividad de la mano de obra

$$P_{MO} = \frac{Producción\ actual}{\#\ de\ operarios}$$

Capacidad del proceso

Defectos por millón de oportunidades (**DPMO**) es el número de defectos en una muestra dividido entre el número total de oportunidades de defectos multiplicado por 1 millón.

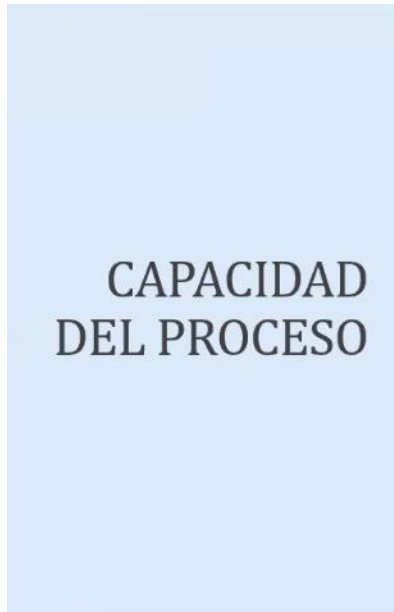
$$DPMO = \frac{\# \text{ de defectos encontrados en una muestra}}{\# \text{ Total de oportunidades de efectos en una muestra}} * 1,000,000$$

Tabla 4. Capacidad del Proceso

Cilindros procesados por hora (población): 1.855

Cilindros concluidos: 1.505

Cilindros no concluidos: 355



$$DPMO = \frac{\text{Número de defectos encontrados en una muestra}}{\text{Número total de oportunidades de defectos en una muestra}} \times 1,000,000$$

| | |
|---|------------|
| Enter Number of Defects: | 355 |
| Enter Number of Units: | 1.855 |
| Enter Number of Opportunities Per Unit: | 1 |
| Defects Per Million Opportunities: | 191.375 |
| Sigma Level | 2.4 |

81.60% 2.4 184,000 18,400 1,840 184 18.4

Nota: La capacidad del proceso o el nivel sigma se mide de acuerdo con las unidades defectos procesados dividido para las unidades procesadas por defecto por un millón

Medición de producción

En el entendimiento del negocio en sus distintos procesos y la recopilación de información de la producción durante 30 días, se identificó la necesidad de realizar un análisis al sistema de medición de la producción diaria.

Un proceso fundamental en el proceso de la planta de producción de llenado de cilindros es prospectar y dar una calificación al grupo A, B y C de los cuales podemos sacar conclusiones de que turno está generando menor producción.

La calificación otorgada al supervisor para poder identificar a cada grupo cual es el más prospectable y relevante para satisfacer la necesidad de nuestro cliente el presupuesto de cada año poder tomar los correctivos del caso y a su vez calcular grupo que este generando tiempos no productivos.

Análisis del sistema de Medición (ASM)

Se pudo evidenciar que cada turno lleva un control individual por lo cual los interesados cliente y envasado, tienen diferentes criterios en base de la producción a diario, por lo tanto, se decide realizar una prueba de hipótesis de 3 niveles de acuerdo a 108 muestras de producción en diferentes días por el jefe de Planta. Cabe señalar que en la evaluación de tales producciones de turnos de trabajo para la cual se tuvo acceso a las tablas de producción tanto de nuestros clientes como la de nuestra planta.

Se realiza una medición estadística en ANOVA.

Tabla 5 Control por hora

REPORTES DE PRODUCCIÓN Y NOVEDADES

Unidad: 07:00

11 03 2021

| Inicio de jornada | Fin de jornada | Código | C1 | C2 | C3 | C4 |
|-------------------|----------------|--------|----|----|----|----|
| 7:00 | 8:00 | D-11 | 22 | 22 | | |
| 8:00 | 9:00 | D-11 | 10 | 10 | | |
| 9:00 | 10:00 | D-11 | 14 | 15 | | |
| 10:00 | 11:00 | D-11 | 17 | 8 | | |
| 11:00 | 12:00 | D-11 | 16 | 16 | | |
| 12:00 | 13:00 | D-11 | 10 | 10 | | |
| 13:00 | 14:00 | | | | | |
| 14:00 | 15:00 | | | | | |
| 15:00 | 16:00 | | | | | |

| Horario | 18:00-19:00 | 19:00-20:00 | 20:00-21:00 | 21:00-22:00 | 22:00-23:00 | 23:00-24:00 | 24:00-01:00 | 01:00-02:00 | 02:00-03:00 | 03:00-04:00 | 04:00-05:00 | 05:00-06:00 |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Dinámico | | | | | | | | | | | | |
| C1 | 1085 | 1785 | 1785 | 1675 | 1330 | | | | | | | |
| C2 | | | | | | | | | | | | |
| C3 | | | | | | | | | | | | |
| C4 | | | | | | | | | | | | |
| Total | 1085 | 1785 | 1785 | 1675 | 1330 | | | | | | | |

| PAROS NO PROGRAMADOS | UNIDAD | CODIGO | PAROS NO PROGRAMADOS | UNIDAD | CODIGO |
|---|---------|--------|--|---------------|---------------|
| Faltas técnicas | minutos | D-1 | Falta de cilindros operativos (FM) | minutos | D-17 |
| Falta en Transportadores | minutos | D-2 | Falta de elementos de transporte | minutos | D-18 |
| Falta en Detectora de Fugas | minutos | D-3 | Falta de energía eléctrica | minutos | D-19 |
| Falta en Detectora de Torcido | minutos | D-4 | Falta de suministro de aire comprimido | minutos | D-20 |
| Falta en Termocélula | minutos | D-5 | Falta en sistema de facturación PEO | minutos | D-21 |
| Falta en Repetido | minutos | D-6 | Falta en sistema DURAGAS | minutos | D-22 |
| Ausentismo/Retraso personal PEO | minutos | D-7 | Carrusel/balanzas fallas técnicas | minutos | D-23 |
| Falta de instrumentos (cables/cables 1) | minutos | D-8 | Carrusel/balanzas ajustes | minutos | D-24 |
| Manejo/ordenamiento clientes | minutos | D-9 | Falta de montacargas/montacarguistas | minutos | D-25 |
| Falta de suministro de GIP de PEO | minutos | D-10 | | | |
| Falta de distribuidores | minutos | D-11 | PAROS PROGRAMADOS | UNIDAD | CODIGO |
| Falta de comercializadora | minutos | D-12 | Alimentación | minutos | PP-1 |
| Arranque de jornada | minutos | D-13 | Reuniones/Capacitaciones | minutos | PP-2 |
| Limpeza de áreas | minutos | D-14 | Simulacros | minutos | PP-3 |
| | | D-15 | Pruebas de producción | minutos | PP-4 |
| | | D-16 | Factores externos | minutos | PP-5 |
| | | | Auditorías | minutos | PP-6 |

| Turno A | Turno B | Turno C |
|---------|---------|---------|
| 1500 | 1650 | 1700 |
| 1600 | 1600 | 1650 |
| 1450 | 1600 | 1600 |
| 1550 | 1700 | 1650 |
| 1450 | 1650 | 1700 |
| 1550 | 1600 | 1650 |
| 1400 | 1650 | 1600 |
| 1450 | 1700 | 1700 |
| 1500 | 1750 | 1750 |
| 1550 | 1600 | 1700 |
| 1500 | 1650 | 1650 |
| 1600 | 1600 | 1600 |
| 1450 | 1650 | 1750 |
| 1500 | 1600 | 1650 |
| 1550 | 1550 | 1700 |
| 1600 | 1650 | 1600 |
| 1650 | 1700 | 1750 |
| 1600 | 1750 | 1600 |

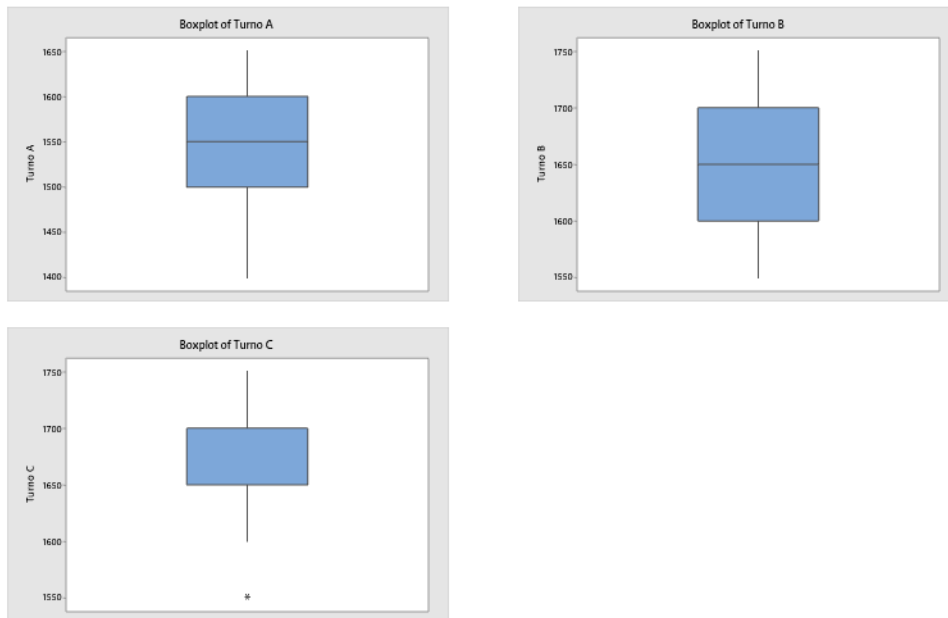
| Turno A | Turno B | Turno C |
|---------|---------|---------|
| 1550 | 1700 | 1550 |
| 1500 | 1650 | 1650 |
| 1450 | 1700 | 1700 |
| 1500 | 1600 | 1650 |
| 1550 | 1650 | 1750 |
| 1600 | 1600 | 1650 |
| 1500 | 1600 | 1650 |
| 1550 | 1650 | 1750 |
| 1600 | 1600 | 1750 |
| 1550 | 1700 | 1650 |
| 1600 | 1600 | 1750 |
| 1550 | 1700 | 1650 |
| 1600 | 1750 | 1700 |
| 1650 | 1700 | 1650 |
| 1500 | 1600 | 1750 |

Nota: producción por hora 3 turnos

Para calificar cada turno, se maneja sus tablas de producción diaria donde se describe las producciones por hora en la jornada, este proceso lo realizamos al finalizar la jornada de producción, los supervisores y los técnicos líder.

Figura 18 Diagrama de caja y Bigote

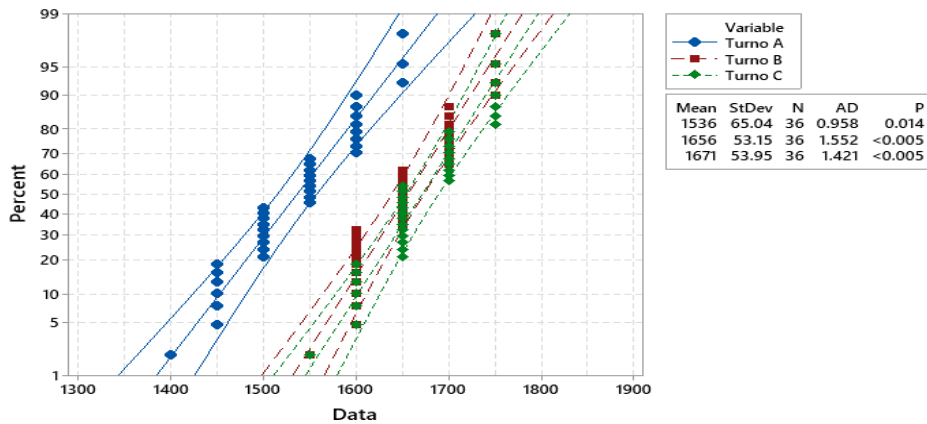
Boxplot of Turno A; Turno B; Turno C



Nota: Diagrama de Caja y bigotes en este grafico muestra los datos de producción de los turnos A, B y C es un resumen de los datos obtenidos de los cuales podemos intuir la simetría de este.

Figura 19 Gráfico de probabilidad

Probability Plot of Turno A; Turno B; Turno C
Normal - 95% CI



Nota: En este gráfico de probabilidad normal es una técnica gráfica, utilizada para contrastar la normalidad de un conjunto de datos. Nos permite comparar la producción de los 3 turnos de los cuales podemos señalar que no existe valor significativo entre el turno B y C a excepción de turno A en el cual se evidencia un valor superior a 0

Figura 20 Test de igualdad

Test for Equal Variances: Turno A; Turno B; Turno C

Method

Null hypothesis All variances are equal
Alternative hypothesis At least one variance is different
Significance level $\alpha = 0.05$

Bartlett's method is used. This method is accurate for normal data only.

95% Bonferroni Confidence Intervals for Standard Deviations

| Sample | N | StDev | CI |
|---------|----|---------|--------------------|
| Turno A | 36 | 65.0397 | (50.4685; 90.3302) |
| Turno B | 36 | 53.1545 | (41.2460; 73.8234) |
| Turno C | 36 | 53.9510 | (41.8641; 74.9297) |

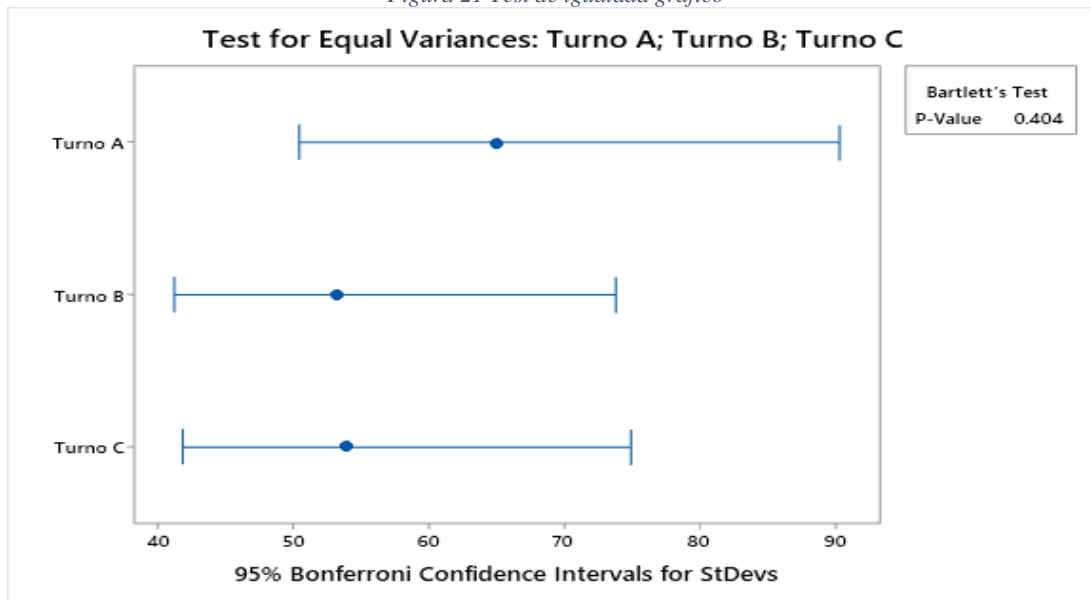
Individual confidence level = 98.3333%

Tests

| Method | Test | |
|----------|-----------|---------|
| | Statistic | P-Value |
| Bartlett | 1.81 | 0.404 |

Nota: Esta tabla de igualdad analiza la prueba de varianzas iguales entre nivel de factor, del cual describe la diferencia significativa del turno A con respecto al turno B y C

Figura 21 Test de igualdad grafico



Nota: En la figura del test de igualdad podemos señalar entre turno B y C no existe diferencia significativa en cuanto A si existe diferencia significativa

Tabla 6 Análisis de las varianzas

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P- Value |
|--------|-----|--------|--------|---------|----------|
| Factor | 2 | 391806 | 195903 | 58.97 | 0.000 |
| Error | 105 | 348819 | 3322 | | |
| Total | 107 | 740625 | | | |

Nota: Análisis de Varianza (ANOVA) es un cálculo de datos para comparar las varianzas entre las medias – promedio de los datos obtenidos de nuestro estudio. En la cual determina la diferencia significativa de los datos obtenidos.

Tabla 7 Medias

| Factor | N | Mean | StDev | 95% CI |
|---------|----|---------|-------|-----------------------|
| Turno A | 36 | 1536.1 | 65.0 | (1517.1; 1555.2) |
| Turno B | 36 | 1655.56 | 53.15 | (1636.51; 1674.60) |
| Turno C | 36 | 1670.83 | 53.95 | (1651.79; 1689.88) |

Pooled StDev = 57.6376

Nota: El cuadrado medio del error (MSE) se obtiene dividiendo la suma de los cuadrados del error residual entre los grados de libertad

Comparación de pares con Tukey

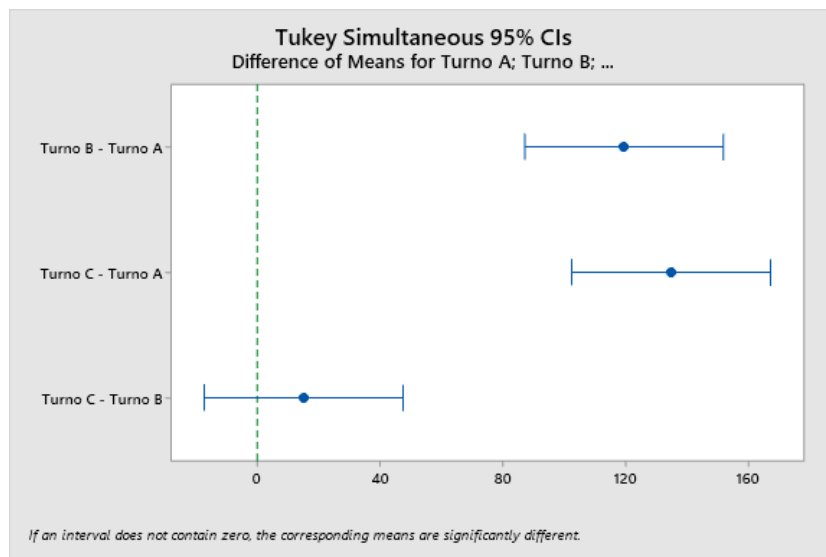
Agrupación de información usando el método de Tukey y 95% de confianza.

Tabla 8 Agrupación tukey

| <u>Factor</u> | <u>N</u> | <u>Media</u> | <u>Califica</u> |
|---------------|----------|--------------|-----------------|
| Turno C | 36 | 1670.83 | A |
| Turno B | 36 | 1655.56 | A |
| Turno A | 36 | 1536.1 | B |

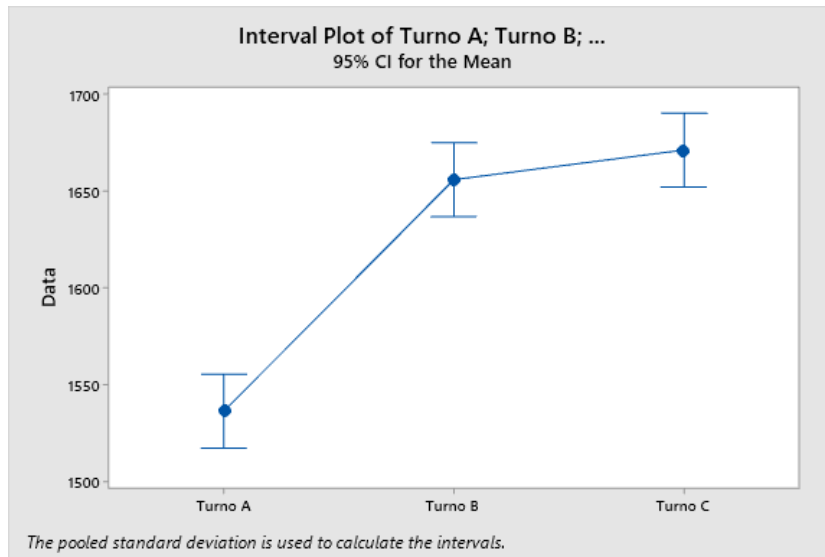
Nota: Los medios que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 22 Gráfica Tukey



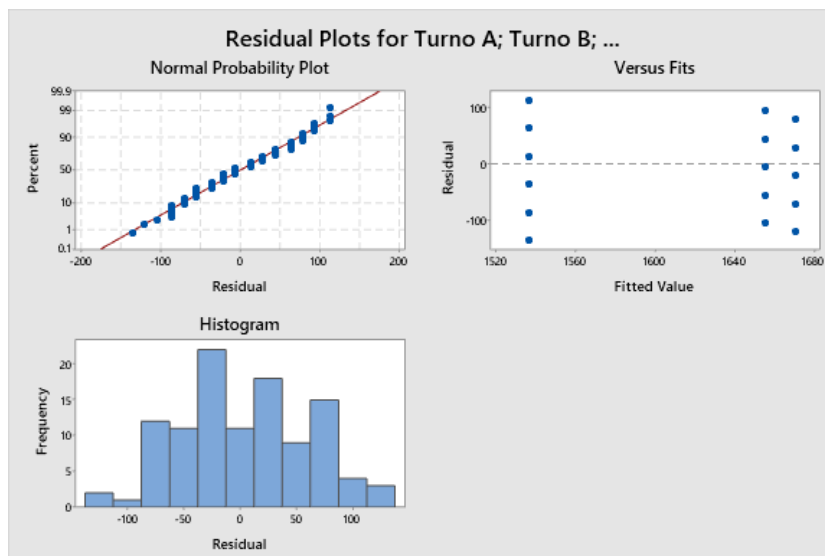
Nota: Según los resultados de la gráfica Tukey en ANOVA señala que entre el grupo B y C lo califica con "A" no genera mayor representación en la producción por concepto al grupo A tiene una calificación de "B" porque la producción disminuye considerablemente en la misma.

Figura 23 Grafico de intervalo



Nota: describe los valores medios de cada turno de trabajo con respecto a los 3 turnos con un 95% de confiabilidad.

Figura 24 Gráfica Residual



Nota: Esta grafica de residuos describe la bondad de ajuste en regresión y ANOVA. Al observar las gráficas nos ayuda a establecer si cumple el supuesto mínimo cuadrados comunes.

Eficacia: La eficacia se refiere al estado de consecución de los objetivos previamente fijados por una organización, es decir, es un indicador que revela la capacidad de la organización para alcanzar los resultados deseados. La medición de la eficacia es una parte esencial de cualquier organización, ya que analiza el nivel de los resultados alcanzados y los recursos utilizados para conseguirlos. A menudo resulta confuso tratar de evaluar los niveles de eficacia sin tener en cuenta los resultados y los recursos (Fontalvo Herrera, De La Hoz Granadillo, y, Morelos Gómez, 2017).

La fórmula utilizada para calcular la efectividad del proceso de envasado es la siguiente:

$$Eficiencia = \frac{Productividad\ obtenida}{Productividad\ esperada} \times 100$$

Analizar: El diagrama causa y efecto permitió identificar de forma más general, que sectores de los procesos que intervienen en el llenado de cilindros con GLP son los que presentan mayores falencias y complicaciones, estableciendo los parámetros que llevan a estas fallas, y de qué manera afectan la productividad de la planta en general.

Diagrama de Ishikawa: Es una de las diversas herramientas que han surgido a lo largo del siglo XX en la industria y posteriormente en el sector servicios para facilitar el análisis de los problemas y sus soluciones en ámbitos como la calidad de los procesos, los productos y los servicios, etc. Fue desarrollada en 1943 por el químico japonés Dr. Kaoru Ishikawa (Valenzuela, 2016).

Dentro de los aspectos funcionales que el diagrama de causa / efecto provee, se encuentran los siguientes:

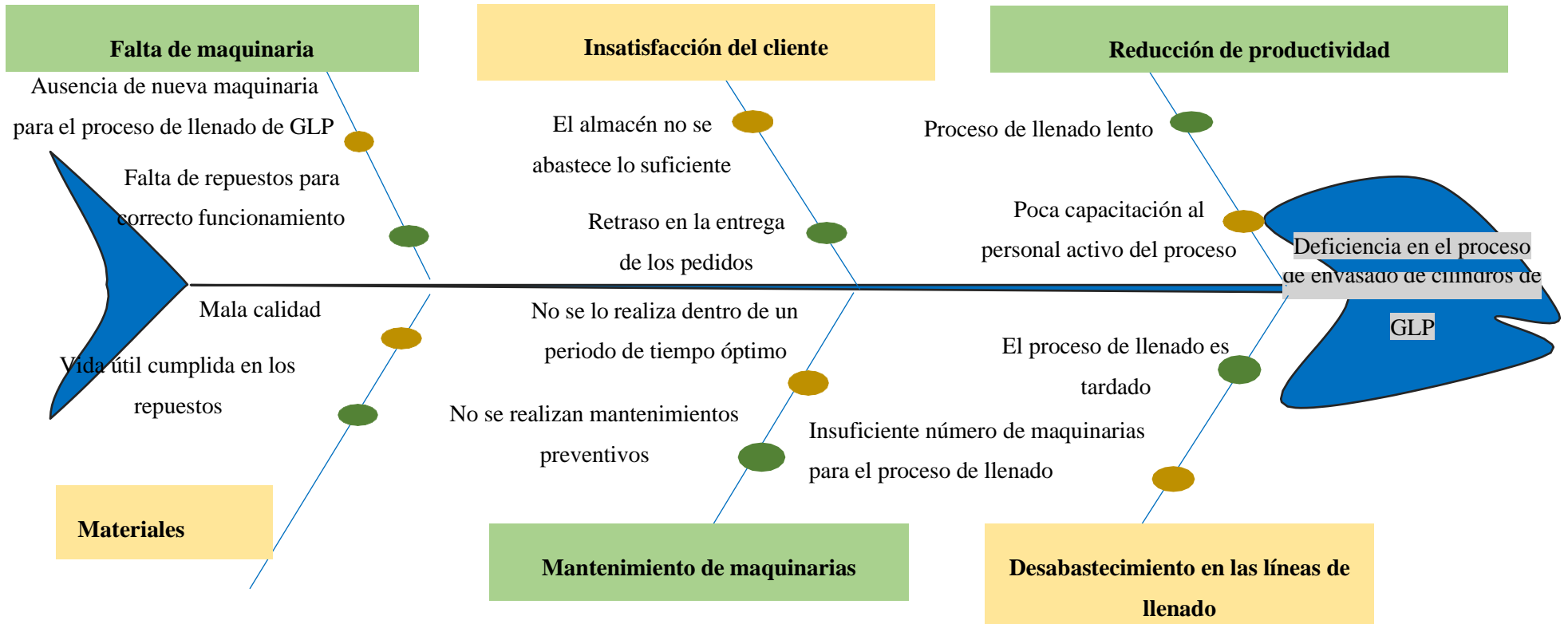
- Es una herramienta para estructurar la información y hacerla clara mediante soluciones gráficas.
- Las supuestas relaciones causa-efecto están claramente definidas.
- Las interrelaciones suelen establecerse en un contexto cualitativo e hipotético.

- Es un paso preliminar en el desarrollo de la información necesaria para establecer relaciones causales empíricas.

3.1 Diagrama de Ishikawa

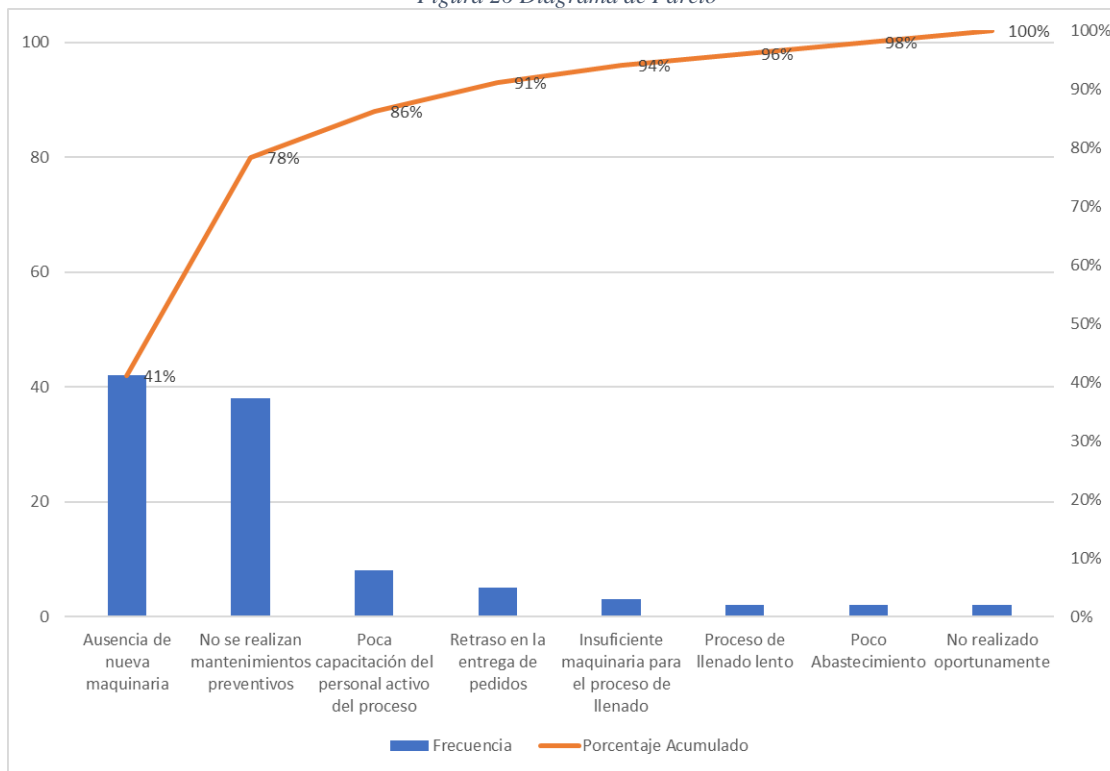
Diagrama de Pareto: Permite organizar los problemas por grado de incidencia y efecto, presentados en una empresa, exponiendo una visión clara para ejecutar la mejor toma de acciones y solucionar así los errores. (Hernández A., 2016)

Figura 25 Diagrama espina de pescado de la capacidad de producción



Fuente : Autor

Figura 26 Diagrama de Pareto



Nota: fuente de autor

Mejorar: Durante el diagnóstico inicial, se consideró necesario iniciar un proyecto de revisión de los procesos del sistema de producción de envasado de cilindros de GLP y de llenado de tanques de GLP, con el fin de identificar posibles errores y proponer los cambios futuros necesarios para mejorar la productividad de la nueva planta de embotellado. Para obtener mejoras en la productividad de la planta resulta necesario implementar un plan de acción que vaya acorde a las falencias que presenta el proceso.

El análisis debe aportar los elementos tecnológicos necesarios y adecuados para respaldar el plan de acción propuesto a largo plazo. Esto debería conducir a una mejora de la producción de la planta y a un incremento de la eficiencia y la efectividad del procedimiento de producción. El objetivo de este sistema es mejorar la productividad de esta planta mediante la resolución de cualquier problema de producción y la búsqueda de soluciones a los problemas del proceso.

El cual consta de los siguientes componentes:

- Aplicación de un plan de mejora continúa basado en la política de calidad, el análisis de datos y la mejora de la productividad mediante una revisión de la gestión.
- Organización de conferencias y formación para la introducción de normas de calidad.
- Analizar los problemas de mantenimiento en los sectores mecánico, eléctrico y de automatización y ofrecer reuniones periódicas para mejorar los tiempos de respuesta.

Análisis de Pareto

El diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para clasificar las causas. De tal modo que se pueda asignar un orden de prioridades. Nos permite detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales) que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves. Por lo general el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos.

La minoría ante la pantalla con el vital aparece a la izquierda de la gráfica y la mayoría útil a la derecha. Hay veces que es necesario combinar elementos de la mayoría útil en una sola clasificación denominada otros, la cual siempre deberá ser colocada en el extremo derecho. La escala vertical es para el costo en unidades monetarias, frecuencia o porcentaje.

La gráfica es muy útil al permitir identificar visualmente en una sola revisión tales minorías de características vitales a las que importante prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una correctiva sin malgastar esfuerzo. (Jimmy, 2019)

3.2 Etapa de la mejora propuesta para la solución del problema.

En base al análisis realizado en el diagrama de Pareto se pudo observar que el 80% de los problemas se concentraron en esta causa, pero sin embargo se va a priorizar en las dos primeras

El plan de acción se desarrolla con la finalidad de implementar estrategias de predicciones que permitan mejorar los aspectos conflictivos de la empresa, es decir, medidas que ayuden a llevar un control del desarrollo productivo de cada uno de los procesos con el que cuesta esta para el beneficio de la empresa y el cliente.

Con el propósito de mejorar la eficiencia en el proceso de envasado de cilindros de Glp a continuación se establecen las siguientes estrategias de mejoramiento que se piensan aplicar.

A continuación, se enumeran las estrategias que se deberían de tomar en base a los resultados obtenidos mediante este trabajo de investigación para el proceso de llenado de GLP:

1. Aumentar la capacidad de la bomba

Actualmente la empresa cuenta con una bomba que debe ser empleada en 10 etapas incrementado el tiempo de producción, por lo que se propone realizar un reemplazo de esta con una que posea mayor capacidad y que lleve a cabo el mismo proceso únicamente en 5 etapas. Una bomba óptima sería aquella que presente las siguientes características.

- CPMP presión: 261
- Un caudal de aproximadamente $264 \text{ m}^3/\text{hora}$
- PSH Psi: mínimo 1 metro
- Bridas: 2"x3"

- Motor eléctrico con prueba de explosión ip55
- Sentido de giro horario a una velocidad promedio de 3600 rpm.

2. Incrementar el número de balanzas en los carruseles

Los carruseles 1 y 2 que se emplean actualmente en la empresa cuentan con 24 balanzas cada uno, considerado un valor normal de acuerdo a las actividades que se desarrollan en el proceso

de llenado, sin embargo, una opción viable para optimizar el tiempo de llenado de GLP sería incrementar dicho número de balanzas de 24 a 29 por carrusel.

3. Aumentar el stock de repuestos de materiales que sufran constante desgaste.

Dentro del proceso de llenado de GLP, si bien es cierto se requieren de algunas maquinarias para cumplirlo a cabalidad. Dichas maquinarias son empleadas diariamente aproximadamente por 20 horas, lo que implica que están en constante funcionamiento, por lo que si alguna componente de estas llegara a sufrir algún daño, implicaría una disminución de producción y por tanto de ventas. Es por ello que, lo ideal sería tener un stock permanente de repuestos de las maquinarias que son mayormente empleadas, como por ejemplo: cauchos amortiguadores, para las bases de las balanzas; caucho amortiguadores; para las pinzas de llenado de las balanzas; caucho para los cabezales de llenado; ruedas de cauchos para los brazos de las balanzas; cauchos para los expulsores neumáticos para las balanzas, entre otros.

4. Mantenimiento preventivo

Uno de los comentarios más marcados por el personal de la empresa es que el proceso de mantenimiento no se realiza de manera periódica, o al menos dentro del lapso recomendable para mantener en buenas condiciones a cada una de las máquinas. Por lo que, una de las estrategias a establecer sería llevar a cabo dicho punto, y de manera conjunta socializar el programa de mantenimiento de los equipos, de tal manera que si llegase a existir alguna falla menor esta pudiese ser acaparada por cualquier trabajador, dado a que ya ha recibido capacitación previa, sin la necesidad de pasar por un proceso de reporte y registro para su respectiva revisión. Así también, si el personal se mantiene activo en el ámbito de mantenimiento, sabrán como operar de manera correcta cada una de las máquinas, disminuyendo daños directos y efectos colaterales como disminución de producción si esta situación se llegase a dar.

5. Capacitación al personal de técnico operativo

Este punto se encuentra directamente relacionado con el anterior, ya que como se mencionó la capacitación para el manejo y operación de las máquinas de vuelve un factor importante al momento de evitar retrasos en el proceso o daños en estas. Es muy importante, capacitar a los operadores en todo lo concerniente respecto a la maquinaria y al proceso como tal para

que de manera inmediata estos puedan dar atención y solucionar daños evidentes y específicos.

3.1 Resultados de la implementación de la metodología Lean Six Sigma

Estado de la empresa antes de la aplicación de la metodología Lean Six Sigma

Antes de la implementación de la tecnología Lean Six Sigma, la planta funcionaba con dos carruseles, donde cada uno contaba con 24 balanzas, y reflejaba una producción de 700 cilindros por hora con una bomba de 8 etapas. La producción combinada de los carruseles era de 1400 cilindros por hora, como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 9. Eficiencia de los carruseles antes de aplicar el método Lean Six Sigma

| Estaciones de llenado de GLP en botellas | Producción nominal en cilindros/hora | Volumen nominal en kg/hora | Producción promedio cilindros/hora | Producción máxima cilindros/hora | Volumen promedio kg/hora | Volumen máximo kg/hora | Volumen promedio kg/días | Eficiencia |
|--|--------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------|
| Carrusel No.1 15 Kg. | 1.200 | 18.000 | 700 | 851 | 10.500 | 12.769 | 212.100 | 58% |
| Carrusel No.2 15 Kg. | 1.200 | 18.000 | 700 | 851 | 10.500 | 12.769 | 212.100 | 58% |
| Producción/hora | 2.400 | 36.000 | 1.400 | 1.703 | 21.000 | 25.538 | 424.200 | 58% |

Nota. Elaboración propia.

De la misma forma, la empresa estaba organizada de la siguiente manera.

Tabla 10. Organización de los turnos antes de aplicar el método Lean Six Sigma

| | |
|-----------------------------------|---------------------|
| Turnos de trabajo | 2 turno/día |
| Operarios por turno | 15 trabajador/turno |
| Horas de producción | 20,20 h/día |
| Cilindro/hora - máquinas | 1.915 cilindro/h |
| Cilindro/hora - hombres | 47 cilindro/h |
| Kilogramos/hora - máquinas | 28.730 kg/h |
| Kilogramos/hora - hombres | 700 kg/h |
| Producción promedio | 580.351 kg/día |
| Días de trabajo | 27 día/mes |
| Tasa de utilización | 58% porcentaje |

Nota. Elaboración propia.

Como se puede observar en las tablas, el rendimiento total de la empresa es del 58%, muy por debajo del rendimiento teórico esperado. Este bajo rendimiento se buscó mejorar con la aplicación de la metodología Lean Six Sigma para el mejoramiento de procesos.

Estado de la empresa una vez aplicada la metodología Lean Six Sigma

Al aplicar la metodología Lean Six Sigma, la empresa presentó un aumento significativo en la eficiencia. Para la implementación de la mejora de los procesos se procedió a realizar lo requerido por los empleados y clientes, listado a continuación.

- Se cambió la bomba de envasado por una de mayor capacidad.
- Se aumentó el número de balanzas en los carruseles.
- Se cambiaron los brazos plásticos por metálicos.
- Se cambió el cabezal de llenado.
- Se realizó la instalación de una válvula PCV (automática).
- Se mejoró el plan de mantenimiento de los equipos.

Con estos cambios, la producción llegó a los 2.200 cilindros/hora, aumentando la eficiencia de la empresa hasta un 92%, como se puede evidenciar en las tablas a continuación.

Tabla 11. Eficiencia de los carruseles luego de aplicado el método Lean Six Sigma

| Estaciones de llenado de GLP en botellas | Producción nominal en cilindros/hora | Volumen nominal en kg/hora | Producción promedio cilindros/hora | Producción máxima cilindros/hora | Volumen promedio kg/hora | Volumen máximo kg/hora | Volumen promedio kg/días | Eficiencia |
|--|--------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------|
| Carrusel No.1 15 Kg. | 1.200 | 18000 | 1100 | 1300 | 16.500 | 19.500 | 333.300 | 92% |
| Carrusel No.2 15 Kg. | 1.200 | 18000 | 1100 | 1300 | 16.500 | 19.500 | 333.300 | 92% |
| Producción/hora | 2.400 | 36.000 | 2.200 | 2.600 | 33.000 | 39.000 | 666.600 | 92% |

Nota. Elaboración propia.

Tabla 12. Organización de los turnos luego de aplicado el método Lean Six Sigma

| | |
|-----------------------------------|---------------------|
| Turnos de trabajo | 2 turno/día |
| Operarios por turno | 15 trabajador/turno |
| Horas de producción | 20,20 h/día |
| Cilindro/hora - máquinas | 2.251 cilindro/h |
| Cilindro/hora - hombres | 73 cilindro/h |
| Kilogramos/hora - máquinas | 33.759 kg/h |
| Kilogramos/hora - hombres | 1.100 kg/h |
| Producción promedio | 681.927 kg/día |
| Días de trabajo | 27 día/mes |
| Tasa de utilización | 92% porcentaje |

Nota. Elaboración propia.

Aumento del Rendimiento

Siendo el rendimiento final R_f y rendimiento inicial R_i , se procede a aplicar la siguiente ecuación para determinar el crecimiento del porcentaje de eficiencia.

$$(R_f - R_i)/R_i = \Delta R$$

$$(92 - 58)/58 = \Delta R$$

$$59\% = \Delta R$$

Como se puede apreciar en la ecuación, la eficiencia total de la planta a aumentado en un 59% del total inicial, llegando a ser del 92%, muy por encima del rendimiento teórico postulado antes de la implementación de la metodología Lean Six Sigma. Con estos datos se logra evidenciar que la productividad, de igual manera, aumentó de \$1680 dólares/hora a \$2671.2 dólares/hora una vez aplicada la tecnología Lean Six Sigma.

Control

Una vez aplicada la metodología Lean Six Sigma, se propone la futura actualización de las políticas de la empresa para que se adapten a la metodología establecida en este nuevo proceso implementado. Los controles serán realizados dos veces al año y se usarán para verificar que la tecnología aplicada se mantenga vigente en la empresa una vez culminada la fase de implementación y mejora, asegurando así el mejoramiento continuo y un alto rendimiento productivo de la empresa.

Controlar: En esta fase del proyecto, el objetivo es integrar y normalizar los cambios introducidos durante la fase de mejora. Por esta razón, es importante documentar procesos o procedimientos que se han modificado y para ello Esto puede hacerse utilizando métodos de garantía de calidad. Además, hay que diseñar mecanismos para garantizar que los cambios y las mejoras conseguidas se mantengan en el tiempo y tras la finalización del proyecto para garantizar su continuidad.

Control Estadístico de Procesos

El EGP es una herramienta matemática que se aplica en el control del proceso de llenado de cilindros por cada hora producida, mide la cantidad de cilindros llenos que se está procesando que se utiliza en el puesto de trabajo para conseguir el producto adecuado y a la primera. Los gráficos de control constituyen el procedimiento básico del C.E.P. Con dicho procedimiento se pretende cubrir 3 objetivos - Seguimiento y vigilancia del proceso - Reducción de la variación - Menos costo por unidad

Herramientas como la medición y seguimiento del EGP permiten gestionar estas pérdidas y minimizarlas atacando la causa raíz de los problemas.

EGP* son las siglas de Efectividad Global de Producción y es una medida que representa el porcentaje del tiempo en que una máquina o conjunto de máquinas producen realmente piezas de calidad, comparado con el tiempo que fue planeado para hacerlo.

El EGP proporciona una medida de la efectividad real del equipo productivo que incluye: maquinarias & equipos, personal, gestión y procesos en comparación con una productividad ideal, durante un período de tiempo específico.

El EGP se calcula como la relación porcentual entre el tiempo empleado en obtener salidas dentro de especificaciones y el tiempo total asignado para la operación de la línea de producción:

$$EGP = \frac{\textit{Producción Conforme}}{\textit{Tiempo Disponible para la producción}} = \frac{2400}{55}$$

$$EGP = 43.44$$

Figura 27. EGP o Reporte de producción y novedades

REPORTE DE PRODUCCIÓN Y NOVEDADES

| Inicio de jornada | | Fin de jornada | | Cil. 13kg envasados en línea | | | | 07 01 2022 | | | | | | | | | |
|-------------------|--------|----------------|----|------------------------------|----|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 07:00 | | 18:00 | | | | | | dia mes año | | | | | | | | | |
| Tempo | Código | C1 | C2 | C3 | C4 | Nocturno | 18:00-20:00 | 19:00-20:00 | 20:00-21:00 | 21:00-22:00 | 22:00-23:00 | 23:00-24:00 | 24:00-01:00 | 01:00-02:00 | 02:00-03:00 | 03:00-04:00 | 04:00-05:00 |
| 07:00 | 08:00 | D-14 | 30 | 30 | 30 | Diurno | 7:00-08:00 | 8:00-09:00 | 9:00-10:00 | 10:00-11:00 | 11:00-12:00 | 12:00-13:00 | 13:00-14:00 | 14:00-15:00 | 15:00-16:00 | 16:00-17:00 | 17:00-18:00 |
| 08:00 | 09:00 | D-11 | 14 | 14 | | □ | 560 | 1820 | 1715 | 1820 | 1820 | 1050 | 1645 | 1890 | 1890 | 1820 | 1610 |
| 09:00 | 10:00 | D-11 | 15 | 15 | | □ | | | | | | | | | | | |
| 10:00 | 11:00 | D-11 | 14 | 14 | | □ | | | | | | | | | | | |
| 11:00 | 12:00 | D-11 | 14 | 14 | | □ | | | | | | | | | | | |
| 12:00 | 13:00 | PP-1 | 40 | | | □ | | | | | | | | | | | |
| 13:00 | 14:00 | D-11 | 17 | 17 | | □ | | | | | | | | | | | |
| 14:00 | 15:00 | D-11 | 13 | 13 | | □ | | | | | | | | | | | |
| 15:00 | 16:00 | D-11 | 13 | 13 | | □ | | | | | | | | | | | |
| 16:00 | 17:00 | D-11 | 14 | 14 | | □ | | | | | | | | | | | |
| 17:00 | 18:00 | D-11 | 19 | 19 | 8 | □ | | | | | | | | | | | |
| | | D-14 | - | - | 20 | □ | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Total | 560 | 1820 | 1715 | 1820 | 1820 | 1050 | 1645 | 1890 | 2415 | 2415 | 494 |

| PAROS NO PROGRAMADOS | UNIDAD | CODIGO | PAROS NO PROGRAMADOS | UNIDAD | CODIGO |
|--------------------------------------|---------|--------|--------------------------------------|---------|--------|
| Palletizadora fallas técnicas | minutos | D-1 | Falta de cilindros operativos (PM) | minutos | D-17 |
| Falla en Transportadores | minutos | D-2 | Falta de elementos de transporte | minutos | D-18 |
| Falla en Detectora de Fugas | minutos | D-3 | Falta de energía eléctrica | minutos | D-19 |
| Falla en Detectora de Torcido | minutos | D-4 | Falla suministro de aire comprimido | minutos | D-20 |
| Falla en Termocicladora | minutos | D-5 | Falla en sistema de facturación PCO | minutos | D-21 |
| Falla en Repetido | minutos | D-6 | Falla en sistema DURAGAS | minutos | D-22 |
| Asentamiento/Retraso personal PCO | minutos | D-7 | Carrusel/balanzas fallas técnicas | minutos | D-23 |
| Asentamiento/Retraso personal OPS | minutos | D-8 | Carrusel/balanzas ajustes | minutos | D-24 |
| Falla de Insumos (pallets/couches L) | minutos | D-9 | Falla de montacargas/montacargapólit | minutos | D-25 |
| Mantenimiento/ordenamiento cilindros | minutos | D-30 | PAROS PROGRAMADOS | | |
| Falla suministro de SIP de PCO | minutos | D-11 | Alimentación | minutos | PP-1 |
| Falla de distribuidores | minutos | D-12 | Reuniones/Capacitaciones | minutos | PP-2 |
| Ensayo otro comercializadora | minutos | D-13 | Simulacros | minutos | PP-3 |
| Arreglo de jornada | minutos | D-34 | Pruebas de producción | minutos | PP-4 |
| Parada de jornada | minutos | D-35 | Factores externos | minutos | PP-5 |
| Limpieza de áreas | minutos | D-36 | Auditorías | minutos | PP-6 |

Nota: Valores que se utiliza para calcular el EGP de la producción por horas

Índice de Disponibilidad:

Cuantifica que porcentaje del tiempo programado para operación (tiempo disponible) la línea productiva estuvo realmente generando salidas independientemente de la cantidad y calidad de estas.

$$Disponibilidad = \frac{\text{Tiempo disponible} - \text{paros no programados}}{\text{Tiempo disponible}} = \frac{\text{Tiempo Operación}}{\text{Tiempo disponible}}$$

$$Disponibilidad = \frac{60 - 5}{60} = \frac{55}{60}$$

$$Disponibilidad = \%92$$

Se Controla la disponibilidad por los daños generados cada hora que es de 5 minutos, envasado

Cuantifica que porcentaje del tiempo programado para operación (tiempo disponible) la línea productiva estuvo realmente generando salidas independientemente de la cantidad y calidad de estas.

Control de Calidad

El control de calidad que se lleva en la planta de llenado de cilindros ayuda a la organización a operar de manera exitosa. En nuestro caso una vez detectado algún error en el proceso, se realizan las correcciones necesarias para que el producto envasado se haya realizado con la calidad indicada

Tabla 13. Toma de datos índice calidad

| | | FORMULARIO | | | | | | | | | | | | Versión | | 1 | |
|--|------------------|--|-----------|--------------|--------------|---------------------|----------------|-------------------|------------------|----------------|-----------|-------------|---------------------|---------------------|--------------------------|--------------------|--|
| | | Toma de Datos para el cálculo del Índice de Calidad de Cilindros | | | | | | | | | | | | Fecha | | 30/11/2018 | |
| | | | | | | | | | | | | | | Código | | PRD-EDG-010 | |
| TOMA DE DATOS PARA CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE CILINDROS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PLANTA: _____ | | | | FECHA: _____ | | | | | | | | | | | | | |
| FORMATO: _____ | | | | TURNO: _____ | | | | SUPERVISOR: _____ | | | | | | | | | |
| N° Cilindros | ÍNDICE DE IMAGEN | | | | | ÍNDICE DE SEGURIDAD | | | | | | | | CONTENIDO | | | |
| | Pintura | Base | Asa | Etiqueta | Franja Negra | Fuga en Válvula | Fuga en Acople | Fuga en Cilindro | Acoplamiento V-R | Caucho Toroide | Tara | Abolladuras | Medidor de % de GLP | Válvula de servicio | Peso Fuera de Tolerancia | Sello de Seguridad | |
| 1 | 1 2 3 4 5 | 1 2 3 4 5 | 1 2 3 4 5 | 1 2 3 4 5 | 1 2 3 4 5 | 1 2 3 4 5 | 1 2 3 4 5 | 1 2 3 4 5 | 1 2 3 4 5 | 1 2 3 4 5 | 1 2 3 4 5 | 1 2 3 4 5 | 1 2 3 4 5 | 1 2 3 4 5 | 1 2 3 4 5 | 1 2 3 4 5 | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 60 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TARJULACION DE CRITERIOS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tot | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Nota: Desarrollado por la empresa

Tabla 14. Control de Peso

INSPECCION DE PESO DE GLP ENVASADO EN CILINDROS DE 15 Kg.

| TABLA DE TOLERANCIAS | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|------|-----------------------------|-----------------------------|------|-----------------------------|-----------------------------|------|-----------------------------|-----------------------------|
| TARA | TOLERANCIA M INIM A CON GLP | TOLERANCIA M AXIM A CON GLP | TARA | TOLERANCIA M INIM A CON GLP | TOLERANCIA M AXIM A CON GLP | TARA | TOLERANCIA M INIM A CON GLP | TOLERANCIA M AXIM A CON GLP | TARA | TOLERANCIA M INIM A CON GLP | TOLERANCIA M AXIM A CON GLP |
| 13.5 | 28.2 | 28.8 | 14.4 | 29.1 | 29.7 | 15.3 | 30.0 | 30.6 | 16.2 | 30.9 | 31.5 |
| 13.6 | 28.3 | 28.9 | 14.5 | 29.2 | 29.8 | 15.4 | 30.1 | 30.7 | 16.3 | 31.0 | 31.6 |
| 13.7 | 28.4 | 29.0 | 14.6 | 29.3 | 29.9 | 15.5 | 30.2 | 30.8 | 16.4 | 31.1 | 31.7 |
| 13.8 | 28.5 | 29.1 | 14.7 | 29.4 | 30.0 | 15.6 | 30.3 | 30.9 | 16.5 | 31.2 | 31.8 |
| 13.9 | 28.6 | 29.2 | 14.8 | 29.5 | 30.1 | 15.7 | 30.4 | 31.0 | 16.6 | 31.3 | 31.9 |
| 14.0 | 28.7 | 29.3 | 14.9 | 29.6 | 30.2 | 15.8 | 30.5 | 31.1 | 16.7 | 31.4 | 32.0 |
| 14.1 | 28.8 | 29.4 | 15.0 | 29.7 | 30.3 | 15.9 | 30.6 | 31.2 | 16.8 | 31.5 | 32.1 |
| 14.2 | 28.9 | 29.5 | 15.1 | 29.8 | 30.4 | 16.0 | 30.7 | 31.3 | 16.9 | 31.6 | 32.2 |
| 14.3 | 29.0 | 29.6 | 15.2 | 29.9 | 30.5 | 16.1 | 30.8 | 31.4 | 17.0 | 31.7 | 32.3 |

| | | | |
|------------------|-------------|-------------|-------------|
| FECHA:13/12/2021 | FECHA: | FECHA: | FECHA: |
| HORA: 08:00 | HORA: 12:00 | HORA: 16:00 | HORA: 19:00 |
| CARRUSEL: 1 | CARRUSEL: 1 | CARRUSEL: 1 | CARRUSEL: 1 |

| N° | TARA | PESO | N° | TARA | PESO | N° | TARA | PESO | N° | TARA | PESO |
|----|------|------|----|------|------|----|------|------|----|------|------|
| 1 | 14.5 | 29.5 | 1 | 14.2 | 29.2 | 1 | 14.2 | 29.2 | 1 | 14.7 | 29.7 |
| 2 | 14.7 | 29.7 | 2 | 14.4 | 29.4 | 2 | 14.3 | 29.3 | 2 | 14.8 | 29.8 |
| 3 | 14.9 | 29.9 | 3 | 15.5 | 30.5 | 3 | 14.5 | 29.5 | 3 | 14.9 | 29.9 |
| 4 | 15 | 30 | 4 | 14.6 | 29.6 | 4 | 14.6 | 29.6 | 4 | 15.2 | 30.2 |
| 5 | 14.2 | 29.2 | 5 | 15 | 30 | 5 | 15.2 | 30.2 | 5 | 15.6 | 30.6 |
| 6 | 14.4 | 29.4 | 6 | 14.7 | 29.7 | 6 | 15.6 | 30.6 | 6 | 13.8 | 28.8 |
| 7 | 14.7 | 29.7 | 7 | 14.5 | 29.5 | 7 | 14.7 | 29.7 | 7 | 14.1 | 29.1 |
| 8 | 14.9 | 29.9 | 8 | 14.3 | 29.3 | 8 | 14.9 | 29.9 | 8 | 14.7 | 29.7 |
| 9 | 14.5 | 29.5 | 9 | 14.6 | 29.6 | 9 | 14.5 | 29.5 | 9 | 14.8 | 29.8 |
| 10 | 14.2 | 29.2 | 10 | 14.4 | 29.4 | 10 | 14.2 | 29.2 | 10 | 14.9 | 29.9 |
| 11 | 14.3 | 29.3 | 11 | 14.4 | 29.4 | 11 | 13.8 | 28.8 | 11 | 15.2 | 30.2 |
| 12 | 14.5 | 29.5 | 12 | 14.7 | 29.7 | 12 | 14.1 | 29.1 | 12 | 15.6 | 30.6 |
| 13 | 14.6 | 29.6 | 13 | 14.8 | 29.8 | 13 | 14.7 | 29.7 | 13 | 14.7 | 29.7 |
| 14 | 14.8 | 29.8 | 14 | 13.7 | 28.7 | 14 | 14.8 | 29.8 | 14 | 14.9 | 29.9 |
| 15 | 16.1 | 31.1 | 15 | 13.8 | 28.8 | 15 | 14.3 | 29.3 | 15 | 14.5 | 29.5 |
| 16 | 13.7 | 28.7 | 16 | 14.8 | 29.8 | 16 | 14.6 | 29.6 | 16 | 14.2 | 29.2 |
| 17 | 14 | 29 | 17 | 14.3 | 29.3 | 17 | 14.4 | 29.4 | 17 | 14.9 | 29.9 |
| 18 | 13.8 | 28.8 | 18 | 14.5 | 29.5 | 18 | 14.4 | 29.4 | 18 | 13.8 | 28.8 |
| 19 | 14.1 | 29.1 | 19 | 14.6 | 29.6 | 19 | 14.7 | 29.7 | 19 | 14.6 | 29.6 |
| 20 | 14.7 | 29.7 | 20 | 14.9 | 29.9 | 20 | 14.8 | 29.8 | 20 | 14.7 | 29.7 |
| 21 | 14.8 | 29.8 | 21 | 14.1 | 29.1 | 21 | 14.6 | 29.6 | 21 | 14.5 | 29.5 |
| 22 | 14.9 | 29.9 | 22 | 14.6 | 29.6 | 22 | 14.7 | 29.7 | 22 | 14.2 | 29.2 |
| 23 | 15.2 | 30.2 | 23 | 14.8 | 29.8 | 23 | 14.5 | 29.5 | 23 | 14.3 | 29.3 |
| 24 | 15.6 | 30.6 | 24 | 14.9 | 29.9 | 24 | 14.8 | 29.8 | 24 | 14.8 | 29.8 |
| 25 | 14.4 | 29.4 | 25 | 13.8 | 28.8 | 25 | 14.9 | 29.9 | 25 | 14.5 | 29.5 |
| 26 | 14.6 | 29.6 | 26 | 14.6 | 29.6 | 26 | 14.2 | 29.2 | 26 | 14.1 | 29.1 |
| 27 | 14.3 | 29.3 | 27 | 14.7 | 29.7 | 27 | 14.5 | 29.5 | 27 | 14.3 | 29.3 |
| 28 | 14.7 | 29.7 | 28 | 14.5 | 29.5 | 28 | 14.8 | 29.8 | 28 | 14.5 | 29.5 |
| 29 | 15.3 | 30.3 | 29 | 14.8 | 29.8 | 29 | 14.9 | 29.9 | 29 | 13.7 | 28.7 |
| 30 | 14.5 | 29.5 | 30 | 14.9 | 29.9 | 30 | 15.2 | 30.2 | 30 | 16.2 | 31.2 |
| 31 | 15.5 | 30.5 | 31 | 15.2 | 30.2 | 31 | 15.6 | 30.6 | 31 | 14.6 | 29.6 |
| 32 | 14.9 | 29.9 | 32 | 15.4 | 30.4 | 32 | 14.7 | 29.7 | 32 | 14.7 | 29.7 |
| 33 | | | 33 | | | 33 | | | 33 | | |

| OBSERVACIONES: | | | |
|----------------|-----|-----|-----|
| s/n | s/n | s/n | s/n |
| | | | |

| RESPONSABLES: | | | |
|---------------|----------|----------|----------|
| NOMBRES: | NOMBRES: | NOMBRES: | NOMBRES: |
| FIRMA: | FIRMA: | FIRMA: | FIRMA: |
| ROL: | ROL: | ROL: | ROL: |

Nota: Se lleva a diario el control ya que ayuda a verificar el cilindro se encuentre con el peso correcto.

Tabla 15. Control de calidad

CALCULO DE QUALITY INDEX

Total Planta

| Índice de Calidad de Cilindros de 15 Kg DD | | |
|--|------------------------|------------|
| Pesos | | 4.5 |
| 40% | 1. Índice de Imagen | |
| 40% | 2. Índice de Seguridad | |
| 20% | 3. Índice de Contenido | |

1. Índice de Imagen

3.81

| Calificación | Criterios | Crítico | Regular | Moderado | Ligero | Adecuado | # de cili Muestreados |
|---------------------------|-------------|---------|---------|----------|--------|----------|-----------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 70.0% | 1.- Pintura | 35 | 75 | 152 | 219 | 179 | 660 |
| 20.0% | 2.- Base | 3 | 48 | 144 | 174 | 291 | 660 |
| 10.0% | 3.- Asa | 1 | 2 | 74 | 220 | 363 | 660 |
| 100% | | 39 | 125 | 370 | 613 | 833 | 660 |
| Promedio Ponderado | | 25.2 | 62.3 | 142.6 | 210.1 | 219.8 | |
| Total Pondfroo | | | | | | | 2517 |

2. Índice de Seguridad

4.99

| Calificación | Criterios | Crítico | Regular | Moderado | Ligero | Adecuado | # de cili Muestreados |
|---------------------------|-----------------------------|---------|---------|----------|--------|----------|-----------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 10.0% | 1.- Fugas en Válvula | 0 | 0 | 0 | 0 | 660 | 660 |
| 10.0% | 2.- Fugas en acople Válvula | 0 | 0 | 0 | 0 | 660 | 660 |
| 30.0% | 3.- Fugas en cilindro | 0 | 0 | 0 | 0 | 660 | 660 |
| 20.0% | 4.- Acoplamiento Valv.-Req. | 0 | 0 | 0 | 0 | 660 | 660 |
| 15.0% | 5.- Caucho Toroide | 0 | 0 | 2 | 2 | 656 | 660 |
| 10.0% | 6.- Tara | 0 | 0 | 9 | 13 | 638 | 660 |
| 5.0% | 7.- Abolladuras | 0 | 0 | 3 | 70 | 587 | 660 |
| 100% | | 0 | #iREF! | #iREF! | 85 | 4521 | 660 |
| Promedio Ponderado | | 0 | 0 | 1.35 | 5.1 | 653.55 | |
| Total Pondfroo | | | | | | | 3292.2 |

3. Índice de Contenido

4.99

| Calificación | Criterios | Crítico | Regular | Moderado | Ligero | Adecuado | # de cili Muestreados |
|---------------------------|------------------------------|---------|---------|----------|--------|----------|-----------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 50.0% | 1.- Peso fuera de tolerancia | 0 | 0 | 0 | 0 | 660 | 660 |
| 50.0% | 2.- Sello de Seguridad | 0 | 0 | 0 | 14 | 646 | 660 |
| 100% | | 0 | 0 | 0 | 14 | 1306 | 660 |
| Promedio Ponderado | | 0 | 0 | 0 | 7 | 653 | |
| Total Pondfroo | | | | | | | 3293 |

Nota: Control de calidad imagen, seguridad y contenido

Control de Equipos

Mantenimiento Mecánico y eléctrico verifican los equipos constantemente, y se aplica el mantenimiento preventivo para prevenir daños y paros no programados a su vez se realiza un requerimiento por parte de envasado para que se dé seguimiento a equipos que están ocasionando paros innecesarias.

Tabla 16. Mantenimiento Preventivo

| ACTIVIDADES PROGRAMADAS DE MANTENIMIENTO EN TERMINAL ENVASADO | | | |
|--|--------------------|--------------------|--|
| | | Fecha: | 28/11/2021 |
| | | Área: | Envasadora |
| | | Turno: | Diurno |
| Personal Planta | Contratista | envasadores | MANTENIMIENTOS |
| | | | CARRUSEL 1 |
| | | | Pulverización y engrasado de sistema de ingreso (brazo molino), varillas y terminales Brazos Centrades de cilindros Probadora de Fugas y de toroides |
| | | | Mantenimiento de cabezales probadora de toroide |
| | | | Mantenimiento y reemplazo kits de reparación válvulas de corte neumático de carrusel No. 01 |
| | | | Revisión y cambio de motor hidráulico estación motriz carrusel 1 |
| | | | Anclaje banco de evacuación de cilindros 45 kg |
| | | | CARRUSEL 2 |
| | | | varillas y terminales Brazos Centrades de cilindros Probadora de Fugas y de toroides |
| | | | Mantenimiento de cabezales probadora de toroide |
| | | | CAMBIO DE ACEITE Y ELEMENTOS FILTRANTES ESTACION MOTRIZ CARRUSEL No. 02 |
| | | | Mantenimiento, pulverización y calibración de sistema de ingreso y salida de cilindros de carrusel No. 02 |
| | | | TRANSPORTADOR DE CADENA |
| | | | Colocación de ethanel en curva salida carrusel # 1 |
| | | | Cambio de platinas laterales y ethanel motoreductor # 2 |
| | | | Soldadura de platina ingreso carrusel # 1 |
| | | | Soldadura de soportes para línea de agua ducha lava ojos carrusel # 3 |
| | | | SCI |
| | | | Limpieza de rociadores anillo de enfriamiento SCI carrusel 2 |

Nota: Se realiza la programación de mantenimiento para evitar daños en la operación continua.

Tabla 17 Metodología para el análisis de datos

| Objetivo | Técnica | Instrumento |
|---|---|---|
| Definir los objetivos a alcanzar para satisfacer las necesidades de la demanda de GLP en el Ecuador. | Mediante el análisis de los resultados obtenidos en las encuestas se plantearán los puntos más críticos sobre los que se debe trabajar. | Encuestas |
| Medir la producción del proceso mediante la recolección de datos para identificar los problemas más relevantes del llenado de cilindros | Medición de la productividad y efectividad Inicial, del proceso de envasado en la planta y de la maquinaria que interviene en el mismo. | $Productividad = \frac{Producción}{Tiempo}$ $Eficiencia = \frac{Productividad\ obtenida}{Productividad\ esperada} \times 100$ |
| Analizar la investigación de los resultados obtenidos estableciendo parámetros de causa y efecto. | Realizar un diagrama de causa y efecto para identificar los factores relacionados con las fallas del proceso productivo. | Diagrama de Ishikawa |
| Implementar estrategias de predicciones, para mejorar los aspectos conflictivos. | Por medio de un plan de acción se establecerán medidas que controlen el desarrollo productivo del proceso. | Plan de Acción |
| Controlar las medidas implementadas para asegurar la eficacia y continuidad del proceso. | Integrar y normalizar los cambios introducidos en la fase de mejora para que el proceso de mejoramiento sea constante. | Gestión y control de procesos |

Nota: Descripción de la metodología empleada para la recopilación de datos que se encuentran sujetos en la investigación. Elaborado por Gabriel Pacheco y Jimmy Gómez (2021). Elaboración propia.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis, interpretación y discusión de resultados

Una vez realizada la investigación de campo mediante las encuestas y entrevistas ejecutadas a la población de interés, se obtuvieron los siguientes resultados.

4.1.1 Encuesta

Pregunta 1

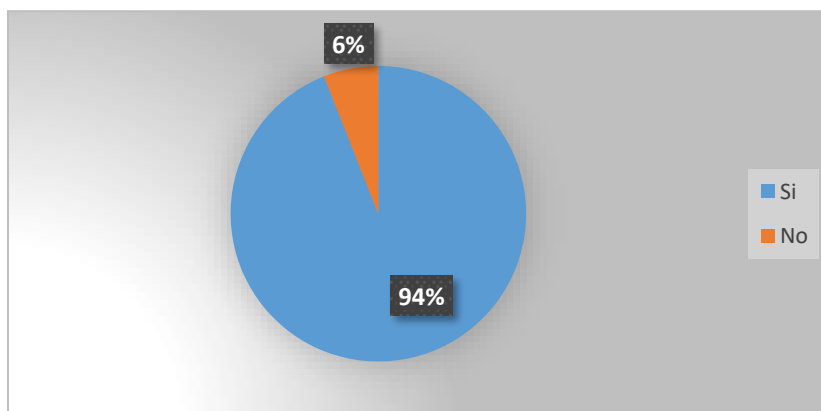
¿Tiene usted conocimiento del proceso que se lleva a cabo en el llenado de los cilindros de gas licuado de petróleo, o gas doméstico?

Tabla 18 Llenado de los cilindros de gas licuado de petróleo. Fuente: Investigación de campo

| Ítem | Categorías | Frecuencias | Porcentajes |
|------|--------------|-------------|-------------|
| 1 | Si | 33 | 94% |
| | No | 2 | 6% |
| | Total | 35 | 100% |

Nota: Datos obtenidos en la encuesta realizada a los trabajadores de la empresa de estudio. Obtenido por: Autor

Figura 28 Llenado de los cilindros de gas licuado de petróleo



Nota: Gráfico obtenido a partir de la tabulación de los datos obtenidos en la encuesta realizada a los trabajadores de la empresa de estudio. Obtenido por: Autor

Análisis: De acuerdo con lo que se muestra en la figura 1, se plantea que la mayor parte de los encuestados tiene conocimiento del proceso que se lleva a cabo en el llenado de los cilindros de gas licuado de petróleo, o gas doméstico, ya que alrededor del 94% respondió positivamente ante dicha inquietud.

Pregunta 2

¿Cuál de estos procesos considera usted es el que toma más tiempo a la hora de abastecerse de GLP?

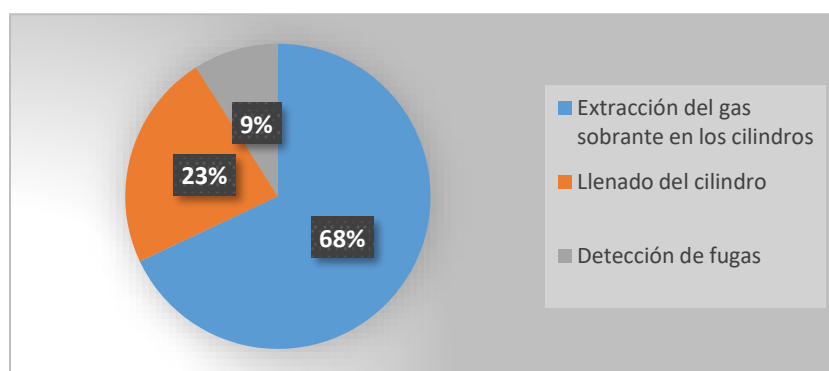
Tabla 19 Procesos de abastecimiento de GLP. Fuente: Investigación de campo

| Ítem | Categorías | Frecuencia | Porcentajes |
|------|---|------------|-------------|
| 2 | Extracción del gas sobrante en Los cilindros. | 24 | 68% |
| | Llenado del cilindro. | 8 | 23% |
| | Detección de fugas. | 3 | 9% |
| | Total | 35 | 100% |

Nota: Datos obtenidos en la encuesta realizada a los trabajadores de la empresa de estudio. Obtenido por: Autor.

*GLP: Gas licuado de petróleo.

Figura 29 Procesos de abastecimiento de GLP



Nota: Gráfico obtenido a partir de la tabulación de los datos obtenidos en la encuesta realizada a los trabajadores de la empresa de estudio. Obtenido por: Autor. *GLP: Gas licuado de petróleo.

Análisis: Según lo que se muestra en la figura 8, la mayor parte de los encuestados señaló que la extracción del gas sobrante en los cilindros es el proceso que más tiempo toma a la hora de realizar el abastecimiento de GLP con aproximadamente un 68%, seguido del llenado del cilindro.

Pregunta 3

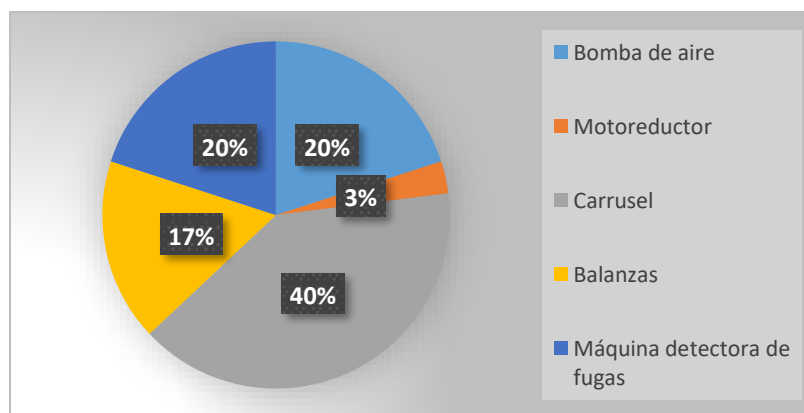
¿Cuál de las siguientes maquinarias considera más importante en el proceso de llenado de cilindros de gas doméstico?

Tabla 20. Maquinaria empleada en el proceso de llenado de cilindros de gas doméstico. Fuente: Investigación de campo

| Ítem | Categorías | Frecuencia | Porcentajes |
|------|----------------------------|------------|-------------|
| 5 | Bomba de aire | 7 | 20% |
| | Motoreductor | 1 | 3% |
| | Carrusel | 14 | 40% |
| | Balanzas | 6 | 17% |
| | Máquina detectora de fugas | 7 | 20% |
| | Total | 35 | 100% |

Nota: Datos obtenidos en la encuesta realizada a los trabajadores de la empresa de estudio. Obtenido por: Autor.

Figura 30 Maquinaria empleada en el proceso de llenado de cilindros de gas doméstico



Nota: Gráfico obtenido a partir de la tabulación de los datos obtenidos en la encuesta realizada a los trabajadores de la empresa de estudio. Obtenido por: Autor.

Análisis: Según se muestra en la figura 9, la maquinaria considerada la más importante dentro del proceso de llenado de gas doméstico es el carrusel con un 40%, seguido por los

procedimientos denominados bomba de aire y máquina detectora de fugas con un 20% cada una y por último el procedimiento llevado a cabo por balanzas y motoreductor.

Pregunta 4

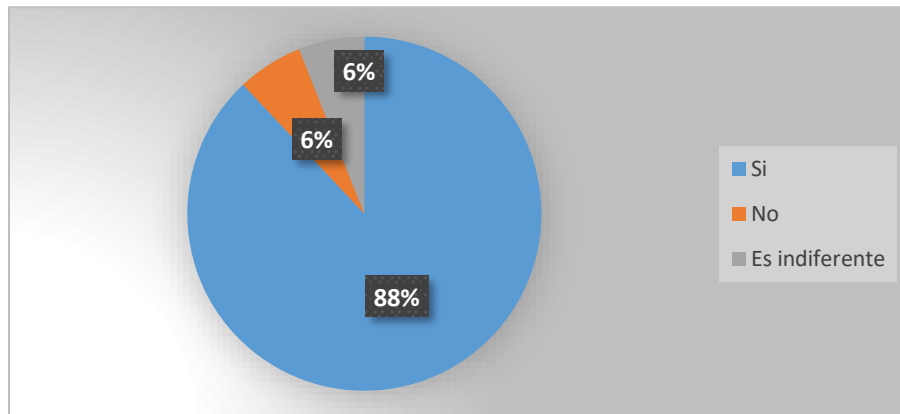
¿Cree usted que el implementar nueva maquinaria en el proceso de llenado de los cilindros de gas doméstico aumente la productividad de este?

Tabla 21. Productividad basada en la maquinaria empleada para el proceso de llenado. Fuente: Investigación de campo

| Ítem | Categorías | Frecuencia | Porcentajes |
|------|----------------|------------|-------------|
| 4 | Si | 31 | 88% |
| | No | 2 | 6% |
| | Es indiferente | 2 | 6% |
| | Total | 35 | 100% |

Nota: Datos obtenidos en la encuesta realizada a los trabajadores de la empresa de estudio. Obtenido por: Autor.

Figura 31 Productividad basada en la maquinaria empleada para el proceso de llenado



Nota: Gráfico obtenido a partir de la tabulación de los datos obtenidos en la encuesta realizada a los trabajadores de la empresa de estudio. Obtenido por: Autor.

Análisis: Con lo que respecta a productividad basada en la implementación de nueva maquinaria en el proceso de llenado de gas doméstico, el 88% de los encuestados consideraron que esta se incrementa cuando se prioriza la mejora constante y actualización de maquinaria para realizar los respectivos procedimientos.

Pregunta 5

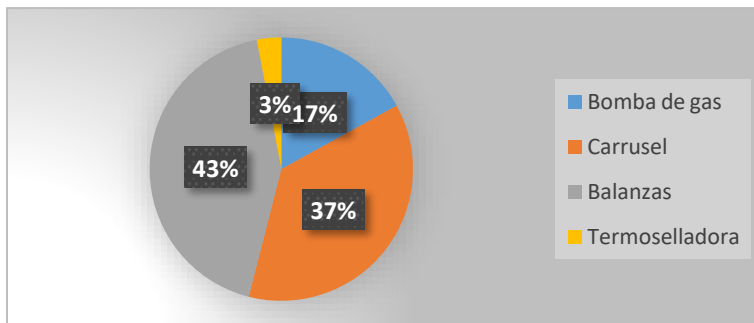
En base a su conocimiento sobre el proceso de llenado de los cilindros de gas doméstico, ¿cuál de las siguientes maquinarias que intervienen en el proceso, cree que deberían aumentar su cantidad con el fin de mejorar el tiempo del proceso de llenado y a su vez aumentar la productividad?

Tabla 22. Maquinarias y tiempo tomado en el proceso de llenado. Fuente: Investigación de campo

| Ítem | Categorías | Frecuencia | Porcentajes |
|------|----------------|------------|-------------|
| 5 | Bomba de gas | 6 | 17% |
| | Carrusel | 13 | 37% |
| | Balanzas | 15 | 43% |
| | Termoselladora | 1 | 3% |
| | Total | | 35 |

Nota: Datos obtenidos en la encuesta realizada a los trabajadores de la empresa de estudio. Obtenido por: Autor.

Figura 32 Maquinarias y tiempo tomado en el proceso de llenado



Nota: Gráfico obtenido a partir de la tabulación de los datos obtenidos en la encuesta realizada a los trabajadores de la empresa de estudio. Obtenido por: Autor.

Análisis: Según lo mostrado por la figura 11, el 43% de los encuestados afirma que la balanza es una de las maquinarias que se debería considerar para incrementar su número de unidades, para disminuir el tiempo de llenado y aumentar la productividad, seguido por el carrusel y la bomba de gas.

Pregunta 6

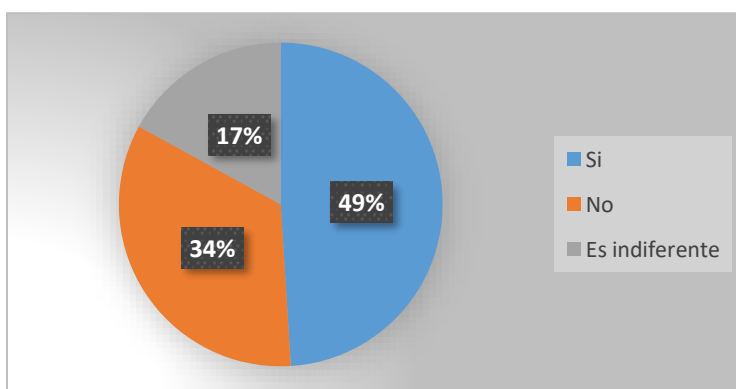
¿Considera que el aumento de personal encargado del proceso de llenado en cada turno, favorezca a la reducción de tiempo del proceso?

Tabla 23. Reducción de tiempo del proceso por aumento de personal. Fuente: Investigación de campo

| Ítem | Categorías | Frecuencia | Porcentajes |
|------|----------------|------------|-------------|
| 6 | Si | 17 | 49% |
| | No | 12 | 34% |
| | Es indiferente | 6 | 17% |
| | Total | 35 | 100% |

Nota: Datos obtenidos en la encuesta realizada a los trabajadores de la empresa de estudio. Obtenido por: Autor.

Figura 33 Reducción de tiempo del proceso por aumento de personal



Nota: Gráfico obtenido a partir de la tabulación de los datos obtenidos en la encuesta realizada a los trabajadores de la empresa de estudio. Obtenido por: Autor.

Análisis: Una vez más, haciendo énfasis en la productividad del proceso de llenado de gas, el 49% de los encuestados aseguró que el aumento de personal encargado del proceso de llenado en cada turno contribuiría a la reducción de tiempo de dicho proceso, sin embargo, el 34% asegura que no es vía que hay que considerar, ya que con la mejora de maquinarias sería suficiente.

Pregunta 7

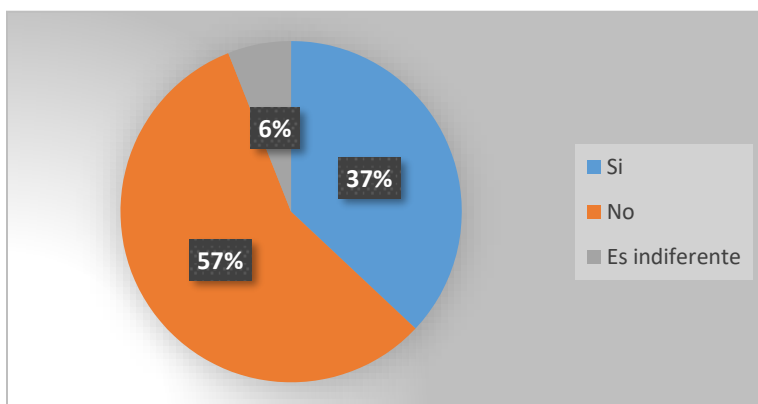
¿Cree usted que el tamaño del cilindro interfiere en la velocidad del proceso de abastecimiento?

Tabla 24. Influencia del tamaño del cilindro en la velocidad del proceso de abastecimiento. Fuente: Investigación de campo

| Ítem | Categorías | Frecuencia | Porcentajes |
|------|----------------|------------|-------------|
| 7 | Si | 13 | 37% |
| | No | 20 | 57% |
| | Es indiferente | 2 | 6% |
| | Total | 35 | 100% |

Nota: Datos obtenidos en la encuesta realizada a los trabajadores de la empresa de estudio. Obtenido por: Autor.

Figura 34 Influencia del tamaño del cilindro en la velocidad del proceso de abastecimiento



Nota: Gráfico obtenido a partir de la tabulación de los datos obtenidos en la encuesta realizada a los trabajadores de la empresa de estudio. Obtenido por: Autor.

Análisis: Con lo que respecta a la influencia del tamaño del cilindro en la velocidad del proceso de abastecimiento, el 57% de los encuestados aseguró que dicha influencia es negativa, mientras que el 37% considera todo lo contrario. Por lo que existe una gran diferencia de criterio de acuerdo con dicha acción.

Pregunta 8

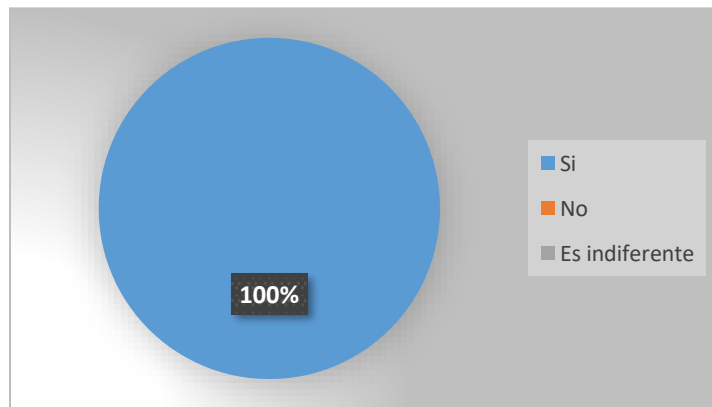
¿Considera que establecer un plan de mantenimiento preventivo en la Planta favorezca la optimización de tiempo y recursos económicos?

Tabla 25. Aplicación de plan de mantenimiento preventivo. Fuente: Investigación de campo

| Ítem | Categorías | Frecuencia | Porcentajes |
|------|----------------|------------|-------------|
| 8 | Si | 35 | 100% |
| | No | 0 | 0% |
| | Es indiferente | 0 | 0% |
| | Total | 35 | 100% |

Nota: Datos obtenidos en la encuesta realizada a los trabajadores de la empresa de estudio. Obtenido por: Autor.

Figura 35 Aplicación de plan de mantenimiento preventivo



Nota: Gráfico obtenido a partir de la tabulación de los datos obtenidos en la encuesta realizada a los trabajadores de la empresa de estudio. Obtenido por: Autor.

Análisis: En torno a la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la planta para lograr optimizar de tiempo y recursos económicos de esta, el 100% estuvo de acuerdo con dicha acción, ya que aseguran que los ciertos procesos toman más tiempo debido a la ausencia de capacitaciones previas.

Pregunta 9

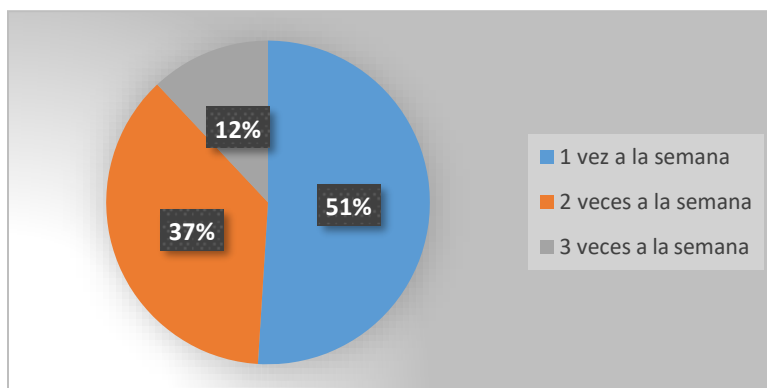
¿Con que frecuencia considera usted, debe realizarse el mantenimiento de las maquinas que intervienen el proceso, con el fin de reducir fallas y retrasos en el mismo?

Tabla 26. Frecuencia del mantenimiento de las maquinarias. Fuente: Investigación de campo

| Ítem | Categorías | Frecuencia | Porcentajes |
|------|---------------------|------------|-------------|
| 9 | 1 vez a la semana | 18 | 51% |
| | 2 veces a la semana | 13 | 37% |
| | 3 veces a la semana | 4 | 12% |
| | Total | 35 | 100% |

Nota: Datos obtenidos en la encuesta realizada a los trabajadores de la empresa de estudio. Obtenido por: Autor.

Figura 36 Frecuencia del mantenimiento de las maquinarias



Nota: Gráfico obtenido a partir de la tabulación de los datos obtenidos en la encuesta realizada a los trabajadores de la empresa de estudio. Obtenido por: Autor.

Análisis: Con lo que respecta a la frecuencia de mantenimiento de las maquinarias empleadas en el proceso de llenado de gas, más de la mitad de los encuestados afirmaron que esta debería darse al menos una vez por semana por precaución y seguridad de los equipos, así también el 37% aseguró que el tiempo óptimo sería dos veces por semana, para evitar retrasos o ausencias de maquinarias para el procedimiento.

Pregunta 10

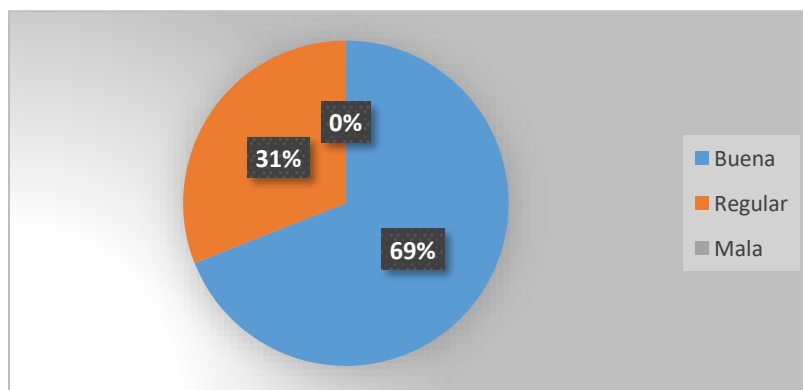
¿Cómo considera usted la calidad de los procesos de llenado de cilindros de gas en esta planta?

Tabla 27. Calidad de los procesos de llenado de cilindros de gas. Fuente: Investigación de campo

| Ítem | Categorías | Frecuencia | Porcentajes |
|------|--------------|------------|-------------|
| 10 | Buena | 24 | 69% |
| | Regular | 11 | 31% |
| | Mala | 0 | 0% |
| | Total | 35 | 100% |

Nota: Datos obtenidos en la encuesta realizada a los trabajadores de la empresa de estudio. Obtenido por: Autor.

Figura 37 Calidad de los procesos de llenado de cilindros de gas



Nota: Gráfico obtenido a partir de la tabulación de los datos obtenidos en la encuesta realizada a los trabajadores de la empresa de estudio. Obtenido por: Autor.

Análisis: Por último, respecto a la calidad de los procesos de llenado de cilindros de gas, el 69% de los encuestados aseguraron que particularmente suele ser buena, el 37% aseguró que esta se mantiene en un rango regular. Es importante destacar que no hubo respuestas negativas, por lo que se refleja que debe de haber mejoras pero que el procedimiento que se lleva a cabo no es malo.

4.1.2 Entrevistas

| Pregunta | Usuario | Respuesta |
|---|-------------------------------|---|
| 1. ¿Qué opina usted acerca de la eficiencia en el proceso de llenado? | edwinmaciasprado@gmail.com | Buena |
| | victorhilario2016@outlook.es | Buena |
| | cjseminariocortez86@gmail.com | Normal |
| | andresmora1617@gmail.com | Si hay eficiencia a excepción de un grupo |
| | viniciosalinas0@gmai.com | Es buena, a veces claro por obvias razones se pone lento, por algo que esta averiado. |
| | josequimis1990@gmail.com | Tiene falencias |
| | wilmer787_5@hotmail.com | Muy eficiente |
| | jonathanarevalo614@gmail.com | Muy variable entre eficiente e ineficiente. |
| | kleber.chiri.78@gmail.com | Es buena y rápida |
| | alexjoshue16@hotmail.com | Creo que está por muy por debajo de los estándares normales de eficiencia que es alrededor del 90%. |

| | | |
|--|-------------------------------|---|
| | davidfercaisa34@gmail.com | ---- |
| 2. ¿Sufre usted retrasos en la entrega de sus pedidos a la hora de abastecerse del GLP? ¿Por qué? | edwinmaciasprado@gmail.com | Si cuando hay problemas en los carruseles |
| | victorhilario2016@outlook.es | A la hora de ingresar al envasado |
| | cjseminariocortez86@gmail.com | No |
| | andresmora1617@gmail.com | Se debe mejorar los lunes y sábados se demora en cargar después de las once si llega a esa hora está saliendo a las dos |
| | viniciosalinas0@gmai.com | Más que todo los lunes a partir de las 10 |
| | josequimis1990@gmail.com | Sí, me indican q algo se dañó en planta |
| | wilmer787_5@hotmail.com | Pocas veces ya sea por problema en el carrusel |
| | jonathanarevalo614@gmail.com | Ocasionalmente Si |
| | kleber.chiri.78@gmail.com | No, porque lo retiro al distribuidor |

| | | |
|--|-------------------------------|---|
| | alexjoshue16@hotmail.com | Solo que hay algún desperfecto en las máquinas de llenado |
| | davidfercaisa34@gmail.com | En ocasiones se retrasa por fallas técnicas de los equipos. |
| 3. ¿Cuál cree usted que es la parte del proceso que retrasa más su pedido? ¿Por qué? | edwinmaciasprado@gmail.com | El llenado cuando no hay nadie en el bypass |
| | victorhilario2016@outlook.es | Cuando hay muchos carros en el patio para llenar |
| | cjseminariocortez86@gmail.com | Ninguno |
| | andresmora1617@gmail.com | En la llenada tarda el proceso |
| | viniciosalinas0@gmai.com | Falta de carruseles es mi opinión |
| | josequimis1990@gmail.com | El llenado Porque mi producto n llega a tiempo |
| | wilmer787_5@hotmail.com | Ahora es muy poca ante si era un caos por falta de |

| | | |
|--|--|---|
| | | mantenimiento y desconocimiento del daño |
| | jonathanarevalo614@gmail.com | Mano de Obra no comprometida. |
| | kleber.chiri.78@gmail.com | Las entregas |
| | alexjoshue16@hotmail.com | Cuando se cae el sistema de facturación que haya |
| | davidfercaisa34@gmail.com | En llenado en el carrusel. |
| <p>4. ¿Qué aspectos considera usted que requieren mejoras en el proceso de llenado? ¿Por qué?</p> | edwinmaciasprado@gmail.com | Que la persona del bypass esté fija. |
| | victorhilario2016@outlook.es | Que se trate de agilizar el proceso cuando haya muchos carros en el patio |
| | cjseminariocortez86@gmail.com | Más eficiencia |
| | andresmora1617@gmail.com | Estar mojando las cadenas para que funcionen bien y para prevenir daños. Capacitar al personal |
| | viniciosalinas0@gmail.com | Pienso que en el llenado porque el resto no hay inconvenientes |

| | | |
|------------------------------------|--|--|
| | josequimis1990@gmail.com | Mantenimientos preventivos, así se queda listo para su óptimo proceso de inicio de operaciones |
| | wilmer787_5@hotmail.com | Han cambiado bastante a veces no es las máquinas si no las personas que laboran |
| | jonathanarevalo614@gmail.com | Mantenimiento y Control |
| | kleber.chiri.78@gmail.com | Más responsabilidad, porque hay un que impartimos en el trabajo |
| | alexjoshue16@hotmail.com | Mejor mantenimiento en las máquinas y cadena |
| | davidfercaisa34@gmail.com | Mejorar la capacidad de bombeo y mantenimiento de los equipos de envasado. |
| 5.¿Qué mejoras implementaría en el | edwinmaciasprado@gmail.com | La velocidad de los transportadores |

| | | |
|-----------------------------------|--|---|
| proceso de abastecimiento de gas? | victorhilario2016@outlook.es | Que el recorrido sea la misma zona |
| | cjseminariocortez86@gmail.com | Nuevos cilindros de mejor calidad |
| | andresmora1617@gmail.com | Capacitar al personal en prevención de daños, aunque escuchado que ellos reportan cuando algo está dañado llegan los mecánico llegan a verificar se vuelven haber herramientas y de arreglan se pierde mucho tiempo deben andar preparado con herramientas. |
| | viniciosalinas0@gmail.com | Otro carrusel |
| | josequimis1990@gmail.com | Más unidades |
| | wilmer787_5@hotmail.com | Que se siga dando el mantenimiento correspondiente y que el personal de turno entregué lo mejor de si. |

| | | |
|---|--|--|
| | jonathanarevalo614@gmail.com | Control Mano de Obra Seguridad Industrial Mantenimiento. |
| | kleber.chiri.78@gmail.com | La actitud |
| | alexjoshue16@hotmail.com | Que haya suficiente stock para cargar más rápido los vehículos. |
| | davidfercaisa34@gmail.com | Adquisición de nuevas bombas de GLP. |
| 6. ¿De qué manera considera usted, que el tiempo empleado para abastecerse de gas influye en el consumidor final? ¿Por qué? | edwinmaciasprado@gmail.com | Si no abastecemos a las bodegas a tiempo el consumidor opta por otro método como las cocina de inducción |
| | victorhilario2016@outlook.es | El tiempo de espera en planta, el consumidor final puede encontrar un local vacío. |
| | cjseminariocortez86@gmail.com | Influye mucho ya que se desabastecen los cilindros y no hay gas. |
| | andresmora1617@gmail.com | Hay varias compañías de gas hay clientes que cogen |

| | | |
|--|--|---|
| | | a dos compañías y si no llegamos a tiempo ellos cogen a la competencia y no nos cogen lo que piden. |
| | viniciosalinas0@gmail.com | Porque es un producto de primera necesidad debe siempre estar abastecido |
| | josequimis1990@gmail.com | Al no encontrar el producto busca otra distribuidora |
| | wilmer787_5@hotmail.com | Cuando realmente pasa algo en planta es decir se daña el transportador se daña un carrusel y haya más de una empresa abasteciendo en el mismo lugar |
| | jonathanarevalo614@gmail.com | Satisfacer la demanda a tiempo es calidad, se optimizan muchos recursos si se lo realiza a tiempo |

| | | |
|--|--|--|
| | kleber.chiri.78@gmail.com | En que no llega el insumo a tiempo porque llega con deficiencia |
| | alexjoshue16@hotmail.com | Porque de él depende nuestro trabajo |
| | davidfercaisa34@gmail.com | Por el tiempo de las personas que destinan al abastecimiento, debe ser inmediato ir a una bodega y encontrar cilindros de gas sin demoras. |

4.2 Presentación de Resultados

En base a los resultados obtenidos mediante las encuestas, así como también como de las entrevistas, se establecen los puntos más relevantes de ambas herramientas de obtención de información. La mayoría de los trabajadores poseen conocimientos del proceso que se lleva a cabo en el llenado de los cilindros de gas licuado de petróleo, o gas doméstico planteando que la extracción del gas sobrante en los cilindros es el proceso que más tiempo toma a la hora de realizar el abastecimiento de este. Con lo que respecta a las maquinarias empleadas durante el proceso de llenado de GLP, los trabajadores afirman que la maquinaria más importante dentro dicho proceso es el carrusel, seguido por la bomba de aire y la máquina detectora de fugas, además indican que la productividad de estas se incrementa cuando se prioriza la mejora constante y actualización de cada una de las maquinarias utilizadas en la serie de procesos que intervienen en los respectivos procedimientos.

En este mismo contexto, los trabajadores concordaron en que la balanza es una de las maquinarias que se debería considerar para incrementar su número de unidades de tal manera que se disminuya el tiempo de llenado, aumentando la productividad del proceso. Así también añadieron que la frecuencia de mantenimiento de las maquinarias empleadas en el proceso de llenado de gas debería de darse al menos una vez por semana por precaución y seguridad de los equipos.

Haciendo énfasis en la productividad del proceso de llenado de gas, casi la mitad del personal indicó que el aumento de trabajadores encargados de dicho proceso por turno contribuiría a la reducción de tiempo de este, sin embargo, una parte significativa del personal asegura que no es opción que haya que considerar, ya que con la mejora de maquinarias sería suficiente.

Por otro lado, en referencia a la influencia del tamaño del cilindro en la velocidad del proceso de abastecimiento, la mayor parte del personal asegura que dicha influencia es negativa, es decir, no interfiere de manera general en el proceso el tamaño que posea el cilindro, sin embargo otra parte del personal considera todo lo contrario. Por lo que existe una gran diferencia de criterio de acuerdo con dicha acción. Por otra parte, aseguran que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la planta para lograr optimizar de tiempo y recursos económicos de esta sería una opción viable para la empresa, ya que ciertos procesos toman más tiempo debido a la ausencia de capacitaciones previas.

Por último, respecto a la calidad de los procesos de llenado de cilindros de gas, gran parte del personal aseguró que particularmente suele ser buena. Es importante destacar que no hubo respuestas negativas, por lo que se refleja que debe de haber mejoras pero que el procedimiento que se lleva a cabo no es malo.

De manera particular, mediante las entrevistas se obtuvo información relevante. Por ejemplo, respecto a la eficiencia de llenado de GLP, la mayoría del personal entrevistado aseguró el que proceso es bueno, sin embargo, también acotaron que de vez en cuando suele ser ineficiente como todo proceso. Así también, respecto a la existencia de retrasos en la entrega de los pedidos a la hora de abastecerse del GLP, todos dijeron tenerlos, no obstante todos presentaron distintos agentes causales, pudiendo establecerlas de manera general como fallas técnicas de la maquinaria empleada en los procesos.

Por otro lado, al consultar al personal qué parte del proceso por lo general suele retrasar más el pedido, la gran mayoría coincidió en que el proceso de llenado del carrusel suele ser muy tardado, provocando que el pedido también presente un atraso en su entrega. Así mismo respecto a los aspectos que consideran que requieren mejoras en el proceso de llenado, muchos mencionaron el mantenimiento y control al igual que las capacitaciones, ya que plantearon que estas deberían de ser más frecuentes para que el personal agilice sus acciones de manera eficaz.

Entre las mejoras que el personal mencionó que deberían de darse en el proceso de abastecimiento de gas se encuentran: cilindros de mejor calidad, incrementar el número de carruseles y por último, capacitar al personal en prevención de daños, de tal manera que se asegure un reporte cauteloso cuando se presente algún daño, permitiendo a los mecánicos trabajar de manera inmediata al verificar cualquier error o problema, disminuyendo el tiempo de producción, lo que permitiría que el consumidor final se encuentre satisfecho evitando que la competencia se apodere de los clientes fijos o de los que ya presentan algún tipo de convenio con la empresa. En este sentido, si la producción disminuye, las ventas también lo hacen al igual que los clientes y por ende los trabajadores corren el riesgo de perder sus puestos de trabajo.

4.3 Productividad y eficiencia

Para reconocer si la empresa está presentando algún tipo de falencia es importante tener conocimiento acerca de la productividad y la eficiencia que está teniendo esta respecto al producto o servicio que ofrece dependiendo del personal que lo realiza, así como también de todos los procesos que la componen. Es por ello que se realizaron los respectivos cálculos de cada variable para así medir la producción del proceso para identificar los problemas más relevantes del llenado de cilindros.

Según los datos proporcionados por el personal de la empresa, la producción diaria de cilindros entre el carrusel 1 y 2 es de 1400 cilindros/hora y considerando que la empresa se mantiene activa 20 horas por día, suma un total de 28000 cilindros, es decir, 420000 Kg/día. El precio unitario por cilindro envasado es de \$1,20.

$$Productividad = \frac{Producción (\$)}{horas trabajadas}$$

$$Productividad = \frac{28000 * 1,20}{20 horas trabajadas}$$

$$Productividad = \frac{\$33.600}{20}$$

$$Productividad = 1680 \text{ dólares /hora}$$

Por tanto, la productividad de la empresa es de \$1680 por cada hora de producción.

Respecto a la eficiencia se requiere el valor de productividad calculado anteriormente y la productividad que se espera por parte de los directivos de la empresa a alcanzar, la cual es de \$1680 por hora, considerando una producción diaria aproximada de 48000 cilindros (2400 cilindros por hora).

$$Eficiencia = \frac{\$1680}{\$2880} \times 100$$

$$Eficiencia = 75\%$$

Por tanto, la eficiencia que posee actualmente la empresa en el proceso de producción de cilindros de GLP es de un 58%, porcentaje que se aspira mejorar mediante un plan de acción implementado la metodología Lean Six Sigma.

CONCLUSIONES

Mediante el diagrama de Ishikawa se concluye que los cuatro puntos críticos a considerar para la mejora del proceso de llenado de GLP son insatisfacción al cliente debido al poco abastecimiento del almacén de cilindros y el retraso de las entregas; reducción de productividad dado a la ausencia de nueva maquinaria para el llenado de GLP y la poca capacitación del personal activo; el mantenimiento de maquinarias, debido a que no se realizan en los periodos de tiempos óptimos ni tampoco de manera preventiva y por último;

el desabastecimiento en las líneas de llenado, que por lo general se da, debido a que el proceso de llenado es muy lento y tampoco existen el número adecuado de maquinarias para el proceso.

El diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama causa-efecto, fue complementado con la elaboración de un diagrama de Pareto mostrando la relación incidencia-impacto de los problemas que llevan a una causa general, en este caso la insatisfacción del cliente y, por ende, las causas a tratar en la metodología. En este diagrama se puede observar que los causantes más recurrentes de dicha insatisfacción en orden de incidencia son: la poca capacitación del personal del proceso, el retraso en la entrega de pedidos y el proceso de llenado lento. Los clientes insatisfechos mencionan que las máquinas necesitan mantenimiento a veces en medio proceso, por lo que la falta de mantenimiento preventivo también se agrega a estas causantes.

Así también, la extracción del gas sobrante en los cilindros se posiciona como el proceso que más tiempo toma a la hora de realizar el abastecimiento de este, debido al tipo de maquinaria que se emplea para llevarlo a cabo, haciendo referencia a los carruseles y bombas de aire, por lo que se plantea que dicho proceso podría ser optimizado mediante la mejora constante y actualización de cada una de las maquinarias utilizadas en la serie de procesos que intervienen en los respectivos procedimientos.

Se concluye que es necesario incrementar el número de balanzas de tal manera que disminuya el tiempo de llenado y se eleve la productividad del proceso con una frecuencia de mantenimiento de al menos una vez por semana por precaución y seguridad de los equipos, por lo que no se considera necesario la contratación de nuevo personal para desarrollar de mejor manera cada una de las actividades.

También se concluye que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la planta para lograr optimizar de tiempo y recursos económicos de esta sería una opción viable para la empresa, ya que ciertos procesos toman más tiempo debido a la ausencia de capacitaciones previas, ya que la mayoría del personal aseguró que de por sí el proceso es bueno, sin embargo, también acotaron que de vez en cuando suele ser ineficiente como todo proceso.

Así también, respecto a la existencia de retrasos en la entrega de los pedidos a la hora de abastecerse del GLP, existen distintos agentes causales, pero lo más relevantes se presentan como fallas en los carruseles y en las bombas de llenado, por lo que, el proceso de llenado se lo plantea como el proceso que más retrasa la entrega de pedidos a los clientes. Es por ello que, consideran que requieren mejoras en el proceso de llenado, muchos mencionaron el mantenimiento y control al igual que las capacitaciones, ya que plantearon que estas deberían de ser más frecuentes para que el personal agilice sus acciones de manera eficaz.

La productividad de la empresa se vio incrementada significativamente por la aplicación de la metodología Lean Six Sigma. En este ámbito, se puede observar una variación del 59% de eficiencia relativa a la eficiencia inicial presentada (58%), alcanzando un nivel de rendimiento del 92% y aumentando las ganancias económicas de \$1680/hora a \$2671.20/hora.

RECOMENDACIONES

Entre las recomendaciones que sobresalen tanto por la investigación así como también por lo expuesto en la empresa por parte de los trabajadores se tiene:

- Mejoras en el proceso de llenado, mediante el mantenimiento y control al igual que las capacitaciones, aumentando su frecuencia para que el personal agilice sus acciones de manera eficaz.
- Incrementar el número de carruseles
- Capacitar al personal en prevención de daños, de tal manera que se asegure un reporte exhaustivo cuando se presente algún daño, facilitando el trabajo de los al verificar cualquier error o problema, disminuyendo el tiempo de producción, lo que permitiría que el consumidor final se encuentre satisfecho evitando que la competencia se apodere de los clientes fijos o de los que ya presentan algún tipo de convenio con la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

Idrogo Guevara, L., & Julca Alcántara, S. (2018). *Universidad Privada del Norte*. Obtenido de

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14095/Idrogo%20Guevara%20Luz%20Neri%20-%20Julca%20Alc%c3%a1ntara%20Saira%20Janery.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sánchez León, I. (2016). *determinación de un método para identificar el tamaño óptimo de la muestra del proceso de llenado de glp*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/94685/D-CD102288.pdf>

Ullauri Vela, J. (2018). *Universidad Laica Vicente Rocafuerte*. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/2561/1/T-ULVR-2357.pdf>

- Castillo Rayo, M. T., & Izaba Umaña, C. J. (2021). ADAPTACIÓN DE UNA COCINA INDUSTRIAL DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO A BIOGÁS. *El Higo ciencia y tecnología*. Obtenido de <https://www.lamjol.info/index.php/elhigo/article/view/11713/13539>
- Cruz Villacreces, L. (2016). *aplicación de lean sigma en un proceso de limpieza de pescado para incrementar la productividad de la mano de obra*. Obtenido de espol: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/95978/D-CD102306.pdf>
- del Castillo, E., & Noriega, V. (2018). *propuesta de un modelo de gestión para incrementar la productividad aplicando la metodología six sigma*. Obtenido de Universidad Cesar Vallejo: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/23787/delcastillo_pe.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Díaz González, G. (2016). *Repositorio Universidad de Guayaquil*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/16108>
- El-Haik, & Yang, K. (2003). *Design for Six Sigma, A Roadmap for Product Development*. Obtenido de RR Donnelly, SAD, str, 21.
- Felizzola, H., & Luna, C. (2016). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*. Recuperado el 09 de octubre de 2021
- Fontalvo Herrera, T., De La Hoz Granadillo, E., & Morelos Gómez, J. (2017). *La productividad y sus factores*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6233008>
- Gasnova. (2017). *Asociación colombiana de GLP*. Obtenido de <https://www.gasnova.co/sobre-el-glp/que-es-el-glp/>
- Goleansixsigma. (2017). *Goleansixsigma*. Obtenido de <https://goleansixsigma.com/dmaic-five-basic-phases-of-lean-six-sigma/#:~:text=DMAIC%20is%20the%20problem-solving%20approach%20that%20drives%20Lean,on%20the%20Scientific%20Meth>

od%20and%20it%E2%80%99s%20pronounced%20%E2%80%9Cduh-may-
ik.%E2%80%9D

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*.
McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES.

INEC. (2010). *Censo de población y vivienda. Censo de población y vivienda*.

Kosan Crisplant. (2020). *GESTIÓN DE PROYECTOS*. Obtenido de
http://www.kosancrisplant.com/media/248851/project_management_spa.pdf

Ley de Hidrocarburos. (2011). *Secretaria de hidrocarburos*. Obtenido de Decreto Supremo
2967: <http://www.secretariahidrocarburos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/06/LEY-DE-HIDROCARBUROS.pdf>

Morales Gordon, M. (2021). *estudio de la factibilidad para la creacion de una empresa productora y comercializadora de muebles*. Obtenido de
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20128/1/UPS-MSQ108.pdf>

Navarro, E., & Gisbert, V. (2017). *METODOLOGÍA E IMPLEMENTACIÓN DE SIX SIGMA. 3C. Investigación y pensamiento crítico*, 73–80. Recuperado el 08 de octubre de 2021, de <http://ojs.3ciencias.com/index.php/3c-empresa/article/view/579>

Nieto, A. (2016). *implementación de la metodología seis sigma para el mejoramiento continuo del proceso de venta de servicios tecnológicos y comunicacionales en EcuadorTelecom S.A.* Recuperado el 08 de octubre de 2021, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6863/1/UPS-GT000664.pdf>

Niky, O., & Mercado, C. (2020). *Gas Licuado de petróleo, trasvase, carguío, tanques de almacenamiento*. Obtenido de
<http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/handle/123456789/20526>

Pérez, E., & García, M. (2016). *Tecnología en Marcha.*, 27(3). Recuperado el 08 de octubre de 2021

- Petroecuador. (2017). *Petroecuador*. Obtenido de Informe de Gestión – Rendición de Cuentas 2017: <https://www.eppetroecuador.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/02/INFORME-RENDICION-DE-CUENTAS-2017-PORTAL.pdf>
- Placencia Peche, E. (2017). *aplicacion de lean sigma para incrementar la productividad del proceso de emision de polizas*. Obtenido de universidad cesar vallejo: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12672/Placencia_PE.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Prieto Castellanos, B. (2017). *El uso de los métodos deductivo e inductivo para aumentar la eficiencia del procesamiento de adquisición de evidencias digitales*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/cuco/v18n46/0123-1472-cuco-18-46-00056.pdf>
- Recope. (2021). *Gas licuado de petroleo*. Obtenido de <https://www.recope.go.cr/productos/calidad-y-seguridad-de-productos/gas-licuado-de-petroleo-glp/>
- Rojas, F. J., Jiménez, F. O., & Soto, J. (2019). *Análisis Teórico y Experimental de la Potencia, Eficiencia Térmica y Emisiones de Cocinas Industriales que usan Gas Licuado de Petróleo*. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v30n4/0718-0764-infotec-30-04-00301.pdf>
- Rojas, F. J., Jiménez, F. O., & Soto, J. (2019). *Análisis Teórico y Experimental de la Potencia, Eficiencia Térmica y Emisiones de Cocinas Industriales que usan Gas Licuado de Petróleo*. Obtenido de Información tecnológica, 30(4), 301-310.
- Ruiz, J. A., & Rubio, S. L. (2021). *Impacto económico, político y social en el subsidio del combustible y gas licuado de petroleo (GLP)*. Obtenido de SATHIRI, 16(1), 120-130.: <http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/handle/123456789/20526>
- Terán, P., & Alvarado, A. (2017). *Mejoramiento de la competitividad en empresas PYMES del Ecuador aplicando Lean Six Sigma: estudio de un caso*. Obtenido de Gaceta Sansana: <http://publicaciones.usm.edu.ec/index.php/GS/article/view/70/98>

Valenzuela , L. (2016). *Diagrama de Ishikawa*. Obtenido de <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51937786/Ishikawa-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1630089735&Signature=eYJU-6QTaBzP7M5ufrAh16AFKjCOz5iV6sTu5~OA~p0wsOss9P5s5aWY2mBjf3-KKOp~prx8m9bGVebGtqAW3ONmnJnHV7o2H5kAAEJV3Gb3t51rnZiLZ4lseQur8gqFRmJ0Cf0SF6bQjqpqaC>

Vanegas, D., Ayabaca, C., Celi , S., Rocha , J., & Mena , E. (2018). Factores para seleccionar tuberías de conducción de gas licuado de petróleo en Ecuador. *INGENIUS ciencia y tecnologia*.

ANEXOS

Anexo 1 Preguntas de encuestas realizadas al personal involucrado en el estudio

- 1. ¿Tiene usted conocimiento del proceso que se lleva a cabo en el llenado de los cilindros de gas licuado de petróleo, o gas doméstico?**

Si

No

- 2. ¿Cuál de estos procesos considera usted es el que toma más tiempo a la hora de abastecerse de GLP?**

Extracción del gas sobrante en los cilindros

Llenado del cilindro

Detección de fugas

- 3. ¿Cuál de las siguientes maquinarias considera más importante en el proceso de llenado de cilindros de gas doméstico?**

Bomba de aire

Motoreductor

Carrusel

Balanza

Maquina detectora de fugas

- 4. ¿Cree usted que el implementar nueva maquinaria en el proceso de llenado de los cilindros de gas doméstico aumente la productividad del mismo?**

Si

No

Es indiferente

- 5. En base a su conocimiento sobre el proceso de llenado de los cilindros de gas doméstico, ¿cuál de las siguientes maquinarias que intervienen en el proceso, cree que deberían cambiarse o aumentar su cantidad con el fin de mejorar el tiempo del proceso de llenado y a su vez aumentar la productividad?**

Bomba de gas

Carrusel

Balanzas

Termoselladora

- 6. ¿Considera que el aumento de personal encargado del proceso de llenado en cada turno, favorezca a la reducción de tiempo del proceso?**

Sí

No

Es indiferente

- 7. ¿Cree usted que el tamaño del cilindro interfiere en la velocidad del proceso de abastecimiento?**

Sí

No

Es indiferente

8. ¿Considera que establecer un plan de mantenimiento preventivo en la Planta favorezca la optimización de tiempo y recursos económicos?

Sí

No

Es indiferente

9. ¿Con que frecuencia considera usted, debe realizarse el mantenimiento de las maquinas que intervienen el proceso, con el fin de reducir fallas y retrasos en el mismo?

1 vez a la semana

2 veces a la semana

3 veces a la semana

10 ¿Cómo considera usted la calidad de los procesos de llenado de cilindros de gasen esta planta?

Buena

Regular

Mala

Anexo 2 Preguntas de entrevistas realizadas al personal involucrado en el estudio

1. ¿Qué opina usted acerca de la eficiencia en el proceso de llenado?
2. ¿Sufre usted retrasos en la entrega de sus pedidos a la hora de abastecerse del GLP? ¿Por qué?
3. ¿Cuál cree usted que es la parte del proceso que retrasa más su pedido? ¿Por qué?
4. ¿Qué aspectos considera usted que requieren mejoras en el proceso de llenado? ¿Por

qué?

5. ¿Qué mejoras implementaría en el proceso de abastecimiento de gas?

6. ¿De qué manera considera usted, que el tiempo empleado para abastecerse de gas influye en el consumidor final? ¿Por qué