



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Aplicación de Six Sigma para mejorar productividad de Línea de embotellado de una empresa de bebidas no gasificadas, Zárata 2020.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial**

AUTOR:

Rojas Bellodas, Pedro Pablo (orcid.org/0000-0003-2584-603X)

ASESOR:

Dr. Malpartida Gutiérrez, Jorge Nelson (orcid.org/0000-0001-6846-0837)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a ti papá, que supiste inculcarme valores; a mis tías Sofía y Mery que siempre quisieron lo mejor para mí. A mi esposa Liliana, por confiar siempre en mí y por ser mi soporte en esta etapa importante de mi vida,

.....eternamente agradecido.

Agradecimiento

A mi Dios, sobre todas las cosas por permitir cumplir este sueño. A todos mis profesores que me formaron profesionalmente en la universidad y a mi asesor Jorge Malpartida por su apoyo incondicional en el presente trabajo. A mis hermanas (Sofía y Mery), a ti Lilianita por confiar siempre en mí.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	8
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1. Tipo y diseño de investigación	19
3.2. Variables y operacionalización.....	19
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis	22
3.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.5. Procedimientos	24
3.6. Métodos de análisis de datos.....	70
3.7. Aspectos éticos.....	70
IV. RESULTADOS	71
V. DISCUSIÓN	87
VI. CONCLUSIONES.....	88
VII. RECOMENDACIONES.....	89
REFERENCIAS	90
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 5. Actividades requeridas para la etapa definir	25
Tabla 6. % participación de cada miembro de equipo six sigma	26
Tabla 7. Cumplimiento de OEE e impacto de averías procesos control motion 12 semanas antes, sin causas mal asignadas	27
Tabla 8. Actividades requeridas para la etapa medir.....	30
Tabla 9. % participación de cada miembro de equipo six sigma	31
Tabla 10. Desempeño de proceso yield (antes)	34
Tabla 11. SIPOC	38
Tabla 12. Nivel de productividad (antes)	41
Tabla 13. Actividades requeridas para la etapa analizar	43
Tabla 14. Capacidad de proceso (CP y CPK) antes.....	45
Tabla 15. Actividades requeridas para la etapa implementar.....	47
Tabla 16. Comparación de herramienta según sus factores	48
Tabla 17. Posibles soluciones de causas raíces de los problemas de la línea de embotellado.....	50
Tabla 18. Actividades de la etapa controlar.....	53
Tabla 19. Sistema Cumplimiento de OEE e impacto de averías procesos control motion 12 semanas después, de la implementación de la mejora	57
Tabla 20. Desempeño de proceso (yield después)	58
Tabla 21. Flujo de caja	62
Tabla 22. Comparación de desempeño de proceso (antes y después).....	63
Tabla 23. Nivel de productividad (después)	65
Tabla 24. Esquema de antes y después de la implementación.....	66
Tabla 25. Nivel de productividad (Comparativo).....	67
Tabla 26. Capacidad de proceso (CP y CPK) Después	68

Índice de figuras

Figura 4. Entregable etapa definir: Project Chárter	29
Figura 5. Desempeño del proceso (yield) y nivel six sigma del proceso (antes)	33
Figura 6. Diagrama de operaciones del proceso (DOP).....	36
Figura 7. Diagrama de analisis del proceso (DAP).....	37
Figura 8. Gráfico de nivel de productividad (antes)	42
Figura 9. Gráficos de capacidad de proceso (Antes).....	46
Figura 10. Propuesta de estructura del grupo Kaizen de la línea de embotellado	51
Figura 11. Hoja de verificación y control.....	54
Figura 12. Desempeño del proceso (yield) y el nivel six sigma del proceso (después)	59
Figura 13. Desempeño del proceso (yield) y el nivel six sigma del proceso (comparativo)	63
Figura 14. Nivel de productividad (después)	66
Figura 15. Nivel de productividad (comparativo) Fuente: propia	67
Figura 16. Informe de capacidad del proceso (Después)	69

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue determinar cómo la aplicación de Six Sigma mejora la productividad en la línea de embotellado de una empresa de bebidas no gasificadas, Zárata 2020. La finalidad del estudio fué aplicada, con un nivel explicativo, enfoque cuantitativo, diseño cuasiexperimental con alcance longitudinal, la muestra estuvo conformada por número de botellas (Jugo Durazno 1 L) generadas en 12 semanas de Pre-Test (sept, oct, nov 2019) y 12 semanas de Pos-Test (Enero, febrero, marzo 2020). Las técnicas e instrumentos utilizados fueron, revisión documental, observación participante, fichas de registro, hoja de verificación y control. El resultado conseguido a través de la aplicación de Wilcoxon comprueban que se acepta la hipótesis alterna, su significancia fue de 0,004, que demostró que el nivel de productividad de la empresa se incrementó mediante las etapas de mejora hasta un 90%. El primer objetivo específico logró una mejora en promedio de 90%, se estableció estrategias y capacitaciones para mejorar los procesos de formamás precisa. El segundo objetivo específico logró una mejora en promedio de 97%, se estableció estrategias de trabajo en los procesos é instrucciones en el área de mantenimiento con las máquinas.

Palabras clave: Six Sigma, productividad, eficacia, eficiencia.

Abstract

The objective of this research was to determine how the application of Six Sigma improves productivity in the bottling line of a bottling company of non-gasified beverages, Zárate 2020. The purpose of the study was applied, with an explanatory level, quantitative approach, quasi-experimental design and longitudinal range, the sample was made up of the number of bottles (Juice Frugos Durazno 1 L) generated in 12 weeks of Pre-Test (September, October, November) and 12 weeks of Pos-Test (January, February and March 2020). The techniques and instruments used were, documentary review, participating observation, registration sheets and verification and control sheet. The result achieved through the application of Wilcoxon for the analysis of the productivity p-value of before and after implementation prove that the alternating hypothesis is accepted, since its significance was 0.004. This showed that the company's productivity level was increased through the improvement stages up to 90%. On the other hand, the first specific target achieved an improvement on average of 90%, strategies and trainings were established to improve processes more precisely. The second specific target achieved an average improvement of 97% work strategies were established in the processes and instructions in the maintenance area with the machines.

Keywords: Six Sigma, productivity, efficiency, effective.

I. INTRODUCCIÓN

La primera aplicación del método Six Sigma en el mundo estaba en producción y gradualmente se fue extendiendo también a los procesos de servicio y soporte. Con el tiempo, grandes empresas como Motorola, General Electric, Sony, NASA, Toshiba, Toyota y otras han demostrado que la implementación de modelos de calidad y productividad de clase mundial (como Six Sigma) se ha convertido en un factor clave en la productividad y productividad. Generadores y variadores de la competencia. Sin embargo, este enfoque ha sido adoptado por pocas organizaciones en América Latina debido a la falta de información, experiencia o poco interés en mejorar los procesos de producción.

Actualmente, las organizaciones viven en condiciones de constante cambio y mejora, lo que les permite enfocarse en la productividad en condiciones de alta competitividad, con el objetivo de incrementar la eficiencia y la productividad, así como evaluar la estabilidad de los procesos productivos. Por lo tanto, es necesario utilizar métodos para aumentar la productividad, como el método Six Sigma. En este sentido, los países están más preocupados por cómo afectar la productividad, la baja eficiencia y el bajo rendimiento es un gran problema, y también es un gran problema social. Por ello, las instituciones tratan de utilizar métodos de evaluación que contribuyan a un proceso productivo eficiente. Por lo tanto, la baja productividad suele ser un problema para las empresas.

En este sentido, el método Six Sigma es importante porque investiga las causas de situaciones problemáticas generalizadas a través de las diversas etapas del método, como la definición del problema, la medición, el análisis, la mejora y el control de los niveles de desempeño. Por lo tanto, solo mediante la gestión adecuada del método y los recursos de Six Sigma, esta metodología puede aumentar el rendimiento de un proceso o servicio del 69 % inicial al 93 % a un nivel aún mayor del 99 % al 100 %. Alta tasa de utilización, sin inversión, tiempo moderado.

Ramírez (2017) "Para las empresas, el desarrollo de la productividad es imperativo porque los métodos de producción se han convertido en una

herramienta importante para mantener la ventaja competitiva. Por ello, las grandes empresas” (p. 23). Según Rodríguez (Rodríguez, 2001), “utilizan métodos como Six Sigma, que es una aplicación efectiva de métodos estadísticos que pueden aumentar la productividad” (p. 46).

A nivel nacional, la productividad en Perú continúa cayendo por descalces y una alta concentración de empleos en pequeñas empresas, según el banco de impulso latinoamericano CAF. Entre 2004 y 2014, la productividad laboral en Perú fue el 17 por ciento de la de Estados Unidos; En 2010, la productividad laboral por trabajador en la construcción fue el 36 por ciento de la de EE. UU., en los servicios personales el 31,7 por ciento y en el sector manufacturero el 29,1 por ciento (ver Apéndice 1. Productividad laboral en Perú 2018).

Según el economista de CAF Toledo, quien señaló que las pequeñas empresas tienen muchos empleos de salario mínimo, casi el 40 por ciento de las vacantes laborales en Perú son de pymes, muy por debajo del promedio regional de 45 por ciento, pero 10 por ciento más alto. % encontrado en los Estados Unidos. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la población activa de Lima alcanzó los 3 millones en 2017, de los cuales el 51% se agrupa en empresas de 1 a 10 empleados.

Toledo planteó que el incumplimiento de la formalidad es una barrera para la productividad, tal como ocurrió en el sector servicios concentró al 44% de trabajadores informales, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática.

Cabe señalar que el país, de acuerdo con el comunicado del viceministro de Economía Perea, ha reconocido un plan nacional de competitividad de corto plazo con importantes indicadores y proyectos, incluso para 2019. Toledo respondió diciendo que la organización es fundamental para optimizar el entorno de fabricación "con enfoques competitivos, recursos, estrategias, puestos de trabajo y fuentes de financiación".

A nivel local, esta empresa es el embotellador y distribuidor exclusivo de marcas en Perú. Es una empresa creada de la marca Inca Kola en el Perú, con una gran trayectoria de más de 108 años de compromiso e inversión en el país. Desde el

año 2015, ha formado parte de uno de los embotelladores más importantes del Sistema Coca-Cola a nivel mundial. A pesar de ser una empresa grande, no es ajena a presentar problemas de procesos; tales como paradas inesperadas que trae como consecuencia pérdidas de tiempo de producción y materiales en proceso. Por otro lado, la cantidad porcentual de productos defectuosos que se generan en las jornadas es significativa. Siendo muy importante dar solución a estos problemas que complican económicamente a la compañía.

Entonces, a raíz de todo ello, se elaboró el diagrama de Ishikawa, donde se establecen las causas y subcausas del problema de paradas inesperadas y productos defectuosos de línea de embotellado de la planta Zárata.

Se detalla a continuación cada una de las mismas:

Por lo que se realizó un análisis para conocer la causa raíz del problema de baja productividad en la línea de llenado, donde el área de materia prima estaba desactualizada y se presentaba el desabastecimiento de materia prima por el aumento de producción. Además, siempre está en un flujo constante de proveedores. En segundo lugar, en cuanto a los métodos, existen problemas como la ambigüedad de los procesos, el incumplimiento de los procedimientos, la pérdida de personal y la falta de seguimiento y evaluación. La tercera es que no hay higienización y limpieza en el equipo, los accesorios (cuchillos, tenazas, etc.) están dañados y el mantenimiento del equipo no está en sitio.

Cuarto, desde el punto de vista ambiental, no se ha establecido la demarcación del área de la fábrica, el diseño de la línea de producción no es razonable y la limpieza del área de la fábrica es insuficiente. Quinto, en cuanto a la medición, existen deficiencias en la planificación, seguimiento, control y mejora continua de la calibración de los equipos. Finalmente, en cuanto al personal, falta de capacitación, falta de personal, bajo nivel de compromiso y conciencia, inconsistencia en el mantenimiento de registros.

A partir de esta información, se elaboró un diagrama de Pareto utilizando los puntajes obtenidos de la matriz de correlación de Pearson para estimar el grado

de relación lineal entre cada causa. Los valores de correlación pueden variar de 0 a 1, y mide 0 cuando no hay un efecto directamente proporcional sobre cada causa posterior, mientras que 1 refleja que les afecta.

En la Tabla 1, los materiales más afectados son los materiales vencidos, el aumento de la producción que conduce a la escasez de materias primas, el cambio constante de proveedores, la confusión de procesos, el incumplimiento de los procedimientos, la falta de seguimiento y evaluación, la rotación de personal, las ineficiencias en el saneamiento y limpieza de equipos, accesorios (cuchillos, tenazas, etc.) Averías, mantenimiento de equipos, demarcación inadecuada de instalaciones, distribución desigual de líneas de producción, limpieza insuficiente de locales, incumplimiento de planes de calibración de equipos, incumplimiento de seguimiento, control y mejora continua, falta de capacitación, personal insuficiente, bajo compromiso y conciencia, incumplimiento Completar los registros. Luego, se evaluaron 19 aspectos, que eran los más comunes para la empresa, que dificultaban la baja productividad de la línea de llenado.

La Tabla 2 refleja las causas de mayor prioridad como el incumplimiento del seguimiento, control y mejora continua con un porcentaje ponderado de hasta el 9%; procesos desorganizados y falta de seguimiento y evaluación por un 8%; incumplimiento de procedimientos, falta de personal, bajo compromiso y 7% de cumplimiento en el llenado de registros; el 6% no tiene educación; distribución desigual de las líneas de producción, errores en los accesorios (cuchillos, herrajes, etc.), falta de mantenimiento de los equipos 5%; incumplimiento de cronogramas de calibración de equipos, sanitización y limpieza de equipos ineficaz, planificación de equipos Límites inadecuados, 4%; quedarse sin materiales, falta de materias primas debido al aumento de la producción, el 3% de las fábricas no estaban lo suficientemente limpias; la rotación de empleados era del 2% y los proveedores cambiaban constantemente al 1%.

La Figura 2 muestra un gráfico de Pareto que identifica problemas de indicadores clave para eliminar las causas de paradas no planificadas y productos dañados. Ellos son: incumplimiento de seguimiento, control y mejora continua, interrupción

de procesos, falta de seguimiento y evaluación, incumplimiento de procedimientos, falta de personal, bajo nivel de compromiso y conciencia, incumplimiento de registros, falta de información, entrenamiento, desnivel, pinzas, etc.), mantenimiento inadecuado del equipo, incumplimiento de los programas de calibración del equipo, saneamiento y limpieza ineficaces del equipo, contención inadecuada de la planta, materiales vencidos, escasez debido al aumento del producto, limpieza inadecuada de la planta, rotación de empleados y suministro constante de materias primas sustitución del consumo. Con base en la información recabada, se elaboró la siguiente matriz de razón jerárquica:

En la tabla 3, según el análisis se muestra que los indicadores están por encima del 18% siendo mayor el porcentaje de calidad con 41 %, resultando la más importante en ser atendida además de tener un alto impacto en procesos con un 23%, en gestión y mantenimiento 18% cada uno.

Por lo evidenciado se efectuó las alternativas de solución, las cuales se ponderaron desde 0 al 3, siendo 0 menor ponderación:

En la tabla 4, las alternativas que se observaron en la tabla, demuestran que la herramienta más adecuada es Six Sigma, que obtuvo la ponderación más alta.

El problema general de la investigación fue: ¿De qué manera la aplicación de Six Sigma mejora de la productividad en la línea de embotellado de una empresa embotelladora de bebidas no gasificadas, Zárate 2020? Los problemas específicos de la investigación fueron: ¿De qué manera la aplicación de Six Sigma mejora la eficacia en la línea de embotellado de una empresa embotelladora de bebidas no gasificadas, Zárate 2020? y ¿De qué manera la aplicación de Six Sigma mejora la eficiencia en la línea de embotellado de una empresa embotelladora de bebidas no gasificadas, Zárate 2020?

Justificación del estudio: Cualquier mercado competitivo evoluciona con avances tecnológicos que están en constante cambio. Las organizaciones tienen como objetivo diferenciar sus servicios y aumentar la productividad mejorando las diversas características de los servicios. La mejor opción para analizar y

averiguar qué factores son importantes para su servicio es utilizar los métodos Six Sigma, especialmente los métodos DMAIC.

Justificación práctica: Mediante la implementación de propuestas para mejorar la productividad de la empresa basadas en el método Six Sigma, utilizando métodos y herramientas que permitan identificar y analizar las debilidades de la línea de llenado de la empresa con el fin de medir y mejorar la eficiencia y eficacia y la historia para reducir el proceso. Por lo tanto, las fallas son importantes para el uso de Six Sigma en las líneas de embotellado para aumentar la productividad y mantener la competitividad global y nacional de la empresa en los mercados en los que compete.

Justificación metodológica: Para llevar a cabo los objetivos del estudio, los resultados se obtendrán utilizando las herramientas utilizadas en el método mencionado, que permitan evaluar la línea de embotellado de la fábrica de Zárate en un esfuerzo por aumentar la productividad con alta eficiencia y eficacia.

Justificación económica: Se justifica económicamente porque pretende aumentar la productividad de la línea de llenado de la planta Zárate. Al implementar esta importante herramienta en el proceso de producción, el beneficio económico será significativo, y se estima que se reducirán los inconvenientes causados por diversas actividades de producción, y los trabajadores también se beneficiarán de esta mejora, ya que podrán realizar su Sin inconvenientes en sus horarios de trabajo o mejores condiciones para su ambiente de trabajo.

Esta investigación tuvo como objetivo general determinar cómo la aplicación de Six Sigma mejora la productividad en la línea de embotellado de una empresa embotelladora de bebidas no gasificadas, Zárate 2020. Los objetivos específicos fueron: determinar cómo la aplicación de Six Sigma mejora la eficacia en la línea de embotellado de una empresa embotelladora de bebidas no gasificadas, Zárate 2020. Determinar cómo la aplicación de Six Sigma mejora la eficiencia en la línea de embotellado de una empresa embotelladora de bebidas no gasificadas, Zárate 2020.

La hipótesis general fue la aplicación de Six Sigma mejora la productividad en la línea de embotellado de una empresa embotelladora de bebidas no gasificadas, Zárate 2020. Las hipótesis específicas: La aplicación de Six Sigma mejora la eficacia en la línea de embotellado de una empresa embotelladora de bebidas no gasificadas, Zárate 2020. La aplicación de Six Sigma mejora la eficiencia en la línea de embotellado de una empresa embotelladora de bebidas no gasificadas, Zárate 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Como parte de los antecedentes internacionales, se consideraron los trabajos de Cerdá, Santibáñez, Asensio y Martínez (2018), en su investigación, su objetivo es determinar el nivel de calidad y productividad de los servicios hospitalarios a través de la aplicación Lean Six Sigma. El tipo de investigación es cuantitativa. La herramienta es a través de la investigación. Finalmente, con base en la opinión de los empleados involucrados, se concluyó que es necesario pensar en mejorar la calidad y productividad del servicio al cliente. Así, el aporte teórico del enfoque Six Sigma brinda la oportunidad de explorar herramientas efectivas para evaluar la calidad percibida y los factores de productividad de la atención al paciente según este enfoque, facilitando la decisión de ingresar a hospitales de agudos. A su vez, los responsables de los servicios de salud pública podrán observar cómo se sienten los pacientes para mejorar la satisfacción de sus necesidades. Algunas cuestiones importantes a considerar son los cambios a lo largo del tiempo en los servicios de emergencia de los hospitales dentro de un área de referencia geográfica en función de las condiciones sociales y económicas locales.

Pérez, García, Sánchez y Campdesuñer (2018) realizaron su estudio con el objetivo de aplicar un proyecto de mejora para mejorar el tiempo de atención al cliente de los hoteles que atienden al mismo turismo internacional, utilizando el método six sigma adaptado al entorno turístico. El tipo de investigación es cuantitativa, aplicada. Las herramientas utilizadas son gráficos, consultas y sondeos de opinión. Como resultado, se concluyó que Six Sigma se desarrolló en el proceso de fabricación y se puede aplicar a varios procesos de servicio, si no se utiliza para medir la satisfacción del cliente. El método Six Sigma con fines de investigación práctica acordó tomar las medidas correspondientes para observar que el método Six Sigma puede lograr un mayor nivel de desempeño en el sector turístico, hotelero, para facilitar el control y medir la mejora de la atención al cliente a través de los servicios prestados.

Rathilall y Singh (2018) realizaron su estudio con el objetivo de implementar herramientas Lean y Six Sigma como un enfoque integrado para mejorar

continuamente la fabricación de componentes automotrices seleccionados en KwaZulu-Natal (KZN), Sudáfrica, dentro del Marco Lean Six Sigma de Desarrollo organizacional. El tipo de investigación es cuantitativa, aplicada. Los instrumentos utilizados en el trabajo son cuestionarios, listas de cotejo y encuestas. Se concluyó que es necesario el uso de las dos herramientas Lean y Six Sigma como método de aplicación de la mejora continua, identificando que existe una interacción entre la empresa y el desarrollo de estas tecnologías con el fin de mejorar la calidad de sus servicios. Cuando las empresas tratan de entender la calidad de su área de trabajo, pueden tomar las medidas necesarias para utilizar procesos de seguimiento en su sistema de soporte.

Navarro, Gisbert y Pérez (2017) realizaron su estudio con el objetivo de implementar el modelo Six Sigma en diferentes tipos de organizaciones. La investigación se basa en métodos cuantitativos. Las herramientas utilizadas en la investigación son ecuaciones, patrones y conceptos. Para concluir el estudio, se concluyó que los avances tecnológicos que se enfrentan actualmente pueden cambiar continuamente el mercado. Las organizaciones tienen como objetivo diferenciar sus servicios y productos en función del liderazgo, el precio o la mejora de la calidad y la productividad. Por otra parte, analizar y comprender las características que podemos desarrollar en un producto o servicio significa utilizar el método Six Sigma, ya que con la ayuda de este método es posible mejorar efectivamente los recursos, reducir costos, aumentar la competitividad e incluso la empresa. productividad. También nos ayuda a proporcionar una visión empresarial más transparente a través de un análisis en profundidad.

(Rodríguez, 2015) realizó su investigación con el objetivo de comprender la metodología de mejora Six Sigma, su importancia e investigación a nivel de empresa. El tipo de investigación es cuantitativa. Las herramientas utilizadas son diagnósticos, triangulación, entrevistas y encuestas. La investigación concluyó entonces que la queja era importante para determinar las necesidades del cliente. La aplicación de Six Sigma es necesaria para resolver las quejas de los clientes, por lo que necesitamos conocer las fallas estructurales del software de calidad y productividad, mejorarlo y aplicarlo para satisfacer las necesidades del cliente observando y comprendiendo y capacitando a los empleados en el

proceso de desarrollo de tecnología de equipos. , considerar Teniendo en cuenta la necesidad de dar respuesta a los reclamos de los clientes, también se desarrolló un programa de capacitación para todos los empleados, el cual es un factor clave en el desarrollo de conocimientos y habilidades gerenciales para el desempeño de sus funciones.

Wankhade, Girde y Bandabuche (2014) realizaron su estudio para aplicar la metodología Six Sigma en el sector servicios. El tipo de investigación es cuantitativa. Las herramientas utilizadas en las encuestas son mapas, listas y observaciones. El artículo concluye con la conclusión de que el método Six Sigma ha subido el listón en el sector de servicios. Los resultados muestran que 6 Sigma logra un nivel que supera con éxito los criterios de desempeño. Según las estadísticas, la puntuación del nivel empresarial al comienzo de la prueba fue de 1,9 en mayo, y después de unos meses de usar el método 6 Sigma, el nivel empresarial se puede aumentar de 1,9 a 5,5 probando la eficacia de 6 Sigma. estrategia. y mejorar el nivel de servicio de la empresa.

Como parte de los antecedentes nacionales, se revisaron los trabajos del autor Obregón (2018) realizó su estudio con el objetivo de desarrollar la relación que existe en el desempeño de manufactura al aplicar 6 sigma a través de la corrección. El estudio utilizó un enfoque cuantitativo y utilizó una muestra de 35 clientes en dos escalas, como la prueba alfa de Cronbach para confiabilidad, mostrando una correlación positiva de 0.723, que cubre lo que los clientes necesitan. Se concluyó que la cantidad de optimización de los niveles de servicio y rendimiento de producción según 6 sigma redujo aprox. 44% de artículos incorrectos, por lo que la empresa justificó la necesidad de utilizar una estrategia 6 sigma para solucionar posibles problemas y asegurar una buena relación con los clientes.

Ramírez (2017) realizó su estudio con el objetivo de probar la relación entre el responsable y el cliente en cuanto a la calidad del servicio. El estudio es cuantitativo. La muestra son los clientes y la información se mide utilizando como herramienta una encuesta. El caso de estudio se basa en la falta de metodología de satisfacción del cliente. Se encontró que había errores, los costos eran

inestables y las políticas no eran claras. Al evaluar por nivel de servicio y desempeño de la producción en la satisfacción del cliente, objetivo de la relación gerente-cliente, se observó que el 24% de los clientes indicaron buen servicio y desempeño en cuanto a la satisfacción del cliente y el 32% de los clientes. Los clientes dijeron que el servicio fue muy bueno.

Villareal (2016) realizó su estudio con el objetivo de optimizar el nivel de servicio de las prendas y el desempeño de la manufactura utilizando 6 sigma. El estudio se basa en un modelo cuantitativo. Además, se ha observado que los principales errores cometidos en la producción de abrigos son costuras perdidas, líneas de costura incorrectas, costuras deformadas y costuras sueltas durante la entrega. Cabe señalar que desde que se realizó la investigación se consideró el tratamiento de 160 capas de pavimento. Según el mismo autor, después de aplicar las optimizaciones de proceso, se crearon un total de 76.485 capas con buena calidad y pasaron sin quejas tanto por el departamento de control de calidad como por el de producción. Usando 6 sigma, los proyectos con errores se redujeron en un 44%, ahorrando \$16,853.00 por año.

Herrera y Paredes (2016) realizaron un estudio implementando Six Sigma en el proceso de check-in para prácticamente incrementar su número y reducir su cuerpo a la vez que se reduce el tiempo de espera de los clientes. El estudio es cuantitativo. El problema de investigación es que el registro de matrícula virtual es poco utilizado, evitando así la saturación por el registro de cada ciclo académico. Se concluyó que después de utilizar 6 sigma aprox. El 62,7% de las inscripciones se realizaron de forma virtual y el 37,8% fueron físicas. Por otro lado, el tiempo de espera se redujo en unos 13 minutos, lo que indica una gran diferencia entre el inicio y el final del uso de 6 sigma, ya que fueron 22 minutos desde el inicio del estudio. El uso de 6 sigma reduce significativamente los recursos de registro físicos y virtuales.

Ñahuirima (2015) realizó su investigación y su objetivo fue analizar temas relacionados con la calidad y productividad del servicio y la satisfacción del cliente, ya que la carne de ave es un producto muy competitivo, ya que logró demostrar la lealtad del cliente. De la investigación realizada, la proporción de

hombres fue de 52,87% y de mujeres de 47,13%, por lo que se concluye que al determinar la calidad histórica del servicio y la relación entre la productividad y la satisfacción del cliente, se sugiere que el coeficiente de correlación del cliente es de 0,0841 después del análisis de calidad, lo que significa que existe una correlación válida.

Respecto a las teorías de las variables se pudo consultar a diferentes autores, los cuales brindan la información necesaria para el desarrollo de la investigación.

Wankhade et al, analizaron que el Sigma:

Proviene de una letra del alfabeto griego que se ha convertido en un símbolo estadístico y métrico para las variaciones del proceso. Los niveles de medición de Sigma están efectivamente relacionados con propiedades como el error unitario y la probabilidad de falla. Seis es el número de pasos sigma en el proceso 6 Sigma es un programa de mejora de la calidad y la productividad diseñado para reducir los defectos hasta en 3,4 partes por unidad. millón. Está diseñado para predecir la tasa de fallas según el uso común en la distribución. Six Sigma es el punto de referencia perfecto para la productividad del producto, la calidad y el proceso, y Motorola es famoso por ello (2014, p. 46).

Según Biemer (2015), “desde que Sir Francis Galton propuso la desviación estándar para el estudio de la herencia humana, el uso de esta métrica ha ampliado mucho su alcance” (p. 36). En el ámbito comercial el uso se incrementó a partir del 16 de mayo de 1924 con causas divisibles y aleatorias en la ejecución del proceso, donde se construyó el proyecto académico sin fines de lucro de acuerdo a la calidad de las decisiones de acceso abierto a principios de 2017 Fase de control estadístico y productividad, y donde se desarrollan estrategias de control y muestreo de aceptación. A partir de entonces, el uso de la desviación estándar se centró en el control, pero 60 años más tarde, los gerentes de Motorola hicieron carrera usando la desviación estándar a través del programa de mejora conocido como Six Sigma. Desde entonces, el uso de los programas de mejora Six Sigma se ha extendido a través de los países.

Según Gutiérrez y Vara (2009), definen el método Six Sigma como “un método que tiene como objetivo optimizar la eficiencia de los procesos organizacionales y reducir la varianza; de esta forma, se pueden identificar y eliminar las causas

de los errores, problemas y retrasos en los procesos organizacionales (pág. 56). Por su parte, Rodríguez (Rodríguez, 2015) define: Es un sistema ideal y flexible para lograr, mantener y maximizar el éxito empresarial, sustentando beneficios que incluyen: reducción de costos, aumento de la productividad, aumento del número de clientes, reducción de tiempos y errores, entre otras cosas (p. 83).

Para Navarro et al, el método de Six Sigma:

Es diseño, comunicación, formación, producción, gestión, etc. Usar este método requiere básicamente dos cosas: tiempo y compromiso. También se requiere inversión financiera para ahorrar dinero a la empresa en poco tiempo y mejorar los procesos internos de la empresa (2017, p. 66).

También señala Orlandoni (2012), que la metodología Six Sigma puede:

Se puede utilizar para reducir la tasa de fallas de productos, servicios y procesos existentes (DMAMC) y durante el desarrollo de productos y procesos (DMADV). El primero se determina definiendo el problema o aclarando el proceso; seguir los procedimientos de medición, confirmar la confiabilidad y la reproducibilidad; analiza variables específicas del proceso; aborda la estabilidad y capacidad del proceso a través de gráficos de control y, finalmente, la mejora del proceso y la implementación de herramientas de monitoreo (2012), p.1. 77).

Como tal, DMADV se utiliza para nuevos productos o procesos que se prueban y se basan en un diseño estadístico siguiendo las siguientes fases: definir, medir, analizar, desarrollar y probar. Sin embargo, según Ramírez et al. (2007) 6 Sigma de trabajo, "su ideario y principios deben estar arraigados en todos los trabajadores que intervienen en la empresa, y por tanto el compromiso de la alta dirección es con aquellos que realmente necesitan comprometer el enfoque" (p. 114).

Six Sigma es un método basado en cinco (05) principios: enfoque en el cliente, enfoque en el proceso, método de ejecución del proyecto, estructura organizacional y resistencia al cambio. Es importante tener en cuenta que, si bien los procesos individuales son de alta calidad y productividad, es importante que el producto o servicio entregado funcione satisfactoriamente, ya que los clientes percibirán mucho la calidad y productividad de su producto o servicio,

independientemente de que un proceso salga mal. . . Los procesos Six Sigma tienen especificaciones tan estrictas que se encuentran a seis desviaciones estándar de la media, $C_p=2$. A continuación, puede ver una comparación de varias desviaciones estándar de la media de 1 sigma a 6 sigma, incluido el porcentaje de unidades dentro de la especificación y la cantidad de defectos que ocurrirían por unidad. millones de unidades (ver Anexo 2. Diagrama de proceso seis sigma).

Las El uso de este método se basa en las siguientes herramientas:

Diagrama de Pareto: El propósito de este diagrama es identificar los problemas más destacados y sus causas (consulte el Anexo 3 Diagrama de Pareto).

Hoja de verificación: Este es un formato que tiene como objetivo recopilar datos para facilitar el análisis. Mejora de la toma de decisiones sobre la ejecución de diversos procesos en la empresa. También según Evans y Lindsey, afirman que la lista de verificación es:

Herramientas que ayudan recolectar información, muy fácil de utilizar y de comprender para el personal, donde se incluyen los límites de las descripciones, ayuda a la observación del número de transacciones no conformes y suministra datos del estado de la calidad del proceso (2008, p. 88) (Ver anexo 4. Hoja de verificación).

Diagrama de Ishikawa: Esta es una herramienta gráfica que relaciona los problemas con las posibles causas de esos problemas (ver anexo 6 Diagrama de Ishikawa).

Diagrama de proceso: Hay diagrama de flujo de proceso, PEPSU y diagrama de proceso. Los tres son muy útiles para describir el proceso y hacerlo fácil de entender (ver anexo 7 Diagrama de flujo).

Evans y Lindsay (2008), establece que “un diagrama de flujo esquematiza las actividades o pasos de un proceso, el cual permite un mejor entendimiento del mismo y canalización” (p. 56). Cabe destacar que el diagrama de flujo es la propia presentación algorítmica. Se utiliza para la programación en el punto económico, actividades industriales. Este tipo de diagrama utiliza variables bien definidas que son representadas en forma de algoritmo, y representa el

movimiento de ejecución a través de indicadores (flechas) uniendo los puntos de inicio y final del proceso.

Formato de control: su función de almacenar la información obtenida y dividirla según sea las categorías. Siendo los puntos más necesarios para poder desarrollar una hoja de control es localiza defectos.

SIPOC: Es un instrumento empleado para identificar los componentes de un proyecto de mejora de proceso antes de dar inicio al trabajo.

Principios de la metodología Six Sigma. La gestión de arriba hacia abajo, este método es un programa que afecta los cambios en la forma en que se toman las operaciones y decisiones. Six Sigma se basa en una estructura de gestión que requiere empleados a tiempo completo. Una forma de consolidar la responsabilidad es crear una estructura de gestión que incluya la gestión de empresas, proyectos, expertos y socios. Cada uno de ellos se ocupa de diferentes áreas de responsabilidad con el mismo objetivo: crear un proyecto de mejora exitoso.

Campeones: un equipo de nivel medio a superior responsable de seleccionar, patrocinar y monitorear proyectos.

Black Belts: estos son expertos técnicos que brindan consultoría, gestión de proyectos y trabajo en Six Sigma a tiempo completo.

Green Belts: trabajan en proyectos que resuelven problemas regionales y trabajan en Six Sigma a tiempo parcial.

Yellow Belts: Los propios propietarios sofisticados juegan un papel muy importante en la fase de control.

Pasos de Seis Sigma. El acrónimo DMAMC se utiliza para estas cinco (05) fases del proyecto Six Sigma (ver Apéndice 8. Las etapas de Six Sigma y el Apéndice 9. Definición de Etapas Six Sigma).

Dimensiones de la Metodología Six Sigma. Desempeño del Proceso (Yield) y el Nivel Sigma del Proceso

Chamorro, menciona que:

El desempeño del proceso Yield, es la medición de la capacidad o desempeño del trabajo a través de indicadores, según el nivel sigma este debe de ser inferior a 3.4 DPMO siendo los defectos a ser millones de oportunidades a querer que la resolución se de 100% (2017, p 30).

Según Kumar et al, definió el nivel de sigma como:

Una medida del defecto en el proceso bajo investigación. Un nivel más alto indica defectos de proceso más pequeños, mientras que un nivel sigma más bajo indica defectos de proceso más grandes. Esta evaluación también se puede utilizar para la evaluación comparativa para ayudar a evaluar la calidad del proceso (2006, p. 135).

Capacidad de proceso. Para la Universitat Oberta de Catalunya (2012), “es un índice determinado por la relación entre la variación natural de un proceso y un determinado nivel de variación” (p. 13). 35. Por lo tanto, esta evaluación de la capacidad del proceso es una de las técnicas más importantes para descubrir la capacidad de un proceso para lograr un resultado o producto impecablemente superior.

Gutiérrez y Vara, plantea que:

La información de un proceso productivo, establece el reporte de capacidad a producción a corto plazo y largo plazo, y de misma forma empleada en la métrica Z, que toma con relevancia el centro de la distribución de la información del proceso. De modo que la capacidad de una actividad da a conocer los límites de la variación para un segmento de la calidad ya propuesta, de esta manera se identifica el nivel que presenta la calidad (2009, p. 41).

Herrera y Paredes (2016), mencionan que “la capacidad del proceso es analizar la capacidad del trabajo, en un punto necesario dentro de cualquier sistema encargado en el control de calidad” (p. 18). Siendo el objetivo a evaluar hasta el punto necesario. En tal sentido el análisis es el apoyo que permite determinar el resultado final de calidad.

Mientras que el análisis suele determinarse como capacidad de procesos o maquinaria. Este último es aún más limitado, ya que solo se centra en la capacidad de las maquinas, ya que el original se centra aún más en las personas.

Busca usar la variable original cuando se han minimizado todos aquellos factores que hubiesen de no contribuir al trabajo.

Según Mileman y Sibanda (2016), este es el momento en que la innovación y la fabricación basada en procesos se realizan de manera efectiva para mejorar el desempeño de un producto o servicio (p. 86). Según Gutiérrez (2014), la productividad se mide por la relación entre los resultados obtenidos y los recursos disponibles (p. 20).

Martínez (2015), indica que “es el indicador muy usado en los instrumentos y herramientas de la economía en el desarrollo de los bienes y servicios, siendo estos una semejanza en recursos manejados y productos obtenidos” (p. 87).

Hernández, Fernández y Baptista describen la productividad como:

El correcto uso de los instrumentos y herramientas en la elaboración de los productos y servicios entregados. La producción es el fruto de la eficacia y eficiencia que deben de obtener al realizar una estable e impecable administración y la gerencia de la empresa (2014, p 25).

Por su parte, Heizer y Rander (2009) la relación que existe entre los productos, es decir, los bienes y servicios, y uno o más insumos, como recursos como el trabajo y el capital (p. 14).

Para Gutiérrez es:

El conjunto de eficiencia y eficacia como un solo término en el trabajo del cumplimiento del cliente, siendo la primera la correcta aplicación de los productos para evitar pérdida de los mismos, y la segunda la implica en saber manejar los recursos para poder alcanzar los objetivos provistos (2009, p. 62).

Eficiencia. Ramírez (2015), la define como “el objetivo de alcanzar con el menor costo, el menor trabajo y un mayor provecho” (p. 11). Para García (2011), “es la división entre los recursos programados y los insumos a utilizar expresando un óptimo manejo de los recursos en un tiempo definido” (p. 32).

Para el logro de la eficiencia se debe tener los objetivos bien planteados, tomando en cuenta la planeación estratégica de la empresa programando metas

en base a los análisis, a fin de identificar las fallas durante el proceso para su pronta solución.

Eficacia. Para Hernández, Fernández y Baptista (2014), “se calcula por los resultados, sin importar los materiales o procesos por los cuales se pasaron para lograrlo” (p. 4). Es decir, si esto se ejecutará de modo correcto, no se observarán las fallas de no poder cumplir los requerimientos por factor tiempo, por tal motivo es recomendada más de una sesión.

Para Gutiérrez, lo interpreta como:

El nivel en que se trabajan los procesos ya planeados y el cómo se alcanza los resultados planeados. Estos deben de efectuar de manera correcta, ya que las fallas precedidas no se llegan a corregir en su momento o de manera correcta, para poder llegar a las expectativas del cliente para no decaer como empresa y ser superada por la competencia. Es decir, es el punto de aquel porcentaje logrado y el plan previsto del porcentaje, este índice indica el buen resultado del trabajo desarrollado por el tiempo determinado (2010, p. 43).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Valderrama (2014) explica que “la investigación aplicada asegura informar la manera de poder efectuar desarrollar y cambiar los datos, demostrando la inmediata ampliación sobre dicha realidad” (p. 39). Álvarez (2011) “define la metodología como aquella que busca construir una comprensión básica del campo e intenta resolver los problemas que la investigación pretende abordar” (p. 37). Por tanto, el enfoque de este estudio es cuantitativo, ya que valida los resultados de la aplicación de Six Sigma para mejorar la productividad de la línea de embotellado de la planta Zárate de una empresa embotelladora de refrescos.

3.1.2 Diseño de investigación

Hernández, Fernández y Baptista (2014) consideran un diseño cuasi-experimental como “un diseño que permite evaluar un diagnóstico actual y los resultados posteriores” (p. 58). También se caracteriza como un estudio cuasi-experimental, ya que las métricas medidas permiten caracterizar su impacto significativo en el incremento de la productividad de la línea de embotellado de la fábrica Zárate de la empresa embotelladora de bebidas no carbonatadas.

3.2. Variables y operacionalización:

Metodología six sigma

Definición conceptual. Pérez (2010). El sistema six sigma consiste reducir o concluir con los defectos de los productos. Centrándose en el porcentaje de este. Utilizando la estadística para que siempre el estudio del proceso se encuentre dentro de la calidad de la producción.

Definición operacional. El método Six Sigma tiene como objetivo aumentar la productividad y la calidad a través de sus 5 fases: definir, medir, analizar, mejorar y controlar, reduciendo las causas de errores y defectos.

Dimensiones:

Desempeño del proceso (Yield). Es aquella que permitió obtener el desempeño del proceso, mediante la división del defecto por oportunidad entre (la unidad por oportunidades).

Indicador

$$DPO = \frac{D}{U \times O}$$
$$Yield = (1 - DPO) \times 100$$

DPO = Defecto por oportunidad

D = Defecto

U = Unidades

O = Oportunidad

Capacidad del proceso (CPK). Es aquella que permitió obtener la capacidad del proceso mediante, la resta del límite superior de tolerancia menos límite inferior de tolerancia entre six sigma.

Indicador

$$Cp = \frac{LST - LIT}{6\sigma}$$
$$Cpk = \min \left[\frac{LST - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LIT}{3\sigma} \right]$$

Cp = Capacidad de proceso

LST = Límite superior de la tolerancia

LIT = Límite inferior de la tolerancia

Productividad

Definición conceptual. Según Gutiérrez (2014), “la productividad está relacionada con los resultados obtenidos en un proceso o sistema, por lo que a mayor productividad se obtienen mejores resultados dados los recursos utilizados para producirlos” (p. 13). 20).

Definición operacional. Productividad es igual a eficiencia por eficacia.

Dimensiones:

Eficacia. Es aquella que permitió obtener la eficacia, mediante la división producto logrado entre productos programados.

Indicador

$$E = \frac{PL}{PP}$$

E = Eficiencia

PL = Producto logrados

PP = Productos programados

Eficiencia. Es aquella que permitió obtener la eficiencia, mediante la (división de productos logrados entre el costo real) por el tiempo invertido, todo eso entre los (productos programados sobre costos previsto) por tiempo previsto.

Indicador

$$E = \frac{\left(\frac{PL}{CR}\right) \times TI}{\left(\frac{PP}{CP}\right) \times TP}$$

E = Eficiencia

PL = Producto logrados

CR = Costo real

TI = Tiempo invertido

PP = Producto programados

CP = Costo previsto

TP = Tiempo previsto

3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1 Población

Hernández, Fernández, y Baptista (2014) “se refiere al conjunto de elementos objeto de estudio, también llamado universo” (p. 55). El estudio actual incluye la cantidad de botellas (jugo de durazno 1 litro) producidas por la empresa.

3.3.2 Muestra

Según Borja (2012), “en la muestra no probabilística tiene como elección datos que depende del razonamiento del autor” (p. 80). En este proyecto de selección a criterio propio, siendo la muestra el número de botellas (Jugo Durazno 1 L) generadas en 12 semanas de Pre-Test (Septiembre, Octubre, Noviembre 2019) y 12 semanas de Pos-Test (Enero, Febrero y Marzo 2020).

3.3.3 Muestreo

Esta investigación se manejará el muestreo no probabilístico por conveniencia tiene como elección datos que depende del razonamiento del autor.

3.3.4 Unidad de análisis: 1 botella de jugo de durazno producido

3.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos

Fernández y Baptista (2014), las tecnologías de recolección de información son diferentes formas de obtener datos (p. 50). Los métodos utilizados durante el diseño del estudio fueron la revisión de documentos y la observación participante.

Revisión documental

En este estudio se discutió la revisión del artículo, los antecedentes, la teoría relacionada con el estudio, los artículos y la implementación de la metodología Six Sigma relacionada con Hurtado (2010).

Observación participante

Para el desarrollo de la investigación se utilizó la observación participativa, donde se visualizó la productividad de la línea de llenado de la empresa realizando

visitas para conocer en detalle la situación actual de la empresa y poder observar la situación de producción.

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos que se utilizaron para llevar a cabo las técnicas antes mencionadas fue un cuaderno de notas, al respecto con Sabino (2010).

Ficha de registro

El instrumento utilizado para realizar la técnica descrita anteriormente es un cuaderno, idéntico en este aspecto a Sabino (2010).

Ficha de hoja de verificación y control

Según Hernández, Fernández y Baptista, este instrumento puede:

Permitir registrar los tipos de problemas y frecuencia con que se demuestran durante la investigación. Tiene el beneficio de la oportunidad, ya que luego de cierto periodo (semanas, mes) facilita comprender qué tipos de problemas se están demostrando con mayor seguimiento. Además, recuerda de que la forma objetiva y permanente a la dirección por lo cual son los principales de los problemas, lo cual puede causar la generación de estrategias para disminuirlos (2014, p 25).

Validez y confiabilidad

Gómez, Verdugo y Arias (2010) “es una herramienta que mide el grado en que pretende medir una variable” (p. 28). La matriz de operacionalización y consistencia fue validada por tres (03) expertos a saber. ingenieros industriales especialistas en esta materia.

Por otra parte, según Torres (2006), muestra que la fiabilidad se define como la consistencia de las puntuaciones obtenidas (p. 42) La confiabilidad no será considerada en este estudio porque el instrumento será utilizado por el investigador. Los resultados obtenidos a través del registro son bastante confiables porque la información se obtiene directamente de la empresa de investigación.

3.5. Procedimientos

Situación actual de la empresa

A la fecha se ha descrito la empresa, misión, visión, valores, estructura organizacional, procesos y principales servicios de la empresa (ver Anexo 10, Reseña histórica, Anexo 11, Perfil de la empresa, anexo 12 Misión, visión y valores de la empresa, anexo 13 plan organizativo).

Propuesta de mejora, Pretest, implementación y Postest

Dependiendo del objetivo del estudio, el método basado en Six Sigma, normalmente DMAIC, se realizará por etapas:

Fase 1: Definir

Carta del proyecto: Para iniciar la implementación de la metodología Six Sigma, es necesario crear un documento de compromiso del proyecto. El documento debe especificar datos importantes como el nombre del proyecto, los objetivos, los beneficios esperados, el plan del proyecto y el grupo de trabajo.

Fase 2: Medir (Pretest)

Durante este tiempo, se realizó un estudio de tiempos para determinar el ritmo de trabajo en las distintas etapas del proceso de producción y determinar qué actividades causaban retrasos en el proceso. Además, se medirá el rendimiento del proceso, la capacidad del proceso, la eficiencia, la eficacia y la productividad (rendimiento) de la línea de llenado.

Fase 3: Analizar

En esta fase se analizan los datos obtenidos en la fase anterior y se aplican herramientas de capacidad de proceso (Cpk).

Fase 4: Implementar mejoras

En esta fase se resolverán los problemas, por lo que en esta fase se definirán las herramientas de implementación. Además, los empleados de la empresa en la planta de Zárate serán capacitados en este método.

Fase 5: Controlar

Se establecerá un seguimiento de indicadores clave para comparar los resultados alcanzados tras la implantación de las mejoras.

Implementación de la mejora

Fase 1: Definir

La primera etapa fue medir el problema, localizarlo en el entorno de la empresa y concretar su alcance. La investigación de datos históricos demostró la situación actual y como es la conducta del problema. Luego de observar el proceso y la muestra de estudio. La etapa de definir fue desarrollada por el Project Chárter.

Tabla 1. Actividades requeridas para la etapa definir

Nº	Actividad
1	Definir la participación del equipo
2	Definir problema (4 pasos)
3	Elaborar Project Chárter

Fuente: propia.

En la tabla 5, para atender el proyecto de manera óptima se requirió organizar un equipo con integrantes que aportaron un punto de vista distinto al problema. A su vez, cada uno pertenece a la línea de proceso que se está estudiando en la investigación. La experiencia de cada integrante contribuyó para realizar el Project Chárter. Cada uno tiene un papel, asignado por el coordinador, que se encarga de una responsabilidad (ver anexo 14. Reunión con el equipo six sigma y personal de la empresa). El equipo fue organizado de la siguiente forma:

Tabla 2. % participación de cada miembro de equipo six sigma

Cantidad	Nivel SS	Nombre	Total de reuniones programadas	Participación reuniones Fase Definir	% Participación
1	Master Black Belt	Coordinador de proceso	6	2	33%
1	Champion	Jefe de área de producción	6	4	67%
1	Black Belt	Coordinador de producción	6	3	50%
3	Green Belt	Analista de calidad	6	5	83%
1	Yellow Belt	Supervisor de producción	6	6	100%
1	Yellow Belt	Técnico	6	4	67%
4	White Belt	Operario	6	2	33%

Fuente: propia.

En la tabla 6, definió las causas asignables de acuerdo a las horas de producción y horas de averías durante el proceso, por consiguiente, el porcentaje de OEE por pérdidas de averías o paradas, también se modifican por calculo directo. Luego de los cálculos, los resultados obtenidos demostraron que el porcentaje de OEE se promedia aproximadamente en 60%, sin embargo, el promedio del porcentaje de pérdida de OEE por motion fue cerca de 8%, demostrando que se tiene un cierto nivel de problemas en pérdida durante las averías o paradas en el proceso de producción de la línea de embotellado.

Pretest

Tabla 3. Cumplimiento de OEE e impacto de averías procesos control motion 12 semanas antes, sin causas mal asignadas

FECHA	TIEMPO PLANIFICADO DE PRODUCCIÓN (HRS)	VELOCIDAD ESTÁNDAR (PPM)	UNIDADES PLANIFICADAS (UNID)	TOTAL DE UNIDADES PRODUCIDAS (UNID)	TOTAL DE UNIDADES CONFORMES (UNID)	OEE (%)	PARADAS AVERÍAS PROCESO CONTROL MOTION (HRS)	PARADAS AVERÍAS MOTION (Nº VECES)	PÉRDIDA DE OEE POR MOTION (%)
02-08/09/19	56	333	1,120,000	845,000	651,500	63.87%	4	2	7.14%
09-15/09/19	56	333	1,120,000	834,201	650,283	63.75%	3	3	5.36%
16-22/09/19	40	333	800,000	658,942	535,028	76.43%	3.5	1	8.75%
23-29/09/19	56	333	1,120,000	853,243	670,336	65.72%	2.9	2	5.18%
30/09-06/10/19	48	333	960,000	784,134	614,736	71.48%	3	2	6.25%
07-13/10/19	56	333	1,120,000	897,235	688,066	67.46%	4	1	7.14%
14-20/10/19	56	333	1,120,000	850,786	675,075	66.18%	3.6	2	6.43%
21-27/10/19	56	333	1,120,000	843,897	663,608	65.06%	5	1	8.93%
28/10-03/11/19	56	333	1,120,000	855,788	665,612	65.26%	6	2	10.71%
04-10/11/19	56	333	1,120,000	870,879	669,618	65.65%	4.5	1	8.04%
11-17/11/19	56	333	1,120,000	872,010	683,850	67.04%	3.7	3	6.61%
18-24/11/19	56	333	1,120,000	847,511	672,686	65.95%	5.8	1	10.36%

Fuente: propia.

OEE: Eficiencia general de Equipos

En la tabla 7. Se muestra las unidades planificadas en las doce semanas de Septiembre-Noviembre, obtenidas de las horas planificadas por semana por la velocidad estándar de producción de botellas de frugos de durazno la cual es 333 botellas por minuto.

El total de unidades producidas y el total de unidades conformes, son datos proporcionados por la empresa durante las doce semanas de Septiembre- Noviembre.

Para calcular el OEE se utilizó las siguientes fórmulas:

$$\text{OEE} = \text{DISPONIBILIDAD} * \text{RENDIMIENTO} * \text{CALIDAD}$$

Donde:

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{Tiempo de Operación}}{\text{Tiempo Planificado de Producción}}$$

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\text{Total de Unidades Producidas}}{\text{Total de Unidades Planificadas}}$$

$$\text{CALIDAD} = \frac{\text{Total de Unidades Conformes}}{\text{Total de Unidades Producidas}}$$

Nombre del Proyecto	Aplicación de Six Sigma para la mejora de la productividad de línea de embotellado de una empresa embotelladora de bebidas no gasificadas, Zárata 2020		Nº Proyecto:
Fecha (última Revisión)	25/11/2019		
Preparado Por:	Pedro Pablo Rojas Bellodas		Area: Planta
Aprobado Por:	Jefe de Aseguramiento de la Calidad		Sección :Producción

Caso de Negocio:				Oportunidad:		
Durante el cuarto trimestre del año no se ha logrado conseguir la productividad esperada, esto debido a las constantes paradas de la planta, que ocasiona pérdidas de producción y material.				Durante el trimestre comprendido de Septiembre a Noviembre el área de producción ha perdido 1.93% de OEE, esto debido en gran parte a la presencia de eventos de averías de Proceso Control Motion, los cuales en conjunto restan en 4.35%		
Objetivo:				Oportunidad:		
Mejorar la productividad del área, disminuyendo el número de paradas de la línea de embotellado				Punto de Partida de proceso: Producción		
				Punto de Llegada del proceso: Producción		
Beneficios esperados:						
Incrementar OEE en 4.35%,evitar costo de maquinaria detenida				Fuera del alcance: Distribución , AMP, APT		
Plan del Proyecto:				Equipo :Six Sigma		
Tarea/Fase	Fecha de Inicio	Fecha de Término	Término real	Nombre:	Rol:	Compromiso (%)
Definir	2-Dic	6-Dic	6-Dic	Coordinador de proceso	Master Black Belt	5%
Medir	9-Dic	19-Dic	20-Dic	Jefe de área de producción	Champion	20%
Analizar	26-Dic	29-Dic	30-Dic	Coordinador de producción	Black Belt	20%
Mejorar	06-Ene	09-Ene	10-Ene	Supervisor de producción	Green Belt	70%
Controlar	13-Ene	23-Ene	24-Ene	Especialista de producción	Green Belt	70%
				Analista de producción	Green Belt	70%
				Analista mecánico	Yellow Belt	5000%
				Pedro Rojas	Yellow Belt	100%

Figura 1. Entregable etapa definir: Project Chárter

Fase II: Medir

Para empezar, la etapa de medición no solamente es solo un proceso de recolección de información, sino ajustarse apropiadamente en el procedimiento de toma de decisiones. La información facilita atender los hechos, siempre de acuerdo al marco teórico que indique caracterizar la información que se requiere y además de interpretarlos. Por lo tanto, sin medición no se puede continuar con facilidad y sistemáticamente las actividades del proceso de mejoramiento. El uso de indicadores es importante en la gestión diaria, permitiendo tomar estrategias mediante el estudio de conductas de procesos, es decir, una disponiendo de una base histórica de la cual se puede comparar los hechos con rendimientos anteriores y buscar indicios de estacionalidad. Buscamos el rendimiento actual del proceso, más allá de nuestros paradigmas y convicciones sobre cómo funciona el proceso. Entonces para esta fase se realizó una tabla de actividades requeridas para facilitar las mejoras del proyecto.

Tabla 4. Actividades requeridas para la etapa medir

Nº	Actividad
1	Seleccionar que variables medir
2	Validar sistema de medición o datos.
3	Recolectar los datos.
4	Determinar el desempeño del proceso (yield)

Fuente: propia.

En la tabla 8, para lograr atender el proyecto de manera óptima se requirió organizar un equipo con integrantes, (ver anexo 15. Reunión con el equipo six sigma y personal de la empresa), tal como se presenta a continuación:

Tabla 5. % participación de cada miembro de equipo six sigma

Cantidad	Nivel SS	Nombre	Total de reuniones programadas	Participación reuniones Fase medición	% Participación
1	Master Black Belt	Coordinador de proceso	6	2	33%
1	Champion	Jefe de área de producción	6	4	67%
1	Black Belt	Coordinador de producción	6	3	50%
3	Green Belt	Analista de calidad	6	5	83%
1	Yellow Belt	Supervisor de producción	6	6	100%
1	Yellow Belt	Técnico	6	4	67%
4	White Belt	Operario	6	2	33%

Fuente: propia.

Seleccionar qué variables medir

Se requirió medir el rendimiento actual del proceso. Por ello, las pérdidas de productos son un punto demostrativo del nivel de productividad de la empresa.

Validar sistema de medición o datos

La información de la variable de entrada o salida es importante para evaluar el proceso y producto. Por ello, se realizó un análisis según lo validado de los datos discretos.

Para analizarlo se midió de acuerdo a los analistas el porcentaje de veces en que se registra la cantidad de pérdidas de productos y la consistencia de los patrones. De igual modo, el porcentaje de veces en que los analistas registran los códigos de motivos de pérdidas y sus patrones.

Recolectar datos

La recolección de los datos demostró los porcentajes y variaciones del proceso, por ello, se utilizó una fórmula del nivel de sigma del proceso para recolectar los datos que permitió medir el desempeño del proceso.

DPO= Defectos por oportunidad

$$DPO = \frac{D}{U * O}$$

Determinar el desempeño del proceso

El análisis de capacidad es muy útil porque evalúa la estadística gráfica y analítica que compara el nivel de especificaciones con la variación natural del proceso. Estos puntos facilitan determinar el desempeño del proceso, el nivel de defectos y habilidad de cumplir con dicho rango. Por lo tanto, el desempeño del proceso se determinó por la fórmula yield.

Yield= desempeño del proceso

$$Yield = (1 - DPO) * 100$$

Dado los datos recolectados, se procede calcular el indicador de proporción de pérdidas de productos según la fórmula mostrada anteriormente. Teniendo en cuenta la meta del proyecto es sostener este indicador más arriba del nivel de 96%, el cual se tomó este valor como límite superior de especificación para el análisis de capacidad. La evaluación histórica de Septiembre a Noviembre 2019 fue la siguiente:

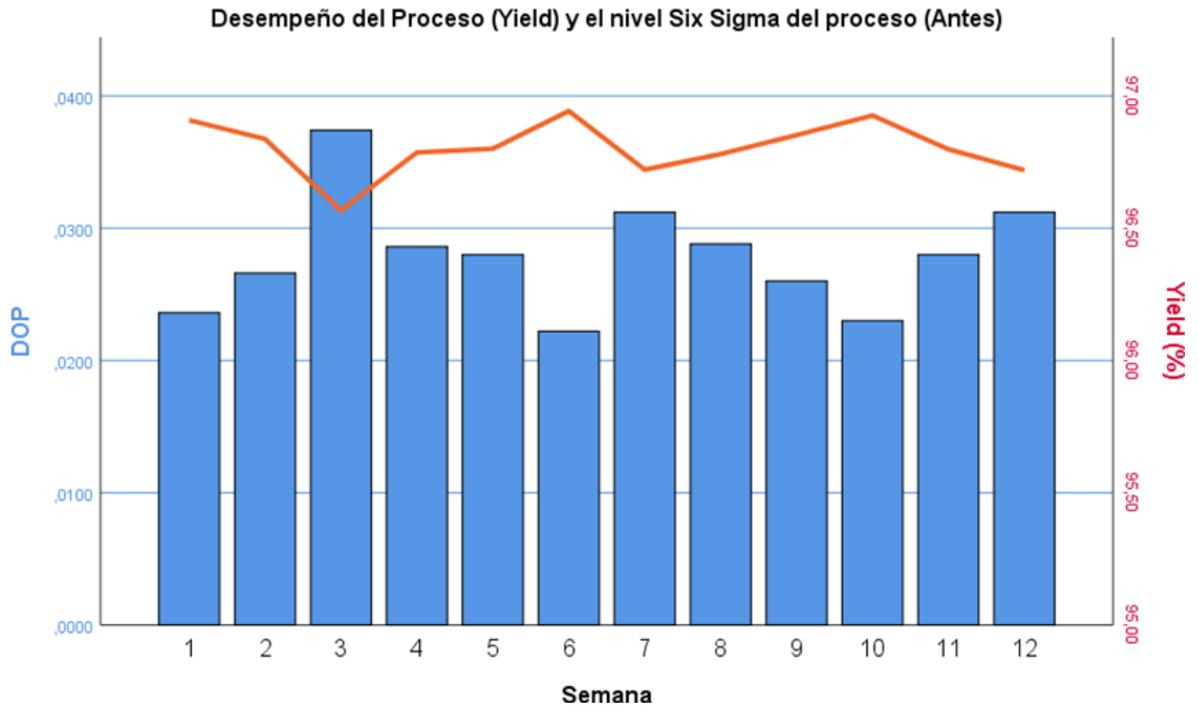


Figura 2. Desempeño del proceso (yield) y nivel six sigma del proceso (antes)

Fuente: propia.

Tabla 6. Desempeño de proceso yield (antes)

SEMANA	FECHA	TIEMPO PLANIFICADO DE PRODUCCIÓN (HRS)	VELOCIDAD ESTÁNDAR (PPM)	UNIDADES PLANIFICADAS (UNID)	TOTAL DE UNIDADES PRODUCIDAS "U"(UNID)	TOTAL DE UNIDADES CONFORMES (UNID)	TOTAL DE UNIDADES INCONFORMES "D"(UNID)	DOP	YIELD (%)
1	02-08/09/19	56	333	1,120,000	845,000	651,500	193,500	0.038	96.18%
2	09-15/09/19	56	333	1,120,000	834,201	650,283	183,918	0.037	96.33%
3	16-22/09/19	40	333	800,000	658,942	535,028	123,914	0.031	96.87%
4	23-29/09/19	56	333	1,120,000	853,243	670,336	182,907	0.036	96.43%
5	30/09-06/10/19	48	333	960,000	784,134	614,736	169,398	0.036	96.40%
6	07-13/10/19	56	333	1,120,000	897,235	688,066	209,169	0.039	96.11%
7	14-20/10/19	56	333	1,120,000	850,786	675,075	175,711	0.034	96.56%
8	21-27/10/19	56	333	1,120,000	843,897	663,608	180,289	0.036	96.44%
9	28/10-03/11/19	56	333	1,120,000	855,788	665,612	190,176	0.037	96.30%
10	04-10/11/19	56	333	1,120,000	870,879	669,618	201,261	0.039	96.15%
11	11-17/11/19	56	333	1,120,000	872,010	683,850	188,160	0.036	96.40%
12	18-24/11/19	56	333	1,120,000	847,511	672,686	174,825	0.034	96.56%

Fuente: propia.

O=	Mal coronadas, desniveladas, con cuerpo extraño, Sucias, Mal codificadas, Obsoletas	6
----	---	---

DPO= Defectos por oportunidad

$$DPO = \frac{D}{U \times O}$$

Yield= desempeño del proceso

$$Yield = (1 - DPO) \times 100$$

D: Número de defectos mostrados en la muestra

U: Número de unidades

O: Oportunidades por defectos

Herramienta utilizada en la fase de medicion:

Hoja de control (hoja de registro de datos)

Registra y clasifica los datos según definidas categorías. Los objetivos más importantes de la hoja de control son:

- Procedimientos en la distribución.
- Productos defectuosos.
- Lugar definido.
- Procedencias de los efectos.

El diagrama de análisis de operaciones

Es la demostración gráfica de la secuencia de las operaciones e inspecciones ejecutadas y de los puntos de entrada de los materiales para el proceso; este diagrama ayuda un rápido acceso al proceso de manera simplificado. El diagrama de operaciones de procesos demuestra en lo posible el procedimiento ideal, la mayoría de las veces es usada en operaciones secuenciales. Tal como se presenta a continuación:

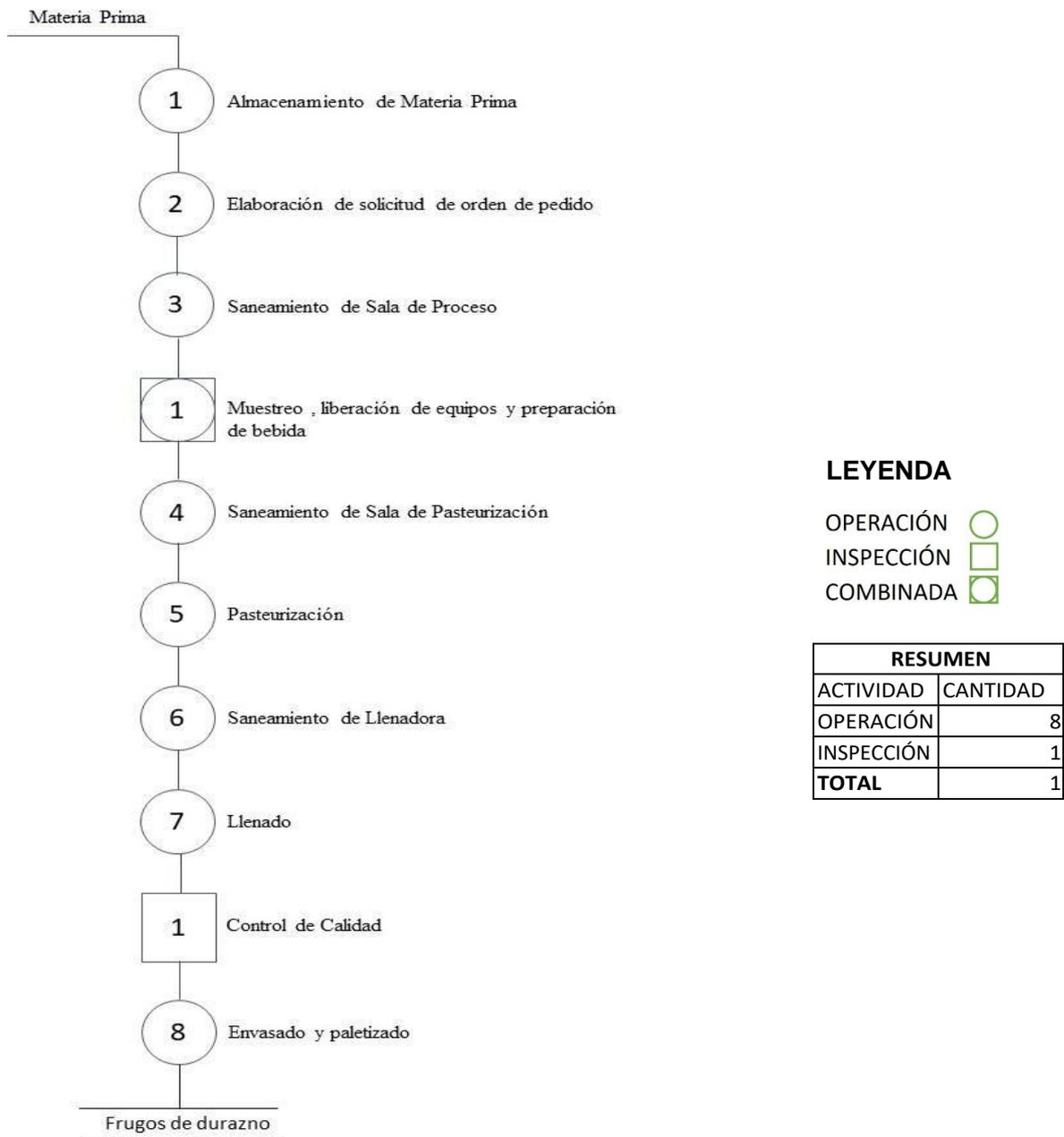


Figura 3. Diagrama de operaciones del proceso (DOP)

Fuente: Propia.

La figura 6, en esta representación gráfica presenta la secuencia de actividades dentro del proceso para la materia prima de frugos de durazno, identificándolo con símbolos de acuerdo a la leyenda, donde se obtuvo en operación 8 (almacenamiento de materia prima, elaboración de solicitud de orden de pedido, saneamiento de sala de Proceso, saneamiento de sala de pasteurización, pasteurización, saneamiento de llenadora, llenado y envasado y paletizado), en

inspección 1 (control de calidad) y combinada 1 (muestreo, liberación de equipos y preparación de bebidas).

Diagrama N°.1 Hoja N°.1		Operario / materia prima / equipo						
Objetivo:		RESUMEN						
Preparar Frugos de durazno		Actividad	Actual	Prop	Econ			
Actividad:		Operación		8				
Preparación de Frugos de durazno		Transporte		1				
Método: Actual / Pospuesto		Espera						
Lugar: Planta embotelladora de Zárate		Inspección		2				
Operario: N° 1		Almacena		1				
Compuesto por:		Distancia						
Aprobado por:		Tiempo						
Fecha: 01/07/2019		Costo						
Fecha: 02/07/2019		M. Obra						
		Material						
		Total						
DESCRIPCIÓN	d. (m)	t. (m)	○	⇒	◐	◑	▽	Observación
Almacenamiento de Materia Prima								Materia Prima
Elaboración de solicitud de orden de pedido			○					
Saneamiento de Sala de Proceso			○					
Muestreo y liberación de equipos								Inspección
Tranporte de materia prima a Sala de Proceso				⇒				
Preparación de bebida			○					
Saneamiento de Sala de Pasteurización			○					
Pasteurización			○					
Saneamiento de Llenadora			○					
Llenado			○					
Control de Calidad								Inspección
Envasado y paletizado			○					Prod. Final Frugos de durazno
TOTAL			8	1		2	1	

Actividad	Símbolo	Resultado predominante
Operación	○	Se produce o efectúa algo.
Transporte	⇒	Se cambia de lugar o se mueve.
Inspección	◐	Se verifica calidad o cantidad.
Demora	◑	Se interfiere o retrasa el paso siguiente
Almacenaje	▽	Se guarda o protege.

Figura 4. Diagrama de análisis del proceso (DAP)

Fuente: propia.

Figura 7, este diagrama analítico de proceso (DAP) es una representación gráfica de la secuencia completa de operaciones, la cadena de proceso completa, el transporte, la inspección y el almacenamiento que ocurren en el

proceso de la misma manera que los datos requeridos, incluido el análisis. proceso, por ejemplo: tiempo de viaje y distancia. Por lo tanto, se concluye que el producto final frutos de durazno se obtienen en 8 procedimientos, 1 en transporte, 2 en inspecciones y 1 en almacenamiento.

Tabla 7. SIPOC

Suppliers	Inputs	Process	Output	Customers
Suministradores directos (internos/Externos)	Entradas del proceso (información y materiales)	Etapas básicas del proceso	Salidas del proceso (materiales e informaciones)	Clientes del proceso (Internos/Externos)
San miguel industrial	Materia Prima (azúcar, concentrados, edulcorantes sin calorías, esencias, néctares, entre otros.)	Saneamiento de la sala de procesos	Frugos PET1000 ml	Almacén de productos terminados
Resimplast	Insumo (sal, soda, sulfato, cloro, vitaminas, cafeína, minerales, aromas, entre otros.)	Muestreo, liberación de equipos y preparación de bebida	FG DZ 1000 ml	Almacén de desechos
Planta Huacho Tradecos	Repuestos para equipos	Saneamiento de la sala de pasteurización	Pulpa concentrada de Durazno	
Sinea		Pasteurización	Tapas plásticas	
Carrozi		Saneamiento de llenados	Bases sólidos en partes	
		Llenados		
		Control de calidad		
		Envasado y paletizado		

Fuente: propia.

En la tabla 11, esta herramienta en formato tabular caracteriza el proceso de frugos de durazno, a partir de la identificación de elementos importantes dentro del mismo, como lo son, Suppliers Suministradores directos (internos/Externos) como, San miguel industrial, Resimplast, Planta Huacho Tradecos, Sinea y Carrozi; Inputns Entradas del proceso (información y materiales) como, materia Prima (azúcar, concentrados, edulcorantes sin calorías, , esencias, néctares, entre otros.), insumo (sal, soda, sulfato, cloro, vitaminas, cafeína, minerales, aromas, entre otros.) y repuestos para equipos; otro elemento Process Etapas básicas del proceso, saneamiento de la sal de procesos, muestreo, liberación de equipos y preparación de bebida, saneamiento de la sala de pasteurización, pasteurización, saneamiento de llenados, llenados, control de calidad, envasado y paletizado; mientras que Output Salidas del proceso (materiales e informaciones) cuenta con, Frugos PET1000 ml, FG DZ 1000 ml, pulpa concentrada de durazno, tapas plásticas y bases sólidos en partes. Finalmente, Customers Clientes del proceso (Internos/Externos) tiene, almacén de productos terminados y almacén de desechos.

La recolección de los datos se basó de acuerdo a las siguientes fórmulas:

Eficacia

$$E = \frac{PL}{PP}$$

E: Eficacia

PL: Productos logrados

PP: Productos programados

Eficiencia

$$E = \frac{\left(\frac{PL}{CR}\right) * TI}{\left(\frac{PP}{CP}\right) * TP}$$

E: Eficiencia

PL: Productos logrados

CR: Costo real

TI: Tiempo invertido

PP: Productos programado

CP: Costo previsto

TP:Tiempo previsto

Tabla 8. Nivel de productividad (antes)

TOTAL DE PRODUCTOS PREVISTOS (UNID)	TOTAL DE PRODUCTOS LOGRADOS (UNID)	COSTO REAL (S/.)	COSTO PREVISTO (S/.)	TIEMPO UTIL (HRS)	TIEMPO TOTAL (HRS)	EFICACIA (%)	EFICIENCIA (%)	PRODUCTIVIDAD %
1,120,000	845,000	422,500	560,000	52	56	75.45%	92.86%	70.06%
1,120,000	834,201	417,101	560,000	53	56	74.48%	94.64%	70.49%
800,000	658,942	329,471	400,000	37	40	82.37%	91.25%	75.16%
1,120,000	853,243	426,622	560,000	53	56	76.18%	94.82%	72.24%
960,000	784,134	392,067	480,000	45	48	81.68%	93.75%	76.58%
1,120,000	897,235	448,618	560,000	52	56	80.11%	92.86%	74.39%
1,120,000	850,786	425,393	560,000	52	56	75.96%	93.57%	71.08%
1,120,000	843,897	421,949	560,000	51	56	75.35%	91.07%	68.62%
1,120,000	855,788	427,894	560,000	50	56	76.41%	89.29%	68.22%
1,120,000	870,879	435,440	560,000	52	56	77.76%	91.96%	71.51%
1,120,000	872,010	436,005	560,000	52	56	77.86%	93.39%	72.71%
1,120,000	847,511	423,756	560,000	50	56	75.67%	89.64%	67.83%

Fuente: Propia.

$$E = \frac{PL}{PP}$$

E: Eficacia
 PL: Productos logrados
 PP: Productos programados

$$E = \frac{\left(\frac{PL}{CR}\right) * TI}{\left(\frac{PP}{CP}\right) * TP}$$

E: Eficiencia
 CR: Costo real
 CP: Costo previsto
 PL: Productos logrados
 TI: Tiempo invertido
 TP: Tiempo previsto

Productividad = Eficacia x Eficiencia

La tabla 12, de acuerdo a las fórmulas ya descritas anteriormente se calculó la eficacia, eficiencia y productividad de la empresa antes de la aplicación de las mejoras demostrando que aun así cuenta en promedio con un 70% de productividad.

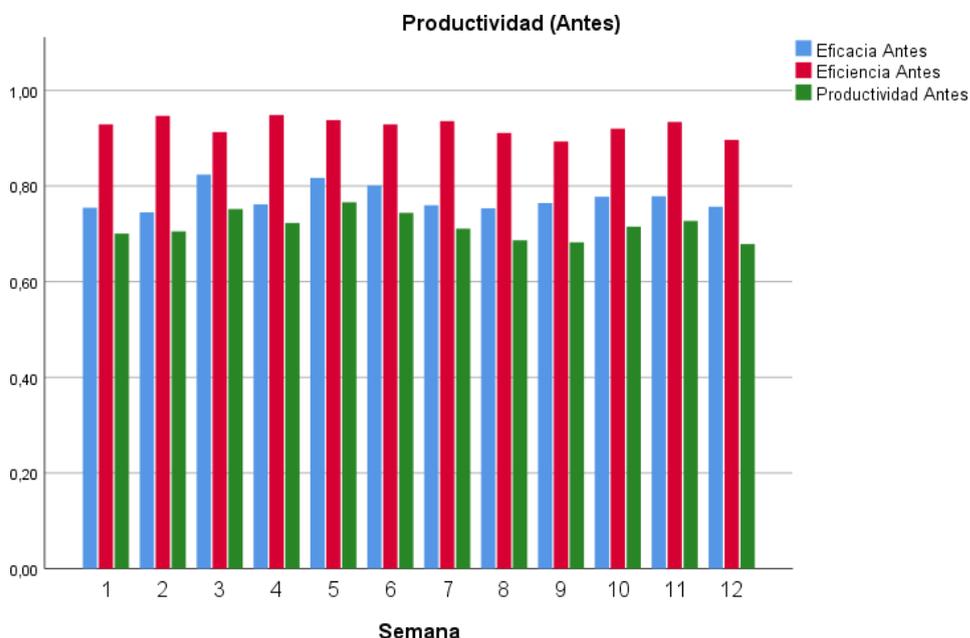


Figura 5. Gráfico de nivel de productividad (antes)

Fuente: Propia.

En la figura 8, se calculó la eficacia, eficiencia y productividad de la empresa antes de la aplicación de las mejoras demostrando que aun así cuenta en promedio con un 70% de productividad. Mientras que, eficiencia casi alcanza el 100% y la eficacia no supera más del 80%.

Etapas analizar: CPK

Con base en las mediciones, continuamos analizando las causas de los defectos en el proceso de embotellado, por lo que el equipo 6 sigma previamente establecido identificó las posibles causas y reflexionó sobre materias primas, trabajo manual, medidas y factores, técnica y ambiente.

Entonces para la dimensión analizar se realizó una tabla de actividades requeridas para facilitar las mejoras del proyecto.

Tabla 9. Actividades requeridas para la etapa analizar

Nº	Actividad
1	Estructurar una estrategia de análisis
2	Desarrollar y contrastar hipótesis sobre fuentes y causas de variación
3	Confirmar causas raíces y/o fuente de variación
4	Capacidad del proceso (CP y CPK)

Fuente: propia.

Estructurar una estrategia de análisis

Se fundamenta en el desarrollo de tres (03) fases internas, en las que se quiere localizar los orígenes potenciales y luego comprobar estadísticamente que se relacionan con la variable de salida. Estas fases son:

Exploración

La información, recolectada en la etapa de medición, fue examinada desde diferentes puntos de vistas para determinar indicios sobre las causas del problema.

Hipótesis sobre causas

Desde los descubrimientos de la etapa de medición se forman conjeturas sobre las causas. Por lo tanto, se facilitó junto al grupo six sigma generar ideas originales en un entorno relajado y se establecieron las categorías de causas potenciales.

Verificación

Se consiguen nueva información o se producen experimentos para probar la autenticidad.

Obtener nuevos datos o generar experimentos para probar la validez de las hipótesis.

Desarrollar y contrastar hipótesis sobre fuentes y causas de variación

Para lograr obtener una alternativa de solución al problema primero fue necesario localizar todos aquellos puntos que influyen al resultado del proceso. Registrar y organizar todas las fuentes y comprobarlas estadísticamente para verificar su efectividad en la relación con la variable de salida.

Confirmar causas raíces y/o fuentes de variación

A partir de aquí, el equipo Six Sigma crea una lista de posibles causas o fuentes de cambio que quieren eliminar. Sin embargo, se genera en base a su experiencia y conocimiento. Esta experiencia y conocimientos deben ser confirmados a través del análisis metodológico utilizando métodos estadísticos. La función de estos métodos estadísticos es probar si existe una relación real entre el efecto y la causa. Por lo tanto, en esta etapa, se prueba que efectivamente existe una relación entre la causa subyacente y el efecto.

Capacidad de proceso (CP y CPK)

Se realizó un análisis descriptivo de la información de error que controla el proceso de movimiento, en este caso se utilizó el software "MINITAB" para calcular los indicadores de desempeño debido a su aplicación. Luego de realizar el estudio de capacidad, se continuó con el análisis de los resultados y se definieron los errores que regulan el proceso de movimiento como es habitual y pueden corresponder a la capacidad para la que fueron diseñados.

Tabla 10. Capacidad de proceso (CP y CPK) antes

Real	Real	MUESTRAS CONTROL DE CALIDAD (CONFORME)						
SEMANA	FECHA	X1	X2	X3	X4	X5	Media	DESV. EST
1	02-08/09/19	900	870	867	863	880	876	15
2	09-15/09/19	842	890	900	880	870	876	22
3	16-22/09/19	922	920	951	920	876	918	27
4	23-29/09/19	920	842	790	867	841	852	47
5	30/09-06/10/19	910	853	840	860	863	865	27
6	07-13/10/19	880	864	867	843	860	863	13
7	14-20/10/19	895	869	830	836	814	849	33
8	21-27/10/19	903	920	910	876	960	914	31
9	28/10-03/11/19	870	826	860	864	867	857	18
10	04-10/11/19	876	941	920	874	870	896	32
11	11-17/11/19	940	910	940	891	930	922	21
12	18-24/11/19	912	910	941	864	890	903	29

Fuente: propia.

$$Cp = \frac{LST - LIT}{6\sigma}$$

$$Cpk = \min \left[\frac{LST - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LIT}{3\sigma} \right]$$

Cp: Capacidad del proceso

Cpk: Índice de capacidad (Muestra si el proceso es centrado)

LST: Limite Superior de la Tolerancia

Xn: Muestra del Número de los productos conformes

LTI: Limite inferior de la tolerancia

σ : Desviación estándar

μ : Media

- Si $C2 \geq 2$, procesos es completamente capaz
- Si $2 \geq Cp \geq 1$, el proceso es medianamente capaz
- Si $1 \geq Cp$, el proceso no es capaz.

En la tabla 14, para el cálculo de la capacidad del proceso se recurrió al software minitab. Obteniéndose un $C_p=1.35$, lo que significó que el proceso era medianamente capaz.

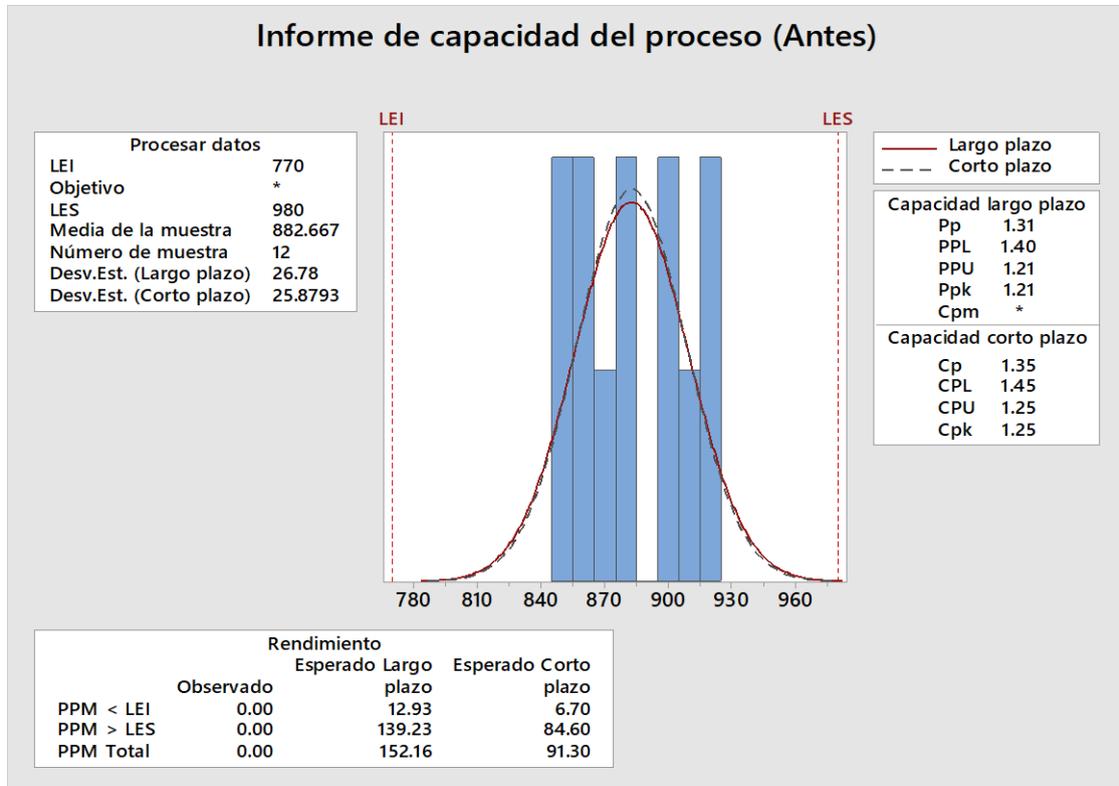


Figura 6. Gráficos de capacidad de proceso (Antes)

Fuente: propia.

Estudio de capacidad

Se emplea para analizar los puntos de capacidad, que son mediciones específicas para evaluar la capacidad y su interpretación es más sencilla.

Etapa mejorar: Implementar

Tabla 11. Actividades requeridas para la etapa implementar

Nº	Actividad
1	Determinar los niveles actuales de cada variable significativa
2	Diseñar las soluciones
3	Diseñar el plan de implementación
4	Selección de herramienta para la etapa implementar
5	Programa de capacitación

Fuente: propia.

Determinar los niveles actuales de cada variable significativa

Se profundizó sobre las causas desde su raíz y a su vez de los cálculos de porcentaje de incidencia de los motivos de las causas. De esta manera se puede cuantificar el potencial impacto que tendrá las acciones de mejora sobre el problema.

Diseñar el plan de implementación

Centralizar y automatizar el proceso de recuperación en el diseño de instrucciones donde se explique la unificación de las solicitudes y la canalización del mismo mediante el analista. Para la automatización se desarrolló una supervisión de todos aquellos productos defectuosos y que tienen oportunidad de recuperarse.

Selección de herramienta para la etapa implementar

Al momento de tener que seleccionar una herramienta para solucionar el problema de pérdidas de productos se deben considerar 3 puntos fundamentales. La complejidad del problema, los recursos necesarios y el

impacto del mismo. El siguiente cuadro resume las características de cada herramienta según estos factores:

Tabla 12. Comparación de herramienta según sus factores

	Estandarización	Mejora Relámpago	Six Sigma
Complejidad de la herramienta	Sentido común	Técnicas básicas	Técnicas avanzadas
Recursos	Individual/Equipo	Involucración y compromiso a nivel empresa	Involucración y compromiso a nivel cadena de valor
Impacto	Corrige lo básico	Sostenimiento	Cambio incremental

Fuente: propia.

Programa de capacitaciones

Se ofreció un programa de capacitación para comprender la metodología 6 sigma y lo que se esperaba que lograra el proyecto al aplicar las herramientas 6 sigma a este hilo para aumentar la productividad. Asimismo, el sistema de evaluación y recompensa tiene como función motivar a los trabajadores de la línea de embotellado de la empresa y reducir la ocurrencia de productos defectuosos, para lo cual se ha establecido un programa efectivo. Los ejemplos incluyen DPU y la métrica 6 sigma DPMO (defectos por millón de oportunidades) como un medio para validar incentivos financieros para usar objetivos de mejora de subprocesos. Este enfoque demostró ser muy útil para reducir significativamente la cantidad de productos defectuosos y, por lo tanto, aumentar la productividad de la empresa.

Para mejorar el subproceso de la línea de embotellado para reducir los defectos de los productos Frugos de durazno para que tengan el rendimiento deseado, se ejecutaron las siguientes estrategias de mejora:

- Cambio de nuestro sistema de control y gestión de obra, introducción de cartas de control, personal capacitado en el área de línea de llenado. El

sistema de monitoreo y control trabaja con métricas DPU y DPMO para el método Six Sigma.

- Modificar el diagrama de flujo del subproceso de la línea de embotellado para acomodar el control estadístico y el proceso de verificación de registros del subproceso de embotellado.
- Implementé un sistema de evaluación y recompensa con el objetivo de generar más emoción y reducir la presencia de producto defectuoso en el trabajo descubierto por los empleados, demostré el plan para esto usando indicadores de desempeño como DPU y Metrics 6 Sigma DPMO (por cien cifras defectos por millón de oportunidades) como un medio para apoyar las mejoras de subprocesos para el beneficio económico. Estas estrategias se convirtieron en la fuerza impulsora detrás de una reducción significativa en la cantidad de productos defectuosos, mejorando la percepción del consumidor sobre el mantenimiento en función de su mejor juicio.
- Implementé un programa de capacitación para demostrar la implementación del método Six Sigma y lo que el estudio aportó al hilo, utilizando herramientas Six Sigma para mejorar y transformar actividades, y un sistema de evaluación y recompensa para entender el hilo de la línea de embotellado como motivador. factores Así como la aplicación de herramientas 6 Sigma para optimizar y modificar las actividades que componen los subprocesos de la línea de embotellado (ver Anexo 14. Familiarícese con la capacitación del equipo 6 Sigma).

Tabla 13. Posibles soluciones de causas raíces de los problemas de la línea de embotellado

Causas	Posibles soluciones
Materiales vencidos	Realizar una inspección y control de los materiales
Desabastecimiento de materia prima por alza de los productos	Realizar un control de abastecimiento en el almacén
Constante cambio de proveedores	Registro y control de los proveedores para ver su desempeño
Desorden en los procesos	Realizar capacitaciones constantes y evaluaciones
Incumplimiento de procedimientos	Realizar capacitaciones constantes y evaluaciones
Ausencia de supervisiones y evaluaciones	Cumplimiento de las funciones de la estructura de grupo Kaizen propuesta
Rotación del personal	Definir el puesto de trabajo de los operadores
Ineficiente saneamiento y limpieza de los equipos	Fijar procedimientos de limpiezas y periodos de ejecución
Fallas de los accesorios (cuchillas, pinzas, entre otros)	Seguimiento y control de chequeos a los accesorios para la utilización de los mismos de un material más resistente
Ausencia de mantenimiento de los equipos	Fijar procedimientos de limpiezas y periodos de ejecución
Inadecuada delimitación de la planta	Diseñar un Layout de ubicación de la línea
Mala distribución de las líneas de producción	Diseñar un Layout de ubicación de la línea
Ausencia de limpieza de la planta	Fijar procedimientos de limpiezas y periodos de ejecución
Incumplimiento con el plan de calibración de los equipos	Planificación de calibración más frecuente
Incumplimiento en el seguimiento, control y mejora continua	Aplicar las etapas del Six sigma
Ausencia de capacitación	Realizar capacitaciones constantes y evaluaciones
Personal Insuficiente	Cumplimiento de las funciones de la estructura de grupo Kaizen propuesta
Bajo nivel de compromiso y sensibilización	Realizar un programa de sensibilización
Incumplimiento con el llenado de registros	Diseñar una hoja de verificación y control

Fuente: propia.

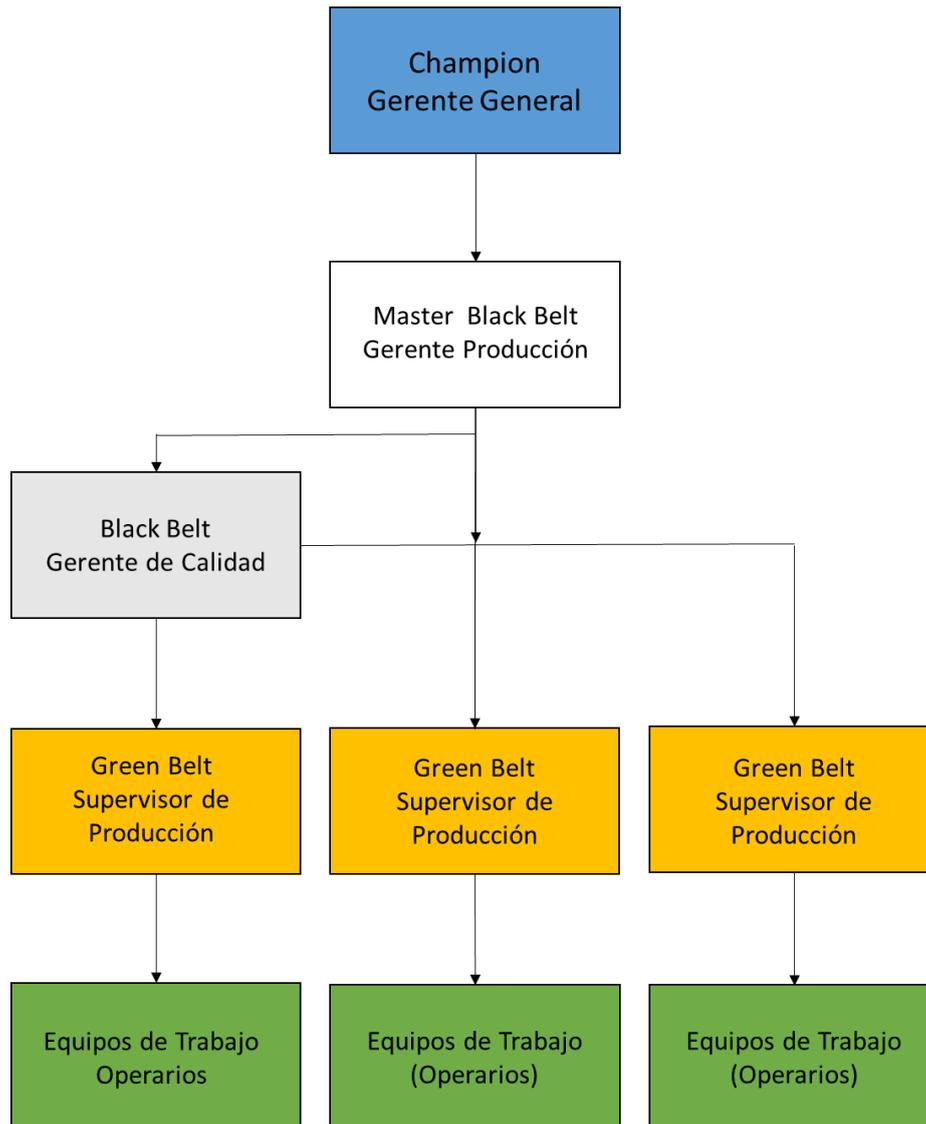
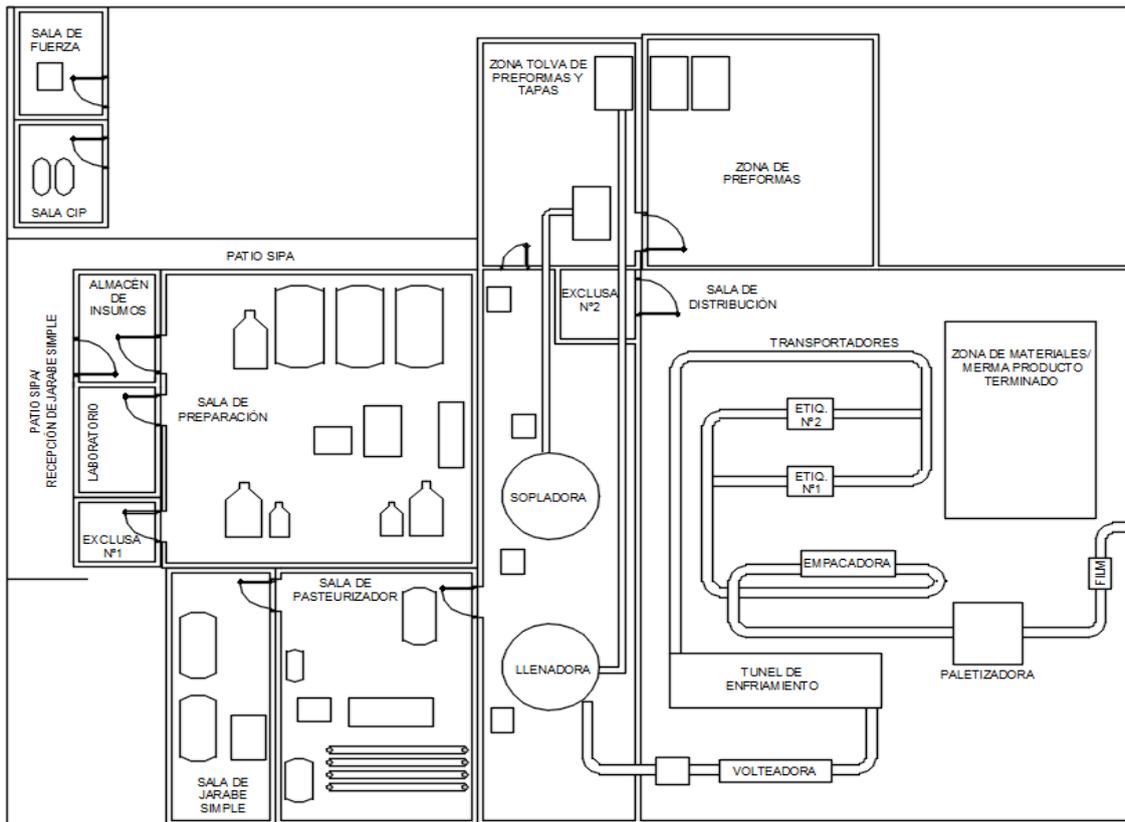


Figura 7. Propuesta de estructura del grupo Kaizen de la línea de embotellado

Fuente: propia.

En la figura 10, propuesta de estructura del grupo Kaizen de la línea de embotellado busca la mejora continua en su proceso, con el objeto de reducir productos defectuosos y mejorar la productividad en la empresa, cuya función y responsabilidad de cada campo le permita abordar problemáticas en el proceso, por tanto, la metodología Kaizen identifica y selecciona el personal del área a cargo de sus actividades para que las actividades planteadas de mejora se continúen en la organización.

Diseño de un nuevo Layout



Fuente: propia.

En el diseño de Layout, puede observar toda el área de la empresa en general, la materia prima entra por la recepción de jarabe simple hasta guardarse en el almacén de insumos, para luego ser trasladado a la sala de preparación, ser examinados en el laboratorio para comprobar la materia prima, luego es llevado a la sala de jarabe simple para ser almacenado allí, luego procesado para su preparación en la sala de pasteurizador, luego se llena los tanques, su recorrido es por las tuberías hasta la sala de tolva de preformas y tapas donde es vertido en envases y tapados y a la vez se le hace un control de calidad desde la esclusa Nº2 para verificar que el jugo vaya en excelentes condiciones, luego de eso es llevado por la línea de empaquetado desde la volteadora hasta la empacadora hasta la paletizadora para luego ser llevados a la zona de productos terminados.

Etapas controlar:

Tabla 14. Actividades de la etapa controlar

Nº	Actividad
1	Verificar la nueva capacidad y las mejoras
2	Calcular la relación costo-beneficio
3	Plan de control

Fuente: propia

Verificar la nueva capacidad y las mejoras

Se diseñó un formato de verificación y control para los productos para llevar un registro de los productos defectuosos que se generan en la línea de embotellado. Tal como se presenta a continuación.

Calcular la relación costo-beneficio

Se calculó de acuerdo a los siguientes criterios:

Valor actual Neto (VAN)

El VAN es una herramienta que nos sirve para determinar el valor presente originado por una inversión

Si $VAN > 0$: es rentable

Si $VAN = 0$: es postergado

Si $VAN < 0$: no es rentable

Se obtiene que le VAN del proyecto el cual es S/588,728.18, entonces se considera el proyecto > 0 , es rentable.

Tasa interna de Retorno (TIR)

Es un procedimiento que evalúa y valora las inversiones realizadas para medir la rentabilidad generada por una inversión.

Si $TIR > \text{tasa de descuento } (r)$: es aceptable

Si $TIR = r$: es postergado

Si $TIR < \text{tasa de descuento } (r)$: no es aceptable

Se obtiene que la TIR del proyecto es 241%, entonces el proyecto es aceptable.

Plan de Control

El control es para asegurar que los resultados del proceso cumplan con las especificaciones para cada característica clave del proceso. Cada actividad clave en el proceso debe especificar qué se debe hacer, por quién y cómo. Los operadores de procesos deben estar capacitados para realizar estas operaciones. Por lo tanto, las condiciones y los sistemas son los que generan registros, instrucciones y facilitan el control de procesos por diseño. Por otro lado, se aplicaron las estrategias de mejora descritas y ciertas actividades de control

para promover el mantenimiento a largo plazo de las mejoras en el marco del enfoque DMAIC. Además, el flujo de subprocesos se ha cambiado y optimizado, y se han mejorado y agregado las siguientes operaciones:

- Embotellado y envasado: el personal está más atento y comprometido para presentar un producto perfecto.
- Revisión del producto: el personal de calidad lleva a cabo operaciones de muestreo todos los días hábiles para realizar más análisis individuales y grupales. Aquí, el personal demostrará el producto al personal de calidad antes de que salga a la venta.
- Análisis de defectos: el personal de calidad revisa y procesa la información de cumplimiento de productos obtenida de los registros de cada empleado y calcula las métricas de DPU y DPMO. Aquí puede realizar un seguimiento del rendimiento de cada empleado.
- Envío de los resultados a recursos humanos: enviar los datos procesados para el pago de salarios y la aplicación de incentivos de acuerdo a los objetivos de los indicadores utilizados para este fin.
- Análisis de Estabilidad: Se recolectaron muestras diarias de 6 días de producción de registros, correspondientes a 240 datos por semana, aquí utilizando gráficas de control.
- Análisis de capacidad: se aplica el estudio de capacidad a las muestras procesadas en el punto anterior, donde se obtienen los índices CP y CPK.
- Acción Correctiva: Si el resultado no es el esperado, se tomarán las acciones correctivas determinadas previamente mediante el análisis de la causa Auditorias: será responsabilidad del personal de Calidad o Auditorias. El proceso estará enfocado en comprobar los procedimientos de las actividades y control de los objetivos establecidos. En el caso de no cumplir con los objetivos especificados se deberá capacitar a los empleados relacionados con los procedimientos establecidos.

Postest

Tabla 15. Sistema Cumplimiento de OEE e impacto de averías procesos control motion 12 semanas después, de la implementación de la mejora

Real	Real	Objetivo	Calculado	Real	Real	Calculado	Real	Real	Real
FECHA	TIEMPO PLANIFICADO DE PRODUCCIÓN (HRS)	VELOCIDAD ESTÁNDAR (PPM)	UNIDADES PLANIFICADAS (UNID)	TOTAL DE UNIDADES PRODUCIDAS (UNID)	TOTAL DE UNIDADES CONFORMES (UNID)	OEE (%)	PARADAS AVERÍAS PROCESO CONTROL MOTION (HRS)	PARADAS AVERÍAS MOTION (Nº VECES)	PÉRDIDA DE OEE POR MOTION (%)
06-12/01/20	56	333	1,120,000	1,000,000	980,000	96.08%	3	2	5.36%
13-19/01/20	56	333	1,120,000	980,000	950,600	93.20%	2	3	3.57%
20-26/01/20	56	333	1,120,000	960,000	921,600	90.35%	2.5	1	4.46%
27/01-02/02/20	40	333	800,000	670,000	649,900	92.84%	2.2	2	5.50%
03-09/02/20	56	333	1,120,000	970,000	950,600	93.20%	2.3	2	4.11%
10-16/02/20	56	333	1,120,000	1,010,000	999,900	98.03%	1.8	1	3.21%
17-23/02/20	56	333	1,120,000	1,000,000	970,000	95.10%	3.1	2	5.54%
24-01/03//20	56	333	1,120,000	980,000	960,400	94.16%	1.4	1	2.50%
02/03-08/03/20	56	333	1,120,000	1,020,000	1,009,800	99.00%	2	2	3.57%
09-15/03/20	48	333	960,000	810,000	777,600	90.42%	1.75	1	3.65%
16-22/03/20	56	333	1,120,000	1,000,000	970,000	95.10%	1.5	3	2.68%
23-29/03/20	56	333	1,120,000	1,010,000	969,600	95.06%	2.5	1	4.46%

Fuente: Propia.

En la tabla 19, vemos los resultados obtenidos luego de la aplicación de la mejora demostraron un aumento en el porcentaje de perdida de OEE en un 30%, manteniéndose a un nivel de 96% mientras que, el porcentaje de perdida de OEE por pérdidas de averías motion gracias a la mejora se disminuyó su promedio en un 4% aproximadamente, comprobándose, que el nivel de pérdidas de productos se redujo prácticamente a la mitad.

Tabla 16. Desempeño de proceso (yield después)

Real	Real	Real	Objetivo	Calculado	Real	Real	Real	Calculado	Calculado
SEMANA	FECHA	TIEMPO PLANIFICADO DE PRODUCCIÓN (HRS)	VELOCIDAD ESTÁNDAR (PPM)	UNIDADES PLANIFICADAS (UNID)	TOTAL DE UNIDADES PRODUCIDAS "U"(UNID)	TOTAL DE UNIDADES CONFORMES (UNID)	TOTAL DE UNIDADES INCONFORMES "D"(UNID)	DOP	YIELD (%)
1	06-12/01/20	56	333	1,120,000	1,000,000	980,000	20,000	0.003	99.67%
2	13-19/01/20	56	333	1,120,000	980,000	950,600	29,400	0.005	99.50%
3	20-26/01/20	56	333	1,120,000	960,000	921,600	38,400	0.007	99.33%
4	27/01-02/02/20	40	333	800,000	670,000	649,900	20,100	0.005	99.50%
5	03-09/02/20	56	333	1,120,000	970,000	950,600	19,400	0.003	99.67%
6	10-16/02/20	56	333	1,120,000	1,010,000	999,900	10,100	0.002	99.83%
7	17-23/02/20	56	333	1,120,000	1,000,000	970,000	30,000	0.005	99.50%
8	24-01/03//20	56	333	1,120,000	980,000	960,400	19,600	0.003	99.67%
9	02/03-08/03/20	56	333	1,120,000	1,020,000	1,009,800	10,200	0.002	99.83%
10	09-15/03/20	48	333	960,000	810,000	777,600	32,400	0.007	99.33%
11	16-22/03/20	56	333	1,120,000	1,000,000	970,000	30,000	0.005	99.50%
12	23-29/03/20	56	333	1,120,000	1,010,000	969,600	40,400	0.007	99.33%

O=	Mal coronadas ,desniveladas, con cuerpo extraño, Sucias, Mal codificadas, Obsoletas	6
----	---	---

Fuente: propia.

$$DPO = \frac{D}{U \times O}$$

$$Yield = (1 - DPO) \times 100$$

Según los datos recolectados, luego de la implementación de mejora se logró aumentar el desempeño del proceso hasta 99% y se mantiene estable superando el promedio anterior de 96% del desempeño del proceso de los meses anteriores, comprobándose que se logró aumentar casi hasta el 100%

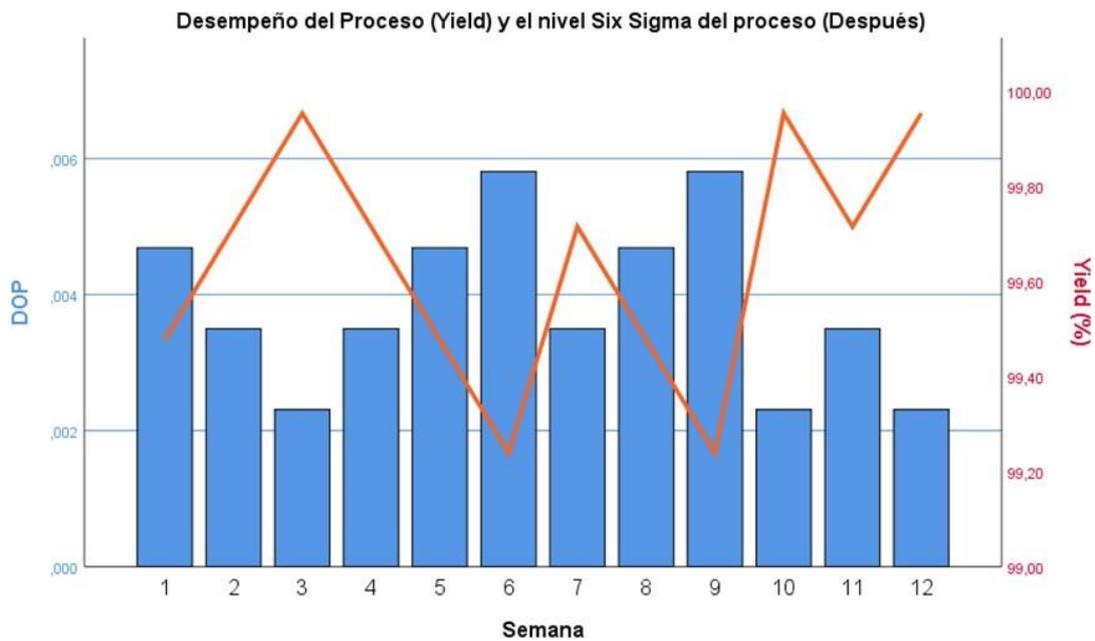


Figura 9. Desempeño del proceso (yield) y el nivel six sigma del proceso (después)

Fuente: propia.

Según los datos recolectados en la figura 12, luego de la implementación de mejora se logró aumentar el desempeño del proceso hasta 99% y se mantiene establemente allí superando el promedio anterior de 96% del desempeño del proceso de los meses anteriores, comprobándose que se logró aumentar casi hasta el 100%.

2.7.4 Cronograma

	plan de mejora	periodo																											
		Sept				Octu				Novi				Dici				Enero				Febrero				Marzo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Pretest																												
2.	Propuesta de mejora implementación																												
3.	Implementación de la mejora																												
3.1	Definir																												
3.2	Medir																												
3.3	Analizar																												
3.4	Mejorar																												
3.5	Controlar																												
3.6	Pos-test																												

Fuente: propia.

2.7.5. Beneficio/Costo (B/C)

Se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Beneficio / costo} = \frac{\text{Flujo Total de los ingresos}}{\text{Flujo Total de los egresos}}$$

Si $B/C > 1$: es rentable

Si $B/C = 0$: debe ser reevaluado

Si $B/C < 1$: es rechazado

Dado que el coeficiente obtenido es superior a 1, el proyecto de mejora se considera rentable.

Tabla 17. Flujo de caja

	MESES				
	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL
Saldo inicial	S/ 40,000.00	S/ 79,645.69	S/ 122,440.19	S/ 160,281.29	S/ 205,420.29
Ingresos					
Ventas en efectivo	S/ 133,326.00	S/ 135,148.00	S/ 129,874.00	S/ 137,410.00	S/ 132,547.00
Cobros por ventas de activo fijo	S/ -				
Total Ingresos	S/ 133,326.00	S/ 135,148.00	S/ 129,874.00	S/ 137,410.00	S/ 132,547.00
Egresos					
Estudio del proyecto	S/ 3,000.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Capacitación del personal	S/ 1,000.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Desarrollo en el sistema actual	S/ 500.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Compra de materia prima	S/ 29,916.00	S/ 30,152.00	S/ 28,976.00	S/ 30,142.00	S/ 29,871.00
Pago de nómina	S/ 25,500.00				
Pago de Seguridad social	S/ -				
Pago proveedores	S/ 19,785.31	S/ 22,655.50	S/ 23,542.90	S/ 22,654.00	S/ 19,876.50
Pago de impuestos	S/ 9,479.00	S/ 9,546.00	S/ 9,514.00	S/ 9,475.00	S/ 9,547.00
Pago de servicios públicos	S/ 1,500.00				
Pago de publicidad	S/ 3,000.00				
Total Egresos	S/ 93,680.31	S/ 92,353.50	S/ 92,032.90	S/ 92,271.00	S/ 89,294.50
Flujo de caja económico	S/ 79,645.69	S/ 122,440.19	S/ 160,281.29	S/ 205,420.29	S/ 248,672.79
Flujo Acumulado	S/ 79,645.69	S/ 202,085.88	S/ 362,367.17	S/ 567,787.46	S/ 816,460.25
Tasa de descuento	0.10				

VAN	S/588,728.18	Se acepta
TIR	241%	Se acepta
B/C	1.34	Se acepta

Fuente: propia.

En la tabla 21, Beneficio/Costo (B/C) se calculó mediante el flujo de caja donde se estimaron los ingresos de los meses julio, agosto, setiembre, octubre y noviembre y el total de los egresos, donde se obtuvo como resultados VAN

S/588,728.18, TIR 241% y B/C 1.34, el cual es mayor a 1, por tanto, es rentable, se acepta el proyecto de mejora.

Tabla 18. Comparación de desempeño de proceso (antes y después)

ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
DOP ANTES	DOP DESPUES	YIELD ANTES (%)	YIELD DESPUES (%)
0.038	0.003	96.18%	99.67%
0.037	0.005	96.33%	99.50%
0.031	0.007	96.87%	99.33%
0.036	0.005	96.43%	99.50%
0.036	0.003	96.40%	99.67%
0.039	0.002	96.11%	99.83%
0.034	0.005	96.56%	99.50%
0.036	0.003	96.44%	99.67%
0.037	0.002	96.30%	99.83%
0.039	0.007	96.15%	99.33%
0.036	0.005	96.40%	99.50%
0.034	0.007	96.56%	99.33%

Fuente: propia.

En la tabla 22, se puede apreciar con más claridad que antes de la implementación de la mejora se mantenía a promedio el yield de 96% pero luego de la mejora aumenta hasta 99% en la mayoría de las veces demostrando que la implementación del six sigma puede facilitar aún más allá el proceso de la empresa y mejorar aún más su productividad.

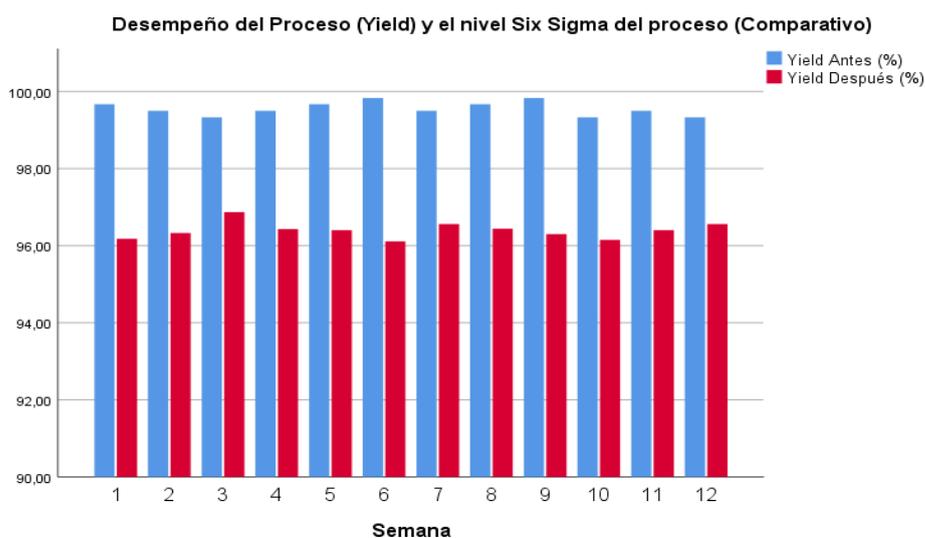


Figura 10. Desempeño del proceso (yield) y el nivel six sigma del proceso (comparativo). Fuente: propia

En la figura 13, se puede apreciar con más claridad que antes de la implementación de la mejora se mantenía a promedio el yield de 96% pero luego de la mejora aumenta hasta 99% en la mayoría de las veces. Por otra parte, el nivel de sigma antes se redondeaba antes en un promedio de 0.035, pero, con la implementación de la mejora se logrado reducir hasta 0,005.

Tabla 19. Nivel de productividad (después)

UNIDADES PLANIFICADAS (UNID)	TOTAL DE UNIDADES PRODUCIDAS (UNID)	COSTO REAL (S/.)	COSTO PREVISTO (S/.)	TIEMPO INVERTIDO (HRS)	TIEMPO PREVISTO (HRS)	EFICACIA (%)	EFICIENCIA (%)	PRODUCTIVIDAD %
1,120,000	1,000,000	500,000	560,000	53	56	89.29%	94.64%	84.50%
1,120,000	980,000	490,000	560,000	54	56	87.50%	96.43%	84.37%
1,120,000	960,000	480,000	560,000	54	56	85.71%	95.54%	81.89%
800,000	670,000	335,000	400,000	38	40	83.75%	94.50%	79.14%
1,120,000	970,000	485,000	560,000	54	56	86.61%	95.89%	83.05%
1,120,000	1,010,000	505,000	560,000	54	56	90.18%	96.79%	87.28%
1,120,000	1,000,000	500,000	560,000	53	56	89.29%	94.46%	84.34%
1,120,000	980,000	490,000	560,000	55	56	87.50%	97.50%	85.31%
1,120,000	1,020,000	510,000	560,000	54	56	91.07%	96.43%	87.82%
960,000	810,000	405,000	480,000	46	48	84.37%	96.35%	81.30%
1,120,000	1,000,000	500,000	560,000	55	56	89.29%	97.32%	86.89%
1,120,000	1,010,000	505,000	560,000	54	56	90.18%	95.54%	86.15%

Fuente: propia.

En la tabla 23, se puede apreciar las unidades planificadas (unid) vs el total de unidades producidas (unid) donde representa el 80 % a 90% de productos elaborados en comparación con lo planificado, el costo real (s/.) y el costo previsto es considerable, y donde hay una mejora significativa en la eficacia y productividad.

Tabla 20. Esquema de antes y después de la implementación

Antes	Implementación	Después
Cantidad de paradas: 21	Costo de la implementación: S/ 4.500	Cantidad de paradas: 20
Cantidad de productos defectuosos: 2,173,228		Cantidad de productos defectuosos: 300,000
Costo: S/ 5,006,816		Costo: S/5,705,000
Eficiencia: 92%		Eficiencia: 96%
Eficacia: 80%		Eficacia: 90%
Productividad: 70%		Productividad: 84%

Fuente: propia.

En la tabla 24, luego de realizar el seguimiento después de la implementación de la mejora de six sigma se calculó la eficacia, eficiencia y productividad de la empresa demostrando que aumentó considerablemente hasta un 84% en promedio de productividad. Mientras que, eficiencia aún se mantiene igual en 95%, pero, la eficacia se logra aumentar de forma progresiva hasta un 90%, es decir, un aumento del 10%.

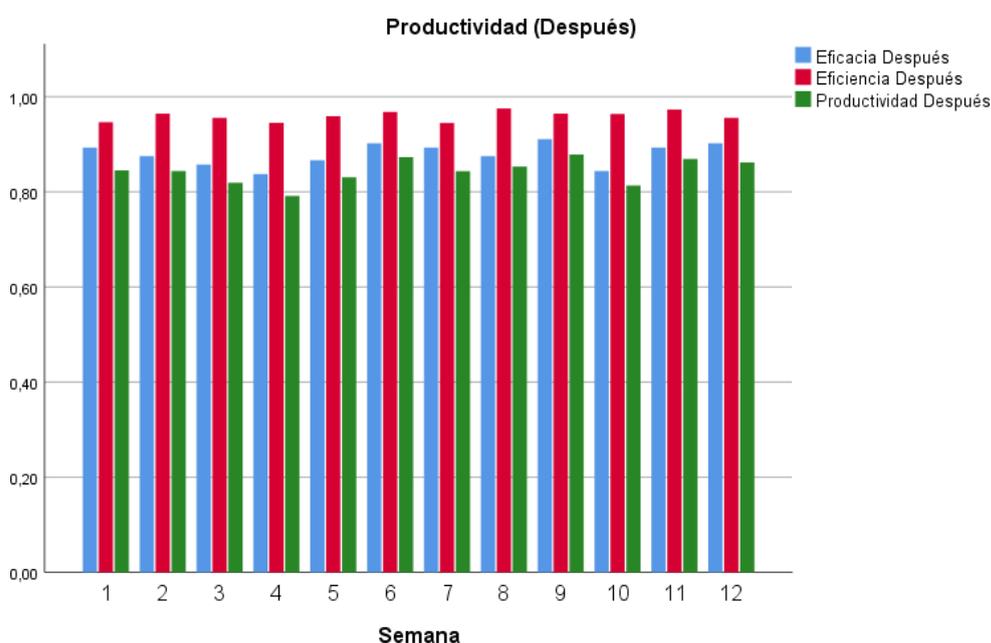


Figura 11. Nivel de productividad (después)

Fuente: propia.

Tabla 21. Nivel de productividad (Comparativo)

PRODUCTIVIDAD ANTES %	PRODUCTIVIDAD DESPUES %
70.06%	84.50%
70.49%	84.37%
75.16%	81.89%
72.24%	79.14%
76.58%	83.05%
74.39%	87.28%
71.08%	84.34%
68.62%	85.31%
68.22%	87.82%
71.51%	81.30%
72.71%	86.89%
67.83%	86.15%

Fuente: propia

En la tabla 25, se comparó los resultados del nivel de productividad, y se puede observar que el nivel de productividad aumentó considerablemente un 11% comparado con los resultados anteriores.

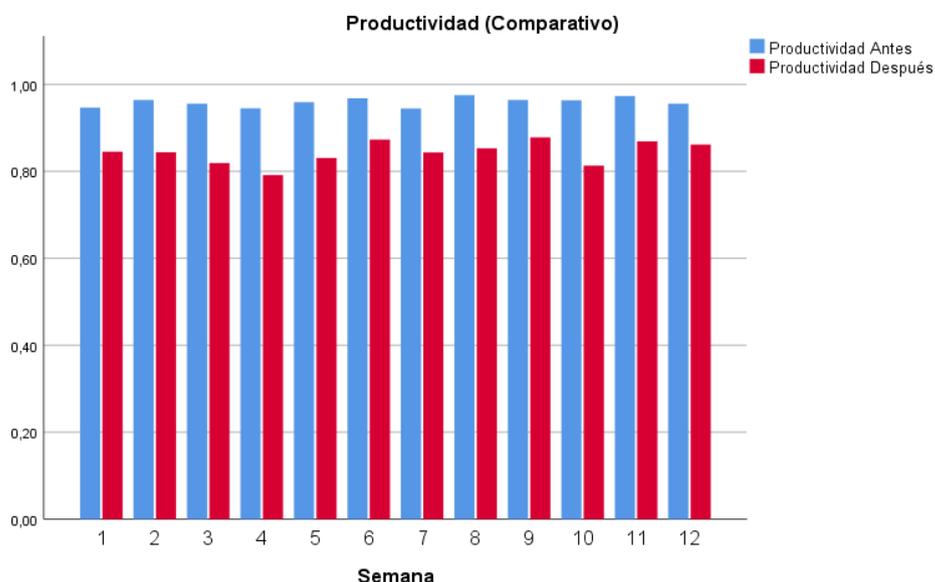


Figura 12. Nivel de productividad (comparativo) Fuente: propia.

En la figura 15, se observa claramente que la productividad después de la mejora va creciendo establemente aun 90% de productividad.

Capacidad de proceso (CP y CPK) Después

Tabla 22. Capacidad de proceso (CP y CPK) Después

Real	Real	MUESTRAS CONTROL DE CALIDAD (CONFORME)						
SEMANA	FECHA	X1	X2	X3	X4	X5	Media	DESV. EST
1	06-12/01/20	920	919	900	924	925	918	10
2	13-19/01/20	931	924	923	924	935	927	5
3	20-26/01/20	925	931	920	918	914	922	7
4	27/01-02/02/20	931	925	913	925	927	924	7
5	03-09/02/20	924	931	914	920	920	922	6
6	10-16/02/20	923	920	920	917	915	919	3
7	17-23/02/20	924	918	931	918	916	921	6
8	24-01/03//20	924	914	924	914	925	920	6
9	02/03-08/03/20	914	912	923	931	918	920	8
10	09-15/03/20	920	935	925	923	927	926	6
11	16-22/03/20	917	918	916	935	912	920	9

Fuente: propia.

$$C_p = \frac{LST - LIT}{6\sigma}$$

$$C_{pk} = \min \left[\frac{LST - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LIT}{3\sigma} \right]$$

Cp: Capacidad del proceso

Cpk: Índice de capacidad (Muestra si el proceso es centrado)

LST: Límite Superior de la Tolerancia

Xn: Muestra del Número de los productos conformes

LTI: Límite inferior de la tolerancia

σ : Desviación estándar

μ : Media

- Si $C_2 \geq 2$, procesos es completamente capaz
- Si $2 \geq C_p \geq 1$, el proceso es medianamente capaz
- Si $1 \geq C_p$, el proceso no es capaz.

En la tabla 26, se observa los resultados anteriores de la capacidad de proceso (CP y CPK) se registró el nivel de CPK en 1.25 y CP 1.35 demostrando que el proceso es medianamente capaz y al menos cumplía con las mayorías de las especificaciones, luego, de la implementación de la mejora se logra un gran aumento en la calidad, por lo tanto, actualmente el CP es de 1.97 y CPK de 1.79 esto quiere decir que ahora el proceso está al nivel de calidad six sigma y ahora demuestra que es completamente capaz de realizar las especificaciones.

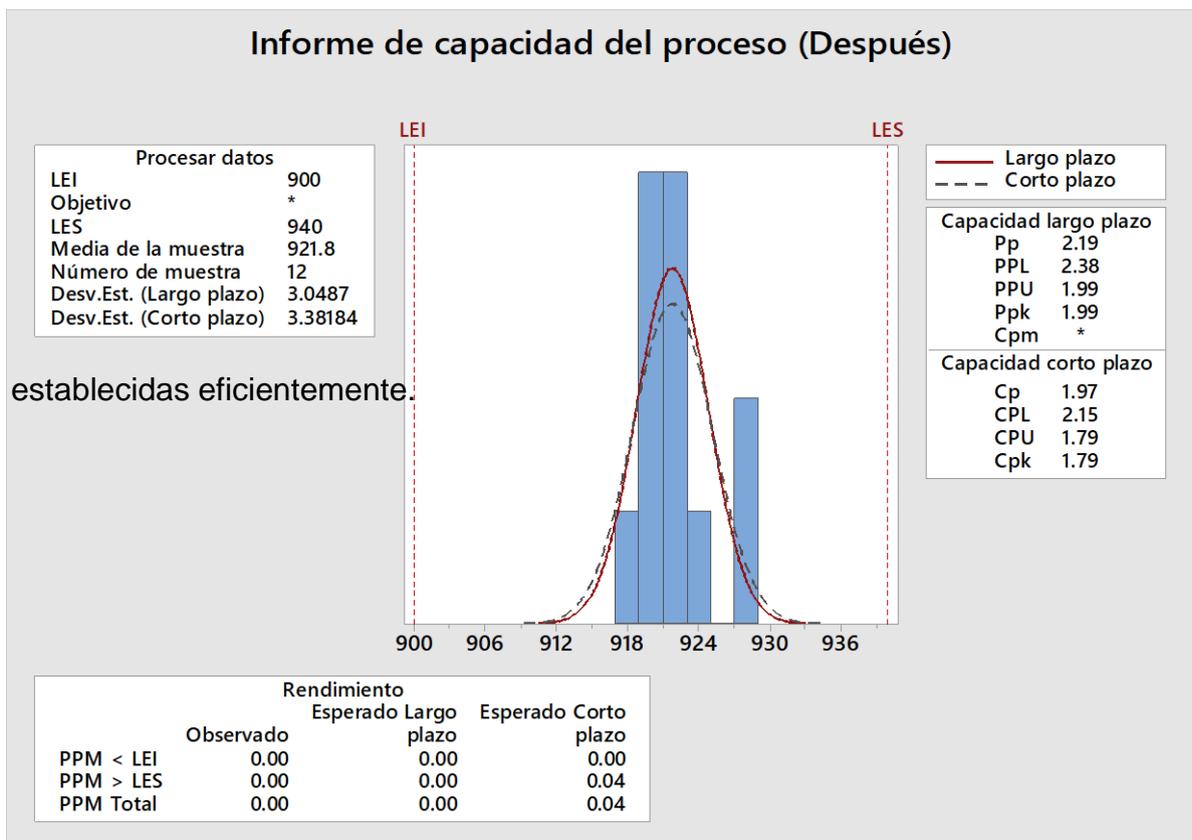


Figura 13. Informe de capacidad del proceso (Después)

Fuente: propia.

3.6. Métodos de análisis de datos

Tamayo y Tamayo (2010) “es una forma de transformar un conjunto de datos mientras se analiza racionalmente” (p. 16). Esto incluye el análisis de los datos recopilados en la encuesta. Una vez que se haya visitado el sitio del estudio y se haya completado el formulario de registro, se describirá el estudio y se presentarán los resultados. Luego se realizó un análisis estadístico descriptivo y cuando los resultados fueron analizados e interpretados, los resultados se presentaron en forma de tablas y gráficos para comprender mejor los resultados. Además, se realizará un análisis inferencial para probar los supuestos.

3.7. Aspectos éticos

Este estudio cumple y respeta la corrección del informe pericial, es decir, el contenido desarrollado para el estudio en cuestión y la fiabilidad de los datos obtenidos en el stock utilizado.

IV. RESULTADOS

Análisis descriptivo

El análisis descriptivo se detalla a continuación mediante gráficos estadísticos de la situación antes y después de la implementación de las mejoras de la aplicación. Además, utilice SPSS para determinar la media, la desviación estándar, la asimetría y la asimetría de los datos.

Análisis descriptivo de la variable dependiente Productividad

La tabla resume el procesamiento de datos de la variable Productividad

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Productividad Antes	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
Productividad Después	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

Fuente: SPSS versión 26

Se observó que tanto los datos del pretest como del postest fueron 12 los cuales procesaron el 100% de los datos. A continuación, se muestra un análisis de productividad descriptivo.

Descriptivos

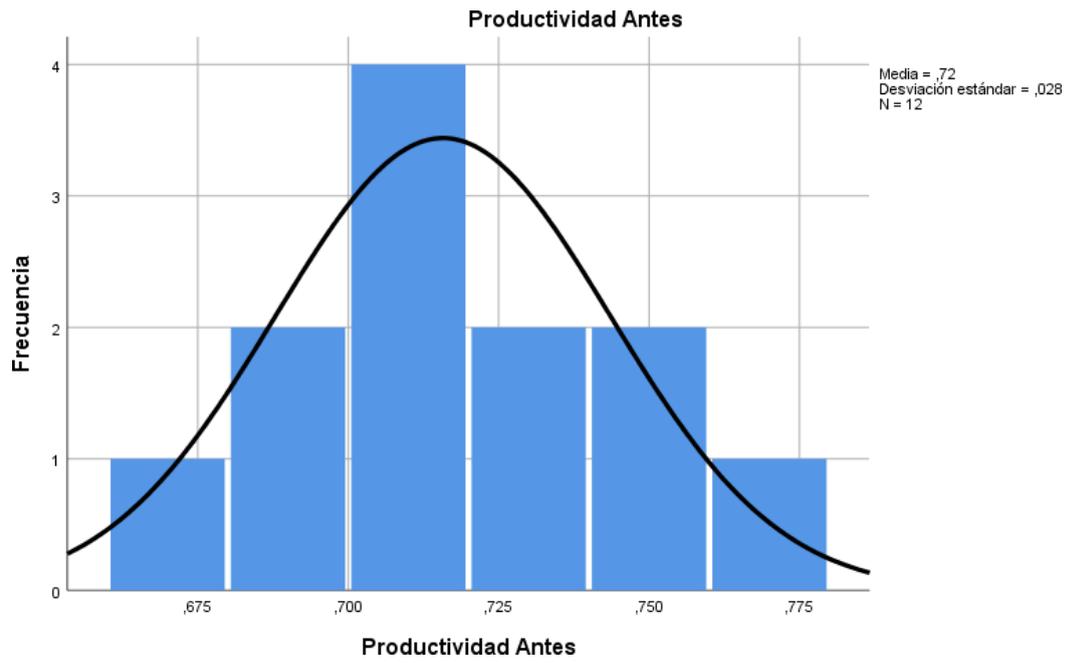
		Estadístico	Dev. Error	
Productividad Antes	Media	,7157	,00803	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,6981	
		Límite superior	,7334	
	Media recortada al 5%	,7150		
	Mediana	,7129		
	Varianza	,001		
	Desv. Desviación	,02783		
	Mínimo	,68		
	Máximo	,77		
	Rango	,09		
	Rango intercuartil	,05		
	Asimetría	,378	,637	
	Curtosis	-,723	1,232	

Productividad Después	Media		,8434	,00756
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,8267	
		Límite superior	,8600	
	Media recortada al 5%		,8443	
	Mediana		,8444	
	Varianza		,001	
	Desv. Desviación		,02619	
	Mínimo		,79	
	Máximo		,88	
	Rango		,09	
	Rango intercuartil		,05	
	Asimetría		-,570	,637
	Curtosis		-,255	1,232

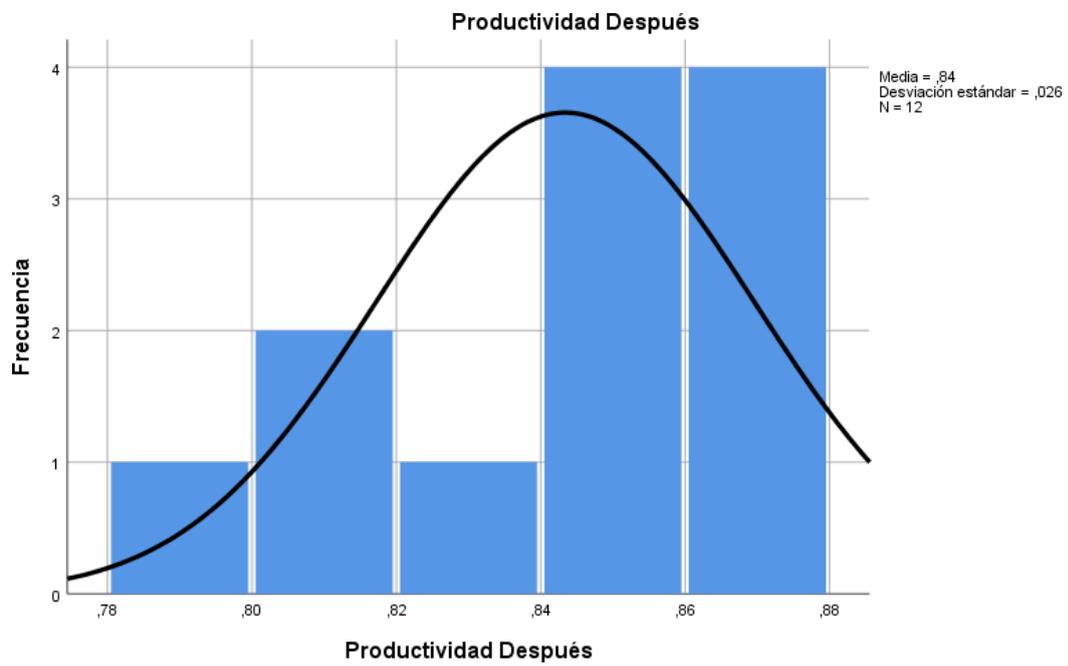
Fuente: SPSS versión 26

Los resultados mostraron que la productividad promedio antes de la mejora fue de 0,7157 y después de la mejora fue de 0,8434. Como herramienta Six Sigma para ayudar a mejorar la productividad, se determinó que el índice de productividad aumentó en 0.1277, lo que representa un aumento de 17.84%, en cuanto a la desviación estándar medida en la Prueba A, una disminución de 0.0164 en los datos postales.

Los datos están cerca de la media. Por otro lado, la asimetría de los datos directos es 0,378 y la curtosis es -0,723. Muestra que los datos previos a la prueba se distribuyen simétricamente a la derecha, la mayor parte de la información está por debajo de la media y forma una curva que no es muy alta en comparación con lo normal. Los datos posteriores a la prueba tienen una asimetría de -0,570 y una curtosis de -0,255. Se observa que los datos del posttest están distribuidos hacia la izquierda, la mayoría están ligeramente por encima de la media, y además hay una curva que no es muy alta en comparación con lo normal. La figura muestra un histograma con una curva de productividad normal para mostrar los valores en una tabla.



Fuente: SPSS versión 26



Fuente: SPSS versión 26

Análisis descriptivo de la dimensión Eficacia de la variable Productividad

Esta tabla resume el procesamiento de datos para la dimensión de eficiencia de la variable productividad.

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Eficacia Antes	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
Eficacia Después	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

Fuente: SPSS versión 26

Se observó que tanto los datos del pretest como del postest fueron 12 los cuales procesaron el 100% de los datos. A continuación se presenta un análisis descriptivo de la eficacia.

Descriptivos

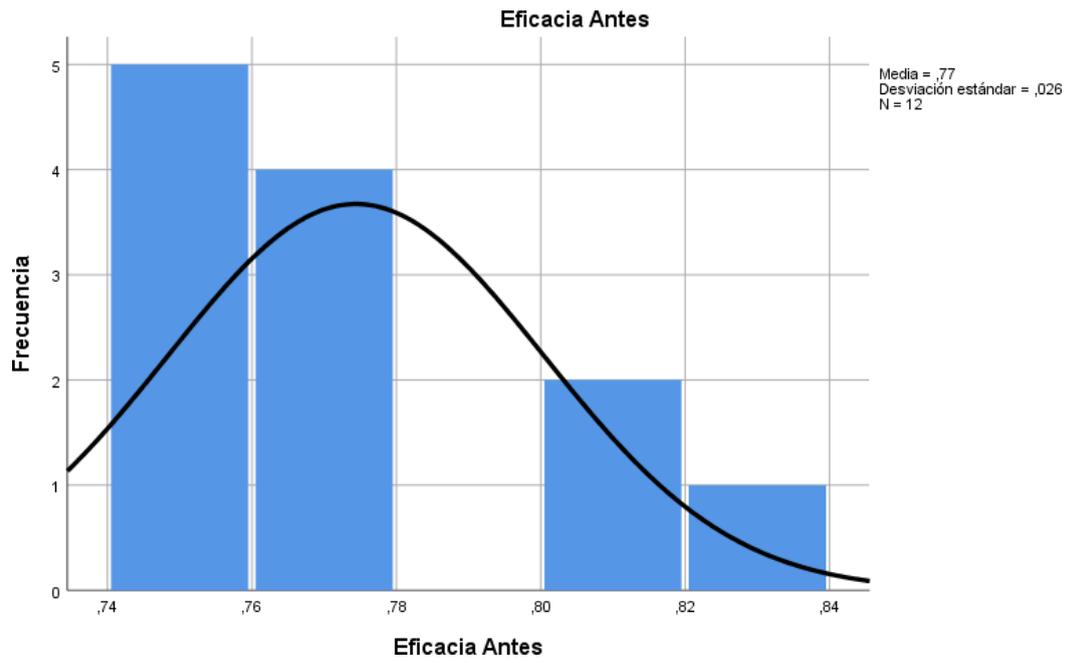
		Estadístico	Desv. Error	
Eficacia Antes	Media	,7744	,00752	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,7578	
		Límite superior	,7910	
	Media recortada al 5%	,7733		
	Mediana	,7630		
	Varianza	,001		
	Desv. Desviación	,02606		
	Mínimo	,74		
	Máximo	,82		
	Rango	,08		
	Rango intercuartil	,04		
	Asimetría	,988	,637	
	Curtosis	-,299	1,232	
	Eficacia Después	Media	,8789	,00689
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	,8638	
		Límite superior	,8941	
Media recortada al 5%		,8795		
Mediana		,8839		
Varianza		,001		
Desv. Desviación		,02386		

Mínimo	,84	
Máximo	,91	
Rango	,07	
Rango intercuartil	,04	
Asimetría	-,509	,637
Curtosis	-,915	1,232

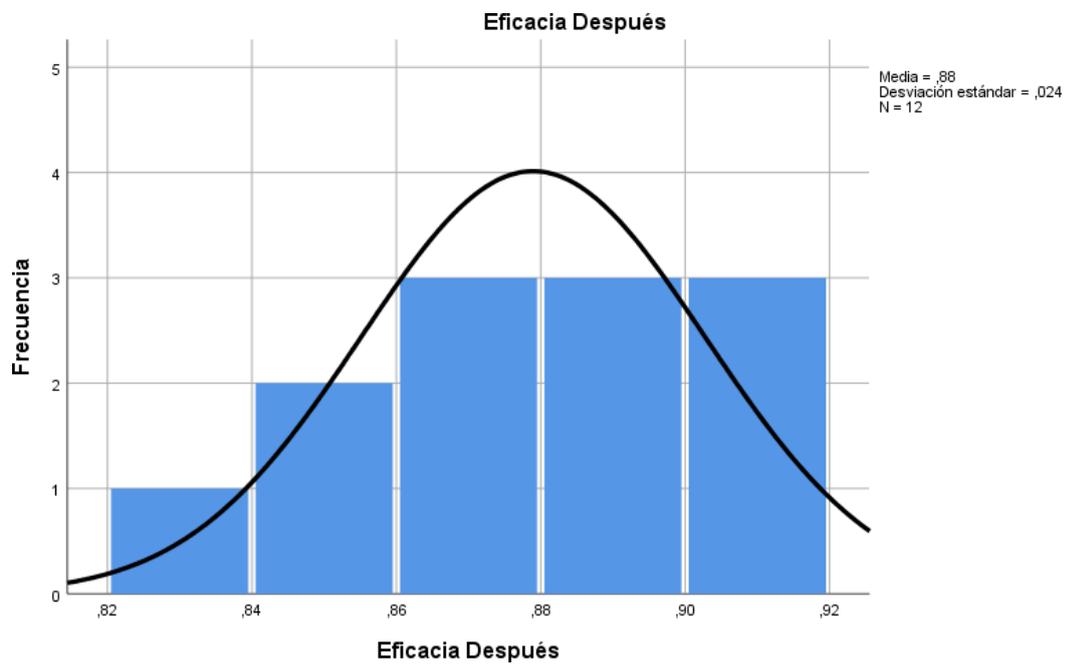
Fuente: SPSS versión 26

Los resultados mostraron que la eficiencia promedio del pre test fue de 0.7744 y del post test de 0.8789, como herramienta Six Sigma para ayudar a mejorar la productividad determinó que el índice de eficiencia aumentó en 0.1045, y determinó que el índice de eficiencia aumentó en 13,49%, la desviación estándar disminuyó en 0.0022, es decir: los datos en la base de datos de backtest están más cerca del promedio. Por otro lado, en el pronóstico, la asimetría de los datos es 0.988 y la curtosis es -0.299, lo que muestra que los datos del pronóstico están distribuidos simétricamente a la derecha y la mayoría de los datos están por encima del promedio. La curva de crecimiento no es muy buena y es más alta de lo normal. En los datos posteriores a la prueba, la asimetría es -0,509 y la curtosis es -0,915, lo que indica que los datos posteriores a la prueba se distribuyen hacia la izquierda, la mayoría de los datos están ligeramente por debajo de la media y la tendencia no es muy alta. en comparación con la normalidad.

La figura muestra histogramas y curvas de eficiencia normal para mostrar valores en una tabla.



Fuente: SPSS versión 26



Fuente: SPSS versión 26

Análisis descriptivo de la dimensión Eficiencia de la variable dependiente Productividad

La tabla resume el procesamiento de los datos de la dimensión eficiencia de la variable Productividad.

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Eficiencia Antes	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
Eficiencia Después	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

Fuente: SPSS versión 26

Se muestra que los datos para la eficiencia fueron 12 tanto para el pre y post test con el 100% de los datos procesados. Seguido, se muestra el análisis descriptivo de la eficiencia.

Descriptivos

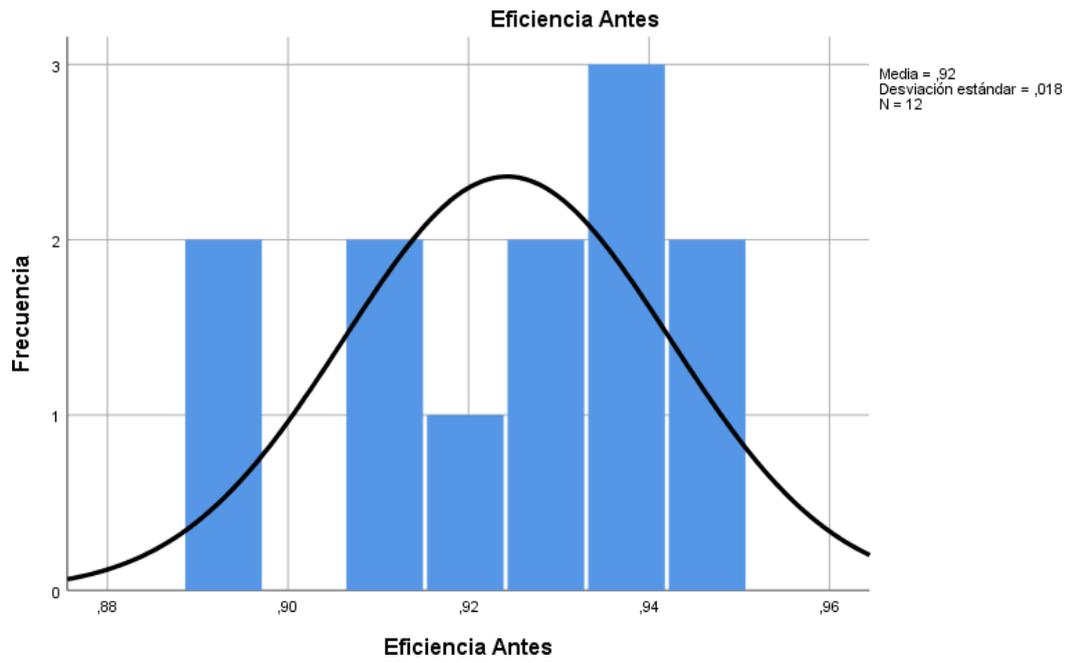
		Estadístico	Dev. Error	
Eficiencia Antes	Media	,9243	,00523	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,9128	
		Límite superior	,9358	
	Media recortada al 5%	,9247		
	Mediana	,9286		
	Varianza	,000		
	Desv. Desviación	,01811		
	Mínimo	,89		
	Máximo	,95		
	Rango	,06		
	Rango intercuartil	,03		
	Asimetría	-,499	,637	
	Curtosis	-,730	1,232	
	Eficiencia Después	Media	,9595	,00301
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	,9529	
		Límite superior	,9661	
Media recortada al 5%		,9595		
Mediana		,9612		
Varianza		,000		
Desv. Desviación		,01043		

Mínimo	,94	
Máximo	,98	
Rango	,03	
Rango intercuartil	,02	
Asimetría	-,144	,637
Curtosis	-1,079	1,232

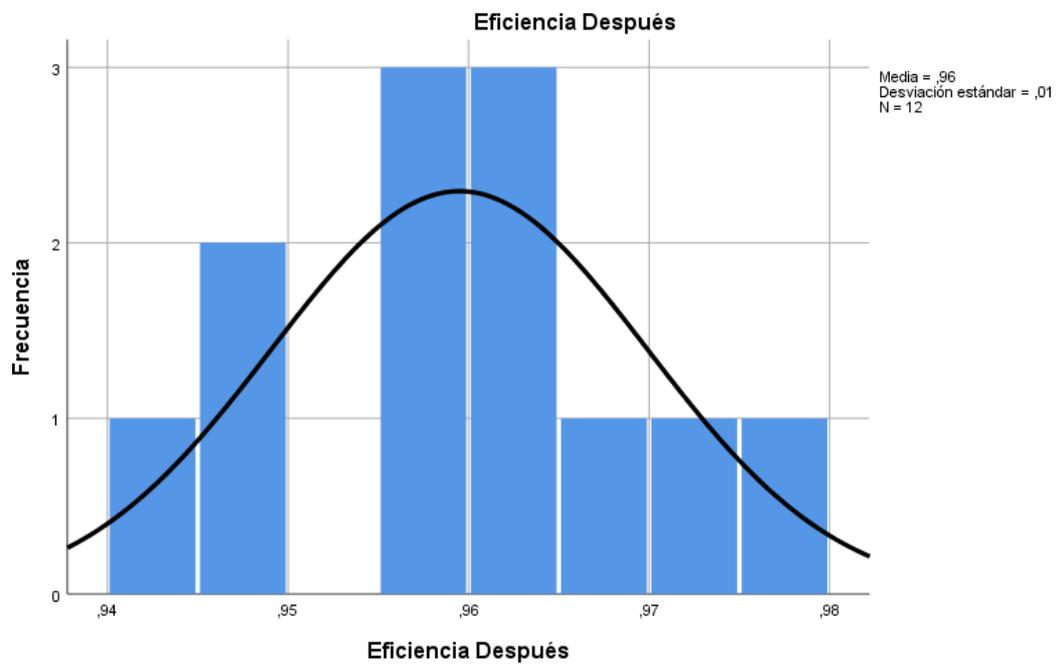
Fuente: SPSS versión 26

Esto da como resultado una eficiencia media de 0,9243 para el pretest y de 0,9595 para el postest; ahora 6 Sigma como herramienta de mejora de la productividad puede determinar que el índice de eficiencia ha mejorado en 0.0352, lo que significa que el índice de eficiencia ha aumentado en 3.81%. La desviación estándar se reduce en 0,00768, lo que significa que la base de datos está más cerca de la media después de la prueba. Por otro lado, la asimetría de los datos directos es -0,499 y la curtosis es -0,730. Muestra que los datos iniciales de la prueba se distribuyen simétricamente a la izquierda, y la mayoría de los datos están ligeramente por encima de la media, formando una curva que no es muy alta y aplanada en comparación con la curva normal. Para los datos posteriores a la prueba, la asimetría es -0.144 y la curtosis es -1.079. Esto muestra que la distribución posterior a la prueba de los datos es hacia la izquierda, con la mayoría de los datos ligeramente por encima de la media y formando una curva ligeramente por encima del valor normal.

Las figuras se resumen en histogramas con curvas de eficiencia normales para mostrar los valores en una tabla..



Fuente: SPSS versión 26



Fuente: SPSS versión 26

Análisis Inferencial

Análisis de la hipótesis general

Ha: La aplicación de Six Sigma mejora la productividad en la línea de embotellado de una empresa embotelladora de bebidas no gasificadas, Zárate 2020.

La aplicación de Six Sigma incrementó la productividad de la empresa de Zárate; Para probar la hipótesis general, primero fue importante la información recolectada de la productividad previa y posterior a la prueba, analizando si hubo un comportamiento paramétrico. Por lo tanto, solo están disponibles 12 volúmenes (12 semanas), por lo que se utilizó la estadística de Shapiro-Wilk para el análisis de normalidad.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, la información de la serie tiene una conducta no paramétrica

Si $p\text{valor} > 0.05$, la información de la serie tiene una conducta paramétrica

Pruebas de normalidad

		Shapiro-Wilk	
Productividad Antes	,960	12	,778
Productividad Después	,957	12	,744

Fuente: SPSS versión 26

Se puede observar que tanto los niveles de significación de la productividad pretest como postest tienen valores superiores a 0.05, lo que demuestra que la variable tiene un comportamiento paramétrico acorde a la regla de decisión. Comienza con un análisis estadístico de Wilcoxon.

Contrastación de la hipótesis general

Ho: La aplicación de Six Sigma no mejora la productividad en la línea de embotellado de una empresa embotelladora de bebidas no gasificadas, Zárate 2020.

Ha: La aplicación de Six Sigma mejora la productividad en la línea de embotellado de una empresa embotelladora de bebidas no gasificadas, Zárate 2020.

Regla de decisión:

Ho: $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$

Ha: $\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Productividad Antes	12	,72	,03	,68	,77
Productividad Después	12	,84	,03	,79	,88

Fuente: SPSS versión 26

Se considera que la productividad promedio antes de la prueba (0,72) es menor que la productividad promedio después de la prueba (0,84), por lo que Ho: $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$ no se cumple, es decir, el uso de Six Sigma no aumenta la productividad de llenado. Línea y aceptar la hipótesis alternativa, confirmando que la aplicación de Six Sigma aumenta la productividad de la línea de llenado. Para comprobar que el análisis es correcto, utilice el valor p o la significación de los resultados en el análisis mediante la prueba de Wilcoxon.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p\text{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par	Productividad	-	,04457	,01287	-,15596	-,09933	-	11	,000
1	Antes - Productividad Después	,12764					9,922		

Fuente: SPSS versión 26

Se puede confirmar que la significancia de la prueba T-Student es de 0,000 tanto para la productividad preprueba como para la postprueba, por lo que según la regla de decisión la productividad de llenado aumenta cuando se rechaza la hipótesis nula y se aplica Six. Se acepta Sigma. Una pista.

Análisis de la primera hipótesis específica:

Ha: La aplicación de Six Sigma mejora la eficacia en la línea de embotellado de una empresa embotelladora de bebidas no gasificadas, Zárata 2019.

Para sustentar la primera hipótesis específica, es importante primero analizar si existe un comportamiento paramétrico a partir de la información recolectada sobre la validez del pretest y posttest. Para este propósito, solo se cuenta con 12 volúmenes de datos, por lo que se procede con el análisis de normalidad del estadístico de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, la información de la serie tiene una conducta no paramétrica

Si $p\text{valor} > 0.05$, la información de la serie tiene una conducta paramétrica

Pruebas de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	W	df	Sig.
Eficacia Antes	,864	12	,056
Eficacia Después	,930	12	,377

Fuente: SPSS versión 26

Se puede concluir que tanto los niveles de significancia de validez pretest como posttest tienen valores superiores a 0.05 lo que demuestra que la variable tiene un comportamiento paramétrico de acuerdo a la regla de decisión. El objetivo era ver si se mejoraba la validez mediante el uso de 6 Sigma para determinar el rendimiento de la estadística T-Student.

Contrastación de la primera hipótesis específica

Ho: La aplicación de Six Sigma no mejora la eficacia en la línea de embotellado de una empresa embotelladora de bebidas no gasificadas, Zárata 2020.

Ha: La aplicación de Six Sigma mejora la eficacia en la línea de embotellado de una empresa embotelladora de bebidas no gasificadas, Zárata 2020.

Regla de decisión:

Ho: $\mu Pa \geq \mu Pd$

Ha: $\mu Pa < \mu Pd$

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Eficacia Antes	12	,77	,03	,74	,82
Eficacia Después	12	,88	,02	,84	,91

Fuente: SPSS versión 26

Se confirma que la eficiencia media pretest (0.77) es menor que la eficiencia media posttest (0.88), por lo que Ho: $\mu Pa \geq \mu Pd$ no se cumple, por lo que se rechaza la hipótesis nula de que no se aplicará Six Sigma. mejorar la eficiencia de la línea de llenado. La efectividad y aceptabilidad de las hipótesis alternativas

se analizaron utilizando el valor p o la significancia de los resultados de la prueba T. un estudiante.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p\text{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par	Eficacia Antes -	-	,03914	,01130	-,12941	-,07968	-	11	,000
1	Eficacia Después	,10455					9,253		

Fuente: SPSS versión 26

Se puede comprobar que la significancia de la prueba T-Student antes y después de la prueba es de 0,000. Por lo tanto, rechazar la hipótesis nula y aceptar la aplicación de Six Sigma como regla de decisión no mejorará la eficiencia de la línea de llenado.

Análisis de la segunda hipótesis específica:

Ha: La aplicación de Six Sigma mejora la eficiencia en la línea de embotellado de una empresa embotelladora de bebidas no gasificadas, Zárate 2019.

Para probar primero una hipótesis en particular, los datos obtenidos de las pruebas previas y posteriores deben analizarse primero en busca de comportamiento paramétrico. Solo se dispone de 12 cantidades para este fin, por lo que se utilizó el estadístico de Shapiro Wilk para el análisis de normalidad.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p\text{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Pruebas de normalidad

	Shapiro-Wilk		
Eficiencia Antes	,940	12	,499
Eficiencia Después	,933	12	,410

Fuente: SPSS versión 26

Se puede concluir que los niveles de significación tanto de la eficiencia del pretest como del posttest son superiores a 0,05, lo que, según la regla de decisión, demuestra que la variable tiene un comportamiento paramétrico. El propósito del estudio era determinar si se mejoraba la eficiencia usándolo para determinar lo que hacían los estadísticos de T-Student.

Contrastación de la segunda hipótesis específica

Ho: La aplicación de Six Sigma no mejora la eficiencia en la línea de embotellado de una empresa embotelladora de bebidas no gasificadas, Zárata 2019.

Ha: La aplicación de Six Sigma mejora la eficiencia en la línea de embotellado de una empresa embotelladora de bebidas no gasificadas, Zárata 2019.

Regla de decisión:

Ho: $\mu Pa \geq \mu Pd$

Ha: $\mu Pa < \mu Pd$

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Eficiencia Antes	12	,92	,02	,89	,95
Eficiencia Después	12	,96	,01	,94	,98

Fuente: SPSS versión 26

Se confirma que la eficiencia media antes (0.92) es menor que después (0.96), por lo que Ho: $\mu Pa \geq \mu Pd$ no se cumple, en este caso se rechaza la hipótesis nula de que no aumentará la eficiencia y se acepta la hipótesis alternativa lo cual confirma. El uso de Six Sigma realmente ha mejorado la eficiencia de la línea de llenado.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p\text{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par	Eficiencia Antes -	-	,02305	,00666	-,04988	-,02059	-	11	,000
1	Eficiencia Después	,03524					5,295		

Fuente: SPSS versión 26

Se puede verificar que la significación de la prueba T-Student aplicada tanto a la eficiencia del pretest como del postest es de 0,000. Por tanto, de acuerdo a la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la aplicación de Six Sigma para incrementar la productividad de la línea de llenado.

V. DISCUSIÓN

Según los resultados conseguidos en los antecedentes citados en esta investigación se destaca lo siguiente: Los resultados en el trabajo desarrollado por Obregon (2018), titulado “Metodología six sigma y productividad en la empresa sol y mar SAC Comas 2018”, demostró que, a través de la aplicación de la metodología six sigma mejoró la productividad con un aumento aproximado de 44% en la disminución de artículos con errores. Esto quiere decir que fué favorable implementar dicha mejora. También, al realizarse reuniones para capacitar al personal se logró disminuir tiempos en el personal encargado con las máquinas de la línea de embotellado en la actualización y digitación del proceso de producción de las máquinas aproximadamente 1 hora menos por día y logrando más efectividad en los objetivos. Al igual, el resultado conseguido a través de la aplicación del estadígrafo Wilcoxon para el análisis del pvalor de la productividad del antes y después de la implementación comprueban que se acepta la hipótesis alterna: La aplicación de Six Sigma mejora la productividad en la línea de embotellado de la empresa, Zárate porque el pvalor de significancia fue de 0,004.

Chamorro (2017), mencionó que “el desempeño del proceso Yield, es la medición de la capacidad o desempeño del trabajo a través de indicadores, para medir defectos de procesos estudiados”. (p. 103) Si demuestra el nivel, significa que el proceso se tiene menos defectos, mientras que a menor nivel hay más índice de defectos en el mismo. En este la presente investigación se obtuvo un proceso con menos defectos. De igual modo, esta fue una buena herramienta que facilitó medir la calidad del proceso. Y por otro lado Hansen (2008), indicó que “una de las herramientas que facilita el six sigma, es la capacidad del proceso, en donde se analiza la capacidad del trabajo, en un punto requerido dentro del control de calidad” (p. 21), el cual fue empleado y ayudó a establecer el resultado final y obteniendo un CP de 1.97 y CPK de 1.79, y de acuerdo a la regla de decisión del CPK esto demostró que el proceso fue suficientemente capaz.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que entre las variadas problemáticas se encontró que, en el área de trabajo justo en el momento del proceso de las máquinas, la falta de control y falta de capacitación del personal, son los primeros factores que causan que el personal ejecute trabajos incompletos y así ocasionando más paradas de la línea por cada error que se comete haciendo que se disminuya la productividad. Es por ello, que el propósito de la investigación se relacionó en mejorar la productividad y esto se logró a través la aplicación del six sigma; para ello se utiliza las herramientas como la capacidad de procesos yield y CPK. Con la investigación se logró comprobar el objetivo general, el cual se obtuvo que el nivel de productividad de la empresa mediante la implementación del six sigma mejoró hasta un 90%.
2. Por otra parte, el primer objetivo específico: se cumplió en la mejora de la eficiencia en la empresa embotelladora de bebidas no gasificadas, Zárate 2020. Se consiguió una mejora en promedio de 90%, debido a que se estableció estrategias y capacitaciones para mejorar los trabajos con los procesos de las máquinas de formas más precisa.
3. Por último, el segundo objetivo específico: se cumplió en la mejora de la eficiencia en la empresa embotelladora de bebidas no gasificadas, Zárate 2020. Se consiguió una mejora en promedio de 97%, debido a que se estableció estrategias de orden en el área de máquinas e instrucciones mejores para trabajar con los procesos de las máquinas de formas más precisa.

VII. RECOMENDACIONES

En la empresa, no solo hay materiales usados directamente para el proceso de las máquinas, también hay herramientas y equipos. Es por ello, que se recomienda ejecutar el control total para así ser más productivos y eficientes ante cualquier situación de paradas de línea durante el proceso.

También es importante realizar un seguimiento semanalmente de los procesos y poder informar de manera verídica al área encargada de la actividad y así prevenir errores en las líneas de producción y sobre todo evitar pérdidas de productos. Al realizar esta recomendación se evita perder tiempo por paradas en línea esperando que el personal reajuste las máquinas debido a su falta de conocimiento. Con la meta de ejecutar una producción más eficiente y eficaz en el área de producción, se recomienda adquirir un software moderno, donde se pueda controlar y manejar los diversos procesos de la línea de envasado, recurrente también por tener mayor cuidado en sus funciones que emanan de sus actividades durante su turno de trabajo. Y en función de disminuir los tiempos de producción y así tener un control más seguro de los productos que se fabrican.

El aporte del personal en la estructuración de los grupos Kaizen debe comenzar con la responsabilidad de la alta dirección y persistir con la estructura organizacional de la empresa hasta lograr rangos que facilitan la operatividad. Las capacitaciones de los grupos kaizen deben ser desarrollados de forma permanente para lograr los objetivos determinados. Esto no puede lograrse sino se considera con un personal capaz de trabajar con el plan. Estas capacitaciones deben de explicar temas estadísticos relacionados también con la metodología six sigma que así lo requiera para que puedan desarrollarse a la performance como una gran empresa con visión de clase mundial.

Continuar con la implementación del proceso Six Sigma en todas las líneas de producción de la empresa. Supervisión diaria/semanal del rendimiento del proceso, el cumplimiento y el incumplimiento de las especificaciones detalladas y el uso de esta valiosa herramienta para reducir los defectos del producto y producir productos de mejor calidad.

REFERENCIAS

1. ÁLVAREZ, Carlos. Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Universidad Surcolombiana. Disponible en: <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>
2. BERNAL, Cesar. Metodología de la investigación. Universidad de La Sabana, Colombia. 2010. 3º edición. ISBN: 978-958-699-128-5 pp 320. Disponible en: <http://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
3. BIEMER. Paul. Comments on the paper "Innovating to do more with less-the story of Lean Six Sigma in the Central Statistics Office, Ireland"." Revista estadística de la IAOS. 2015. Disponible en: https://statistiques.public.lu/en/publications/periodiques/s/statistical_journal_of-the-IAOS/2015/
4. BHATT. Anil y BHANAWAT. Sahil Service Quality in Retail - a Literature Review. International Journal for Research in Business, Management and Accounting. 2016. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/a8d0/c393778aa496227e357109b0c774e69c8a05.pdf>
5. BORJA, Carmina, Niveles de atención en escolares de 6-11 años de una institución educativa primaria del distrito de ventanilla. Universidad San Ignacio de Loyola. Lima. Perú. 2012. Disponible en: http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/123456789/1099/1/2012_Borja_Niveles%20de%20atenci%C3%B3n%20en%20escolares%20de%206-11%20a%C3%B1os%20de%20una%20instituci%C3%B3n%20primaria%20del%20distrito%20de%20Ventanilla.pdf
6. CHAMORRO, Charito. Implementación de la metodología lean six sigma en el área de logística de la unidad de gestión educativa local Surcubamba Huancavelica año 2017. Universidad Peruana los Andes. Perú. 2017. Disponible en: <http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/998/CHAMORRO%20PONGO%20CHARITO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

7. CHIAVENATO. Idalberto. Gestión del Talento Humano (Tercer ed.). México D.F.: McGraw Hill. 2009. Disponible en: https://www.academia.edu/35952063/CHIAVENATO_Idalberto_Gesti%C3%B3n_del_talento_humano_3ra_Edici%C3%B3n_McGraw_Hill
8. COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. (CEPAL). 2017. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/temas/pymes/acerca-microempresas-pymes>)
9. CUAUHTÉMOC. Hernández. La metodología lean seis sigmas, sus herramientas y ventajas. Universidad Veracruzana Maestría en Gestión de la Calidad y productividad. 2014. Disponible en: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/47659/HernandezMartinezCuauhtemocl.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
10. DIAZ. Lidia. La observación. Universidad Nacional de Moquegua, Perú. 2011. Disponible en: http://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/publicaciones/La_observacion_Lidia_Diaz_Sanjuan_Texto_Apoyo_Didactico_Metodo_Clinico_3_Sem.pdf
11. DIAZ. Laura, [et al]. Investigación en Educación Médica. Universidad Nacional Autónoma de México. vol. 2. núm. 7. 2013. Disponible en: http://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/publicaciones/La_observacion_Lidia_Diaz_Sanjuan_Texto_Apoyo_Didactico_Metodo_Clinico_3_Sem.pdf
12. DÍAZ, B., Bonilla, E, Kleeberg, F, & Noriega, M. Mejora Continua de los procesos - herramientas y técnicas. Perú: Fondo Editorial Universidad de Lima. 2010. Disponible en: <http://www.ulima.edu.pe/publicaciones/mejora-continua-de-los-procesos>
13. EDITORIAL VERTICE. Gestión de la calidad y productividad del servicio. Mexico 2013. Disponible en: https://www.academia.edu/26812875/CALIDAD_DEL_SERVICIO_PARA_AUMENTAR_LA_SATISFACCION_DEL_CLIENTE_DE_LA_ASOCIACION_SHARE_SEDE_HUEHUETENANGO
14. EVANS, James y LINDSAY, William. Administración control de la calidad. Mexico. 7^o Edición. 2008. Disponible en:

[https://www.academia.edu/10999715/Administracion_y_Control_de_Calidad
- Evans 7ma](https://www.academia.edu/10999715/Administracion_y_Control_de_Calidad_-_Evans_7ma)

ISBN-13: 978-607-481-366-1

15. GÓMEZ, VERDUGO Y ARIAS. Calidad de vida en Personas con discapacidad en Argentina, Colombia y Brasil: resultados de la Escala Integral. Ponencia presentada en el II Congreso Iberoamericano sobre Síndrome de Down, Granada, España. 2010. Disponible en: <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/psicologia/article/download/18797/19018/>
16. GUTIÉRREZ. Humberto. Calidad y productividad total y Productividad. México: The McGraw-Hill, 2010. Pg. 283. 2014. Disponible en: https://www.academia.edu/31335449/Calidad_Total_y_Productividad_Humberto_Gutierrez_Pulido_MC_Graw_Hill_Ed3_2
17. GUTIÉRREZ. Humberto y VARA. Román. Control Estadístico de Calidad y productividad y Seis Sigma. Segunda edición. México: Mc Graw Hill. 2009. Disponible en: <https://www.uv.mx/personal/ermeneses/files/2018/05/6-control-estadistico-de-la-calidad-y-seis-sigma-gutierrez-2da.pdf>
18. HEIZER, Jay y RANDER, Barry. Administración de operaciones. Universidad Luterana de Texas. 2009. 7º edición. Disponible en: <http://139.62.234.29/rid=1TSVV2PLH-XL3D42-1Q0/Principios-De-Administracion-De-Operacio.pdf>
ISBN: 978-607-442-099-9
19. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ Collado, C., y BAPTISTA. P. Metodología de la investigación: Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio (6a. ed. --.). México D.F.: McGraw-Hill. 2014. Disponible en: https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf
20. HERRERA. Marina. Técnicas de investigación fes Acatlán. Universidad Nacional de Moquegua, Perú. 2011. Disponible en: <https://es.slideshare.net/herreramarina4/proyecto-de-investigacion-pregunta-inicial>
21. HERRERA. José y PAREDES. Jennifer. Aplicación de la Metodología Six Sigma para mejorar el proceso de registro de matrícula en la Universidad

- Autónoma del Perú. Tesis (Titulo de Ingeniera de Sistema) Universidad Autónoma del Perú Lima-Perú. 2016. Disponible en: <http://repositorio.autonoma.edu.pe/bitstream/AUTONOMA/339/1/Bernardo%20Herrera%2C%20Katherine%3B%20Paredes%20Vilcamisa%2C%20Jannifer.pdf>
22. ISO 9001:2000, Sistemas de gestión de la calidad y productividad — Requisitos. Disponible en: https://www.fomento.gob.es/recursos_mfom/iso90012000.pdf
23. INDRAWATI. Sri y RIDWANSYAH. Muhammad. Manufacturing Continuous Improvement Using Lean Six Sigma: An Iron Ores Industry Case Application. Universidad de Islam Indonesia, 2015. Procedia Manufacturing 4. Disponible en: <https://cyberleninka.org/article/n/1327944.pdf>
ISSN 2351-9789.
24. JIMÉNEZ. Maria. “La calidad y productividad en la empresa como instrumento de eficiencia”, Técnica Contable. ISSN 0210-2129, Vol. 48, Nº 567, 1996, págs. 203-214. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=43220>
25. KINDWELL. 3 step to Quality profitability, Quality management & Engineering. 1971. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/0196/a27e00e7f8c62aa2dda6a8216922d0f2b535.pdf>
26. KINNER, C.T. y TAYLOR, R. Investigación de mercados. Mexico. Graw Hill. 1998. Disponible en: https://www.academia.edu/23438594/Kinnear_Taylor_Investigacin_de_mercados_un_enfoque_aplicado_pdf
27. KUMAR, Dinesh. Reliability and Six Sigma. United States of America: Springer. 2006. Disponible en: <https://www.springer.com/gp/book/9780387302553>
28. LÓPEZ. Andres, GONZÁLEZ. Requena y LOBERA. Sanz Lean Service: Reassessment of Lean Manufacturing for Service Activities. Universidad Politécnica de Madrid, Plaza Cardenal. Madrid. España. 2015. Ingeniería de Procedía 134. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Ignacio_Gonzalez_Requena
ISSN 1877-7058.

29. MALDONADO. Guillermo. Herramientas y Técnicas Lean Manufacturing en sistemas de producción y calidad y productividad. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 2008. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/handle/123456789/10591>
30. MARTÍNEZ. Productividad y eficiencia en las universidades públicas: el caso de la Universidad Nacional de la Matanza. 2015. Nro 14. pp. 103-127. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5159653.pdf>
ISSN 1852-2300
31. MEJÍAS. Agustín, CALDERÓN. Henry Y CONTRERAS. Carlos. Evaluación de la calidad y productividad de servicio en un grupo farmacéutico en Venezuela. Universidad de Carabobo, Venezuela. 2016. Revista Ingeniería Industrial. Disponible en: <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/Rl/article/view/2944>
ISSN 0717-9103.
32. MILEMAN, Milena y SIBANDA, Sibongile. Mejore su negocio, el recurso humano y la productividad [en línea]. 1.a ed. Oficina Internacional del Trabajo, 2016. Disponible en: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/---ifp_seed/documents/instructionalmaterial/wcms_553925.pdf
33. MORALES. Jorge. Aplicación de la metodología seis sigmas, en la mejora del desempeño en el consumo de combustible de un vehículo en las condiciones de uso del mismo. Universidad iberoamericana. 2007. Disponible en: <http://www.bib.uia.mx/tesis/pdf/014873/014873.pdf>
34. ÑAHUIRIMA. Yanina. Calidad y productividad de servicio y satisfacción del cliente de las pollerías del distrito Andahuaylas, Provincia de Andahuaylas. Región Apurímac, 2015. Tesis (Título de Administración). Universidad Nacional José María Arguedas. 2016. Disponible en: http://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/123456789/240/Yanina_%C3%91ahuirima_Tesis_Titulo_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
35. NAVARRO. Eduardo, GISBERT. Víctor y PÉREZ. Ana. Metodología e implementación de Six Sigma. 3C Empresa: investigación y pensamiento crítico, 2017. Edición Especial. Disponible en: https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_9.pdf
ISSN: 2254 – 3376.

36. OBREGON. Natalia. Metodología six sigma y la calidad y productividad de servicio en la empresa sol & mar SAC Comas 2018. Universidad Cesar Vallejo. Lima-Perú. 2018. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/24832/Obregon_FNM.pdf?sequence=1&isAllowed=y
37. ORLANDONI. Giampolo. Gestión de la Calidad y productividad: Control Estadístico y Seis Sigma. Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales. 2012. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3990498.pdf>
38. PÉREZ. Reyner, [et al]. La satisfacción de clientes en el sector turístico: metodología seis sigmas. Centro de Información y Gestión Tecnológica de Holguín, Cuba. 2018. vol. 24, núm. 1. Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1815/181553863004/181553863004.pdf>
ISSN: 1027-2127
39. PÉREZ. pulido, [et al]. Evaluación de la calidad y productividad en la prestación de servicios de salud por medio de series de tiempo enmarcado en la metodología Seis Sigma. Encuentro Internacional en Educación Matemática. Colombia. 2017. Volumen 8. Disponible en: <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/ecomatematico/article/view/1387/1616>
ISSN 2539-1885.
40. PRIETO. Gerardo y DELGADO. Ana. Fiabilidad Y Validez. Universidad de Salamanca, Madrid, España. vol. 31, núm. 1, pp. 67-74. 2010. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/extaut?codigo=148321>
41. RAMÍREZ. Cinthia. La calidad y productividad de servicios y la satisfacción del cliente en la empresa de transporte la perla del Oriente S.A. Tesis (Titulo de administradora). Universidad de Huánuco. 2017. b Disponible en: <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/323>
42. RAMÍREZ. Shella [et al]. ¿Seis Sigma en hospitales chilenos? Oikos. Revista de la Escuela de Administración y Economía. 2007. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2949915>
43. RAMOS, Alfonso et al. Modelo de gestión de la eficiencia basado en los costos de la calidad con enfoque generalizador. Ingeniería Industrial. 2016. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360443665006>
ISSN: 0258-5960

44. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. "Diccionario de la Real Academia de la Lengua" 2014. Disponible en: https://www.academia.edu/13613972/La_Productividad_en_Nicaragua_-_2007-2014
45. RODRÍGUEZ. Seis Sigma en una empresa de servicios de informática. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia de Sogamoso. 2015. Entre Ciencia e Ingeniería. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-83672015000100008
ISSN 1909-83677
46. SHINGO. Shigeo. A study of the Toyota production sistem from an industrial engineering viewpoint". Estados Unidos: productividad 1989. Disponible en: <http://brharnetc.edu.in/br/wp-content/uploads/2018/11/3.pdf>
47. TAMAYO Y TAMAYO, Mario. El proceso de la investigación científica. México. 2010. 4º edición. Disponible en: <https://clea.edu.mx/biblioteca/Tamayo%20Mario%20-%20El%20Proceso%20De%20La%20Investigacion%20Cientifica.pdf>
ISBN 968-18-5872-7
48. TORRES, César. Metodología de la investigación. Para administración, economía, humanidades y ciencias sociales. Segunda Edición. Person educación. México, 2006, p. 214. Disponible en: <http://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
49. TSCHOHL. John. servicio al cliente: el arma secreta de la empresa que alcanza la excelencia. Instituto de Calidad y productividad del Servicio. 5º edición. 2008. Disponible en: http://www.servicequality.net/ftp/cap1_servcliente.pdf
50. VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: cuantitativa, cualitativa y mixta. 2ª ed. Lima: Editorial San Marcos, 2013. (pg183). Disponible en: <http://www.librosperuanos.com/libros/detalle/4091/Pasos-para-elaborar-proyectos-y-tesis-de-investigacion>
ISBN: 9786123028787

51. VILLARREAL, Leslie. Mejora de la calidad y productividad en una empresa de confecciones empleando la metodología Six Sigma. Tesis (Bachiller en Ingeniería Industrial). Universidad Católica de Santa María. Arequipa-Perú. 2016. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM_d24ed961d8884547e7149c10e1b8fd00
52. VOSTROKNUTOVA, Ekaterina, [et al]. Perú - Building on success: boosting productivity for faster growth. Washington, DC: World Bank Group. 2015. Disponible en: <http://documents.worldbank.org/curated/en/600921467995400041/Peru-Building-on-success-boosting-productivity-for-faster-growth>
53. WANKHADE, Aditya, GIRDE, Sunil y Bandabuche, Pankaj. An Application of Six Sigma in Service Sector-A Case Study. Departamento de Ingeniería Mecánica ACE, Wardha, India. Revista Internacional de Investigación en Tecnología de Adviento, 2014. Vol.2, No.2. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/An-Application-of-Six-Sigma-in-Service-Sector-A-Wankhade-Girde/d48f7ae42b28e6c5185cdf4d0ff8c7e36ca1fb6b>
- ISSN: 2321-963

ANEXOS

Anexo1. Diagrama de Ishikawa



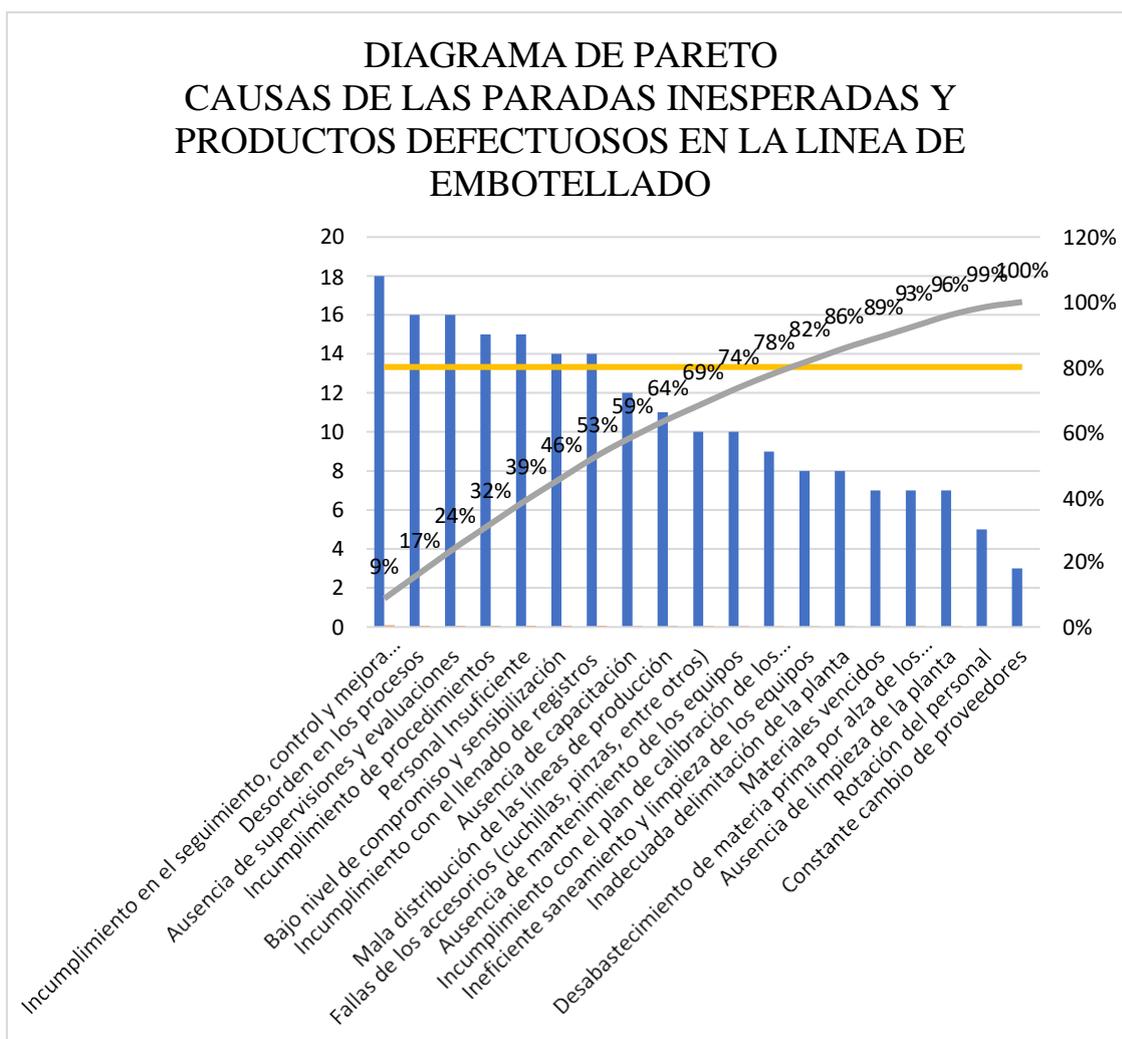
Anexo 2. Matriz de correlación

	CAUSAS	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P1 0	P1 1	P1 2	P1 3	P1 4	P1 5	P1 6	P1 7	P1 8	P1 9	PUNTAJE	% PONDERADO
P1	Materiales vencidos		1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	7	3%
P2	Desabastecimiento de materia prima por alza de los productos	1		1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	7	3%
P3	Constante cambio de proveedores	1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	1%
P4	Desorden en los procesos	0	1	0		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	8%
P5	Incumplimiento de procedimientos	0	0	0	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	7%
P6	Ausencia de supervisiones y evaluaciones	1	0	0	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	8%
P7	Rotación del personal	0	0	0	1	1	1		0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	5	2%
P8	Ineficiente saneamiento y limpieza de los equipos	0	0	0	1	1	1	0		1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	8	4%
P9	Fallas de los accesorios (cuchillas, pinzas, entre otros)	0	0	0	1	1	1	0	1		1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	10	5%
P10	Ausencia de mantenimiento de los equipos	0	0	0	1	1	1	0	1	1		0	0	0	0	1	1	1	1	1	10	5%
P11	Inadecuada delimitación de la planta	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0		1	0	0	1	0	1	1	1	8	4%
P12	Mala distribución de las líneas de producción	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1		0	0	1	1	1	1	1	11	5%
P13	Ausencia de limpieza de la planta	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0		0	1	0	1	1	1	7	3%
P14	Incumplimiento con el plan de calibración de los equipos	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0		1	1	1	1	1	9	4%
P15	Incumplimiento en el seguimiento, control y mejora continua	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	18	9%
P16	Ausencia de capacitación	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1		0	1	1	12	6%
P17	Personal Insuficiente	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0		1	1	15	7%
P18	Bajo nivel de compromiso y sensibilización	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1		1	14	7%
P19	Incumplimiento con el llenado de registros	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		14	7%
																					205	100%

Anexo 3. Análisis de Datos

	CAUSAS	PUNTAJE	% PONDERADO	% PONDERADO ACUMULADO	% PONDERADO PROMEDIO
P15	Incumplimiento en el seguimiento, control y mejora continua	18	9%	9%	80%
P4	Desorden en los procesos	16	8%	17%	80%
P6	Ausencia de supervisiones y evaluaciones	16	8%	24%	80%
P5	Incumplimiento de procedimientos	15	7%	32%	80%
P17	Personal Insuficiente	15	7%	39%	80%
P18	Bajo nivel de compromiso y sensibilización	14	7%	46%	80%
P19	Incumplimiento con el llenado de registros	14	7%	53%	80%
P16	Ausencia de capacitación	12	6%	59%	80%
P12	Mala distribución de las líneas de producción	11	5%	64%	80%
P9	Fallas de los accesorios (cuchillas, pinzas, entre otros)	10	5%	69%	80%
P10	Ausencia de mantenimiento de los equipos	10	5%	74%	80%
P14	Incumplimiento con el plan de calibración de los equipos	9	4%	78%	80%
P8	Ineficiente saneamiento y limpieza de los equipos	8	4%	82%	80%
P11	Inadecuada delimitación de la planta	8	4%	86%	80%
P1	Materiales vencidos	7	3%	89%	80%
P2	Desabastecimiento de materia prima por alza de los productos	7	3%	93%	80%
P13	Ausencia de limpieza de la planta	7	3%	96%	80%
P7	Rotación del personal	5	2%	99%	80%
P3	Constante cambio de proveedores	3	1%	100%	80%
		205	100%		

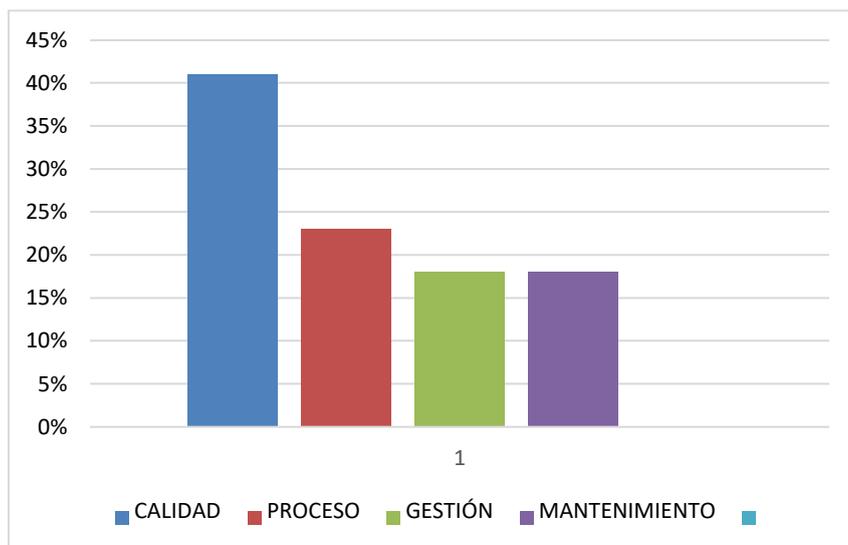
Anexo 4. Diagrama de Pareto.



Anexo 5. Matriz de estratificación de las causas

	CONSOLIDADO DE PROBLEMA POR ÁREA													
	MEDICIÓN	MANO DE OBRA	MATERIA PRIMA	MEDIO AMBIENTE	EQUIPOS	MÉTODOS	NIVEL DE CRITICIDAD	TOTAL PROBLEMAS	TASA PORCENTUAL DE PROBLEMAS	IMPACTO	CALIFICACIÓN	PRIORIDAD	MEDIDAS A TOMAR	
CALIDAD	3	0	3	1	0	0	ALTO	7	41%	5	35	4	SIX SIGMA	
PROCESO	0	1	0	2	0	1	MEDIO	4	23%	3	12	3	ESTANDARIZACIÓN	
GESTIÓN	0	2	0	0	0	1	BAJO	3	18%	2	6	2	5'S	
MANTENIMIENTO	0	0	0	0	3	0	BAJO	3	18%	2	6	1	TPM	
	3	3	3	3	3	2		17	100%					

Anexo 6. Estratificación de las causas.

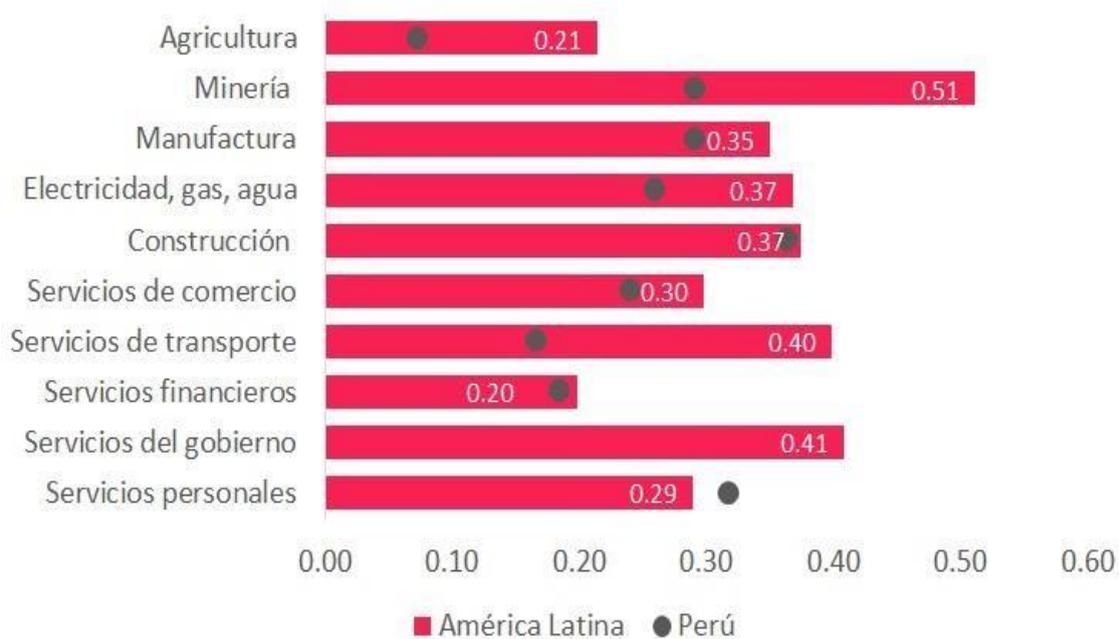


Anexo 7. Alternativas de soluciones

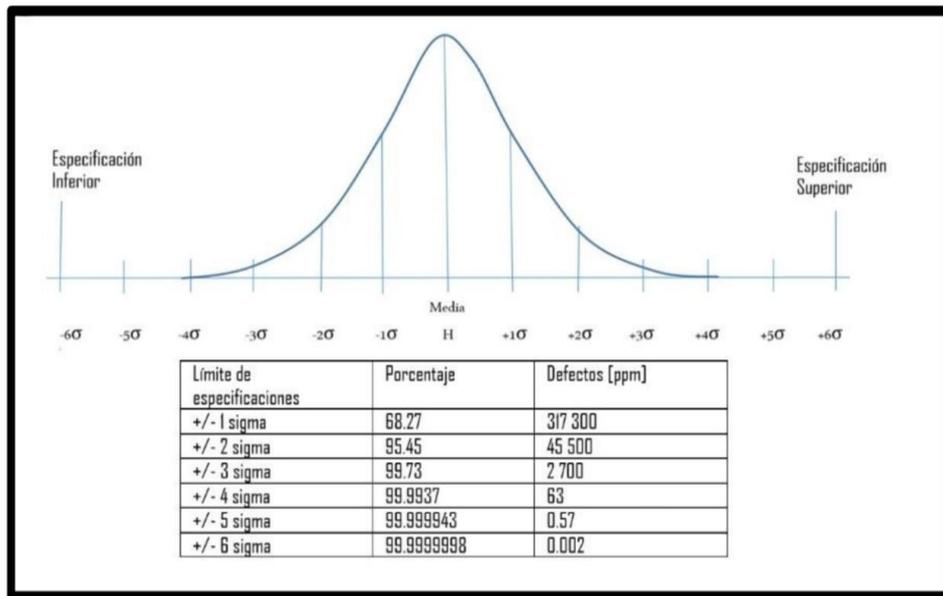
ALTERNATIVAS	CRITERIOS				TOTAL
	GESTIÓN	PROCESOS	MANTENIMIENTO	CALIDAD	
SIX SIGMA	1	1	0	3	5
ESTANDARIZACIÓN	2	0	0	1	3
5´S	0	1	1	0	2
TPM	0	1	0	1	2

Anexo 8. Productividad laboral del Perú 2018

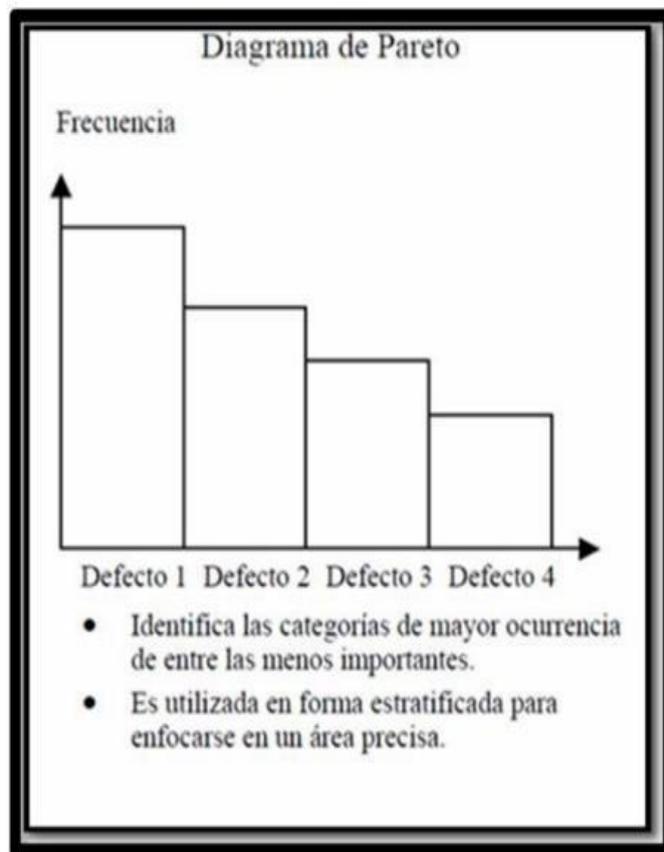
Producto por trabajador relativo a los Estados Unidos (2010)



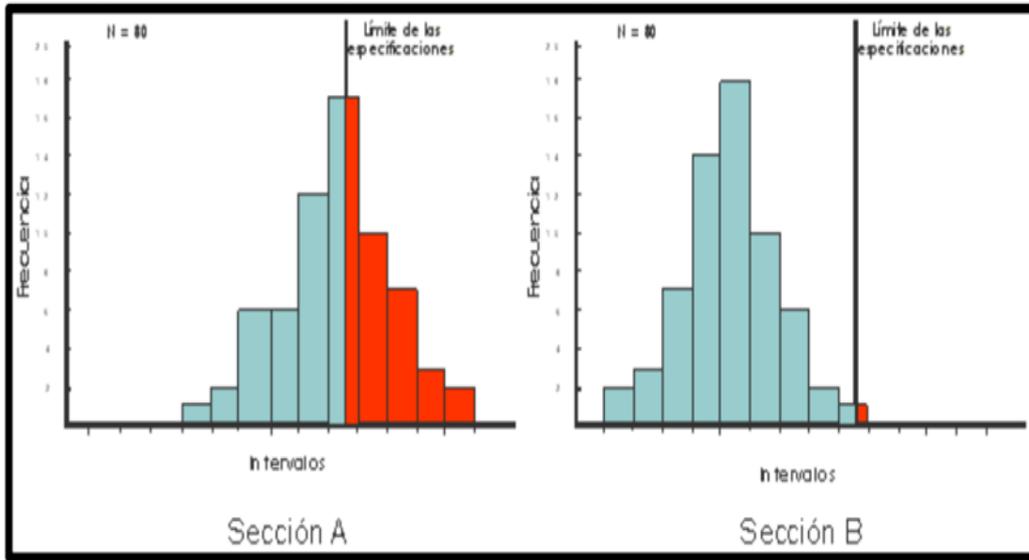
Anexo 9. Diagrama proceso six sigma. Fuente: Orlandoni (2012)



Anexo 10. Diagrama de Pareto. Fuente: Orlandoni (2012)



Anexo 11. Diagrama de Estratificación. Fuente: Orlandoni (2012)



Anexo 12. Hoja de verificación. Fuente: Orlandoni (2012)

HOJA DE VERIFICACIÓN No. _____

NOMBRE DEL SERVICIO: _____ FECHA: _____

AREA: _____ DELEGACIÓN: _____

ESPECIFICACIÓN: _____ UNIDAD DE ADSCRIPCIÓN: _____

Nº. DE INSPECCIONES: _____ NOMBRE DEL EMPELADO: _____

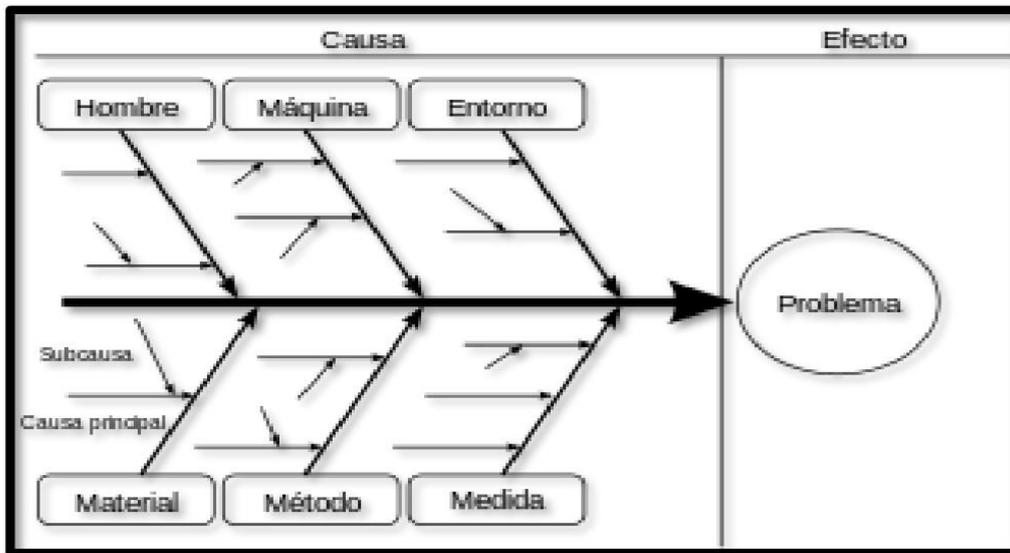
OBSERVACIONES: _____ NOMBRE DEL GRUPO: _____

DIMENSIONES

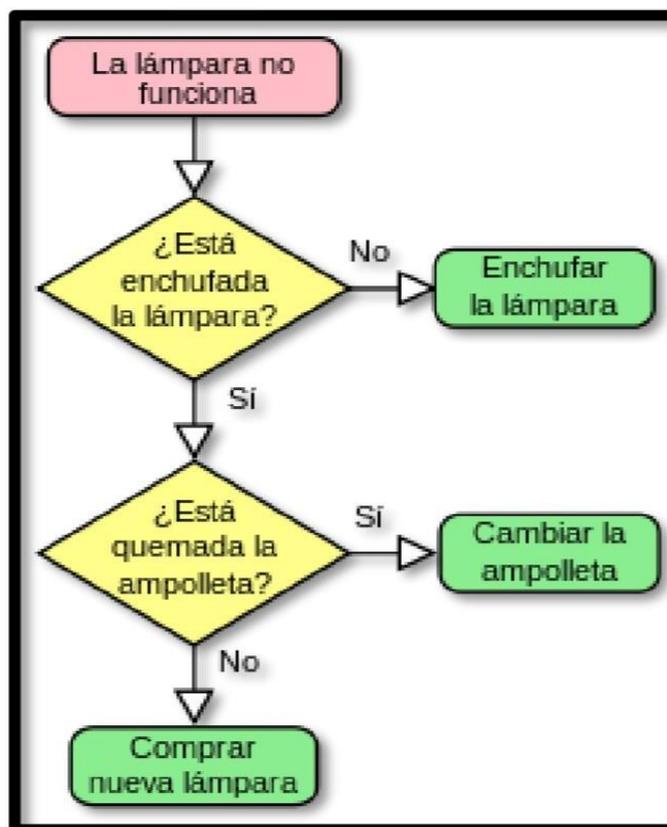
	15	16	17	18	2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	3	30	31
40																	
35																	
30																	
25																	
20																	
15																	
10																	
5																	
0																	
	1	2	6	13	10	16	19	17	12	16	20	17	13	8	5	6	2

FRECUENCIA
O TOTAL

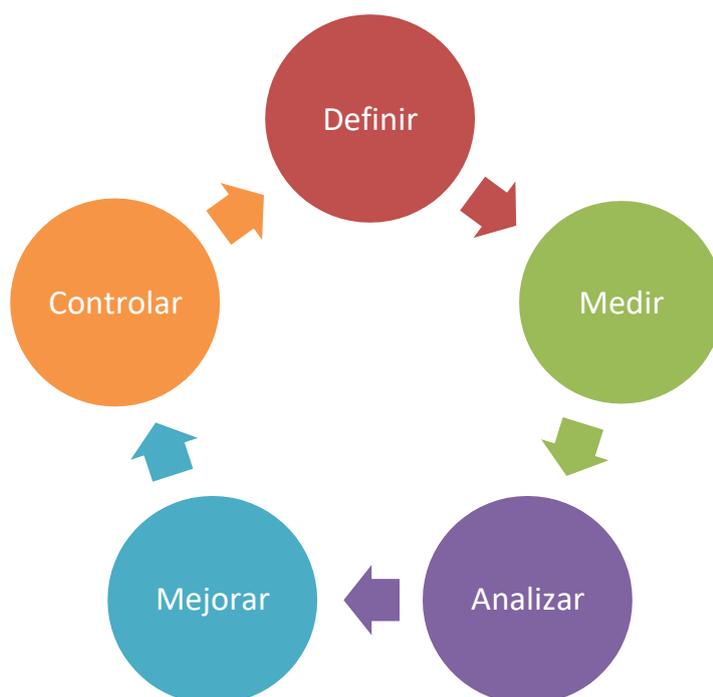
Anexo 13. Diagrama de Ishikawa. Fuente: Orlandoni (2012)



Anexo 14. Diagrama de proceso. Fuente: Orlandoni (2012)



Anexo 15. Etapas del Six Sigma. Fuente: Orlandoni (2012)



Anexo 16. Definición de las etapas del Six Sigma. Fuente: Orlandoni (2012)

Definir(D): Señala a las necesidades del cliente e inferir los procesos con problemas que son más importantes. Se procede a identificar al cliente y sus necesidades. Además, se delimita inicio y final del proyecto. En esta etapa se efectúa el diagrama de flujo de proceso.

Medir(M): El fin de esta etapa es inferir el rendimiento del proceso, el cual será mejorado. Se realiza el plan para recolectar los datos señalando sus fuentes, también, se ordenan las distintas hipótesis causa-efecto. Por último, se realiza un cotejo de los resultados en la actualidad con las necesidades del usuario para encontrar la dimensión de la mejora.

Analizar(A): En esta etapa se efectúa un análisis de la recolección de datos para encontrar las causas de los defectos y también las oportunidades de mejora. Después, se escoge dichas oportunidades tomando en cuenta la relevancia que el usuario le da, se efectúa la identificación y se validan las causas de la variación.

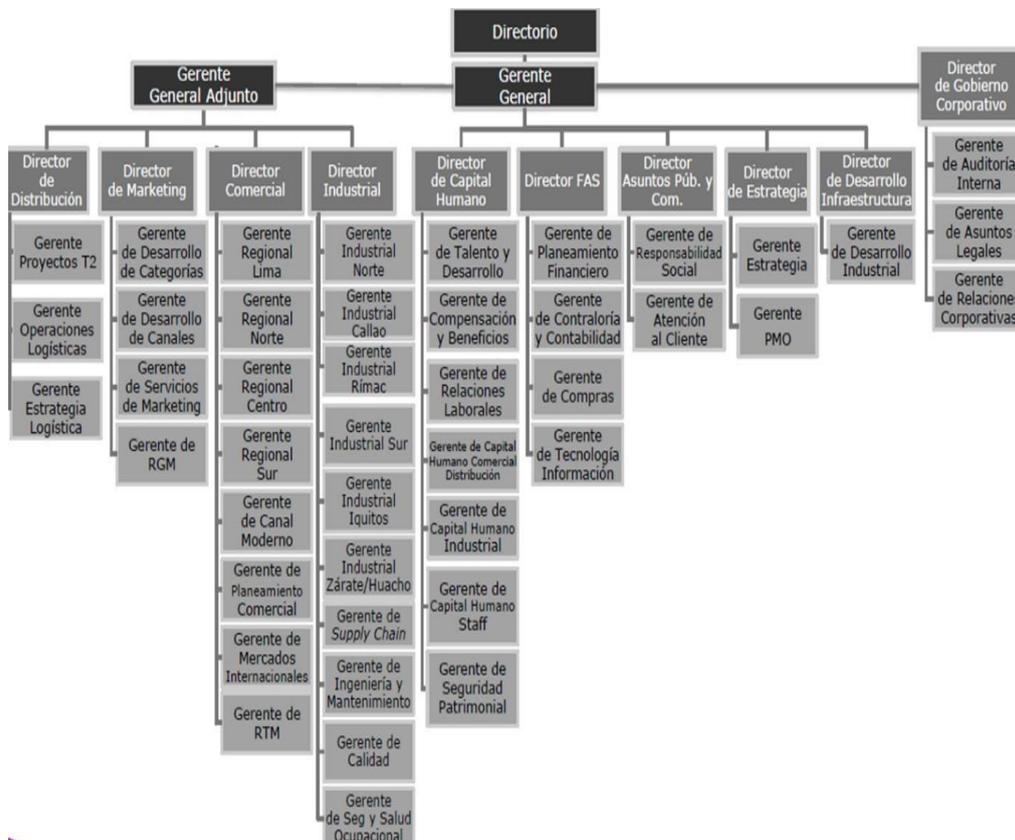
Mejorar (M): Se crean soluciones que permitan confrontar el problema para que se puedan alcanzar los resultados orientados en las necesidades del usuario. En esta etapa se realiza la implementación.

Controlar (C): Luego de confirmar que la soluciones han dado resultados, se requiere la implantación de controles que permitan que el proceso siga en esa dirección. Se efectúa los documentos respectivos del nuevo proceso con su plan de supervisión para anticipar que la solución sea ocasional puesto que lo que se busca es la estabilidad del proyecto a través del tiempo.

Anexo 17. Misión, visión y valores de la empresa



Anexo 18. Organigrama de la empresa



Anexo 19. Matriz de operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES		ESCALA
Variable independiente Six Sigma	Pérez (2010). El sistema Six Sigma consiste en reducir o concluir con los defectos de los productos. Centrándose en el porcentaje de este. Utilizando la estadística para que siempre el estudio de proceso se encuentre dentro de la calidad de la producción.	La Metodología Six Sigma busca mejorar la calidad y productividad mediante la ejecución de sus cinco fases: definir, medir, analizar, mejorar y controlar, reduciendo las causas de los errores y defectos.	Desempeño del proceso (Yield)	$DPO = \frac{D}{U \times O}$ $Yield = (1 - DPO) \times 100$	DPO = Defectos por oportunidad. Yield = Desempeño del proceso.	RAZÓN
			Capacidad del Proceso (CPK)	$Cp = \frac{LST - LIT}{6\sigma}$ $Cpk = \min \left[\frac{LST - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LIT}{3\sigma} \right]$	Cp. Capacidad del proceso LST límite superior de la tolerancia LIT límite inferior de la tolerancia σ desviación típica (sigma)	
Variable dependiente Productividad	Según Gutiérrez (2014), "la productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos" (p.20).	Productividad es igual a eficacia por eficiencia	Eficacia	$E = \frac{PL}{PP}$	E: Eficacia PL: Productos logrados PP: Productos programados	
			Eficiencia	$E = \frac{\left(\frac{PL}{CR}\right) \times TI}{\left(\frac{PP}{CP}\right) \times TP}$	E: Eficiencia TI: Tiempo invertido CR: Costo real TP: Tiempo previsto CP: Costo previsto PL: Productos logrados PP: Productos programados	

Anexo 20. Validación de expertos

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

N°	VARIABLE INDEPENDIENTE	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DPMO							
	$DPMO = \frac{1.000.000 \times D}{U \times O}$	✓		✓		✓		
2	Desempeño del proceso (Yield) y el Nivel Sigma del proceso							
	$DPO = \frac{D}{U \times O}$ $Yield = (1 - DPO) \times 100$	✓		✓		✓		
3	Capacidad del Proceso (CP, CPK)							
	$Cp = \frac{LST - LIT}{6\sigma}$ $Cpk = \min \left[\frac{LST - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LIT}{3\sigma} \right]$	✓		✓		✓		
		Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE DEPENDIENTE								
1	Eficacia							
	Productos logrados	✓		✓		✓		
	Productos programados							
2	Eficiencia							
	Insumos programados	✓		✓		✓		
	Insumos utilizados							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable No aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador, Dr/ Mg: Dr. Carlos de la Cruz

DNI: 7.621.760.2

Especialidad del validador: Caros de la Cruz y Aguirre

.....de.....del 2018

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se refiere a la dificultad de la pregunta del ítem en relación a su contenido.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

N°	VARIABLE INDEPENDIENTE	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DPMO							
	$DPMO = \frac{1.000.000 \times D}{U \times O}$	x		x		x		
2	Desempeño del proceso (Yield) y el Nivel Sigma del proceso							
	$DPO = \frac{D}{U \times O}$ $Yield = (1 - DPO) \times 100$	x		x		x		
3	Capacidad del Proceso (CP, CPK)							
	$Cp = \frac{LST - LIT}{6\sigma}$ $Cpk = \min \left[\frac{LST - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LIT}{3\sigma} \right]$	x		x		x		
		Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE DEPENDIENTE								
1	Eficacia							
	Productos logrados	x		x		x		
	Productos programados							
2	Eficiencia							
	Insumos programados	x		x		x		
	Insumos utilizados							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): es suficiente

Opinión de aplicabilidad: Aplicable No aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador, Dr/ Mg: Dr. Carlos de la Cruz

DNI: 7.621.760.2

Especialidad del validador: Dr. Carlos de la Cruz y Aguirre

.....de.....del 2018

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se refiere a la dificultad de la pregunta del ítem en relación a su contenido.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

N°	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DPMO							
	$DPMO = \frac{1.000.000 \times D}{U \times O}$	✓		✓		✓		
2	Desempeño del proceso (Yield) y el Nivel Sigma del proceso							
	$DPO = \frac{D}{U \times O}$ $Yield = (1 - DPO) \times 100$	✓		✓		✓		
3	Capacidad del Proceso (CP, CPK)							
	$CP = \frac{LST - LIT}{6\sigma}$ $CPK = \min \left[\frac{LST - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LIT}{3\sigma} \right]$	✓		✓		✓		
		Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE DEPENDIENTE								
1	Eficacia							
	Productos logrados	✓		✓		✓		
	Productos programados	✓		✓		✓		
2	Eficiencia							
	Insumos programados	✓		✓		✓		
	Insumos utilizados	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Armando Obregón

DNI: 02682828
Especialidad del validador: Mg. Gestión Pública

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

06 de 07 de 2018

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

N°	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DPMO							
	$DPMO = \frac{1.000.000 \times D}{U \times O}$	✓		✓		✓		
2	Desempeño del proceso (Yield) y el Nivel Sigma del proceso							
	$DPO = \frac{D}{U \times O}$ $Yield = (1 - DPO) \times 100$	✓		✓		✓		
3	Capacidad del Proceso (CP, CPK)							
	$CP = \frac{LST - LIT}{6\sigma}$ $CPK = \min \left[\frac{LST - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LIT}{3\sigma} \right]$	✓		✓		✓		
		Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE DEPENDIENTE								
1	Eficacia							
	Productos logrados	✓		✓		✓		
	Productos programados	✓		✓		✓		
2	Eficiencia							
	Insumos programados	✓		✓		✓		
	Insumos utilizados	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Armando Obregón

DNI: 02682828
Especialidad del validador: Mg. Gestión Pública

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

06 de 07 de 2018

Firma del Experto Informante.

Anexo 21. Proceso de la línea de embotelladora







**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MALPARTIDA GUTIÉRREZ JORGE NELSON, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, asesor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis titulada: Aplicación de Six Sigma para mejorar productividad de Línea de embotellado de una empresa de bebidas no gasificadas, Zárate 2020, del autor ROJAS BELLODAS PEDRO PABLO, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido de 24.00%, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el Trabajo de Investigación / Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 13 de ABRIL de 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MALPARTIDA GUTIÉRREZ JORGE NELSON DNI:10400346 ORCID.ORG/0000-0001-6846-0837	

Código documento Trilce: