



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, SISTEMAS E
INFORMÁTICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA PARA
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA
EMBOTELLADORA SAN MIGUEL DEL SUR S.A.C –
HUAURA, 2019.**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

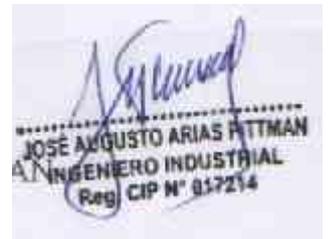
AUTOR

Bach. SAMANTA CAROLINE ALEJANDRO MORA

ASESOR

ING. JOSÉ AUGUSTO ARIAS PITTMAN

REGISTRO CIP: 017214



HUACHO – PERÚ

2021

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD EN LA EMBOTELLADORA SAN MIGUEL DEL SUR
S.A.C – HUAURA, 2019.

Samanta Caroline Alejandro Mora

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Nota del autor:

Estudiante de la Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática, de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, presento mi tesis con la finalidad de obtener el título profesional de Ingeniero Industrial; esta investigación fue desarrollada en la empresa Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C, la cual tuvo conocimiento del estudio realizado.

Así mismo, reconocer las contribuciones, dedicación y asesoría del Ing. José Augusto Arias Pittman para el desarrollo de la presente tesis.

MIEMBROS DE JURADO EVALUADOR Y ASESOR



PRESIDENTE

Ing. VICTOR MANUEL
COLLANTES ROSALES

CIP N° 26701



SECRETARIO

Ing. JULIO ENRIQUE
GUERRERO HURTADO

CIP N°59692



VOCAL

Ing. FELIMON BLAS FLORES

CIP N° 92658



ASESOR

Ing. JOSÉ AUGUSTO ARIAS
PITTMAN

CIP N° 17214

DEDICATORIA

A mi madre Liliana Mora y mi padre Israel Alejandro por la educación que me inculcaron y me ayudaron a ser una mejor persona, por su apoyo incondicional en lo moral y económico para poder llegar a esta, una de mis metas.

A mis hermanos Alberti y Frescia Alejandro por siempre estar a mi lado, por ser mis mejores amigos y enseñarme que todo se puede con esfuerzo y dedicación.

A mi pareja Andrés Príncipe, tu ayuda ha sido fundamental. Esta tesis no fue fácil, pero estuviste motivándome y ayudándome hasta donde tus alcances lo permitían. Te lo agradezco muchísimo amor.

Samanta C. Alejandro Mora

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a ti mi Dios, tu amor y tu bondad no tienen fin, me permites sonreír ante todos mis logros que son resultados de tu ayuda, por darme salud y energía para llegar a esta etapa de mi vida y por haber permitido lograr esta una de mis metas.

Al Ing. José Augusto Arias Pittman, por el tiempo brindado en asesorarme para la realización de este trabajo de investigación y por su aporte enfocado de la misma.

A la gerente general Cintya Añaños y todos su colaboradores de la empresa Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C por su apoyo en el acercamiento con la organización y por sus aportes en el desarrollo de los resultados.

A Nazario Marcelo Millán por apoyarme en el arduo proceso de ingreso a esta prestigiosa empresa para poder realizar mis prácticas y haber logrado el desarrollo de mí ahora trabajo de investigación.

Samanta Caroline Alejandro Mora

LISTA DE CONTENIDOS

LISTA DE TABLAS	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la problemática.....	1
1.2 Formulación del Problema.....	2
1.2.1 Problema General	2
1.2.2 Problemas específicos.....	2
1.3 Objetivos de la investigación	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos	2
1.4 Justificación de la investigación	3
1.4.1 Justificación teórica	3
1.4.2 Justificación metodológica	3
1.4.3 Justificación práctica	3
1.5 Delimitación del estudio	4
1.6 Viabilidad del Estudio	4
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Antecedentes de la investigación.....	5
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	5
2.1.2 Antecedentes Nacionales	7
2.2 Bases teóricas.....	16
2.2.1 Six Sigma.....	16
2.2.2 Características de Six Sigma	16
2.2.3 Procesos del Six Sigma.....	21
2.2.4 Herramientas De Calidad.....	24
2.2.5 Productividad.....	35

2.3	Definición conceptual	36
2.4	Formulación de la Hipótesis	38
2.4.1	Hipótesis General.....	38
2.4.2	Hipótesis Específicas	39
CAPITULO III: METODOLOGÍA		40
3.1	Diseño Metodológico.....	40
3.1.1	Tipo de Investigación	40
3.1.2	Nivel de Investigación	40
3.1.3	Diseño	40
3.1.4	Enfoque.....	41
3.2	Población y Muestra	41
3.2.1	Población	41
3.2.2	Muestra	41
3.3	Operacionalización de variables e Indicadores.....	43
3.4	Técnicas e Instrumentos de Recolección y Datos.....	44
3.4.1	Técnicas a Emplear	44
3.4.2	Descripción de los Instrumentos	44
3.5	Técnicas de Procesamiento de la Información	44
CAPITULO IV: RESULTADOS		45
4.1	Análisis Descriptivo.....	45
4.1.1	De la variable independiente: Six Sigma.....	45
4.1.2	De la variable dependiente: Productividad	89
4.2	Análisis Inferencial	93
4.2.1	De la Hipótesis General	93
4.2.2	De las Hipótesis Específicas	95
CAPITULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
.....		102
5.1	Discusión	102
5.2	Conclusiones.....	103
5.3	Recomendaciones	104
CAPITULO VI: FUENTES DE INFORMACIÓN		105
6.1	Fuentes Bibliográficas	105
ANEXOS		107

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Capacidad de proceso	26
Tabla 2 Operacionalización de variables	43
Tabla 3 Formatos de bebidas en la línea de producción N°03	47
Tabla 4 Clasificación de envase par agua de mesa según capacidad.....	49
Tabla 5 Project Charter	50
Tabla 6 Identificación de CTQ's	53
Tabla 7 Causas principales de la baja productividad.....	68
Tabla 8 Eficacia mensual	89
Tabla 9 Eficiencia mensual.....	91
Tabla 10 Productividad mensual	92
Tabla 11 Prueba de normalidad – Productividad.....	93
Tabla 12 Prueba de hipótesis - Productividad	95
Tabla 13 Prueba de Normalidad -Capacidad Inicial.....	95
Tabla 14 Prueba de hipótesis de la capacidad de proceso inicial	97
Tabla 15 Prueba de Normalidad – Sigma Final.....	97
Tabla 16 Prueba de hipótesis – índice final	99
Tabla 17 Prueba de normalidad – Capacidad de proceso final.....	99
Tabla 18 Prueba de hipótesis de Capacidad de proceso inicial	101

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estructura directiva y técnica de 6 sigmas	17
Figura 2. Etapas de la metodología DMAIC	19
Figura 3. Diagrama SIPOC.....	24
Figura 4. Diagrama de Pareto	31
Figura 5. Herramienta de los cinco por qué.....	32
Figura 6. Ejemplo de solución poka-yoke	33
Figura 7. Idea y elementos de una carta de control	34
Figura 8. Pareto producción por líneas	45
Figura 9. Rendimiento de bebida.....	46
Figura 10. Producción línea N° 03 (Enero-Julio 2019).....	48
Figura 11. SIPOC enjuague, llenado y sellado	51
Figura 12. Diagrama detallado del SIPOC figura 11.....	52
Figura 13. Prueba de normalidad - kr negra 450 ml.....	54
Figura 14. Prueba de normalidad - kr piña 450 ml	55
Figura 15. Prueba de normalidad - sabor de oro 450 ml	55
Figura 16. Prueba de normalidad - kr fresa 450 ml	56
Figura 17. Prueba de normalidad - Energy 300 ml.....	56
Figura 18. Prueba de normalidad - kr limon 450 ml	57
Figura 19. Prueba de normalidad - kr naranja 450 ml	57
Figura 20. Prueba de normalidad - kr piña 200 ml	58
Figura 21. Capacidad de proceso – kr negra 450 ml	59
Figura 22. Capacidad de proceso - kr piña 450 ml	59
Figura 23. Capacidad de proceso - sabor de oro 450 ml	60
Figura 24. Capacidad de proceso - kr fresa 450 ml	60
Figura 25. Capacidad de proceso - energy 300 ml	61
Figura 26. Capacidad de proceso - kr limón 450 ml	61
Figura 27. Capacidad de proceso- kr naranja 450 ml	62
Figura 28. Capacidad de proceso - kr piña 200 ml	62
Figura 29. Nivel Z - sabor de oro 450 ml, kr fresa 450 ml.....	64
Figura 30. Nivel Z - kr negra y piña 450 ml.....	64
Figura 31. Nivel Z - energy 300 ml	65

Figura 32. Nivel Z - kr limón 450 ml, kr naranja 450 ml.....	66
Figura 33. Nivel Z - kr piña 200 ml.....	67
Figura 34. Pareto de baja productividad en la línea 3 de producción.....	68
Figura 35. Tubo de venteo.....	69
Figura 36. Pinzas de llenadora.....	69
Figura 37. Cabezal de capsulador.....	70
Figura 38. Oring de copa.....	70
Figura 39. Mariposas.....	71
Figura 40. Pistones de llenadora.....	71
Figura 41. Diagrama de Ishikawa.....	72
Figura 42. Los cinco ¿por qué?.....	73
Figura 43. Válvula de llenado - tubo de venteo.....	75
Figura 44. Válvula de llenado y tubo de venteo con acople rápido.....	76
Figura 45. kr negra 450 ml nivel sigma y capacidad de proceso final.....	77
Figura 46. kr negra 450 ml nivel sigma y capacidad de proceso final.....	78
Figura 47. Sabor de oro 450 ml nivel sigma y capacidad de proceso final.....	79
Figura 48. kr fresa 450 ml nivel sigma y capacidad de proceso final.....	80
Figura 49. energy 360° 300 ml nivel sigma y capacidad de proceso final.....	81
Figura 50. kr limón 450 ml nivel sigma y capacidad de proceso final.....	82
Figura 51. kr naranja 450 ml nivel sigma y capacidad de proceso final.....	83
Figura 52. kr piña 200 ml nivel sigma y capacidad de proceso final.....	84
Figura 53. Gráfica Xbarra y R- kr negra, piña, fresa, limón, naranja y sabor de oro 450 ml.....	86
Figura 54. Gráfica Xbarra y R- Energy 360° 300 ml.....	87
Figura 55. Gráfica de control Xbarra y R- Kr piña 200 ml.....	88
Figura 56. Porcentaje de eficacia mensual.....	90
Figura 57. Eficiencia mensual.....	91
Figura 58. Productividad mensual.....	92
Figura 59. Prueba de normalidad – Productividad.....	94
Figura 60. Prueba de Normalidad – Capacidad Inicial.....	96
Figura 61. Prueba de normalidad – Sigma final.....	98
Figura 62 Prueba de normalidad – Capacidad de proceso final.....	100

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia	107
Anexo 2. Registro de Capacidad de llenado	108
Anexo 3 Registro de control de producto terminado.....	109
Anexo 4. Diagrama de operaciones del proceso general de elaboración de bebidas gasificadas	110
Anexo 5. Kola real negra 450 ml - pre test.....	111
Anexo 6. Kola real piña 450 ml - pre test.....	112
Anexo 7. Sabor de oro 450 ml - pre test	113
Anexo 8. Kola real fresa 450 ml (pre test).....	114
Anexo 9. Energy 360° 300 ml - pre test	115
Anexo 10. Kola real limón 450 ml - pre test	116
Anexo 11. Kola real naranja 450 ml - pre test.....	117
Anexo 12. Kola real piña 200 ml - pre test.....	118
Anexo 13. Kola real negra 450 ml - post test	119
Anexo 14. Kola real piña 450 ml - post test	120
Anexo 15. Sabor de oro 450 ml - post test	121
Anexo 16. Kola real fresa 450 ml - post test	122
Anexo 17. Energy 360° 300 ml - post test.....	123
Anexo 18. Kola real limon - post test.....	124
Anexo 19. Kola real naranja 450 ml - post test	125
Anexo 20. Kola real piña 200 ml - post test	126
Anexo 21. Toma de muestra de llenado	127
Anexo 22. Llenado de formato por personal capacitado	128
Anexo 23. Registros de capacidad de llenado	129

RESUMEN

Objetivo: Determinar como la aplicación de la metodología Six Sigma mejora la productividad en la Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C-Huaura 2019. **Material y métodos:** el diseño de la investigación es pre experimental con dos observaciones del tipo aplicada, explicativa y cuantitativo. La población está conformada por los productos fabricados en la línea de producción N°03 de la Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C. Se aplicaron bases de datos históricos, fichas de observación, programa estadístico Minitab 17 y Excel. **Resultados:** La aplicación de la metodología six sigma aumentó la productividad pasando de 60,27% a un valor posterior a las acciones de mejora de 66,60%. El nivel sigma de nuestra investigación antes de la mejora fue de -1,95, luego de haber implementado nuestras acciones, mejoró nuestro nivel sigma de 3,51 dándonos resultados positivos. Nuestra capacidad de proceso mejoró gracias a la aplicación de la metodología Six Sigma de un PP de 0,84 a un PP de 1,33 que nos indica que la elaboración de nuestro producto está dentro de los puntos límites. Parte del proceso de mejora se implementaron las cartas de control que tiene como objetivo mantener las mejoras a través del tiempo y así evitar regresar a una posible pérdida. **Conclusión:** La aplicación de la metodología Six Sigma mejora la productividad en la Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C.

Palabras clave: Six Sigma, DMAIC, productividad, capacidad de proceso.

ABSTRACT

Objective: To determine how, the application of the Six Sigma methodology improves productivity in the Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C-Huaura 2019. **Material and methods:** the research design is pre-experimental with two observations of the applied, explanatory and quantitative type. The population is made up of the products manufactured in the production line N ° 03 of the Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C. Historical databases, observation files, Minitab 17 statistical program and Excel were applied. **Results:** The application of the six sigma methodology increased productivity from 60.27% to a value after the improvement actions of 66.60%. The sigma level of our research before the improvement was -1.95, after having implemented our actions, it improved our sigma level of 3.51 giving us positive results. Our process capacity improved thanks to the application of the Six Sigma methodology from a PP of 0.84 to a PP of 1.33 which indicates that the elaboration of our product is within the limit points. Part of the improvement process, control charts were implemented that aims to maintain the improvements over time and thus avoid returning to a possible loss. **Conclusion:** The application of the Six Sigma methodology improves productivity at the Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C.

Keywords: Six Sigma, DMAIC, productivity, process capacity.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar como la aplicación de la metodología Six Sigma mejora la productividad en la Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C-Huaura 2019, para lo cual se desarrolló lo siguientes capítulos.

En el capítulo I se detalla la problemática por cada una de las variables: Metodología Six Sigma y Productividad, así como las dimensiones que lo conforman, expresando por consiguiente los objetivos que se buscan con la implementación de la mejora.

En el capítulo II, se analizan los antecedentes principales de la investigación, el cual nos ayudó a poder tomar como guía los trabajos realizados a nivel internacional así como en el Perú, además se plantean las bases teóricas y las definiciones conceptuales para el desarrollo del trabajo de investigación.

En el capítulo III, describimos la metodología empleada para la elaboración del trabajo de investigación. Se muestra también la matriz de operacionalización de las variables con los instrumentos y técnicas de procesamiento de la información.

En el capítulo IV, se describe y desarrolla los resultados que obtenemos del trabajo de investigación, que posteriormente permite establecer las conclusiones del mismo.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la problemática

A nivel mundial, en las organizaciones industriales, hay muchos factores a tener en cuenta, lo que la hace un tipo de organización muy compleja. Sin embargo, muchas empresas de este sector suelen tener problemas principalmente para potenciar la productividad y mejorar la eficiencia, para lo cual han tenido que ir evolucionando con la finalidad de mantenerse en el mercado.

La industria de alimentos y de empaque de alimentos ha enfrentado por años el problema del sobrellenado en los envases de sus productos. La variación en el contenido de estos envases puede ser el resultado de desviaciones durante el proceso de llenado. Las empresas están restringidas por las regulaciones, las cuales aseguran que los empaques sean llenados dentro del contenido neto definido con una exactitud especificada. (Cruz, 2013, p. 5)

Cada vez el mercado es más competitivo, en una industria de bebidas uno de los puntos de mejora que desean mejorar es sobre el llenado de botella de bebidas, por la cual estas están muy ligadas a sistemas mecánicos empleados, en donde el sobrellenado de una botella es lo más confiable para cumplir con las regulaciones y tolerancias que debe contener el producto. Sin embargo, el sobrellenado es beneficioso para el cliente final, pero al producir en grandes cantidades genera costos para la empresa.

Estos problemas están presentes en el área de producción de la empresa Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C, provocando un sobrellenado en sus productos y un aumento en los productos defectuosos, teniendo como consecuencia una baja productividad.

Para dar solución, el hombre ha ido mejorando a través del tiempo diversas técnicas y metodologías que aumentan la productividad durante el desarrollo de sus actividades de trabajo, siendo una de ellas la metodología

Six Sigma, que tiene como importancia las disminución de costes, tiempos, economía de la compañía. (Núñez, 2017).

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema General

¿De qué manera, la aplicación de la metodología six sigma mejora la productividad en la Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C- Huaura 2019?

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿De qué forma, el uso de la metodología Six Sigma calcula la capacidad de proceso inicial en la Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C – Huaura 2019?
2. ¿De qué forma, el uso de la metodología Six Sigma determina el índice Z en la Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C – Huaura 2019?
3. ¿De qué forma, el uso de la metodología Six Sigma calcula la capacidad de proceso final en la Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C – Huaura 2019?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General

Determinar como la aplicación de la metodología Six Sigma mejora la productividad en la Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C- Huaura 2019

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Calcular la capacidad de proceso inicial para mejorar la productividad en la embotelladora San Miguel del Sur mediante el uso de la metodología six sigma.

2. Determinar el índice z para mejorar la productividad en la embotelladora san miguel del sur mediante el uso de la metodología six sigma.
3. Calcular la capacidad de proceso final para mejorar la productividad en la embotelladora san miguel del sur mediante el uso de la metodología six sigma.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación teórica

El presente trabajo de información es justificado teóricamente puesto que se utilizó la metodología Six Sigma, cuya base está guiada a mejorar la producción a través de la disminución de la variación del llenado de bebidas.

1.4.2 Justificación metodológica

La realización de la metodología nos orientó al aumento de la productividad en la Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C, mediante la reducción del nivel de sobrellenado en los diferentes formatos que se producen en esta empresa. Six Sigma nos brinda instrumentos a través de su metodología, que basados en la mejora continua con el ciclo DMAIC, se encontró la principal causa del problema para poder darle solución, con esto se logró aumentar la producción y la eficiencia de la empresa haciéndola más competitiva.

1.4.3 Justificación práctica

Esta investigación se justifica en la práctica porque en la empresa Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C no se evidencia estudios a través de metodologías de mejora continua, siendo una de estas la metodología Six Sigma. Se realizó bajo la consigna de aumentar la productividad en la línea de producción N° 03 de bebidas

gasificadas, todo bajo la finalidad de mejora continua por lo cual se realizó a través del DMAIC.

1.5 Delimitación del estudio

La delimitación temporal corresponde al año 2019 periodo comprendido entre abril y agosto, durante el cual se llevara a cabo el estudio.

La delimitación espacial pertenece a la zona del distrito de Huaura precisamente en la empresa Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C, Panamericana Norte km 154.

1.6 Viabilidad del Estudio

Para el despliegue del trabajo se dispuso de los medios financieros, humanos y materiales que nos aportan la empresa para la realización y uso de la metodología Six Sigma para su propio beneficio.

Por parte del estudiante, generará un gran aporte para la carrera de Ingeniería Industrial, demostrando la capacidad de resolución de problemas presentes en cualquier situación.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

- i. (Cruz, 2013) Realizó la tesis titulada “*Reducción de costos por sobrellenado de producto terminado en la fabricación de papillas infantiles a través de la aplicación de la metodología DMAIC*”, en donde tiene los siguientes puntos:

Objetivo: “Reducir el sobrellenado de los empaques, derivado de la alta variación y el descentrado de la media del proceso” (p. i)

Metodología: En esta investigación, se siguió la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) para estudiar y reducir la variación y centrar el proceso en el target. Durante las diferentes fases del DMAIC, se utilizaron herramientas estadísticas para conocer las fuentes de variación. Las herramientas estadísticas utilizadas fueron: diagramas de Pareto, estudios Gage R&R, análisis de capacidad, intervalos de confianza, DOE, regresión lineal y cartas de control. (p. i).

Resultados: Al principio de la investigación, la variación del proceso (σ_1) fue de 1.55 y el sobrellenado promedio por frasco a 1.25 g. Después de aplicar la metodología DMAIC, se logró reducir la variación del proceso un 70%, $\sigma_2 = 0.47$, con lo que se pudo reducir el sobrellenado promedio por frasco a 0.3 g. (p. i).

Conclusión: “La proyección de ahorros en costos para el producto 9590221 en 2013 si se mantiene las mejores alcanzadas es de 141,168.46 pesos anuales” (p. i)

- ii. (Diago Orozco & Mercado Jaramillo, 2013) Realizó la tesis titulada “*Reducción de desperdicios en el proceso de envasado del yogurt*”

purepak 210 g en la máquina NIMCO en una empresa de lácteos, mediante la aplicación de la metodología Seis Sigma”, en donde tiene los siguientes puntos:

Objetivo: “Aplicar la herramienta Seis Sigma en el proceso de envasado de yogurt Purepak, de la empresa Coolechera Ltda”
(Objetivo general, párrafo 1)

Metodología: Por medio de la metodología DMAIC para reducir las unidades no conformes generadas por el proceso e incrementar la productividad. El aplicar esta metodología permitirá identificar la situación problema en el proceso de envasado además de conocer las especificaciones del proceso y del cliente para el producto final, luego de esto definir las variables de entrada y salida que intervienen en el proceso y la forma en que afectan la consecución de los requerimientos del proceso y del cliente. (p. 1).

Resultados: “El porcentaje promedio llegó al 1,64% teniendo en cuenta que se verificaron aproximadamente 108.286 unidades/defectuosas por año, el impacto económico con respecto a las pérdidas en costos de producción es de aproximadamente \$47.645.840 anual” (Project chárter, párrafo 2)

Conclusiones: se identificó grandes oportunidades de mejora permitiendo el uso de los instrumentos específicos que han sido realizados en empresas de gran éxito a nivel mundial y que han generado resultados positivos y grandes beneficios para las organizaciones. (Conclusión, párrafo 2)

- iii. (Molano & Materón, 2018) Realizaron la tesis titulada “*Reducción del tiempo de ciclo para el aumento de la productividad en el proceso de elaboración de concentrado para gallinas ponedoras*”, en donde tiene los siguientes puntos:

Objetivo: “Aumentar la productividad en el proceso de elaboración de concentrado para gallinas ponedoras en la empresa Concentrados la Bastilla” (p.10).

Metodología: “La ejecución del proyecto se realizará bajo la filosofía Lean Six Sigma, implementando las diferentes herramientas con el objetivo de identificar, analizar y solucionar los problemas que obstaculicen que el proceso sea óptimo” (p.7).

Resultados:

“Inicialmente, con una cantidad producida de 45 toneladas/semanales (180 mensuales y 2160 anuales), la empresa obtiene una utilidad neta mensual de \$13.500.000 y anual de \$162.000.000; con la implementación de las mejoras, que la producción pase a 60 toneladas/semanales (240 mensuales y 2880 anuales), lo que incurrirá en un incremento de la utilidad neta mensual de \$4.500.000 y anual de \$54.000.000” (p.11).

Conclusión:

“Se diseñó la propuesta de mejora y se implementaron las acciones correspondientes, donde se logró una reducción importante en el tiempo de ciclo y con esto se logra un acercamiento a la meta, la cual en un lapso de tiempo no muy lejano, se prevé que será alcanzada, debido a que todo es por medio de la curva de aprendizaje”. (p.55).

2.1.2 Antecedentes Nacionales

- i. (Vela, 2017) Realizó su tesis con título “*Aplicación de Six Sigma para la productividad en el área de curvado de la empresa AGP PERÚ S.A.C, Lima- Cercado, 2017*”, en donde tiene los siguientes puntos:

Objetivo: “Determinar de qué manera la aplicación de Six Sigma mejora la productividad en el área de curvado de la empresa AGP PERÚ S.A.C.” (p. xii).

Metodología: “Six Sigma representa una manera de medir el desempeño de un proceso en cuanto a su nivel de productos y servicios fuera de especificación la misma se dimensiona a través de: Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar” (p. xii).

Resultados: “El informe de producción fue utilizado y procesado por SPSS 23 teniendo un resumen de coincidencia de 23%” (p. xii).

Conclusión: La aplicación de Six Sigma reduce los defectos encontrados en el producto que se espera llegar a la eliminación de defectos casi en su totalidad con lo que mejoraría significativamente la productividad a lo largo de la flexión de la SAC de AGP PERÚ empresa. (p. xii).

- ii. (Ordoñez & Torres, 2014) Realizaron la tesis titulada “*Análisis y mejora de procesos en una empresa textil empleando la metodología DMAIC*”, en donde tiene los siguientes puntos:

Objetivo: “Disminuir la variabilidad en el proceso de corte de una empresa textil empleando la metodología DMAIC” (p. 2).

Metodología: Se realiza una descripción de la organización, su infraestructura, recursos y proceso productivo. Asimismo, se realiza un diagnóstico donde se selecciona el proceso de corte como el más crítico. Luego se desarrolla las etapas de definición, medición, análisis, propuestas de mejora y control de las mismas en el proceso seleccionado. (p. 2).

Resultados: “Las mejoras se proponen el uso de gráficas de control por variable y la utilización de una hoja de verificación con el fin de monitorear el proceso de corte” (p. 2).

Conclusión: “Se realiza una evaluación técnica y económica de las propuestas de mejoras, obteniendo como resultado la viabilidad económica del proyecto” (p. 2).

- iii. (Nuñez, 2018) Realizó la tesis titulada “*Aplicación de la Metodología Six Sigma para mejorar la productividad en el almacén de la empresa Moriwoki Racing Perú*”, en donde tiene los siguientes puntos:

Objetivo: “Mejorar la productividad del área de almacén, el cual será medido a través del nivel de servicio como eficacia y a través de los recursos utilizados” (p. xii).

Metodología: “El estudio de esta propuesta se ha llevado a cabo el desarrollo de la metodología DMAIC, la cual consistió en definir la problemática situacional, medir los niveles de inventarios y análisis de sus cualidades, analizar la problemática y corregir los procesos involucrados en el área de almacén, mejorar y estandarizar los procesos, controlar las mejoras realizada a través de un control de inventario y revisión del mismo de manera continua” (p. xii).

Resultados: “La aplicación del Six Sigma tuvo como resultados obtenidos la mejora de la productividad de 32% a 57%; además, la eficacia se optimiza de 46% a 81% estableciendo un método de abastecimiento de inventario con mayor rotación” (p. xii).

Conclusión: “La eficiencia se mejora puesto que se reduce y elimina el inventario obsoleto y de rotación nula, aumentando la eficiencia 67% a 77% respecto al pre-test y post-test” (p. xii).

- iv. (Moscoso & Yalan, 2015) Realizaron la tesis titulada “*Mejora de la Calidad en el proceso de fabricación de plásticos flexibles utilizando Six Sigma*”, en donde tiene los siguientes puntos:

Objetivo: “Se desarrolló con el propósito de determinar las diferentes metodologías y herramientas necesarias para minimizar los productos defectuosos e incrementar la satisfacción del cliente” (p. xxiv).

Metodología: Se usó las herramientas del Six Sigma, la cual fue elegida gracias a los diversos instrumentos estadísticos que se utilizan para obtener un resultado fiable. “En los diversos

métodos estadísticos se utilizaron niveles de confiabilidad hasta de 99.99%.” (p. xxiv).

Resultados: se logró un incremento de la productividad de 2.39 kg/\$ a 2.68 kg/\$, el indicador de eficiencia de 48.80% a 63.65% y eficacia de 51.50% a 56.96%, generando un aumento en la efectividad alrededor de 36.23%, teniendo como consecuencia el crecimiento del nivel sigma de 2.87 a 3.08. El estudio financiero obtuvo un valor actual neto de S/. 159, 666 en un escenario pesimista, una tasa interna de rendimiento de 38.82 % y el periodo de retorno de la inversión en el tercer mes del primer año. (p. 15).

Conclusión: “El proyecto es viable financieramente y los productos defectuosos se redujeron de manera circunstancial gracias a las implementaciones realizadas que se obtuvieron posteriormente de los análisis estadísticos” (p. xxiv).

- v. (Moreno, 2017) Realizó la tesis titulada “*Aplicación de la Metodología Six Sigma para incrementar la productividad en el área de pulido en la empresa Manufacturas Andina Metales S.A.C, Ate Vitarte, 2017*”, en donde tiene los siguientes puntos:

Objetivo: “Influenciar la aplicación de la metodología Six Sigma para incrementar la productividad en el área de pulido en la empresa MANUFACTURAS ANDINA METALES S.A.C” (p. xv).

Metodología:

La población está conformada por los 10 operarios del área de pulido, los cuales también conformaron la muestra y se analizó en su totalidad. Los instrumentos de esta presente investigación fueron fichas de recolección de datos con fórmulas metodológicas cuyas técnicas fueron la observación y registro de

de los datos de la compañía para las variables de “Six Sigma” y “Productividad”. (p. xv).

Resultados: “Con la aplicación de la metodología Six Sigma se logró aumentar la productividad en el área de pulido, se contrastaron las hipótesis mediante el método analítico Wilcoxon” (p. xv).

Conclusión:

Existe una influencia significativa de la aplicación de la metodología Six Sigma en el incremento de la productividad en el área de pulido, reduciendo de esa manera las fallas en el proceso de fabricación de la olla de acero, y aumentando la eficacia, eficiencia y productividad del área. (p. xv).

- vi. (Morán, 2016) Realizó la tesis titulada “*Six Sigma para incrementar la Productividad del área eléctrica en la subcontrata de la empresa Contratistas Generales, Miraflores – 2016*”, en donde tiene los siguientes puntos:

Objetivo: “Determinar de qué manera Six Sigma incrementa la productividad del área eléctrica en la subcontrata de la empresa Contratistas Generales, Miraflores – 2016” (p. xv).

Metodología:

El Six Sigma reduce la variabilidad y los defectos logrando minimizar los costos. Asimismo la productividad se pondera con la eficiencia, eficacia y efectividad. En el análisis del estudio se visualiza que la investigación es aplicada, de diseño pre experimental. (p. xv).

Resultados:

La población estuvo compuesta por el subproceso de entubados pvc del área eléctrica, los cuales son medidos durante 16 semanas antes entre los meses de mayo a agosto de 2015 y de 16 semanas después entre diciembre 2015 a marzo 2016. Su muestra es la

totalidad de su población. “Se utilizó la hoja de registro y se procesó por SPSS 21”. (p. xv).

Conclusión: “Six Sigma incrementa significativamente la productividad del área eléctrica en la subcontrata. La media de la productividad antes de Six Sigma es de 5.66 y la media de la productividad después de Six Sigma es de 6.76” (p. xv).

- vii. (Meléndez, 2017) Realizó la tesis titulada “*Aplicación de la metodología DMAIC para mejorar la productividad de la línea de envasado de GLP en la Planta Lima Gas – Callao 2016*”, en donde tiene los siguientes puntos:

Objetivo: Determinar como la aplicación de la metodología DMAIC mejora la productividad en la línea de envasado de GLP.

Metodología: “Se utilizó el método científico en un enfoque cuantitativo de tipo aplicada, diseño cuasi experimental y un alcance o nivel tipo explicativo. La población utilizada para el cuasi-experimento es igual a la muestra y estuvo conformada por la producción semanal de cilindros envasados durante seis meses que fueron procesados en SPSS 22 y comprobados mediante la prueba de hipótesis de t student” (p. xii).

Resultados: “Al aplicar paso a paso la metodología DMAIC se definió que la variable crítica del proceso era el peso neto, la variación en este ocasionaba defectos y sobrellenado que era provocada por cuatro causas raíces principalmente: la inestabilidad de la presión de llenado, la dureza del material de hermeticidad utilizado para el inyector, la inspección inicial de remanentes y la inestabilidad natural de las llenadoras. Para mitigar los efectos negativos de las fuentes de variación se procedió a aplicar las mejoras para reducir el sobrellenado (efecto sobre la eficiencia física) y los productos fuera de los límites de especificación o defectos (efecto sobre el índice de conformidad), después de implementados las mejoras se implementó un plan de control para mantener los niveles de eficiencia y eficacia alcanzado” (p. xii).

Conclusión: “La productividad durante el periodo de estudio pasó de 85.42% a 93.99% con lo que se comprueba el efecto de las mejoras implementadas” (p. xii).

- viii. (Alata, 2016) Realizó la tesis titulada “*Aplicación de Six Sigma para mejorar la productividad del área de Urdido en la empresa textiles La Moda, Lima 2016*”, teniendo los siguientes puntos:

Objetivo: “Determinar como la aplicación de Six Sigma mejorará la Productividad del área de Urdido en la empresa Textiles La Moda Lima 2016” (p. xiv).

Metodología: “La Metodología Seis Sigma es el despliegue activo de herramientas estadísticas que eliminan la variación, los defectos y el despilfarro de todos los procesos de negocio y que están relacionados con resultados financieros significativos”

Resultados: Mediante la aplicación de los estadísticos se realizó la comparación de las medias de las productividades de 5 semanas de operación antes y después, obteniéndose una productividad mayor a la de antes de la aplicación de Six Sigma, $0.395 < 0.415$ metros de urdimbre por cada sol invertido, el cual benefició a la empresa y por ende a los trabajadores. (p. xiv).

Conclusión: Se concluyó que existe una mejora después de la aplicación de la variable independiente: Six Sigma sobre la variable dependiente: Productividad del área de Urdido en la empresa Textiles La Moda S.A.C. Lima, 2016, dado que se obtuvo un incremento de 4.82% en la productividad. (p. xiv).

- ix. (Aguilar, 2018) Realizó la tesis titulada “*Six Sigma para mejorar la productividad en una empresa procesadora de Maca*”, teniendo los siguientes puntos:

Objetivo: “Aplicar la metodología Six sigma para incrementar la productividad en el área de producción de la empresa APROMAC VM – Huancayo y la hipótesis general que se debe contrastar es: La aplicación de la metodología Six sigma incrementa la productividad

en el área de producción de la empresa APROMAC VM – Huancayo”. (p. xi).

Metodología: “El método de investigación es el científico, el tipo de investigación es aplicada, el nivel es explicativo y el diseño es experimental de tipo cuasi experimental” (p. xi).

Resultados: La población está conformada por la producción de 1687 bolsas de maca durante 5 meses de la empresa APROMAC VM, la muestra es de tipo no probabilístico por juicio dirigido y está conformada por la producción de 620 bolsas de maca durante 2 meses antes y 680 bolsas de maca durante 2 meses después de la aplicación de la metodología Six sigma. (p. xi).

Conclusión: “con la aplicación de la metodología Six sigma en el área de producción de la empresa APROMAC VM se incrementó la productividad de un 88.45% a un 95.59%, incrementando en un 7.14%” (p. xi).

- x. (Villareal, 2016) con su tesis nombrada “*Mejora de la Calidad en una empresa de confecciones empleando la Metodología Six Sigma*”, teniendo los siguientes puntos:

Objetivo: Perfeccionar la calidad en una empresa de confecciones aplicando la metodología Six Sigma, “identificando los problemas principales, planteando soluciones de mejora e implementándolas para obtener un proceso mucho más eficiente y productivo” (p. v).

Metodología: Se aplicó la metodología Six Sigma al proceso de confección de abrigos, por ser el producto principal para la empresa y crítico ya que presenta altos niveles de productos defectuosos lo que conlleva a no cumplir con la entrega a tiempo de las órdenes de trabajo. (p. v).

Resultados: Se determinó los principales defectos en las prendas confeccionadas a través de un levantamiento de información en

campo por un periodo de tiempo determinado, se evaluaron las causas principales, se propusieron mejoras y se implementaron con éxito en el área de confecciones de la empresa en estudio. (p.v).

Conclusión: Se puede conseguir una mejor calidad en la producción de abrigos, disminuyendo notablemente la cantidad de productos defectuosos y la cantidad de defectos por prenda confeccionada, aumentando la eficiencia y productividad del proceso al lograr cumplir con las fechas de entrega programadas por el cliente. (p.v).

- xi. (Chancas, 2018) realizaron la tesis titulada “*Aplicación de la metodología Six Sigma para la mejora de la productividad en la fabricación de pañales, Lima, 2018*”, teniendo los siguientes puntos:

Objetivo: “Determinar de qué manera la aplicación la metodología six sigma mejorara la productividad de la máquina de pañales, Lima, 2018” (p.42).

Metodología:

Para la aplicación seguiremos de manera secuencial y ordenada los pasos del DMAIC la cual va mostrar las zonas o secciones críticas de la maquina a trabajar. Con ello se procederá ejecutar un plan de mejoras en el proceso para reducir las paradas de máquina y con ello mejorar la productividad. (p. vii).

Resultados:

Con respecto a relación entre la aplicación de la metodología six sigma y la variable paradas de máquina se demuestra en los resultados que se mejora esta variable en un 50%. Resultados que tienen relación con los aportes de Gutiérrez (2013) este seguimiento se realizó mes a mes para demostrar que la metodología propuesta es efectiva. (p. 76).

Conclusión: “Mediante la aplicación de la metodología six sigma se lograron un ahorro significativo de los costos de S/. 2141.00 a S/. 1120.00 en promedio por día” (p. 77).

2.2 Bases teóricas

En este punto, se definen las bases teóricas relacionada a la metodología Six Sigma y Productividad que serán utilizados en el planteamiento de las propuestas de mejoras para los procesos que se llevaran a cabo en el presente estudio de investigación.

2.2.1 Six Sigma

(Gutiérrez & De la Vara, 2013) mencionan que:

“Seis Sigma (6 σ) es una estrategia de mejora continua del negocio, que tiene diferentes significados para diferentes grupos dentro de una organización. A nivel empresa es una iniciativa estratégica que busca alcanzar una mejora significativa en el crecimiento del negocio, su capacidad y en la satisfacción de los clientes”. (p. 398).

2.2.2 Características de Six Sigma

Gutiérrez & De la Vara (2013) menciona en su libro:

1. *Liderazgo comprometido de arriba hacia abajo.*

Seis Sigma es en esencia un plan gerencial que implica una transformación en la forma de operar y tomar decisiones. Conforme a lo anterior, el método debe ser comprendido y soportado desde los niveles altos de la dirección de la organización, empezando por el máximo líder de la organización. (p.399).

2. *Seis Sigma se apoya en una estructura directiva que incluye gente de tiempo completo.*

“La forma de manifestar el compromiso por Seis Sigma es creando una estructura directiva que integre líderes del negocio, líderes de proyectos, expertos y facilitadores. Donde cada uno tiene roles y responsabilidades específicas para lograr proyectos de mejora exitosos”. (p. 400).

3. Entrenamiento.

“La duración del entrenamiento es de entre 120 y 160 horas. Es frecuente organizar este entrenamiento en cuatro o cinco semanas, no consecutivas, de capacitación intensiva, relacionadas con las cinco fases del proceso DMAMC. Durante cada semana de entrenamiento el alumno deja sus responsabilidades cotidianas”. (p.402).

4. Acreditación.

“En la figura 1 se menciona el proceso de acreditación de cada uno de los actores de Seis Sigma, sólo bastaría agregar que es importante mantener el nivel de dificultad y no facilitar el alcance de cada distinción”. Ser GB, BB, MBB o campeón debe implicar un esfuerzo, recibir entrenamiento y garantizar que se tienen los conocimientos y experiencia que exige la distinción. (p.402).

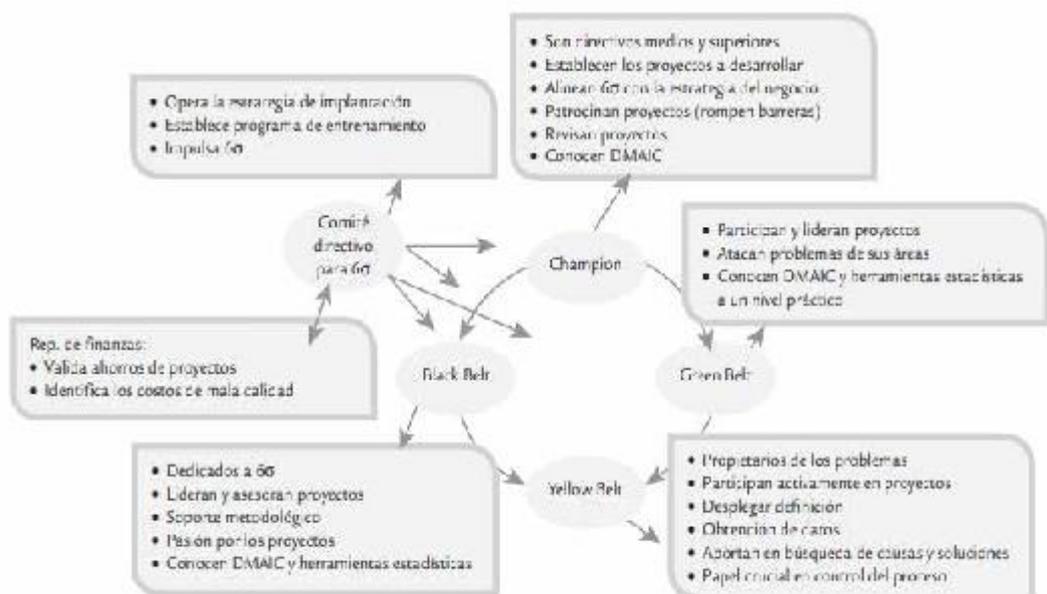


Figura 1. Estructura directiva y técnica de 6 sigma

Nota. Control Estadístico de Calidad

5. *Orientada al cliente y con enfoque a los procesos.*

Otras de las características clave de Seis Sigma es buscar que todos los procesos cumplan con los requerimientos del cliente (en cantidad o volumen, calidad, tiempo y servicio) y que los niveles de desempeño a lo largo y ancho de la organización tiendan al nivel de calidad Seis Sigma. De aquí que al desarrollar la estrategia 6 en una organización se tenga que profundizar en el entendimiento del cliente y sus necesidades, y para responder a ello, es necesario revisar de manera crítica los procesos de la organización. A partir de ahí, es preciso establecer prioridades y trabajar para desarrollar nuevos conceptos, procesos, productos y servicios que atiendan y excedan las expectativas del cliente. (p.402).

6. *Seis Sigma se dirige con datos.*

Los datos y el pensamiento estadístico orientan los esfuerzos en la estrategia 6, ya que los datos son necesarios para identificar las variables críticas de la calidad (VCC) y los procesos o áreas a ser mejorados. Las mejoras en la calidad no pueden ser implementadas al azar, por el contrario, el apoyo a los proyectos se asigna cuando a través de datos es posible demostrar que, con la ejecución del proyecto, la diferencia será percibida y sentida por el cliente. (p.402).

7. *Seis Sigma se apoya en una metodología robusta.*

Los datos por sí solos no resuelven los problemas del cliente y del negocio, por ello es necesaria una metodología. En 6 los proyectos se desarrollan en forma rigurosa con la metodología de cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. (p.403).

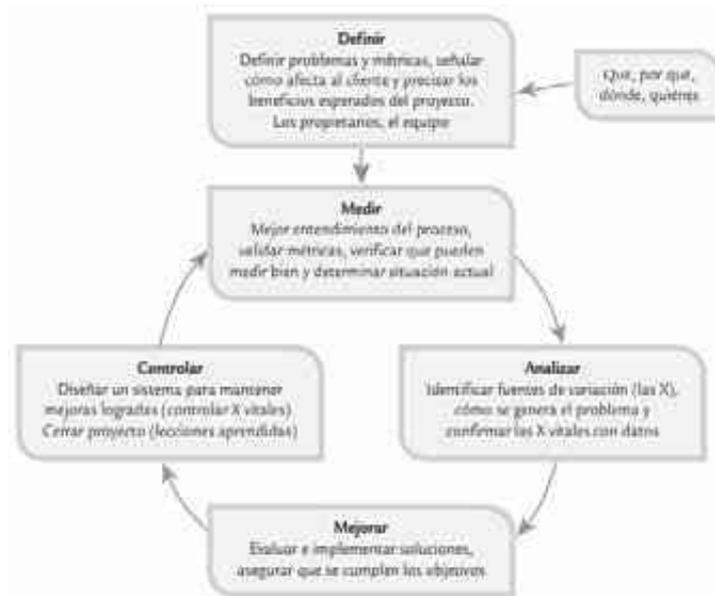


Figura 2. Etapas de la metodología DMAIC

Nota. Control Estadístico de Calidad

8. Seis Sigma se apoya en entrenamiento para todos.

El programa Seis Sigma se apoya en entrenamiento para todos sobre la metodología DMAIC y sus herramientas relacionadas. Por lo general, la capacitación se da sobre la base de un proyecto que se desarrolla de manera paralela al entrenamiento, lo cual proporciona un soporte práctico. Los detalles de esto ya se comentaron antes. (p.403).

9. Los proyectos realmente generan ahorros o aumento en ventas.

“Un aspecto que caracteriza a los programas Seis Sigma exitosos es que los proyectos DMAIC realmente logran ahorros y/o incremento en las ventas. Esto implica varias cosas: se seleccionan proyectos clave que en realidad atienden sus verdaderas causas, se generan soluciones de fondo y duraderas, y se tiene un buen sistema para evaluar los logros de los proyectos. Esto tiene que ser así, porque es sabido que la mala

calidad y bajo desempeño de los procesos generan altos costos de calidad” (p.403).

10. El trabajo por Seis Sigma se reconoce. “Seis Sigma se sostiene a lo largo del tiempo reforzando y reconociendo a los líderes en los que se apoya el programa, así como a los equipos que logran proyectos DMAMC exitosos” (p.403).

11. Seis Sigma es una iniciativa con horizonte de varios años, por lo que no desplaza otras iniciativas estratégicas, por el contrario, se integra y las refuerza.

“Dadas las características de 6 que hemos descrito, ésta es una iniciativa que debe perdurar y profundizarse a lo largo de varios años. Por ello, cuando se inicia 6 se debe cuestionar qué va pasar con las iniciativas estratégicas que se venían trabajando. La respuesta es que la iniciativa 6 debe integrarse al resto de las iniciativas estratégicas vigentes en la organización. La experiencia dice que esto es relativamente fácil, ya que Seis Sigma es un enfoque muy poderoso para orientar y alinear los recursos para resolver los problemas críticos del negocio” (p.404).

12. Seis Sigma se comunica.

Los programas 6 se fundamentan en un programa intenso de comunicación que genera comprensión, apoyo y compromiso, tanto en el interior de la organización como en el exterior (proveedores, clientes clave). Esto permitirá afianzar esta nueva filosofía en toda la organización, partiendo de explicar qué es Seis Sigma y por qué es necesario trabajar por ella. Los resultados que se obtengan con 6 deben ser parte de este programa de comunicación. (p.404).

2.2.3 Procesos del Six Sigma

En esta parte se definirá como base teórica las etapas de la metodología DMAIC que se aplica en un proyecto Six Sigma.

2.2.3.1 Definir

(Gutiérrez & De la Vara, 2013) menciona:

“En la etapa de definición se enfoca el proyecto, se delimita y se sientan las bases para su éxito. Por ello, al finalizar esta fase se debe tener claro el objetivo del proyecto, la forma de medir su éxito, su alcance, los beneficios potenciales y las personas que intervienen en el proyecto. Todo lo anterior se resumirá en el marco del proyecto (Project charter)” (p.404).

- “*Establecer el marco del proyecto.* Con el bosquejo de definición de proyecto que el champion entrega al líder del equipo, éste debe completar la definición especificando los diferentes elementos del marco del proyecto” (p.404).
- “*Realizar el diagrama de proceso.* Adicionalmente al marco del proyecto, es usual hacer un diagrama de proceso, que puede ser un diagrama PEPSU, de flujo o un mapeo de proceso de un nivel macro o intermedio” (p.404).

2.2.3.2 Medir

(Gutiérrez & De la Vara, 2013) menciona:

En esta segunda etapa, lo principal es poder comprender y medir el grado del problema o escenario en la que se encuentre el proyecto. Para esto se definirá a un punto más especificado para comprender el proceso del proyecto, los

puntos de decisión y los detalles de su funcionamiento; se establecen con mayor detalle las métricas (las Y's) con las que se evaluará el éxito del proyecto, y se analiza y valida el sistema de medición para garantizar que las Y's puedan medirse en forma consistente. Además, con el sistema de medición validado se mide la situación actual (o línea base) para clarificar el punto de arranque del proyecto respecto a las Y's. (p.405).

Para el desarrollo en esta etapa, nos ayuda las siguientes herramientas:

- Mapeo de procesos a un nivel detallado
- Capacidad de proceso
- AMEF
- Métricas Seis Sigma

2.2.3.3 Analizar

(Gutiérrez & De la Vara, 2013) menciona en su libro que la “tercera etapa de DMAIC, es en donde se identifican y confirman las causas, además se entiende cómo generan el problema” (p.406).

La meta de esta fase es identificar la(s) causa(s) raíz del problema (identificar las X vitales), en tender cómo es que éstas generan el problema y confirmar las causas con datos. Entonces, se trata de entender cómo y por qué se genera el problema, buscando llegar hasta las causas más profundas y confirmarlas con datos. Obviamente, para encontrar las X vitales primero es necesario identificar todas las variables de entrada y/o posibles causas del problema. (p.406).

Para el desarrollo en esta etapa, nos ayuda las siguientes herramientas:

- Lluvia de ideas
- Diagrama de Ishikawa
- Cartas de control

- Cinco por qué

2.2.3.4 Mejorar

(Gutiérrez & De la Vara, 2013) menciona que:

En esta etapa, la idea principal es plantear y poner en marcha soluciones que ataquen el el problema raíz haciendo que mejore o disminuya el problema. Por ello se recomienda que hayan más de una posible solución que ataque el problema raíz, que lo pueden hacer a través de diferentes instrumentos como el poka yoke, lluvias de ideas, hojas de verificación, etc. (p.407).

2.2.3.5 Controlar

(Gutiérrez & De la Vara, 2013) :

Pues bien, en esta etapa lo que se busca es mantener a lo largo del tiempo las mejoras que se desearon. Puede ser una de las etapas más complicadas ya que esto nos demanda a que tengamos mayor participación y adaptación por parte de los trabajadores. (p.407).

En este sentido, es necesario establecer un sistema de control para:

- Prevenir que los problemas que tenía el proceso no se vuelvan a repetir (mantener las ganancias)
- Impedir que las mejoras y conocimiento obtenidos se olviden
- Mantener el desempeño del proceso
- Alentar la mejora continua

2.2.4 Herramientas De Calidad

2.2.4.1 Herramienta definir

El uso de gráficas es un medio necesario en la mejoría de procesos. Como para informar algo, explicar un estudio, un método o en la investigación de un problema. De acuerdo a lo mencionado, en esta parte veremos tres diagramas de procesos útiles que se muestra a continuación:

i. Diagrama SIPOC o PEPSU

(Gutiérrez & De la Vara, 2013) nos dice:

El diagrama sipoc tiene como finalidad el analizar paso a paso del proceso que hay en su entorno. Para lo cual se muestra los siguientes puntos a analizar: “los proveedores (P), las entradas (E), el proceso mismo (P), las salidas (S) y los usuarios (U). El acrónimo en inglés de este diagrama es SIPOC (suppliers, inputs, process, outputs and customers)” (p.159).



Figura 3. Diagrama SIPOC

Nota. Control Estadístico de la calidad y Seis Sigma

ii. Diagrama de flujo

(Gutiérrez & De la Vara, 2013) menciona que:

El diagrama de flujo, se representa mediante gráficos de la secuencia que se realiza paso a paso de un proceso. Gracias a este diagrama, es posible ver en qué consiste el proceso y cómo se vinculan las diversas funciones; asimismo, es de gran importancia para analizar y aumentar el proceso. (p.158).

iii. Mapeo de procesos

(Gutiérrez & De la Vara, 2013) menciona que:

“Es frecuente que en los diagrama de flujo que son realizados en la etapa de diseño y documentación de un proceso, se pierdan detalles y actividades que están ocurriendo en el proceso. Por ello, la idea del mapa del proceso es hacer un diagrama de flujo más apegado a la realidad, en donde se especifiquen las actividades que efectivamente se realizan en el proceso (actividades principales, inspecciones, esperas, transportes, reprocesos)” (p.159).

2.2.4.2 H. Medir

i. Capacidad Del Proceso

“La capacidad de proceso es el grado de aptitud que tiene un proceso para cumplir con las especificaciones técnicas deseadas”. (Salazar, 2016).

Los índices de capacidad se clasifican según:

Respecto a su posición

- Índices centrados con respecto a los límites

- Índices descentrados con respecto a los límites
 - Solo con límite superior
 - Solo con límite inferior
- Respecto a su alcance temporal
- A corto plazo: Capacidad potencial
 - A largo plazo: Capacidad global

Tabla 1
Capacidad de proceso

Capacidad	Centrado	No centrado	Con límite superior	Con límite inferior
Corto plazo				
Largo plazo				

Nota. Ingeniería Industrial (2016)

Sí una vez determinadas las capacidades se encuentra una diferencia significativa entre los índices de corto y largo plazo, es un síntoma de inconsistencias en el proceso, y de que éste es susceptible de aplicar mejoras.

Índice Cp

La medida de la capacidad potencial del proceso para cumplir con tales especificaciones de calidad nos la proporciona el **índice de capacidad del proceso (Cp)**.

$$= \frac{\quad}{\quad}$$

Dónde; = desviación estándar

$$= \quad$$

Dónde; d_2 es una constante que depende del tamaño de la muestra.

Índice Cpk

Al índice Cpk o índice de capacidad real se le conoce así debido a la modificación de la media del proceso respecto a las especificaciones del Cp, en donde el Cp evalúa la capacidad del proceso para cumplir con los límites o tolerancias. (Salazar, 2016).

$$= \frac{\mu - L}{3\sigma}$$
$$= \frac{\mu - L}{3\sigma}$$

Dónde; μ = Media de la característica de calidad

“El índice Cpk va a ser igual al Cp cuando la media del proceso se ubique en el punto medio de las especificaciones. Sí el proceso no está centrado entonces el valor del índice de Cpk será menor que el Cp”. (Salazar, 2016).

- Sí $Cpk > 1$, el proceso está operando dentro de las especificaciones dadas.
- Sí $Cpk < 1$, el proceso está teniendo productos fuera de las especificaciones.
- Valores de 0 o negativos de Cpk, el proceso está operando fuera de las especificaciones.

“Por lo tanto el Cp mide la capacidad potencial del proceso; mientras que el Cpk mide la capacidad real”.

ii. Procesos de una sola especificación

Aunque es menos común, es posible que en determinados procesos al medir las características de calidad se precise que "entre más grande mejor" o "entre más pequeño mejor", o simplemente que no sea menor o mayor a determinada especificación. Para estos casos existen los llamados índices de especificación única. (Salazar, 2016).

- Índice de capacidad inferior – “Entre más grande mejor”

$$= \frac{-}{3}$$

- Índice de capacidad superior - "Entre más pequeño mejor"

$$= \frac{-}{3}$$

iii. Métricas Seis Sigma

(Gutierrez & De la Vara, 2013), “Las métricas six sigma nos ayudarán a entender el nivel de calidad de un proceso en términos del número de sigmas” (p.106).

- *Índice Z*

En 6 , la capacidad o nivel de calidad de un proceso con una característica de calidad de tipo continuo que tiene especificaciones se suele medir mediante

el índice Z, el cual consiste en calcular la distancia entre las especificaciones y la media μ del proceso en unidades de la desviación estándar, σ . En específico, para un proceso con doble especificación se tiene Z superior, Z_s , y Z inferior, Z_i , definidos de la manera siguiente (p.106):

$$Z_s = \frac{\bar{x} - L}{\sigma} \quad \text{y} \quad Z_i = \frac{U - \bar{x}}{\sigma}$$

“La capacidad de un proceso medida en términos del índice Z es igual al valor más pequeño de entre Z_s y Z_i , es decir”:

$$Z = \text{Mínimo} [Z_s, Z_i]$$

- ***Defectos por millón de oportunidades de error (DPMO)***

“El índice **DPU** (defectos por unidad), es una métrica que mide el nivel de no calidad de un proceso sin tomar en cuenta las oportunidades de error y que se obtiene con el siguiente cociente”:

$$DPU = \frac{d}{U}$$

“Donde U es el número de unidades inspeccionadas, en las cuales se observaron d defectos; ambas referidas a un lapso de tiempo” (p.106).

El índice **DPO** (defectos por oportunidad), que mide la no calidad de un proceso y se obtiene de la siguiente manera:

= _____

Donde:

U = número de unidades examinadas

d = defectos

O = número de oportunidades de error por unidad.

“Note que para calcular el DPO se divide el total de defectos encontrados, d, entre el total de oportunidades de error, ya que éste se obtiene multiplicando el total de unidades inspeccionadas, U, por el número de oportunidades de error por unidad, O”. (p.106).

“El DPMO (defectos por millón de oportunidades) que, como ya vimos, cuantifica los defectos del proceso en un millón de oportunidades de error, y se obtiene al multiplicar al DPO por un millón” (p.106).

2.2.4.3 H. Analizar

i. Diagrama Causa-Efecto

(Gutierrez & De la Vara, 2013),

El diagrama de Ishikawa o también conocida como espina de pescado es un procedimiento en la cual un problema o efecto se relaciona con las posibles causas o factores que lo generan. Es muy importante este procedimiento ya que nos impulsa a buscar diferentes causas que provocan el problema, y poder dar soluciones de forma directa. (p.147).

ii. Diagrama De Pareto

(Gutierrez & De la Vara, 2013), “es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos, y tiene como objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus principales causas” (p.137).

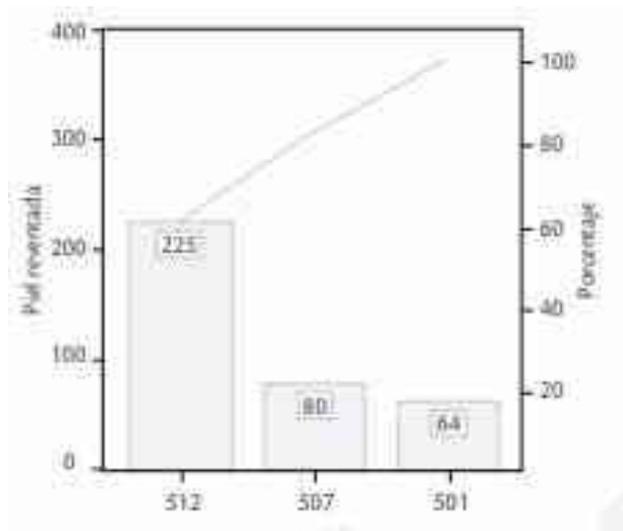


Figura 4. Diagrama de Pareto

Nota. Control estadístico de calidad y seis sigmas

iii. Cinco Por qué

(Gutierrez & De la Vara, 2013), “Técnica que busca profundizar en el análisis de causas, preguntando y respondiendo en forma sucesiva el porqué de un problema” (p.407)

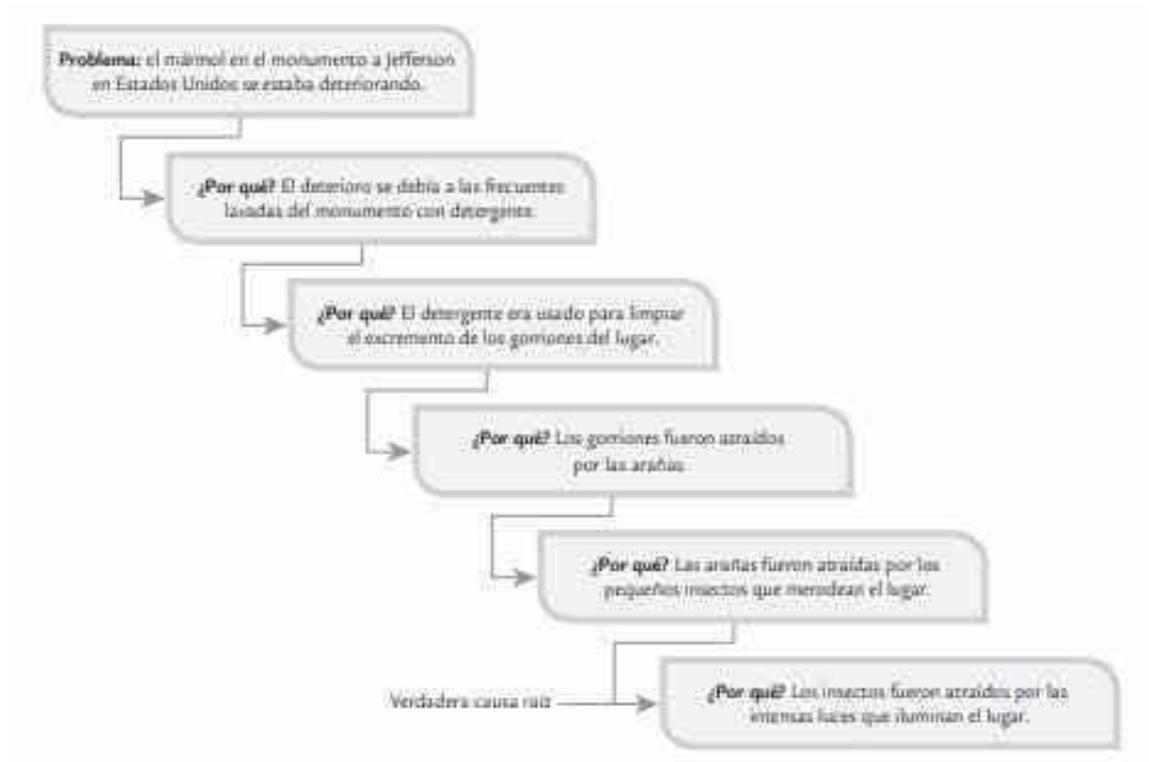


Figura 5. Herramienta de los cinco por qué
Nota. Control estadístico de la calidad y seis sigmas

2.2.4.4 H. Mejorar

i. Sistemas poka – yoke

(Gutierrez & De la Vara, 2013) menciona que:

“El enfoque poka-yoke propone atacar los problemas desde su causa y actuar antes de que ocurra el defecto entendiendo su mecánica. Asimismo, reconoce que el ser humano comete errores, que olvida, y que olvida que olvida” (p. 164).

Por lo cual existen escenarios en donde la capacitación o la experiencia son suficientes. Para eso se diseñan sistemas a pruebas de errores que eliminan las posibilidades de falla causadas ya sea por el cansancio, fatiga, estado de ánimos de las personas. (p.164).

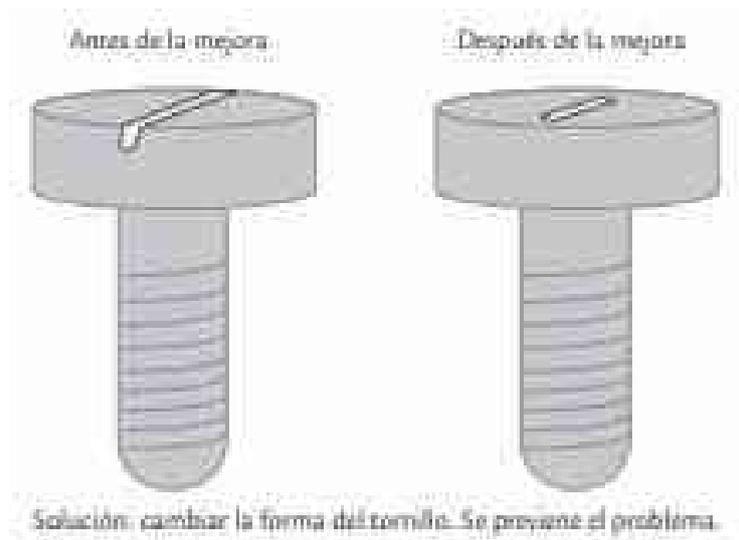


Figura 6. Ejemplo de solución poka-yoke

Nota. Control estadístico de la calidad y seis sigmas

2.2.4.5 H. Controlar

i. Cartas De Control

(Gutiérrez & De la Vara, 2013) menciona:

“El objetivo básico de una carta de control es observar y analizar el comportamiento de un proceso a través del tiempo. Así, es posible distinguir entre variaciones por causas comunes y especiales (atribuibles), lo que ayudará a caracterizar el funcionamiento del proceso y decidir las mejores acciones de control y de mejora. Cuando se habla de analizar el proceso nos referimos principalmente a las variables de salida (características de calidad), pero las cartas de control también pueden

aplicarse para analizar la variabilidad de variables de entrada o de control del proceso mismo” (p. 176).

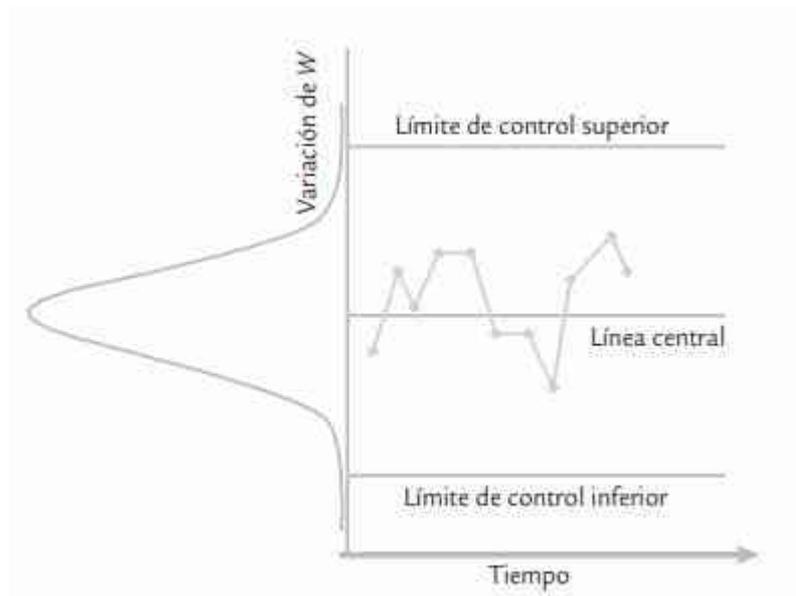


Figura 7. Idea y elementos de una carta de control

Nota. Control estadístico de la calidad y seis sigmas

En la figura 7 podemos ver una carta de control común en donde nos muestra que la finalidad es analizar de dónde a dónde varía (vea la campana) y cómo varía el estadístico W a través del tiempo y este estadístico puede ser una media muestral, un rango, un porcentaje, etc. Los valores que va tomando W se representan con puntos y éstos se unen con líneas rectas. La línea central representa el promedio de W . (p. 176).

“Los límites de control, inferior y superior, definen el inicio y final del rango de variación de W , de forma que cuando el proceso está en control estadístico existe una alta probabilidad de que prácticamente todos los valores de W caigan dentro de los límites” (p. 176).

2.2.5 Productividad

(Gutiérrez & De la Vara, 2013), “Es la capacidad de generar resultados utilizando ciertos recursos. Se incrementa maximizando resultados y/u optimizando recursos” (p.7).

En general, la productividad se entiende como la relación entre lo producido y los medios utilizados; por lo tanto, se mide mediante el cociente: resultados logrados entre recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, piezas vendidas, clientes atendidos o en utilidades. Mientras que los recursos empleados se cuantifican por medio del número de trabajadores, tiempo total empleado, horas-máquina, costos, etc. De manera que mejorar la productividad es optimizar el uso de los recursos y maximizar los resultados. De aquí que la productividad suele dividirse en dos componentes: eficiencia y eficacia. (p.7).

2.2.5.1 Beneficios de la productividad

(Moreno, 2018) nos dice:

Señala que la escala reside en que es una herramienta comparativa para gerentes y directores de empresas, ingenieros industriales, economistas y 27 políticos; pues verifica la producción en distintos niveles del sistema económico (organización, sector o país) con los recursos consumidos. Por otro lado, se reconoce que el único método para que un negocio pueda progresar e incrementar su rentabilidad o sus utilidades es aumentar su productividad. La herramienta primordial que causa una mayor productividad es la utilización de métodos, el

estudio de tiempos y un sistema de pago de salarios. (p. 26)

2.2.5.2 Eficacia

(Gutiérrez & De la Vara, 2013), “es el grado con el cual las actividades previstas son realizadas y los resultados planeados son logrados. Entonces, ser eficaz es cumplir con objetivos y se atiende mejorando los resultados de equipos, materiales y en general del proceso” (p.7).

= _____

2.2.5.3 Eficiencia

(Gutiérrez & De la Vara, 2013), “Relación entre los resultados logrados y los recursos empleados. Se mejora optimizando recursos y reduciendo tiempos desperdiciados por paros de equipo, falta de material, retrasos, etcétera” (p.7).

= $\frac{\acute{o}}{\acute{o}}$

2.3 Definición conceptual

Seis sigma: (Sistemas de Gestión de Calidad según ISO 9001, 2013), “Método de gestión que permite a las empresas mejorar sus resultados, mediante el diseño y supervisión de sus actividades, minimizando el desperdicio y los recursos utilizados, y por tanto, aumentando la satisfacción de los clientes”.

Nivel sigma: (Salazar, 2016), “El nivel sigma es un indicador de variación el cual corresponde a cuantas desviaciones estándar caben entre los límites de especificación del proceso”.

Calidad: (Sistemas de Gestión de Calidad según ISO 9001, 2013), “Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”.

Productividad: (Gutiérrez & De la Vara, 2013), “Es la capacidad de generar resultados utilizando ciertos recursos. Se incrementa maximizando resultados y/u optimizando recursos” (p. 7).

Eficiencia: (Gutiérrez & De la Vara, 2013), “Relación entre los resultados logrados y los recursos empleados. Se mejora optimizando recursos y reduciendo tiempos desperdiciados por paros de equipo, falta de material, retrasos, etcétera” (p. 7).

Eficacia: (Gutiérrez & De la Vara, 2013), “Grado con el cual las actividades planeadas son realizadas y los resultados previstos son logrados. Se atiende maximizando resultados” (p. 7).

Reproceso: (Sistemas de Gestión de Calidad según ISO 9001, 2013), “Acción tomada sobre un producto no conforme para que cumpla con los requisitos. Al contrario que el reproceso, la reparación puede afectar o cambiar partes del producto no conforme”.

Mejora continua: (Sistemas de Gestión de Calidad según ISO 9001, 2013), “Actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos”.

Variabilidad: (Gutiérrez & De la Vara, 2013), “Se refiere a la diversidad de resultados de una variable o de un proceso” (p. 10).

Capacidad de un proceso: (Gutiérrez & De la Vara, 2013), “Consiste en conocer la amplitud de la variación natural del proceso para una característica de calidad dada” (p. 98).

Distribución normal: (Gutiérrez & De la Vara, 2013), “Es una distribución continua cuya densidad tiene forma de campana. Es muy importante tanto en la estadística teórica como en la aplicada” (p. 49).

Límites de tolerancia o especificaciones: (Gutiérrez & De la Vara, 2013), “Son los valores entre los cuales debe estar la característica de calidad de un producto” (p. 121).

Hipótesis estadística: (Gutiérrez & De la Vara, 2013), “Es una afirmación sobre los valores de los parámetros o una característica de una población o proceso, que puede probarse a partir de la información contenida en una muestra” (p. 70).

Diagrama de Pareto: (Gutiérrez & De la Vara, 2013), “Gráfico de barras que ayuda a identificar prioridades y causas, ya que se ordenan por orden de importancia a los diferentes problemas que se presentan en un proceso” (p. 136).

Hoja de verificación: (Gutiérrez & De la Vara, 2013), “Es un formato construido para coleccionar datos, de forma que su registro sea sencillo y sistemático, y se puedan analizar visualmente los resultados obtenidos” (p. 143).

Mapa del proceso: (Gutiérrez & De la Vara, 2013), “Diagrama de flujo de proceso que se detalla de acuerdo con el objetivo” (p. 160).

2.4 Formulación de la Hipótesis

2.4.1 Hipótesis General

La aplicación de la metodología Six Sigma mejora la productividad en la Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C – Huaura 2019.

2.4.2 Hipótesis Específicas

1. La capacidad de proceso inicial para mejorar la productividad en la embotelladora san miguel del sur mediante el uso de la metodología six sigma.
2. El índice z para mejorar la productividad en la embotelladora san miguel del sur mediante el uso de la metodología six sigma.
3. La capacidad de proceso final mejora la productividad en la embotelladora san miguel del sur mediante el uso de la metodología six sigma.

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1 Diseño Metodológico

3.1.1 Tipo de Investigación

(Núñez, 2018), “La investigación aplicada busca dar a conocer la manera de hacer, actuar, construir y modificar datos, también le preocupa la aplicación inmediata sobre una realidad concreta.” (p.42).

Este trabajo es de tipo aplicada por que su fin es la resolución de problemas prácticos y actuales de la compañía, a través de la aplicación de la metodología Six Sigma.

3.1.2 Nivel de Investigación

De acuerdo a (Hernández, 2014) “El nivel de investigación explicativo pretenden establecer las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian” (p.95).

Para este trabajo se estableció la razón de la existencia o como inició la variabilidad del proceso de llenado el cual incide sobre la productividad de la empresa.

3.1.3 Diseño

Según (Hernández, 2014), “El diseño Pre experimental generalmente es útil como un primer acercamiento al problema de investigación en la realidad” (p. 141).

Para el presente trabajo se realizó este diseño utilizando un pre-test el cual nos servirá para verificar la situación actual de la problemática existente, después de haber encontrado el problema y puesto en marcha la propuesta de mejora, realizaremos un post-test el cual nos mostrará los efectos y logros obtenidos.

3.1.4 Enfoque

De acuerdo a (Hernández, 2014), “El enfoque cuantitativo, usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías” (p. 4).

Para lo cual en el presente trabajo de investigación es de “enfoque cuantitativo porque la variable y los indicadores presentes son medibles y se expresan de forma numérica”.

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población

(Gómez, Gonzales & Rosales, 2015) “Una población de estudio es el conjunto de elementos, finito o infinito, definido por una o más características que comparten todos los elementos que lo componen.” (p.187).

En el trabajo de investigación, la población es infinita y está conformada por los productos fabricados en la línea de producción N°03 de la Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C.

3.2.2 Muestra

(Gómez, Gonzales & Rosales, 2015),

El marco muestral es el conjunto de personas que tienen oportunidad de ser elegidas, dada la estrategia seleccionada. Si se habla en forma estadística, una muestra sólo puede ser representativa si toda la población está incluida en el marco de muestreo. (p.190).

Para el trabajo de investigación debido a que no se puede contar con una producción continua de bebidas y con el propósito de generalizar los resultados de la población, se calculó el tamaño de muestra de

acuerdo al criterio de la varianza máxima para una población infinita, cuya fórmula estadística es la siguiente:

$$= \frac{2. .}{2}$$

Donde:

n = “Tamaño de Muestra”

E = “Error de muestreo: Representa el nivel de precisión para que los resultados sean generalizados a toda la población. Asumiremos 5%”

Z = “Nivel de confianza: Representa el límite de confianza necesario para generalizar los resultados obtenidos a nivel de la muestra, a toda la población. Al 95%, se considera $Z=1,96$ ”.

P = “Proporción esperada de usuarios que se encuentran satisfechos. (Asumiremos $p = 0,5$ no se conoce el porcentaje de satisfacción en estudios previos)”

q = “Proporción esperada de usuarios que se encuentran insatisfechos. (Asumiremos $q = 0,5$)”

$$= \frac{1,96^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5}{0,05^2} = 384$$

Esto significa que el tamaño mínimo de muestra requerida debe de ser 384 unidades producidas para lo cual tomaremos 192 unidades para el pre test y 192 unidades para el post test.

3.3 Operacionalización de variables e Indicadores

Tabla 2

Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FORMULAS	ESCALA
V.I: Metodología Six Sigma	(Gutiérrez & De la Vara, 2013) “Six Sigma es una estrategia de mejora continua del negocio que busca mejorar el desempeño de los procesos de una organización y reducir su variación; esto lleva a encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio, tomando como punto de referencia en todo momento a los clientes y sus necesidades”. (p.398).	Con la metodología DMAIC, “buscaremos definir nuestro problema para la investigación, luego mediremos cuales son las variables críticas para poder realizar un análisis completo e identificar las fuentes de error y así poder implementar las mejoras que nos darán la solución a nuestro problema definido. Finalmente se establecerá un programa de control para mantener las mejoras”.	MEDIR	Capacidad de proceso inicial	$= \frac{\bar{x}}{\sigma}$	Razón
			ANALIZAR	Índice Z	$= \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}} ; = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}$ Z = Mínimo [Zs, Zi]	Razón
			MEJORAR	Capacidad de proceso final	$= \frac{\bar{x}}{\sigma}$	Razón
V.D: Productividad	(Molano & Materon, 2018) “La productividad es un indicador que refleja que tan bien se están usando los recursos en la producción de bienes y servicios” (p. 15).	“Para poder mejorar nuestra productividad en el área de llenado evaluaremos la eficacia y eficiencia a través de sus indicadores.”	EFICIENCIA	% de Eficiencia	$\frac{\sum \text{Tiempo Real}}{\sum \text{Tiempo Teórico}}$	Razón
			EFICACIA	% de Eficacia	$\frac{\sum \text{Cantidad Real}}{\sum \text{Cantidad Teórica}}$	Razón

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección y Datos

(Meléndez, 2017) nos dice:

Para recolectar datos es necesario el uso de técnicas e instrumentos que nos ayuden a obtener información de acuerdo a nuestro problema o tema de nuestro proyecto. Es uno de los pasos principales en la etapa del análisis de información ya que será la base del producto a desarrollar. (p. 39).

3.4.1 Técnicas a Emplear

Para el presente trabajo de investigación usaremos la observación indirecta para la recopilación de datos que nos brindaran la información necesaria para que puedan ser procesados en programas estadísticos, a través de tablas de registros aprobados y utilizados en la empresa Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C.

3.4.2 Descripción de los Instrumentos

Para la recolección de datos obtenidos a través de la observación indirecta, se utilizó tablas de registros validados por el área de sistemas de gestión integrados y por el área de calidad de la empresa Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C y que son analizados a través de programas, tanto para la variable independiente como la dependiente, se utilizará el mismo instrumento para poder medir los indicadores correspondientes.

3.5 Técnicas de Procesamiento de la Información

Para el procesamiento de los datos, lo realizaremos a través del análisis descriptivo e inferencial cada uno con sus cálculos pertenecientes, mediante los programas de Excel y Minitab respectivamente.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1 Análisis Descriptivo

4.1.1 De la variable independiente: Six Sigma

- Situación Actual

En la empresa Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C, cuenta con 6 líneas de producción en el cual se producen bebidas: gasificadas, de mesa, de fruta, rehidratantes, saborizadas, energizantes y té verde. Como problema principal se pudo identificar que el bajo rendimiento de bebidas afectó a la productividad de la empresa, por lo cual decidimos delimitar el estudio para un mejor proceso de investigación.

En la figura 8, se muestra el Pareto con la producción de bebidas por líneas de enero a julio del 2019. Se elige a la línea N° 03 ya que es la línea que más produce con un 34,7 % equivalente a 51205370 unidades producidas.

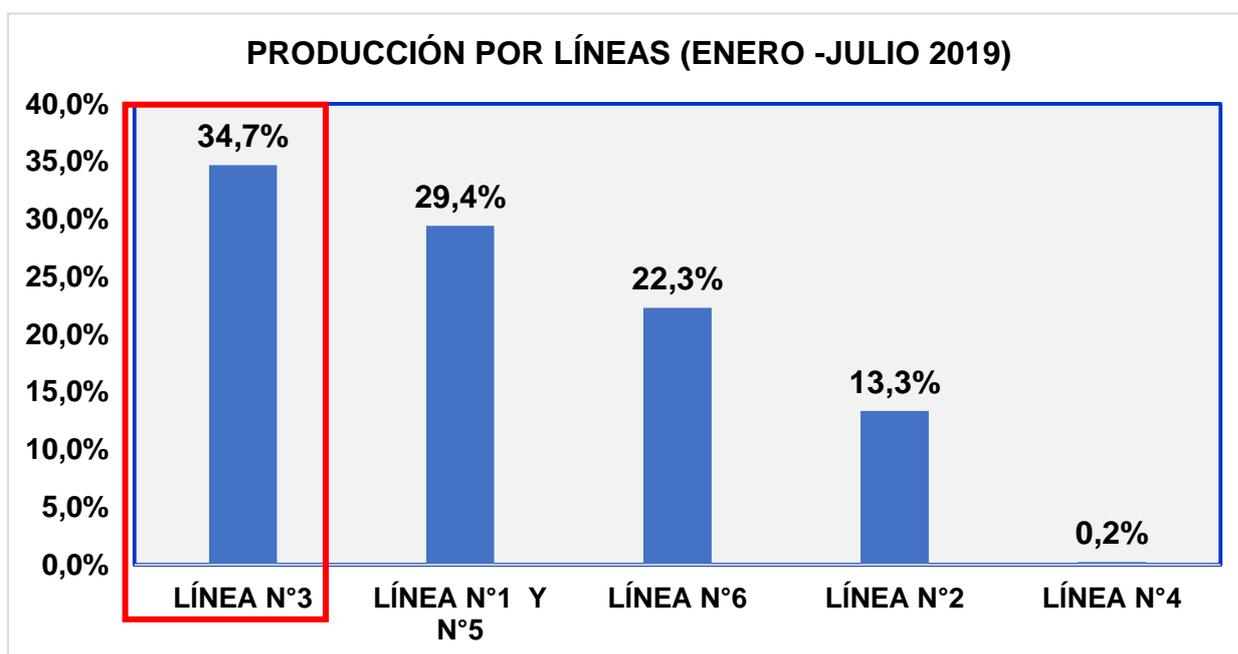


Figura 8. Pareto producción por líneas

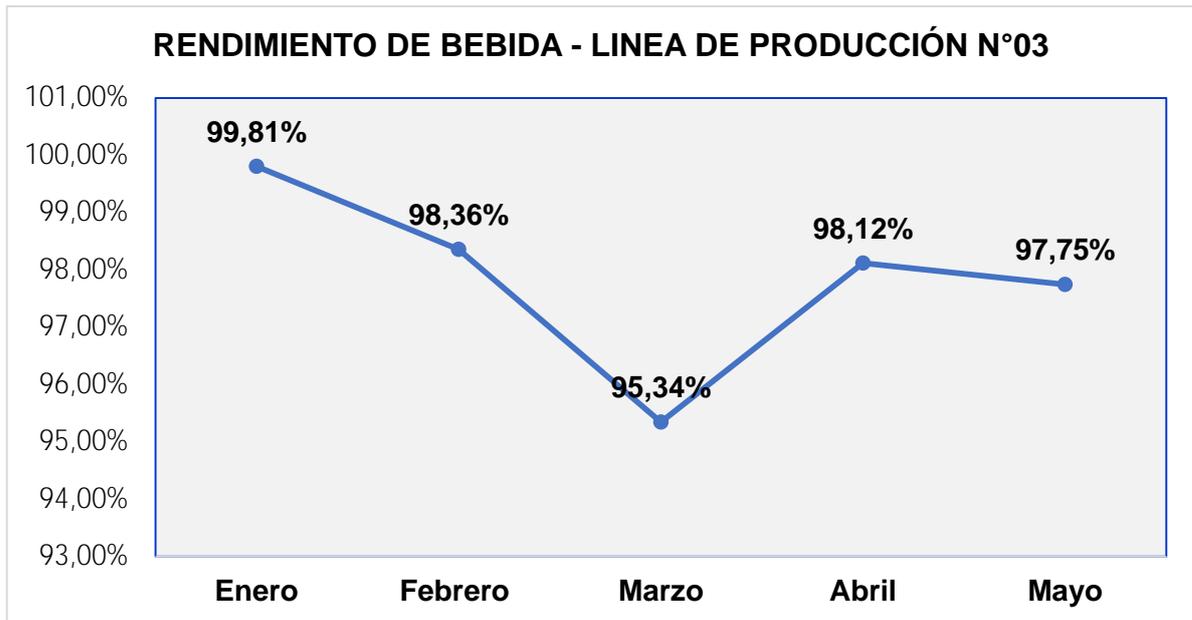


Figura 9. Rendimiento de bebida

En la figura 9 se muestra el rendimiento en cómo se encontraba la Embotelladora San Miguel del Sur S.AC de la línea de producción N° 03 en los primeros meses del año antes de la propuesta de mejora y que se usó como parte del estudio de investigación.

Tabla 3*Formatos de bebidas en la línea de producción N°03*

SKU	% ACC
Kola Real Negra 450 MI	19,93%
Kola Real Piña 450 MI	38,48%
Sabor De Oro 450 MI	48,48%
Kola Real Fresa 450 MI	58,10%
Energizante 360° 300ml	64,40%
Kola Real Limon 450 MI	69,92%
Kola Real Naranja 450 MI	74,98%
Kola Real Piña 200 MI	79,51%
Kr-Kola Real Negra 200 MI	82,24%
Sabor De Oro 200 MI	84,91%
Kr Fresa 200 MI	87,45%
Kola Real Negra 1000 MI	89,23%
Kr Kola Real Naranja 200 MI	90,79%
Kola Real Piña 1000 MI	92,27%
Sabor De Oro 1000 MI	93,17%
Agua Sline Limon 500 MI	93,96%
Kola Real Guarana 450 MI	94,73%
Agua Sline Piña 500 MI	95,49%
Kr Naranja 450 MI - Redaz 50 %	96,14%
Kola Real Negra 1300 MI	96,73%
Kr Fresa 1000 MI	97,22%
Kola Real Guarana 200 MI	97,64%
Sabor De Oro 1300 MI	98,01%
Agua Sline Piña 200 MI Enr	98,34%
Kola Real Piña 1300 MI	98,63%
Kr Naranja 200 MI - Redaz 50 %	98,91%
Kr Kola Real Naranja 1000 MI	99,11%
Kr Limon 1300 MI	99,27%
Energizante 360 450 MI	99,39%
Sabor De Oro 1300 MI - Exp. Iqq X 08	99,51%
Kr Fresa 1300 MI	99,62%
Kr Kola Real Naranja 1300 MI	99,72%
Kr Negra 1300 MI - Exp. Iqq X 08	99,81%
Kr Kola Real Piña 1300 MI - Exp.Iqq X 06	99,90%
Kr Naranja 1000 MI - Redaz 50 %	99,96%
Kr Naranja 1300 MI - Redaz 50 %	100%

Nota. Información de la Empresa

En la tabla 3, se muestra el Pareto de formatos de producidos en la línea N°03 que de acuerdo al 80/20, seleccionamos los 8 primeros formatos que se producen para poder realizar un mejor estudio de las pérdidas que nos genera a la empresa.

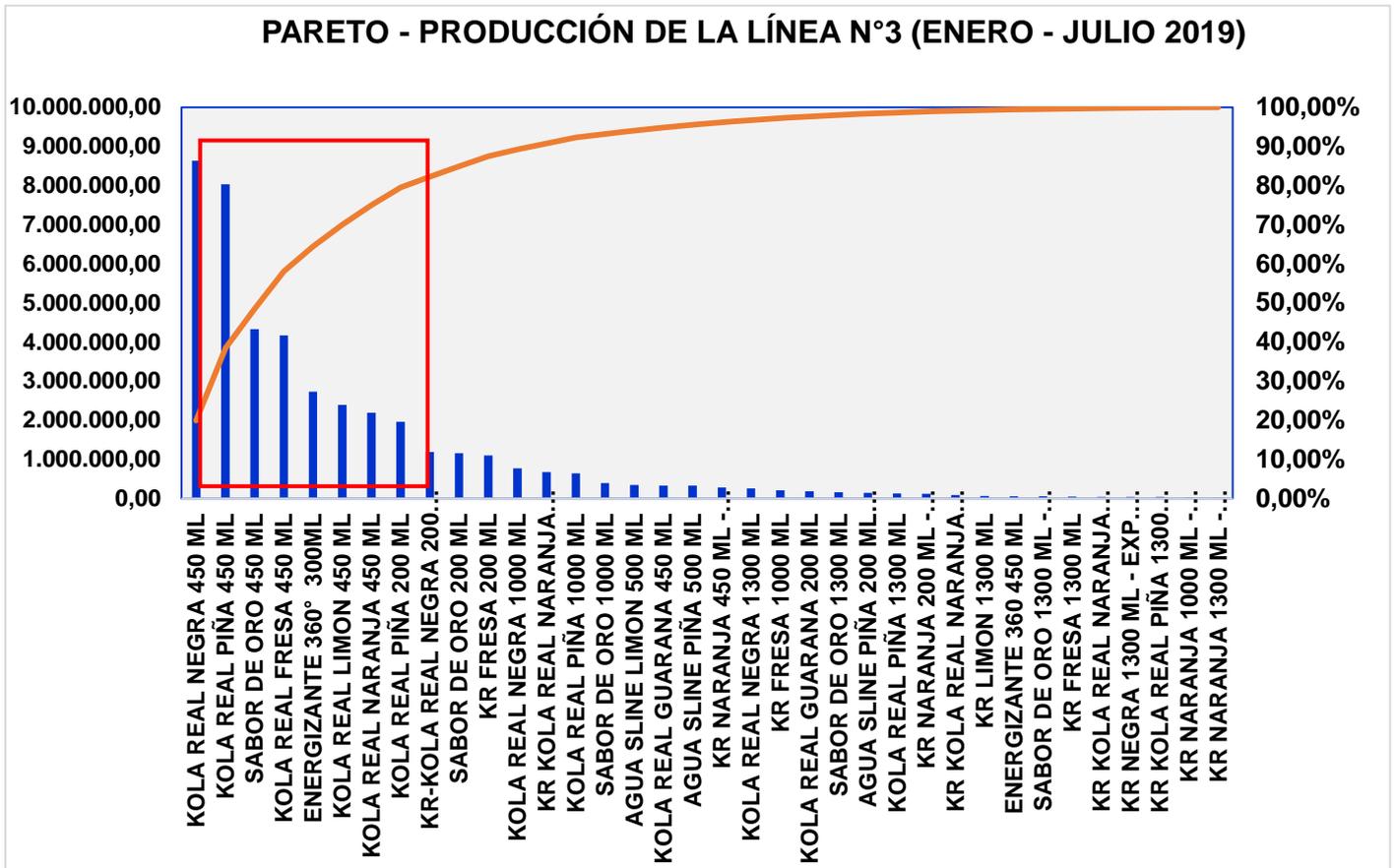


Figura 10. Producción línea N° 03 (Enero-Julio 2019)

Nota. Valores de producción línea N°03

Ya habiendo seleccionado los 8 formatos para el trabajo de investigación, se tomarán muestras y evaluarán el nivel de llenado de acuerdo a la norma que se mostrará en la tabla 4 a continuación.

Tabla 4

Clasificación de envase para agua de mesa según capacidad

TIPO DE ENVASE	CAPACIDAD (cm3)	TOLERANCIA (cm3)
Tipo 1	Hasta 250	4
Tipo 2	251 a 500	6
Tipo 3	501 a 750	7
Tipo 4	751 a 1000	11
Tipo 5	1001 a más	1%

Nota. Norma técnica peruana n°214.004:1984(revisada 2012).

Como parte del trabajo de investigación, seguiremos la metodología Six Sigma a través de sus etapas que se mostrarán a continuación:

4.1.1.1 Definir

Dentro de esta primera etapa, se definió nuestro problema a través del Project charter del proyecto. En el cual se verá reflejado el título del proyecto, el equipo del proyecto, la parte interesada; así como el problema, objetivo, caso del negocio, meta, etc. que se mostrará en la siguiente tabla 5:

Tabla 5 Project Charter

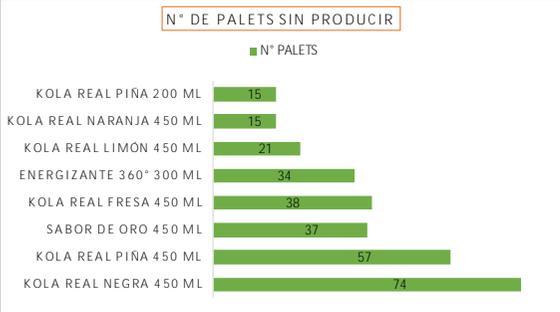
 EMBOTELLADORA SAN MIGUEL DEL SUR SAC		SIX SIGMA PROJECT CHARTER																																			
TÍTULO DEL PROYECTO:		LIDER DEL PROYECTO:	CHAMPION DEL PROYECTO	SPONSOR	DUÑO DEL PROCESO																																
MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD A TRAVÉS DE LA REDUCCIÓN DEL NIVEL DE LLENADO EN LA LÍNEA N°03 DE PRODUCCIÓN		Ing. César Pérez	Ing. Fabio Caldas	Ing. Jorge Millones	Ing. César Perez																																
METRICA PRIMARIA			METRICA SECUNDARIA																																		
 <p>N° DE PALETS SIN PRODUCIR</p> <p>■ N° PALETS</p> <table border="1"> <tr><td>KOLA REAL PIÑA 200 ML</td><td>15</td></tr> <tr><td>KOLA REAL NARANJA 450 ML</td><td>15</td></tr> <tr><td>KOLA REAL LIMON 450 ML</td><td>21</td></tr> <tr><td>ENERGIZANTE 360° 300 ML</td><td>34</td></tr> <tr><td>KOLA REAL FRESA 450 ML</td><td>38</td></tr> <tr><td>SABOR DE ORO 450 ML</td><td>37</td></tr> <tr><td>KOLA REAL PIÑA 450 ML</td><td>57</td></tr> <tr><td>KOLA REAL NEGRA 450 ML</td><td>74</td></tr> </table>			KOLA REAL PIÑA 200 ML	15	KOLA REAL NARANJA 450 ML	15	KOLA REAL LIMON 450 ML	21	ENERGIZANTE 360° 300 ML	34	KOLA REAL FRESA 450 ML	38	SABOR DE ORO 450 ML	37	KOLA REAL PIÑA 450 ML	57	KOLA REAL NEGRA 450 ML	74	 <p>PERDIDAS EN SOLES</p> <p>■ PERDIDAS</p> <table border="1"> <tr><td>KOLA REAL PIÑA 200 ML</td><td>S/ 6.260,6</td></tr> <tr><td>KOLA REAL NARANJA 450 ML</td><td>S/ 6.084,1</td></tr> <tr><td>KOLA REAL LIMON 450 ML</td><td>S/ 8.198,8</td></tr> <tr><td>ENERGIZANTE 360° 300 ML</td><td>S/ 24.975,7</td></tr> <tr><td>KOLA REAL FRESA 450 ML</td><td>S/ 17.047,7</td></tr> <tr><td>SABOR DE ORO 450 ML</td><td>S/ 14.988,2</td></tr> <tr><td>KOLA REAL PIÑA 450 ML</td><td>S/ 25.292,6</td></tr> <tr><td>KOLA REAL NEGRA 450 ML</td><td>S/ 29.832,1</td></tr> </table>			KOLA REAL PIÑA 200 ML	S/ 6.260,6	KOLA REAL NARANJA 450 ML	S/ 6.084,1	KOLA REAL LIMON 450 ML	S/ 8.198,8	ENERGIZANTE 360° 300 ML	S/ 24.975,7	KOLA REAL FRESA 450 ML	S/ 17.047,7	SABOR DE ORO 450 ML	S/ 14.988,2	KOLA REAL PIÑA 450 ML	S/ 25.292,6	KOLA REAL NEGRA 450 ML	S/ 29.832,1
KOLA REAL PIÑA 200 ML	15																																				
KOLA REAL NARANJA 450 ML	15																																				
KOLA REAL LIMON 450 ML	21																																				
ENERGIZANTE 360° 300 ML	34																																				
KOLA REAL FRESA 450 ML	38																																				
SABOR DE ORO 450 ML	37																																				
KOLA REAL PIÑA 450 ML	57																																				
KOLA REAL NEGRA 450 ML	74																																				
KOLA REAL PIÑA 200 ML	S/ 6.260,6																																				
KOLA REAL NARANJA 450 ML	S/ 6.084,1																																				
KOLA REAL LIMON 450 ML	S/ 8.198,8																																				
ENERGIZANTE 360° 300 ML	S/ 24.975,7																																				
KOLA REAL FRESA 450 ML	S/ 17.047,7																																				
SABOR DE ORO 450 ML	S/ 14.988,2																																				
KOLA REAL PIÑA 450 ML	S/ 25.292,6																																				
KOLA REAL NEGRA 450 ML	S/ 29.832,1																																				
METRICA PRIMARIA: N° palets sin producir / SKU TIPO DE DATO: Discreto FRECUENCIA: Semestre LINEA BASE: 2,53% META: 1,85% LINEA DE TIEMPO: Abril -Junio			METRICA SECUNDARIA: Pérdida Total TIPO DE DATO: Continuo FRECUENCIA: Semestre LINEA BASE: S/. 130.771,55 META: S/. 36.768,41 LINEA DE TIEMPO: Abril - Junio																																		
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y OBJETIVO			CASO DE NEGOCIO																																		
El exceso de llenado de bebida en la línea de producción N°03 tiene como consecuencia un total de 859.317 unidades sin producir, equivalente a un 2,53% siendo el objetivo del proyecto reducir hasta un 1,85%			En la línea de producción N°03 se produce bebidas gasificadas, en el cual se viene realizando un exceso de llenado de bebida por cada sku que se produce en dicha línea, teniendo un equivalente a una pérdida promedio de S/.130.771,55.																																		
CRONOGRAMA DEL PROYECTO:		RESTRICCIONES	RIESGOS DEL PROYECTO	OTROS DIAGNOSTICOS																																	
DEFINIR	15/05/2019 - 15/06/2019																																				
MEDIR	16/06/2019 - 23/06/2019																																				
ANALIZAR	24/06/2019 - 30/06/2019	No aplica	No aplica		No aplica																																
MEJORAR	01/07/2019 - 31/07/2019																																				
CONTROLAR	01/08/2019 - 01/09/2019																																				
APROBACIÓN:		INTERESADOS		EQUIPO DEL PROYECTO																																	
NOMBRE	AREA	NOMBRE	AREA	NOMBRE	AREA																																
Cinthy Añaños	Gerencia General	Cinthy Añaños	Gerencia General	Ricardo Rosales	Mantenimiento																																
Jorge Millones	Gerencia Mejora Continua e Innovación	Jorge Millones	Gerencia Mejora Continua e Innovación	Samantha Alejandro	Producción																																
Fabio Caldas	Jefe de Planta Huaura	Fabio Caldas	Jefe de Planta Huaura	Fernando Medrano	Mantenimiento																																
		César Pérez	Jefe de Producción Planta Huaura																																		
		Roberto Cardenas	Jefe de Mantenimiento Planta Huaura																																		

Diagrama de Proceso

En el Anexo 3 se muestra el diagrama de operaciones del proceso de producción de bebidas carbonatadas.

En la figura 20 se muestra el diagrama SIPOC del proceso de enjuague, llenado y sellado, proceso central de nuestro trabajo de investigación

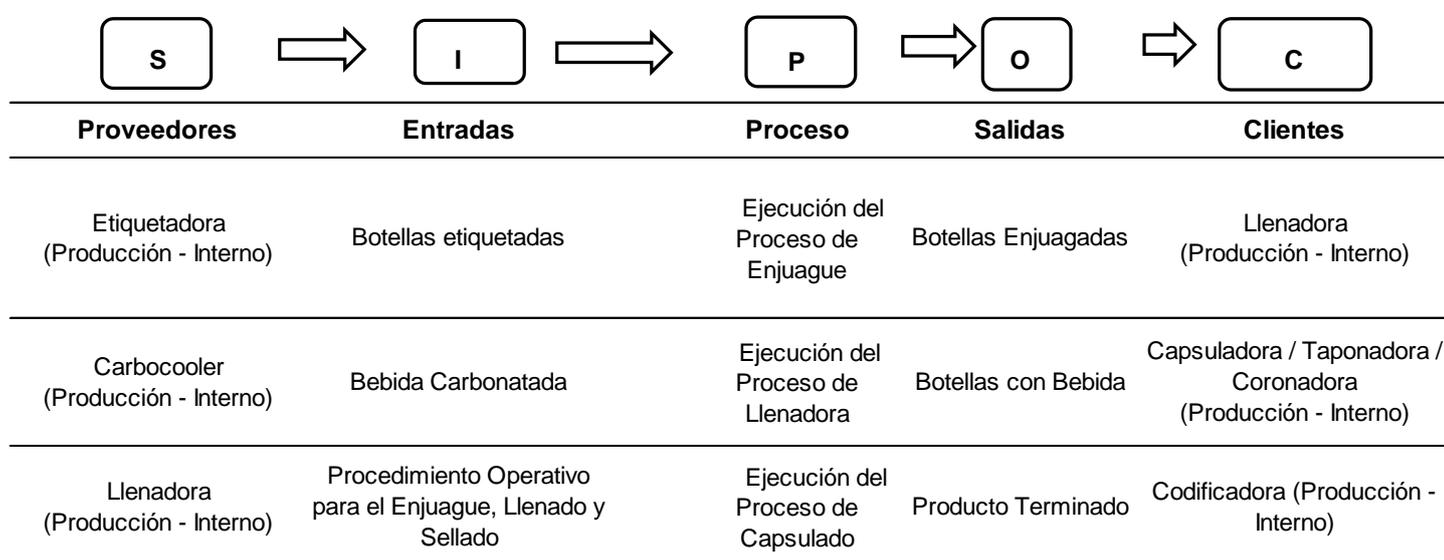


Figura 11. SIPOC enjuague, llenado y sellado

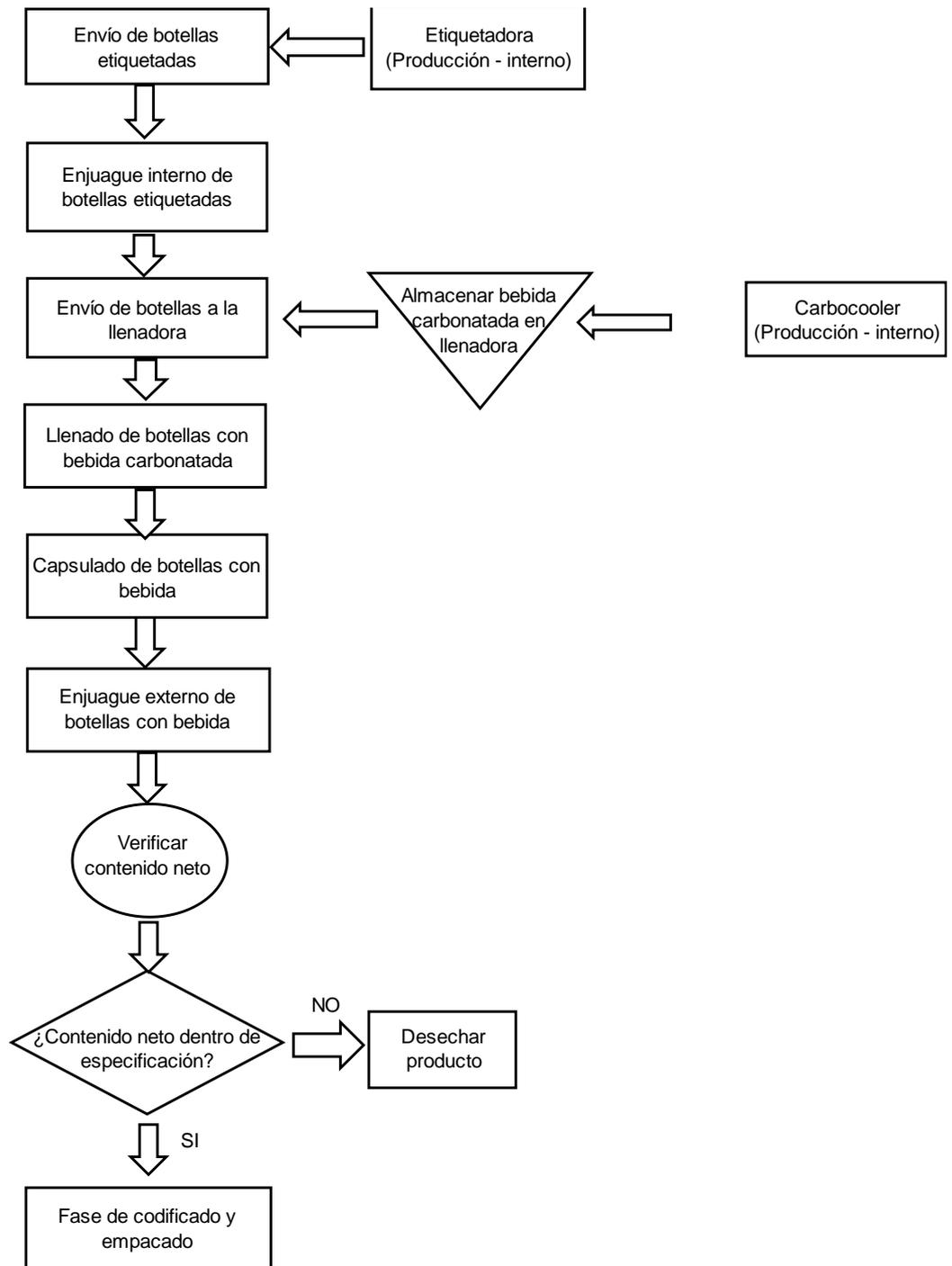


Figura 12. Diagrama detallado del SIPOC figura 11

Definición de CTQ's

En la tabla 4 se muestran la identificación de CTQ's en donde podemos observar que el cliente interno incluye el área de calidad y el área de producción con sus respectivos requerimientos. Para el cliente externo se menciona como cualquier cliente o consumidor de nuestro producto seleccionado para el trabajo de investigación.

Tabla 6

Identificación de CTQ's

Tipo de cliente	Cliente específico	Descripción del CTQ	Requerimientos
Cliente Interno	Área de calidad	Cumplimiento con los requerimientos regulatorios	Botellas envasados bajo los límites de especificación de la norma técnica peruana n° 214.004:1984 (revisado 2012)
	Área de producción	Bebidas con el menor sobrellenado promedio posible	Sobrellenado promedio por frasco = 0.5 - 0.9 ml
Cliente Externo	Cualquier cliente o consumidor que compre gaseosa kola real	Botella de gaseosa con el llenado correcto	Llenado exacto para los distintos formatos de kr

Nota. Identificación de CTQ'S

4.1.1.2 Medir

Dentro de esta segunda etapa, tenemos del anexo 5 al 12 las muestras pre test que nos ayudará a calcular la capacidad de proceso inicial para ver la situación actual de la empresa, pero primero debemos saber si los datos son normales.

Para lo cual hemos realizado la prueba de Anderson Darling en cada uno de los formatos de nuestra investigación y se encontró que los datos no se distribuyen de manera normal al obtener un valor de “p” menor o igual que el valor de significancia a 0,005. Ver las siguientes figuras en donde muestra lo mencionado.

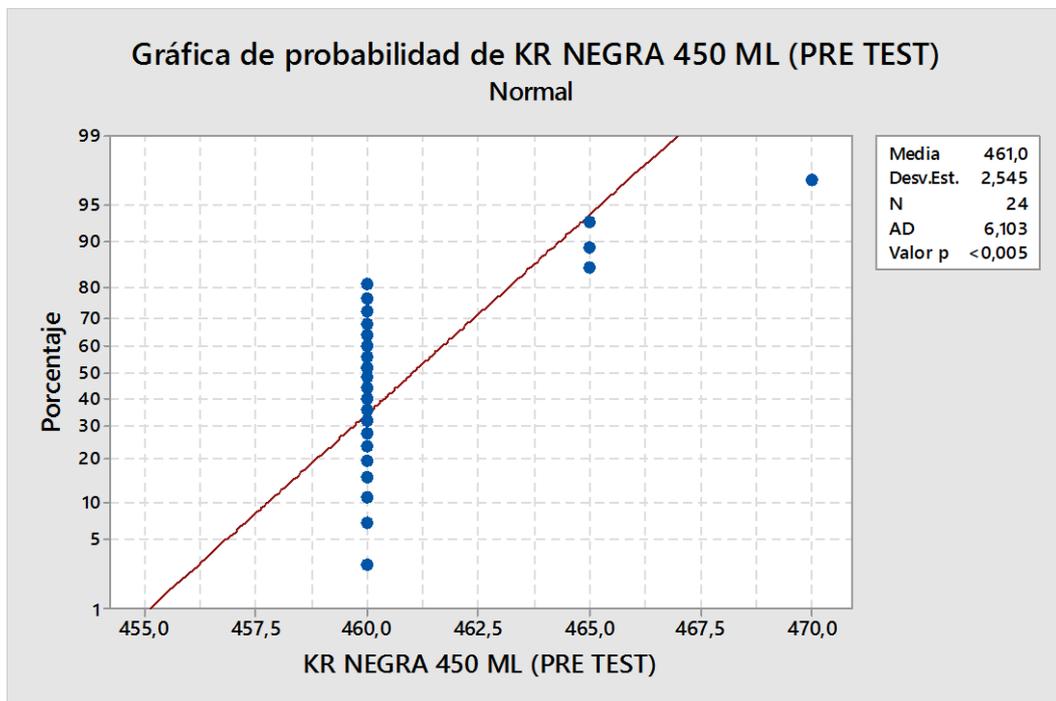


Figura 13. Prueba de normalidad - kr negra 450 ml

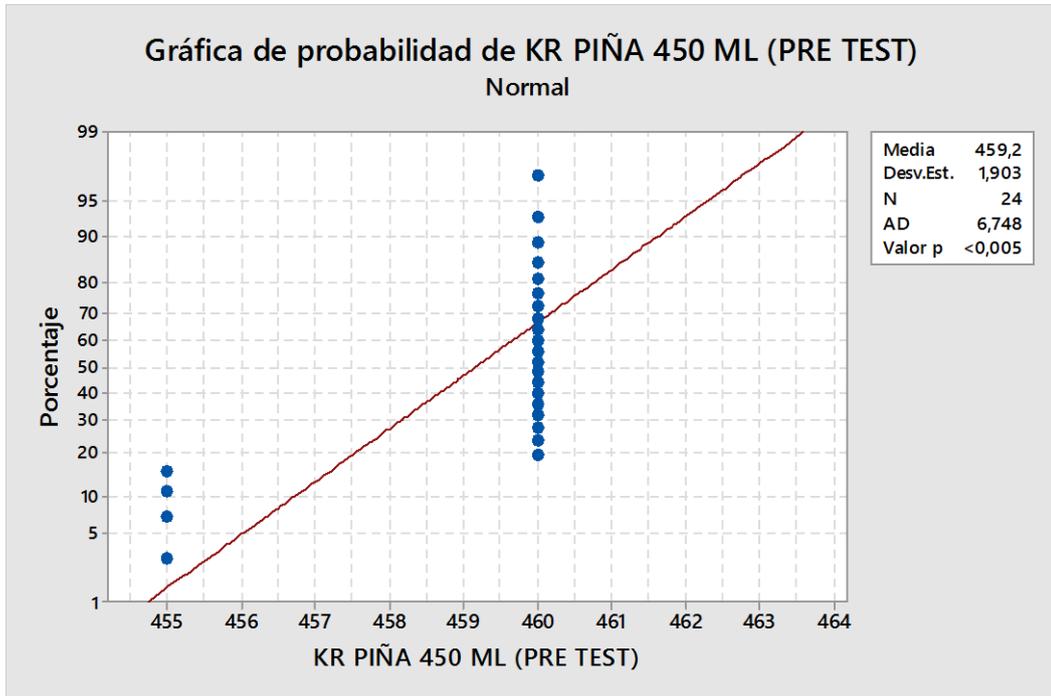


Figura 14. Prueba de normalidad - kr piña 450 ml

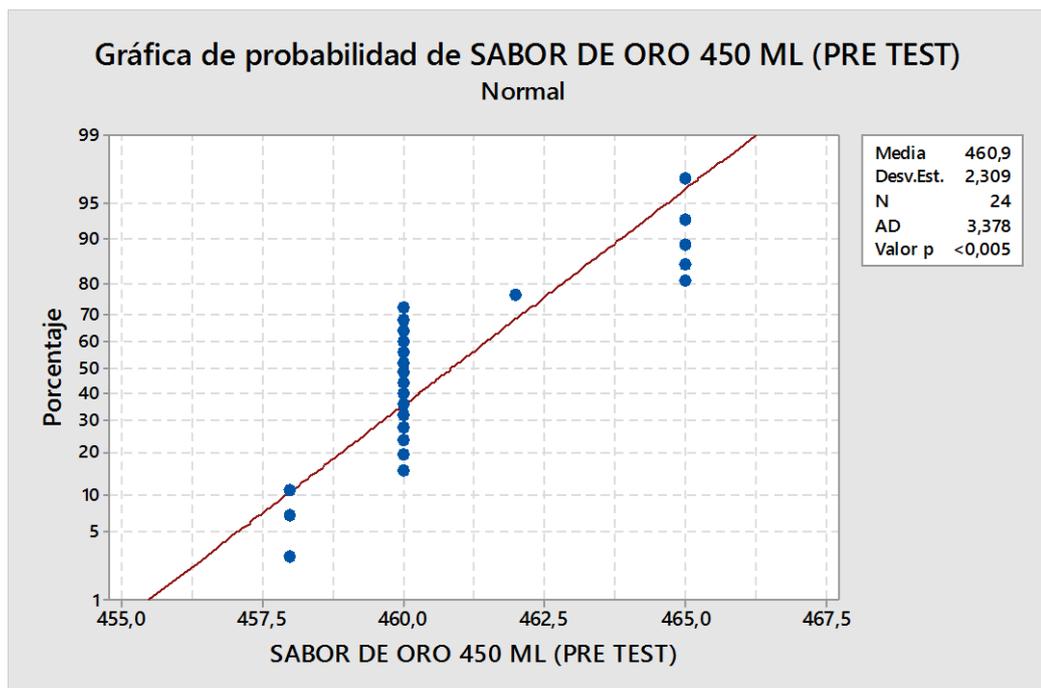


Figura 15. Prueba de normalidad - sabor de oro 450 ml

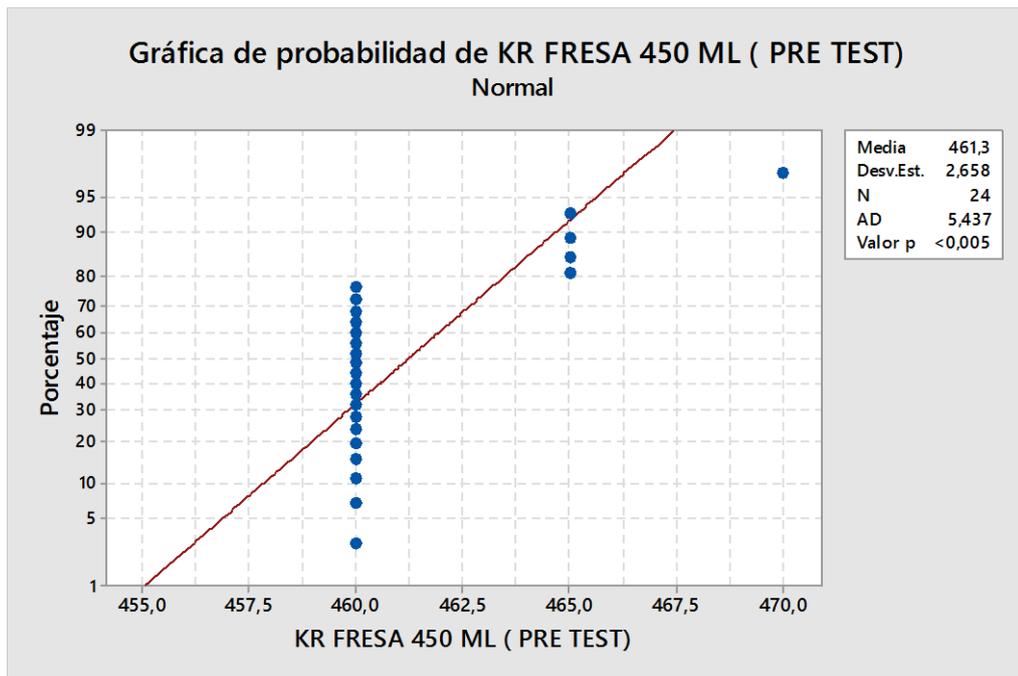


Figura 16. Prueba de normalidad - kr fresa 450 ml

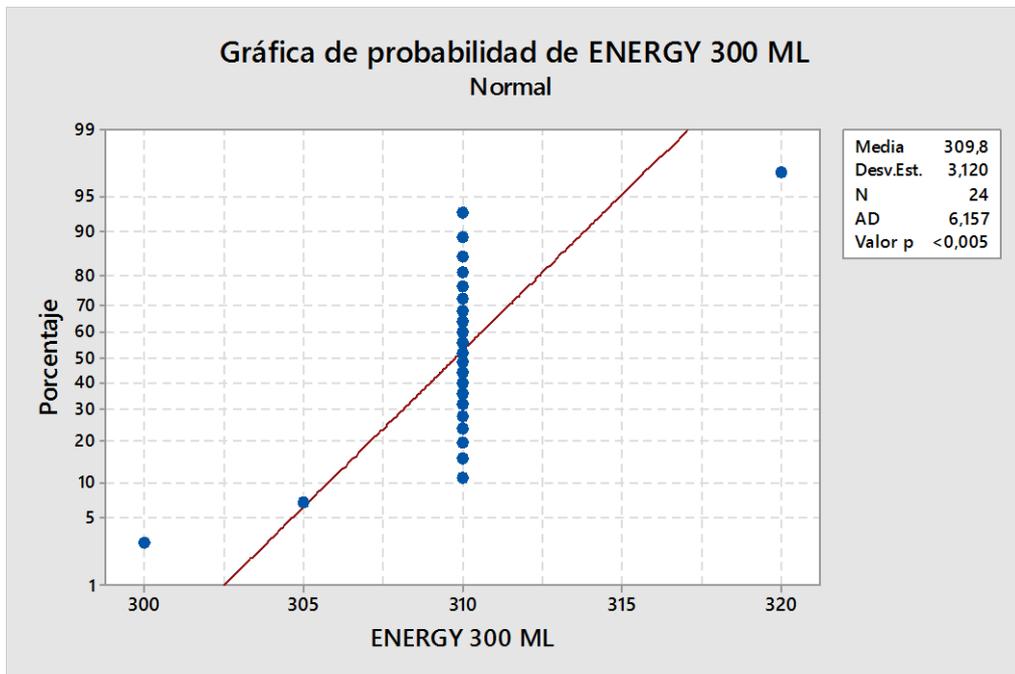


Figura 17. Prueba de normalidad - Energy 300 ml

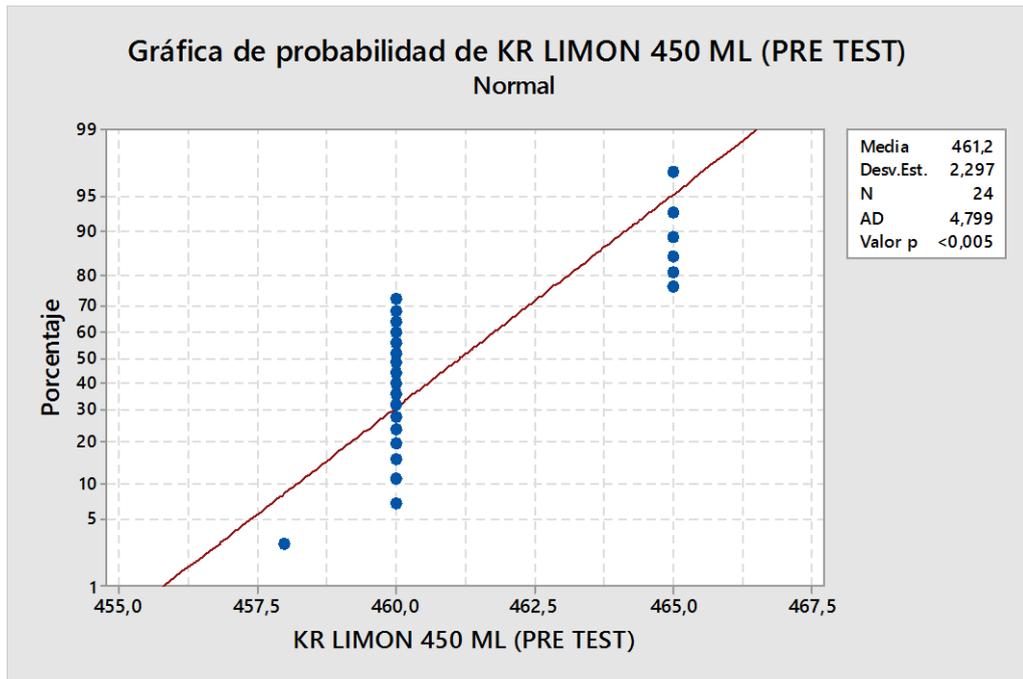


Figura 18. Prueba de normalidad - kr limon 450 ml

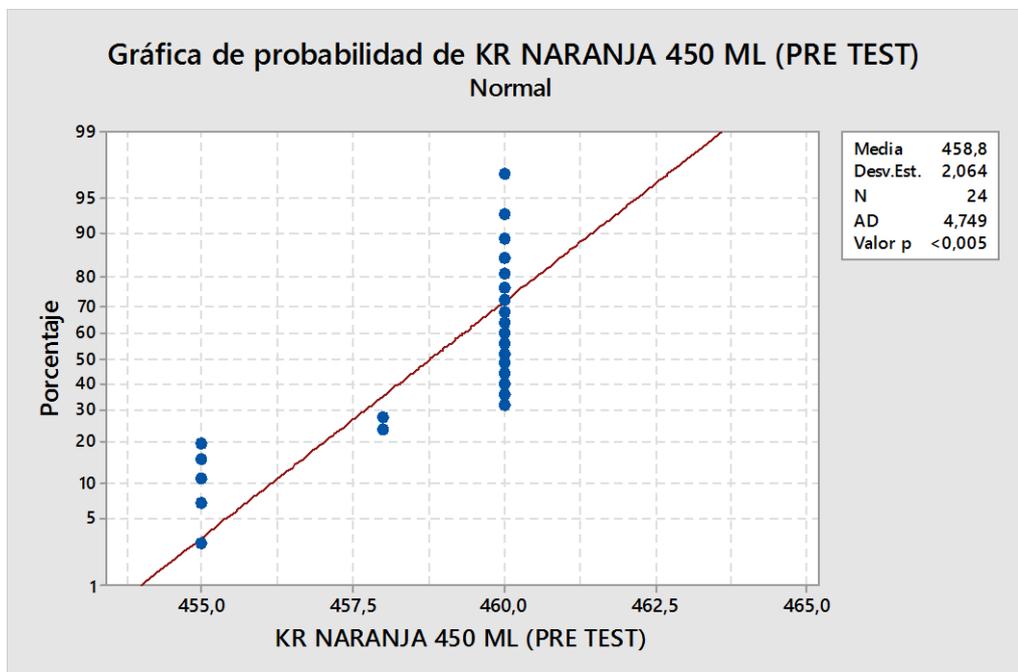


Figura 19. Prueba de normalidad - kr naranja 450 ml

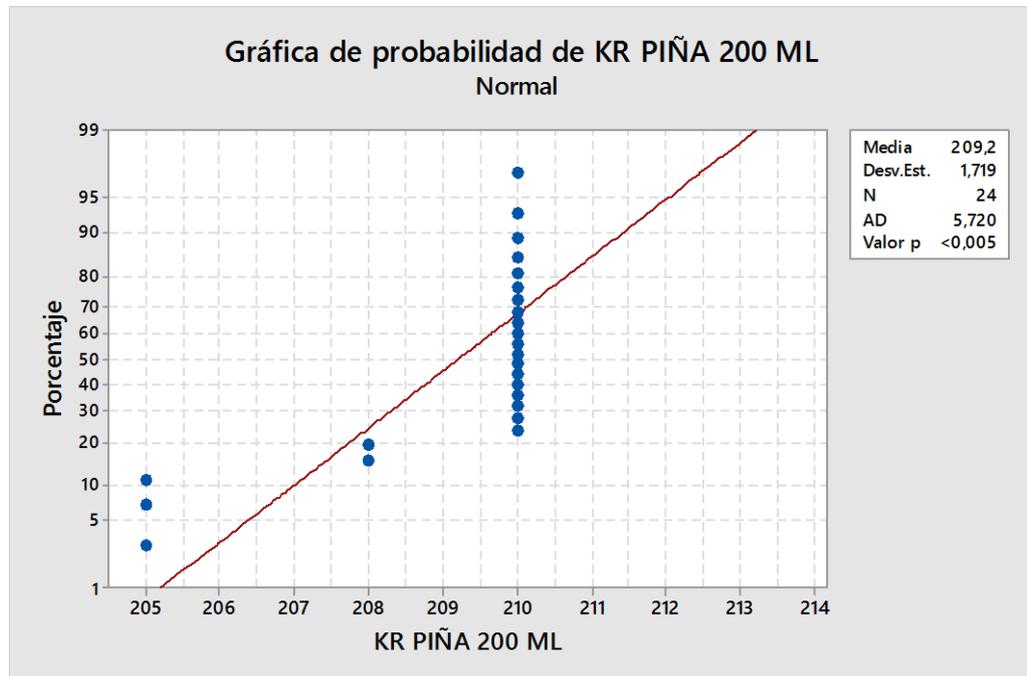


Figura 20. Prueba de normalidad - kr piña 200 ml

Teniendo en cuenta que los datos siguen una distribución no normal, y que no se pueden transformar estos datos para poder seguir con los pasos de una distribución normal, nos hemos dirigido a realizar la capacidad de proceso mediante la distribución log normal para datos no normales, debido a su semejanza entre la media, moda y mediana.

A continuación se mostraran las capacidades de proceso para cada muestra:

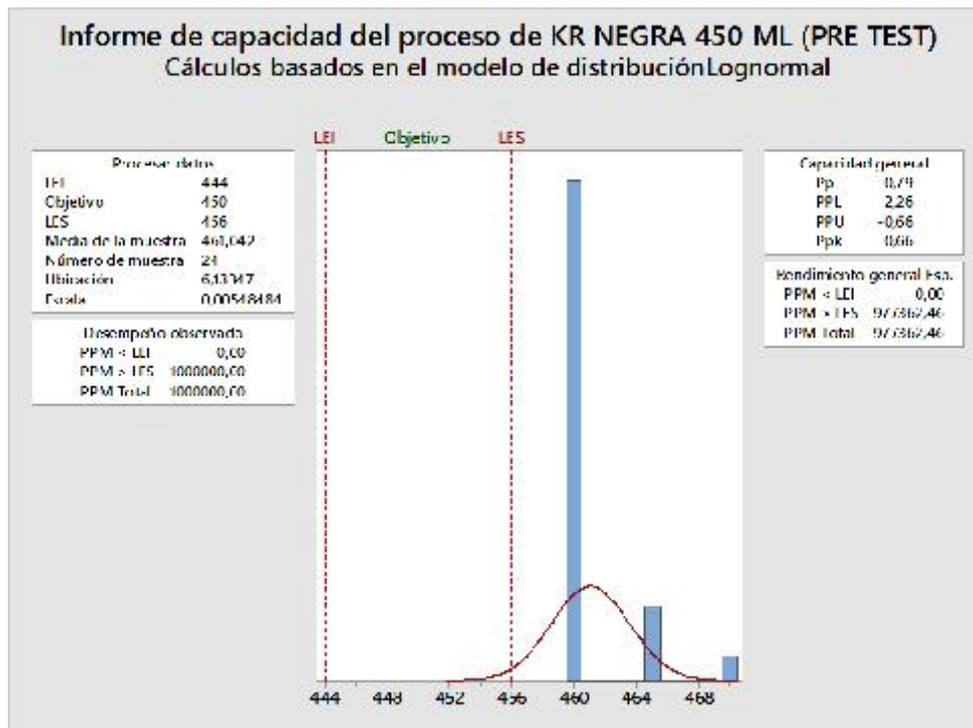


Figura 21. Capacidad de proceso – kr negra 450 ml

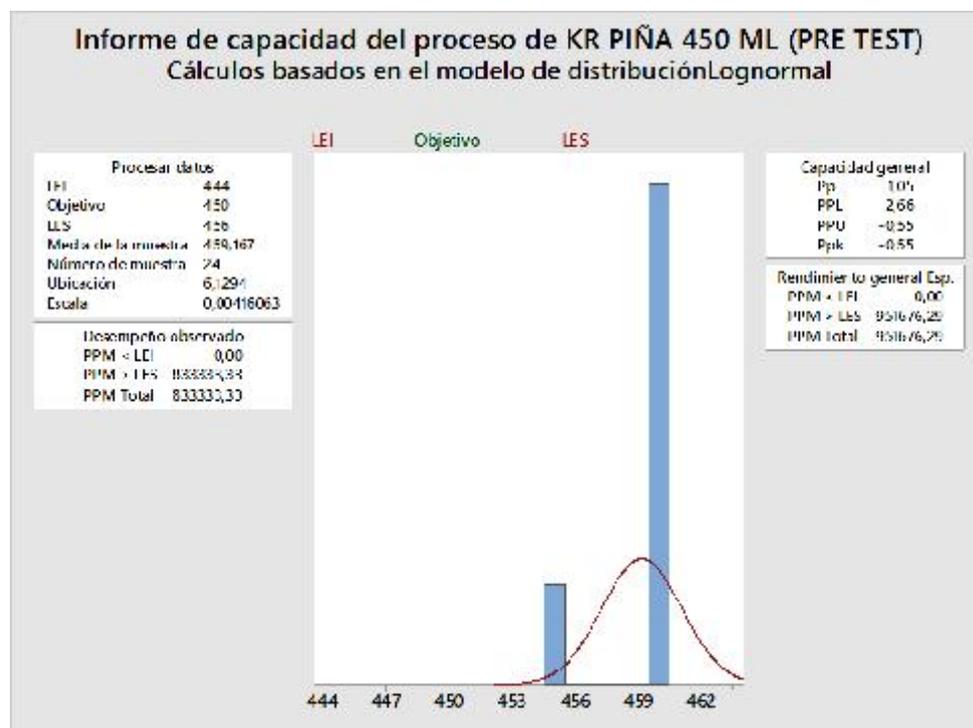


Figura 22. Capacidad de proceso - kr piña 450 ml

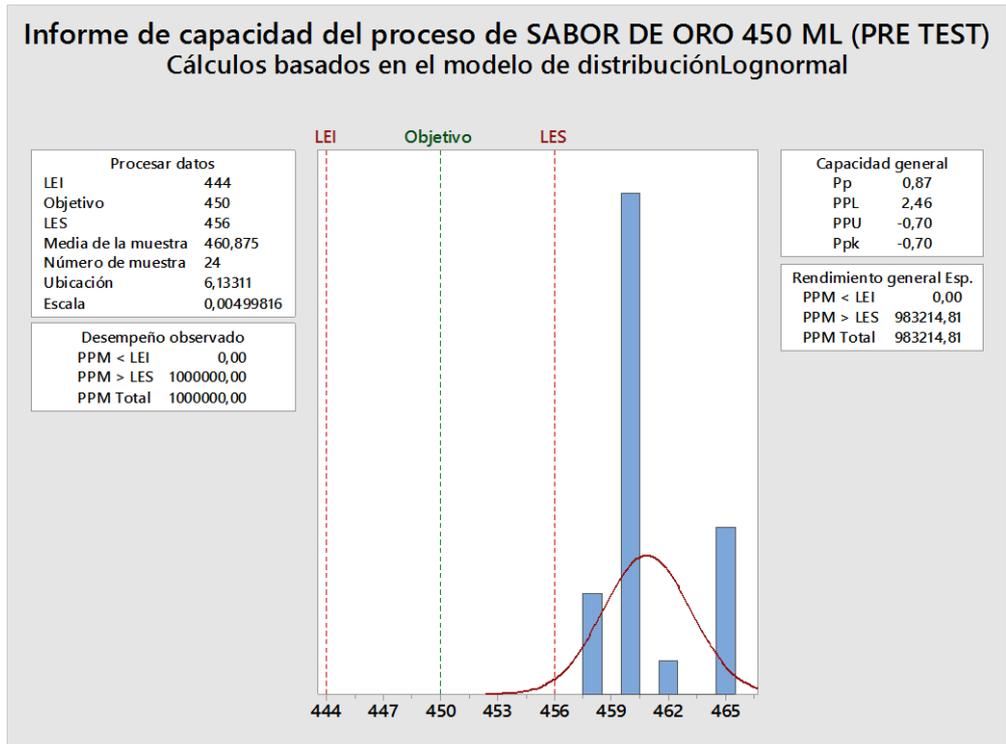


Figura 23. Capacidad de proceso - sabor de oro 450 ml

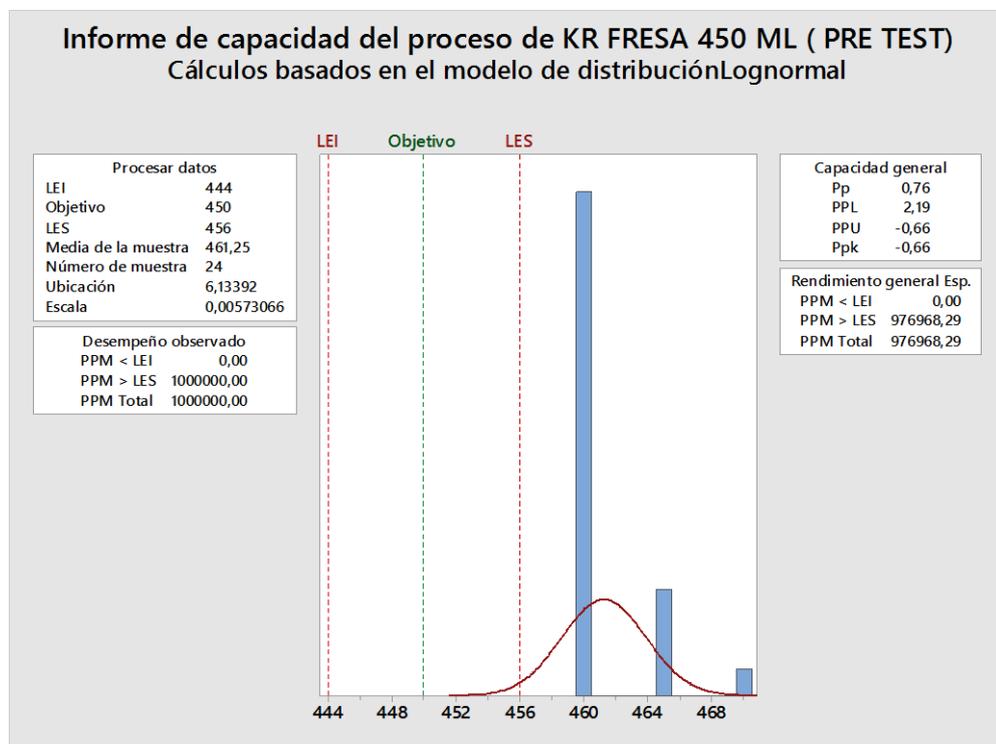


Figura 24. Capacidad de proceso - kr fresa 450 ml

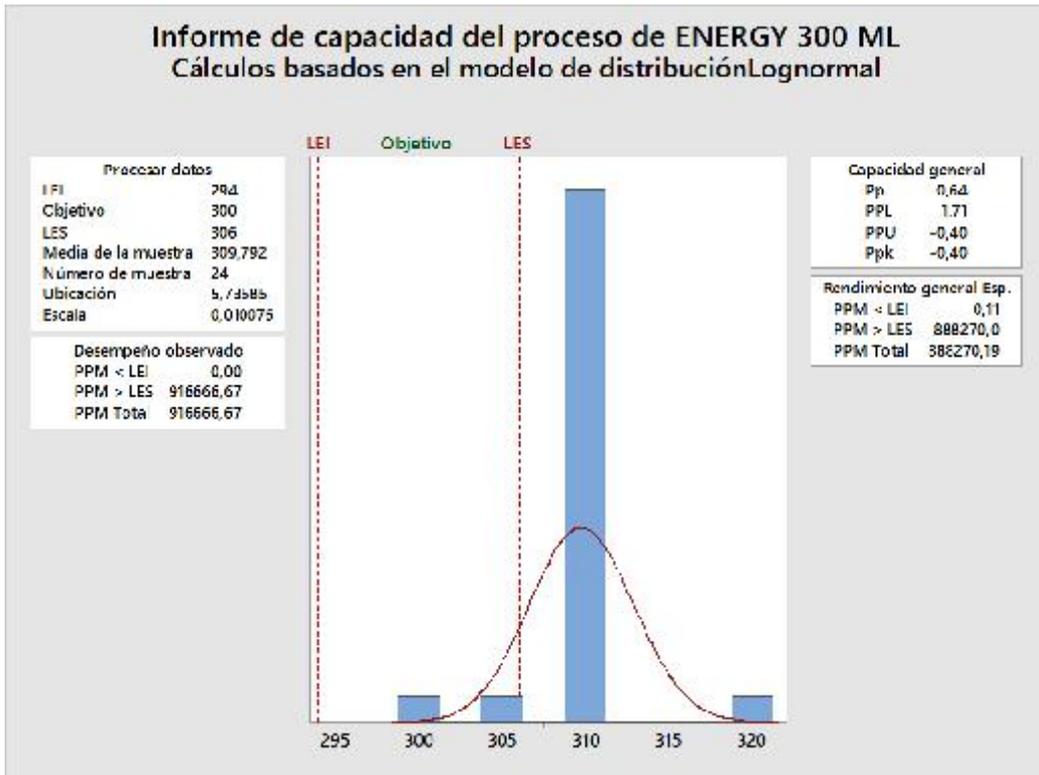


Figura 25. Capacidad de proceso - energy 300 ml

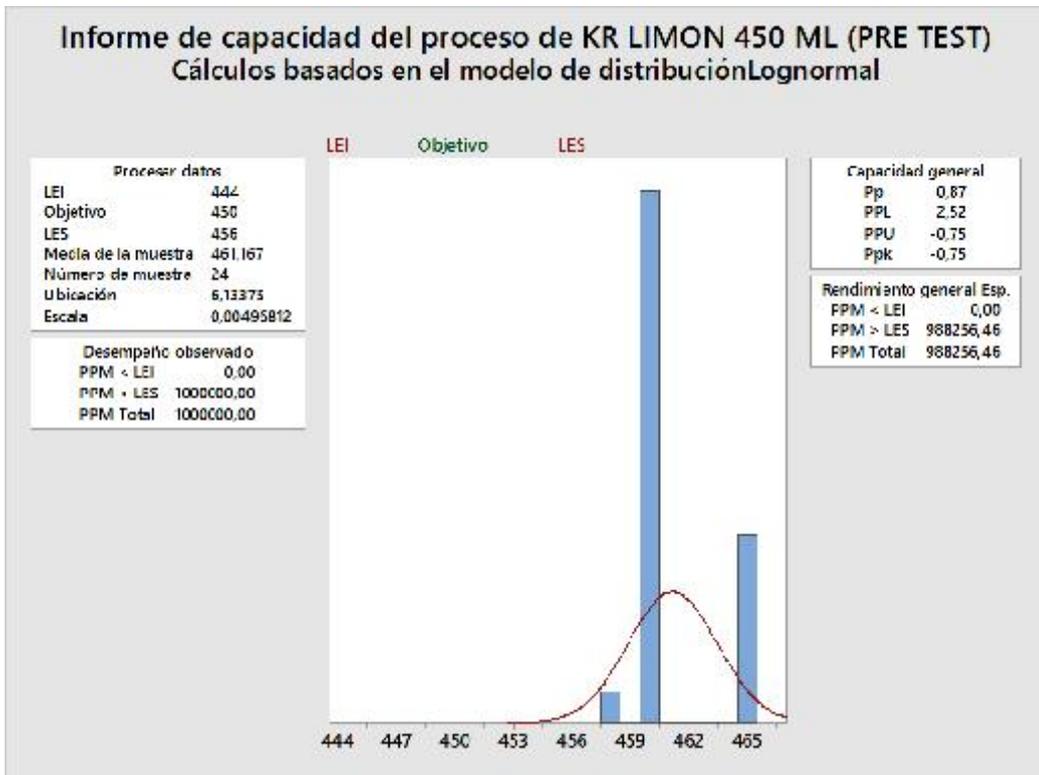


Figura 26. Capacidad de proceso - kr limón 450 ml

Informe de capacidad del proceso de KR NARANJA 450 ML (PRE TEST) Cálculos basados en el modelo de distribución Lognormal

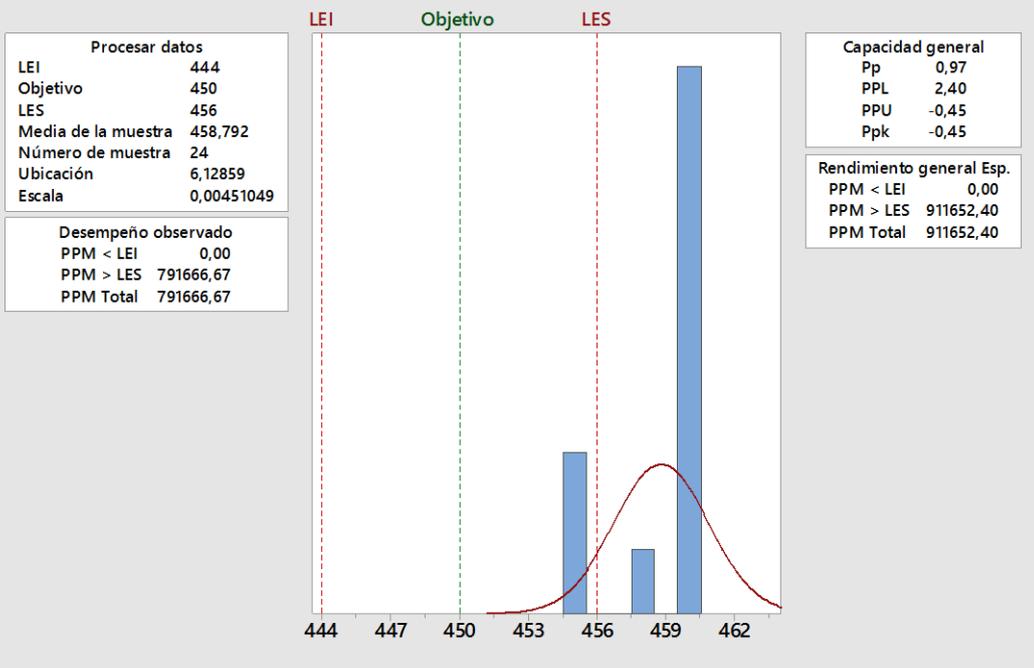


Figura 27. Capacidad de proceso- kr naranja 450 ml

Informe de capacidad del proceso de KR PIÑA 200 ML (PRE TEST) Cálculos basados en el modelo de distribución Lognormal

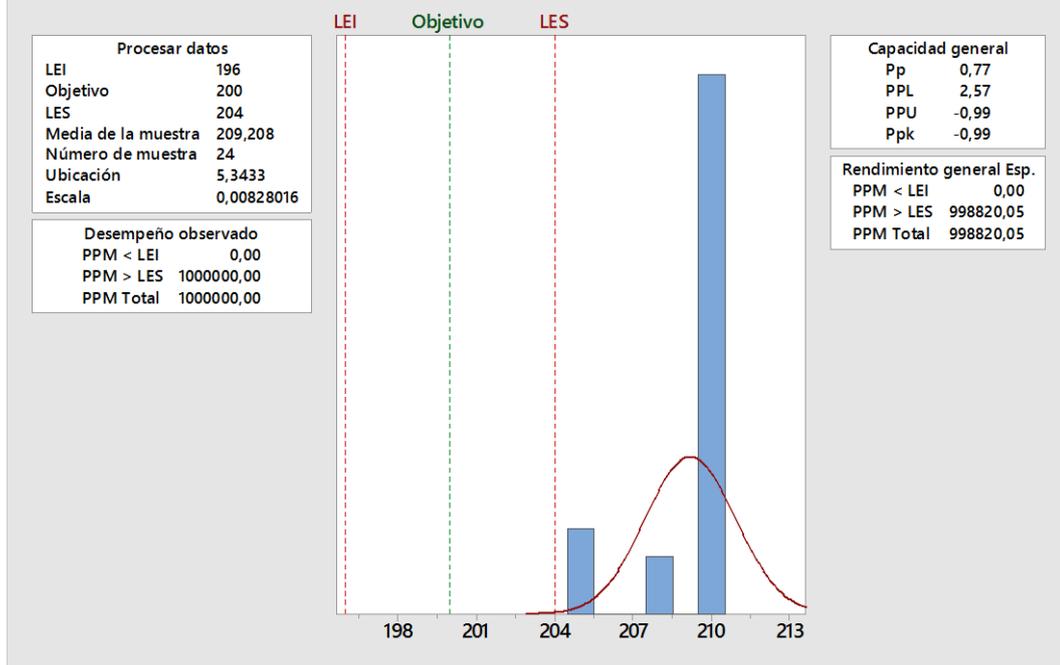


Figura 28. Capacidad de proceso - kr piña 200 ml

De acuerdo a los gráficos de capacidad de proceso para datos no normales que se han mostrado, podemos ver que el PP que es la capacidad general del proceso no llega al mínimo de 1,33 por lo tanto el proceso no es capaz de operar dentro de las especificaciones.

Por otro lado también notamos que nuestro Ppk es menor que 1, por lo que refuerza a lo anterior mostrándonos que tenemos datos fuera del proceso.

4.1.1.3 Analizar

En esta tercera etapa vamos a analizar el nivel Z de la capacidad de proceso hallada en la etapa medir, para luego continuar analizando con la causa raíz y poder encontrar oportunidades de mejoras.

A continuación se describen las actividades de esta fase:

i. Nivel Z de la situación actual de la empresa

En la figura 29, podemos observar el nivel z o sigma de la situación actual o inicial de la empresa, para esta figura tenemos a los formatos sabor de oro 450 ml y kr fresa 450ml para lo cual nos indica un valor sigma de -2.13 y -1.99 respectivamente, por lo cual podemos inferir que el proceso muestra una variación y necesita de mejoras.

Informe de capacidad del proceso de SABOR DE ORO 450; KR FRESA 450 ML

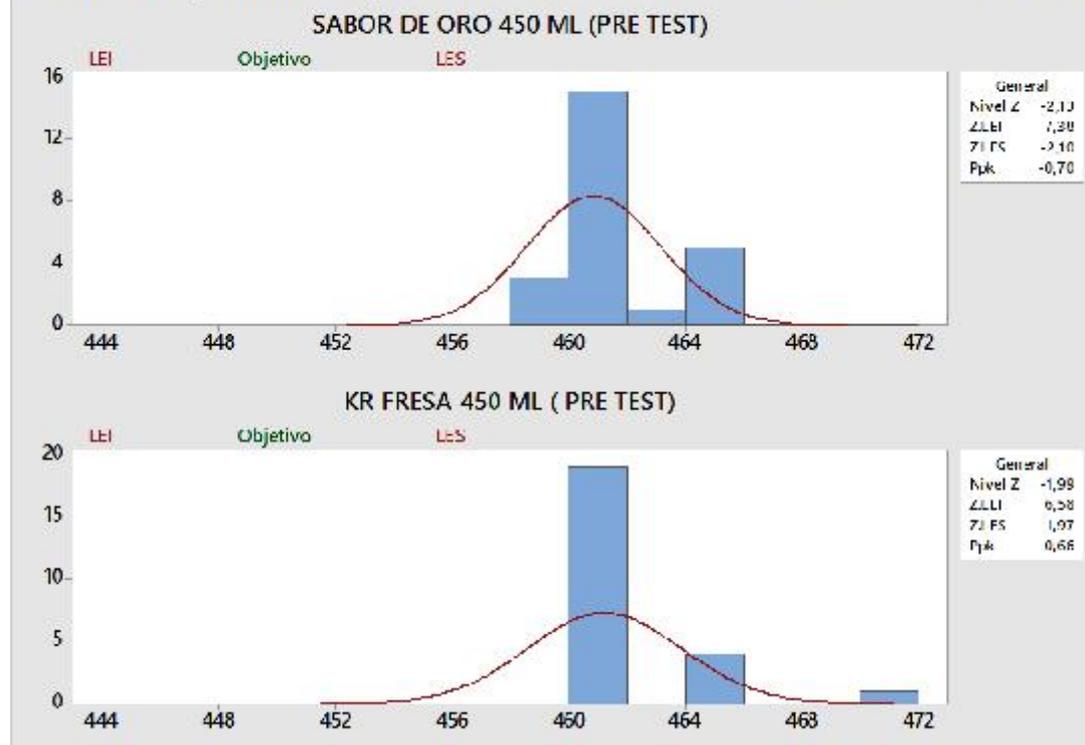


Figura 29. Nivel Z - sabor de oro 450 ml, kr fresa 450 ml

Informe de capacidad del proceso de KR NEGRA 450 ML ; KR PIÑA 450 ML

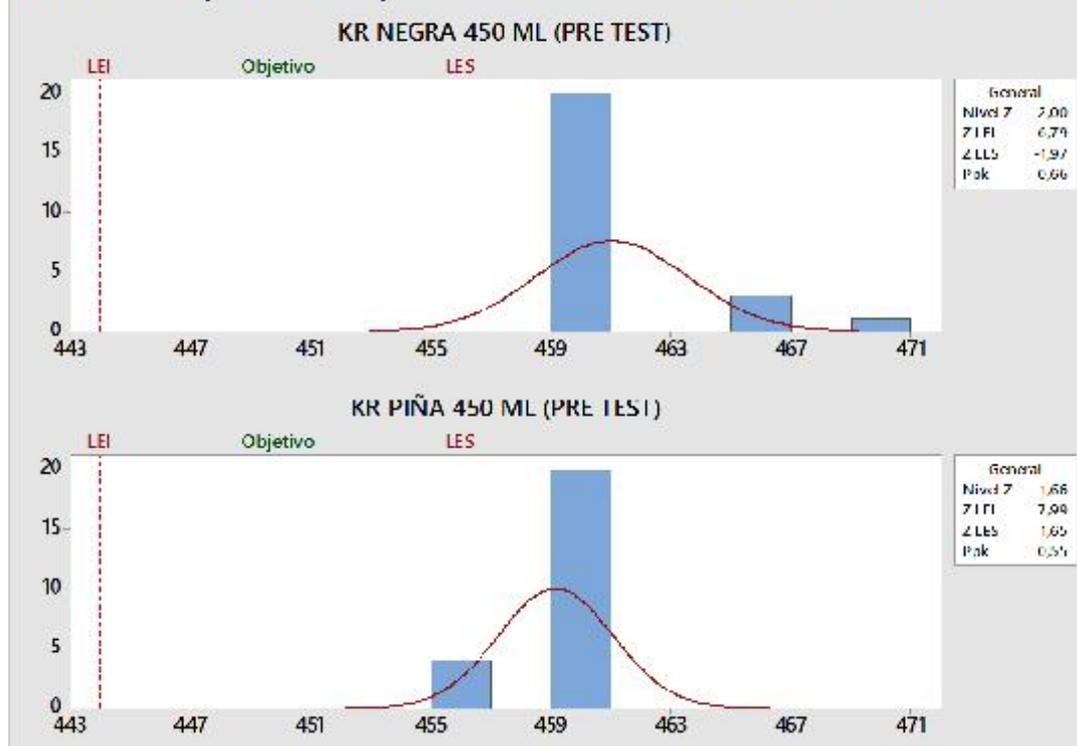


Figura 30. Nivel Z - kr negra y piña 450 ml

Interpretación: En la figura 30 podemos observar el nivel z o sigma de la situación actual o inicial de la empresa, para esta figura tenemos a los formatos de kr negra 450 ml y kr piña 450ml para lo cual nos indica un valor sigma de -2.00 y -1.66 respectivamente, por lo cual podemos inferir que el proceso muestra una variación y necesita de mejoras.

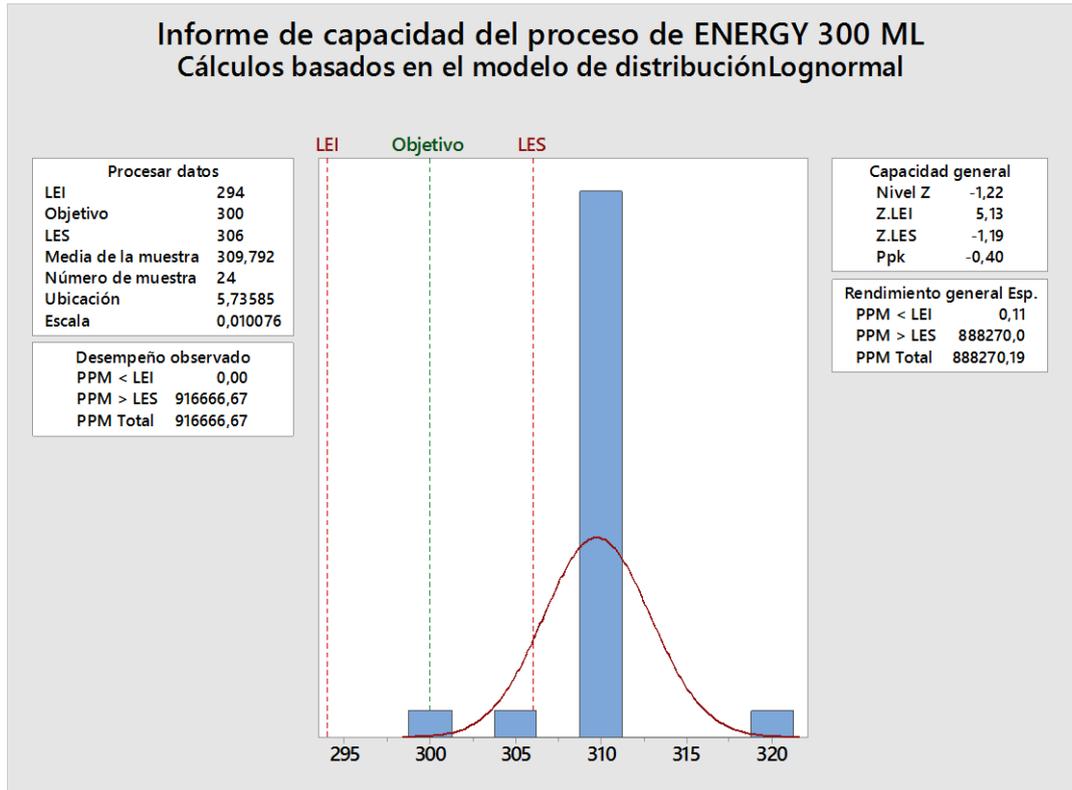


Figura 31. Nivel Z - energy 300 ml

Interpretación: En la figura 31, tenemos al formato de energy 300 ml en donde nos indica un valor sigma de -1.22 y por lo cual podemos inferir que el proceso muestra una variación y necesita de mejoras.

Informe de capacidad del proceso de KR LIMON 450 ML ; KR NARANJA 450 ML

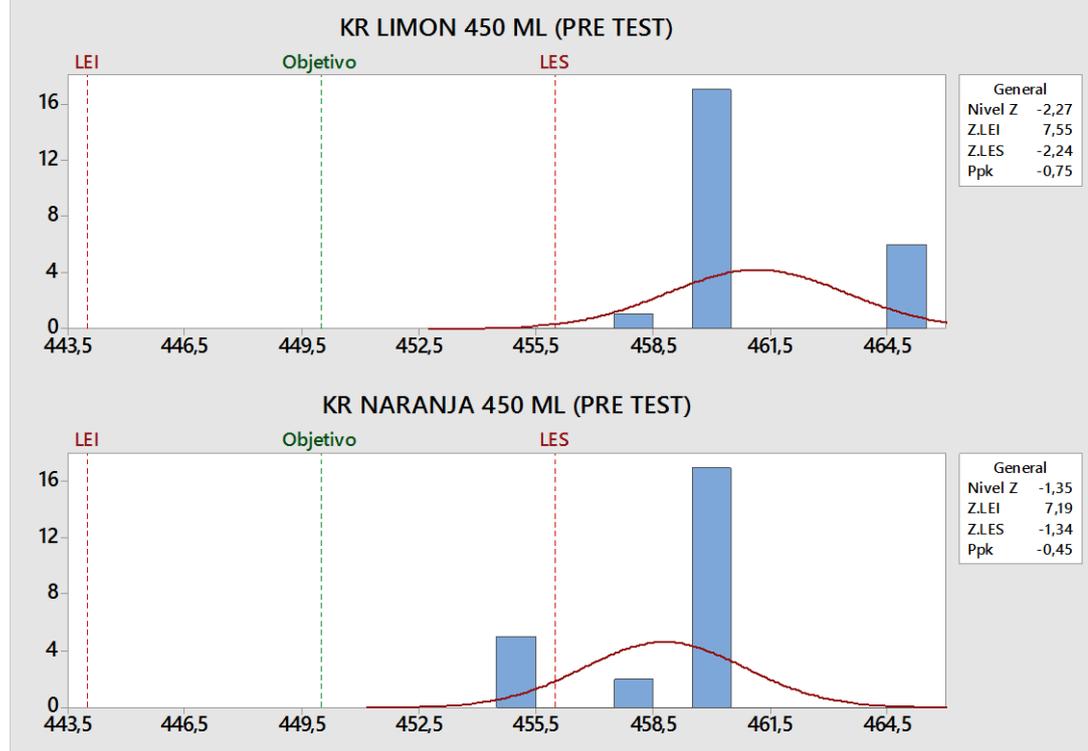


Figura 32. Nivel Z - kr limón 450 ml, kr naranja 450 ml

Interpretación: En la figura 32 podemos observar el nivel z o sigma de la situación actual o inicial de la empresa, para esta figura tenemos a los formatos de kr limón 450 ml y kr naranja 450ml para lo cual nos indica un valor sigma de -2.27 y -1.35 respectivamente, por lo cual podemos inferir que el proceso muestra una variación y necesita de mejoras.

Informe de capacidad del proceso de KR PIÑA 200 ML (PRE TEST) Cálculos basados en el modelo de distribución Lognormal

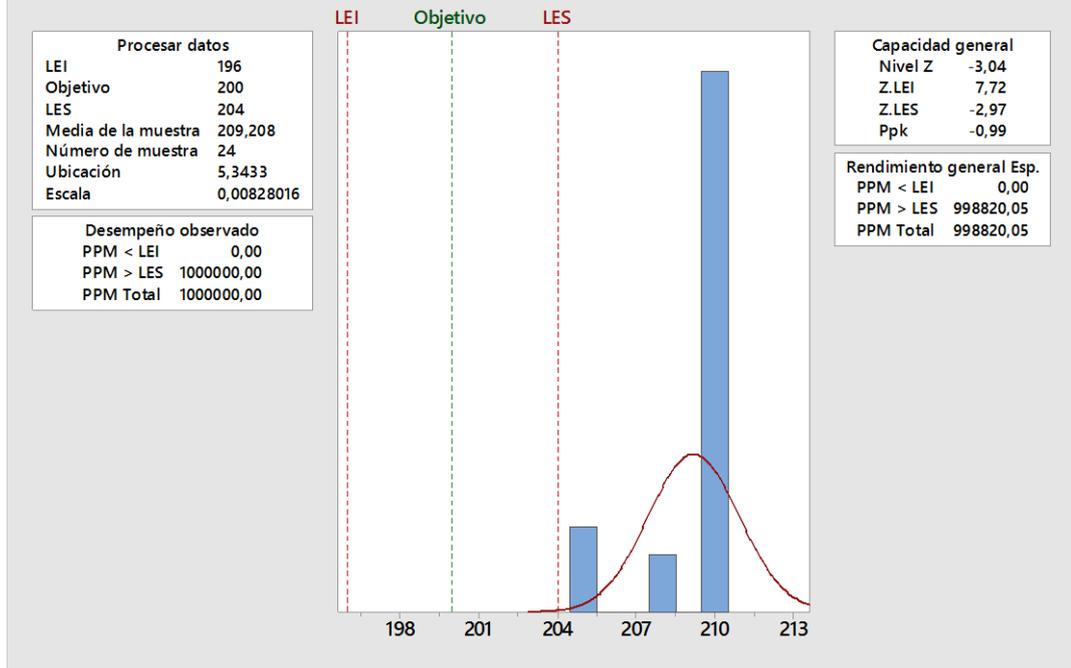


Figura 33. Nivel Z - kr piña 200 ml

Interpretación: En la figura 33, tenemos al formato de energy 300 ml en donde nos indica un valor sigma de -1.22 y por lo cual podemos inferir que el proceso muestra una variación y necesita de mejoras.

ii. Pareto

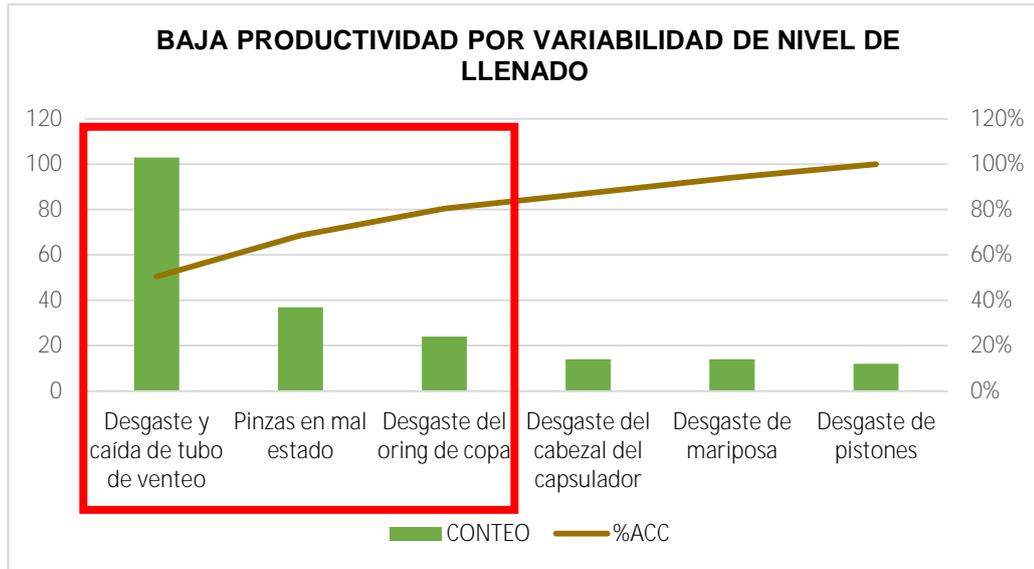


Figura 34. Pareto de baja productividad en la línea 3 de producción

Tabla 7

Causas principales de la baja de productividad

Causas	Conteo	%Acc
Desgaste y caída de tubo de venteo	103	50%
Pinzas en mal estado	37	69%
Desgaste del oring de copa	24	80%
Desgaste del cabezal del capsulador	14	87%
Desgaste de mariposa	14	94%
Desgaste de pistones	12	100%

Nota. Causas de baja productividad

Como podemos ver en la figura 34 y en la tabla 7, se muestran las causas principales que ocasionan una baja productividad y variabilidad del nivel de llenado en la máquina, usando la gráfica de Pareto se muestra que de acuerdo al 80/20, seleccionamos las 3 primeras causas para poder darle solución a este problema general.

Componentes de la llenadora identificados como causas principales

- Desgaste de tubo de venteo



Figura 35. Tubo de venteo

- Pinzas en mal estado



Figura 36. Pinzas de llenadora

- Cabezal de capsulador



Figura 37. Cabezal de capsulador

- Desgaste de Oring de copa



Figura 38. Oring de copa

- Desgaste de mariposas



Figura 39. Mariposas

- Desgaste de pistones



Figura 40. Pistones de llenadora

iii. Diagrama causa – efecto

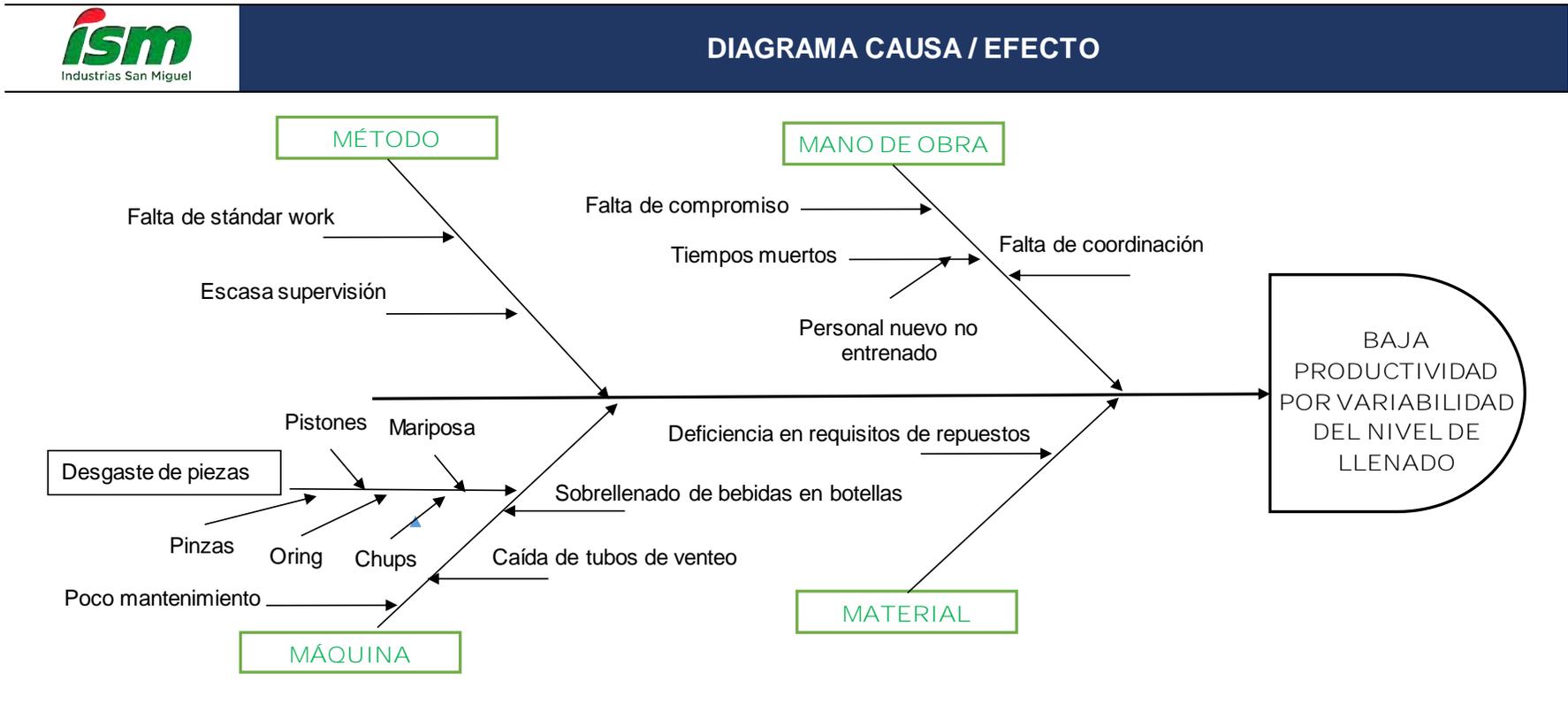


Figura 41. Diagrama de Ishikawa

iv. Los cinco ¿por qué?

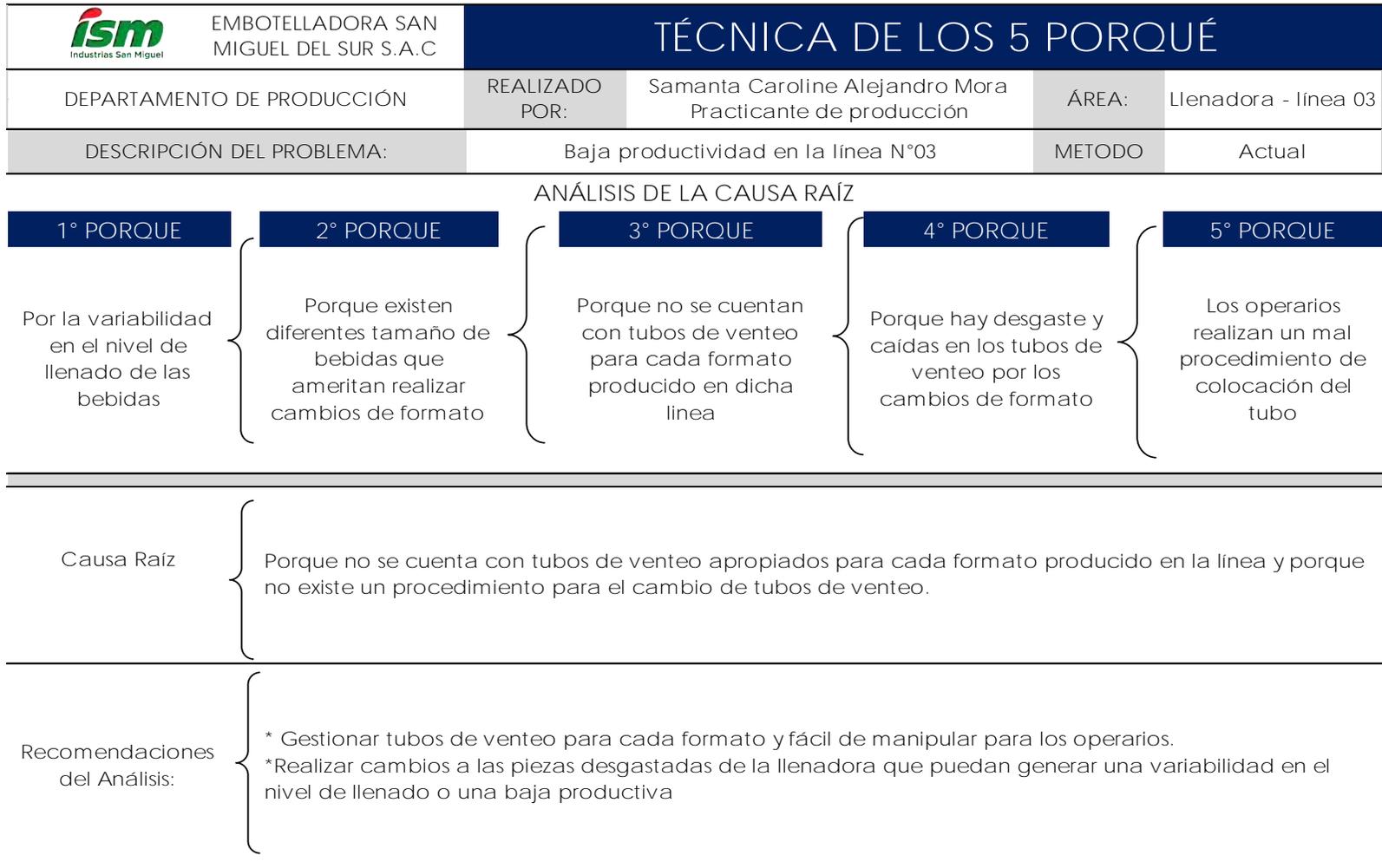


Figura 42. Los cinco ¿por qué?

4.1.1.4 Mejorar

Dentro de esta cuarta etapa, aplicaremos las propuestas de mejoras para poder contra-restar las causas que conllevan a la baja productividad de la línea de producción N° 03.

Como parte de esta etapa se aplicó el sistema poka yoke, que es un sistema a prueba de errores, como sabemos de acuerdo a la matriz de los cinco porqué, pudimos ver que la causa raíz de la mayor variación que provoca sobre el nivel de llenado, son los tubos de venteo, puesto que los operarios se encargan de realizar los cambios de formatos, estos no realizan un buen procedimiento de colocación, el cual genera que los tubos de venteo se desgasten y pierdan el hilo para enroscar a la válvula de llenado y provoque la caída de estos durante la producción.

A continuación en la figura 43, se muestra el antes de la válvula de llenado comprendido en vástago y tubo de venteo en la línea de producción N° 03.



Figura 43. Válvula de llenado - tubo de venteo

Al aplicarse el sistema poka yoke se gestionaron por parte del área de producción en conjunto con el área de mantenimiento un nuevo modelo de válvula de llenado que comprende el vástago y tubo de venteo.

En la figura 44 se muestra el nuevo modelo en el cuál el nuevo tubo de venteo es de un acople rápido en donde los operarios ya no tendrán que enroscar el tubo sino aplicando presión este tubo se colocará rápidamente.



Figura 44. Válvula de llenado y tubo de venteo con acople rápido

Habiéndose implementado este sistema a prueba de errores el día 20 de Junio del 2019 procederemos a tomar muestras post test para poder ver los resultados de mejora y comparar con los resultados pre test.

Las muestras post test se muestran en el Anexo 13 al Anexo 20, el cual nos servirán para poder calcular el nuevo nivel Z o sigma de la capacidad de proceso que se mostraran a continuación.

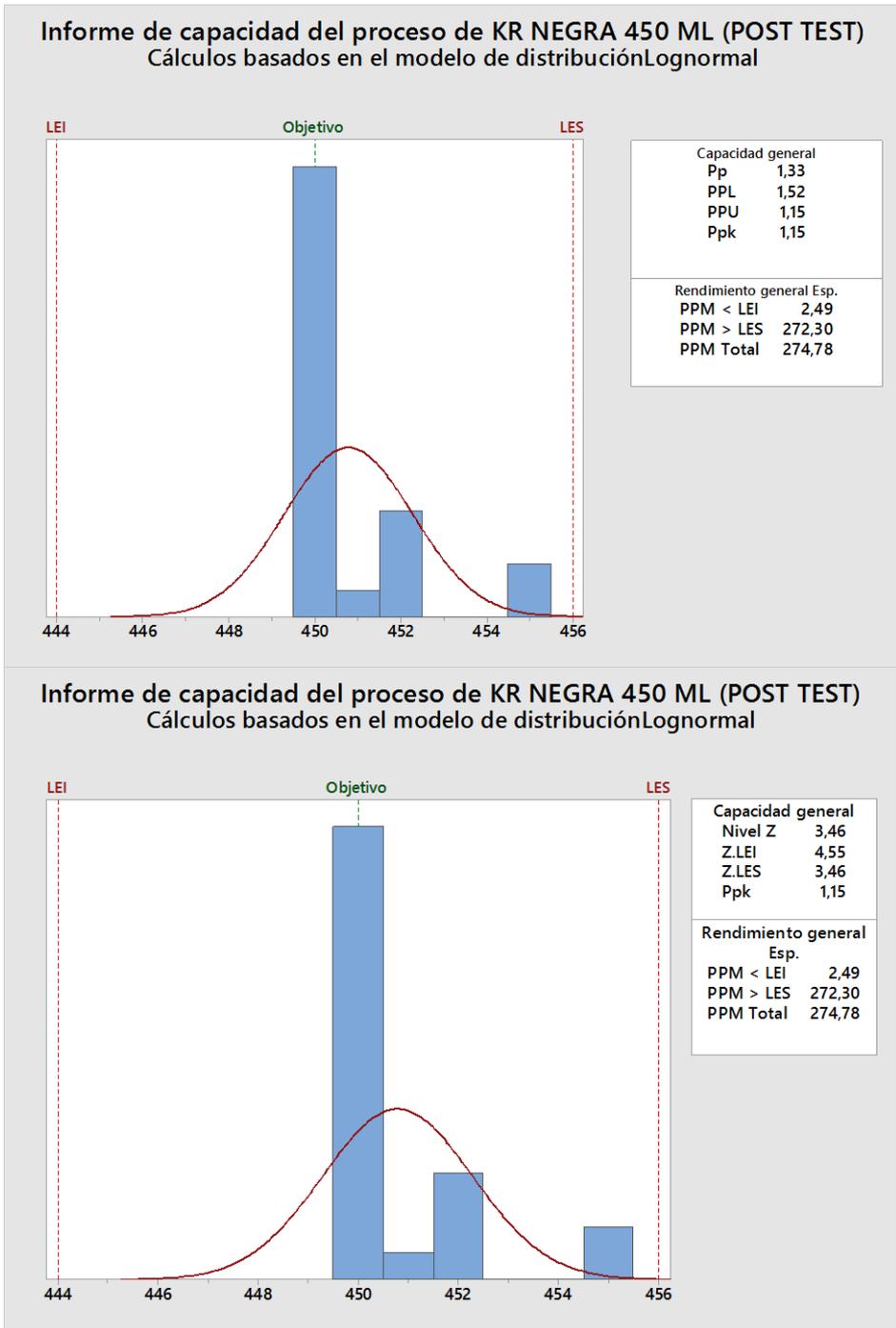


Figura 45. kr negra 450 ml nivel sigma y capacidad de proceso final

Interpretación: De acuerdo a la gráfica, para la muestra post test tenemos como nivel sigma 3,46. Y como capacidad de proceso podemos ver de acuerdo al Pp y Ppk con datos de 1,33 y 1,15 respectivamente que nuestro proceso es capaz de operar dentro de las especificaciones dadas.

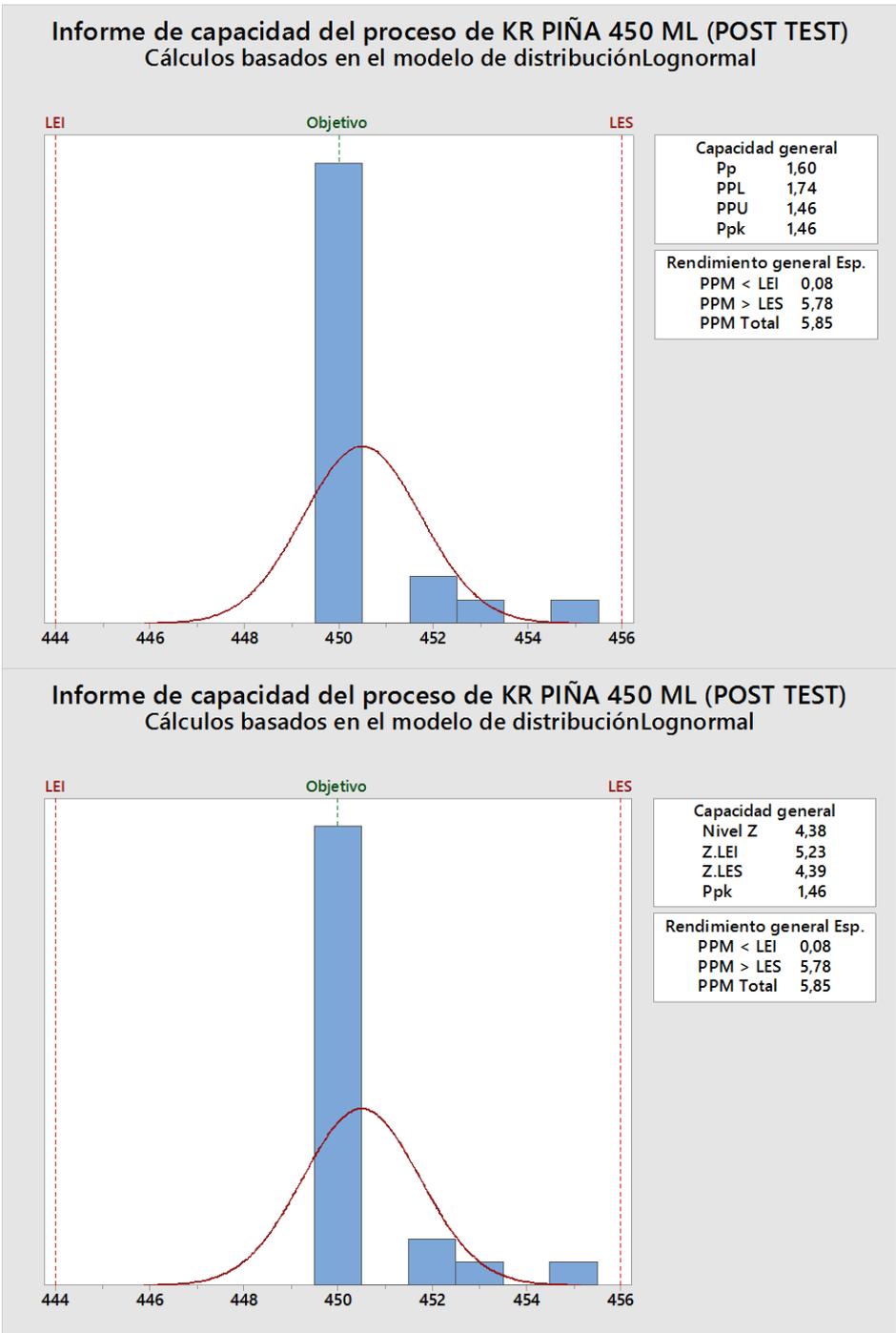


Figura 46. kr negra 450 ml nivel sigma y capacidad de proceso final

Interpretación: De acuerdo a la gráfica, para la muestra post test tenemos como nivel sigma 4,38. Y como capacidad de proceso podemos ver de acuerdo al Pp y Ppk con datos de 1,60 y 1,46 respectivamente que nuestro proceso es capaz de operar dentro de las especificaciones dadas.

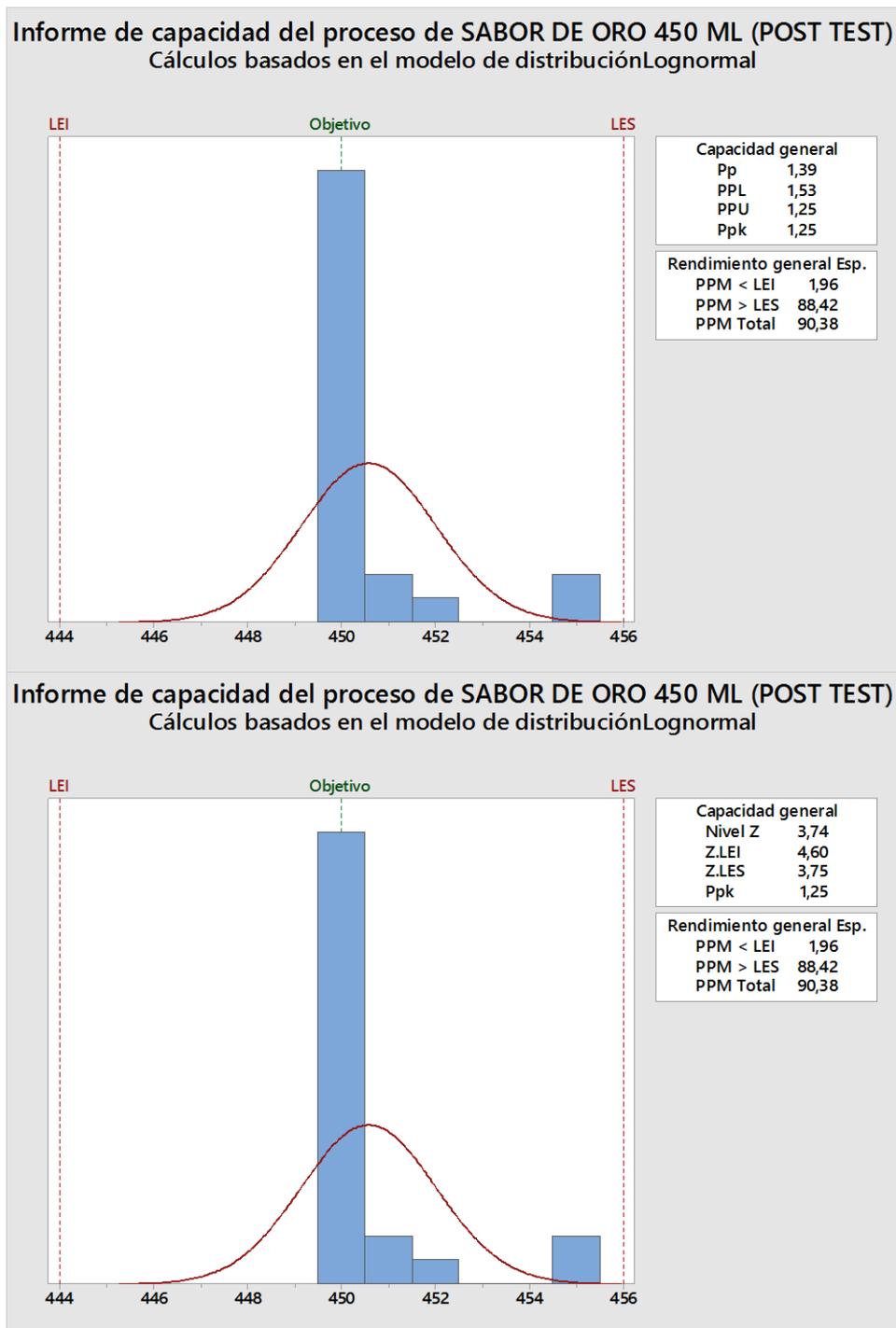


Figura 47. Sabor de oro 450 ml nivel sigma y capacidad de proceso final

Interpretación: De acuerdo a la gráfica, para la muestra post test tenemos como nivel sigma 3,74. Y como capacidad de proceso podemos ver de acuerdo al Pp y Ppk con datos de 1,39 y 1,25 respectivamente que nuestro proceso es capaz de operar dentro de las especificaciones dadas.

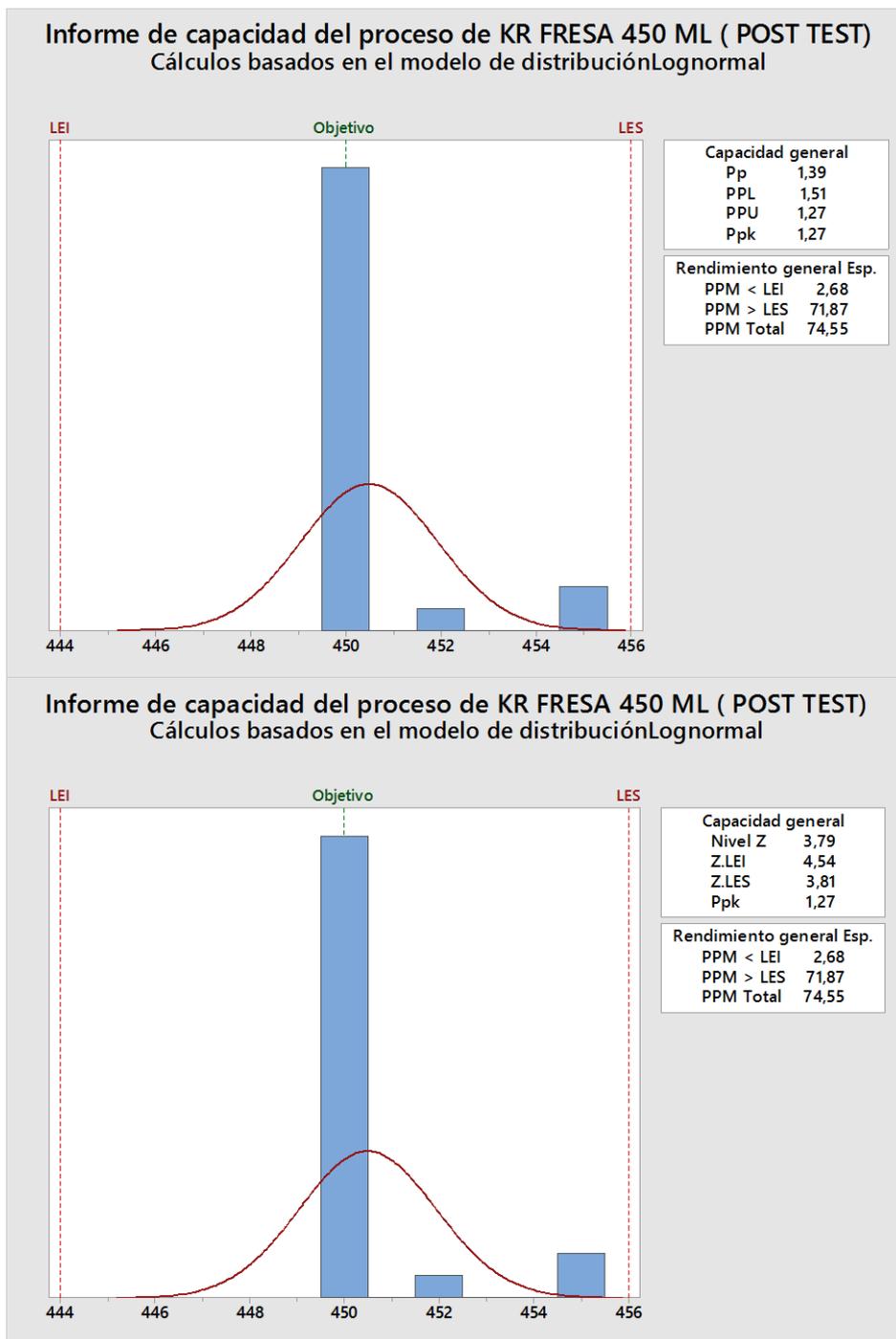


Figura 48. kr fresa 450 ml nivel sigma y capacidad de proceso final

Interpretación: De acuerdo a la gráfica, para la muestra post test tenemos como nivel sigma 3,79. Y como capacidad de proceso podemos ver de acuerdo al Pp y Ppk con datos de 1,39 y 1,51 respectivamente que nuestro proceso es capaz de operar dentro de las especificaciones dadas.

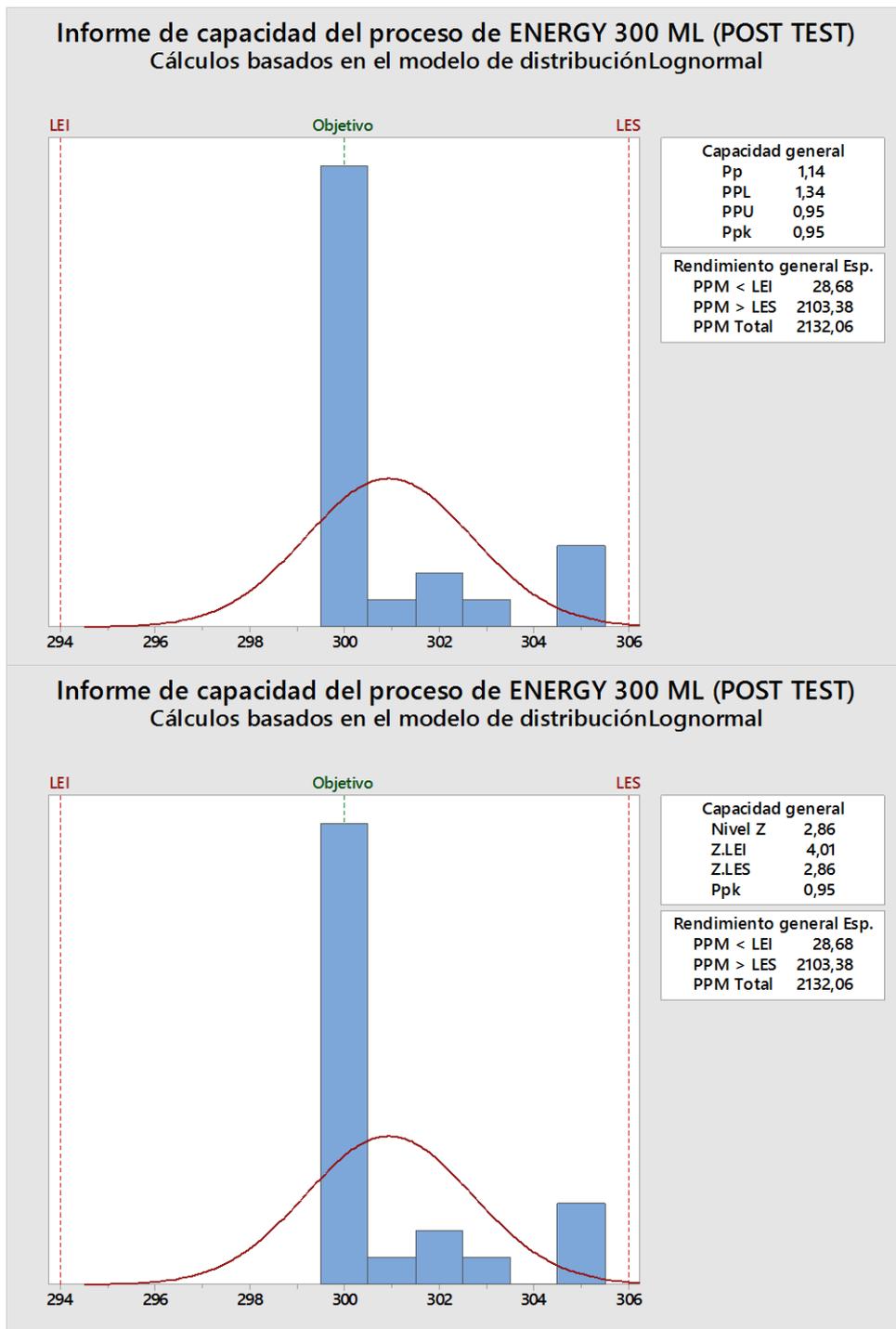


Figura 49. energy 360° 300 ml nivel sigma y capacidad de proceso final

Interpretación: De acuerdo a la gráfica, para la muestra post test tenemos como nivel sigma 2,86. Y como capacidad de proceso podemos ver de acuerdo al Pp y Ppk con datos de 1,34 y 0,95 respectivamente que nuestro proceso es capaz de operar dentro de las especificaciones dadas.

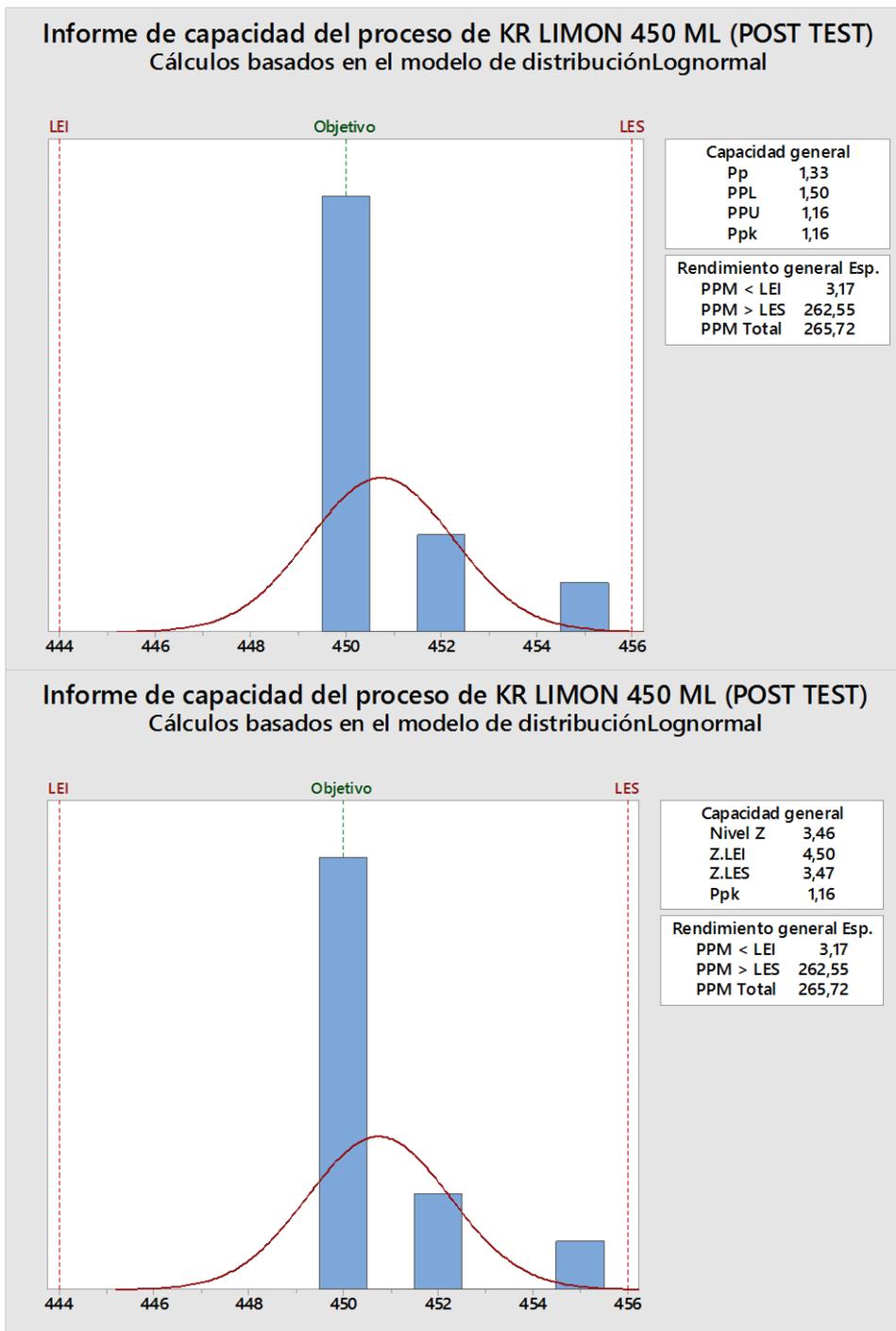


Figura 50. kr limón 450 ml nivel sigma y capacidad de proceso final

Interpretación: De acuerdo a la gráfica, para la muestra post test tenemos como nivel sigma 3,46. Y como capacidad de proceso podemos ver de acuerdo al Pp y Ppk con datos de 1,33 y 1,16 respectivamente que nuestro proceso es capaz de operar dentro de las especificaciones dadas.

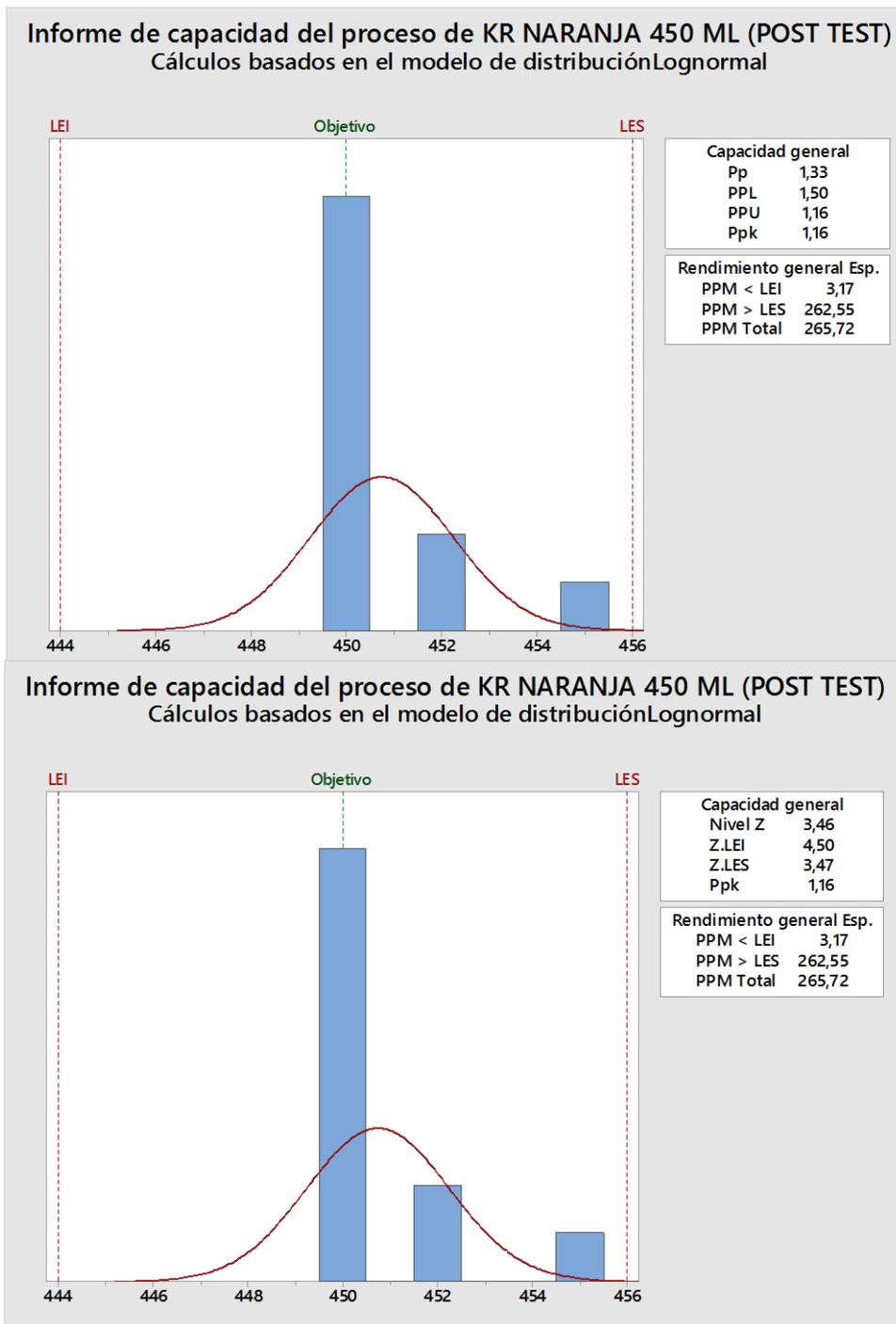


Figura 51. kr naranja 450 ml nivel sigma y capacidad de proceso final

Interpretación: De acuerdo a la gráfica, para la muestra post test tenemos como nivel sigma 3,46. Y como capacidad de proceso podemos ver de acuerdo al Pp y Ppk con datos de 1,33 y 1,16 respectivamente que nuestro proceso es capaz de operar dentro de las especificaciones dadas.

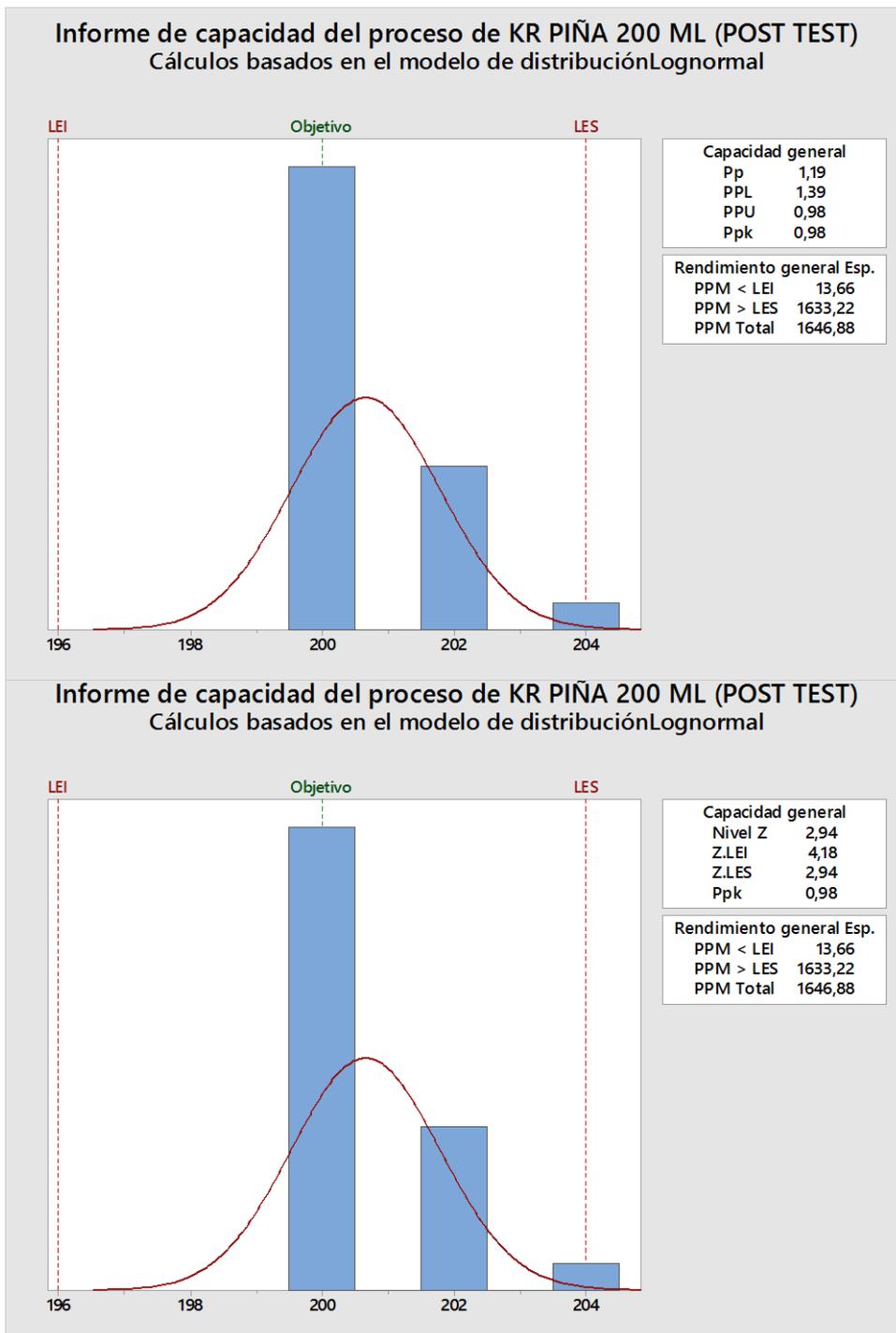


Figura 52. kr piña 200 ml nivel sigma y capacidad de proceso final

Interpretación: De acuerdo a la gráfica, para la muestra post test tenemos como nivel sigma 2,94. Y como capacidad de proceso podemos ver de acuerdo al Pp y Ppk con datos de 1,19 y 0,98 respectivamente que nuestro proceso es capaz de operar dentro de las especificaciones dadas.

Habiendo demostrado que con ayuda del sistema poka yoke se tomó como acción de mejora cambiar estos tubos por unos de acople rápido se mejoró el nivel sigma en cada uno de los productos seleccionados para la investigación.

Estos nuevos tubos de acople rápido eliminaron el problema principal del exceso de llenado y también los problemas secundarios que identificamos como caídas de tubos de venteo y demora en los cambios de formato.

4.1.1.5 Controlar

Dentro de esta quinta y última etapa de la metodología Six Sigma lo que se busca como objetivo es mantener las mejoras implementadas a través del tiempo y así evitar regresar a las pérdidas del producto.

La empresa cuenta con documentos y supervisión en todas las líneas de producción, por lo cual para poder monitorear las posibles variaciones en el tiempo o por sku de producción, se realizará las cartas de control de medias y rangos (\bar{X} -R) a través del programa Minitab 17.

A continuación se mostrarán las cartas de control separados en 3 distintos formatos (450 ml, 300 ml y 200 ml) de acuerdo a la muestra tomada para la investigación.

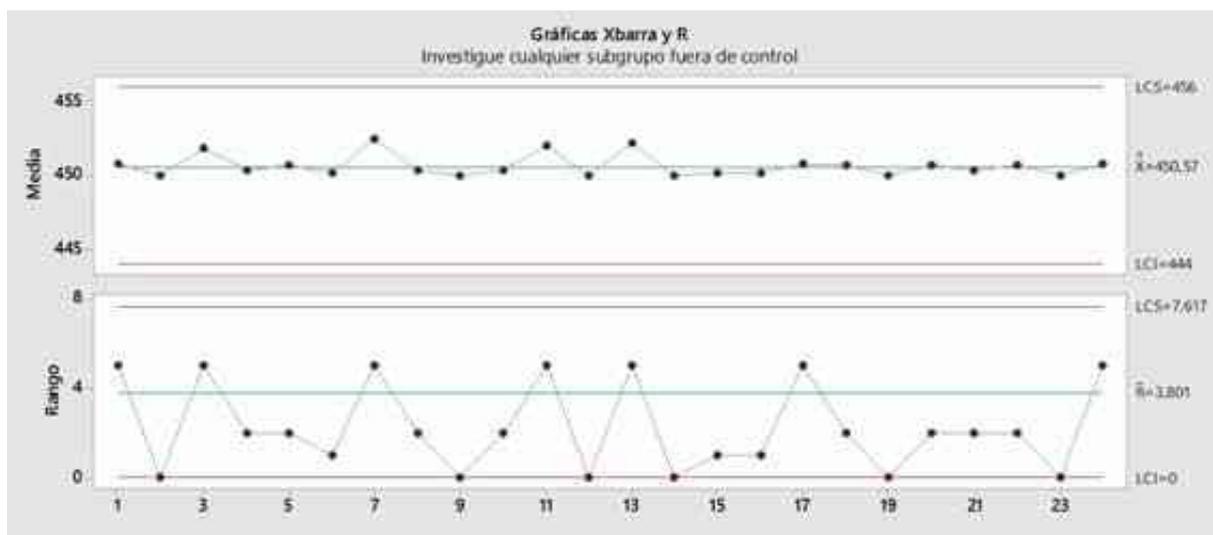


Figura 53. Gráfica Xbarra y R- kr negra, piña, fresa, limón, naranja y sabor de oro 450 ml

Interpretación: Esta gráfica nos muestra los datos obtenidos después de haberse implementado las mejoras (post test), teniendo como LCS= 456; LCI= 444 y con una media tomada de todas las muestras de 450,57; recordemos que tanto el límite superior como el inferior han sido analizados de la clasificación de envase para agua de mesa según capacidad de acuerdo a la Norma técnica peruana n°214.004:1984(revisada 2012). La carta indica que la media y la variación del proceso son estables y que no hay subgrupos fuera de control en la gráfica, aunque en algún momento puede variar pero ahí es donde entra a tallar esta herramienta que nos ayudara a identificar cuando y porque se genera algún cambio.

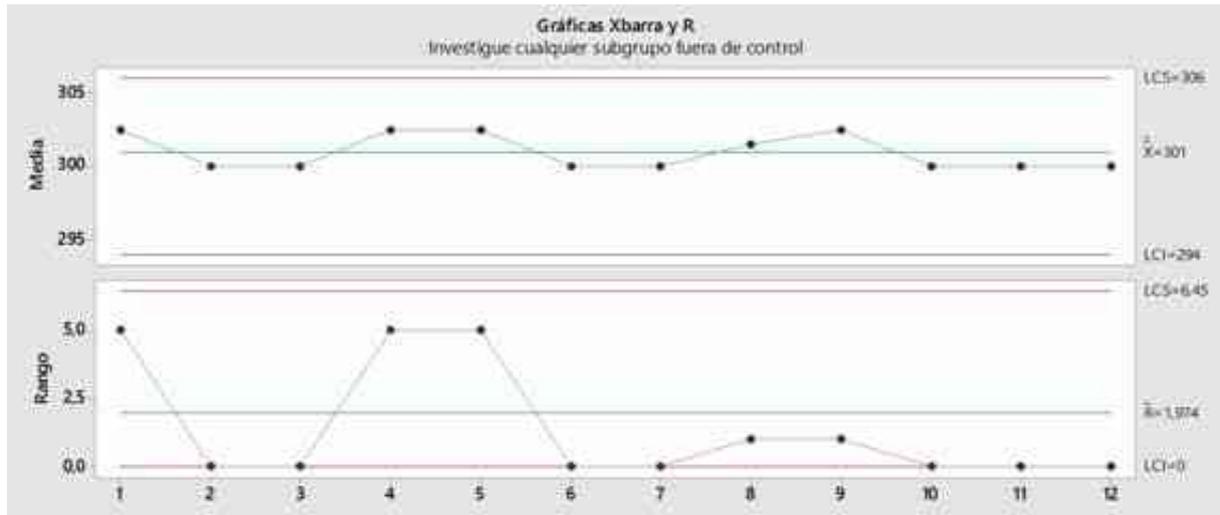


Figura 54. Gráfica Xbarra y R- Energy 360° 300 ml

Interpretación: Esta gráfica nos muestra los datos obtenidos después de haberse implementado las mejoras (post test), teniendo como LCS= 306; LCI= 294 y con una media tomada de todas las muestras de 301; recordemos que tanto el límite superior como el inferior han sido analizados de la clasificación de envase para agua de mesa según capacidad de acuerdo a la Norma técnica peruana n°214.004:1984(revisada 2012). La carta indica que la media y la variación del proceso son estables y que no hay subgrupos fuera de control en la gráfica, aunque en algún momento puede variar pero ahí es donde entra a tallar esta herramienta que nos ayudara a identificar cuando y porque se genera algún cambio.

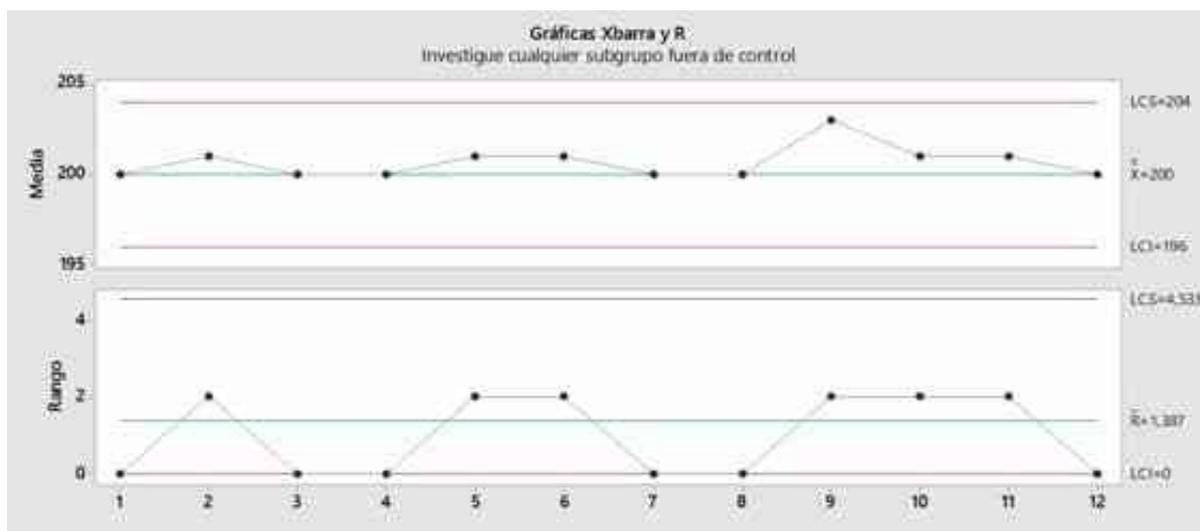


Figura 55. Gráfica de control Xbarra y R- Kr piña 200 ml

Interpretación: Esta gráfica nos muestra los datos obtenidos después de haberse implementado las mejoras (post test), teniendo como LCS= 204; LCI= 196 y con una media tomada de todas las muestras de 200; recordemos que tanto el límite superior como el inferior han sido analizados de la clasificación de envase para agua de mesa según capacidad de acuerdo a la Norma técnica peruana n°214.004:1984(revisada 2012). La carta indica que la media y la variación del proceso son estables y que no hay subgrupos fuera de control en la gráfica, aunque en algún momento puede variar pero ahí es donde entra a tallar esta herramienta que nos ayudara a identificar cuando y porque se genera algún cambio.

4.1.2 De la variable dependiente: Productividad

En esta parte del trabajo de investigación demostraremos de acuerdo a las fórmulas ya mostradas en las bases teóricas el antes de la mejora y el después de la mejora de la productividad en la línea N°03 de producción de la Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C.

Como bien sabemos la productividad viene del producto de la eficacia con la eficiencia que a continuación se mostrará.

4.1.2.1 Eficacia

Mediante la ecuación del libro (Gutiérrez & De la Vara, 2013, p.7)

$$= \frac{\text{Ejecutado}}{\text{Programado}} \times 100$$

Se tendrá los siguientes resultados:

Tabla 8

Eficacia mensual

Mes	Producción en litros		Eficacia
	Programado	Ejecutado	
Enero	10543013,97	6568548,8	62,30%
Febrero	6600497,51	3828225,08	58,00%
Marzo	5993832,7	3871244,4	64,59%
Abril	5085929,9	3323860,4	65,35%
Mayo	4473789,32	2931849,5	65,53%
Junio	3226543,38	2177744,7	67,49%
Julio	3622053,46	2407330,3	66,46%
Agosto	4492839,03	3001886,83	66,81%

Nota. Base de datos de la empresa

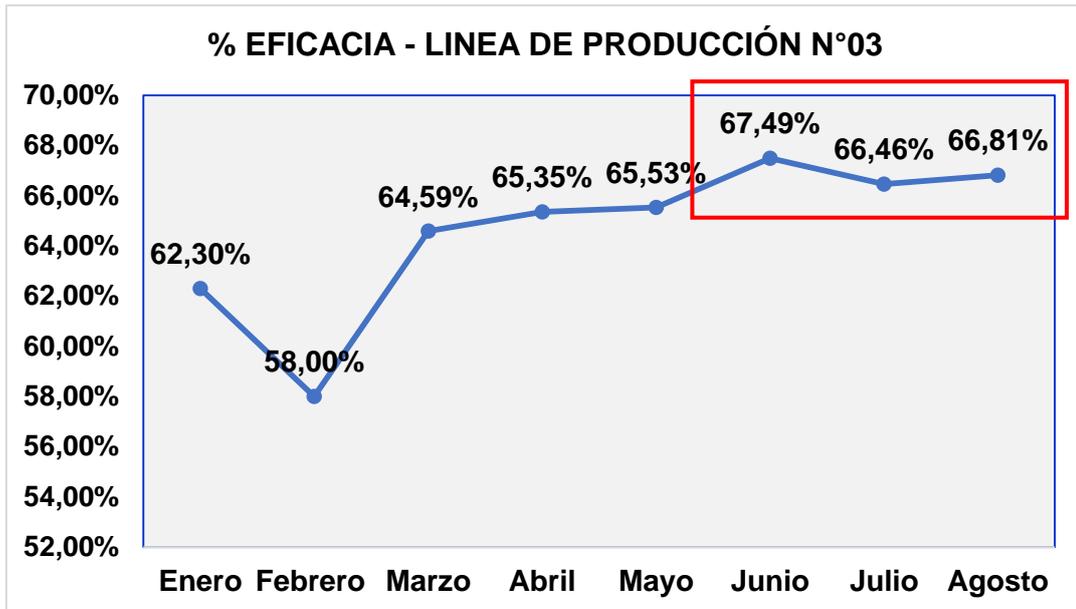


Figura 56. Porcentaje de eficacia mensual

Como podemos ver el porcentaje de eficacia aumentó a partir del mes de Junio, mes en que se llevó a cabo la implementación del sistema poka yoke, estos datos serán utilizados para poder calcular la productividad.

4.1.2.2 Eficiencia

Mediante la ecuación del libro (Gutiérrez & De la Vara, 2013, p.7)

$$= \frac{\acute{o}}{\acute{o}}$$

Se tendrá los siguientes resultados:

Tabla 9
Eficiencia mensual

Mes	Producción en litros	Rendimiento teórico en litros	Eficiencia
Enero	6568548,8	6580930,4	99,81%
Febrero	3828225,08	3892078,6	98,36%
Marzo	3871244,4	4060275,8	95,34%
Abril	3323860,4	3387599,6	98,12%
Mayo	2931849,5	2999478,8	97,75%
Junio	2177744,7	2204503,6	98,79%
Julio	2407330,3	2408231,9	99,96%
Agosto	3001886,83	3007661,7	99,81%

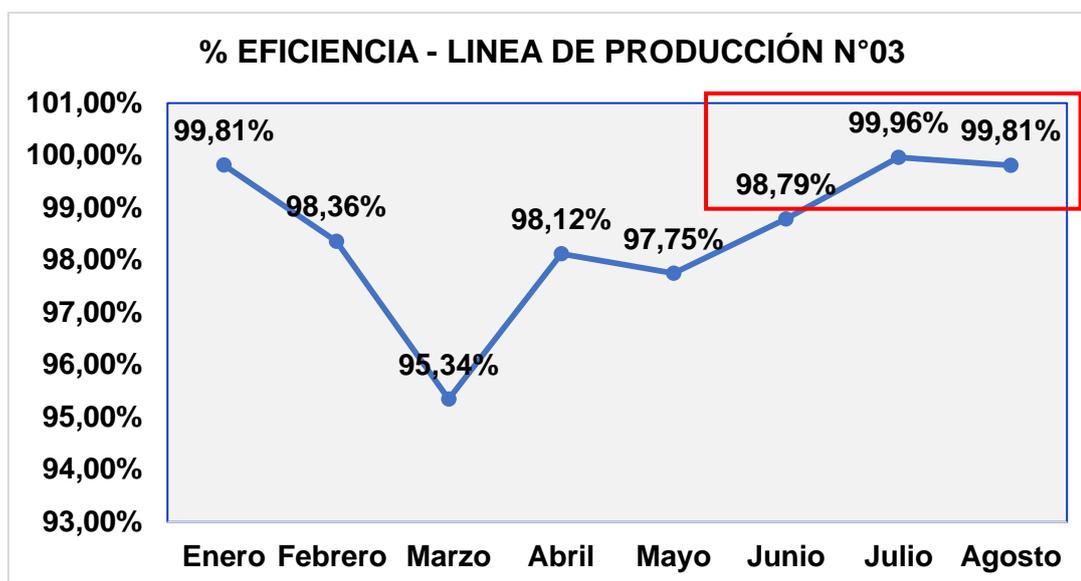


Figura 57. Eficiencia mensual

Como podemos ver el porcentaje de eficacia aumentó a partir del mes de Junio, mes en que se llevó a cabo la implementación del sistema poka yoke, estos datos serán utilizados para poder calcular la productividad.

4.1.2.3 Cálculo de productividad

Mediante la ecuación del libro (Gutiérrez & De la Vara, 2013, p.7)

$$= \quad \times$$

Con los resultados anteriores de los puntos 4.2.1 y 4.2.2 calcularemos la productividad de la línea N° 03 de producción.

Tabla 10
Productividad mensual

Mes	Eficacia	Eficiencia	Productividad
Enero	62,30%	99,81%	62,19%
Febrero	58,00%	98,36%	57,05%
Marzo	64,59%	95,34%	61,58%
Abril	65,35%	98,12%	64,12%
Mayo	65,53%	97,75%	64,06%
Junio	67,49%	98,79%	66,68%
Julio	66,46%	99,96%	66,44%
Agosto	66,81%	99,81%	66,69%

Nota. Base de datos de la Empresa

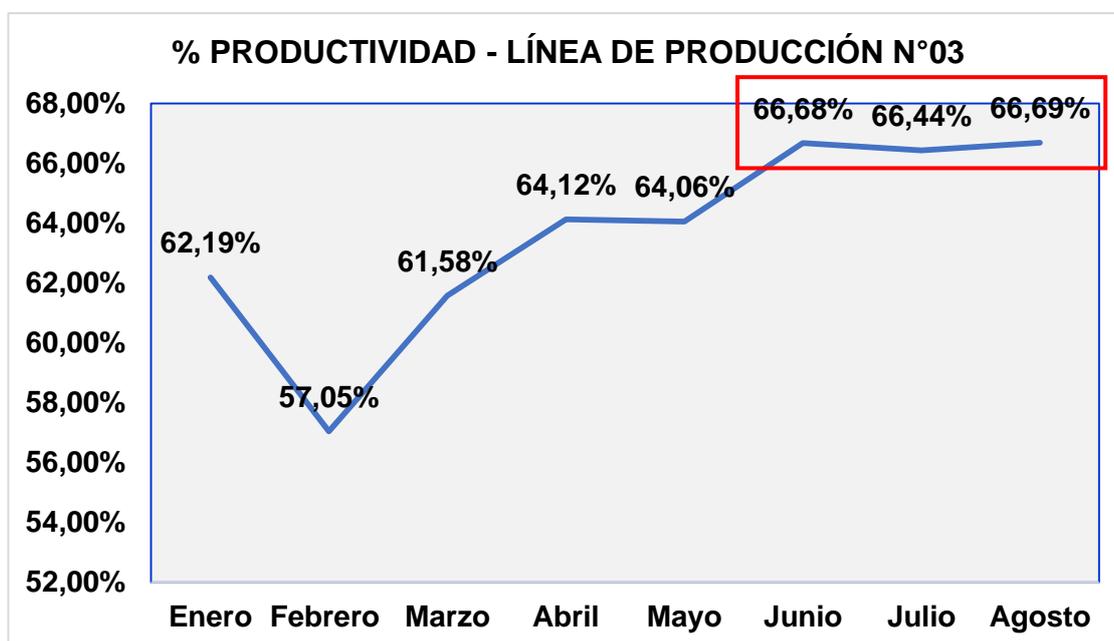


Figura 58. Productividad mensual

El porcentaje de Productividad aumentó a partir del mes de Junio a Agosto, en 66,68%; 66,44% y 66,69% respectivamente demostrando que gracias a la implementación de la mejora en los tubos de venteo

se pudo aumentar la productividad y disminuyendo la variabilidad del nivel de llenado gracias a la metodología Six Sigma.

4.2 Análisis Inferencial

4.2.1 De la Hipótesis General

Prueba de normalidad para la Productividad

Planteamos una prueba de hipótesis para verificar la normalidad de los datos

H_0 = “Los datos de la productividad siguen una distribución normal”.

H_1 = “Los datos de la productividad no siguen una distribución normal”.

Regla de decisión:

Si $p > 0.05$ (5%), se acepta la hipótesis nula (H_0)

Tabla 11
Prueba de normalidad – Productividad

Prueba de Anderson & Darling					
Variable	Media	Desv. Est.	N	AD	Valor p
Productividad	63,3	3,307	8	0,421	0,24

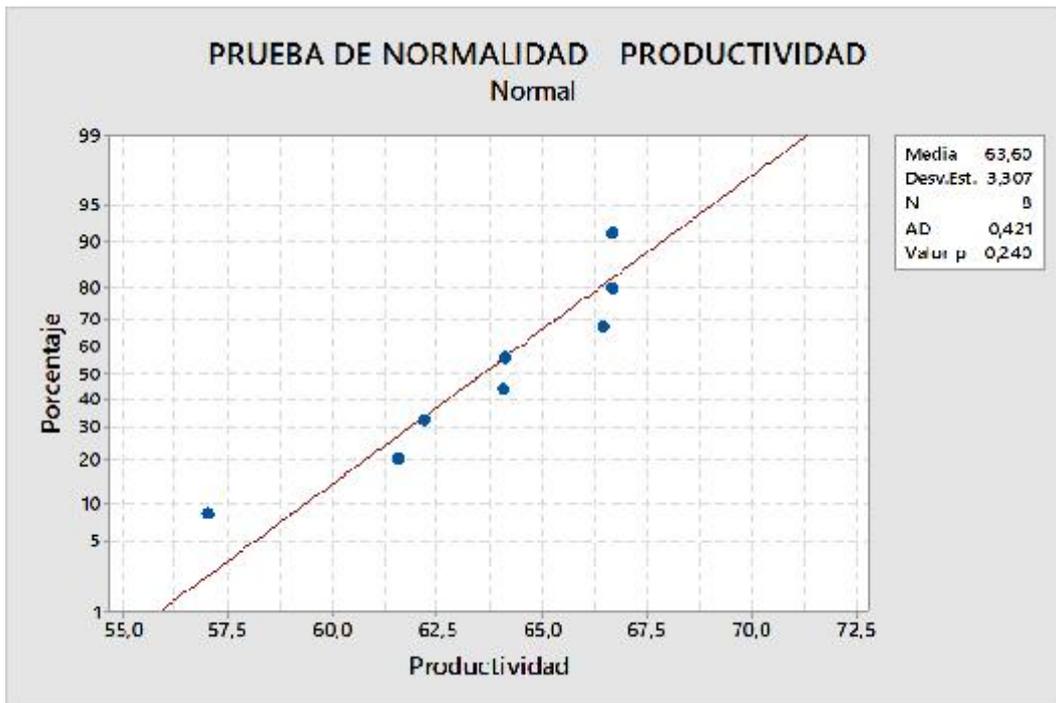


Figura 59. Prueba de normalidad – Productividad

Conclusión: Como $0,240 > 0,05$ entonces se acepta la H_0 , y podemos afirmar que los datos siguen una distribución normal.

Prueba de Hipótesis para la Productividad

Mediante la prueba de hipótesis **t de student**, realizamos el siguiente planteamiento para la capacidad de proceso inicial.

H₀: “La aplicación de la metodología six sigma **no** mejora la productividad en la Embotelladora san miguel del sur.

H_a: “La aplicación de la metodología six sigma mejora la productividad en la Embotelladora san miguel del sur”.

Regla de decisión:

Si $p > 0.05$ (5%), se acepta la hipótesis nula (H_0)

Tabla 12
Prueba de hipótesis - Productividad

Variable	N	Media	Desv. Est.	Error estándar de la media	IC de 95%	T	P
Productividad	8	63,60	3,31	1,17	(60,84 ; 66,37)	-31,13	0,00

Conclusión: $p=0,00 < 0,05$ se rechaza H_0 , y podemos afirmar que la aplicación de la metodología six sigma mejora la productividad en la Embotelladora san miguel del sur.

4.2.2 De las Hipótesis Específicas

Prueba de normalidad de la Capacidad de proceso inicial

Planteamos una prueba de hipótesis para verificar la normalidad de los datos

H_0 : “Los datos de la capacidad de proceso inicial siguen una distribución normal”.

H_a : “Los datos de la capacidad de proceso inicial no siguen una distribución normal”.

Regla de decisión:

Si $p > 0.05$ (5%), se acepta la hipótesis nula (H_0)

Tabla 13
Prueba de Normalidad -Capacidad Inicial

Prueba de Anderson & Darling					
Variable	Media	Desv. Est.	N	AD	Valor p
Capacidad Inicial	0,84	0,1291	8	0,213	0,776

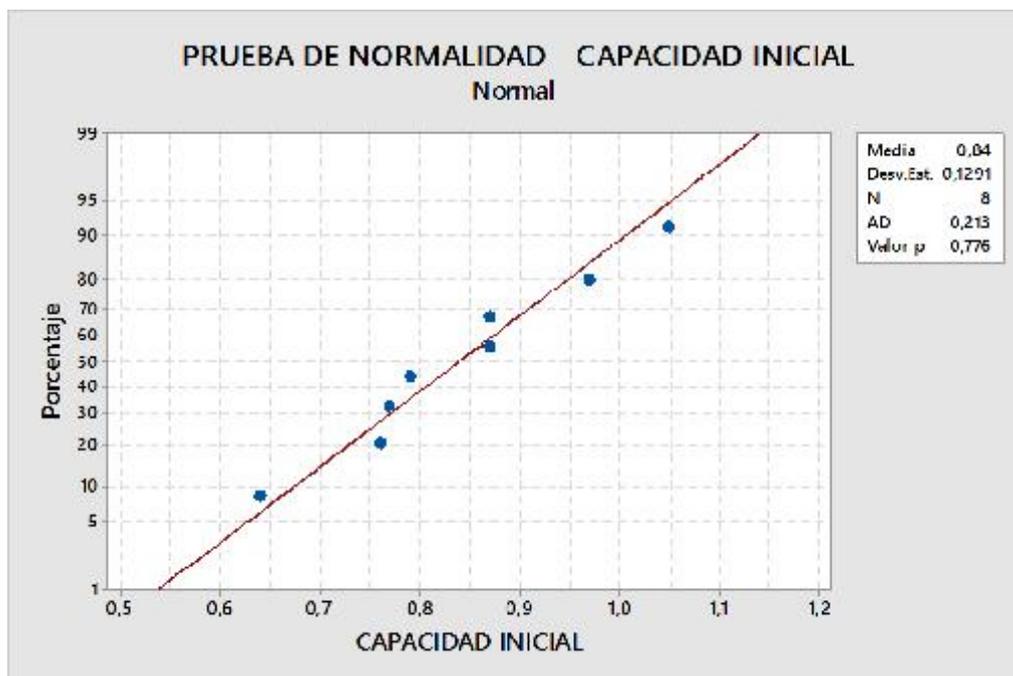


Figura 60. Prueba de Normalidad – Capacidad Inicial

Conclusión: Como $0,776 > 0,05$ entonces se acepta la H_0 , y podemos afirmar que los datos siguen una distribución normal.

Prueba de Hipótesis para la Capacidad de proceso inicial

Mediante la prueba de hipótesis **t de student**, realizamos el siguiente planteamiento para la capacidad de proceso inicial.

H₀: La capacidad de proceso inicial **no** mejora la “productividad en la Embotelladora san miguel del sur a través de la aplicación de la metodología six sigma”.

H_a: La capacidad de proceso inicial mejora la “productividad en la Embotelladora san miguel del sur a través de la aplicación de la metodología six sigma”.

Regla de decisión:

Si $p > 0.05$ (5%), se acepta la hipótesis nula (H_0)

Tabla 14*Prueba de hipótesis de la capacidad de proceso inicial*

Variable	N	Media	Desv. Est.	Error estándar de la media	IC de 95%	T	P
Capacidad inicial	8	0,84	0,1291	0,0456	(0,7321 ; 0,9479)	-0,00	1,000

Conclusión: Como $1 > 0,05$ se acepta H_0 , y podemos afirmar que los datos tomados de la capacidad de proceso inicial no mejora la productividad en la Embotelladora san miguel del sur a través de la aplicación de la metodología six sigma.

Prueba de normalidad del Índice “z” final

Planteamos una prueba de hipótesis para verificar la normalidad de los datos

H_0 : Los datos del índice “z” final siguen una distribución normal

H_a : Los datos del índice “z” final no siguen una distribución normal

Regla de decisión:

Si $p > 0.05$ (5%), se acepta la hipótesis nula (\circ)

Tabla 15*Prueba de Normalidad – Sigma Final*

Prueba de Anderson & Darling					
Variable	Media	Desv. Est.	N	AD	Valor p
Sigma Final	3,51	0,4845	8	0,338	0,401

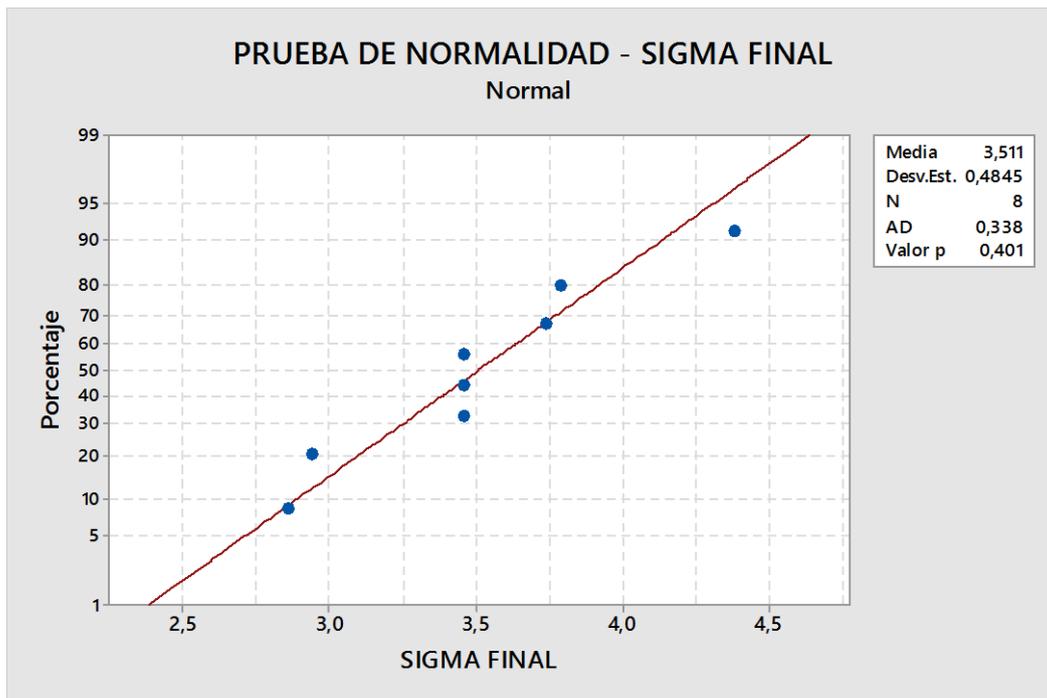


Figura 61. Prueba de normalidad – Sigma final

Conclusión: Como $0,401 > 0,05$ entonces se acepta la H_0 , y podemos afirmar que los datos siguen una distribución normal.

Prueba de Hipótesis del Índice “z” final

Mediante la prueba de hipótesis **t de student**, realizamos el siguiente planteamiento para el índice “z” final.

H₀: El índice “z” final **no** mejora “la productividad en la Embotelladora san miguel del sur mediante el uso de la metodología six sigma”.

H_a: El índice “z” final mejora “la productividad en la Embotelladora san miguel del sur mediante el uso de la metodología six sigma”.

Regla de decisión:

Si $p > 0.05$ (5%), se acepta la hipótesis nula (H_0)

Tabla 16*Prueba de hipótesis – Índice z final*

Variable	N	Media	Desv. Est.	Error estándar de la media	IC de 95%	T	P
Sigma final	8	3,511	0,484	0,171	(3,106 ; 3,916)	-14,53	0,000

Conclusión: Como $p=0,00 < 0,05$ se rechaza H_0 , y podemos afirmar que el índice z final mejora la productividad en la Embotelladora san miguel del sur a través de la aplicación de la metodología six sigma.

Prueba de normalidad de la Capacidad de proceso final

Planteamos una prueba de hipótesis para verificar la normalidad de los datos

H_0 = Los datos de la capacidad de proceso final siguen una distribución normal

H_1 = Los datos de la capacidad de proceso final no siguen una distribución normal

Regla de decisión:

Si $p > 0.05$ (5%), se acepta la hipótesis nula (H_0)

Tabla 17*Prueba de normalidad – Capacidad de proceso final*

Prueba de Anderson & Darling					
Variable	Media	Desv. Est.	N	AD	Valor p
Capacidad final	1,34	0,1391	8	0,426	0,232

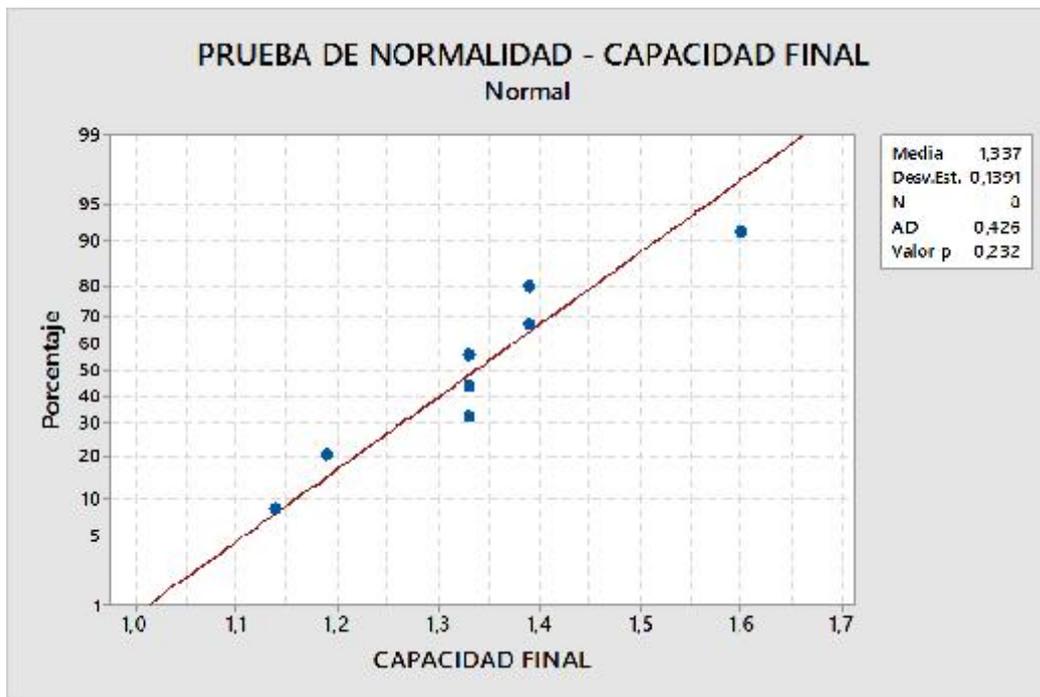


Figura 62 Prueba de normalidad – Capacidad de proceso final

Conclusión: Como $0,232 > 0,05$ entonces se acepta la H_0 , y podemos afirmar que los datos siguen una distribución normal.

Prueba de Hipótesis para la Capacidad de proceso final

Mediante la prueba de hipótesis **t de student**, realizamos el siguiente planteamiento para la capacidad de proceso final.

H₀: La capacidad de proceso final **no** mejora “la productividad en la Embotelladora san miguel del sur mediante el uso de la metodología six sigma”

H_a: La capacidad de proceso final mejora “la productividad en la Embotelladora san miguel del sur mediante el uso de la metodología six sigma”.

Regla de decisión:

Si $p > 0.05$ (5%), se acepta la hipótesis nula (H_0)

Tabla 18*Prueba de hipótesis de la capacidad de proceso inicial*

Variable	N	Media	Desv. Est.	Error estándar de la media	IC de 95%	T	P
Capacidad final	8	1,33	0,1391	0,0492	(1,2212 ; 1,4538)	6,86	0,000

Conclusión: $p=0,00 < 0,05$ se rechaza H_0 , y podemos afirmar que los datos tomados de la capacidad de proceso final mejora “la productividad en la Embotelladora san miguel del sur mediante el uso de la metodología six sigma”.

CAPITULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Discusión

Discusión General

A lo largo del desarrollo de la investigación, la productividad en la Embotelladora San Miguel del sur S.A.C pasó de 60,27% hasta un 66,60% demostrando que aumentó en 6,33% gracias a las herramientas de la metodología Six sigma. Este resultado concuerda con Nuñez (2018) que en su tesis demostró que con la aplicación Six Sigma tuvo como resultados obtenidos la mejora de la productividad de 32% a 57%.

Así mismo, Meléndez (2017) pudo demostrar durante su periodo de estudio que su productividad pasó de 85,42% a 93,99% con lo que comprueba el efecto de sus mejoras implementadas.

Discusiones específicas

1. Con la aplicación de las herramientas Six Sigma se logró plasmar la situación actual en la que se encontraba la Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C y junto con ello nuestra dimensión de capacidad de proceso inicial. Este nos mostró que para las muestras tomadas el PP que es la capacidad general del proceso no llega al mínimo de 1,33 y que por lo tanto el proceso no es capaz de operar dentro de las especificaciones. Bajo esta situación actual pudimos identificar mediante las herramientas del six sigma que nuestra variable crítica era el exceso de llenado de las bebidas, lo cual también es mencionado por Meléndez (2017) que nos dice que la variable crítica de su proceso era el peso neto, la variación en ese ocasionaba defectos y sobrellenados.
2. El objetivo de nuestra segunda dimensión es demostrar el índice z o nivel sigma de nuestro proceso ya habiendo utilizado las herramientas que nos dieron el soporte de la implementación de las acciones de mejora, habiendo incrementado el nivel sigma o índice z de -1,95 a 3,51 con la aplicación de la metodología Six Sigma. De esta forma coincide con lo que nos dice Moscoso & Yalan (2015) que como consecuencia de la aplicación de la metodología tuvo un incremento del nivel sigma de 2,87 a 3,08.

3. Por último, luego de haber implementado nuestras acciones de mejora pudimos notar el incremento de 0,84 a 1,33 como PP de nuestra capacidad final de proceso y como herramienta de ayuda tenemos que controlar nuestro proceso mediante gráficas de control y seguimiento continuo para extender nuestras mejoras y detectar algún posible defecto a futuro. De esta manera se concuerda con Ordoñez & Torres (2014) que mencionan como mejora el uso de gráficas de control por variable y utilización de una hoja de verificación con el fin de monitorear su proceso; al igual que Meléndez (2017) que nos dice que después de implementadas las mejoras se implementó un plan de control para mantener los niveles ya alcanzados.

5.2 Conclusiones

Conclusión general

En primer lugar con respecto al problema general, se aplicó la metodología Six Sigma para la mejora de la productividad en la Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C., en el cual refiere a los bajos niveles de productividad en la línea de producción N°03, línea con mayor producción, con un valor de productividad pre test de 60,27% y con un valor posterior a las acciones de mejora, productividad post test de 66,60% demostrando así que nuestra productividad está teniendo resultados exitosos y con efectos positivos en la Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C.

Conclusiones específicas

1. La metodología puesta en práctica, realizó la medición de las muestras para poder analizar la situación actual en la que se encontró la Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C, en la cual se logró calcular la capacidad de proceso inicial teniendo un PP de 0,84 de todas las muestras tomadas, el cual nos indica que nuestro proceso no es capaz de operar dentro de las especificaciones correctas.
2. Para nuestra segunda dimensión, procedemos a analizar nuestro nivel sigma o índice z en el cual antes de la propuesta de mejora fue de -1,95, actualmente luego de la evaluación de los siguientes meses pasado la mejora se obtuvo un nivel sigma o índice z de 3,51 demostrando así el aumento de esta.

3. Con respecto a nuestra tercera dimensión, implementamos mediante el soporte de las herramientas six sigmas nuestras acciones de mejora el cual nos dio como resultado una capacidad de proceso final (pp) de 1,33 que nos indica que es capaz de operar dentro de las especificaciones.

5.3 Recomendaciones

Recomendación General

Durante el proceso de la aplicación de la metodología Six Sigma a través del DMAIC, pudimos reconocer oportunidades de mejoras, siendo una de estas la productividad que a fin de mantener los niveles alcanzados durante el proceso se recomienda al área de Producción realizar una evaluación anual de indicadores de productividad para evaluar si los procedimientos ya implementados están arrojando los resultados esperados y seguir observando oportunidades de mejora que sigan elevando la productividad.

Recomendaciones específicas

1. Para el cálculo que se realizó para la capacidad de proceso inicial y ver exactamente la situación actual del área de llenado, se recomienda realizar el mismo procedimiento y toma de datos para las otras partes del proceso de producción, tales como el área de soplado, etiquetado, etc. con el objetivo de seguir observando oportunidades de mejora que ayuden a obtener un proceso estable y dentro de los límites.
2. De igual forma que el punto anterior, lo que busca la metodología six sigma es eliminar los desperdicios que generan baja producción, para esto se recomienda seguir aplicando el DMAIC puesto que aún el proceso está en un 3,5 sigma promedio y que podemos seguir mejorando.
3. Se recomienda más control por parte de los supervisores del área de producción a mantener los registros de llenados de productos en constante evaluación para así mantener los niveles de mejorada alcanzados. Por otra parte se recomienda estandarizar los procesos para evitar los errores por parte de los operarios al momento de realizar los cambios de formato.

CAPITULO VI: FUENTES DE INFORMACIÓN

6.1 Fuentes Bibliográficas

- Aguilar, K. (2018). *Six Sigma para mejorar la productividad en una empresa procesadora de maca*. Huancayo: Universidad Peruana de los Andes.
- Alata, E. (2016). *Aplicación de Six Sigma para mejorar la Productividad del área de Urdido en la empresa textiles La Moda, Lima 2016*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Chancas, G. (2018). *Aplicación de la metodología Six Sigma para la mejora de la productividad en la fabricación de pañales, Lima, 2018*. Lima: Universidad César Vallejos .
- Cruz, A. (2013). *Reducción de costos por sobrellenado de producto terminado en la fabricación de papillas infantiles a través de la aplicación e la metodología DMAIC*. Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro.
- Diago Orozco, V., & Mercado Jaramillo, V. (2013). *Reducción de desperdicios en el proceso de envasado del yogurt purepak de 210g en la máquina NIMCO en una empresa de lacteos, mediante la aplicación de la metodología Seis Sigma*. Barranquilla: Universidad de la Costa, CUC.
- Evans, J., & Lindsay, W. (2015). *Administración y Control de Calidad*. Mexico D.F: CENGAGE Learning.
- Gallardo Ramírez, J. (2015). *Implementación de la metodología Six Sigma en una empresa maquiladora*. Mexico D.F: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gómez, W., Gonzales , E., & Rosales, R. (2015). *Metodología de la Investigación*. Lima: Fondo Editorial UMA.
- Gutierrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2013). *Control estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. México D.F: Mc Graw Hill- Tercera Edición.
- Hernandez Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F: McGraw-Hill 6ta Edición.
- Meléndez, R. (2017). *Aplicación de la Metodología DMAIC para mejorar la productividad de la línea de envasado de GLP en la planta Lima Gas - Callao 2016*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Molano, A., & Materón, C. (2018). *Reducción del tiempo ciclo para el aumento de la productividad en el proceso de elaboración de concentrado para gallinas ponedoras*. Santiago de Cali: Universidad de San Buenaventura Colombia.
- Morán, R. D. (2016). *Six Sigma para incrementar la productividad del área eléctrica en la subcontrata de la empresa Contratistas Generales*. Lima: Universidad César Vallejo.

- Moreno, M. R. (2017). *Aplicación de la Metodología Six Sigma para incrementar la productividad en el área de pulido en la empresa manufacturas Andina Metales S.A.C.* Lima: Universidad César Vallejo.
- Moscoso, J., & Yalan, A. (2015). *Mejora de la calidad en el proceso de fabricación de plásticos flexibles utilizando Six Sigma.* Lima: Universidad San Martín de Porres.
- Núñez, C. E. (2018). *Aplicación de la metodología Six Sigma para mejorar la productividad en el almacén de la empresa Moriwoki Racing Perú.* Lima: Universidad César Vallejo.
- Ordoñez, W., & Torres, J. (2014). *Análisis y mejora de procesos en una empresa textil empleando la metodología DMAIC.* Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Salazar, B. (2016). *Ingeniería Industrial.* Obtenido de Ingeniería Industrial: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/capacidad-de-proceso/>
- Sistemas de Gestión de Calidad según ISO 9001.* (2013). Obtenido de Sistemas de Gestión de Calidad según ISO 9001: <http://iso9001calidad.com/que-es-calidad-13.html>
- Vela, D. (2017). *Aplicación del Six Sigma para mejorar la productividad en el área de curvado de la empresa AGP Perú S.A.C.* Lima: Universidad César Vallejo.
- Villareal, L. J. (2016). *Mejora de la Calidad en una empresa de confecciones empleando la Metodología Six Sigma.* Arequipa: Universidad Católica de Santa María.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

TITULO: APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA SIX SIGMA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMBOTELLADORA SAN MIGUEL DEL SUR S.A.C

	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
PRINCIPAL	¿De qué manera, la aplicación de la metodología six sigma mejora la productividad en la Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C- Huaura 2019?	Determinar como la aplicación de la metodología Six Sigma mejora la productividad en la Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C-Huaura 2019	La aplicación de la metodología Six Sigma mejora la productividad en la Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C – Huaura 2019.	VARIABLE 1 SIX SIGMA	Medir Analizar Mejorar	1. Enfoque de la Investigación: Cuantitativo 2. Tipo de Investigación: Aplicada 3. Diseño de Investigación Pre experimental 4. Nivel de Investigación Explicativo 5. Población. Productos fabricados en la línea de producción N°03 Muestra : 192 muestras pre test y 192 pos test 6. Técnicas de recolección de datos: observación indirecta 7. Estadístico de Prueba y validación programas de Excel y Minitab
ESPECÍFICOS	1. ¿De qué manera, la aplicación de la metodología Six Sigma calcula la capacidad de proceso inicial en la Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C – Huaura 2019?	1. Calcular la capacidad de proceso inicial para mejorar la productividad en la embotelladora San Miguel del Sur a través de la aplicación de la metodología six sigma.	1. La aplicación de la metodología Six Sigma reducirá significativamente la variación del nivel de llenado en la Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C – Huaura, 2019.	VARIABLE 2 PRODUCTIVIDAD	Eficiencia Eficacia	
	2. ¿De qué manera, la aplicación de la metodología Six Sigma determina el índice Z en la Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C – Huaura 2019?	2. Determinar el índice z para mejorar la productividad en la embotelladora san miguel del sur a través de la aplicación de la metodología six sigma.	2. La aplicación de la metodología Six Sigma mejora la eficiencia en el nivel de llenado de la Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C – Huaura, 2019.			
	3. ¿De qué manera, la aplicación de la metodología Six Sigma calcula la capacidad de proceso final en la Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C – Huaura 2019?	3. Calcular la capacidad de proceso final para mejorar la productividad en la embotelladora san miguel del sur a través de la aplicación de la metodología six sigma	3. La aplicación de la metodología Six Sigma mejora la eficacia en el nivel de llenado de la Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C – Huaura, 2019.			

Anexo 3 Registro de control de producto terminado



ÁREA DE SOSTENIBILIDAD



REGISTRO DE CONTROL DE PRODUCTO TERMINADO - BEBIDAS GASIFICADAS

FECHA:		TURNO:		HORARIO:		LÍNEA:		OPERADOR:	
PRODUCTO:									
FLORILE:									
HORA DE EVALUACIÓN:									
LOTE:									
#TANQUE:									
CARBODIOXIDO		Presión (PSI)							
		Temperatura (°C)							
FLORILE		Regulación electrónica							
		Cilindro residual (PSI)							
CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS	MIXTURA	Máximo							
		Estándar							
		Mínimo							
		Temperatura (°F)							
		Presión (psi)							
	CARBONATACION	Máximo							
		Estándar							
		Mínimo							
		Alcalinidad							
		pH							
SABORES Y OLORES	Color								
	Olor								
	Sabor								
	Resaca								
VOLUMEN DE LLENADO (ml):									

Las evaluaciones de "Olor" y Carbonatación se debe realizar al inicio de turno, cambio de sabor y cada 20 min. "Para el caso de los "Olor" también se deberá realizar la medición al término de la producción". La medición de azúcar, color y pH se debe realizar al inicio de turno, cambio de sabor, por cada lote de jarabe terminado, para multiplicarse cada 20 min para las bebidas light y bebidas zero azúcar.

El volumen de llenado se registra al inicio de cada turno, cambio de sabor y cada 2 horas. El monitoreo de otros residual en la línea de agua del Sarmie debe hacerse cada inicio de turno, lote, cambio de sabor y cada hora. Los resultados se registran inmediatamente después de haber realizado la prueba.

OLOR, COLOR, SABOR Y AROMA: CARACTERÍSTICO NO CARACTERÍSTICO
 SI: PRESENCIA NO: AUSENCIA

NOTA: El Olor, Acidez, pH y Carbonatación se rigen en función a las Especificaciones de Calidad de Producto Terminado.

OBSERVACIONES: _____

ACCION CORRECTORA: _____

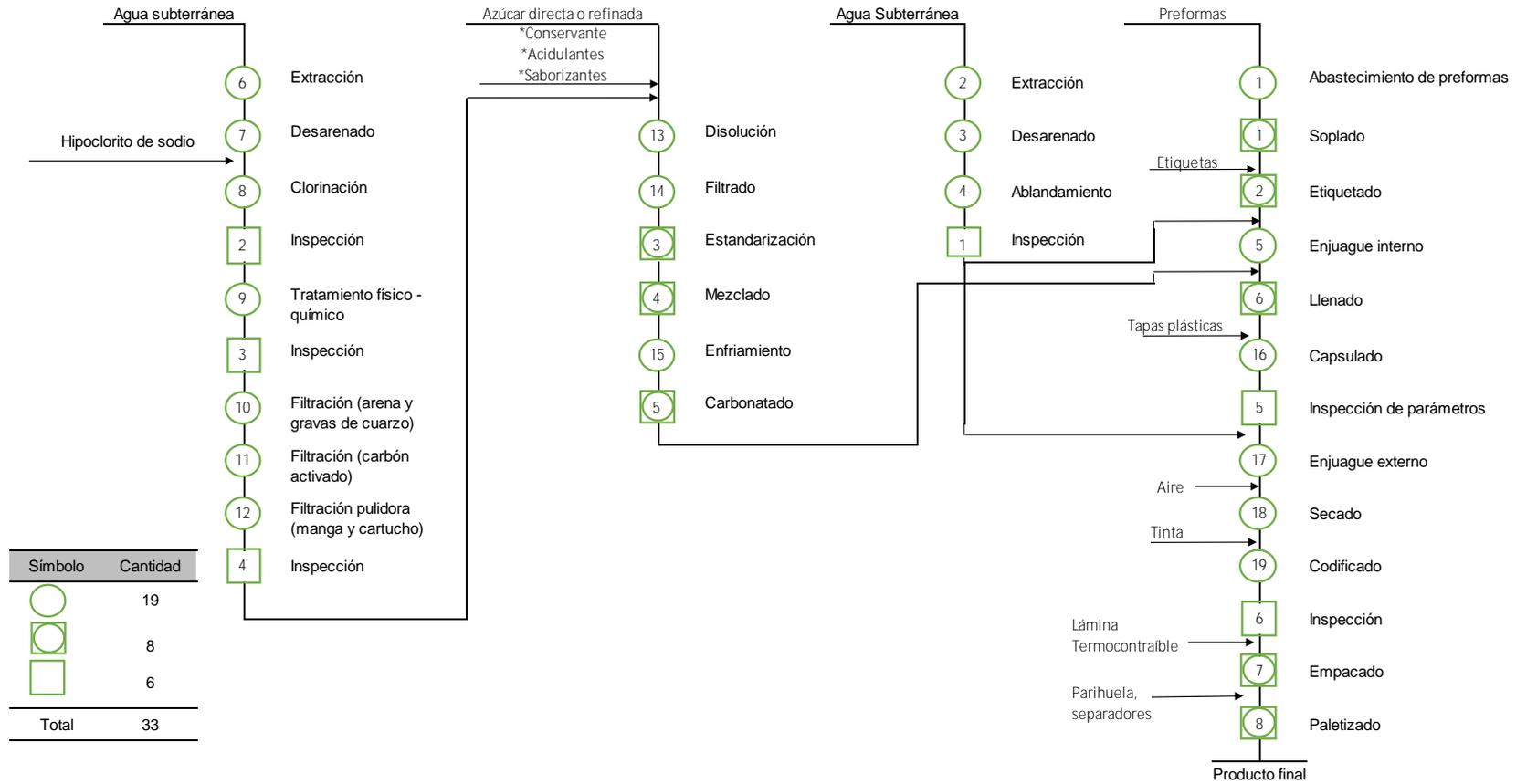
OPERADOR FLORILE

VºPº INSPECTOR DE SOSTENIBILIDAD

VºPº JEFE DE SOSTENIBILIDAD

Anexo 4. Diagrama de operaciones del proceso general de elaboración de bebidas gasificadas

	DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO - LINEA 03				Sistema de Gestión Integrado
	Proceso	Elaboración de bebidas gasificadas	Método	Actual	
	Inicio	Abastecimiento de preformas	Analista	Practicante de producción	
Final	Paletizado	Hoja N°	1		 Versión 00



Anexo 5. Kola real negra 450 ml - pre test

Kola real negra 450 ml (pre test)					
N°	Fecha	Capacidad al rebose del envase	Volumen de llenado	% Capacidad de llenado	Operador de turno
1	03/04/2019	490	460	96,8%	José Leiva
2	03/04/2019	490	470	93,8%	José Leiva
3	10/04/2019	490	460	92,9%	Claudio Abnet
4	10/04/2019	490	465	92,9%	Claudio Abnet
5	16/04/2019	490	460	93,8%	Claudio Abnet
6	16/04/2019	490	460	93,8%	Claudio Abnet
7	17/04/2019	490	460	92,9%	Claudio Abnet
8	17/04/2019	490	460	92,9%	Claudio Abnet
9	26/04/2019	490	460	93,8%	Claudio Abnet
10	26/04/2019	490	465	93,8%	Claudio Abnet
11	04/05/2019	490	465	94,8%	Claudio Abnet
12	04/05/2019	490	460	93,8%	Claudio Abnet
13	10/05/2019	490	460	93,8%	José Leiva
14	10/05/2019	490	460	93,8%	José Leiva
15	10/05/2019	490	460	93,8%	José Leiva
16	10/05/2019	490	460	93,8%	José Leiva
17	10/05/2019	490	460	93,8%	José Leiva
18	03/06/2019	490	460	93,8%	José Cabrera
19	03/06/2019	490	460	93,8%	José Cabrera
20	11/06/2019	490	460	93,8%	Claudio Abnet
21	11/06/2019	490	460	93,8%	Claudio Abnet
22	12/06/2019	490	460	93,8%	Claudio Abnet
23	12/06/2019	490	460	93,8%	Claudio Abnet
24	12/06/2019	490	460	93,8%	Claudio Abnet
	Promedio		461,0416667		
	Desv. estándar		2,544886889		
	Max		456	-1,98	0,023790223
	Min		444	-6,70	1,06784E-11
				Cumplimiento	2%

Anexo 6. Kola real piña 450 ml - pre test

.Kola real piña 450 ml (pre test)					
N°	Fecha	Capacidad al rebose del envase	Volumen de llenado	% Capacidad de llenado	Operador de turno
1	04/04/2019	490	460	93,8%	José Leiva
2	04/04/2019	490	460	93,8%	José Leiva
3	04/04/2019	490	460	93,8%	José Leiva
4	04/04/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
5	04/04/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
6	10/04/2019	490	460	93,8%	José Leiva
7	10/04/2019	490	455	92,8%	José Leiva
8	10/04/2019	490	455	92,8%	José Leiva
9	10/04/2019	490	460	96,8%	José Leiva
10	11/04/2019	490	460	93,8%	Claudio Abnet
11	11/04/2019	490	460	93,8%	Claudio Abnet
12	20/04/2019	490	455	92,9%	Denis Humberth
13	20/04/2019	490	460	93,8%	Denis Humberth
14	27/04/2019	490	460	93,8%	Claudio Abnet
15	27/04/2019	490	460	93,8%	Claudio Abnet
16	27/04/2019	490	460	94,8%	Claudio Abnet
17	06/05/2019	490	460	93,8%	Claudio Abnet
18	06/05/2019	490	460	93,8%	Claudio Abnet
19	22/05/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
20	22/05/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
21	22/05/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
22	22/05/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
23	30/05/2019	490	455	92,8%	José Leiva
24	30/05/2019	490	460	93,8%	José Leiva
		Promedio	459,1666667		
		Desv. estándar	1,903467469		
		Max	456	-1,66	0,04809314
		Min	444	-7,97	8,0687E-16
				Cumplimiento	5%

Anexo 7. Sabor de oro 450 ml - pre test

Sabor de oro 450 ml (pre test)					
N°	Fecha	Capacidad al rebose del envase	Volumen de llenado	% Capacidad de llenado	Operador de turno
1	27/03/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
2	27/03/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
3	27/03/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
4	27/03/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
5	13/04/2019	490	465	94,90%	Claudio Abnet
6	13/04/2019	490	465	94,9%	Claudio Abnet
7	13/04/2019	490	460	93,8%	Claudio Abnet
8	07/05/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
9	07/05/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
10	07/05/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
11	07/05/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
12	07/05/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
13	07/05/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
14	20/05/2019	490	462	94,2%	Claudio Abnet
15	20/05/2019	490	460	93,8%	Claudio Abnet
16	20/05/2019	490	458	93,4%	Claudio Abnet
17	20/05/2019	490	460	93,8%	Claudio Abnet
18	20/05/2019	490	458	93,4%	Claudio Abnet
19	20/05/2019	490	458	93,4%	Claudio Abnet
20	01/06/2019	490	460	93,8%	José Leiva
21	01/06/2019	490	460	93,8%	José Leiva
22	01/06/2019	490	465	94,9%	José Leiva
23	12/06/2019	490	465	94,9%	Claudio Abnet
24	12/06/2019	490	465	94,9%	Claudio Abnet
		Promedio	461,05		
		Desv. Estándar	2,502104377		
		Max	456	-2,02	0,021779956
		Min	444	-6,81	4,73738E-12
		Cumplimiento			2%

Anexo 8. Kola real fresa 450 ml (pre test)

Kola real fresa 450 ml (pre test)					
N°	Fecha	Capacidad al rebose del envase	Volumen de llenado	% Capacidad de llenado	Operador de turno
1	04/04/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
2	04/04/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
3	04/04/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
4	11/04/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
5	11/04/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
6	11/04/2019	490	465	93,8%	Dionicio M.
7	11/04/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
8	11/04/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
9	03/05/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
10	03/05/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
11	03/05/2019	490	470	95,9%	Dionicio M.
12	03/05/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
13	03/05/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
14	20/05/2019	490	460	93,8%	José Leiva
15	20/05/2019	490	460	93,8%	José Leiva
16	20/05/2019	490	465	94,2%	José Leiva
17	21/05/2019	490	460	93,8%	Claudio Abnet
18	21/05/2019	490	465	94,2%	Claudio Abnet
19	21/05/2019	490	460	93,8%	Claudio Abnet
20	04/06/2019	490	460	93,8%	Guibarra M.
21	04/06/2019	490	460	93,8%	Guibarra M.
22	04/06/2019	490	460	93,8%	Guibarra M.
23	04/06/2019	490	465	94,9%	Guibarra M.
24	04/06/2019	490	460	93,8%	Guibarra M.
		Promedio	461,4285714		
		Desv. estándar	2,803059553		
		Max	456	-1,94	0,0263935
		Min	444	-6,22	2,52254E-10
				Cumplimiento	3%

Anexo 9. Energy 360° 300 ml - pre test

Energy 360° 300 ml (pre test)					
N°	Fecha	Capacidad al rebose del envase	Volumen de llenado	% Capacidad de llenado	Operador de turno
1	30/04/2019	330	310	96,8%	Dionicio M.
2	30/04/2019	330	310	96,8%	Dionicio M.
3	30/04/2019	330	310	96,8%	Dionicio M.
4	30/04/2019	330	310	96,8%	Dionicio M.
5	30/04/2019	330	310	96,8%	Dionicio M.
6	30/04/2019	330	310	96,8%	Dionicio M.
7	30/04/2019	330	310	96,8%	Dionicio M.
8	30/04/2019	330	310	96,8%	Dionicio M.
9	08/05/2019	330	320	96,9%	Dionicio M.
10	08/05/2019	330	300	93,9%	Dionicio M.
11	08/05/2019	330	310	93,9%	Dionicio M.
12	08/05/2019	330	310	93,9%	Dionicio M.
13	08/05/2019	330	310	93,9%	Dionicio M.
14	08/05/2019	330	310	93,9%	Dionicio M.
15	08/05/2019	330	310	93,9%	Dionicio M.
16	08/05/2019	330	310	93,9%	Dionicio M.
17	09/05/2019	330	310	93,9%	José Leiva
18	09/05/2019	330	310	93,9%	José Leiva
19	09/05/2019	330	310	93,9%	José Leiva
20	09/05/2019	330	310	93,9%	José Leiva
21	24/05/2019	330	305	95,3%	Claudio Marco
22	24/05/2019	330	310	96,8%	Claudio Marco
23	24/05/2019	330	310	96,8%	Claudio Marco
24	24/05/2019	330	310	96,8%	Claudio Marco
		Promedio	309,7916667		
		Desv. estándar	3,120467728		
		Max	306	-1,22	0,112164812
		Min	294	-5,06	2,0889E-07
				Cumplimiento	11%

Anexo 10. Kola real limón 450 ml - pre test

Kola real limón (pre test)					
N°	Fecha	Capacidad al rebose del envase	Volumen de llenado	% Capacidad de llenado	Operador de turno
1	02/04/2019	490	465	94,8%	Dionicio M.
2	02/04/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
3	02/04/2019	490	460	93,8%	José Leiva
4	02/04/2019	490	460	93,8%	José Leiva
5	02/04/2019	490	460	93,8%	José Leiva
6	02/04/2019	490	460	93,8%	José Leiva
7	02/04/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
8	02/04/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
9	13/04/2019	490	460	93,8%	Claudio Marcos
10	07/05/2019	490	465	94,9%	Claudio Marcos
11	07/05/2019	490	465	94,9%	Claudio Marcos
12	07/05/2019	490	465	94,9%	Claudio Marcos
13	07/05/2019	490	465	94,9%	Claudio Marcos
14	07/05/2019	490	465	94,9%	Claudio Marcos
15	07/05/2019	490	460	93,8%	Claudio Marcos
16	07/05/2019	490	460	93,8%	Claudio Marcos
17	04/06/2019	490	458	93,5%	José Cabrera
18	04/06/2019	490	460	93,8%	José Cabrera
19	04/06/2019	490	460	93,8%	José Cabrera
20	04/06/2019	490	460	93,8%	José Cabrera
21	04/06/2019	490	460	93,8%	José Cabrera
22	04/06/2019	490	460	93,8%	José Cabrera
23	04/06/2019	490	460	93,8%	José Cabrera
24	04/06/2019	490	460	93,8%	José Cabrera
		Promedio	461,6428571		
		Desv. estándar	2,648864571		
		Max	456	-2,13	0,016573724
		Min	444	-6,66	1,36416E-11
				Cumplimiento	2%

Anexo 11. Kola real naranja 450 ml - pre test

Kola real naranja 450 ml (pre test)					
N°	Fecha	Capacidad al rebose del envase	Volumen de llenado	% Capacidad de llenado	Operador de turno
1	02/04/2019	490	455	92,8%	José Leiva
2	02/04/2019	490	455	92,8%	José Leiva
3	06/05/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
4	06/05/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
5	06/05/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
6	06/05/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
7	06/05/2019	490	460	93,8%	Dionicio M.
8	07/05/2019	490	460	93,8%	José Leiva
9	07/05/2019	490	455	92,8%	José Leiva
10	07/05/2019	490	460	93,8%	José Leiva
11	07/05/2019	490	460	93,8%	José Leiva
12	07/05/2019	490	460	93,8%	José Leiva
13	07/05/2019	490	458	93,4%	José Leiva
14	07/05/2019	490	460	93,8%	José Leiva
15	07/05/2019	490	455	92,8%	José Leiva
16	07/05/2019	490	460	93,8%	José Leiva
17	07/05/2019	490	458	93,5%	José Leiva
18	07/05/2019	490	460	93,8%	José Leiva
19	19/06/2019	490	455	92,8%	José Cabrera
20	19/06/2019	490	460	93,8%	José Cabrera
21	19/06/2019	490	460	93,8%	José Cabrera
22	19/06/2019	490	460	93,8%	José Cabrera
23	19/06/2019	490	460	93,8%	José Cabrera
24	19/06/2019	490	460	93,8%	José Cabrera
		Promedio	459,0952381		
		Desv. estándar	1,813966976		
		Max	456	-1,71	0,043972721
		Min	444	-8,32	4,33655E-17
		Cumplimiento			4%

Anexo 12. Kola real piña 200 ml - pre test

Kola real piña 200 ml (pre test)					
N°	Fecha	Capacidad al rebose del envase	Volumen de llenado	% Capacidad de llenado	Operador de turno
1	16/04/2019	220	210	95,5%	Jose Leiva
2	16/04/2019	220	210	95,5%	Jose Leiva
3	16/04/2019	220	205	93,2%	Jose Leiva
4	16/05/2019	220	210	95,5%	Claudio Marcos
5	16/05/2019	220	210	95,5%	Claudio Marcos
6	16/05/2019	220	210	95,5%	Claudio Marcos
7	17/05/2019	220	205	93,2%	Jose Leiva
8	17/05/2019	220	210	95,5%	Jose Leiva
9	17/05/2019	220	210	95,5%	Jose Leiva
10	17/05/2019	220	210	95,5%	Jose Leiva
11	27/05/2019	220	210	95,5%	Jose Leiva
12	27/05/2019	220	210	93,2%	Jose Leiva
13	27/05/2019	220	205	95,5%	Jose Leiva
14	27/05/2019	220	210	95,5%	Jose Leiva
15	27/05/2019	220	210	95,5%	Jose Leiva
16	27/05/2019	220	210	95,5%	Jose Leiva
17	27/05/2019	220	210	95,5%	Jose Leiva
18	27/05/2019	220	210	95,5%	Jose Leiva
19	06/06/2019	220	210	95,5%	Guibarra Martel
20	06/06/2019	220	210	95,5%	Guibarra Martel
21	06/06/2019	220	210	95,5%	Guibarra Martel
22	06/06/2019	220	208	94,5%	Guibarra Martel
23	06/06/2019	220	208	94,5%	Guibarra Martel
24	06/06/2019	220	210	94,5%	Guibarra Martel
		Promedio	209,173913		
		Desv. estándar	1,749082199		
		Max	204	-2,96	0,001547843
		Min	196	-7,53	2,50035E-14
				Cumplimiento	0%

Anexo 13. Kola real negra 450 ml - post test

Kola real negra 450 ml (post test)					
N°	Fecha	Capacidad al rebose del envase	Volumen de llenado	% Capacidad de llenado	Operador de turno
1	27/06/2019	490	455	92,9%	José Cabrera
2	27/06/2019	490	450	91,8%	José Cabrera
3	27/06/2019	490	452	92,2%	José Cabrera
4	27/06/2019	490	450	91,8%	José Cabrera
5	27/06/2019	490	450	91,8%	José Cabrera
6	27/06/2019	490	450	91,8%	José Cabrera
7	27/06/2019	490	450	91,8%	José Cabrera
8	27/06/2019	490	452	92,2%	José Cabrera
9	04/07/2019	490	450	91,8%	José Cabrera
10	04/07/2019	490	452	92,2%	José Cabrera
11	04/07/2019	490	455	92,9%	Dionicio M.
12	13/07/2019	490	450	91,8%	Dionicio M.
13	13/07/2019	490	450	91,8%	Dionicio M.
14	13/07/2019	490	450	91,8%	Claudio Abnet
15	27/07/2019	490	451	91,8%	Claudio Abnet
16	27/07/2019	490	450	91,8%	Dionicio M.
17	27/07/2019	490	450	91,8%	Claudio Abnet
18	03/08/2019	490	450	91,8%	José Cabrera
19	15/08/2019	490	450	91,8%	Claudio Abnet
20	23/08/2019	490	450	91,8%	Claudio Abnet
21	23/08/2019	490	452	91,8%	José Cabrera
22	30/08/2019	490	450	91,8%	Claudio Abnet
23	30/08/2019	490	450	91,8%	Claudio Abnet
24	02/09/2019	490	450	91,8%	Claudio Abnet
	Promedio		450,7916667		
	Desv. estándar		1,503016291		
	Max		456	3,47	0,999735135
	Min		444	-4,52	3,11115E-06
				Cumplimiento	100%

Anexo 14. Kola real piña 450 ml - post test

Kola real piña 450 ml (post test)					
N°	Fecha	Capacidad al rebose del envase	Volumen de llenado	% Capacidad de llenado	Operador de turno
1	28/06/2019	490	450	91,8%	Guibarra M.
2	28/06/2019	490	450	91,8%	Guibarra M.
3	28/06/2019	490	450	91,8%	Guibarra M.
4	28/06/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
5	28/06/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
6	28/06/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
7	28/06/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
8	28/06/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
9	03/07/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
10	03/07/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
11	03/07/2019	490	452	92,2%	Guibarra Martel
12	15/07/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
13	16/07/2019	490	453	91,8%	Dionicio M.
14	27/07/2019	490	450	91,8%	Dionicio M.
15	27/07/2019	490	450	91,8%	Dionicio M.
16	27/07/2019	490	450	91,8%	Claudio Marcos
17	27/07/2019	490	450	91,8%	Claudio Marcos
18	27/07/2019	490	450	91,8%	Claudio Marcos
19	31/07/2019	490	450	91,8%	Dionicio M.
20	02/08/2019	490	450	91,8%	Dionicio M.
21	03/08/2019	490	450	91,8%	José Cabrera
22	16/08/2019	490	452	91,8%	José Cabrera
23	24/08/2019	490	450	91,8%	Claudio Marcos
24	02/09/2019	490	455	92,9%	Dionicio M.
		Promedio	450,28		
		Desv. estándar	0,826442095		
		Max	456	6,92	1
		Min	444	-7,60	1,52536E-14
				Cumplimiento	100%

Anexo 15. Sabor de oro 450 ml - post test

Sabor de oro 450 ml (post test)					
N°	Fecha	Capacidad al rebose del envase	Volumen de llenado	% Capacidad de llenado	Operador de turno
1	17/07/2019	490	450	91,8%	José Cabrera
2	17/07/2019	490	450	91,8%	José Cabrera
3	18/07/2019	490	450	91,8%	José Cabrera
4	18/07/2019	490	452	92,2%	José Cabrera
5	31/07/2019	490	450	91,8%	Dionicio Mendoza
6	31/07/2019	490	451	91,8%	Dionicio Mendoza
7	03/08/2019	490	455	92,9%	Dionicio Mendoza
8	03/08/2019	490	450	91,8%	Dionicio Mendoza
9	03/08/2019	490	450	91,8%	Dionicio Mendoza
10	16/08/2019	490	450	91,8%	Claudio Marcos
11	16/08/2019	490	450	91,8%	Claudio Marcos
12	17/08/2019	490	450	91,8%	Dionicio Mendoza
13	17/08/2019	490	450	91,8%	Dionicio Mendoza
14	17/08/2019	490	450	91,8%	Dionicio Mendoza
15	24/08/2019	490	450	91,8%	Dionicio Mendoza
16	24/08/2019	490	451	91,8%	Dionicio Mendoza
17	24/08/2019	490	455	92,9%	Dionicio Mendoza
18	26/08/2019	490	450	91,8%	Dionicio Mendoza
19	26/08/2019	490	450	91,8%	Dionicio Mendoza
20	09/09/2019	490	450	91,8%	Dionicio Mendoza
21	09/09/2019	490	450	91,8%	Dionicio Mendoza
22	09/09/2019	490	450	91,8%	Dionicio Mendoza
23	10/09/2019	490	450	91,8%	José Cabrera
24	10/09/2019	490	450	91,8%	José Cabrera
		Promedio	450,6		
		Desv. estándar	1,442120018		
		Max	456	3,76	0,99991369
		Min	444	-4,57	2,49701E-06
				Cumplimiento	100%

Anexo 16. Kola real fresa 450 ml - post test

Kola real fresa 450 ml (post test)					
Nº	Fecha	Capacidad al rebose del envase	Volumen de llenado	% Capacidad de llenado	Operador de turno
1	26/06/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
2	26/06/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
3	26/06/2019	490	455	91,9%	Guibarra Martel
4	26/06/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
5	26/06/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
6	26/06/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
7	26/06/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
8	26/06/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
9	26/06/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
10	02/07/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
11	02/07/2019	490	455	91,9%	Guibarra Martel
12	02/07/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
13	16/07/2019	490	450	91,8%	Dionicio M.
14	17/07/2019	490	450	91,8%	Dionicio M.
15	25/07/2019	490	450	91,8%	Dionicio M.
16	25/07/2019	490	450	91,8%	Dionicio M.
17	31/07/2019	490	450	91,8%	André Esteban
18	16/08/2019	490	450	91,8%	Dionicio M.
19	16/08/2019	490	450	91,8%	Dionicio M.
20	16/08/2019	490	450	91,8%	Dionicio M.
21	24/08/2019	490	450	91,8%	Dionicio M.
22	26/08/2019	490	452	92,0%	Dionicio M.
23	03/09/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
24	03/09/2019	490	450	91,8%	Dionicio M.
		Promedio	450,5		
		Desv. estándar	1,444630237		
		Max	456	3,81	0,999929726
		Min	444	-4,50	3,40694E-06
				Cumplimiento	100%

Anexo 17. Energy 360° 300 ml - post test

Energy 360° 300 ml (post test)					
N°	Fecha	Capacidad al rebose del envase	Volumen de llenado	% Capacidad de llenado	Operador de turno
1	05/08/2019	330	300	90,9%	Dionicio M.
2	05/08/2019	330	305	92,4%	Dionicio M.
3	05/08/2019	330	300	90,9%	Dionicio M.
4	05/08/2019	330	300	90,9%	Dionicio M.
5	05/08/2019	330	300	90,9%	Dionicio M.
6	05/08/2019	330	300	90,9%	Dionicio M.
7	22/08/2019	330	300	90,9%	José Cabrera
8	22/08/2019	330	305	92,4%	José Cabrera
9	22/08/2019	330	300	90,9%	José Cabrera
10	22/08/2019	330	305	92,4%	José Cabrera
11	22/08/2019	330	300	90,9%	José Cabrera
12	22/08/2019	330	300	90,9%	José Cabrera
13	22/08/2019	330	300	90,9%	José Cabrera
14	04/09/2019	330	300	90,9%	Dionicio M.
15	04/09/2019	330	301	90,9%	Dionicio M.
16	04/09/2019	330	302	91,5%	Dionicio M.
17	04/09/2019	330	303	91,8%	Dionicio M.
18	05/09/2019	330	302	91,5%	Guibarra Martel
19	05/09/2019	330	300	90,9%	Guibarra Martel
20	05/09/2019	330	300	90,9%	Guibarra Martel
21	06/09/2019	330	300	90,9%	Dionicio M.
22	06/09/2019	330	300	90,9%	Dionicio M.
23	10/09/2019	330	300	90,9%	Guibarra Martel
24	10/09/2019	330	300	90,9%	Guibarra Martel
		Promedio	301,0		
		Desv. estándar	1,756458063		
		Max	306	2,87	0,997949975
		Min	294	-3,96	3,72291E-05
				Cumplimiento	100%

Anexo 18. Kola real limon - post test

Kola real limón (pre test)					
Nº	Fecha	Capacidad al rebose del envase	Volumen de llenado	% Capacidad de llenado	Operador de turno
1	18/07/2019	490	450	91,8%	José Cabrera
2	18/07/2019	490	450	91,8%	José Cabrera
3	18/07/2019	490	452	92,2%	José Cabrera
4	18/07/2019	490	450	91,8%	José Cabrera
5	18/07/2019	490	450	91,8%	José Cabrera
6	18/07/2019	490	450	91,8%	José Cabrera
7	19/07/2019	490	450	91,8%	Dionicio M.
8	19/07/2019	490	450	91,8%	Dionicio M.
9	25/07/2019	490	452	92,2%	Claudio Marcos
10	25/07/2019	490	450	91,8%	Claudio Marcos
11	25/07/2019	490	452	92,2%	Claudio Marcos
12	25/07/2019	490	450	91,8%	Claudio Marcos
13	25/07/2019	490	450	91,8%	Claudio Marcos
14	01/08/2019	490	450	91,8%	Claudio Marcos
15	01/08/2019	490	450	91,8%	Claudio Marcos
16	01/08/2019	490	450	91,8%	Claudio Marcos
17	01/08/2019	490	450	91,8%	Claudio Marcos
18	01/08/2019	490	450	91,8%	Claudio Marcos
19	17/09/2019	490	450	91,8%	Dionicio M.
20	17/09/2019	490	450	91,8%	Dionicio M.
21	17/09/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
22	17/09/2019	490	450	92,0%	Guibarra Martel
23	17/09/2019	490	455	92,9%	Guibarra Martel
24	17/09/2019	490	452	92,2%	Guibarra Martel
		Promedio	450,5		
		Desv. estándar	1,215092291		
		Max	456	4,49	0,999996474
		Min	444	-5,38	3,64893E-08
				Cumplimiento	100%

Anexo 19. Kola real naranja 450 ml - post test

Kola real naranja 450 ml (post test)					
N°	Fecha	Capacidad al rebose del envase	Volumen de llenado	% Capacidad de llenado	Operador de turno
1	17/07/2019	490	450	91,8%	José Cabrera
2	17/07/2019	490	450	91,8%	José Cabrera
3	17/07/2019	490	452	92,2%	José Cabrera
4	17/07/2019	490	450	91,8%	José Cabrera
5	17/07/2019	490	452	92,2%	José Cabrera
6	25/07/2019	490	450	91,8%	Claudio Abnet
7	25/07/2019	490	455	92,9%	Claudio Abnet
8	25/07/2019	490	450	91,8%	Claudio Abnet
9	25/07/2019	490	450	91,8%	Claudio Abnet
10	25/07/2019	490	450	91,8%	Claudio Abnet
11	25/07/2019	490	450	91,8%	Dionicio M.
12	25/07/2019	490	450	91,8%	Dionicio M.
13	25/07/2019	490	455	92,9%	Dionicio M.
14	25/07/2019	490	450	91,8%	Dionicio M.
15	17/09/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
16	17/09/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
17	17/09/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
18	17/09/2019	490	452	92,2%	Guibarra Martel
19	17/09/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
20	17/09/2019	490	452	92,2%	Guibarra Martel
21	17/09/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
22	17/09/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
23	17/09/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
24	17/09/2019	490	450	91,8%	Guibarra Martel
		Promedio	450,8		
		Desv. estándar	1,618966532		
		Max	456	3,24	0,999408213
		Min	444	-4,17	1,52751E-05
				Cumplimiento	100%

Anexo 20. Kola real piña 200 ml - post test

Kola real piña 200 ml (pre test)					
N°	Fecha	Capacidad al rebose del envase	Volumen de llenado	% Capacidad de llenado	Operador de turno
1	25/06/2019	220	200	90,9%	José Cabrera
2	25/06/2019	220	200	90,9%	José Cabrera
3	25/06/2019	220	200	90,9%	José Cabrera
4	25/06/2019	220	202	91,8%	José Cabrera
5	25/06/2019	220	200	90,9%	José Cabrera
6	25/06/2019	220	200	90,9%	José Cabrera
7	25/06/2019	220	200	90,9%	José Cabrera
8	23/07/2019	220	200	90,9%	José Cabrera
9	23/07/2019	220	202	91,8%	José Cabrera
10	23/07/2019	220	200	90,9%	José Cabrera
11	23/07/2019	220	200	90,9%	José Cabrera
12	23/07/2019	220	202	91,8%	José Cabrera
13	23/07/2019	220	200	90,9%	José Cabrera
14	23/07/2019	220	200	90,9%	José Cabrera
15	23/07/2019	220	200	90,9%	José Cabrera
16	23/07/2019	220	200	90,9%	José Cabrera
17	30/08/2019	220	202	93,6%	José Cabrera
18	30/08/2019	220	204	92,7%	José Cabrera
19	30/08/2019	220	202	90,9%	José Cabrera
20	30/08/2019	220	200	90,9%	José Cabrera
21	30/08/2019	220	200	90,9%	José Cabrera
22	30/08/2019	220	202	91,8%	José Cabrera
23	30/08/2019	220	200	90,9%	José Cabrera
24	30/08/2019	220	200	90,9%	José Cabrera
		Promedio	200,8		
		Desv. estándar	1,236693885		
		Max	204	2,57	0,994893281
		Min	196	-3,90	4,80284E-05
				Cumplimiento	99%

Anexo 21. Toma de muestra de llenado



Anexo 22. Llenado de formato por personal capacitado



Anexo 23. Registros de capacidad de llenado

ism **ÁREA DE SOSTENIBILIDAD** **REGISTRO DE CAPACIDAD DE LLENADO** **ESSE**

FORM 21-01-19 PÁG. 03 Fecha: 12-01-2020 Jefe: Carlos

MATERIA	UNIDAD	VOLUMEN	CAPACIDAD DE LLENADO				MATERIA DE LLENADO						
			Nº DE BARRAS	TIPO DE BARRAS	TIPO DE BARRAS	TIPO DE BARRAS	TIPO DE BARRAS	TIPO DE BARRAS	TIPO DE BARRAS	TIPO DE BARRAS			
21:00	litros	100	10	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml
18:45	litros	100	10	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml
17:30	litros	100	10	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml
16:15	litros	100	10	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml
15:00	litros	100	10	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml
13:45	litros	100	10	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml
12:30	litros	100	10	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml
11:15	litros	100	10	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml

ism **ÁREA DE SOSTENIBILIDAD** **REGISTRO DE CAPACIDAD DE LLENADO** **ESSE**

FORM 21-01-19 PÁG. 03 Fecha: 12-01-2020 Jefe: Carlos

MATERIA	UNIDAD	VOLUMEN	CAPACIDAD DE LLENADO				MATERIA DE LLENADO						
			Nº DE BARRAS	TIPO DE BARRAS	TIPO DE BARRAS	TIPO DE BARRAS	TIPO DE BARRAS	TIPO DE BARRAS	TIPO DE BARRAS	TIPO DE BARRAS			
21:00	litros	100	10	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml
18:45	litros	100	10	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml
17:30	litros	100	10	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml
16:15	litros	100	10	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml
15:00	litros	100	10	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml
13:45	litros	100	10	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml
12:30	litros	100	10	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml
11:15	litros	100	10	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml	100ml