



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL

**Aplicación del lean manufacturing en el proceso de envasado
de bebidas rehidratantes para mejorar el Overall Equipment
Effectiveness en línea de producción, Ate – 2019**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTORES:

Díaz Rubio, Benedicto (ORCID: 0000-0002-2383-250X)
Huamán Rivera, Freddy Paul (ORCID: 0000-0001-5812-9948)

ASESOR:

Mg. Añazco Escobar, Dixon Groky (ORCID: 0000-0002-2729-1202)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial Productiva

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

A nuestro profesor el Ingeniero Añezco Escobar Dixon Groky por brindarnos en cada clase sus conocimientos y experiencias para poder ser profesionales.

Agradecimientos

Agradezco a dios por derramar su bendición en nuestro camino y llena siempre mi vida de muchas fuerzas y a toda mi familia por estar siempre pendiente en mis esfuerzos y con sus apoyos de cada uno de ellos logramos a conseguir el objetivo.

ÍNDICE

Dedicatoria	i
Agradecimientos.....	ii
ÍNDICE	iii
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I INTRODUCCIÓN.....	13
1.1 Realidad Problemática	13
1.2 Trabajos Previos	24
1.3 Teorías Relacionadas al tema.....	27
1.3.1 Variable Independiente: Lean Manufacturing	27
1.3.2 Variable Dependiente: Overall Equipment Effectiveness (OEE).....	29
1.4 Formulación del Problema	31
1.4.1 Problema General.....	31
1.4.2 Problemas Específicos.	31
1.5 Justificación de la investigación	31
1.5.1 Justificación económica.....	31
1.5.2 Justificación teórica	32
1.5.3 Justificación metodológica.....	32
1.6 Formulación de Hipótesis.....	32
1.6.1 Hipótesis General	32
1.6.2 Hipótesis Específicos.....	32
1.7 Planteamiento de Objetivos	33
1.7.1 Objetivo General.....	33
1.7.2 Objetivos Específicos	33

II	MÉTODO.....	34
2.1	Tipo y Diseño de Investigación.....	34
2.1.1	Tipo.....	34
2.1.2	Nivel.....	34
2.1.3	Enfoque	34
2.1.4	Diseño	34
2.2	Operacionalización de las Variables	36
2.3	Población, Muestra y Muestreo	37
2.3.1	Población	37
2.3.2	Muestra.....	37
2.3.3	Plan de Muestreo.....	38
2.4	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad. 39	
2.4.1	Técnica	39
2.4.2	Instrumento.....	39
2.4.3	Confiabilidad.....	40
2.4.4	Validación	40
2.5	Métodos de Análisis de Datos.....	41
2.6	Aspectos éticos	42
2.7	Desarrollo del proyecto	42
2.7.1	Procedimiento de producción	42
2.7.2	Implementación y resultado de la aplicación de mejoras.....	43
2.7.2.2	Aplicación de SMED.....	46
2.7.3	Problema por mejora	49
III	RESULTADOS	51
3.1	Análisis descriptivo.....	51

3.1.1	Análisis descriptivo de la variable independiente.....	51
3.1.2	Análisis descriptivo de la variable dependiente	55
3.2	Análisis inferencial.....	61
3.2.1	Análisis de la hipótesis general.....	61
3.2.2	Análisis de la primera hipótesis específica	62
3.2.3	Análisis de la segunda hipótesis específica	66
3.2.4	Análisis de la tercera hipótesis específica	71
IV	DISCUSIÓN.....	75
V	CONCLUSIONES	77
VI	RECOMENDACIONES	78
VII	REFERENCIAS.....	79

ÍNDICE DE GRÁFICOS

FIG. 1. CUADRO COMPARATIVO GLOBAL. ELABORACIÓN PROPIA	13
FIG. 2. CUADRO COMPARATIVO. ELABORACIÓN PROPIA.....	13
FIG. 3. CUADRO COMPARATIVO NACIONAL. ELABORACIÓN PROPIA	14
FIG. 4. PRODUCCIÓN POR LITROS. ELABORACIÓN PROPIA	16
FIG. 5. LÍNEA DE PRODUCCIÓN. ELABORACIÓN PROPIA.....	17
FIG. 6. OEE DE LA EMPRESA. ELABORACIÓN PROPIA.....	17
FIG. 7. OEE DE EMPRESA RESPECTO A CLASE MUNDIAL. ELABORACIÓN PROPIA	18
FIG. 8. GRÁFICO DE RESULTADOS. ELABORACIÓN PROPIA.....	19
FIG. 9. ISHIKAWA. ELABORACIÓN PROPIA	20
FIG. 10. DIAGRAMA DE PARETO DE FALLAS. ELABORACIÓN PROPIA	22
FIG. 11. LEAN MANUFACTURING ELABORADO POR PETER BELOBHAKER	27
FIG. 12. OEE. ELABORACIÓN PROPIA	29
FIG. 13. TIPO Y DISEÑO. ELABORACIÓN PROPIA.....	35
FIG. 14 FORMULA DE MUESTREO, ELABORACIÓN PROPIA	38
FIG. 15. PLAN DE MUESTREO. ELABORACIÓN PROPIA	38
FIG. 16. TÉCNICAS E INSTRUMENTO. ELABORACIÓN PROPIA.....	39
FIG. 17. EQUIPO POTENCIÓMETRO. FUENTE DE LA EMPRESA.....	44
FIG. 18. EQUIPO PARA MEDIR EL PH. FUENTE DE LA EMPRESA	44
FIG. 19. LAMINA DE DESARROLLADA. FUENTE DE LA EMPRESA ATE-2019	46
FIG. 20. TUBERÍA DE VAPOR. FUENTE DE LA EMPRESA ATE-2019.....	47
FIG. 21. SENSOR PARA DETESTAR FRASCOS. FUENTE DE LA EMPRESA ATE-2019.....	48
FIG. 22. SENSOR DE PANTALLA. FUENTE DE LA EMPRESA ATE-2019	49
FIG. 23. BALANZA ELECTRÓNICA. FUENTE DE LA EMPRESA ATE-2019.	50
FIG. 24. SENSOR PARA DETECTAR FRASCOS SIN ETIQUETAR. FUENTE DE LA EMPRESA ATE-2019.....	50
FIG. 25. CUMPLIMIENTO DE SMED. ELABORACIÓN PROPIA	51
FIG. 26. TIEMPO DE SMED VS OBJETIVO. ELABORACIÓN PROPIA.....	52
FIG. 27. TIEMPO DE DESPERDICIO. ELABORACIÓN PROPIA.....	53
FIG. 28. PRODUCCIÓN NO CONFORME. ELABORACIÓN PROPIA	54
FIG. 29. GRÁFICO DESCRIPTIVO PREVIO	55
FIG. 30. GRÁFICO COMPARATIVO DEL OEE - OBJETIVO	56

FIG. 31. GRÁFICO DE PRODUCCIÓN (PRODUCCIÓN CONFORME Y NO CONFORME)	56
FIG. 32. GRÁFICO DESCRIPTIVO ANTES – DESPUÉS DE LA V. DEPENDIENTE: OEE	57
FIG. 33. DISPONIBILIDAD ANTES - DESPUÉS	58
FIG. 34. RENDIMIENTO ANTES - DESPUÉS	59
FIG. 35. CALIDAD ANTES - DESPUÉS	60
FIG. 36. RESUMEN DE LOS CAMBIOS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE	60
FIG. 37. GRÁFICO P-P NORMAL DE REGRESIÓN RESIDUO ESTANDARIZADO	65
FIG. 38. GRÁFICO P-P NORMAL DE REGRESIÓN RESIDUO ESTANDARIZADO	69
FIG. 39. GRAFICO P-P NORMAL DE REGRESIÓN RESIDUO ESTANDARIZADO DE CALIDAD	73
FIG. 40 ORDEN DE FABRICACIÓN	84
FIG. 41 REGISTRO DE CALIDAD ELABORACIÓN PROPIA.....	85
FIG. 42 REGISTRÓ DE DISPONIBILIDAD ELABORACIÓN PROPI	86
FIG. 43 REGISTRO DE RENDIMIENTO ELABORACIÓN PROPIA.....	87
FIG. 44 PROCESO DE LLENADO FUENTE ATE – 2019.....	91
FIG. 45 PROCESO DE PROGRAMACIÓN FUENTE DE LA EMPRESA.....	88
FIG. 46 PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD FUENTE ATE – 2019.	89
FIG. 47 PROCESO DE EMPAQUETADO FUENTE ATE – 2019.....	89
FIG. 48 REGISTRO DE BASE DE DATOS 1 FUENTE ATE – 2019.....	90
FIG. 49 REGISTRO DE BASE DE DATOS 2 FUENTE ATE – 2019.....	91
FIG. 50 REGISTRO DE BASE DE DATOS 3 FUENTE ATE – 2019.....	92
FIG. 51 REGISTRO DE BASE DE DATOS 4 FUENTE ATE – 2019.....	93
FIG. 52 RESULTADOS DE LAS ACTUAL DE LA EMPRESA, FUENTE ATE – 2019.....	94
FIG. 53 RESULTADOS DE LAS ACTUAL DE LA EMPRESA, FUENTE ATE – 2019.....	96

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. OEE DE LA EMPRESA. ELABORACIÓN PROPIA.....	17
TABLA 2. OEE DE EMPRESA RESPECTO GLOBAL. ELABORACIÓN PROPIA.....	18
TABLA 3. CUADRO DE ESTADÍSTICA. ELABORACIÓN PROPIA	19
TABLA 4. CUADRO DE FALLAS. ELABORACIÓN PROPIA	21
TABLA 5. MATRIZ DE PRIORIZACIÓN. ELABORACIÓN PROPIA	23
TABLA 6. BRECHA DEL ÁREA DE ENVASADO. ELABORACIÓN PROPIA.....	23
TABLA 7. DATOS DE LA EMPRESA. ELABORACIÓN PROPIA	37
TABLA 8. TAMAÑO DE MUESTRA. ELABORACIÓN PROPIA.....	38
TABLA 9. VALIDACIÓN DE DATOS.....	40
TABLA 10. ESTADÍSTICA DE FIABILIDAD	40
TABLA 11. OBJETIVO PLANTEADO. ELABORACIÓN PROPIA.....	51
TABLA 12. ESTADÍSTICA DE ANÁLISIS. ELABORACIÓN PROPIA	53
TABLA 13. ESTADÍSTICO DE POKA YOKE. ELABORACIÓN PROPIA	54
TABLA 14. ANÁLISIS DESCRIPTIVO PREVIO DE DATOS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE.....	55
TABLA 15. ESTADÍSTICA DE M. EMPAREJADAS DE LA V. DEPENDIENTE: EFICIENCIA GLOBAL OEE	56
TABLA 16. ESTADÍSTICA DE MUESTRAS EMPAREJADAS DE LA DISPONIBILIDAD ANTES - DESPUÉS.....	57
TABLA 17. ESTADÍSTICA DE MUESTRAS EMPAREJADAS DE RENDIMIENTO ANTES - DESPUÉS.....	58
TABLA 18. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE CALIDAD ANTES - DESPUÉS	59
TABLA 19. RESUMEN DE COMPARACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD ANTES - DESPUÉS.....	60
TABLA 20. PRUEBA DE KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA UNA MUESTRA.....	61
TABLA 21. ESTADÍSTICAS DE MUESTRA EMPAREJADAS CON RESPECTO AL OEE	62
TABLA 22. PRUEBA DE M. EMPAREJADAS PARA VERIFICAR EL INCREMENTO CON RESPECTO AL OEE	62
TABLA 23. PRUEBA DE KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA UNA MUESTRA DE DISPONIBILIDAD	63
TABLA 24. CORRELACIÓN DE DISPONIBILIDAD Y SMED	63
TABLA 25. VARIABLE ENTRADA / ELIMINADAS.....	64
TABLA 26. RESUMEN DEL MODELO DE LA VARIACIÓN DE DISPONIBILIDAD	64

TABLA 27. RESULTADOS ANOVA SIG. = 0.057	64
TABLA 28. COEFICIENTES DE LA RECTA DE REGRESIÓN.....	65
TABLA 29. ESTADÍSTICAS DE MUESTRAS EMPAREJADAS DE LA DISPONIBILIDAD (ANTES – DESPUÉS)	66
TABLA 30. PRUEBA DE MUESTRA EMPAREJADAS DE DISPONIBILIDAD.....	66
TABLA 31. PRUEBA DE KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA UNA MUESTRA DE RENDIMIENTO	67
TABLA 32. CORRELACIÓN DE RENDIMIENTO	67
TABLA 33. VARIABLES ENTRADAS / ELIMINADAS DE RENDIMIENTO.....	68
TABLA 34. RESUMEN DEL MODELO DE RENDIMIENTO.....	68
TABLA 35. ANOVA DE RENDIMIENTO SIG. =0.049.....	68
TABLA 36. COEFICIENTES DE LA RECTA DE REGRESIÓN DE VSM	69
TABLA 37. ESTADÍSTICAS DE MUESTRA EMPAREJADAS DE RENDIMIENTO (ANTES – DESPUÉS)	70
TABLA 38. PRUEBA DE MUESTRAS EMPAREJADAS DE RENDIMIENTO SEGÚN HIPÓTESIS .	70
TABLA 39. PRUEBA DE KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA UNA MUESTRA DE LA CALIDAD....	71
TABLA 40. CORRELACIONES DE CALIDAD, POKA YOKE.....	71
TABLA 41. VARIABLES ENTRADAS / ELIMINADAS DE CALIDAD	72
TABLA 42. RESUMEN DEL MODELO DE CALIDAD	72
TABLA 43. ANOVA DE CALIDAD SIG. =0.0	72
TABLA 44. COEFICIENTES DE LA RECTA DE REGRESION DE POKA YOKE.....	73
TABLA 45. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE CALIDAD (ANTES – DESPUÉS)	74
TABLA 46. ESTADÍSTICOS DE PRUEBA DE CALIDAD.....	74

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1. ORDEN DE FABRICACIÓN	84
ANEXO N° 2. REGISTRO DE CALIDAD ELABORACIÓN PROPIA	85
ANEXO N° 3. REGISTRÓ DE DISPONIBILIDAD ELABORACIÓN PROPIA	86
ANEXO N° 4. REGISTRO DE RENDIMIENTO ELABORACIÓN PROPIA.....	87
ANEXO N° 5. PROCESO DE LLENADO FUENTE ATE – 2019.....	88
ANEXO N° 6. PROCESO DE PROGRAMACIÓN FUENTE DE LA EMPRESA.....	88
ANEXO N° 7. PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD FUENTE ATE – 2019	89
ANEXO N° 8. PROCESO DE EMPAQUETADO FUENTE ATE – 2019.....	89
ANEXO N° 9. REGISTRO DE BASE DE DATOS 1 FUENTE ATE – 2019	90
ANEXO N° 10. REGISTRO DE BASE DE DATOS 2 FUENTE ATE – 2019	91
ANEXO N° 11. REGISTRO DE BASE DE DATOS 3 FUENTE ATE – 2019	92
ANEXO N° 12. REGISTRO DE BASE DE DATOS 4 FUENTE ATE – 2019	93
ANEXO N° 13 RESULTADOS DE LAS ACTUAL DE LA EMPRESA, FUENTE ATE – 2019.....	94
ANEXO N° 14. RESULTADOS DE LAS ACTUAL DE LA EMPRESA, FUENTE ATE – 2019.....	96

RESUMEN

El proyecto va dirigido en determinar la medida de implementación de las herramientas Lean Manufacturing mejorara la eficiencia de los equipos en la línea de bebida hidratante en una empresa del rubro farmacéutico. Para continuar se explica sobre Lean Manufacturing que se denomina como la variable independiente, que se medirá en tres dimensiones: Single Minute Exchange Die (SMED), Value Stream Mapping (VSM) y Poka Yoke. Luego se tiene, la eficiencia de equipos medido con la ratio del Overall Equipment Efficiency (OEE), que se denomina como la variable dependiente, de las cuales, en sus tres dimensiones: Disponibilidad, Rendimiento y Calidad. La unidad de análisis es el equipo del Monoblock del proceso de envasado. El Diseño del proyecto de investigación será Experimental en su sub-división Pre-Experimental debido a que no habrá grupo de control porque se experimentará en toda la línea de envasado. Se usará la estadística descriptiva para analizar los datos de las variables: independiente y dependiente. En caso de la prueba de hipótesis se utilizará las pruebas de Wilcoxon y T-student , de pendiendo la cantidad de datos a analizar para evaluar su comportamiento, sean datos paramétricos o caso contrario de datos no paramétricos.

Palabras clave: Lean Manufacturing, VSM, Poka Yoke, OEE, Disponibilidad, Rendimiento, Calidad, T-Student y Wilconxon.

ABSTRACT

The project is aimed at determining the implementation measure of the Lean Manufacturing tools to improve the efficiency of the equipment of the hydrating drink line in a pharmaceutical company. To continue, we explain about Lean Manufacturing which is called as the independent variable, which will be measured in three dimensions: Single Minute Exchange Die (SMED), Value Stream Mapping (VSM) and Poka Yoke. Then we have the equipment efficiency measured with the Overall Equipment Efficiency (OEE) ratio, which is called the dependent variable, of which, in its three dimensions: Availability, Performance and Quality. The unit of analysis is the Monoblock equipment of the packaging process. The design of the research project will be Experimental in its Pre-Experimental sub-division because there will be no control group because it will be experimented in the entire packaging line. Descriptive statistics will be used to analyze the data of the variables: independent and dependent. In the case of the hypothesis test, the Wilcoxon and T-student tests will be used, depending on the amount of data to be analyzed to evaluate their behavior, whether they are parametric data or the opposite case of non-parametric data.

Keywords: Lean Manufacturing, VSM, Poka Yoke, OEE, Availability, Performance, Quality, T-Student and Wilconxon.

I INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática.

El contenido de agua en el organismo humano es del orden 60% del peso por lo que el consumo de agua asegura una adecuada hidratación para prevenir alteraciones físicas y cognitivas, una eficiente termorregulación y un buen funcionamiento cardiovascular. Asimismo, las bebidas isotónicas están elaboradas para reducir el desequilibrio de agua, minerales y energía debido a la actividad física. Estas bebidas contienen pequeñas cantidades de hidratos de carbono (azúcares) y de electrolitos como el sodio y el potasio, que durante una larga actividad física o una muy corta de gran intensidad pueden ayudar a reducir la sensación de esfuerzo y cansancio. En este escenario el crecimiento de la industria de bebidas a nivel mundial se ve reflejado en un pronóstico incremental compuesto del orden del 3% del año 2016 al 2021 en 267 millones de dólares Research, (Trends and Marquet 2019), tal como se muestra a continuación:



Fig. 1. Cuadro comparativo global. Elaboración propia

Para el mercado de bebidas no alcohólicas este incremento es de 4.82% y en términos de dinero se incrementará en 293 millones de dólares en los próximos 5 años del 2019 al 2024 (Markets 2019).



Fig. 2. Cuadro comparativo. Elaboración propia

Estas cifras a nivel del empresariado son muy alentadoras porque se ve que puede generar más utilidades y tendrían que buscar su mejor estrategia competitiva para afianzarse en este mercado creciente. En el caso de América Latina las expectativas de crecimiento también son óptimas tal como Urrego y Rodríguez (2019) lo señala:

En Latino América, enfocándonos en bebidas suaves, como gasificadas, jugos frutales, concentrados, infusiones especiales, entre otras. Se presentó un crecimiento de aproximadamente del 52%, en el periodo de los años del 2013 y el 2018, los cuales sobrepasaron de USD 51.667 a ser USD 78.509 millones. De esta forma en México se mostró el monto de USD 22.611 millones, en Brasil unos USD 19.622 millones y en Colombia unos USD 3.973 de millones. (pág. 1)

De esta manera el crecimiento esperado para américa latina es del orden de 3.5% pasando de 10.26 billones en el 2018 a 119.09 billones en el 2023 (ltd 2019).



Fig. 3. Cuadro comparativo nacional. Elaboración propia

En este contexto latinoamericano las economías emergentes están sujetas a los movimientos macroeconómicos de las economías hegemónicas de Estados Unidos, China y Europa, y es por esto que las naciones sudamericanas en conjunto con sus empresas estatales y privadas y demás agentes económicos no pueden hacer frente a estos cambios con gran rapidez y eficiencia. La principal causa es que las empresas latinoamericanas tienen una pobre productividad en referencia a acceso a profesionales calificados, dinero invertido en activos, infraestructura de producción evolución de mercados financieros, alicientes a la

invención y al progreso científicas (Deloitte, 2015). Estos son algunos factores que la industria de bebidas tiene que enfrentarse y superar estos problemas para incrementar su productividad.

Asimismo, para el mercado latinoamericano el artículo titulado El Estado de la industria de alimentos y bebidas de la Revista Industria Alimenticia (2018) menciona sobre la situación de la industria de agua embotellada:

En los países de Latino América, en ciertas zonas se presenta escases del insumo básico para la elaboración de bebidas, siendo fundamental para las marcas locales e internacionales. De la misma forma se crea una brecha considerable en referente a los productos Premium que exponen las marcas de bebidas, sobretodos las que contienen un agregado, ya que tiene una gran demanda por los consumidores. Con todo ello, este sector de la industria, lucha con el tema del consumo de plásticos, siendo uno principal factor contaminador, debió a su tardía descomposición, por ello se replantea la elaboración de sus envases constantemente.

A pesar de todo, el agua embotellada logro un 60% en Latino América de la parte del mercado, esta proveniente de los países como Brasil, Argentina, Chile, Perú y México, además logro alcanzar un 6.3% aproximadamente de nuevos lanzamientos de productos en el 2017, en territorio de Brasil. (pág. 4).

En el Perú la industria de bebidas no alcohólicas tuvo una caída de producción el 2017 tal como se muestra la información del INEI (2019). Adicionalmente se ha registrado un incremento de compras internacionales en un 13% este verano 2019 con referencia al verano 2018 (Gestión, 2019). Sin embargo, para el 2019 se prevé un crecimiento mayor al 10% debido a que los consumidores finales demandan productos más saludables y naturales en contraste a la bebida carbonatada (gaseosa) (El comercio, 2018).

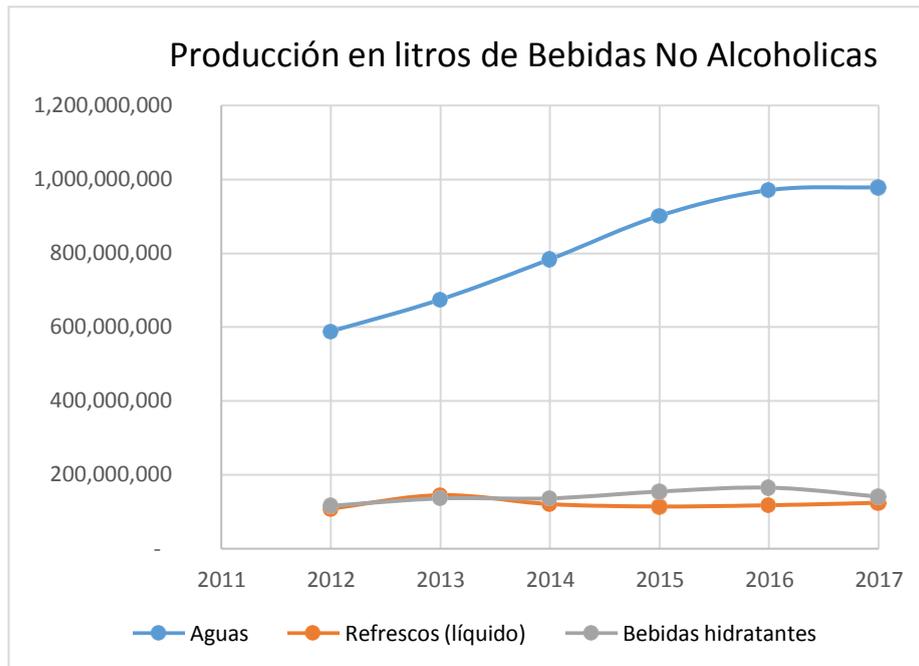


Fig. 4. Producción por litros. Elaboración propia

Es así que el mercado está tan atractivo que un nuevo producto llamado ‘220v’ ha ingresado al sector de bebidas no alcohólicas el presente año (PeruRetail, 2019). En el otro extremo de la industria se encuentra la problemática que esta industria de bebidas que cuenta con una eficiencia económica promedio del 40% (siendo esta eficiencia económica una variante de la productividad) por lo cual un ‘factor que influyen en la productividad’ de las empresas es la ‘Práctica de Gestión Empresarial’ (Ministerio de la Producción, 2015)

En el mercado peruano de bebidas no alcohólicas las empresas de mayor infraestructura son Aje, Arca Continental Lindley, Backus, Cbc peruana, Coca Cola y Pepsi (Abresa, 2018), que son competencia directa de la empresa en análisis ‘ATE – 2019 quien posee su producto rehidratante siendo su producto más resaltante. En este marco competitivo la base legal que regula las operaciones de todas las compañías es bien estricta y amplia porque se tiene que cumplir con una serie de leyes, normas locales e internacionales. Bajo este contexto ATE – 2019 en su línea de producción de la elaboración de bebidas rehidratantes ‘Electrolight’. El sistema de producción consta de tres procesos: Fabricación, Envasado y Acondicionado (figura N 5).

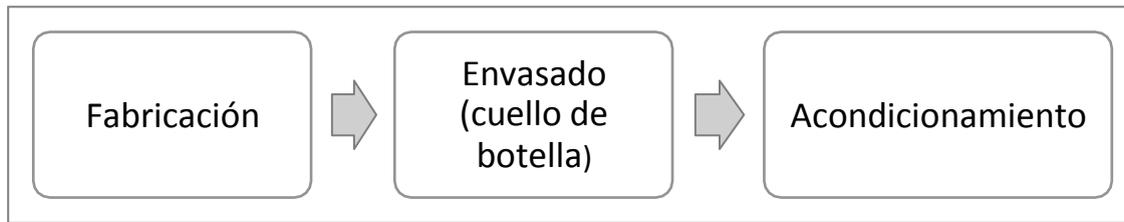


Fig. 5. Línea de producción. Elaboración propia

Tal como vemos en la figura anterior la línea de producción está dada por tres macros procesos siendo el envasado el proceso crítico, es decir este proceso recibe (input) y emite (output) del proceso de fabricación al proceso de acondicionado. Cualquier falla que se de en el proceso de envasado interrumpe a toda la línea de producción.

Por tal motivo es para la empresa de vital importancia medir y controlar la eficiencia y operatividad de la máquina de envasado. La productividad de equipos del proceso de envasado se mide en tres dimensiones: Disponibilidad, Rendimiento y Calidad y tiene el indicador general del Overall Equipment Efficiency, los cuales se determinaron en el transcurso del último año desde su implementación (OEE). Estos valores se muestran en la tabla y figura a continuación:

Tabla 1. OEE de la empresa. Elaboración propia

OEE empresa				
Factor	Disponibilidad	Rendimiento	calidad	OEE
Empresa	53%	93%	98%	48%

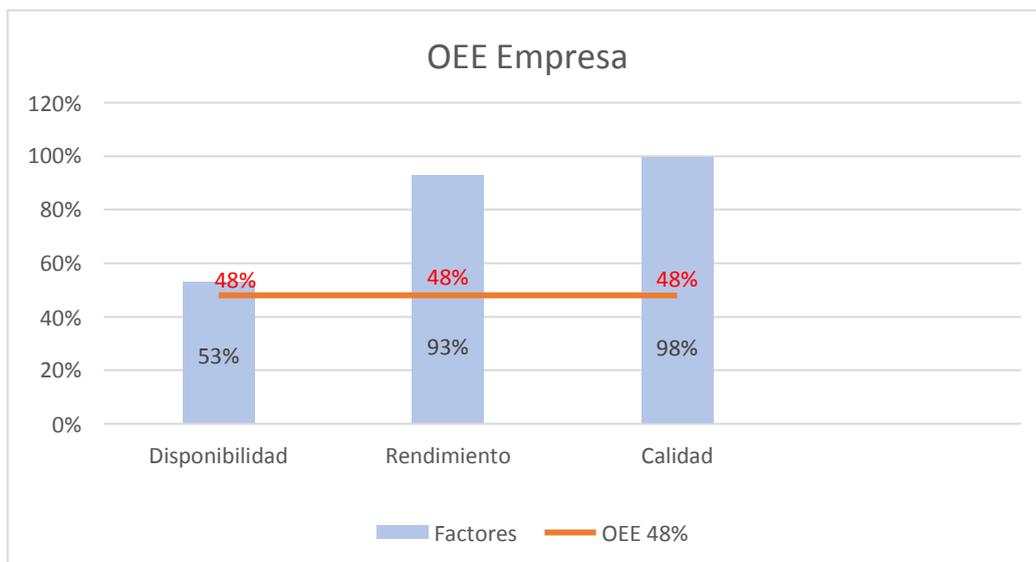


Fig. 6. OEE de la empresa. Elaboración propia

Vorne (2019) establece que las empresas de clase mundial deberían tener este indicador (OEE) en un 85% para lograr la mayor eficiencia posible para ser competitivos. Esta comparación con el indicador de clase mundial en sus factores y en su indicador principal se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2. OEE de empresa respecto global. Elaboración propia

OEE empresa vs Clase mundial				
Factor	Disponibilidad	Rendimiento	calidad	OEE
Empresa	83%	67%	95%	48%
Clase Mundial	90%	95%	99%	85%
Gap (diferencias)	7%	28%	4%	32%

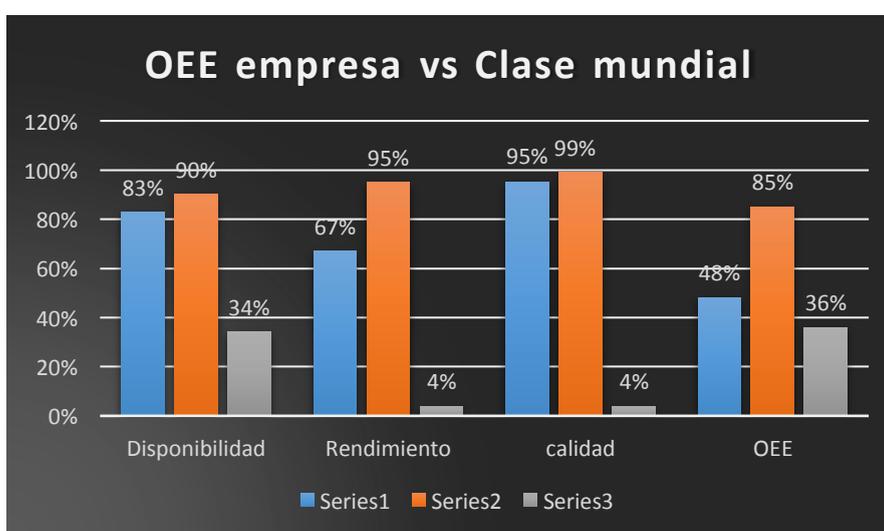


Fig. 7. OEE de empresa respecto a clase mundial. Elaboración propia

Debido a que en el proceso productivo la capacidad restrictiva es el área de envasado y según Goldratt en su libro *La Meta* señala que todos los esfuerzos de mejora deben enfocarse en el cuello de botella, esto es, la gestión debe comenzar con los procesos de capacidad restrictiva porque hacen que el flujo de producción sea lento y por ende la generación de ingresos a la compañía lenta. En el caso de la presente empresa se determinó que el cuello de botella es el proceso de Envasado por lo que el análisis de la problemática se centra en este proceso.

Procesos de producción de la bebida rehidratante. Determinación del cuello de botella (proceso con capacidad restrictiva) Por lo tanto, el indicador OEE para este proceso en sus dimensiones de disponibilidad rendimiento, calidad en el último año es como sigue:

Tabla 3. Cuadro de estadística. Elaboración propia

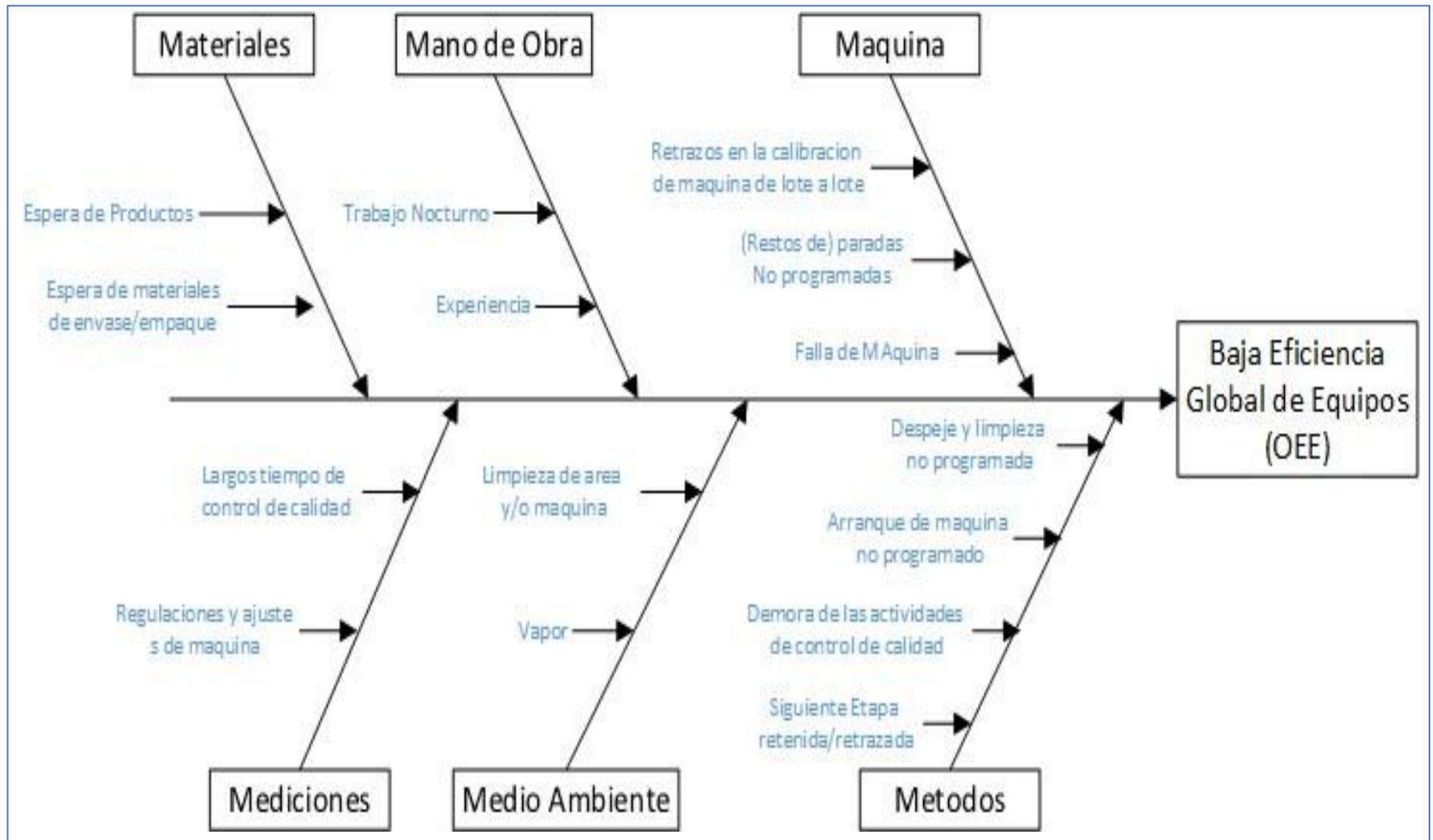
Factor	Ago-18	Set-18	Oct-18	Nov-18	Dic-18	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Promedio
Disponibilidad	55%	55%	59%	59%	60%	55%	59%	64%	60%	58%	60%	58%	59%
Rendimiento	89%	87%	89%	87%	92%	87%	89%	87%	88%	89%	89%	88%	88%
Calidad	95%	90%	94%	93%	94%	95%	96%	92%	92%	94%	95%	94%	94%
OEE	47%	43%	49%	48%	52%	45%	50%	51%	49%	49%	51%	48%	48%



Fig. 8. Gráfico de resultados. Elaboración propia

En este sentido para poder analizar las causas de los problemas se desarrolló un diagrama de Ishikawa que a continuación se presenta:

Fig. 9. Ishikawa. Elaboración propia



Por el periodo de 4 meses se hizo la recolección de datos para poder cuantificar las causas mencionadas en el diagrama de Ishikawa, para lo cual se tienen el siguiente análisis de Pareto:

Tabla 4. Cuadro de fallas. Elaboración propia

N°	Fuente	Incidencias	Frecuencia	% de Frecuencia	% Acumulado	80 - 20
1	Maquinas y Equipos	Retrazos en la calibracion de maquina de lote a lote	56	18%	18%	80%
2	Maquinas y Equipos	(Restos de) paradas No programadas	53	17%	35%	80%
3	Medicion	Largos tiempo de control de calidad	50	16%	51%	80%
4	Materiales	Espera de productos	48	15%	67%	80%
5	Materiales	Espera de materiales de envase/empaque	33	11%	77%	80%
6	Metodo	Despeje y limpieza no programada	12	4%	81%	20%
7	Metodo	Arranque de maquina no programado	10	3%	84%	20%
8	Metodo	Demora de las actividades de control de calidad	10	3%	87%	20%
9	Medio Ambiente	Limpieza de area y/o maquina	8	3%	90%	20%
10	Mano de Obra	Trabajo Nocturno	7	2%	92%	20%
11	Maquinas y Equipos	Falla de Maquina	6	2%	94%	20%
12	Metodo	Siguiente Etapa retenida/retrazada	6	2%	96%	20%
13	Medicion	Regulaciones y ajustes de maquina	5	2%	98%	20%
14	Mano de Obra	Experiencia	4	1%	99%	20%
15	Medio Ambiente	Vapor	3	1%	100%	20%
Totales			311			

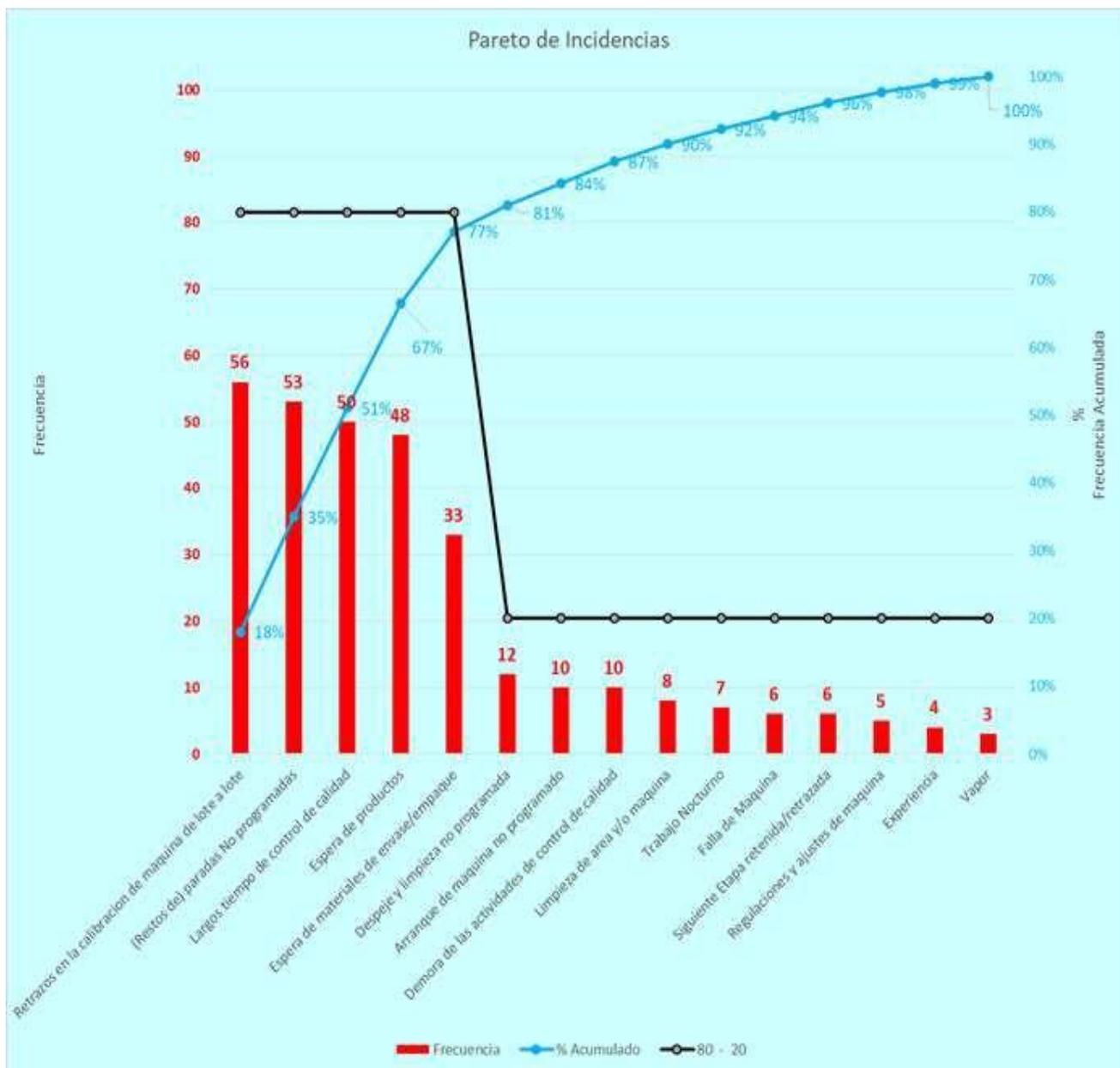


Fig. 10. Diagrama de Pareto de fallas. Elaboración propia

Por lo antes visto la empresa tiene una baja eficiencia productiva de maquinaria (OEE) y en un entorno donde el mercado de las bebidas hidratantes está creciendo hace que sea imperante que sus procesos productivos se optimicen, en especial las operaciones cuellos de botellas porque rápidamente se pudieran ver mejoras productivas mediante la generación de valor. Esto con llevaría a la empresa a ser más competitiva en un mundo globalizado donde la lucha por la supervivencia es cada vez más ardua. En esta situación del mercado de se deben analizar las

diferentes oportunidades de mejora que los procesos nos ofrecen como en los desplazamientos de personas y materiales, tiempos muertos a causa del desorden, recorridos innecesarios, procesos no balanceados, y cualquier otro desperdicio que haga menos competitiva a la empresa. Dando condiciones de trabajo agradables para los colaboradores y reduciendo los desperdicios en los procesos volverán a la empresa más productiva y ello se verá reflejado en el balance final a nivel de ganancias. Por lo tanto, se planea usar, como una nueva forma de trabajo de lean Manufacturing, de esa manera incrementar los lotes de producción, donde se optimicen lo mayor parte del proceso. Por esto la elaboración de la siguiente matriz de priorización en conjunto con el jefe de planta:

Tabla 5. Matriz de priorización. Elaboración propia

	Consolidado de problemas	Medición	Mano de Obra	Materia Prima	Ambiente	Maquina	Método	Total de Problemas	Nivel de Criticidad	Tasa porcentual	Impacto	Calificación	Prioridad	Medidas a Tomar
Disponibilidad	5	5	4	2	5	4	25	ALTO	54%	5	125	1		SMED (Single Minute of Exchange Die)
Rendimiento	2	2	3	1	3	3	14	MEDIO	30%	3	42	2		Value Stream Mapping
Calidad	1	2	1	1	1	1	7	BAJO	15%	1	7	3		Poka Yoke

Con esta tabla se presenta las herramientas que se pueden utilizar como el SMED, Value Stream Mapping y Poka Yoke para incrementar los factores de la OEE y poder cerrar la brecha (Gap) entre la Meta de los valores de empresas de clase mundial y los valores actuales de la OEE ($\text{Gap} = \text{Meta} - \text{Valor actual del factor}$) que a continuación se presenta:

Tabla 6. Brecha del área de envasado. Elaboración propia

Brecha del Área de Envasado			
Factor	Promedio	Meta	Gap
Disponibilidad	58%	90%	32%
Rendimiento	88%	95%	7%
Calidad	94%	99%	5%
OEE	48%	85%	37%

1.2 Trabajos Previos

Trabajos nacionales

En la investigación de (Palomino 2012. pp, 1). Para llegar al punto adecuado de la eficiencia de las líneas, son medidas por medio de la OEE (por las siglas en inglés de Overall Equipment Effectiveness), donde interviene la evaluación respecto a la calidad, rendimiento y disponibilidad en la línea de envasado. En las líneas de envasado el análisis realizado, detectó como principal problema el rendimiento de estas. Se plantea indicador de calidad y de disponibilidad de acuerdo a su necesidad, en referencia al rendimiento, el indicador interfiere significativamente a los resultados de la OEE, de forma negativa. Cuando se ejecutó un análisis más detallado acerca del rendimiento, se logró determinar el tiempo excesivo de paradas como factor principal, otros factores que resaltara son las paradas por Set-Up, además de movimientos de materiales de empaque hacia las líneas de envasado. Para ello se aplicó las herramientas SMED, 5S y JIT, con el fin de disminuir el impacto de estas paradas.

En la investigación de (Maldonado A, Ysique S, 2016. pp, 5). En base a la filosofía de mantenimiento productivo total, propone un sistema de mejora continua, con el fin de reducir los desperdicios generados durante la ejecución del sistema. Donde la empresa muestra la ejecución de sus procesos realizados de manera óptima, para reducir los costos y mantener el control de las áreas, e incrementar la disponibilidad de sus equipos.

En la investigación de (Alfredo M y Ordinola R. 2016. pp, xii). En un comienzo se establece, nos indica que la metodología de Lean Manufacturing y como la filosofía aplicada en el área de envasado para obtener mejoras de la producción considerando a las 5's, el Just in Time (JIT) y el Single-Minute Exchange of Die (SMED) por sus siglas en inglés, como las herramientas necesarias básicas generamos alcanzar mejoras, también esto es refleja en los centros de costos destinados para el área de envasado, los inconveniencias que se presentaban luego de haber instalación de las 02 nuevas líneas de envase Rovema de 01 kilogramo instaladas a principios del año 2012.

En la investigación de (Huerta S. 2017. pp, iii). Las necesidades de todas las empresas es buscar nuevos productos para lanzar al mercado y contar o una

variedades de productos y muchas opciones para los clientes, al tener más productos de distintas variedades hace que la producción sea en pequeños lotes, al producir poco exige que aumenta mayor la productividad, al generar más productos de distintas variedades exige que las empresas apuestan por la inversión tecnológica que incrementara sus capacidades existentes en cada línea de producción, hay pocas empresas que se dan cuenta que existe perdida y desperdicios que al eliminarlos estos incrementara la productividad.

La investigación y el estudio tendrá como objetivo el desarrollar la propuesta que reduzca el tiempo en el cambio de lote a lote con un formato adecuado en las líneas de envasado de desodorantes en roll-on, para ello se tiene que aplicar en las 4 etapas de la metodología SMED, la cual fue implementado por el ingeniero japonés Shigeo Shingo en el año 1950 y desde entonces sus principios son aplicados en distintas empresas a nivel mundial actualmente.

En la investigación de (Tanco P, 2019. pp, iv). Se establecieron las métricas Lean: overall Equipment Effectiveness (OEE), % Tiempo disponible, % Tiempo rodando, Nivel de desempeño en velocidad y % de Volumen de carga; para conocer el desempeño global de las unidades de transporte. En el estado situacional se identificaron deficiencias de: tiempos de ciclo con elevados tiempos de espera, bajo desempeño en velocidad de las unidades, programación de despachos deficiente y bajo nivel de volumen cargado en las unidades.

En la investigación de (Aranibar M, 2016. pp, 4) Cuyo objetivo principal es mejorar la productividad en una empresa manufacturera aplicando Lean Manufacturing y entre los objetivos específicos son conseguir verdaderos agentes de cambios, reducir los costos usando la metodología de kanban. En conclusión, el Lean Manufacturing duplica el flujo de producción al inicio de la aplicación, incrementando la productividad en la empresa manufacturera en un 100%, también reduce los plazos de servicio al mínimo utilizando sólo los recursos imprescindibles y afirmando la calidad pretendida en todo momento para ello el trabajador de todas las áreas de la organización debe de estar capacitados para la aplicación de sistema.

Trabajos internacionales.

En la tesis de (Beltrán C y Anderson S. 2017. pp, 11). Se considera como un método de trabajo a Lean Manufacturing, ya que nos ayuda a enfocarnos en la eliminación e identificación de los desperdicios generados, ya sea por actividades o procesos, que excedan en los recursos. Donde se presenta las mejoras a la aplicación por medio de herramientas SMED, VSM ,5S y KAISEN en diversas áreas involucradas a la implementación.

En esta tesis de (Alarcón A. 2014. pp, xi). Nos menciona acerca la herramienta de Overall Equipment Effectiveness, así como de la herramienta de Single Minute Exchange of Die, donde se usan, parte de unas de técnicas de Producción Esbelta o también conocido como Lean Manufacturing, esto nos ayuda a medir y ayuda lograr una mejor eficiencia en la producción. La investigación se desarrolló en el área de termoformado, de la cual se logró medir su productividad y de la misma forma se planteó métodos por medio de KPI necesarios. Además, se centra en un tipo de investigación, que es la descriptiva, debido a la importancia de los datos que se requieren para una adecuada aplicación. Por conclusión de esta investigación, si se combina las herramientas de medida de OEE y SMED, se obtendrá un mejor resultado, que el primero nos ayuda a identificarlas y el segundo a reducirlas.

En la tesis de (Alarcón A. 2014. pp, 11) señala claramente que el indicador de la OEE pudo ser incrementando después de encontrar las causas de las pérdidas productivas usando la herramienta de la técnica del SMED que conlleva a la reducción de los costos – siendo una buena posición para la empresa para tener una mayor competitividad.

La investigación de (Rodríguez C y Anderson S. 2017. pp, 10). Ejecuto su trabajo por medio de tres fases. La primera fase trata de un análisis y diagnóstico, las cuales, representadas en el área de recepción y el área de despacho, por consiguiente, la segunda fase trato de las herramientas y estrategias de Lean Manufacturing, adecuadas para minimizar los problemas identificados como los traslados de material y los cuellos de botella. Por tercera y última fase trata sobre la evaluación de impacto, que se obtiene después de aplicar una de las herramientas.

La investigación de (Nebot R. 2012. pp, 3). Menciona que Lean Manufacturing cuenta con una herramienta visual, que se usa para la identificación las actividades que se ejecutan para la elaboración de un producto y/o servicio, desde el insumo de materia prima hasta la entrega al cliente. O en caso de un servicio, comienza desde la recepción del pedido del cliente, hasta a presentación de las acciones realizadas al cliente. Con esa herramienta, nos permite visualizar toda la cadena de producción con mayor facilidad, considerando sus propios indicadores, para esta herramienta se traza dos mapas sobre la cadena de valor, uno de ello es sobre el estado actual y otro mapa sobre al estado que se desea llegar, con las actividades mejoradas.

1.3 Teorías Relacionadas al tema

1.3.1 Variable Independiente: Lean Manufacturing

Es considerada una herramienta fundamental, para medir, conocer y calcular, cual es el rendimiento de producción sobre una máquina, fue empleada por primera vez por Seiichi Nakajima, siendo a su vez el fundador del *Total Productive Maintenance*. Uno de los mayores riesgos fue el inculcar a todo el personal desde gerencia hasta los operarios, la responsabilidad para un trabajo en conjunto, de esa forma la optimización y mejora continua. (Javier Touron, 2018).

Es un sistema de organización que busca eliminar desperdicio o despilfarro que se los denominan a todas aquellas acciones que no suman ni aportan al valor de producción y por las cuales es un gasto en vano que el cliente no pagaría (Juárez Bautista, 2016).

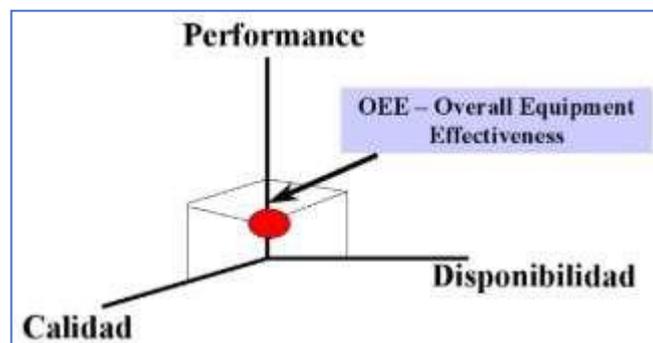


Fig. 11. Lean manufacturing elaborado por peter belobhaker.

1.3.1.1 SMED – Dimensión 1 de Lean Manufacturing

Es una herramienta de mejora muy utilizada y verificada en la vida real (Rey Sacristán, 2009) que reconoce la necesidad de disminuir los tiempos de cambio de parámetros útiles flexibilizando la producción, reduciendo la muda, mejorando la productividad, etc. (al programar lotes más pequeños se obtiene una reducción en los tiempos de parada, el nivel de stock, el tiempo de flujo, el tiempo de respuesta, etcétera). No obstante, para instituir esta herramienta se necesita un periodo de capacitación en la que se estudie a discrepar entre los diferentes tipos de procesos, a tener la habilidad de cambiar actividades internas en externas y a solucionar los problemas que esto trae, entre otros puntos. (Miguel, Gil, Pedro, Angulo – 2012, pg 49).

Para identificar los problemas en el proceso de envasado se tiene que seguir los pasos:

- Paso 1. Elegir el problema.
- Paso 2. Observar la situación actual
- Paso 3. Analizar las causas
- Paso 4. Proponer mejoras

$$\% \text{ Actividades Internas} = \frac{\text{Actividades Internas}}{\text{Total de Actividades}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Actividades Externas} = \frac{\text{Actividades Externas}}{\text{Total de Actividades}} \times 100\%$$

1.3.1.2 VSM - Dimensión 2 de Lean Manufacturing

Es una herramienta gráfica cuyo propósito es visualizar el flujo del proceso que sigue una familia de productos desde los proveedores hasta los clientes, así como el flujo de información desde los clientes a los proveedores de materias primas pasando por el departamento de planificación de la producción de la empresa, todo ello mediante un código preestablecido. Una vez que la empresa traza el VSM de su situación actual (VSM actual) y reconoce las áreas de desperdicio o despilfarro, el siguiente paso (y elemento clave del VSM) es identificar Lean Manufacturing and Continuous Improvement 1048 las oportunidades de mejora, generando el

también denominado VSM futuro. Todo esto se realiza aplicando una metodología propuesta por los autores del VSM (Serrano, 2007).

$$VSM = \frac{\text{Tot. tiempo producido} - \text{tiempo de desperdicios}}{\text{Tot. tiempo producido}} * 100\%$$

1.3.1.3 POKA YOKE - Dimensión 3 de Lean Manufacturing

Es una herramienta de mejora de la gestión, y busca prevenir errores y eliminar que a la vez busca prevenir errores y posteriormente defectos que se presentan dentro de la producción en cadena de las industrias. (Revista de auditoria).

$$Poka Yoke = \frac{\text{Unidades por métodos de prevención}}{\text{Unidades no conformes}} * 100\%$$

1.3.2 Variable Dependiente: Overall Equipment Effectiveness (OEE)

La Efectividad Total de los equipos u OEE (por sus siglas en inglés Overall Equipment Effectiveness) es un medidor que nos ayuda a conocer la capacidad actual de la empresa que cuenta para producir, por medio de las formas matemáticamente que es la multiplicación con sus tres dimensiones que son: Disponibilidad, Eficiencia y Calidad. Se pueden definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Se representa por diferentes fases progresivos y secuenciales bajo el objetivo de eliminar defectos errores y defectos dentro del proceso y esto deberá ser estable y con límites de control. (GONZÁLEZ, Martín - 2015) Overall Equipment Effectiveness (OEE) es la medición total del rendimiento que va relaciona con la disponibilidad del proceso en la productividad y en la calidad. El indicador del OEE señala que tan eficiente una empresa es para con sus recursos que abarca la maquinaria, el trabajo y la maestría de satisfacer a sus clientes con la calidad requerida (MES SIGMA E.I.R.L)



Fig. 12. OEE. Elaboración propia

1.3.2.1 Disponibilidad – Dimensión 1 de Overall Equipment Effectiveness

Es considera a la acción de acceder a dicha materia o insumos, para el desarrollo de alguna actividad, también puede ser considera como el punto evitar la falta de un artículo, que se necesite. (Bronk,2018).

“La disponibilidad del equipamiento es el factor más observable. Lo que no resulta observable son los matices de disponibilidad durante las puestas en marcha o paradas que generan faltas en la disponibilidad más allá de lo evidente.” Peter Belohlavek.

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo\ total\ de\ operaciones}{Tiempo\ planificado\ de\ operaciones} * 100\%$$

1.3.2.2 Rendimiento - Dimensión 2 de Overall Equipment Effectiveness

“Es determinado por la cantidad de bienes no producidos por tener una fabricación con una velocidad menor que la velocidad óptima de producción. OEE toma en cuenta lo que se ha dejado de producir por los ciclos que no cubren la velocidad ideal de la producción” (MES SIGMA E.I.R.L)

$$Rendimiento = \frac{Tiempo\ neto\ de\ operaciones}{Tiempo\ de\ Planificada} * 100\%$$

1.3.2.3 Calidad - Dimensión 3 de Overall Equipment Effectiveness

El indicador de la calidad se obtiene dividiendo la cantidad de productos producidos de bienes o servicios producidos dentro de los estándares requeridos en comparación del total bienes o servicios producidos (Peter Belohlavek)

$$Calidad = \frac{Unidades\ conforme}{Total\ de\ unidades\ producidas} * 100\%$$

1.4 Formulación del Problema

1.4.1 Problema General

¿En qué medida la aplicación de Lean Manufacturing en el proceso de envasado de bebidas rehidratantes mejora el Overall Equipment Effectiveness en línea de producción, Ate – 2019?

1.4.2 Problemas Específicos.

- ¿En qué medida el SMED herramienta de Lean Manufacturing, incrementa la disponibilidad de la línea de proceso de envasado de bebidas rehidratantes ATE - 2019?
- ¿En qué medida el VSM herramienta de Lean Manufacturing, mejora el performance de la línea de proceso de envasado de bebidas rehidratantes ATE - 2019?
- ¿En qué medida el Poka Yoke, herramienta de Lean Manufacturing, asegura la Calidad de la línea de proceso de envasado de bebidas rehidratantes ATE - 2019?

1.5 Justificación de la investigación

1.5.1 Justificación económica

El fin de esta investigación, resulta ser muy viable, siendo que no genera grandes costos para su implementación, y los resultados obtenidos serán notados significativamente en la empresa, después de ser aplicada, y que ampliará la cantidad de producción en el proceso de envasado de bebidas.

1.5.2 Justificación teórica

Como producto académico, que se desarrolla, está directamente enfocada en ampliar los conocimientos respecto a la aplicación de Lean Manufacturing, donde principalmente se basa en optimizar el proceso de producción, ayudando a conocer los puntos que lo afecten y corrigiéndolos empleando una o varias herramientas que cuenta Lean Manufacturing.

1.5.3 Justificación metodológica

En los métodos y herramientas que se emplean en la investigación son parte de la gama de Lean Manufacturing, Como VSM, SMED y Poka Yoke, lo que ayudaran a incrementar los valores de OEE, como se detalla en la investigación. Por medio de la recolección y análisis de los datos, comparando la mejora de los datos obtenidos antes y los datos obtenidos después de la aplicación de cada uno de las herramientas, ya mencionadas.

1.6 Formulación de Hipótesis

1.6.1 Hipótesis General

La implementación de herramientas de Lean Manufacturing VSM, SMED y Poka Yoke mejoran el OEE en línea proceso de envasado de bebidas rehidratantes ATE 2019.

1.6.2 Hipótesis Específicos

- La aplicación de la herramienta de Lean Manufacturing SMED, a través de la reducción de los tiempos cambios, incrementará la disponibilidad de la línea de proceso de envasado de bebidas rehidratantes ATE 2019.
- La aplicación de la herramienta de Lean Manufacturing VSM, mediante la identificación de actividades innecesarias que no agregan valor, mejorará el performance de la línea de proceso de envasado de bebidas rehidratantes ATE 2019.
- La implementación de la herramienta de Lean Manufacturing Poka Yoke, asegurará la Calidad de la línea de proceso de envasado de bebidas rehidratantes ATE 2019.

1.7 Planteamiento de Objetivos

1.7.1 Objetivo General

Demostrar en qué medida las herramientas de Lean Manufacturing VSM, SMED Y POKA YOKE mejoran el OEE del proceso en línea proceso de envasado de bebidas rehidratantes ATE 2019.

1.7.2 Objetivos Específicos

- Cuantificar en qué medida el SMED herramienta de Lean Manufacturing, incrementa la disponibilidad de la línea de proceso de envasado de bebidas rehidratantes ATE 2019.
- Cuantificar en qué medida el VSM herramienta de Lean Manufacturing, mejora el performance de la línea de proceso de envasado de bebidas rehidratantes ATE 2019.
- Cuantificar en qué medida el POKA YOKE herramienta de Lean Manufacturing, asegurar la calidad en la línea de proceso de envasado de bebidas rehidratantes ATE 2019.

II MÉTODO

2.1 Tipo y Diseño de Investigación

2.1.1 Tipo

Según la finalidad la presente investigación es aplicada porque se desea solucionar un problema real en el sistema productivo de bebidas no alcohólicas.

2.1.2 Nivel

El presente trabajo de investigación según la profundidad del estudio es descriptivo y explicativo. Descriptivo porque busca precisar las propiedades y características de la variable independiente y variable dependiente. Es Explicativo porque tiene por objetivo explicar la relación entre la variable independiente y variable dependiente, y observar los aspectos que más característicos de la dinámica de interacción entre ambas.

2.1.3 Enfoque

El presente proyecto es cuantitativo debido a que obtendrán datos numéricos de las dos variables que serán sometidos a tratamientos estadísticos. De acuerdo al enfoque o naturaleza, la investigación debe ser cuantitativa esto en razón de que su análisis se fundamenta en aspectos observables y susceptibles de medición, para lo cual se utiliza la estadística descriptiva.

2.1.4 Diseño

- **Experimental:** La investigación es experimental porque es un estudio que se realiza con la manipulación deliberada de la variable independiente y se observa los resultados en la variable dependiente, donde se puede medir un antes y un después.
- **Pre-Experimental:** Dentro de los diseños experimentales se centra sobre el diseño experimental pre - Experimental debido a que no habrá grupo de control.
- **Longitudinal:** La investigación es longitudinal debido a que se recolectarán los datos dos veces en el tiempo total que dura la investigación, la primera

antes de la aplicación de la variable independiente y luego después de su aplicación para medir los efectos sobre la variable dependiente.

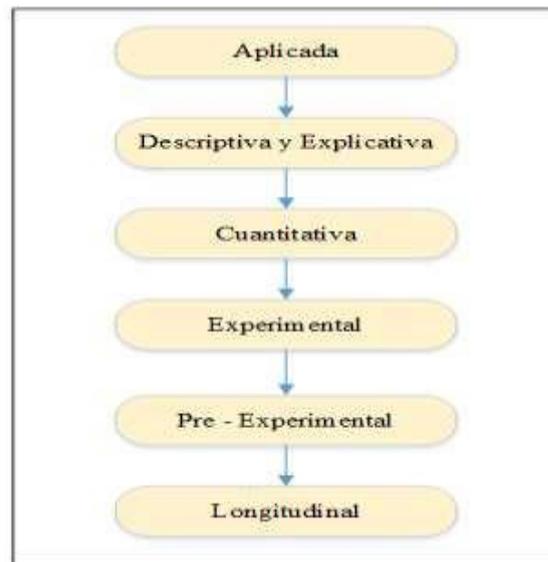


Fig. 13. Tipo y diseño. Elaboración propia

2.2 Operacionalización de las Variables

Tabla 7. Matriz operacional. Elaboración propia

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FÓRMULAS	ESCALA	INSTRUMENTOS
Variable Independiente Lean Manufacturing	La Manufactura Esbelta, conocida en inglés como Lean Manufacturing, consiste en la aplicación sistemática y habitual de diferentes técnicas para el mejoramiento de los procesos productivos (Arrieta, 2007). Además de reducir los “desperdicios” –definidos como aquellos procesos o actividades que no agregan valor al producto (Imai, 1986)	La Manufactura esbelta será operada por el SMED tiempo de cambio, VSM para reducir desperdicios y Poka Yoke para prevenir paradas por errores o fallas.	SMED	Actividades internas	$\frac{\text{Actividades internas}}{\text{Total de actividades}} * 100\%$	Porcentual	Registro de disponibilidad
				Actividades externas	$\frac{\text{Actividades externas}}{\text{Total de actividades}} * 100\%$	Porcentual	Registro de disponibilidad
			VSM	Reducción Desperdicios	$\frac{\text{Tot. tiempo producido} - \text{tiempo de desperdicios}}{\text{Tot. tiempo producido}} * 100\%$	Porcentual	Registro de rendimiento
				POKA YOKE	Prevención	$\frac{\text{Unidades por metodos de prevenvención}}{\text{Unidades no conformenes}} * 100\%$	Porcentual
Variable Dependiente Eficiencia Global OEE	El OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos) es un método de medición de performance productiva, que integra los datos de disponibilidad, eficiencia de la performance y la calidad. (Peter Belohlavek)	El OEE es la variable que debemos mejorar y medir, y estará dimensionado por los indicadores base según autor, la disponibilidad, rendimiento y calidad.	Disponibilidad		Operatividad	$\frac{\text{Tiempo total de operaciones}}{\text{Tiempo planificado de operación}} * 100\%$	Porcentual
			Rendimiento	Performance	$\frac{\text{Tiempo neto de operaciones}}{\text{Tiempo de Planificada}} * 100\%$	Porcentual	Registro de rendimiento
			Calidad	Conformidad	$\frac{\text{Unidades conforme}}{\text{Total de unidades producidas}} * 100\%$	Porcentual	Control de volumen

2.3 Población, Muestra y Muestreo

En esta oportunidad el trabajo de investigación se desarrolla con toma de unidad de análisis las ordines de trabajo en la empresa de ATE – 2019.

2.3.1 Población

Se considera como población a un grupo de todas las cosas que tienen una lista de requerimientos iguales para nuestra investigación. Siendo el total del individuo a ser estudiado, para ello deben contar con una característica en común, que será estudiada, además dará el inicio para la base de datos de la investigación.

La población para el presente proyecto de investigación está determinada por las órdenes de fabricación de un año, de la línea de envasado (Envasadora Monoblock), esto quiere decir las 174 órdenes de fabricación.

2.3.2 Muestra

La muestra para el presente trabajo se determina con la formula estadística para población finita cuantitativa, tomando en cuenta las ordenes de fabricación anual y los valores requeridos obteniendo una muestra de 61 Ordenes de Fabricación, tal como en la tabla de registro.

Tabla 7. Datos de la empresa. Elaboración propia

Mes	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	OEE	N° de orden de fabricación
Ago-18	55.20%	89.60%	95.30%	47.13%	13
Set-18	55.00%	87.00%	90.00%	43.07%	14
Oct-18	59.00%	89.00%	94.00%	49.36%	15
Nov-18	59.00%	87.00%	93.00%	47.74%	16
Dic-18	60.00%	92.00%	94.00%	51.89%	15
Ene-19	55.00%	87.00%	95.00%	45.46%	15
Feb-19	59.00%	89.00%	96.00%	50.41%	14
Mar-19	64.00%	87.00%	92.00%	51.23%	15
Abr-19	60.00%	88.00%	92.00%	48.58%	14
May-19	58.00%	89.00%	94.00%	48.52%	14
Jun-19	60.00%	89.00%	95.00%	50.73%	15
Jul-19	58.00%	88.00%	94.00%	47.98%	14
Total	58.52%	88.47%	93.69%	48.51%	174

Obteniendo los datos históricos de la empresa en relación a las órdenes de trabajo, se remplazará en la siguiente formula.

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{E^2 (N-1) + Z^2 \sigma^2}$$

Fig. 14 Formula de muestreo, elaboración propia

Siendo:

n = Tamaño muestra

N = Población.

Z = valor de la tabla asociado al nivel de confianza. (95% → 1.96)

E = Error absoluto o precisión objeto de la estimación deseada de la media.

α = Desviación estándar de la población objeto de estudio

Remplazando en la fórmula para conseguir la muestra.

Tabla 8. Tamaño de muestra. Elaboración propia

DE	0.02411547
E =0 .065	0.0315295
Z = 95% =	1.96
N =	174
n =	$\frac{16.1197083}{0.26462289}$
n =	60.916

En resumen, se medirán las órdenes de fabricación que dan como resultado 61 órdenes de fabricación, por lo cual se tendrá un tiempo de 4 meses.

2.3.3 Plan de Muestreo

En el plan de muestreo es probabilístico, es decir no va a realizarse en forma aleatoria, sino se tomarán todos los datos de las órdenes de fabricación en un rango de tiempo de 4 meses después de la aplicación de la variable independiente *Lean Manufacturing*.

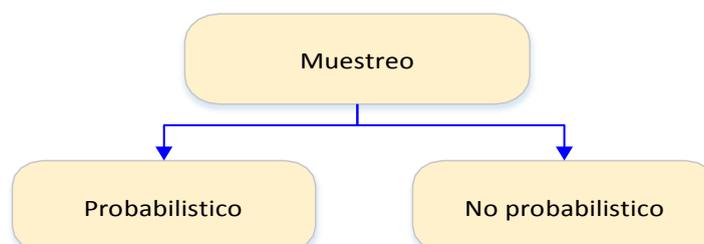


Fig. 15. Plan de muestreo. Elaboración propia

2.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

La técnica de recolección de datos a utilizar es la observación de campo, debido a que la unidad de análisis son las órdenes de fabricación que se efectuarán en el proceso de envasado. Seguidamente se determina el instrumento a utilizar para esta primera técnica utilizada siendo las hojas de registros de datos la más adecuada para la finalidad del presente proyecto de investigación. A esta hoja de registro de datos se tiene que analizar su validez y su confiabilidad. Se detalla en el grafico a continuación se mostrado:



Fig. 16. Técnicas e Instrumento. Elaboración propia

2.4.1 Técnica

La técnica apropiada para la presente investigación será la observación de campo, porque nos permite recolectar datos. Debido a que se analizará las órdenes de fabricación en el área de envasado esta técnica es la más apropiada porque el fenómeno en estudio está ocurriendo en la planta de producción.

2.4.2 Instrumento

El instrumento apropiado para la presente investigación será la hoja de registros de datos. debido a que nos permite recolectar los datos de las variables en estudio. Hernández, Por esto se pretende utilizar las siguientes fichas de registros de datos para poder tener los datos recolectados en una forma eficiente para la utilización para el presente proyecto de investigación:

- Hoja de Registros de datos de la variable de calidad.
- Hoja de Registros de datos de la variable de disponibilidad.
- Hoja de Registros de datos de la variable de rendimiento.

2.4.3 Confiabilidad

Para la esta investigación se aplicará instrumentos, como registros de datos para una ficha de control sobre calidad, sobre rendimiento y sobre disponibilidad del área de envasado de la bebida hidratante. Bajo este mismo punto de vista la confiabilidad de los registros mencionados deberá reproducir resultados similares cuando se analice las variables de calidad, rendimiento y disponibilidad.

Para ello se desarrolló, el análisis de los datos obtenidos por medio del Alfa de Crombrach, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 9. Validación de datos.

Resumen de procesamiento de casos			
		N	%
Casos	Válido	61	100,0
	Excluido ^a	0	,0
Total		61	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Tabla 10. Estadística de fiabilidad

Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach basada		
Alfa de Cronbach	en elementos estandarizados	N de elementos
,805	,871	24

Se consideró como muestra 61 órdenes de fabricación de las fechas de agosto a mayo del 2019 y 2020, con el fin de realizar los cálculos necesarios y obtener los resultados de la Disponibilidad, Calidad y Rendimiento.

2.4.4 Validación

En la presente investigación se utilizará en método de juicio de experto, para ello se deben cumplir con el perfil de grado de Magister y/o Doctor, pertenecientes a la escuela de Ingeniería Industrial para dar validez a los instrumentos de la investigación. Para lo cual se diseñó tres instrumentos para poder medir la calidad,

disponibilidad y rendimiento del área de envasado. Estos mismos autores se refieren a tres tipos de validez:

- Validez de contenido: “Se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide”.
- Validez de criterio: “Se establece al validar un instrumento de medición al compararlo con algún criterio externo que pretende medir lo mismo”.
- Validez de constructo: “Se refiere a que tan exitosamente un instrumento representa y mide un concepto teórico”
- Validez de expertos: “Se refiere al grado en que aparentemente un instrumento de medición mide la variable en cuestión de acuerdo a expertos en el tema”

Para el presente proyecto de investigación se ha elegido la Validez de Expertos.

2.5 Métodos de Análisis de Datos.

Debido a que el presente trabajo de investigación es de carácter cuantitativo se debe realizar el análisis en dos ejes fundamentales de la estadística: Estadística Descriptiva y Estadística Inferencial. Como se describirá a continuación:

Análisis descriptivo

Es decir, realiza análisis de estadística descriptiva para cada una de las variables, con el fin, de mostrar de forma simplificada, el resultado del análisis de los datos obtenidos, por ello se mostrará la media, desviación estándar, valor mínimo y máximo, de la misma forma se mostrará las tablas con porcentajes y los gráficos de cada uno de ellos.

Análisis Inferencial

Para aprobar o rechazar la hipótesis, inicialmente se realizará la prueba de normalidad, a través de la prueba del estadígrafo de Kolmogorov Smirnov para investigaciones con mayores a 30 datos de análisis o Shapiro Wilk para las investigaciones con menor a 30 datos de análisis, donde se determinará el comportamiento paramétrico o no paramétrico. En el caso de esta investiga se realizará con el estadígrafo de Kolmogorov Smirnov siendo que nuestros datos son

mayores a 30, luego se realiza las pruebas de T-Student en caso de un comportamiento paramétrico, de caso contrario se tomara la prueba de Wilcoxon para un comportamiento no paramétrico.

2.6 Aspectos éticos

Para la elaboración del presente proyecto de investigación se realizó con la información de la empresa que se mantiene en reserva por dirección expresa de la gerencia de producción, lo cual es exclusivamente para fines académicos, por lo cual se confirma que los datos obtenidos son verdaderos y confiables. El estudio es realizado respetando la política de privacidad de la empresa bajo el valor de la honestidad.

2.7 Desarrollo del proyecto

2.7.1 Procedimiento de producción

Fabricación: Es el proceso de transformación de la materia prima y la adición de todos los insumos para la elaboración del producto, se realiza la disolución de todos los insumos y materias primas en un TANQUE MIXER TRIBLENDER DE 1 100 L donde se agita por 20 minutos permitiendo disolver la materia prima más los insumos con la adición del agua purificada, se bombea la mezcla al TANQUE DE PREPARACIÓN DE ACERO INOXIDABLE N° 1 DE 10 000 L CON AGITADOR, donde se agita por 3 horas cumplido el tiempo de agitación; se toma muestras y se lleva al laboratorio de control de calidad para que realicen los análisis de pH, análisis organolépticos y sensoriales, una vez realizado todos los análisis por el área de control de calidad tomando la decisión de dar el buen visto de aprobación o rechazo de la muestra los resultados se anotan en los registros de producción, ordenes de fabricación, en el sistema ERRPMIF y registros de control de calidad, para luego dar pase al siguiente proceso.

Envasado: Es el proceso en donde el producto pasa por un intercambiador de placas (caliente a frio) conocido como PASTEURIZADOR MEDIF a una temperatura de pasteurizado de 85 °C, se enfría a 55 °C el producto pasa ser envasado en la ENVASADORA MONOBLOCK según sabores fabricados, se envasa el producto en botellas PET cristal de la presentación de 475mL pasa por una selladora de tapas METFREE donde sella herméticamente el producto, se toman muestras y se lleva al laboratorio de control de calidad para que realicen los

análisis de Gravedad específica, determinación pesos y de volumen en probeta, una vez realizado todos los análisis por el área de control de calidad se toma la decisión de dar el buen visto de aprobación o rechazo del producto, los resultados se anotan en los registros de producción, ordenes de envasado, en el sistema ERRPMIF y registros de control de calidad, el producto es transportado por una faja transportadora al siguiente proceso.

Acondicionado: Es el proceso donde producto envasado pasa por una ETIQUETADORA MANOMEC donde se adhiere la etiqueta al frasco, y se lotiza los frascos con la MAQUINA CODIFICADORA (DOMINO), se agrega los textos como lote y fecha de vencimiento, el producto sigue siendo transportado por la FAJA TRANSPORTADORA hasta llegar a la EMBALADORA Y TERMOSELLADORA EDOS para formar los six pack como producto terminado, apilarlos en parihuelas, embalarlo y transportarlos al almacén de producto terminado.

2.7.2 Implementación y resultado de la aplicación de mejoras

2.7.2.1 Aplicación de VSM:

Primer problema mejorado: Espera del producto

Ha sido una de que genera mucho desperdicio de tiempo que generaba espera de producto para la envasadora, que estos registros son llenados manualmente en formatos que después se presentaba en el cierre de turno al encargado para subir al sistema para su liberación y poder envasar.

En este proceso se da cuando el producto está fabricado se toma muestras para llevar a control de calidad para que lo analicen y juntamente con la documentación física respectiva, como PH Y GRAVEDAD ESPECIFICA, la gravedad específica se realizaba de forma manual tiempo de análisis de la muestra 25 min, PH 5 min, llenado de documentos físicos 15 min, llenado a la base de datos de control de calidad los resultados tomados 10 min. Total, de tiempo tomados por control de calidad 55 min, para dar pase a la fabricación y se pueda envasar el lote de producto.

La mejora implementada: Se propuso que todo el registro ya no se llenaría manualmente y que los formatos se llenarían al sistema directamente del operador

donde se facilitó que los encargados, jefes lo puedan revisar en el sistema y que la liberación será más rápida y así ya no genera espera de producto. Solo fue una realizar una recopilación de datos por cada área para la implementación de herramientas en el sistema ERPMIF y el flujo del proceso sea más rápido.

Comprándose un Equipo de DENSIMETRO para determinar la gravedad específica en 3 min, el PH en 3 min, llenado de documentación y sus resultados de análisis del producto 3 min, subir la información al sistema ERPMIF 4 min, los resultados y la información es virtual se pueda visualizar por el sistema para todas las áreas involucradas, con esta implementación ya no se llenaría la documentación física y evitar retrasos en los procesos, Tiempo total actual 13 min. Optimización de tiempos muertos 42 min.



Fig. 17. Equipo potenciómetro. Fuente de la empresa.



Fig. 18. Equipo para medir el PH. Fuente de la empresa

Segundo problema por realizar la mejora: Temperatura no adecuada.

Es una falla frecuente generado por el intercambiador de placas al no enfría el producto a envasar a una temperatura de 25°C -10° cuando la temperatura se eleva a más de 25°C se para la producción hasta que vuelva a bajar a su temperatura estándar, esto se debe a que el equipo no tiene mucha capacidad para grandes producciones y no cuentan con un chiller de emergencia, como también no tiene un plan de limpieza del equipo que eso genera que el equipo mencionado no trabaja a su capacidad nominal y no enfría a su temperatura que es de -10°C a -40°C Cuando el producto es pasado de fabricación al envasado, se realiza la parada de la maquina envasadora, porque si se envasa el producto caliente van a colapsar los frascos envasados y el problema es que cuando llegue a la etapa de acondicionado que esta la máquina etiquetadora no se van a poder etiquetar los frascos con producto por el defecto que se ha generado.

La mejora: Se presentó un plan de mejora que se realiza por medio de una instalación de enfriamiento con un chiller más adicional para poder enfriar más rápido y bajar la temperatura del producto a una temperatura ambiente de 25°C que no afectara el producto, al envase primario, y pueda seguir su flujo en la faja transportadora hasta llegar a la maquina etiquetadora.

ETAPA DETENIDO/ RETRASADO:

Primer caso solucionado: Esto se da por fallas, es muy frecuente en la etiquetadora donde se presenta que el pegado de las láminas en cada frasco se tiene un descalce de pegado de la lámina en el margen delineado del frasco, también puede ser mal pegado de la etiqueta.

La mejora: Analizamos con la ayuda de los operadores y un experto en envases el desempeño de etiquetado de la lámina llegando a descartar que la lámina no tenía el coeficiente de fricción relacionado con la velocidad de la máquina, la decisión fue cambiar parámetros de velocidades y estandarizar las velocidades de tambor de lámina y faja transportadora y cambios en el diseño de las láminas. Con estas medidas se pudo minimizar paradas por etapas detenidas. Alavés con esta mejora tenemos menos paradas y disminuirá el arranque de máquina.



Fig. 19. Lamina de desarrollada. Fuente de la empresa ATE-2019

2.7.2.2 Aplicación de SMED:

Temas de vapor no adecuado: En este parte del proceso es por cada lote de envasado, se tiene que calentar el agua una cantidad de 1000 L para generar agua caliente a 80°C se utiliza en limpiezas de los conductos donde pasa el producto de

todo el sistema de envasado se recircula con agua caliente, y limpieza de los equipos. El proceso de calentamiento del agua es de 3 horas.

La mejora: Se realizó una instalación adicional de cañerías de vapor de otra área farmacéutica hasta el área de envasado de bebidas ya que en las áreas farmacéuticas utilizan vapor puro, el caldero es de mayor capacidad. Esto nuevas instalaciones se hizo un empalme a la entrada de las cañerías de envasado con unas válvulas de paso. Con la finalidad de utilizar en la limpieza y recirculación de vapor por las cañerías y limpieza de los materiales, esto se instalaría de un segundo caldero principal, el proceso de vapor es purificado y analizado (densímetro) para ser utilizado directo al proceso y optimizando tiempos. todo el proceso de limpieza con vapor dura 60 min.

Con esta mejora ya no requerimos los 1000 L de agua sino solo 400 L para la limpieza de algunos materiales o equipos. Todo este proceso se realiza en paralelo utilizando el vapor purificado.



Fig. 20. Tubería de vapor. Fuente de la empresa ATE-2019

2.7.2.3 Aplicación de POKA YOKE.

SELLADO HERMETICO: Es una falla que se da en el proceso de envasado de la tapa al momento del enroscamiento en el cuello del frasco, el problema se da porque los frascos puedan tener rebabas o algún defecto en la boca del frasco y esto genere un mal sellado de la tapa con el producto envasado, generando derramamiento de solución en la faja transportadora y ensucie a los demás frascos con producto.

La mejora: Se realizó una instalación de un sensor para separar los frascos con este problema del grupo de frascos buenos, separándolo a un costado de la faja, y no permitiendo llegar a la etiquetadora y pueda ensuciar el tambor de la maquina etiquetadora y descalibrar y esto evite los retrasos de paradas en el proceso.

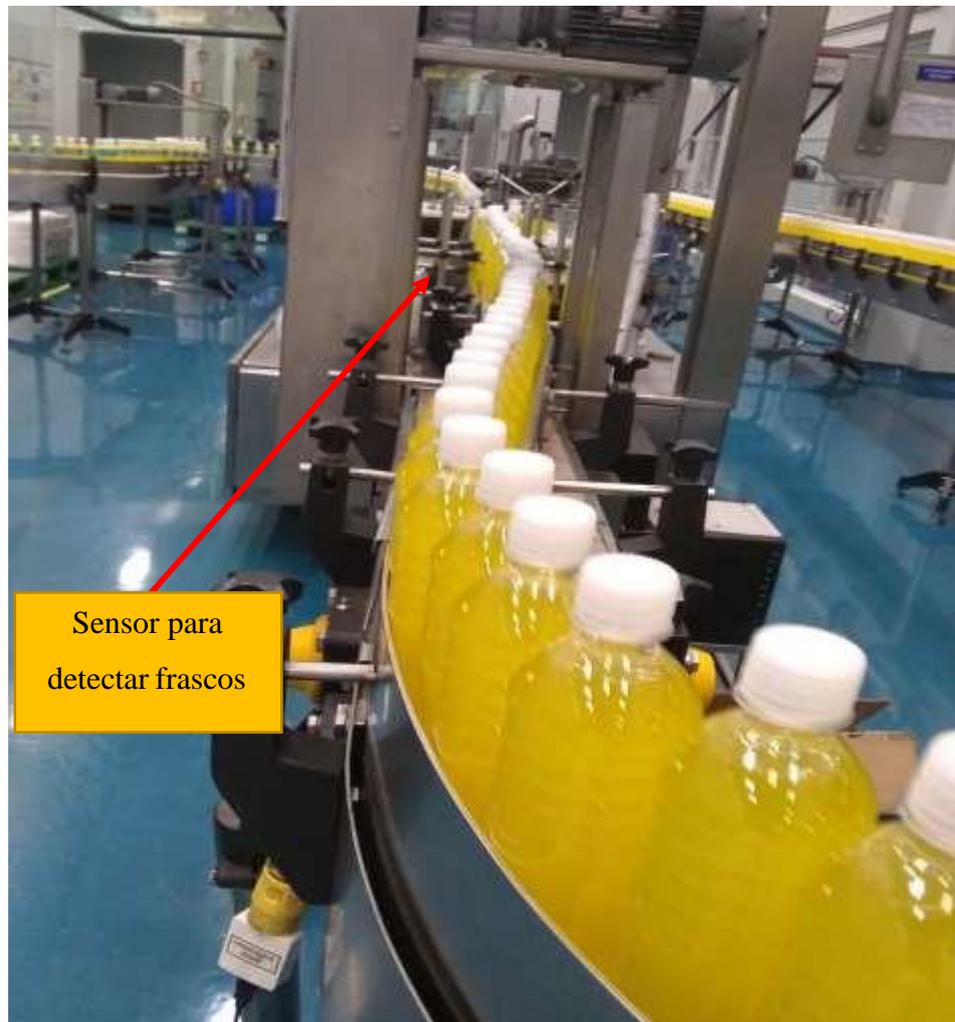


Fig. 21. Sensor para detectar frascos. Fuente de la empresa ATE-2019

Problema con Partículas: Es la presencia de puntos negros, rebabas, restos de materia prima, pelusas, etc. Que se presentan dentro de la solución del producto envasado, dando un mal aspecto y afectando a la calidad del producto.

La mejora: Se realizó una instalación de un sensor y con una pantalla de inspección dentro del área de envasado, al identificar un producto no conforme con este problema se activa la alarma de aviso y automáticamente separan los frascos de la faja transportadora como producto mermado.



Fig. 22. Sensor de pantalla. Fuente de la empresa ATE-2019

2.7.3 Problema por mejora

Diferencia pesos: Se realizan controles por personal de producción y control de calidad, las muestras se toman al azar para realizar el control de pesos en una balanza verificando los pesos que estén dentro de las especificaciones técnicas de control de calidad, y los límites de control no salgan fuera de rango del mínimo y máximo.

La mejora: Se presentó un plan de mejora que se realiza por medio de una instalación de una balanza electrónica y un sensor que pueda detectar los frascos con pesos de volumen fuera de los límites de control de calidad y de esa manera bajar la merma de productos no conformes envasados.



Fig. 23. Balanza electrónica. Fuente de la empresa ATE-2019.

Etiquetado de frascos: Se realiza en el proceso de acondicionado, donde se tiene fallas de pegado de etiquetas, causando inconvenientes en los procesos por pasar los frascos sin etiqueta generando reclamos por el cliente final.

La mejora: Se realizó la instalación de un sensor para identificar los frascos sin etiqueta y poder sacarlos de la línea y así no generar más las no conformidades en el proceso de acondicionado del producto final.



Fig. 24. Sensor para detectar frascos sin etiquetar. Fuente de la empresa ATE-2019

III RESULTADOS

3.1 Análisis descriptivo

3.1.1 Análisis descriptivo de la variable independiente

Dimensión SMED:

De la aplicación de SMED, se analizó los datos obtenidos, donde se evalúan el tiempo de las actividades internas y el tiempo de las actividades externas, se procedió a estimar con los tiempos planificados y evaluando cuando se cumplió el objetivo planteado, como se muestra en la tabla:

Tabla 11. Objetivo Planteado. Elaboración propia

Etiquetas de fila	Cuenta de CUMPLE OBJETIVO?
DENTRO DE TIEMPO OBJETIVO	15
FUERA DE TIEMPO OBJETIVO	46
Total general	61

Continuando, se muestra en el gráfico, para una mayor visualización, dando a mostrar que, de las 61 órdenes de fabricación, solo 15 de ellos, siendo un 25% del total de los objetivos se llegaron a cumplir en el tiempo planificados, por otro lado 46 órdenes de fabricación siendo el 75%, no se cumplió a tiempo el objetivo planteado.

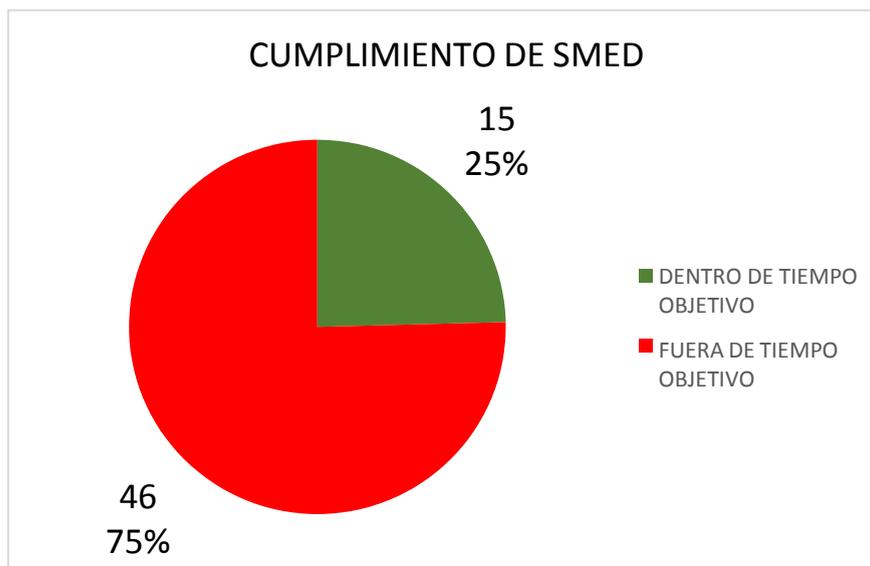


Fig. 25. Cumplimiento de SMED. Elaboración propia

De la misma forma, se presenta el cambio del tiempo de SMED, en relación a los objetivos en el siguiente gráfico.

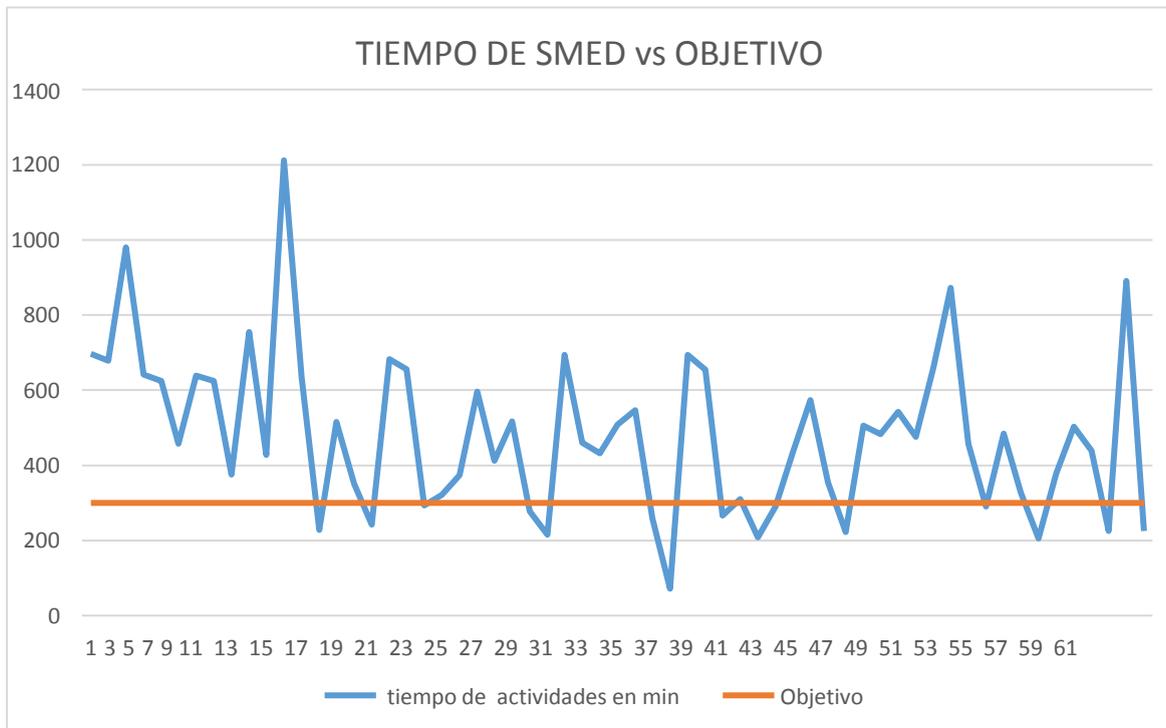


Fig. 26. Tiempo de SMED vs objetivo. Elaboración propia

Como se puede observar en el gráfico, los cambios que ha tenido el tiempo para desarrollar las actividades, según la evaluación de SMED, con respecto al objetivo planeado que es de 300 min.

Dimensión VSM

Para esta dimensión se analizó el tiempo de desperdicio o el tiempo de espera, con el tiempo total de producción, se muestra los estadísticos esenciales del análisis de los datos

Tabla 12. Estadística de análisis. Elaboración propia

Estadísticos		Reducción de desperdicios – ANTES
N	Válido	61
	Perdidos	0
	Media	0,022
	Mediana	0,520
	Desv. Desviación	0,037
	Varianza	0,014
	Mínimo	0,000
	Máximo	0,169
	Curtosis	4,251

Continuando se muestra un gráfico, donde se muestra el tiempo el total de producción de color naranja y el tiempo de desperdicio o de espera de color azul.

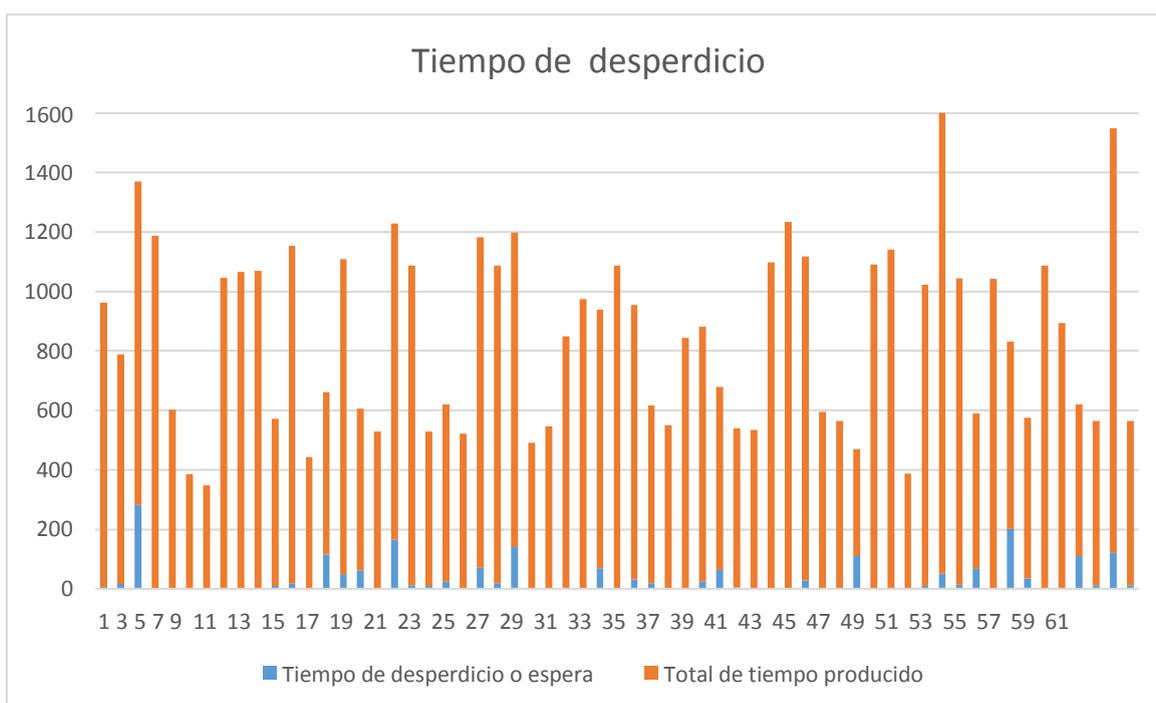


Fig. 27. Tiempo de desperdicio. Elaboración propia

Dimensión Poka Yoke

Continuando con la siguiente dimensión se analizó los datos, y se muestra en la siguiente tabla los estadísticos:

Tabla 13. Estadístico de poka yoke. Elaboración propia

		Estadísticos	
		Unidades por método de prevención - ANTES	Unidades de P no conforme - ANTES
N	Válido	61	61
	Perdidos	0	0
Media		587,339	4195,279
Mediana		704,200	5030,000
Desv. Desviación		331,846	2370,332
Varianza		110122,080	5618473,471
Mínimo		45,220	323,000
Máximo		1339,240	9566,000
Curtosis		-0,530	-0.530

De la misma forma se muestra el grafico con las unidades de producción no conforme de color naranja y de azul los métodos de prevención tomados antes de la aplicación:

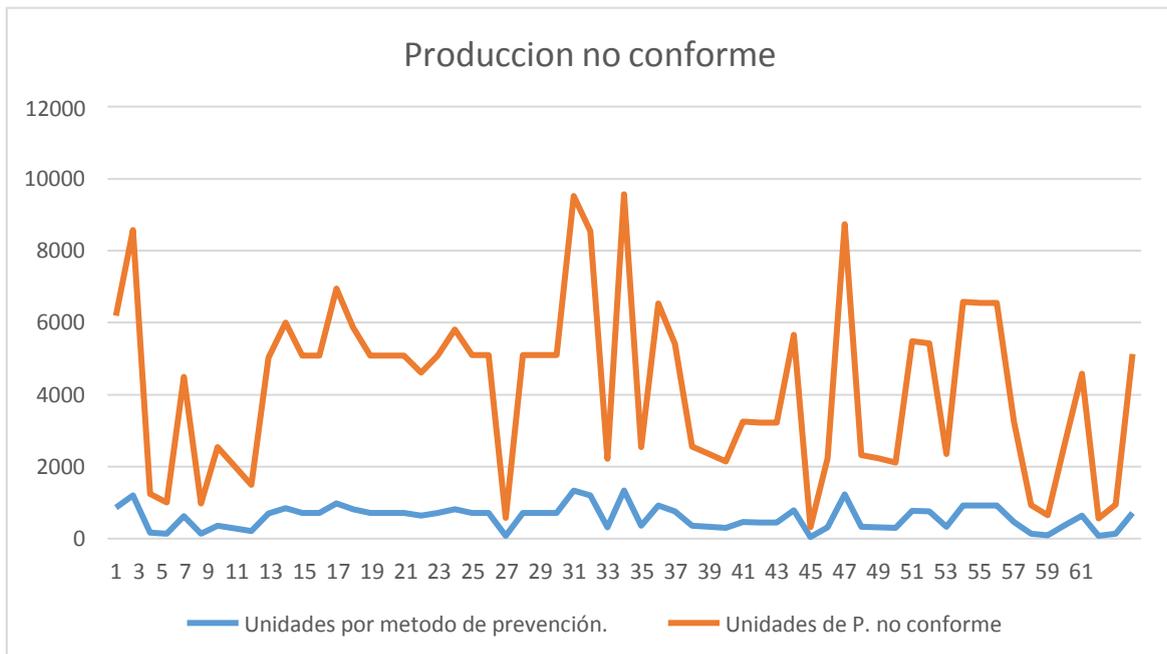


Fig. 28. Producción no conforme. Elaboración propia

3.1.2 Análisis descriptivo de la variable dependiente

Continuando con el análisis descriptivo de la variable dependientes, se expone la siguiente tabla en la cual, muestra los datos del análisis estadístico de la variable y sus dimensiones, datos obtenidos de antes de la implementación.

Tabla 14. Análisis descriptivo previo de datos de la variable dependiente

		Estadísticos			
		OEE - ANTES	DISPONIBILIDAD - ANTES	RENDIMIENTO – ANTES	CALIDAD - ANTES
N	Válido	61	61	61	61
	Perdidos	0	0	0	0
	Media	0,541	0,838	0,679	0,956
	Mediana	0,540	0,836	0,691	0,962
	Desv. Desviación	0,110	0,115	0,130	0,028
	Varianza	0,012	0,013	0,017	0,000
	Curtosis	6,856	-0,921	11,055	-0,913
	Mínimo	0,291	0,580	0,400	0,894
	Máximo	1,054	1,010	1,362	0,100

Continuando se muestra el grafico de los datos que se emplean para esta investigación según las 61 órdenes de fabricación.

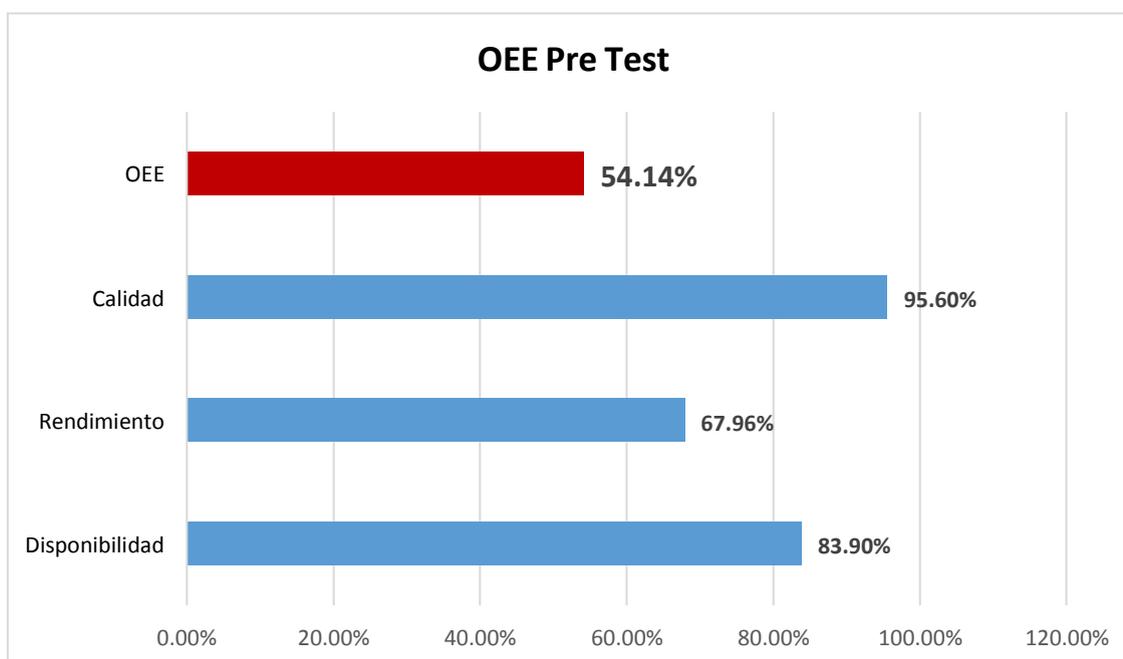


Fig. 29. Gráfico descriptivo previo

De la misma forma se muestra el siguiente grafico muestra la OEE estimada de color naranja y de azul la OEE que se tiene antes de la implementación.

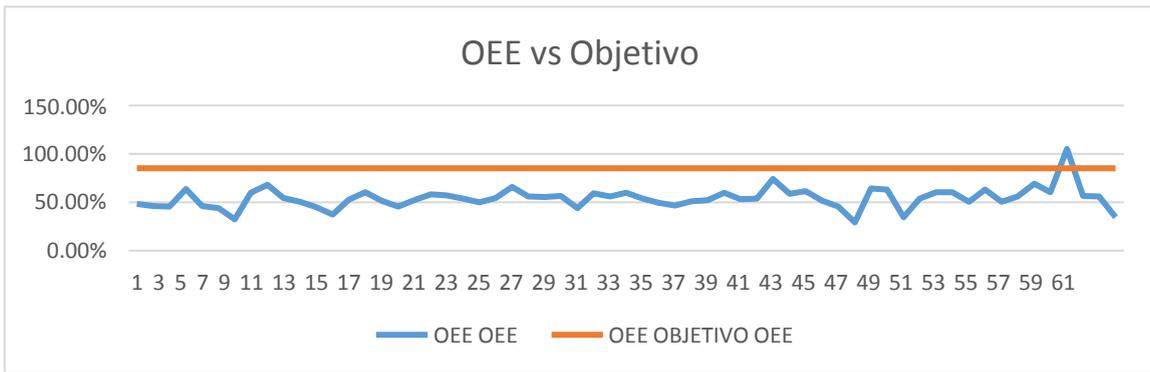


Fig. 30. Gráfico comparativo del OEE - Objetivo

Se continua con un gráfico donde, se muestra la producción total y la producción conforme y no conforme, siendo antes de la aplicación.

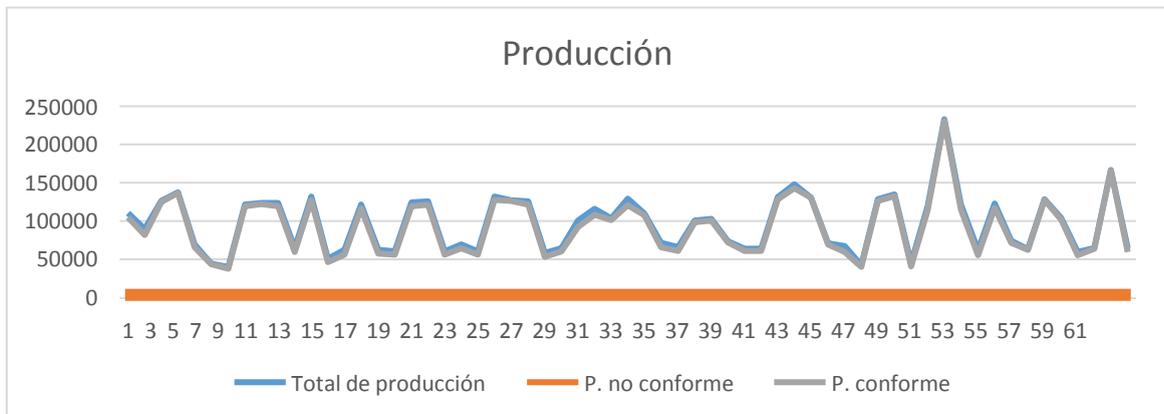


Fig. 31. Gráfico de producción (producción conforme y no conforme)

Continuando con el análisis descriptivo, se procede a describir la comparación del antes y después de cada una de las dimensiones de la variable dependiente, una vez aplicada la aplicación de Lean Manufacturing.

Variable Dependientes: Eficiencia Global OEE

Como se muestra en la tabla, los datos básicos de la comparación de la Variable de OEE, cabe resaltar las medias, que nos servirá para la comparación del antes de la aplicación y lo resultado obtenidos después de la aplicación:

Tabla 15. Estadística de M. emparejadas de la V. dependiente: Eficiencia global OEE

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1 OEE - Antes	0,53180	61	0,089263	0,011429
OEE - Después	0,84027	61	0,033198	0,004251

Como se observa en la tabla de estadística de muestras emparejadas sobre la Variable dependiente de Eficiencia Global OEE, muestra los datos estadísticos básicos, para el análisis respectivo.

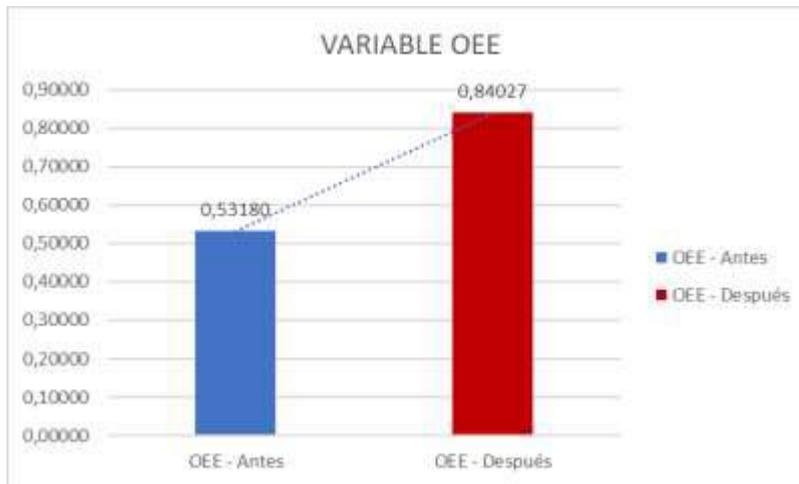


Fig. 32. Gráfico descriptivo antes – después de la V. dependiente: OEE

Como se observa en el gráfico, los datos obtenidos de OEE-Antes son 53.18%, por otro lado, se logra obtener de OEE-Después hasta un 84.02%, logrando incrementar considerablemente un aproximado de 30.84%.

Dimensión 01: DISPONIBILIDAD

Como se muestra en la tabla, los datos básicos de la comparación de la dimensión de Disponibilidad, cabe resaltar las medias, que nos servirá para la comparación del antes de la aplicación y lo resultado obtenidos después de la aplicación.

Tabla 16. Estadística de muestras emparejadas de la disponibilidad antes - después

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1 Disponibilidad - Antes	0,83523	61	0,111173	0,014234
Disponibilidad - Después	0,93013	61	0,034499	0,004417

Como se puede observar, en la tabla de estadística de muestras emparejadas, sobre la primera dimensión de disponibilidad, muestra que la Disponibilidad –Antes era de un 83.52%, y por otro lado se tiene a la Disponibilidad-Después con un 93.01%, dando a mostrar un incremento un 9.5%.

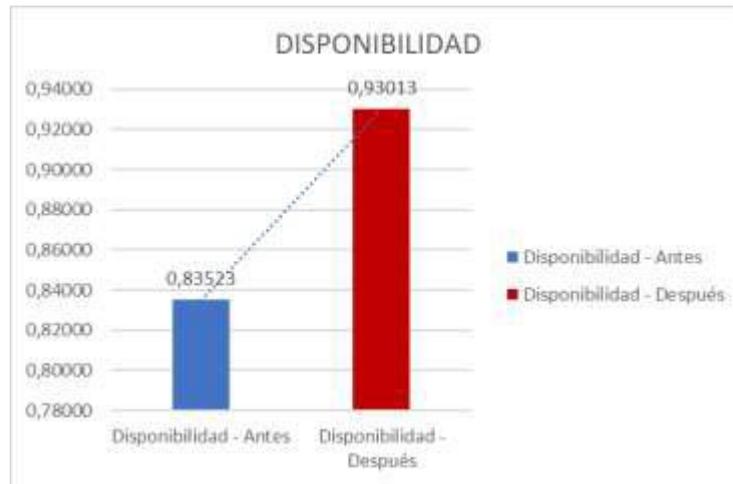


Fig. 33. Disponibilidad antes - después

Como se observa en el gráfico, cuenta con una diferencia de 9.5% entre la comparación del antes y después de la primera dimensión sobre Disponibilidad.

Dimensión 02: RENDIMIENTO

Como se muestra en la tabla, los datos básicos de la comparación de la dimensión de Rendimiento, cabe resaltar las medias, que nos servirá para la comparación del antes de la aplicación y lo resultado obtenidos después de la aplicación.

Tabla 17. Estadística de muestras emparejadas de rendimiento antes - después

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Rendimiento - Antes	0,67078	61	0,098348	0,012592
	Rendimiento - Después	0,93405	61	0,027704	0,003547

Como se observa, en la tabla de estadística de muestras emparejadas, sobre la segunda dimensión de rendimiento, muestra que el rendimiento-Antes es de un 67.08%, por otro lado, nos da que le rendimiento-Después es de un 93.40%.

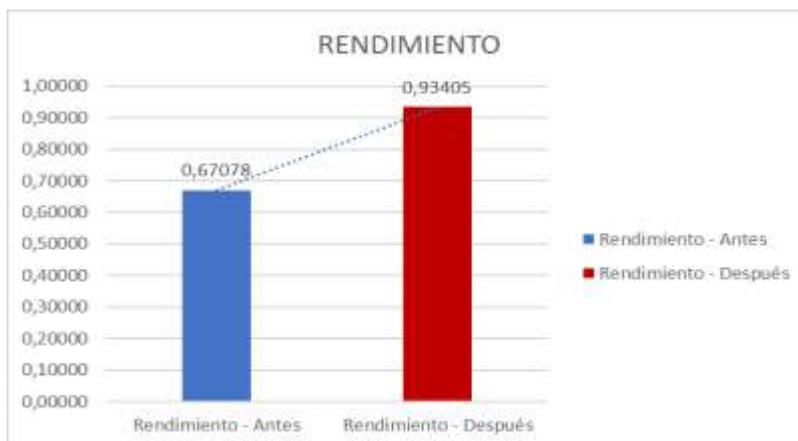


Fig. 34. Rendimiento antes - después

Como se observa en el gráfico, de comparación del antes y después de la segunda dimensión, muestra un incremento considerable del 26.3%.

Dimensión 03: CALIDAD

Como se muestra en la tabla, los datos básicos de la comparación de la dimensión de Calidad, cabe resaltar las medias, que nos servirá para la comparación del antes de la aplicación y lo resultado obtenidos después de la aplicación.

Tabla 18. Estadísticos descriptivos de calidad antes - después

	Estadísticos descriptivos				
	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
Calidad - Antes	61	0,9546	0,0276	0,8891	0,9961
Calidad - Después	61	0,9677	0,0202	0,9128	0,9925

Como se muestra en la tabla de estadísticos descriptivos de la tercera dimensión Calidad, por lo tanto, la media de la calidad-antes es de un 95.46%, por otro lado, la calidad-después es de 96.77%. Mostrando un incremento del 1.3%.



Fig. 35. Calidad antes - después

Como se observa en el gráfico, donde se compara el antes y después de la aplicación en la tercera dimensión de calidad, cuenta con una diferencia de 1.3%.

Como muestra final se observa el resumen de las comparaciones de antes y después de la aplicación, siendo de gran significancia.

Tabla 19. Resumen de comparación de la disponibilidad antes - después

	ANTES	DESPUÉS
Disponibilidad	83,5%	93,0%
Rendimiento	67,1%	93,4%
Calidad	95,5%	96,8%
OEE	53,2%	84,0%

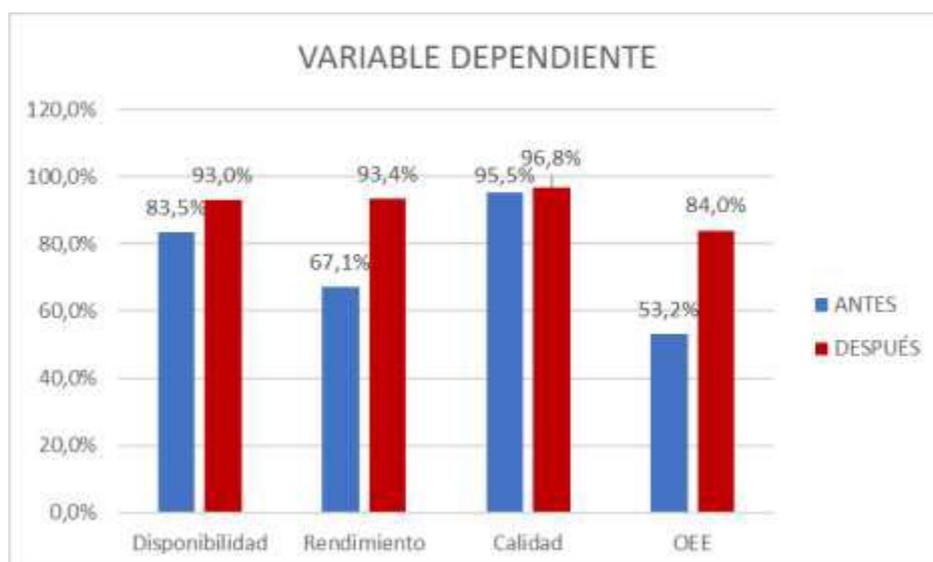


Fig. 36. Resumen de los cambios de la variable dependiente

Se muestra el resumen de los cambios que obtuvo la variable dependiente y sus dimensiones después de la aplicación de Lean Manufacturing.

3.2 Análisis inferencial

3.2.1 Análisis de la hipótesis general

HG: La implementación de herramientas de Lean Manufacturing VSM, SMED y Poka Yoke mejoran el OEE del proceso en línea proceso de envasado de bebidas rehidratantes ATE 2019.

PRUEBA DE NORMALIDAD

Con la finalidad de contrastar la hipótesis general, se debe determinar en primer lugar si los datos de la variable dependiente antes y después se comportan de manera paramétrico o no paramétrico, para tal propósito y en vista que contamos con una muestra mayor a 30 datos, se procederá a realizar el análisis estadístico de Kolmogorov – Smirnov. Como se muestra en tabla con los resultados de la prueba de normalidad:

Tabla 20. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		OEE - ANTES	OEE - DESPUES
N		61	61
Parámetros normales ^{a,b}	Media	0,53180	0,84027
	Desv.	0,089263	0,033198
	Desviación		
Máximas diferencias extremas	Absoluto	0,099	0,092
	Positivo	0,057	0,061
	Negativo	-0,099	-0,092
Estadístico de prueba		0,099	0,092
Sig. asintótica(bilateral)		,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}

Se aprecia en la tabla los valores de Sig, para los datos de OEE antes y OEE después, son mayores a 0.05 por lo que expresa que son datos de comportamiento paramétrico, por lo tanto, se realizara el análisis de contrastación de la hipótesis con el uso de la prueba de T-Student.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL

Para este trabajo de investigación se busca incrementar el valor porcentual de OEE, por ello se plantea lo siguiente:

Hipótesis nula (Ho) : $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis alterna (Ha) : $\mu_1 \neq \mu_2$

Dónde:

- μ_1 = OEE antes de la aplicación.
- μ_2 = OEE después de la aplicación.

Para ello se muestra, en la tabla de estadísticas de muestras emparejadas, donde las medias del antes y después presentan un incremento considerable del 31% aproximadamente con respecto al OEE después de aplicación:

Tabla 21. Estadísticas de muestra emparejadas con respecto al OEE

Estadísticas de muestras emparejadas		
	Media	N
Par 1	OEE - Antes	
	0	

Para verificar si el incremento es significativo se compara con el valor de p =Sig., que muestra en la siguiente tabla de prueba de muestras emparejadas:

Tabla 22. Prueba de M. emparejadas para verificar el incremento con respecto al OEE

Como el valor de p (Sig. = 0,0), es menor al nivel de significancia de α (0,05), entonces existen diferencias altamente significativas, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Como resultado nos queda que la implementación de herramientas de Lean Manufacturing VSM, SMED y Poka Yoke mejoran el OEE del proceso en línea proceso de envasado de bebidas rehidratantes ATE 2019.

3.2.2 Análisis de la primera hipótesis específica

HE1: La aplicación de la herramienta de Lean Manufacturing SMED, a través de la reducción de los tiempos cambios, incrementará la disponibilidad de la línea de proceso de envasado de bebidas rehidratantes ATE 2019.

PRUEBA DE NORMALIDAD

Con la finalidad de contrastar la hipótesis ESPECIFICA 1, se debe determinar en primer lugar si los datos de la primera dimensión antes y después se comportan de manera paramétrico o no paramétrico, para tal propósito y en vista que contamos con una muestra mayor a 30 datos, se procederá a realizar el análisis estadístico de Kolmogorov – Smirnov. Como se muestra en tabla con los resultados de la prueba de normalidad:

Tabla 23. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra de disponibilidad

		DISPONIBILIDAD DISPONIBILIDAD	
		- ANTES	- DESPUES
N		61	61
Parámetros normales ^{a,b}	Media	0,83523	0,93013
	Desv.	0,111173	0,034499
Máximas diferencias extremas	Absoluto	0,106	0,074
	Positivo	0,077	0,059
	Negativo	-0,106	-0,074
Estadístico de prueba		0,106	0,074
Sig. asintótica(bilateral)		,085 ^c	,200 ^{c,d}

Se aprecia en la tabla los valores de Sig, para los datos de Disponibilidad antes y Disponibilidad después, son mayores a 0.05 por lo que expresa que son datos de comportamiento paramétrico, por lo tanto, se realizara el análisis de contrastación de la hipótesis con el uso de la prueba de T-Student.

CORRELACIÓN DE DIMENSIONES

Para continuar con este análisis, prosigue la correlación en relación a las dimensiones de cada una de las variables, a continuación, se explicará cada tabla:

Tabla 24. Correlación de disponibilidad y SMED

Correlaciones			
		Disponibilidad	SMED
Correlación de Pearson	Disponibilidad	1,000	0,173
	SMED	0,173	1,000
Sig. (unilateral)	Disponibilidad		0,028
	SMED	0,028	
N	Disponibilidad	122	122
	SMED	122	122

En la tabla se muestra la correlación entre las dimensiones mencionadas, siendo de un 17.3%. De la misma forma la significancia por cada una de ellas siendo 2.8%. Y por último muestra la cantidad de datos que se evalúan, que son de 122.

Tabla 25. Variable entrada / eliminadas

Variables entradas/eliminadas^a			
Modelo	Variables entradas	Variables eliminadas	Método
1	SMED ^b		Introducir

a. Variable dependiente: Disponibilidad

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Menciona que no se eliminaron datos o variables, también su método, que es de Introducir, por ser datos limpios de la base de datos.

Tabla 26. Resumen del modelo de la variación de disponibilidad

Resumen del modelo^b					
Modelo	R	R cuadrado ajusta	Error estándar de	C	Est
1	,17 ^a				

En esta tabla se muestra valor de "R" es de 0,173; lo que nos expresa que existe correlación no significativa. De la misma forma también nos menciona sobre R cuadrado indica que el 3% de la variación de Disponibilidad esta explicada por el número que presente el SMED.

Tabla 27. Resultados Anova Sig. = 0.057

ANOVA^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	0,033	1	0,033	3,707	,057 ^b
	Residuo	1,055	120	0,009		
	Total	1,088	121			

En la siguiente tabla, nos indica que, si suponemos que le valor poblacional de R es cero, como lo presenta la tabla Sig. = 0,057, nos quiere decir que es improbable que R tome el valor de 0,173. Lo cual implica que $R > 0$

Tabla 28. Coeficientes de la recta de regresión

		Coeficientes ^a				
		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		
Modelo		B	Desv. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constante)	0,826	0,031		26,958	0,000
	SMED	0,078	0,040	0,173	1,925	0,057

En la tabla muestra los coeficientes de la recta de regresión, siendo 0,826 la constante, es el origen de la recta de regresión y 0,078 corresponde a la pendiente de la recta de regresión, además al presentarse positiva esta última indica que existe una relación directa. Según eso nos daría la siguiente ecuación:

$$\text{El pronóstico de Disponibilidad} = 0,826 + 0,078 \text{ valores de SMED}$$

Del cual podemos obtener el siguiente gráfico:

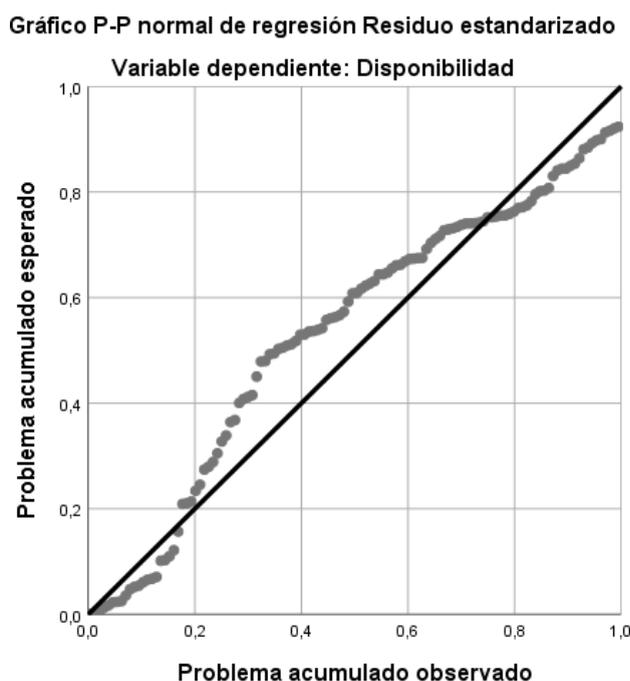


Fig. 37. Gráfico P-P normal de regresión residuo estandarizado

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Pasamos a la contratación de la hipótesis, Para este trabajo de investigación se busca incrementar el valor porcentual con respecto a la disponibilidad, por ello se plantea lo siguiente:

$$\text{Hipótesis nula (Ho)} \quad : \mu_1 = \mu_2$$

Hipótesis alterna (Ha) : $\mu_1 \neq \mu_2$

Dónde:

- μ_1 = Disponibilidad antes de la aplicación.
- μ_2 = Disponibilidad después de la aplicación.

Para ello se muestra, en la tabla, donde la media del antes y después de la aplicación varia, incrementándose respecto a la disponibilidad después de aplicación:

Tabla 29. Estadísticas de muestras emparejadas de la disponibilidad (antes – después)

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1 Disponibilidad - Antes	0,83523	61	0,111173	0,014234
Disponibilidad - Después	0,93013	61	0,034499	0,004417

Para verificar si el incremento es significativo se compara con el valor de $p = \text{Sig.}$, que muestra en la siguiente tabla:

Tabla 30. Prueba de muestra emparejadas de disponibilidad

Prueba de muestras emparejadas				
Diferencias emparejadas				
Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza	
Par 1 Disponibilidad - Antes - Disponib				

Como el valor de p ($\text{Sig.} = 0,0$), es menor al nivel de significancia de α ($0,05$), entonces existen diferencias altamente significativas, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

3.2.3 Análisis de la segunda hipótesis específica

HE2: La aplicación de la herramienta de Lean Manufacturing VSM, mediante la identificación de actividades innecesarias que no agregan valor, mejorará el performance de la línea de proceso de envasado de bebidas rehidratantes ATE 2019.

PRUEBA DE NORMALIDAD

Con la finalidad de contrastar la hipótesis ESPECIFICA 2, se debe determinar en primer lugar si los datos de la primera dimensión antes y después se comportan de manera paramétrico o no paramétrico, para tal propósito y en vista que contamos con una muestra mayor a 30 datos, se procederá a realizar el análisis estadístico de Kolmogorov – Smirnov. Como se muestra en tabla con los resultados de la prueba de normalidad:

Tabla 31. Prueba de kolmogorov-Smirnov para una muestra de rendimiento

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		RENDIMIENTO - ANTES	RENDIMIENTO - DESPUES
N		61	61
Parámetros normales ^{a,b}	Media	0,67078	0,93405
	Desv. Desviación	0,098348	0,027704
Máximas diferencias extremas	Absoluto	0,093	0,077
	Positivo	0,069	0,033
	Negativo	-0,093	-0,077
Estadístico de prueba		0,093	0,077
Sig. asintótica(bilateral)		,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}

Se aprecia en la tabla los valores de Sig, para los datos de Rendimiento antes y Disponibilidad después, son mayores a 0.05 por lo que expresa que son datos de comportamiento paramétrico, por lo tanto, se realizara el análisis de contrastación de la hipótesis con el uso de la prueba de T-Student.

CORRELACIÓN DE DIMENSIONES

Para continuar con este análisis, prosigue la correlación en relación a las dimensiones de cada una de las variables, a continuación, se explicará cada tabla:

Tabla 32. Correlación de rendimiento

Correlaciones			
		Rendimiento	VSM
Correlación de Pearson	Rendimiento	1,000	-0,179
	VSM	-0,179	1,000
Sig. (unilateral)	Rendimiento		0,024
	VSM	0,024	
N	Rendimiento	122	122
	VSM	122	122

En la tabla se muestra la correlación entre las dimensiones mencionadas, siendo de un -0,179, el valor negativo refiere a la relación de forma indirecta. De la misma forma la significancia por cada una de ellas siendo 0,024. Y por último muestra la cantidad de datos que se evalúan, que son de 122.

Tabla 33. Variables entradas / eliminadas de rendimiento

Variables entradas/eliminadas ^a		
Modelo	Variables entradas	Variables el
1	VSM ^b	

a. Variable dependi

b. Toda

Menciona que no se eliminaron datos o variables, también su método, que es de Introducir, por ser datos limpios de la base de datos.

Tabla 34. Resumen del modelo de rendimiento

Resumen del modelo ^b				
Modelo	R	R cuadrado	Error estándar	
1				

En esta tabla se muestra valor de "R" es de 0,179; lo que nos expresa que existe correlación no significativa. De la misma forma también nos menciona sobre R cuadrado indica que el 3.2% de la variación del rendimiento esta explicada por el número que presente el VSM.

Tabla 35. Anova de rendimiento Sig. =0.049

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	0,088	1	0,088	3,966	,049 ^b
	Residuo	2,653	120	0,022		
	Total	2,740	121			

En la siguiente tabla, nos indica que, si suponemos que le valor poblacional de R es cero, como lo presenta la tabla Sig. = 0,049, nos quiere decir que es improbable que R tome el valor de 0,179. Lo cual implica que $R > 0$

Tabla 36. Coeficientes de la recta de regresión de VSM

		Coeficientes^a				
		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		
Modelo		B	Desv. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constante)	0,817	0,015		53,439	0,000
	VSM	-0,902	0,453	-0,179	-1,991	0,049

En la tabla muestra los coeficientes de la recta de regresión, siendo 0,817 la constante, es el origen de la recta de regresión y -0,902 corresponde a la pendiente de la recta de regresión, además al presentarse negativa esta última indica que existe una relación indirecta. Según eso nos daría la siguiente ecuación:

$$\text{El pronóstico de Rendimiento} = 0,817 - 0,902 \text{ Valores de VSM}$$

Del cual podemos obtener el siguiente gráfico:

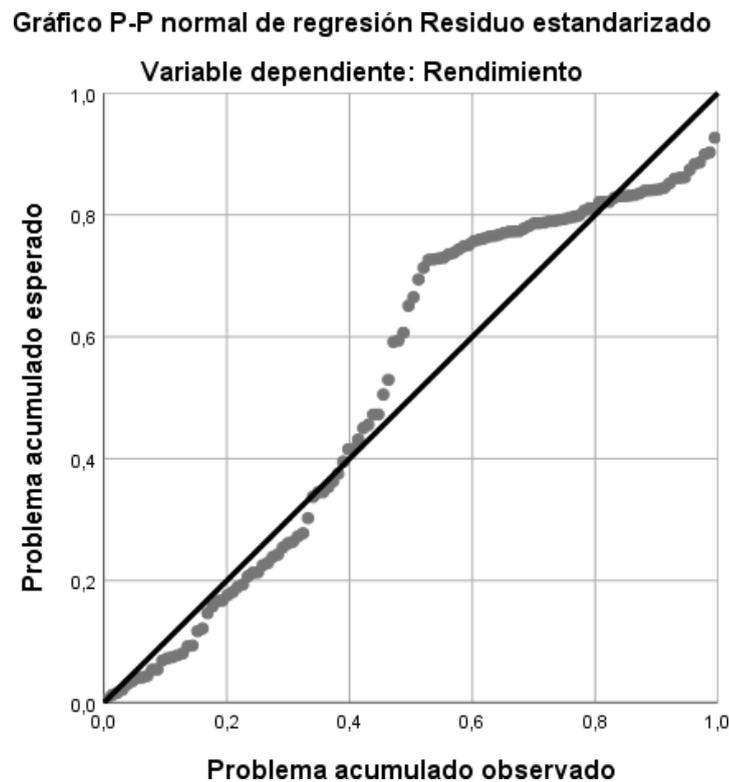


Fig. 38. Gráfico P-P normal de regresión residuo estandarizado

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Para este trabajo de investigación se busca incrementar el valor porcentual de Rendimiento por ello se plantea lo siguiente:

Hipótesis nula (Ho) : $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis alterna (Ha) : $\mu_1 \neq \mu_2$

Dónde:

- μ_1 = Rendimiento antes de la aplicación.
- μ_2 = Rendimiento después de la aplicación.

Para ello se muestra, en la tabla, donde las medias varían, incrementándose respecto al rendimiento después de aplicación:

Tabla 37. Estadísticas de muestra emparejadas de rendimiento (antes – después)

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Rendimiento - Antes	0,67078	61	0,098348	0,012592
	Rendimiento - Después	0,93405	61	0,027704	0,003547

Para verificar si el incremento es significativo se compara con el valor de $p = \text{Sig.}$, que muestra en la siguiente tabla:

Tabla 38. Prueba de muestras emparejadas de rendimiento según hipótesis

Prueba de muestras emparejadas				
Diferencias emparejadas				
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza
Par 1 Rendimiento - Antes - Rendimie				

Como el valor de p ($\text{Sig.} = 0,0$), es menor al nivel de significancia de α ($0,05$), entonces existen diferencias altamente significativas, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

3.2.4 Análisis de la tercera hipótesis específica

HE3: La implementación de la herramienta de Lean Manufacturing Poka Yoke, asegurará la Calidad de la línea de proceso de envasado de bebidas rehidratantes ATE 2019.

PRUEBA DE NORMALIDAD

Con la finalidad de contrastar la hipótesis ESPECIFICA 3, se debe determinar en primer lugar si los datos de la primera dimensión antes y después se comportan de manera paramétrico o no paramétrico, para tal propósito y en vista que contamos con una muestra mayor a 30 datos, se procederá a realizar el análisis estadístico de Kolmogorov – Smirnov. Como se muestra en tabla con los resultados de la prueba de normalidad:

Tabla 39. Prueba de kolmogorov-Smirnov para una muestra de la Calidad

		Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	
		CALIDAD - ANTES	CALIDAD - DESPUES
N		61	61
Parámetros normales ^{a,b}	Media	0,95459	0,96773
	Desv. Desviación	0,027570	0,020238
Máximas diferencias extremas	Absoluto	0,103	0,134
	Positivo	0,087	0,110
	Negativo	-0,103	-0,134
Estadístico de prueba		0,103	0,134
Sig. asintótica(bilateral)		,168 ^c	,008 ^c

Se aprecia en la tabla los valores de Sig, para los datos de calidad antes y Disponibilidad después, solo uno de ellos es mayor a 0.05 por lo que expresa que son datos de comportamiento no paramétrico, por lo tanto, se realizara el análisis de contrastación de la hipótesis con el uso de la prueba de Wilcoxon.

CORRELACIÓN DE HIPÓTESIS

Para continuar con este análisis, prosigue la correlación en relación a las dimensiones de cada una de las variables, a continuación, se explicará cada tabla:

Tabla 40. Correlaciones de calidad, poka yoke

Correlaciones		
		Calidad
Correlación de	Calidad	1,000
Pearson	Poka Yoke	
Sig. (unilateral)	Calidad	
	Poka	
N		

En la tabla se muestra la correlación entre las dimensiones mencionadas, siendo de un 39.3%. De la misma forma la significancia por cada una de ellas siendo 0.0%. Y por último muestra la cantidad de datos que se evalúan, que son de 122.

Tabla 41. Variables entradas / eliminadas de calidad

Menciona que no se eliminaron datos o variables, también su método, que es de Introducir, por ser datos limpios de la base de datos.

Tabla 42. Resumen del modelo de calidad

Resumen del modelo ^b									
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
1	,393 ^a	0,154	0,147	0,023062	0,154	21,857	1	120	0,000

En esta tabla se muestra valor de "R" es de 0,393; lo que nos expresa que existe una correlación baja. De la misma forma también nos menciona sobre R cuadrado indica que el 15.4% de la variación de Calidad esta explicada por el número que presente el POKA YOKE.

Tabla 43. Anova de calidad Sig. =0.0

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	0,012	1	0,012	21,857	,000 ^b
	Residuo	0,064	120	0,001		
	Total	0,075	121			

En la siguiente tabla, nos indica que, si suponemos que el valor poblacional de R es cero, como lo presenta la tabla Sig. = 0,0, nos quiere decir que es probable que R tome el valor de 0,393. Lo cual implica que $R \neq 0$.

Tabla 44. Coeficientes de la recta de regresión de poka yoke

		Coeficientes^a				
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		
		B	Desv. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constante)	0,943	0,004		216,458	0,000
	Poka Yoke	0,090	0,019	0,393	4,675	0,000

En la tabla muestra los coeficientes de la recta de regresión, siendo 0,943 la constante, es el origen de la recta de regresión y 0,090 corresponde a la pendiente de la recta de regresión, además al presentarse positiva esta última indica que existe una relación directa. Según eso nos daría la siguiente ecuación:

$$\text{El pronóstico calidad} = 0,943 + 0,090 \text{ valores de Poka Yoke}$$

Del cual podemos obtener el siguiente gráfico:

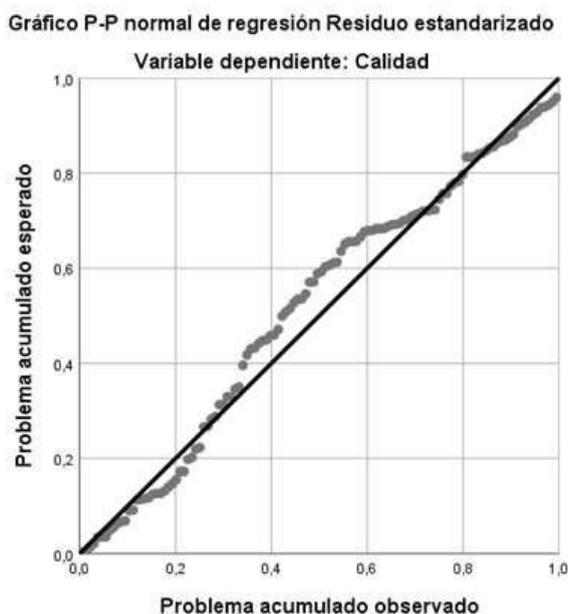


Fig. 39. Gráfico P-P normal de regresión residuo estandarizado de calidad

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Para este trabajo de investigación se busca incrementar el valor porcentual de Calidad, por ello se plantea lo siguiente:

Hipótesis nula (Ho) : $\mu_1 > \mu_2$

Hipótesis alterna (Ha) : $\mu_1 < \mu_2$

Donde:

- μ_1 = Calidad antes de la aplicación.
- μ_2 = Calidad después de la aplicación.

Para ello se muestra, en la tabla, donde las medias varían, incrementándose respecto a la calidad después de aplicación:

Tabla 45. Estadísticos descriptivos de calidad (antes – después)

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
Calidad - Antes	61	0,9546	0,0276	0,8891	0,9961
Calidad - Después	61	0,9677	0,0202	0,9128	0,9925

Para verificar si el incremento es significativo se compara con el valor de $p = \text{Sig.}$, que muestra en la siguiente tabla:

Tabla 46. Estadísticos de prueba de calidad

Estadísticos de prueba^a	
	Calidad - Después - Calidad - Antes
Z	-3,714 ^b
Sig. Asintótica (bilateral)	0,000

Como el valor de p (Sig. = 0,0), es menor al nivel de significancia de α (0,05), entonces existen diferencias altamente significativas, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

IV DISCUSIÓN

Como se demostró en el presente estudio de investigación, sobretodo en el punto de resultados, se puede concluir, que se logró cumplir con los objetivos planteados en un inicio, con la aplicación de Lean Manufacturing y sus tres dimensiones de SMED, VSM y POKA YOKE. Por ende, se logró incrementar los valores porcentuales de las tres dimensiones propuestos por la variable de Overall Equipment Effectiveness (OEE), siendo las siguientes: Disponibilidad, que inicio con un valor de 83,5% y se incrementó un 9,5%, resultado con 93%. Así también el valor de Rendimiento inicio en 67,1%, se incrementó en un 26,3%, resultando en 93,4% y para los valores de Calidad, inicio con 95,5%, incrementando un 1,3%, resultando en 96,8%. Esto se ve reflejado en la prueba de hipótesis donde todos lo resultados conllevaron a que los promedios de la prueba Post-Test son mayores a los promedios Pre-Test, tanto para la hipótesis general del Overall Equipment Effectiveness (OEE); y las hipótesis específicas del SMED, VSM y POKA YOKE.

En la investigación de Tanco, 2019. Se establecieron las métricas Lean: overall Equipment Effectiveness (OEE), % Tiempo disponible, % Tiempo rodando, Nivel de desempeño en velocidad y % de Volumen de carga; con el fin de conocer el desempeño global de las unidades de transporte. En su estado actual se estableció que por medio de la aplicación se observaron notoriamente las mejoras establecidas, como su incremento de OEE de un 60.5% a un 83.8%. En la presente investigación llegamos a un incremento del valor del OEE de 53.18% a 84.02%, con lo que reforzado por lo encontrado por Tanco (2019).

Continuando con la discusión en la investigación de (Rodríguez C y Anderson S. 2017. Se desarrolló en tres fases. Fase diagnóstica y de análisis, en la cual con ayuda herramientas clásicas y metodologías, para ello en dicha investigación se basan en la aplicación de lean Manufacturing y sus herramientas de las cuales afirmaron que se notó una mejora considerablemente al aplicar las herramientas KAIZEN, 5S, SMED y VSM en las áreas intervenidas, como en nuestro caso. Reafirmando su trabajo de investigación, con el nuestro, la aplicación de dichas herramientas ayuda considerablemente.

Palomino (2012) aplico la herramienta del SMED para reducir las paradas de equipo para incrementar el indicador OEE. Alfredo M y Ordinola R. (2016) utiliza las herramientas del lean manufacturing para reducir los costos y por consiguiente incrementar el indicador OEE. Aranibar (2016) utiliza el lean manufacturing para el incremento del flujo de producción y por ende el indicador OEE. Asimismo, Beltrán C y Anderson S. (2017), Alarcón (2014), Rodríguez C y Anderson S. (2017) y (Nebot R. 2012) utiliza el lean manufacturing para el incremento del indicador OEE.

V CONCLUSIONES

En bases estadísticas de la empresa el análisis sobre la situación actual del proceso productivo, se analizarán las pérdidas que se presentan en la línea producción, que para mejorar la eficiencia global del equipo se requiere implementar herramientas que mejoran los indicadores y la productividad del equipo de envasado que es el cuello de botella en toda la línea de bebidas rehidratantes. Para obtener una mejora de los indicadores se implementará las herramientas de Lean Manufacturing, se concluye una implementación que ayudará significativamente a combatir los problemas de rendimiento y productividad en las líneas de envasado.

Adicionalmente, también podemos decir que se realizó un estudio de las diferentes herramientas de lean manufacturing, es muy importante en toda empresa que pretende eliminar del proceso que no agregan valor, de modo que quede una cadena mayor productiva y mayor eficiencia. Por el cual el objetivo de relacionar los problemas con las herramientas adecuadas que ayudan a mejorar los indicadores de la línea de producción, y eso nos trajo por consecuencia de las tres herramientas que se implementara SMED, VSM Y POKA YOQUE.

Durante el estudio se observó que el cuello de botella se presenta en la envasadora dado que cada cambio de lotes se pierden horas muertas y para ello se implementara el VSM ayudar a identificar las pérdidas que se presentan dentro del proceso, SMED que reduce tiempos en cambio de proceso y eliminara procedimientos que no agregan valor, implementará un procedimiento de cambio de lote en menor tiempo, el POKA YOQUE nos garantizará la calidad implementando procedimientos y mejoras que ayudan a controlar el producto final.

Con las implementaciones se obtendrá el incremento del OEE que se encuentra en un 53.2% a un 84% generando que los equipos sean más eficientes en la línea de producción en sus tres dimensiones. Para la primera dimensión de disponibilidad, donde se incrementó en un 9.5%, en la dimensión de calidad se logró incrementar en un 1.3% y por ultimo para la dimensión de rendimiento se incrementó en un 26.3% y todo esto se reduce en ingresos económicos para la empresa.

VI RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la constante capacitación sobre calibración y limpieza de maquinaria en su área de trabajo, a todo el personal de producción, con el fin de estar acordes a la línea de producción, debió que esta falta de conocimiento en su trabajo, retrasa en los cambios de lotes.
2. De la misma forma se adecuar y programar las paradas de la maquinaria, con el fin de evitar tiempos muertos en horario de producción, esta hace que los productos o envases queden a la espera, generando el famoso cuello de botella en el proceso.
3. Otra recomendación de gran importancia, son sobre las actividades para el control de calidad, si bien es cierto, que llevar un adecuado control de calidad, es lo mejor para evitar productos no conformes, o daños durante el proceso de producción, pero estos no deben afectar de ninguna forma el tiempo establecido para la producción, por medio de un cronograma o establecer tiempo adecuado donde no interfiera en el trabajo de cada una de las áreas
4. Por último, es importante, llevar un control de los insumos o materiales que se emplean, durante el proceso de producción, estimando un alcance de lo que se va a emplear, ya que la falta de uno de ellos afectaría en un retraso significativamente.

VII REFERENCIAS

1. Abresa (2019). Los socios. Recuperado de <http://abresa.pe/nosotros/los-socios-2/>Vorne (2019). <https://www.oeo.com/world-class-oeo.html>
2. ANDERSON David, Soto Bernal y BELTRÁN Rodríguez Carlos Eduardo. Aplicación de herramientas lean manufacturing en los procesos de recepción y despacho de la empresa HLF ROMERO S.A.S. Tesis. BOGOTÁ: Universidad De La Salle. 2017. 77 pp. (aprox. Hojas en tesis de titulación).
3. ALARCÓN, Andrés. Implementación de oee y smed como herramientas de lean manufacturing en una empresa del sector plástico. Tesis (Titulación). Guayaquil - Ecuador: Universidad De Guayaquil Facultad De Ingeniería Industrial. 2014. 120 pp. (aprox. Hojas en tesis de titulación).
4. AMAT, Mauricio. 2014, pg 62.. Control de Proceso Administrativo. España : Ediciones Index, 2014, pg 62. ISBN: 98-6564-824.
5. Análisis Económico y de industrias Latinoamérica La hora de las reformas. Recuperado de estructurales [https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cr/Documents/finance/Deloitte-Analisis-Economico-y-de-Industrias-Latinoamericana.pdf\(p.5\)](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cr/Documents/finance/Deloitte-Analisis-Economico-y-de-Industrias-Latinoamericana.pdf(p.5)).
6. APOLO BUENAÑO, Diego, MURILLO BUSTILLOS, Hernan y GARCIA MORENO, Gabriela. 2014. Comunicacion 360: herramineta para la gestion. Quito: Editorial Facultad de Ciencias Sociales y Comunicacion, 2014. ISBN: 978-9978-389-18-8.
7. ARANIBAR, Marco. Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera. Tesis (Titulación). Lima: Universidad Nacional Mayor De San Marcos. 2016. 63 pp. (aprox. Hojas en tesis de titulación).
8. ARDILES, Michell, ORDINOLA, Raúl. Aplicación de las herramientas de lean manufacturing para mejora de la productividad en línea de envasado de azúcar de la empresa agro industrial Paramonga (aipsaa)". Tesis (Titulación). Lima: Universidad Privada Del Norte. 2016. 155 pp. (aprox. Hojas en tesis de titulación).
9. BELOBHAKER peter. 2006 OEE (Overall Equipment Effectiveness) 230. pp. [en línea]. [Consulta: 15 setiembre 2019]. Disponible en:

- https://books.google.com.pe/books/about/OEE_Overall_Equipment_Effectiveness.html?hl=es&id=gmvnz-ILjGYC&redir_esc=y
10. BORNK, Jhonatan. 2018. Mecanicismos de mejora continua: los nuevos retos por vencer. <https://www.mecanicismos-de-mejora-continua.pdf>
 11. Consejos de Ánimo. 2015. Claves para ser un buen profesional. Lima: Ediciones M&C, 2015. ISBN: 946-648-87-4.
 12. Escuela Europea de Management. 2017. Capacitación y Desarrollo en una empresa. Desarrollo Personal. España: Edición M&E, 2017.
 13. Estado de la industria de alimentos y bebidas 2018. (2018). Industria Alimenticia, 8–19. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=134010691&lang=es&site=ehost-live>.
 14. El comercio (2018). *La transformación de la industria de bebidas no alcohólicas*. Recuperado de <https://elcomercio.pe/economia/dia-1/transformacion-industria-bebidas-alcoholicas-noticia-574384>.
 15. Gestión (2019). Importación de agua embotellada se duplicó, pero disminuyó la de gaseosas en el último verano. Recuperado de <https://gestion.pe/economia/importacion-agua-embotellada-duplico-disminuyo-gaseosas-verano-nndc-265523>.
 16. GIL Miguel, SANZ Pedro, DE BENITO Juan, GALINDO Jesús. Definición de una metodología para una aplicación práctica del smed. Recuperado de estructurales. Técnicas industriales, junio 2012.
 17. HUERTA, Scott. Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacture Análisis y propuesta de mejora en la productividad de una línea de envasado de desodorantes utilizando la metodología SMED. Tesis (Titulación). Lima: Universidad Nacional Mayor De San Marcos. 2017. 82 pp. (aprox. Hojas en tesis de titulación).
 18. Inei.gob.pe. (2019). *PERU Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI*. [online] Available at: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/sector-statistics/> [Accessed 18 Oct. 2019].
 19. ISO 9001. 2005. *Norma Internacional - Sistemas de Gestión de la Calidad - Requisitos*. 2005.

20. JAVIER TOURON. 2018. SISTEMAS OEE TECHNOLOGY TO IMPROVE [en línea]. [Consulta: 20 de Noviembre 2019]. Disponible en: <https://www.sistemasoe.com/definicion-oe/>.
21. LTD, M. 2019. Latin America Non-Alcoholic Beverage Market Growth, Forecast Report. *Market Data Forecast* [en línea]. [Consulta: 17 octubre 2019]. Disponible en: <https://www.marketdataforecast.com/market-reports/latin-america-non-alcoholic-beverage-market>.
22. MARKETS, R. 2019. Global \$1252.54 Billion Non-Alcoholic Beverage Market to 2024. *Prnewswire.com* [en línea]. [Consulta: 17 octubre 2019]. Disponible en: <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-1252-54-billion-non-alcoholic-beverage-market-to-2024--300893221.html>.
23. Mes sigma E.I.R.L Optimización de la Producción mediante Sistemas OEE en Tiempo Real (Overall Equipment Effectiveness). [en línea]. [Consulta: 20 octubre 2019]. Disponible en: <https://mes-sigma.net/Literatura/OEE%20-%20Optimizacion%20de%20la%20Produccion.pdf>
24. Ministerio de la Producción (2015). Estudio de la Situación Actual de las empresas peruanas. Recuperado de <http://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/shortcode/oe-documentos-publicaciones/publicaciones-anales/item/790-estudio-de-la-situacion-actual-de-las-empresas-peruana>.
25. NEBOT, Rocío. Aplicación del VSM (mapa de la cadena de valor) para la mejora de procesos de un taller de automoción. Tesis (Profesional). VALENCIA: UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA. 2012. 70 pp. (aprox. Hojas en tesis de titulación).
26. Norma Internacional ISO 31000. 2009. [En línea] Septiembre de 2009. [Citado el: 23 de Mayo de 2018.] http://gestion-calidad.com/wp-content/uploads/2016/09/iso_31000_2009_gestion_de_riesgos.pdf.
27. ÑAUPAS, Sofía Melissa. 2015, p. 45. Analisis de Metodos y Herramientas de Investigacion. Lima : Gromo Edition, 2015, p. 45. OCHSENIUS Iván. Auditoría Pública nº 68 (2016, pp. 83 - 94). Herramienta de control y mejora: aplicación de poka yoke al proceso de contratación pública. [en línea]. [Consulta: 25 octubre 2019]. Disponible en: <http://asocex.es/wp->

<content/uploads/2016/12/Revista-Auditor%C3%ADa-P%C3%ABlica-n%C2%BA-68-pag-83-94.pdf>.

28. PALIAGA, Diego. 2017. Importancia de la comunicación organizacional . España: Gestiopolis, 2017.
29. PALOMINO, Miguel. Aplicación de herramientas de lean manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes. Tesis (titulación). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2012. 93 pp. (aprox. Hojas en tesis de titulación).
30. PeruRetail (2019). Nueva bebida energizante ingresa al mercado peruano. Recuperado de <https://www.peru-retail.com/peru-nueva-bebida-energizante-220v-busca-tener-el-20-del-mercado-de-energia-para-2020/>
31. PERTUZ Rodríguez, Armando José. Implementación de la metodología (SMED) para la reducción de tiempos de alistamiento (Set Up) en máquinas encapsuladoras de una empresa farmacéutica en la ciudad de Barranquilla. Tesis (). BARRANQUILLA: Universidad Nacional Abierta y a Distancia. 2018. 66 pp. (aprox. Hojas en tesis de titulación).
32. RAJADELL Manuel, SÁNCHEZ José. Lean manufacturing La evidencia de una necesidad. [en línea]. [Consulta: 25 octubre 2019]. Disponible en: <https://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788479789671.pdf>
33. Revista Aplicaciones de la Ingeniería. Mejoramiento del OEE en la Línea de Producción siguiendo la Metodología Seis Sigma + Lean. [en línea]. [Consulta: 20 octubre 2019]. Disponible en: http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Aplicaciones_de_la_Ingenieria/vol2num3/Aplicaciones_de_la_Ingenieria_Vol2_Num3_5.pdf
34. Revista Lideres. 2017. OCCMUNDIAL. [En línea] Revista Líderes en la siguiente dirección, 13 de Septiembre de 2017. [Consulta el: 20 de Noviembre de 2019.] <http://www.revistalideres.ec/lideres/salario-emocional-importancia-productividad.html>.
35. RESEARCH, M., TRENDS, B. and MARKET, G. 2019. Growth Opportunities in the Global Beverage Market. Reportlinker.com [en línea]. [Consulta: 17 octubre 2019]. Disponible en: <https://www.reportlinker.com/p04804589/Growth-Opportunities-in-the-Global-Beverage-Market.html>.

36. Robbins, Kevinshon. 2014. Cultura Organizacional. España: Ediciones Superation, 2014. ISBN: 985-5584-5164-55.
37. ROJAS, Antonio. 2016, p. 541. Tipos de Investigación (conceptos y funciones). Bogotá: Ediciones Nacionales, 2016, p. 541. ISBN: 984-5849-35-5245.
38. SALGUEIRO ANABITARTE, Amado. 2001. Indicadores de gestión y cuadro de mando. Madrid: Díaz de Santos S.A., 2001. ISBN:84-7978-492-X.
39. TANCO Pompilla, Paul George. Propuesta de implementación de herramientas lean manufacturing para reducir los costos de transporte virtual de gas natural comprimido de una empresa en el norte del Perú. Tesis (Titulación). Arequipa: Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa. 2019. 132 pp. (aprox. Hojas en tesis de titulación).
40. Urrego Montoya, Carolina y Rodríguez, Carlos (2019). El Empaque – Conversión. <http://www.elempaque.com>. (En línea) Soluciones Integrales para la Industria de embalaje, alimentos y bebidas, 01 de febrero de 2019. (Citado el: 15 de 06 de 2019.) <http://www.elempaque.com/temas/Industria-latinoamericana-de-bebidas,-como-esta-y-que-viene+129420>.
41. VILLACÍS, Pepe. 2017. Mentalidad Dispuesta al cambio . España : SalesUp, 2017.

ANEXOS

Orden de Fabricación

Tipo: 1

N° de Orden: 10100567

Fecha d Emisión: 2019-04-25

Etapa: EBEB - ENVASE BEBIDAS	Tarea: 8999	NO AUTORIZADO	Página:	1 / 2
------------------------------	-------------	---------------	---------	-------

Descripción Variante: 3 Lote: 1051709 Fecha inicio:
 BEBIDA HIDRATANTE CON ELECTROLITOS SABOR A FRESA Teórico:123 270.000 FCO Expira:2022-05-31 Fecha final:
 "ELECTROLIGHT"
 Código Producto Versión: 5 Entregado: Control de Calidad: Obtenido:

Código	Descripción del Insumo	Dps	Cantidad Requerida	UM	Lote	Título %	Cantidad Sugerida	Cantidad Entregada	V°B°	Adicional	Devoluciones	Consumo (Parte)	Merma	Cantidad Recibida	
03912210	ELECTROLIGHT FRESA SOL	A0105	60 000.000	L	1051709	100.00	60 000.000								
05910189	FCO PET ELECTROLIGHT 475mL	A0002	66.500	MIII	1039259	100.00	66.500								
09920268	TAPA PLASTICA AZUL ELECTROLIGHT P-28 S/IMP	A0002	121.000	MIII	ME00059767	100.00	121.000								
05910203	FCO PET ELECTROLIGHT 475mL-L				MIII 1042889	100.00	0.000								
		A0105	54.400		MIII 1047519	100.00	0.000								
HHEBEBHH	ENV BEB	A0101	57.100	HH											
HMEBEBHM	ENV BEB	A0101	95.100	HM											
Verificación de Lotes / Fecha:		Preparado por / Fecha:				Recibido por / Fecha:									
Verificación de dispensación / Fecha:															
Indicaciones VOLUMEN DE LLENADO : 480 mL									Observaciones:						

Orden de Fabricación

Tipo: 1

N° de Orden: 10100567

Fecha de Emisión: 2019-04-

25

Etapa: EBEB - ENVASE BEBIDAS

Tarea: 8999

NO AUTORIZADO

Página: 2 / 2

Entregas			Muestras de Control de Calidad		
Fecha	Cantidad / Peso	Observaciones	Fecha	Cantidad	Motivo



Anexo N° 1 Orden de fabricación

Jefatura de Almacén

Jefatura de Área

Hoja de Registros de datos de la variable de calidad.

CONTROL DE VOLUMEN											
PRODUCTO:											FECHA DE INICIO:
LOTE:											FECHA DE TERMINO:
ORDEN DE ENVASE:											PESO ESPECIFICO:
RANGO DE VOLUMEN:											MAQUINA:
											CANTIDAD:
HORA/ANALISTA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PROMEDIO
PESO DE ENVASE											
PESO TOTAL											
PESO NETO											
VOLUMEN											
HORA/ANALISTA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PROMEDIO
PESO DE ENVASE											
PESO TOTAL											
PESO NETO											
VOLUMEN											
HORA/ANALISTA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PROMEDIO
PESO DE ENVASE											
PESO TOTAL											
PESO NETO											
VOLUMEN											
HORA/ANALISTA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PROMEDIO
PESO DE ENVASE											
PESO TOTAL											
PESO NETO											
VOLUMEN											
FCML-2019											
											Q.F. RESPONSABLE

Anexo N° 2. Registro de calidad elaboración propia



Anexo Nº 6. Proceso de programación fuente de la empresa



Anexo Nº 5. Proceso de llenado fuente ate – 2019



Anexo Nº 7. Proceso de control de calidad fuente Ate – 2019



Anexo Nº 8. Proceso de empaquetado fuente Ate – 2019

REGISTRO DE PRODUCCIÓN									
ÁREA: BEBIDAS									
REGISTROS POR DÍAS	Horas Disponibles Envasadora Monoblock	Ordenes de Fabricación	Productos	Producción por hora	Producción Entregada por hora	% DE OEE EMPRESA	% DISPONIBILIDAD	% RENDIMIENTO	% CALIDAD
01/08/2018	24 h	1012838	Fresa	5000	4981	437472	48	93	98
03/08/2018	48 h	1013798	Naranja	5028	4981	58	48	93	98
05/08/2018	72 h	1013858	Granadilla	5132	4981	47	48	93	98
07/08/2018	96 h	1013928	Manzana	5059	4981	58	48	93	98
08/08/2018	120 h	1013818	Mora	5109	4981	60	48	93	98
10/08/2018	144 h	1016048	Piña	5041	4981	62	48	93	98
11/08/2018	168 h	1013908	Naranja	5126	4981	60	48	93	98
13/08/2018	192 h	1016098	Granadilla	5092	4981	60	48	93	98
15/08/2018	216 h	1026378	Manzana	5094	4981	61	48	93	98
24/08/2018	240 h	1016078	Mora	5003	4981	61	48	93	98
27/08/2018	264 h	1013868	Naranja	5023	4981	61	48	93	98
29/08/2018	288 h	1013848	Granadilla	5029	4981	62	48	93	98
31/08/2018	312 h	1012848	Manzana	4990	4981	62	48	93	98
02/09/2018	336 h	1016128	Fresa	5017	4981	58	48	93	98
03/09/2018	360 h	1017388	Piña	5088	4981	47	48	93	98
04/09/2018	384 h	1019088	Naranja	5063	4981	58	48	93	98
06/09/2018	408 h	1018478	Granadilla	5037	4981	60	48	93	98
07/09/2018	432 h	1018498	Maracuya	5022	4981	62	48	93	98
08/09/2018	456 h	1018508	Manzana	5116	4981	60	48	93	98
09/09/2018	480 h	1018538	Mora	5104	4981	60	48	93	98
10/09/2018	504 h	1018548	Fresa	5024	4981	61	48	93	98
13/09/2018	528 h	1024178	Mandarina	5037	4981	61	48	93	98
14/09/2018	552 h	1018588	Granadilla	5035	4981	61	48	93	98
15/09/2018	576 h	1024098	Maracuya	4981	4981	62	48	93	98
17/09/2018	600 h	1026388	Mora	5109	4981	62	48	93	98
26/09/2018	624 h	1026398	Fresa	4981	4981	58	48	93	98
29/09/2018	648 h	1028648	Mandarina	5037	4981	47	48	93	98
04/10/2018	672 h	1024118	Fresa	5010	4981	58	48	93	98
06/10/2018	696 h	1028658	Naranja	5026	4981	60	48	93	98
08/10/2018	720 h	1024138	Granadilla	5073	4981	62	48	93	98
09/10/2018	744 h	1024158	Maracuya	5094	4981	60	48	93	98
11/10/2018	768 h	102A738	Mora	5022	4981	60	48	93	98
12/10/2018	792 h	102A748	Fresa	5120	4981	61	48	93	98
13/10/2018	816 h	1032528	Piña	5003	4981	61	48	93	98
14/10/2018	840 h	1033268	Naranja	4988	4981	61	48	93	98
15/10/2018	864 h	1033278	Mandarina	5095	4981	62	48	93	98
16/10/2018	888 h	1033288	Granadilla	5125	4981	62	48	93	98
18/10/2018	912 h	1033308	Manzana	4984	4981	58	48	93	98
19/10/2018	936 h	1034478	Mora	5061	4981	47	48	93	98

Anexo N° 9. Registro de base de datos 1 fuente Ate – 2019

20/10/2018	960 h	1034488	Fresa	4995	4981	58	48	93	98
21/10/2018	984 h	1034498	Piña	5044	4981	60	48	93	98
28/10/2018	1008 h	1034508	Fresa	5057	4981	62	48	93	98
01/11/2018	1032 h	1034558	Granadilla	5076	4981	60	48	93	98
02/11/2018	1056 h	1036918	Maracuya	5070	4981	60	48	93	98
05/11/2018	1080 h	1036938	Fresa	4995	4981	61	48	93	98
06/11/2018	1104 h	1036948	Piña	5120	4981	61	48	93	98
07/11/2018	1128 h	1036958	Naranja	5112	4981	61	48	93	98
08/11/2018	1152 h	1038728	Mandarina	5083	4981	62	48	93	98
09/11/2018	1176 h	1042762	Granadilla	5050	4981	62	48	93	98
13/11/2018	1200 h	1038698	Fresa	5124	4981	62	48	93	98
14/11/2018	1224 h	1042798	Piña	4992	4981	58	48	93	98
15/11/2018	1248 h	1038708	Naranja	5119	4981	47	48	93	98
18/11/2018	1272 h	1042778	Maracuya	5071	4981	58	48	93	98
19/11/2018	1296 h	1045318	Manzana	4984	4981	60	48	93	98
21/11/2018	1320 h	1042748	Fresa	4997	4981	62	48	93	98
23/11/2018	1344 h	1045288	Naranja	5063	4981	60	48	93	98
25/11/2018	1368 h	1047428	Granadilla	5010	4981	60	48	93	98
29/11/2018	1392 h	1051818	Fresa	5119	4981	61	48	93	98
01/12/2018	1416 h	1051798	Naranja	5083	4981	61	48	93	98
02/12/2018	1440 h	1054898	Mandarina	5005	4981	61	48	93	98
03/12/2018	1464 h	1051808	Granadilla	5028	4981	62	48	93	98
04/12/2018	1488 h	1057128	Maracuya	5118	4981	62	48	93	98
05/12/2018	1512 h	1057148	Manzana	5102	4981	62	48	93	98
06/12/2018	1536 h	1056898	Mora	5075	4981	62	48	93	98
07/12/2018	1560 h	1058828	Fresa	4987	4981	58	48	93	98
12/12/2018	1584 h	1058838	Maracuya	5126	4981	47	48	93	98
13/12/2018	1608 h	1058848	Manzana	4990	4981	58	48	93	98
14/12/2018	1632 h	1056908	Mora	5124	4981	60	48	93	98
15/12/2018	1656 h	1056888	Fresa	5132	4981	62	48	93	98
19/12/2018	1680 h	1064278	Granadilla	5125	4981	60	48	93	98
23/12/2018	1704 h	1064288	Fresa	5023	4981	60	48	93	98
25/12/2018	1728 h	1064298	Naranja	5054	4981	61	48	93	98
28/12/2018	1752 h	1064308	Maracuya	4984	4981	61	48	93	98
1/01/2019	1776 h	1067698	Piña	5099	4981	61	48	93	98
2/01/2019	1800 h	1067678	Naranja	5105	4981	62	48	93	98
3/01/2019	1824 h	1068368	Mandarina	5043	4981	62	48	93	98
4/01/2019	1848 h	1068458	Granadilla	5055	4981	62	48	93	98
6/01/2019	1872 h	1066548	Manzana	5091	4981	62	48	93	98
7/01/2019	1896 h	1066558	Mora	5021	4981	62	48	93	98
7/01/2019	1920 h	1066578	Fresa	5007	4981	62	48	93	98
9/01/2019	1944 h	1066588	Naranja	5056	4981	58	48	93	98
11/01/2019	1968 h	1073468	Granadilla	5012	4981	47	48	93	98
12/01/2019	1992 h	1073478	Maracuya	5006	4981	58	48	93	98
14/01/2019	2016 h	1073488	Mora	5133	4981	60	48	93	98
15/01/2019	2040 h	1075518	Fresa	5034	4981	62	48	93	98
18/01/2019	2064 h	1075528	Mandarina	5122	4981	60	48	93	98
23/01/2019	2088 h	1076048	Fresa	5124	4981	60	48	93	98

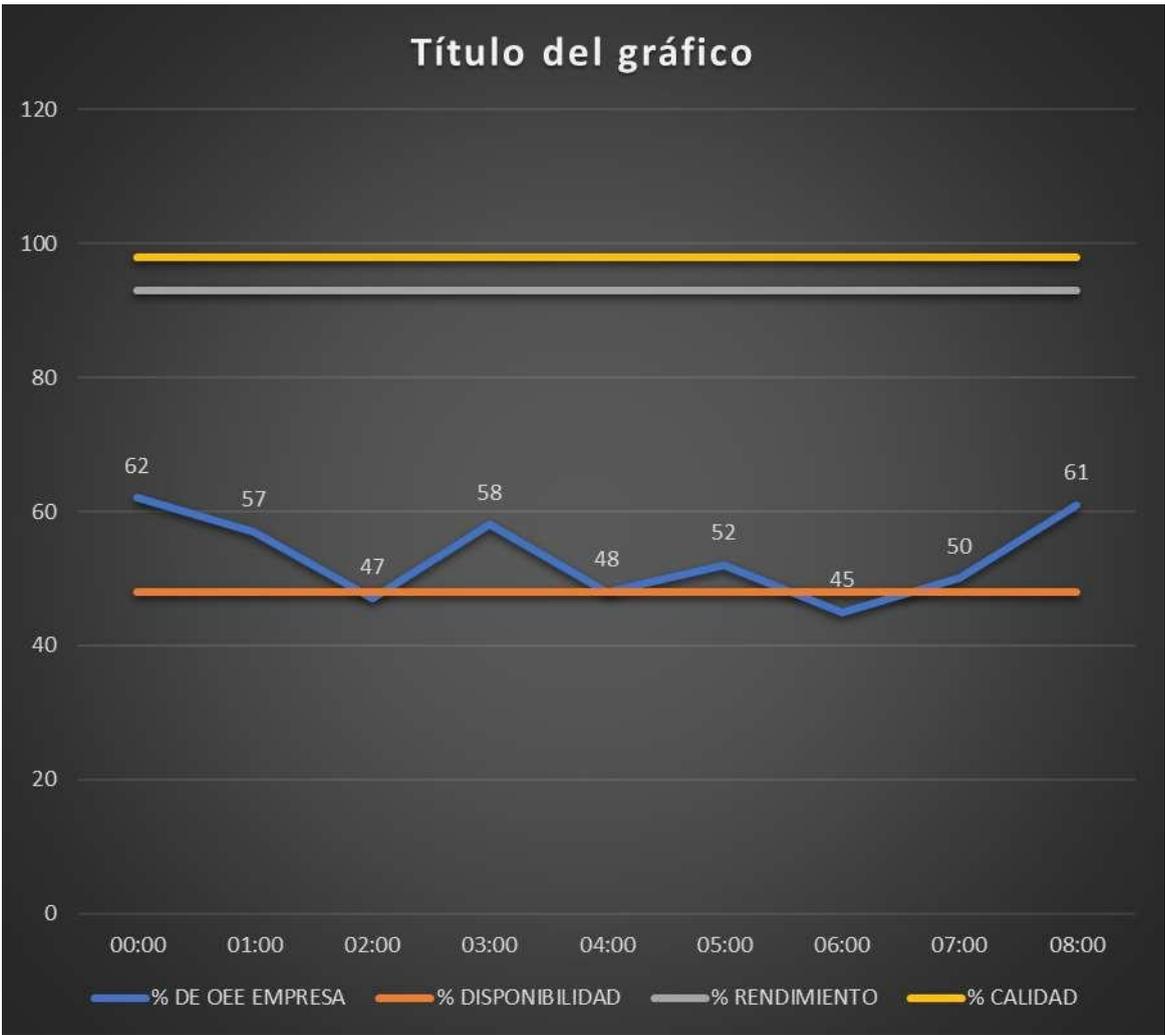
Anexo N° 10. Registro de base de datos 2 fuente Ate – 2019

1/02/2019	2112 h	1076408	Piña	5038	4981	61	48	93	98
2/02/2019	2136 h	1076588	Naranja	5125	4981	61	48	93	98
3/02/2019	2160 h	1076688	Mandarina	5050	4981	61	48	93	98
4/02/2019	2184 h	1076728	Granadilla	4997	4981	62	48	93	98
5/02/2019	2208 h	1079098	Maracuya	5051	4981	62	48	93	98
6/02/2019	2232 h	1076738	Manzana	5010	4981	62	48	93	98
7/02/2019	2256 h	1079118	Mora	5117	4981	62	48	93	98
8/02/2019	2280 h	1079088	Fresa	5120	4981	62	48	93	98
10/02/2019	2304 h	1079108	Naranja	5072	4981	58	48	93	98
11/02/2019	2328 h	1085038	Mandarina	5035	4981	47	48	93	98
13/02/2019	2352 h	1085048	Maracuya	5039	4981	58	48	93	98
14/02/2019	2376 h	1086968	Manzana	5084	4981	60	48	93	98
16/02/2019	2400 h	1085058	Fresa	5014	4981	62	48	93	98
21/02/2019	2424 h	1089238	Maracuya	5116	4981	60	48	93	98
24/02/2019	2448 h	1087008	Fresa	5043	4981	60	48	93	98
4/03/2019	2472 h	1092878	Fresa	4987	4981	61	48	93	98
5/03/2019	2496 h	1087008	Naranja	5129	4981	61	48	93	98
8/03/2019	2520 h	1086958	Granadilla	5005	4981	61	48	93	98
9/03/2019	2544 h	1089218	Manzana	5071	4981	62	48	93	98
10/03/2019	2568 h	1087018	Mora	5004	4981	62	48	93	98
14/03/2019	2592 h	108B728	Piña	5057	4981	62	48	93	98
15/03/2019	2616 h	1085078	Naranja	5054	4981	58	48	93	98
16/03/2019	2640 h	1089248	Granadilla	5043	4981	47	48	93	98
17/03/2019	2664 h	108B748	Manzana	4991	4981	58	48	93	98
21/03/2019	2688 h	108B768	Mora	5124	4981	60	48	93	98
22/03/2019	2712 h	1092828	Naranja	5016	4981	62	48	93	98
23/03/2019	2736 h	1092808	Granadilla	5117	4981	60	48	93	98
24/03/2019	2760 h	1092848	Manzana	5081	4981	60	48	93	98
25/03/2019	2784 h	1092868	Fresa	5130	4981	61	48	93	98
1/04/2019	2808 h	1095288	Fresa	5127	4981	61	48	93	98
2/04/2019	2832 h	1095298	Piña	5084	4981	61	48	93	98
4/04/2019	2856 h	1095258	Granadilla	5053	4981	62	48	93	98
5/04/2019	2880 h	1095278	Maracuya	4995	4981	62	48	93	98
6/04/2019	2904 h	1095318	Manzana	5037	4981	62	48	93	98
10/04/2019	2928 h	1098208	Mora	5022	4981	62	48	93	98
11/04/2019	2952 h	1098218	Fresa	5082	4981	58	48	93	98
12/04/2019	2976 h	1098228	Mandarina	4984	4981	47	48	93	98
13/04/2019	3000 h	109A548	Granadilla	5012	4981	58	48	93	98
15/04/2019	3024 h	109A578	Maracuya	5111	4981	57	48	93	98
17/04/2019	3048 h	109A638	Fresa	5123	4981	49	48	93	98
18/04/2019	3072 h	109A988	Mandarina	4993	4981	60	48	93	98
22/04/2019	3096 h	1106408	Fresa	5028	4981	60	48	93	98
25/04/2019	3120 h	1107398	Maracuya	4990	4981	59	48	93	98

Anexo N° 11. Registro de base de datos 3 fuente Ate – 2019

1/05/2019	3144 h	1106418	Mora	4997	4981	60	48	93	98
2/05/2019	3168 h	1106378	Fresa	5047	4981	61	48	93	98
3/05/2019	3192 h	1108148	Piña	5053	4981	62	48	93	98
4/05/2019	3216 h	1108158	Naranja	5070	4981	58	48	93	98
5/05/2019	3240 h	1107018	Mandarina	5028	4981	47	48	93	98
6/05/2019	3264 h	1007018	Granadilla	5112	4981	58	48	93	98
10/05/2019	3288 h	1106398	Manzana	5031	4981	57	48	93	98
11/05/2019	3312 h	1106358	Mora	5059	4981	49	48	93	98
12/05/2019	3336 h	110A148	Fresa	5067	4981	60	48	93	98
13/05/2019	3360 h	110A158	Piña	5096	4981	60	48	93	98
14/05/2019	3384 h	110A128	Fresa	4984	4981	59	48	93	98
15/05/2019	3408 h	110A138	Granadilla	5017	4981	60	48	93	98
20/05/2019	3432 h	110D278	Fresa	4985	4981	61	48	93	98
22/05/2019	3456 h	110D288	Naranja	5120	4981	62	48	93	98
1/06/2019	3480 h	110C128	Fresa	5011	4981	58	48	93	98
2/06/2019	3504 h	110C138	Piña	5040	4981	47	48	93	98
3/06/2019	3528 h	110C158	Naranja	5104	4981	58	48	93	98
4/06/2019	3552 h	1113788	Maracuya	5133	4981	57	48	93	98
5/06/2019	3576 h	1113798	Manzana	5026	4981	49	48	93	98
6/06/2019	3600 h	1113768	Fresa	5029	4981	60	48	93	98
10/06/2019	3624 h	1113738	Naranja	5032	4981	60	48	93	98
11/06/2019	3648 h	1111738	Granadilla	5027	4981	59	48	93	98
12/06/2019	3672 h	1113748	Fresa	5117	4981	60	48	93	98
13/06/2019	3696 h	1115458	Naranja	5032	4981	61	48	93	98
20/06/2019	3720 h	1115468	Maracuya	5106	4981	62	48	93	98
23/06/2019	3744 h	1115478	Fresa	5051	4981	58	48	93	98
26/06/2019	3768 h	1115488	Maracuya	5082	4981	47	48	93	98
27/06/2019	3792 h	1115498	Manzana	5032	4981	58	48	93	98
1/07/2019	3816 h	111B268	Mora	5132	4981	57	48	93	98
2/07/2019	3840 h	111B818	Fresa	5045	4981	49	48	93	98
3/07/2019	3864 h	1122658	Granadilla	5027	4981	60	48	93	98
4/07/2019	3888 h	1122668	Fresa	5087	4981	60	48	93	98
5/07/2019	3912 h	1122668	Fresa	5100	4981	59	48	93	98
6/07/2019	3936 h	1122678	Naranja	5038	4981	62	48	93	98
9/07/2019	3960 h	1122688	Fresa	5083	4981	58	48	93	98
10/07/2019	3984 h	1126988	Granadilla	5094	4981	47	48	93	98
11/07/2019	4008 h	1126998	Maracuya	5056	4981	58	48	93	98
12/07/2019	4032 h	1127008	Fresa	5063	4981	57	48	93	98
13/07/2019	4056 h	1127028	Mora	5048	4981	49	48	93	98
14/07/2019	4080 h	1127018	Fresa	4987	4981	60	48	93	98
15/07/2019	4104 h	1127038	Fresa	5073	4981	60	48	93	98
16/07/2019	4128 h	1128388	Manzana	5038	4981	59	48	93	98
21/07/2019	4152 h	1127058	Fresa	5116	4981	60	48	93	98
23/07/2019	4176 h	1127078	Fresa	5000	4981	61	48	93	98

Anexo N° 12. Registro de base de datos 4 fuente Ate – 2019



Anexo Nº 13 Resultados de las actual de la empresa, fuente Ate – 2019

1	FECHA	LOTE	DESCRIPCIÓN	FECHA INICIO	HORA INICIO	FECHA FIN	HORA FIN	TIEMPO DE PROCESO	DESPEJE Y LIMPIEZA	SIGUIENTE ETAPA DETENIDA / RETRAZADA	ARRANQUE DE MAQUINA	VAPOR	ESPERA DE PRODUCTO	FALLA DE EQUIPO	PARADAS PROGRAMADAS DEL LOTE
282	10/03/2019	1058219	TIEMPO DE PROCESO	20/03/2019	06:42	20/03/2019	07:28	56							
283	10/03/2019	1058219	SIGUIENTE ETAPA DETENIDA / RETRAZADA	20/03/2019	06:24	20/03/2019	06:42			8					
284	10/03/2019	1058219	TIEMPO DE PROCESO	20/03/2019	06:28	20/03/2019	06:34	6							
285	10/03/2019	1058219	SIGUIENTE ETAPA DETENIDA / RETRAZADA	20/03/2019	06:24	20/03/2019	06:28			4					
286	10/03/2019	1058219	TIEMPO DE PROCESO	20/03/2019	05:54	20/03/2019	06:24	30							
287	10/03/2019	1058219	SIGUIENTE ETAPA DETENIDA / RETRAZADA	20/03/2019	05:49	20/03/2019	05:54			5					
288	10/03/2019	1058219	TIEMPO DE PROCESO	20/03/2019	05:40	20/03/2019	05:49	9							
289	10/03/2019	1058219	SIGUIENTE ETAPA DETENIDA / RETRAZADA	20/03/2019	05:21	20/03/2019	05:40			9					
290	10/03/2019	1058219	TIEMPO DE PROCESO	20/03/2019	05:26	20/03/2019	05:31	5							
291	10/03/2019	1058219	SIGUIENTE ETAPA DETENIDA / RETRAZADA	20/03/2019	05:19	20/03/2019	05:26			7					
292	10/03/2019	1058219	SIGUIENTE ETAPA DETENIDA / RETRAZADA	20/03/2019	04:13	20/03/2019	05:19			66					
293	10/03/2019	1058219	TIEMPO DE PROCESO	20/03/2019	04:06	20/03/2019	04:13	7							
294	10/03/2019	1058219	SIGUIENTE ETAPA DETENIDA / RETRAZADA	20/03/2019	04:01	20/03/2019	04:06			5					
295	10/03/2019	1058219	TIEMPO DE PROCESO	20/03/2019	03:48	20/03/2019	04:01	13							
296	10/03/2019	1058219	SIGUIENTE ETAPA DETENIDA / RETRAZADA	20/03/2019	03:25	20/03/2019	03:48			23					
297	10/03/2019	1058219	TIEMPO DE PROCESO	20/03/2019	02:58	20/03/2019	03:25	27							
298	10/03/2019	1058219	REGULACIONES Y AJUSTES DE MAQUINA	20/03/2019	02:46	20/03/2019	02:58			12					
299	10/03/2019	1058219	DESPEJE Y LIMPIEZA	20/03/2019	02:45	20/03/2019	02:46		1						
300	10/03/2019	1058219	DESPEJE Y LIMPIEZA	20/03/2019	02:40	20/03/2019	02:45		5						
301	10/03/2019	1058219	DESPEJE Y LIMPIEZA	20/03/2019	02:29	20/03/2019	02:40		11						
302	10/03/2019	1058219	TIEMPO DE PROCESO	20/03/2019	01:32	20/03/2019	02:29	57							
303	10/03/2019	1058219	ESPERA DE MATERIAL DE ENVASE / EMPAQUE	20/03/2019	01:25	20/03/2019	01:32			67					
304	10/03/2019	1058219	TIEMPO DE PROCESO	20/03/2019	01:20	20/03/2019	01:25	5							
305	10/03/2019	1058219	SIGUIENTE ETAPA DETENIDA / RETRAZADA	20/03/2019	01:13	20/03/2019	01:20				7				
306	10/03/2019	1058219	TIEMPO DE PROCESO	20/03/2019	23:27	20/03/2019	01:13	106							
307	10/03/2019	1058219	SIGUIENTE ETAPA DETENIDA / RETRAZADA	20/03/2019	23:03	20/03/2019	23:27			24					
308	10/03/2019	1058219	TIEMPO DE PROCESO	20/03/2019	22:54	20/03/2019	23:03	9							
309	10/03/2019	1058219	SIGUIENTE ETAPA DETENIDA / RETRAZADA	20/03/2019	21:07	20/03/2019	22:54			107					
310	10/03/2019	1058219	TIEMPO DE PROCESO	20/03/2019	20:49	20/03/2019	21:07	18							
311	10/03/2019	1058219	ARRANQUE DE MAQUINA	20/03/2019	20:49	20/03/2019	20:49				0				
312	10/03/2019	1058219	ARRANQUE DE MAQUINA	20/03/2019	20:18	20/03/2019	20:49				31				
313	10/03/2019	1058219	ARRANQUE DE MAQUINA	20/03/2019	20:17	20/03/2019	20:18				1				
314	10/03/2019	1058219	DESPEJE Y LIMPIEZA	20/03/2019	07:28	20/03/2019	12:03		275						
315	10/03/2019	1058219	DESPEJE Y LIMPIEZA	20/03/2019	07:25	20/03/2019	07:28		3						
316	###	1058219	Resumen de lote	7		Total de tiempo de lote	1,019	348	285	337	32	7	0	0	0

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

El lean Manufacturing en el proceso de envasado de bebidas rehidratantes para mejorar el Overall Equipment Effectiveness en línea de producción, ATE – 2020.

VARIABLE DEPENDIENTE: Eficiencia Global de los equipos (OEE)

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE DEPENDIENTE: Eficiencia Global de los equipos (OEE)								
1	DIMENSION 1: Disponibilidad Operatividad = $\frac{\text{Tiempo real de operación}}{\text{Tiempo planificado de operación}} \cdot 100\%$	✓		✓		✓		
2	DIMENSION 2: Rendimiento Performace = $\frac{\text{Produc. x Hora Lograda}}{\text{Produc. x Hora Planeada}} \cdot 100\%$	✓		✓		✓		
3	DIMENSION 3: Calidad Conformidad = $\frac{\text{Unidades conforme}}{\text{Total de unidades producidas}} \cdot 100\%$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable / Aplicable después de corregir [] / No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: SANTA CRUZ BERROSPÍ RICARDO ALFREDO DNI: 08555018

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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

13 de Julio del 2020



Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

El lean Manufacturing en el proceso de envasado de bebidas rehidratantes para mejorar el Overall Equipment Effectiveness en línea de producción, ATE – 2020.

VARIABLE INDEPENDIENTE: Lean Manufacturing

N°	DIMENSIONES / Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
1	DIMENSIÓN 1: Single Minute of Exchange Die (SMED)							
	Actividades internas $\frac{\text{Actividades internas}}{\text{Total de actividades}} \times 100\%$	✓		✓		✓		
	Actividades externas $\frac{\text{Actividades externas}}{\text{Total de actividades}} \times 100\%$	✓		✓		✓		
2	DIMENSIÓN 2: Value Stream Mapping (VSM)							
	Reducción Desperdicios $\frac{\text{Tot. tiempo producida} - \text{tiempo de desperdicios}}{\text{Tot. tiempo producido}} \times 100\%$	✓		✓		✓		
3	DIMENSIÓN 3: Poka Yoke							
	Prevención $\frac{\text{Metodo Prevencion Desarrollado}}{\text{Errores Identificados}} \times 100\%$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador, Dr./Mg: SANTA CRUZ BERROSPID RICHARD ALFREDO DNI: 08555018

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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

13 de JULIO del 2020



Firma del Experto Informante

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

El lean Manufacturing en el proceso de envasado de bebidas rehidratantes para mejorar el Overall Equipment Effectiveness en línea de producción, ATE – 2020.

VARIABLE INDEPENDIENTE: Lean Manufacturing

N°	DIMENSIONES / Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
1	DIMENSIÓN 1: Single Minute of Exchange Die (SMED)							
	Actividades internas $\frac{\text{Actividades internas}}{\text{Total de actividades}} \cdot 100\%$	X		X		X		
	Actividades externas $\frac{\text{Actividades externas}}{\text{Total de actividades}} \cdot 100\%$	X		X		X		
2	DIMENSIÓN 2: Value Stream Mapping (VSM)							
	Reducción Desperdicio $\frac{\text{Tot. tiempo producido} - \text{tiempo de desperdicio}}{\text{Tot. tiempo producido}} \cdot 100\%$	X		X		X		
3	DIMENSIÓN 3: Poka Yoke							
	Prevención $\frac{\text{Metodo Prevencion Desarrollada}}{\text{Errores Identificados}} \cdot 100\%$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable / Aplicable después de corregir [] / No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: SALAZAR ROBLES, HECTOR GONZALO DNI: 87236698

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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

14 de Junio del 2020

 07. C.I.P. 30977

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

El lean Manufacturing en el proceso de envasado de bebidas rehidratantes para mejorar el Overall Equipment Effectiveness en línea de producción, ATE – 2020.

VARIABLE DEPENDIENTE: Eficiencia Global de los equipos (OEE)

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE DEPENDIENTE: Eficiencia Global de los equipos (OEE)							
1	DIMENSION 1: Disponibilidad	Si	No	Si	No	Si	No	
	Operatividad = $\frac{\text{Tiempo real de operación}}{\text{Tiempo planificado de operación}} \times 100\%$	X		X		X		
2	DIMENSION 2: Rendimiento	Si	No	Si	No	Si	No	
	Performance = $\frac{\text{Produc. x Hora Lograda}}{\text{Produc. x Hora Planeada}} \times 100\%$	X		X		X		
3	DIMENSION 3: Calidad	Si	No	Si	No	Si	No	
	Conformidad = $\frac{\text{Unidades conforme}}{\text{Total de unidades producidas}} \times 100\%$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador, Dr./ Mg: SALVADOR ROBLES, HELENA GAVINO DNI: 07176698

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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

14 de Junio del 2020



CIP 30777

Firma del Experto Informante.

