

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL CON

MENCIÓN EN PLANEAMIENTO Y GESTIÓN

EMPRESARIAL



Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Ingeniería Industrial con Mención en Planeamiento y Gestión Empresarial

Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia en la Línea de Embotellado en una industria vitivinícola

AUTOR: Bach. Bacigalupo Vásquez, Félix Gianmarco

ASESOR: Mg. Quea Vásquez, Juan Antonio

LIMA – PERÚ
2021

PÁGINA DEL JURADO

Miembros del Jurado Examinador para la evaluación de la sustentación de la tesis, que estará integrado por:

- | | |
|----------------------------|--|
| 1. Presidente | : Dra. Flor de María Milagros Tapia Vargas |
| 2. Miembro | : Mg. Hugo Julio Mateo López |
| 3. Miembro | : Mg. César Edmundo Padilla Obregón |
| 4. Asesor | : Mg. Juan Antonio Quea Vásquez |
| 5. Representante de la EPG | : Mg. Isabel Aguirre Bello |

Dedicatoria

A mis padres Hugo y Betti, a mis hermanos Giancarlo y Karla, por todo su apoyo, perseverancia y dedicación hacia mí en esta etapa de posgrado.

Agradecimientos

A todos los docentes de la Escuela de Posgrado, en especial a los Magíster Juan Quea, Carlos Saito y Hugo Mateo por sus sabias enseñanzas y apoyo incondicional en avance y culminación de este trabajo.

ÍNDICE

RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Formulación de problema	9
1.2.1 Problema General	9
1.2.2 Problemas Específicos.....	9
1.3 Importancia y Justificación del Estudio	10
1.4 Delimitación del problema.....	16
1.5 Objetivos del estudio.....	17
1.5.1 Objetivo General	17
1.5.2 Objetivos Específicos	17
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	18
2.1 Marco Histórico	18
2.2 Investigaciones relacionadas con el tema	31
2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio	38
2.4 Definición de términos básicos	54
2.5 Fundamentos teóricos que sustentan la hipótesis.....	57
2.6 Hipótesis.....	58
2.6.1 Hipótesis General	58
2.6.2 Hipótesis Específicas.....	58
2.7 Variables	59
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	60
3.1 Enfoque, tipo, método y diseño de la investigación.....	60
3.2 Población y muestra	63
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	68
3.4 Descripción de procedimientos de análisis	69
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	71
4.1 Resultados	71
4.2 Análisis o discusión de resultados.....	117
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	133
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	137
ANEXOS	140
Anexo 01: Declaración de Autenticidad	140
Anexo 02: Autorización de consentimiento para realizar la investigación.....	141
Anexo 03: Matriz de Consistencia	142
Anexo 04: Matriz de Operacionalización.....	143
Anexo 05: Despliegue de averías: Indicadores OPI/MTBF/MTTR	144
Anexo 06: Cuestionario y soluciones del Programa de Formación	147
Anexo 07: Resultados de Prueba de Formación.....	148
Anexo 08: Formato de Control de Reparaciones – Mantenimiento.....	149
Anexo 09: Indicadores OEE 2017 y 2018.....	152

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz Boston Consulting Group (MBCG)	7
Tabla 2: <i>Matriz Perfil Referencial (MPR)</i>	11
Tabla 3: <i>Tipos de desperdicio</i>	39
Tabla 4: <i>Técnicas e instrumentos</i>	68
Tabla 5: <i>Matriz de Análisis de Datos</i>	70
Tabla 6: Relación Objetivo, Hipótesis y Variable Dependiente 01	72
Tabla 7: <i>Datos antes de SMED, Pre Test 2019</i>	72
Tabla 8: <i>Métricas estadísticas antes de SMED, Pre Test 2019</i>	73
Tabla 9: <i>Prueba de normalidad antes de SMED, Pre Test 2019</i>	73
Tabla 10: Segregación de operaciones para el cambio de llenadora	78
Tabla 11: <i>Conversión de operaciones en externas para reducción de tiempo de paro</i> . 79	
Tabla 12: <i>Datos después de SMED, Post Test 2019</i>	82
Tabla 13: <i>Métricas estadísticas después de SMED, Post Test 2019</i>	82
Tabla 14: <i>Prueba de normalidad después de SMED, Post Test 2019</i>	82
Tabla 15: <i>Comparativo de tiempos de cambios Pre vs. Post SMED</i>	83
Tabla 16: Relación Objetivo, Hipótesis y Variable Dependiente 02	85
Tabla 17: <i>Datos antes de TPM – Pérdidas por averías en los equipos, periodo 2017-2018</i>	85
Tabla 18: <i>Datos antes de TPM – Reducción de averías, Pre Test 2018</i>	86
Tabla 19: <i>Métricas estadísticas antes de TPM – Reducción de averías, Pre Test 2018</i> 86	
Tabla 20: <i>Prueba de normalidad antes de TPM – Reducción de averías, Pre Test 2018</i>	87
Tabla 21: <i>Datos después de TPM – Pérdidas por averías en los equipos, periodo 2019</i>	100
Tabla 22: <i>Métricas estadísticas después de TPM – Reducción de averías, Post Test 2019</i>	100
Tabla 23: <i>Prueba de normalidad después de TPM – Reducción de averías, Post Test 2019</i>	101
Tabla 24: Relación Objetivo, Hipótesis y Variable Dependiente 03	102
Tabla 25: <i>Número de órdenes por mantenimiento correctivos, periodo 2017-2018</i>	102

Tabla 26: <i>Datos antes de TPM – Reducción de mantenimientos correctivos, Pre Test 2018</i>	103
Tabla 27: <i>Métricas estadísticas antes de TPM – Reducción de mantenimientos correctivos, Pre Test 2018</i>	103
Tabla 28: <i>Prueba de normalidad antes de TPM – Reducción de mantenimientos correctivos, Pre Test 2018</i>	104
Tabla 29: <i>Identificación y manejo de riesgo</i>	111
Tabla 30: <i>Número de órdenes por mantenimientos correctivos, periodo 2019</i>	114
Tabla 31: <i>Después de TPM – Reducción de mantenimientos correctivos, Post Test 2019</i>	115
Tabla 32: <i>Métricas estadísticas después de TPM – Reducción de mantenimientos correctivos, Post Test 2019</i>	115
Tabla 33: <i>Prueba de normalidad después de TPM – Reducción de mantenimientos correctivos, Post Test 2019</i>	116
Tabla 34: <i>Prueba de normalidad antes de SMED, Pre Test 2019</i>	118
Tabla 35: <i>Prueba de normalidad después de SMED, Post Test 2019</i>	118
Tabla 36: <i>Prueba t-Student para muestras relacionadas, aplicando SMED</i>	119
Tabla 37: <i>Parámetros de medición en cambios de productos</i>	120
Tabla 38: <i>Prueba de normalidad antes de TPM – Reducción de averías, Pre Test 2018</i>	121
Tabla 39: <i>Prueba de normalidad después de TPM – Reducción de averías, Post Test 2019</i>	122
Tabla 40: <i>Prueba t-Student para muestras relacionadas, aplicando TPM – Reducción de averías</i>	123
Tabla 41: <i>Prueba de normalidad antes de TPM – Reducción de mantenimientos correctivos, Pre Test 2018</i>	124
Tabla 42: <i>Prueba de normalidad después de TPM – Reducción de mantenimientos correctivos, Post Test 2019</i>	125
Tabla 43: <i>Prueba t-Student para muestras relacionadas, aplicando TPM – Reducción de mantenimientos correctivos</i>	126
Tabla 44: <i>Cuadro resumen de resultados de indicadores</i>	128
Tabla 45: <i>Cuadro resultados OEE 2019</i>	130
Tabla 46: <i>Matriz de Consistencia</i>	142
Tabla 47: <i>Matriz de Operacionalización</i>	143

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Diagrama Cascada para visualización de disponibilidad de tiempo de Embotellado, por autor	4
<i>Figura 2:</i> Diagrama Cascada OEE 2018 de Embotellado, por autor.....	4
<i>Figura 3:</i> Motivos paradas del 22 al 27 octubre 2018 de Línea de Embotellado, por B&V Taberero S.A.C.....	5
<i>Figura 4:</i> Paradas de Máquina 2018, por B&V Taberero S.A.C.....	6
<i>Figura 5:</i> Mapa de Procesos B&V Taberero S.A.C., por autor.....	12
<i>Figura 6:</i> Reseña histórica, por B&V Taberero S.A.C.....	20
<i>Figura 7:</i> Organigrama B&V Taberero S.A.C., por autor.....	21
<i>Figura 8:</i> Las líneas de embotellado, por autor	22
<i>Figura 9:</i> Llenadora GAI3006, por GAI-Macchine Imbottigliatrici	23
<i>Figura 10:</i> Lavadora secadora GAI5106, por GAI-Macchine Imbottigliatrici	24
<i>Figura 11:</i> Etiquetadora GAI6050, por GAI-Macchine Imbottigliatrici	24
<i>Figura 12:</i> Diagrama de Flujo de Embotellado, por autor	25
<i>Figura 13:</i> Proceso de Embotellado, por autor	25
<i>Figura 14:</i> Indicador OEE para B&V Taberero S.A.C., por autor.....	26
<i>Figura 15:</i> Línea de tiempo LM, por autor.....	27
<i>Figura 16:</i> Adaptación La Casa TPS, por autor	38
<i>Figura 17:</i> Técnicas y herramientas LM, por Vilana (2011) y Maneechote (2010)	40
<i>Figura 18:</i> SMED y sus etapas, por Cakmakci (2009) y Arrieta (2011).....	41
<i>Figura 19:</i> Etapas SMED, por Shingo (2003)	43
<i>Figura 20:</i> Pasos del Pilar Mejoras Focalizadas, por Gómez (2001)	46
<i>Figura 21:</i> Relación mantenimiento y producción, por Gómez (2001)	48
<i>Figura 22:</i> Estructura de Mantenimiento Planificado, por Gómez (2001).....	49
<i>Figura 23:</i> Pasos del Pilar Mantenimiento Planificado, por Gómez (2001)	49
<i>Figura 24:</i> Participantes TPM, por Nakajima (1991).....	50
<i>Figura 25:</i> Cálculo OEE, por autor adaptado de Nakajima (1991)	52
<i>Figura 26:</i> Pérdidas de efectividad, por autor adaptado de Nakajima (1991).....	53
<i>Figura 27:</i> Mapa Conceptual, por autor	57
<i>Figura 28:</i> Porcentaje de Paradas de Máquina del 2017, por autor.....	75
<i>Figura 29:</i> Porcentaje de Paradas de Máquina del 2018, por autor.....	75

<i>Figura 30:</i> Situación evaluación mejoras de cambios, por autor	79
<i>Figura 31:</i> Situación mejoras de cambios con SMED, por autor	81
<i>Figura 32:</i> Porcentaje de Paradas de Máquina del 2019, por autor	81
<i>Figura 33:</i> Comparativo de tiempos de cambios en minutos, por autor.....	83
<i>Figura 34:</i> Averías y pérdidas OPI de líneas de embotellado octubre 2018, por autor..	88
<i>Figura 35:</i> Averías y pérdidas OPI de líneas de embotellado noviembre 2018, por autor	88
<i>Figura 36:</i> Averías y pérdidas OPI de líneas de embotellado diciembre 2018, por autor	88
<i>Figura 37:</i> Pareto Averías por Máquina en octubre 2018, por autor.....	89
<i>Figura 38:</i> Pareto Averías por Máquina en noviembre 2018, por autor.....	90
<i>Figura 39:</i> Pareto Averías por Máquina en diciembre 2018, por autor.....	90
<i>Figura 40:</i> Porcentaje de pérdidas antes de creación Equipo TPM, por autor	90
<i>Figura 41:</i> Análisis 5 porqués y 6M de desnivel de llenado, por autor.....	92
<i>Figura 42:</i> Análisis 5 porqués y 6M de falla de vacío, por autor	93
<i>Figura 43:</i> Análisis 5 porqués y 6M de rotura de botellas en enjuagadora, por autor ...	94
<i>Figura 44:</i> Análisis 6M, a partir de Diagrama Causa Efecto – febrero 2019, por autor	95
<i>Figura 45:</i> Integrantes Equipo Líder de Ajustes en la Llenadora GAI 3006, por autor .	96
<i>Figura 46:</i> Responsabilidades de los Integrantes Equipo Líder de Ajustes en la Llenadora GAI 3006, por autor.....	96
<i>Figura 47:</i> Situación de trabajo (Filosofía 70-20-10), por autor	97
<i>Figura 48:</i> Progreso de los objetivos del Equipo TPM, por autor.....	98
<i>Figura 49:</i> Resumen resultados prueba del Equipo TPM, por autor	99
<i>Figura 50:</i> Resumen de Número de Averías, antes y después del Equipo TPM, por autor	99
<i>Figura 51:</i> Resumen de pérdidas OPI, por autor	99
<i>Figura 52:</i> Cronograma Mantenimiento 2018, por B&V Taberero S.A.C.....	104
<i>Figura 53:</i> Formato de Registro de Datos TPM - Llenadora, por autor.....	105
<i>Figura 54:</i> Formato de Registro de Datos TPM - Lavadora secadora, por autor	106
<i>Figura 55:</i> Formato de Registro de Datos TPM - Etiquetadora, por autor.....	106
<i>Figura 56:</i> Registro MTBF octubre 2018, por autor	106
<i>Figura 57:</i> Equipo Mantenimiento Kaizen, por autor	108
<i>Figura 58:</i> Equipo Mantenimiento Kaizen en Línea 2, por autor	108
<i>Figura 59:</i> Ciclo de trabajo de mantenimiento, por Arata (2009).....	109

<i>Figura 60:</i> Matriz de riesgo, basada en Moubray (2004).....	110
<i>Figura 61:</i> SKF CMAK 400-ML, por Tequipment.....	112
<i>Figura 62:</i> Informe termografía contactor GAI 6050, por HTS.....	113
<i>Figura 63:</i> Progreso MTBF, por autor.....	114
<i>Figura 64:</i> % Disponibilidad vs. % Rendimiento vs. % Calidad 2019, por B&V Tabernerero S.A.C.	131
<i>Figura 65:</i> % OEE 2019, por B&V Tabernerero S.A.C.....	131
<i>Figura 66:</i> Pérdidas usando OEE 2019, por B&V Tabernerero S.A.C.	132
<i>Figura 67:</i> Diagrama Cascada OEE 2019 de Embotellado, por B&V Tabernerero S.A.C.	132

RESUMEN

El presente trabajo de investigación propone la aplicación de Herramientas Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia de las líneas de embotellado de una industria vitivinícola. Entre ellas tenemos la metodología Total Productive Maintenance - TPM y la herramienta de mejora Single-Minute Exchange of Die – SMED. Mediante un análisis y diagnóstico del mantenimiento de la empresa en estudio, se identifican los problemas, cómo se está realizando y de qué forma se puede solucionar, organizar, corregir y mejorar los tiempos de uso de máquinas, técnicas, cambios, reduciendo averías, reduciendo mantenimientos correctivos, entre otras operaciones.

Utilizando la metodología y herramientas mencionadas, nos permitió el aseguramiento de disponibilidad y confiabilidad de operaciones y equipos, así como detectar los problemas y eliminar las fallas y desperdicios; logrando beneficios al mejorar la eficiencia como indicador global de excelente competitividad.

Palabras claves: Lean Manufacturing, mejora, eficiencia, disponibilidad, rendimiento, calidad, SMED, TPM

ABSTRACT

The present investigation proposes the application of Lean Manufacturing Tools to improve the efficiency of bottling lines in a wine industry. Among them we have the Total Productive Maintenance - TPM methodology and the Single-Minute Exchange of Die - SMED improvement tool. Through an analysis and diagnosis of the maintenance of the company under study, problems are identified, how it is being carried out and in what way it can be solved, organized, corrected and improved the times of use of machines, techniques, changes, reducing breakdowns, reducing corrective maintenance, among other operations.

Using the methodology and tools mentioned, it allowed us to ensure the availability and reliability of operations and equipment, as well as detect problems and eliminate failures and waste; achieving benefits by improving efficiency as a global indicator of excellent competitiveness.

Keywords: Lean Manufacturing, improvement, efficiency, availability, performance, quality, SMED, TPM

INTRODUCCIÓN

El sector vitivinícola está demostrando el alto potencial e importante crecimiento de sus actividades en el país, debido a la demanda de vinos y piscos peruanos en el mercado nacional como internacional. La empresa tomada para el estudio es Bodegas y Viñedos Tabernerero S.A.C., una de las empresas líderes en el sector, de la cual se mejorará sus líneas de embotellado, como objetivo mejorar su eficiencia global, disminuyendo y eliminando despilfarros y otros tiempos que les permita optimizar sus recursos para ser más competitivos.

Aplicar herramientas adecuadas de Lean Manufacturing como SMED y TPM, son fundamentales para las mejoras de sus eficiencias globales en equipos y productividad operativa, con estas herramientas se desarrollará en el presente trabajo.

Para el Capítulo I se detalla el problema principal que enfrenta la empresa, a través del planteamiento, formulación, justificación y limitaciones en la investigación.

En Capítulo II se describen las bases teóricas, las investigaciones relacionadas que aportan a la investigación en base al tema de estudio.

En el Capítulo III se detalla la metodología utilizada para la investigación: tipo, nivel, diseño, técnicas y herramientas.

Para el Capítulo IV, se aborda la metodología e implementación Lean, obteniendo análisis y resultados de la investigación. Finalmente, las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Hoy en día las empresas vitivinícolas en el Perú, debido al comportamiento de los clientes, la demanda de sus productos ha crecido, es por ello se debe adoptar estrategias competitivas como sus pares del rubro industrial; también para mejorar sus procesos y por consiguiente su eficiencia global.

En ese sentido, las empresas vitivinícolas tienen la imperiosa necesidad en mejorar su eficiencia, replanteando y rediseñando sus procesos productivos. Siendo un mecanismo de lograr este propósito, es emplear y aplicar herramientas de mejora de procesos como son los de la filosofía Lean.

Dentro de la industria vitivinícola en estudio, una de sus actividades principales en sus procesos es el embotellado; actividad importante, pues es donde se centra los mayores costos de producción, con la mejor implementación de tecnología industrial para la demanda actual que requiere el mercado mundial.

Está en alza la demanda de vinos y piscos peruanos, por ello la industria está en la necesidad contar e implementar metodologías y herramientas adecuadas, para esta necesidad actual de la empresa, con la filosofía Lean; para trabajar a una mayor capacidad instalada de planta con los actuales recursos disponibles.

Incrementar la eficiencia es el objetivo de este proyecto, mejorar los procesos en la elaboración de vinos y piscos, para cumplir con la exigencia de los clientes y/o consumidores; así mismo, mejorar el ambiente de trabajo de los trabajadores en las áreas productivas.

Para evaluar los resultados de esta empresa de la industria vitivinícola en estudio, se aplicarán metodologías de *lean manufacturing* (LM), conjunto de procedimientos y actividades para mejorar la producción, disminuyendo despilfarros.

La implementación en el proceso puede requerir un tiempo, pero la necesidad actual requiere cambios escalonados. La fotografía para los cambios los dará los resultados reales, evaluados por el área competente para demostrar la baja eficiencia.

Para poder medir la eficiencia de los procesos productivos; se puede gestionar y mejorar, basado en la eficiencia general de equipos (*Overall Equipment Effectiveness* – OEE, por sus siglas en inglés), como herramienta capaz de indicar la eficiencia real de cualquier proceso productivo, esto se hace clave a la vez, para poder identificar y mitigar ineficiencias originados durante los procesos.

Para la empresa, a nivel de eficiencia se trabajará en cambiar su ratio promedio anual de sus indicadores 2017 (66%) y 2018 (69%, ver Figura 1), para alcanzar la medida de la eficiencia del 80%.

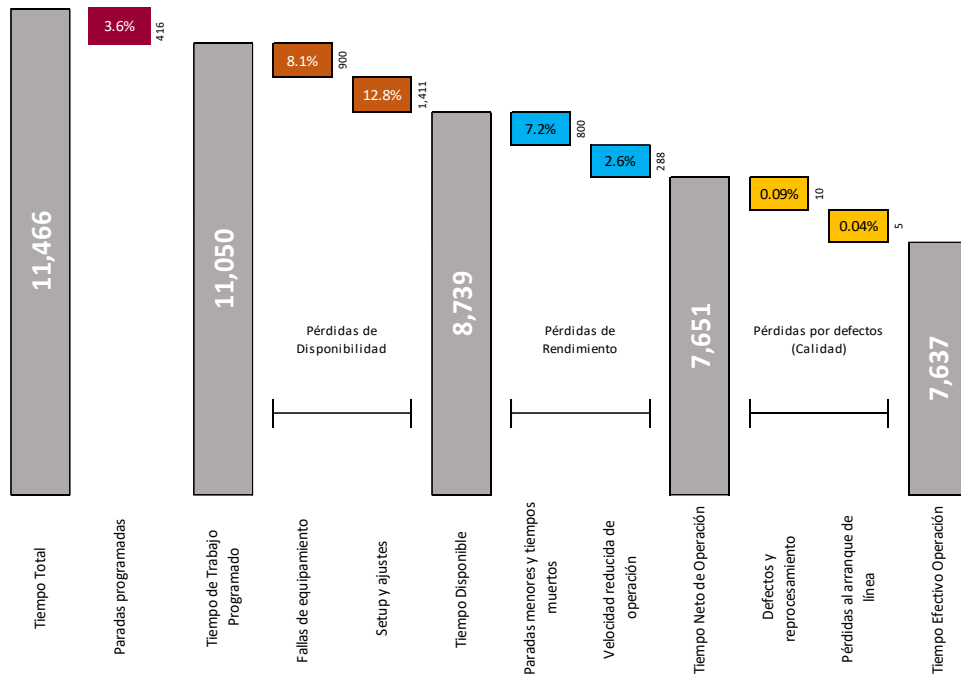


Figura 1: Diagrama Cascada para visualización de disponibilidad de tiempo de Embotellado, por autor

A continuación, se muestra una gráfica de barras de cascada simple (ver Figura 2) donde se diferencian qué partes de las pérdidas contribuyen en gran medida a la pérdida OEE.

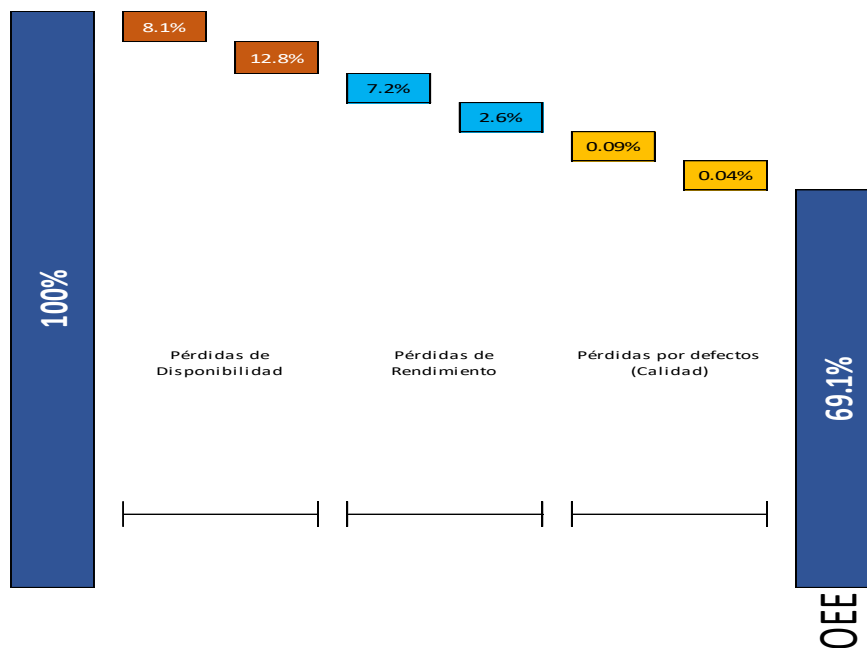


Figura 2: Diagrama Cascada OEE 2018 de Embotellado, por autor

Como punto de partida para la empresa se reconocen en el gráfico anterior dónde están las mayores pérdidas, pero es necesario reconocer bien las causas que disminuyen los resultados de su eficiencia. Como ejemplo se muestra un reconocimiento de motivos de parada de línea para una semana del 2018 (ver Figura 3). La tendencia según datos es la misma antes del realizar las mejoras con las herramientas.

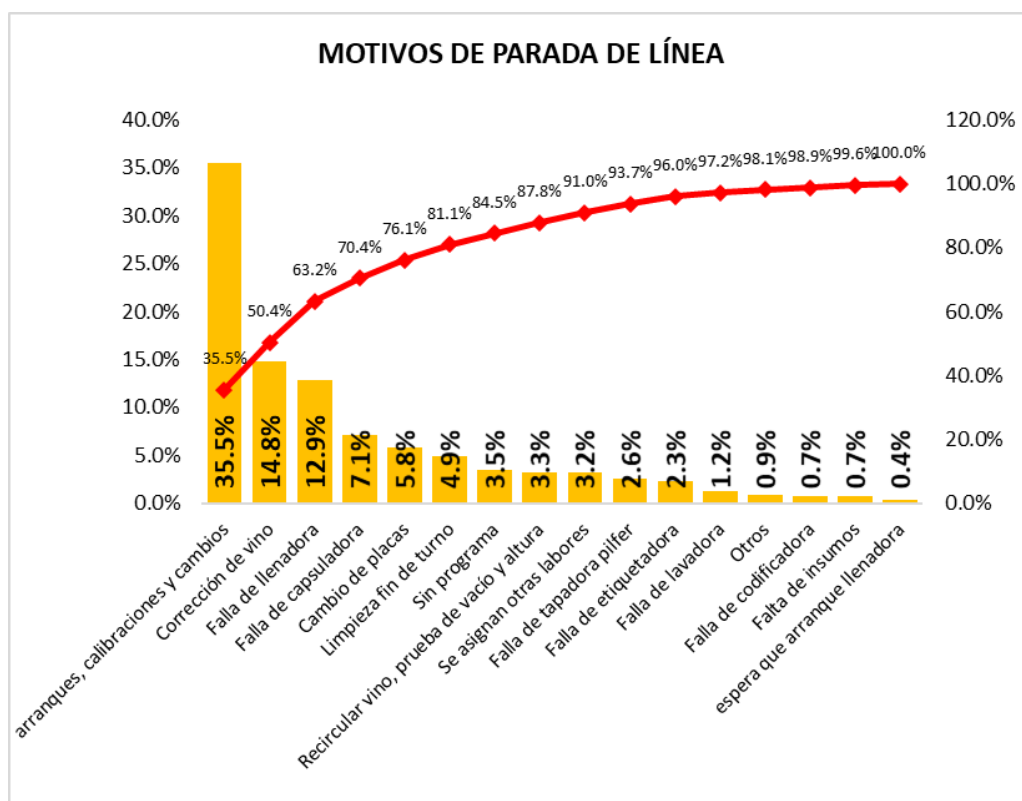


Figura 3: Motivos paradas del 22 al 27 octubre 2018 de Línea de Embotellado, por B&V Taberero S.A.C.

Como se visualiza en la Figura 3 (muestra representativa de motivos de paradas de ese periodo como ejemplo), se reconoce los motivos generales de parada de línea de embotellado, pero no se ordena correctamente los motivos de acuerdo a los despilfarros o pérdidas.

Uno de los problemas identificados es que se hayan desperdicios de tiempos en las líneas de embotellado, tales como las actividades de corrección de vinos para embotellado, esperas por cambios de formatos o tamaños de productos, exceso en tiempos de lavados y sanitización en cambios de sabores, movimientos innecesarios, hacinamiento de espacios, procesamiento lento por falta de instrumental, demoras en traslados de insumos y talento sin acción.

También se identifica los mayores problemas de paradas por fallas de máquinas en las líneas de embotellado. Ver Figura 4 el Pareto de Fallas relevantes en el año 2018:

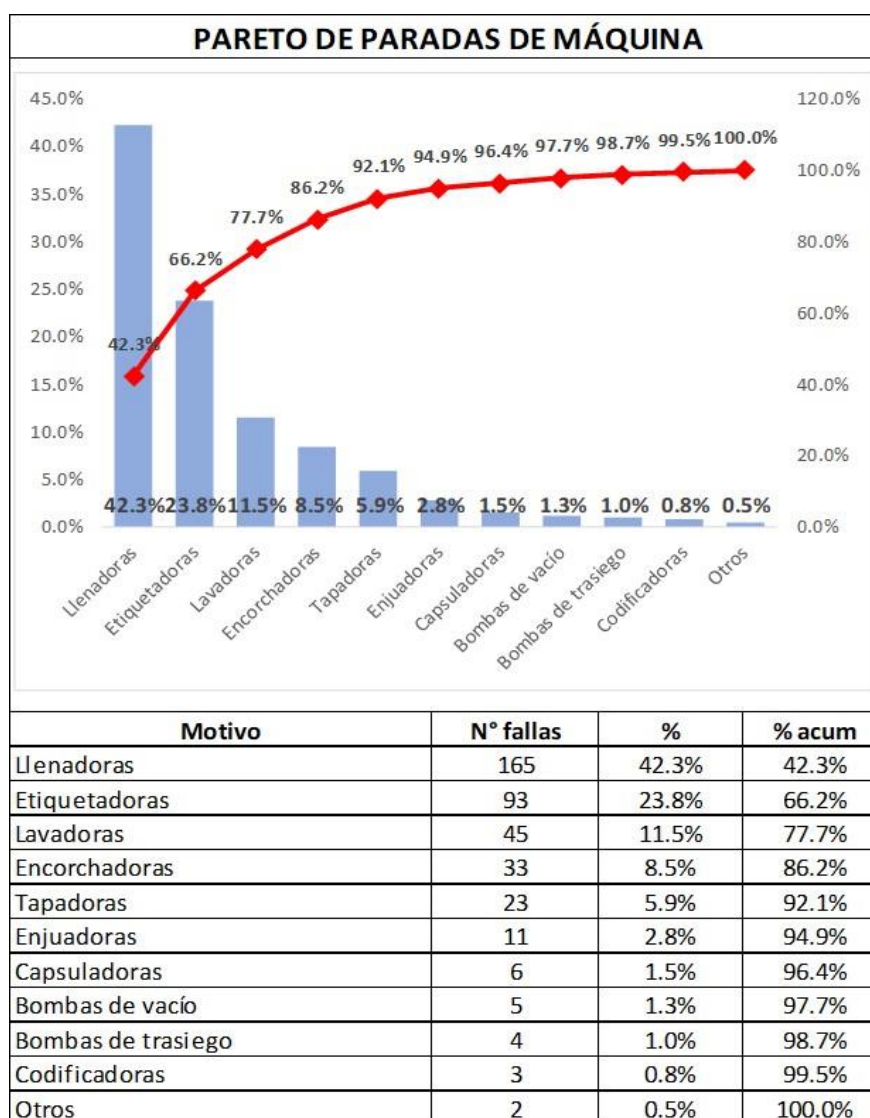


Figura 4: Paradas de Máquina 2018, por B&V Taberero S.A.C.

La empresa solo corrige fallas de máquinas y equipos en las líneas de embotellado, lo cual no está mal, pero se necesitan otras maneras o manejos de corregir en forma inmediata los problemas presentados en las maquinarias. Se requiere el convencimiento de cambio, formulación e implantación de metodologías y herramientas que para la organización resulte en beneficio para todas las personas y para la empresa. Pero la inversión en formación y cambios generales en la organización puede llegar a tener un costo elevado, pero se puede balancear esa inversión con los costos que la empresa ahorra en no despilfarrar en tiempos

productivos o en costos de mantenimientos. Si se reducen los mantenimientos correctivos, crecen los mantenimientos planeados, pero se ahorran en costos para la empresa.

Será un reto los cambios, pero dará un mayor crecimiento y sentimiento de responsabilidad industrial, para trabajar en forma conjunta todas las áreas involucradas en la mejora continua y optimizar los procesos de las líneas de embotellado.

Las empresas para permanecer competitivas a nivel mundial, ha incrementado la implementación LM, comparándonos en Latinoamérica (ver Tabla 1), en Tasa de Crecimiento Anual en la industria vitivinícola, es una oportunidad de seguir creciendo el mercado peruano.

Tabla 1:
Matriz Boston Consulting Group (MBCG)

Países Latinoamérica	2013	2015	Cuota de Mercado	Participación Relativa	Tasa Crecimiento Anual	Cuadrante
Argentina	1500.00	1340.00	42%	1	-11%	Vaca
Chile	1280.00	1290.00	40%	0.96	1%	Estrella
Brasil	270	280	9%	0.21	4%	Interrogante
Uruguay	113	116	4%	0.09	3%	Interrogante
México	110	114	4%	0.09	4%	Interrogante
Perú	67	71	1%	0.05	6%	Interrogante
Bolivia	7	7	0%	0.01	0%	Perro
Paraguay	6	6	0%	0	0%	Perro
	3,353.00	3,224.00				

Volumen producción millones de litros

Fuente: Adaptación del proceso estratégico por D'Alessio (2015)

Elaboración: Propia

Para comprender el funcionamiento correcto y dinámico de la industria vitivinícola en el Perú, se debe tener en cuenta una serie de factores socioeconómicos que, de

alguna manera, han determinado la evolución de su consumo y comercio en los últimos años.

Perú en 2017 experimenta un firme desarrollo económico, cercano al 4% del PBI. El incremento ha permitido una fuerte expansión de los niveles socioeconómico (NSE) B y C, una incipiente clase media generando cambios fuertes a nivel nacional, en el tipo de demanda y exigencias de diferentes productos de consumo.

En consonancia con esta evolución económica, el consumo de vino ha pasado por un proceso de democratización; mientras que los el consumo de vino era exclusiva de los hogares en los NSE A y B (representado por el 9% del total del país), existe actualmente ya una demanda para el nivel C, la cual representa al 30% de la población total del país.

A pesar de evolución creciente del sector en las últimas décadas, las cifras en Perú de consumo de vino son aún muy bajas comparadas con otros países en la región. A pesar de ello, en 2018 se registrado una expansión del 32.2% en la obtención de vinos con respecto a 2017, debido al incremento de la demanda interna y externa. En referencias a vinos tranquilos, la producción incrementó en un 26.8% como consecuencia del desarrollo del cultivo de la uva, cubriendo la demanda interna de insumos.

Las perspectivas de crecimiento de la industria de bebidas según INEI para el 2019 se muestran optimistas y se estima un crecimiento del 2%, que por el desarrollo del comercio haya una recuperación de la demanda interna y una mayor oferta.

1.2 Formulación de problema

1.2.1 Problema General

¿Cómo mediante la aplicación de Lean Manufacturing se podrá mejorar la eficiencia en la línea de embotellado de una industria vitivinícola?

1.2.2 Problemas Específicos

- a) ¿Cómo mediante la aplicación de SMED se podrá reducir los tiempos por cambio de producto en la línea de embotellado de una industria vitivinícola?
- b) ¿Cómo mediante la aplicación de TPM se podrá reducir las averías en los equipos en la línea de embotellado de una industria vitivinícola?
- c) ¿Cómo mediante la aplicación de TPM se podrá reducir los mantenimientos correctivos en la línea de embotellado de una industria vitivinícola?

1.3 Importancia y Justificación del Estudio

✓ Importancia del estudio

Internacionalmente la industria vitivinícola, la concentran países dominantes como España, Francia e Italia en superficie cultivada de viñedos y elaboración; pero en recientes décadas surgieron países como EEUU, Australia, Argentina, Chile, entre otros; consolidándose también en este sector.

De acuerdo a cifras de ADEX, las empresas que lideran la elaboración y exportación de vinos son:

- Santiago Queirolo S.A.C.
- Bodegas y Viñedos Tabernero S.A.C.
- Destilería Nacional S.R.L.
- Viña Tacama S.A.
- Viña Ocucaje S.A.

Entre otros; se espera que su crecimiento sea en 50%, consumo per cápita nacional de 1.9 litros a 2.3 litros, y llegue a 15 mercados. Teniendo una fuerte competencia, la industria vitivinícola peruana debe compararse con un perfil referencial de los grandes productores de la región (ver Tabla 2) e ingresar a la misma competencia considerando lo siguiente:

- Poseer marcas globales, marcas fuertes, a través de mayores inversiones, marketing, estrategias comerciales, etc.
- Mayor participación en el mercado global.
- Vender productos con carácter o identidad propia, identificando el producto con el país de origen.
- Aplicación de metodologías y herramientas de mejora de eficiencia.
- Inversión en tecnologías de la industria de la producción de vinos.
- Poseer condiciones climáticas favorables, requeridos para bebidas premium.

- Eficiencia y productividad. Incremento del ROE y ROA.
- Inversión en preparación de mano de obra calificada.
- Reducir costos logísticos; mejorar la cadena de suministro.

Tabla 2:
Matriz Perfil Referencial (MPR)

Factores Clave de Éxito	Peso	Perú B&V Tabernero S.A.C		Chile Viña Concha y Toro S.A.		Argentina Grupo Peñaflor	
		Valor	Pond.	Valor	Pond.	Valor	Pond.
1 Construcción de una marca global	0.12	1	0.12	4	0.48	4	0.48
2 Participación en el mercado global	0.14	1	0.14	1	0.14	4	0.56
3 Capacidad para productos con identidad propia	0.12	1	0.12	4	0.48	4	0.48
4 Inversión en Investigación y desarrollo	0.14	1	0.14	4	0.56	3	0.42
5 Maximizar la calidad de los productos	0.14	1	0.14	3	0.42	3	0.42
6 Productividad y rendimiento	0.14	1	0.14	4	0.56	3	0.42
7 Disponibilidad de personal calificado	0.10	2	0.2	4	0.40	3	0.30
8 Infraestructura logística	0.10	1	0.1	4	0.40	4	0.40
Total	1.00		1.10		3.44		3.48

Fuente: Adaptación del proceso estratégico por D'Alessio (2015)
Elaboración: Propia

En Perú se cuenta con condiciones favorables de clima, mano de calificada y capacidad de mejorar su productividad y rendimiento.

Todo lo anterior, para poder competir con otras empresas, la implementación de metodologías Lean, otorgará a la empresa mayores beneficios económicos en bien de los accionistas y los trabajadores. En la Figura 5 se muestran los procesos de embotellado, y se observa que la mejorara de la eficiencia que está dentro de los procesos claves.

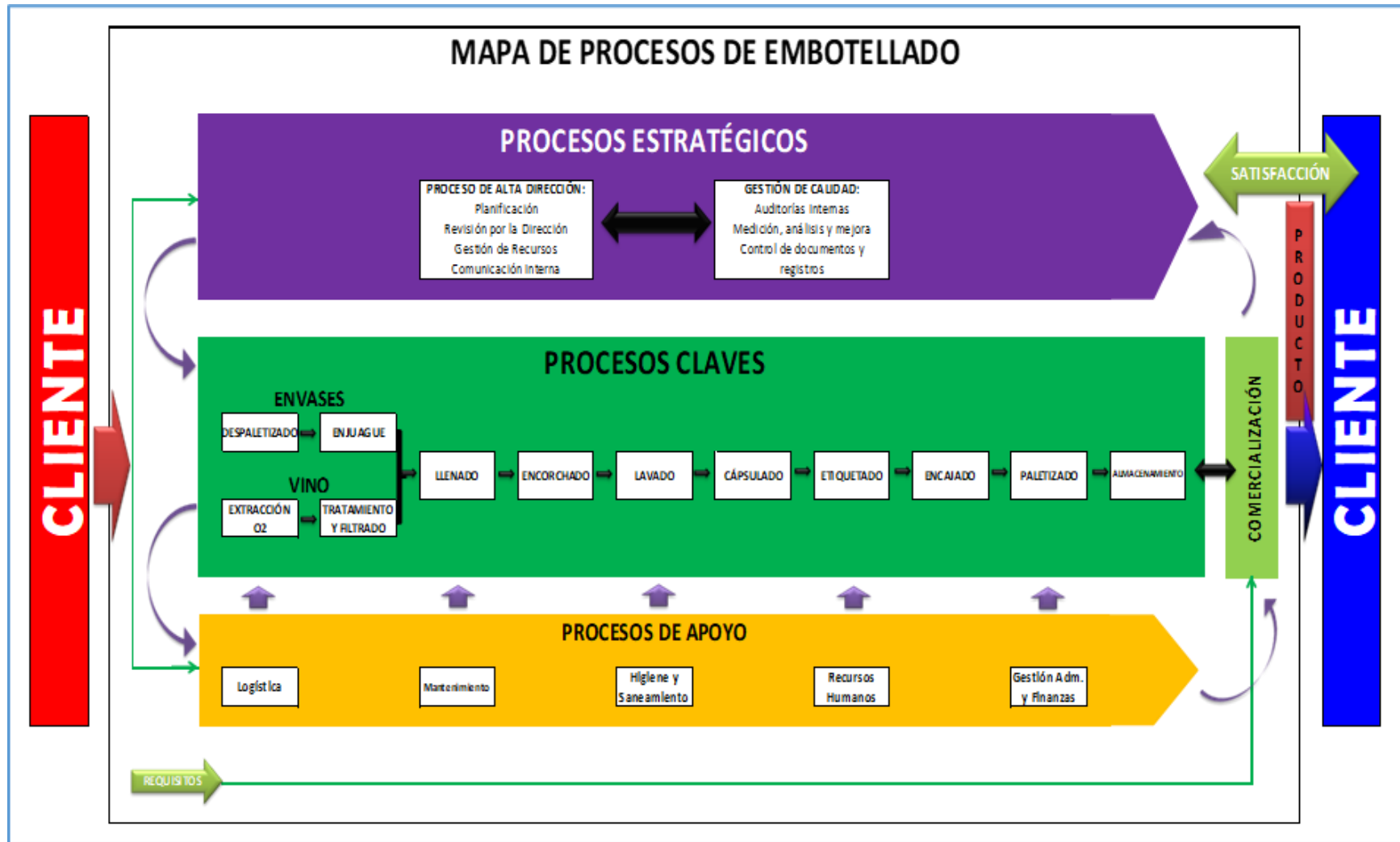


Figura 5: Mapa de Procesos B&V Taberero S.A.C., por autor

✓ **Justificación del estudio**

▪ **Justificación Teórica**

“En investigación hay una *justificación teórica* cuando el propósito del estudio es generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultado o hacer epistemología del conocimiento existente” (Bernal, 2010, pág. 106).

La presente investigación refuerza la implementación teórica para mejora de la gestión empresarial, mejorar los procesos y, por consiguiente, mejorar la eficiencia. Producir información relevante para tomar decisiones, y poder monitorizar las actividades e indicadores del proceso. Se basa en herramientas y metodologías LM como SMED y TPM, entre otras, para mejorar la eficiencia de sus operaciones.

▪ **Justificación Metodológica**

“En investigación científica, la *justificación metodológica* del estudio se da cuando el proyecto que se va a realizar, propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable” (Bernal, 2010, pág. 107).

Sigue el enfoque cuantitativo, estableciendo relaciones entre variables mediante procesos estadísticos (pre vs. post). Demostrando la validez y confiabilidad de esta investigación, servirá para otros estudios.

▪ **Justificación Económica**

“Analizar hasta qué grado la inversión de tiempos y recursos se justifican de acuerdo con los intereses de la persona o de la institución que patrocina la investigación” (Baena, 2017, pág. 59).

Implementarse LM, reducen los costos de producción, da flexibilidad a los procesos productivos, disminuyen los despilfarros, horas hombres, etc.; y mejorará la calidad del producto, generando mejores beneficios para la empresa.

- **Justificación Práctica**

“Se considera que una investigación tiene *justificación práctica* cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirán a resolverlo” (Bernal, 2010, pág. 106).

Es el sector industrial vitivinícola donde se desarrolla la implementación LM. Se analizan las metodologías de gestión adecuadas para mejorar la eficiencia de línea de embotellado; columna vertebral de la producción de la empresa, y donde se generan los mayores costos del producto. También porque el crecimiento anual de la demanda interna nacional está en 12.4% en términos de volumen.

- **Justificación Social**

“Una investigación llega a ser conveniente por diversos motivos: tal vez a resolver un problema social, a formular una teoría o a generar nuevas inquietudes de investigación” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 40).

El sector industrial vitivinícola es una fuente de generación de empleo formal en la localidad y de la sociedad peruana. Son 100 trabajadores en la planta de producción, eso significa que 100 familias que dependen de las ganancias que genere la empresa; con su participación activa y potencial de aportes para mejoras, colaboran con productos de calidad, atractivos y competitivos, resultando beneficioso para la empresa como para las familias que las conforman.

- **Justificación Legal**

Para el sector industrial vitivinícola, todos deben tener como requerimientos obligatorios de los sistemas de calidad, bajo principios generales de higiene de alimentos, bajo las normas de BPM y plan HACCP. Bajo este conjunto de normas “D.S. N° 007-98-SA” (MINSAs, 1998), no solo garantiza productos de calidad, con seguridad alimentaria, sino también un producto eficaz y un proceso eficiente.

- **Justificación Ecológica**

Trabajando la mejora de eficiencia en la línea de embotellado para el sector industrial vitivinícola, se organizará mejor la disposición de residuos sólidos, en cumplimiento del “D.S. N° 007-98-SA” (MINSAs, 1998); “Art. 9 R.M. N° 449-2006/MINSAs” (MINSAs, 2006) y del “Plan de Manejo de Residuos Sólidos” (OEFA, 2014).

1.4 Delimitación del problema

✓ Delimitación espacial

El trabajo será realizado en las líneas de embotellado de Bodegas y Viñedos Tabernero S.A.C. Dentro de ella comprenderá la identificación y planteamiento del problema, la recolección y el procesamiento de datos, análisis y propuestas para utilizar eficientemente en metodologías planteadas de manufactura esbelta; y con ello los directivos tomen la mejor decisión de su implementación.

✓ Delimitación temporal

La investigación realizada en las líneas de embotellado de Bodegas y Viñedos Tabernero S.A.C.; se analizará información de los procesos de embotellado dentro de los periodos 2017 – 2019.

✓ Delimitación teórica

El presente trabajo está delimitó en la ingeniería industrial, aplicando metodologías Lean, diagramas de flujo de procesos y análisis estadístico en los procesos de las líneas de embotellado, para mejorar la eficiencia de planta de esta industria vitivinícola.

1.5 Objetivos del estudio

1.5.1 Objetivo General

Aplicar Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia en la línea de embotellado de una industria vitivinícola

1.5.2 Objetivos Específicos

- a) Aplicar SMED para reducir los tiempos por cambio de producto en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.
- b) Implementar TPM para reducir las averías en los equipos en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.
- c) Implementar TPM para reducir los mantenimientos correctivos en los equipos en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Histórico

Industria Vitivinícola:

Entre 1532 y 1580 se fundaron en el Perú más de 700 centros poblados, entre ciudades, villas y pueblos. Cada vecino o morador recibió un solar para su vivienda y tierras para el cultivo de plantas y crianza de ganados. De inmediato se cultivaron los "frutos de Castilla", entre ellos la vid. En 1550 la crónica registra cultivos de la vid en varias regiones del Perú, especialmente en la costa.

En 1560 ya se comercializaba los "vinos de la tierra" considerados como buenos y muy buenos. A fines del siglo en referencia, ya se producía aguardiente de uva que se embarcaba por el puerto de Pisco. En el siglo XVII ambos productos logran gran distinción. Razones sociales y naturales contribuyeron a la decadencia de ambas bebidas; pero a mediados del siglo XX se produce la revitalización (Huertas, 2004).

Los viticultores buscan primero mejorar la calidad y luego expandir la frontera vitivinícola. En la actualidad, tanto el vino como el pisco peruano han recobrado el viejo prestigio y se han hecho acreedores de premios nacionales e internacionales.

El boom gastronómico en Perú ha llevado el turismo sea motivado por su comida. Y no hay comida que no se acompañe con una bebida. El turista mayormente le gusta probar la bebida local. El consumidor peruano solo consume 1.8 litros en comparación a nuestros vecinos Argentina y Chile, 40 litros y 17 litros anuales per cápita respectivamente; las cuales nos deja un sinsabor al potencial que puede tener.

Lima, Ica, Arequipa, Trujillo y Chiclayo son las regiones de mayor consumo de vinos, pero se concentra mayormente en la capital, en gran parte al comercio y el centralismo especializado.

También los factores climáticos en Argentina y Chile son favorables para la producción vitivinícola a gran escala, a comparación con nosotros, lo cual ha impedido que nos desarrollemos como un país con tradición y consumo de vino.

En Perú, el vino solo se compra en ocasiones especiales, pero eso va cambiando lentamente, porque se encontró un sabor a gusto del paladar (los semisecos). Aún así no excluye del consumo de vinos secos, ya que dentro del perfil importador nacional es de 8.5 millones de litros anuales.

El 37% provienen de Argentina, el 25% de Chile. Seguidos de España, Italia, Francia y EEUU. Con los vinos Malbec a la cabeza el ingreso de vinos al país se reparte en tintos (65%), blancos (20%), espumosos (11%) y rosados el resto. El volumen que sale del país es mucho menor que las botellas que ingresan. Solo se exportan 200 mil litros de vino peruano.

Generalidades de la empresa de la Industria Vitivinícola

La Bodega & Viñedos Tabernerero S.A.C. tiene como actividades principales, la elaboración de vinos, piscos y espumantes En la Figura 6 se hace una breve reseña histórica:

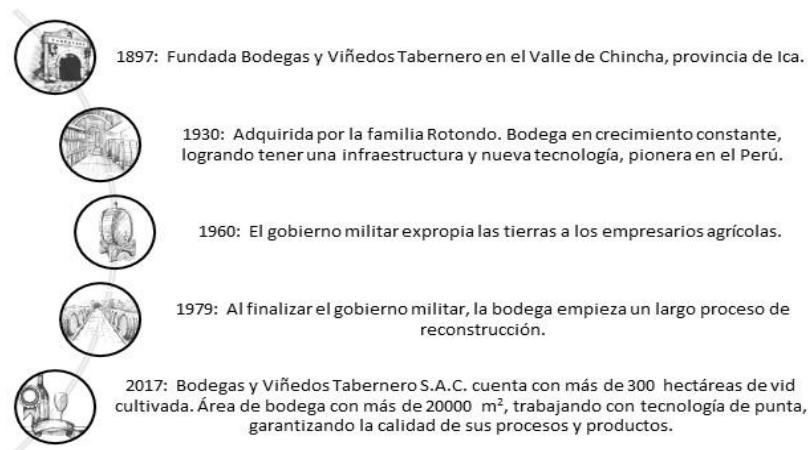


Figura 6: Reseña histórica, por B&V Tabernero S.A.C

Misión

Elaborar licores derivados de la uva, la misma que cosechamos en nuestros propios viñedos, en equilibrio con el medio ambiente e incrementa la calidad de vida de nuestros trabajadores al mismo tiempo que genere valor a nuestros accionistas.

Visión

Consolidarnos como la industria vitivinícola líder del mercado peruano en ventas y exportaciones, desarrollando productos de calidad reconocidos a nivel nacional e internacional.

Política integrada de la empresa

Bodegas y Viñedos Tabernero S.A.C., somos una empresa vitivinícola dedicada a la elaboración de vinos, piscos y espumantes, estamos comprometidos en obtener productos seguros, legales y de buena calidad para satisfacer las exigencias de nuestros clientes cumpliendo las normas vigentes aplicables, así como lo establecido por la empresa facilitando condiciones adecuadas de seguridad, salud, medio ambiente laboral alcanzando la mejora continua en todos los procesos de nuestra organización.

Productos

Tabernero produce 36 variedades de productos. Los productos de mayor venta son vinos secos y semisecos que pueden llegar a un 85 % de la venta anual.

Organigrama

En la Figura 7, se grafica el organigrama de la empresa:

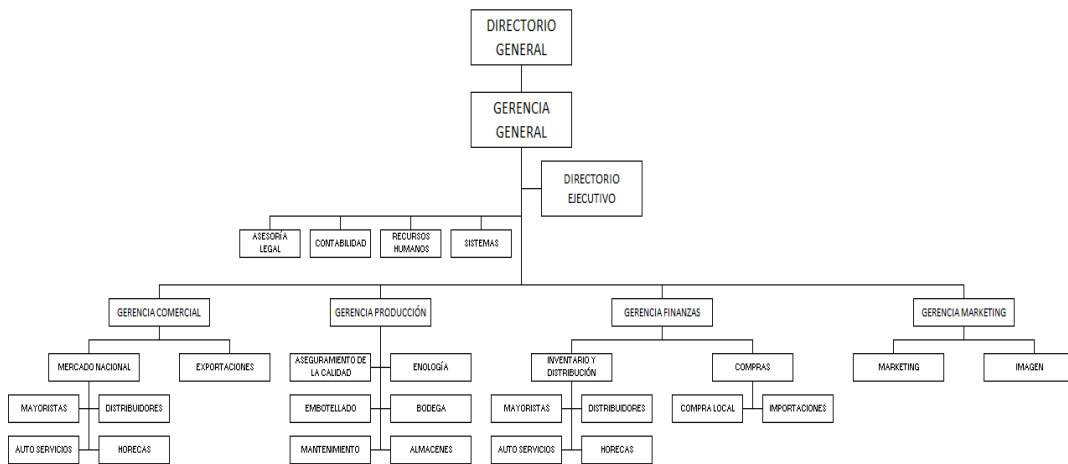


Figura 7: Organigrama B&V Tabernero S.A.C., por autor

El embotellado

El embotellado es parte integrante de los procesos en la elaboración de vinos y piscos, realizando todas las operaciones necesarias para poner los productos en el mercado, bajo estándares de calidad exigida por el consumidor.

Las líneas de embotellado están conformadas por un grupo de máquinas y equipos necesarios para realizar las actividades y operaciones de los procesos para alcanzar mayor productividad, mantener la calidad y trabajar con seguridad.

Estas líneas llegan a alcanzar un grado de automatización alto, cumpliendo con normas y especificaciones relacionadas al proceso de embotellado, calidad de producto y procesos, seguridad del personal, seguridad de máquinas y equipos, autocontrol, optimización de costos y auto mantenimiento.

Las líneas de embotellado

La planta de embotellado de B& TABERNERO S.A.C. está conformada por 4 líneas de embotellado, orientadas cada una a un producto o familia de productos diferentes. Ver Figura 8:

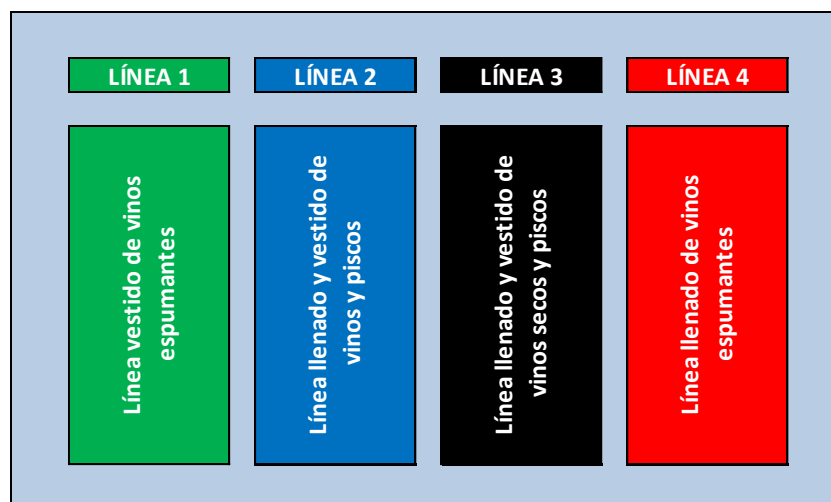


Figura 8: Las líneas de embotellado, por autor

Línea 1: Línea donde se embotellan vinos espumantes. Tiene 2 tipos, los especiales (Especial y Especial Rosé) y los de Fermentación Natural (Brut, Demisec, Muscat de Alejandría, Muscat Rosso y Brut Rosé), todas en presentación de 750 ml. Para la homogenización del vino espumante sea estable; el gas carbónico y el vino (proceso de carbonatación) se debe realizar a 2° C. Básicamente los componentes de un vino espumantes son botella, bebida, corcho aglomerado y mouselet. Como la bebida embotellada sale helada, luego se deja reposar o calentar hasta llegar a la temperatura ambiente. Velocidad nominal de la línea: 1100 botella por hora.

Línea 2: Línea rápida y flexible para proceder a embotellar la mayor cantidad de presentaciones y formatos que ofrece la empresa. Entre los productos de 375 ml, 750 ml, 1.5 L y 2 L tenemos el embotellado de vinos semisecos (Borgoña, Rosé,

Blanco, Tinto, Tinto País), y piscos (La Botija Quebranta, La Botija Acholado, La Botija Italia, Mosto Verde Quebranta, Mosto Verde Italia y Mosto Verde Torontel) en formatos de 500 ml, 700 ml, 750 ml, 1.5 L y 2 L. Dependiendo el formato, la línea tiene una capacidad de 1100 a 2700 botellas por hora.

Línea 3: Es la línea combina para proceder a embotellar presentaciones especiales. Entre los productos de 375 ml, 750 ml y 1.5 L tenemos el embotellado de vinos secos (Gran Tinto Fina Reserva, Cabernet Sauvignon, Gran Blanco Fina Reserva, Blanco de Blancos, Línea Vittoria), y piscos (Edición Limitada Quebranta, Acholado e Italia) en formatos de 700 ml. Velocidad nominal de la línea: 1500 botella por hora.

Línea 4: Línea de etiquetado para todos los vinos espumantes, embotellados en la Línea 1. El proceso es separado por la temperatura de salida de embotellado. La línea tiene una capacidad de 1400 botellas por hora.

Descripción de las principales Máquinas en Embotellado

Llenadoras: La máquina más importante de todas líneas de embotellado es, sin lugar a dudas, la llenadora. Es la única máquina que está en contacto directo con la bebida y, por tanto, debe garantizar una flexibilidad máxima en términos de higiene, inocuidad y calidad del producto terminado. Esta máquina debe preservar las características del producto durante el llenado y permitir su fácil limpieza o, si está en contacto con productos especiales sensible a la contaminación, su esterilización y saneamiento. Las máquinas llenadoras se deben configurar y calibrar con el fin de tener un funcionamiento perfecto y una precisión excepcional. Ver Figura 9:

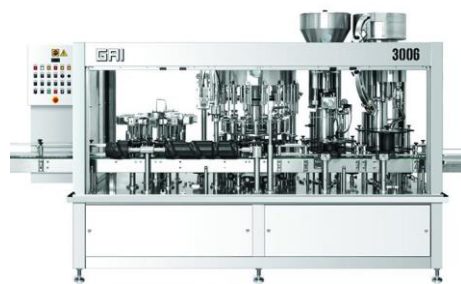


Figura 9: Llenadora GAI3006, por GAI-Macchine Imbottigliatrici

Lavadora secadora externa de botellas: Máquina para lavador integral de la botella, limpieza en la zona del tapón, cuello, hombro, cuerpo y fondo de la botella; luego secado total para tener posteriormente un etiquetado preciso y duradero. Ver Figura 10:



Figura 10: Lavadora secadora GAI5106, por GAI-Macchine Imbottigliatrici

Etiquetadoras: Una máquina etiquetadora (ver Figura 11) se emplea para etiquetar objetos con etiquetas anti-falsificación, código de barras, etc. Las máquinas etiquetadoras son ocasionalmente llamadas como marcadoras y son empleadas en su mayoría en industria de alimentos, química, productos electrónicos, entre otras.



Figura 11: Etiquetadora GAI6050, por GAI-Macchine Imbottigliatrici

Con el fin de documentar el objetivo para estudio de los procesos de trabajo se realiza y grafica el Diagrama de Flujo (ver Figura 12), para facilitar una visión de optimización. También con el fin de representar las operaciones implicadas en la Línea de Embotellado, se representa mediante una hoja de trabajo el Proceso de Embotellado (ver Figura 13).

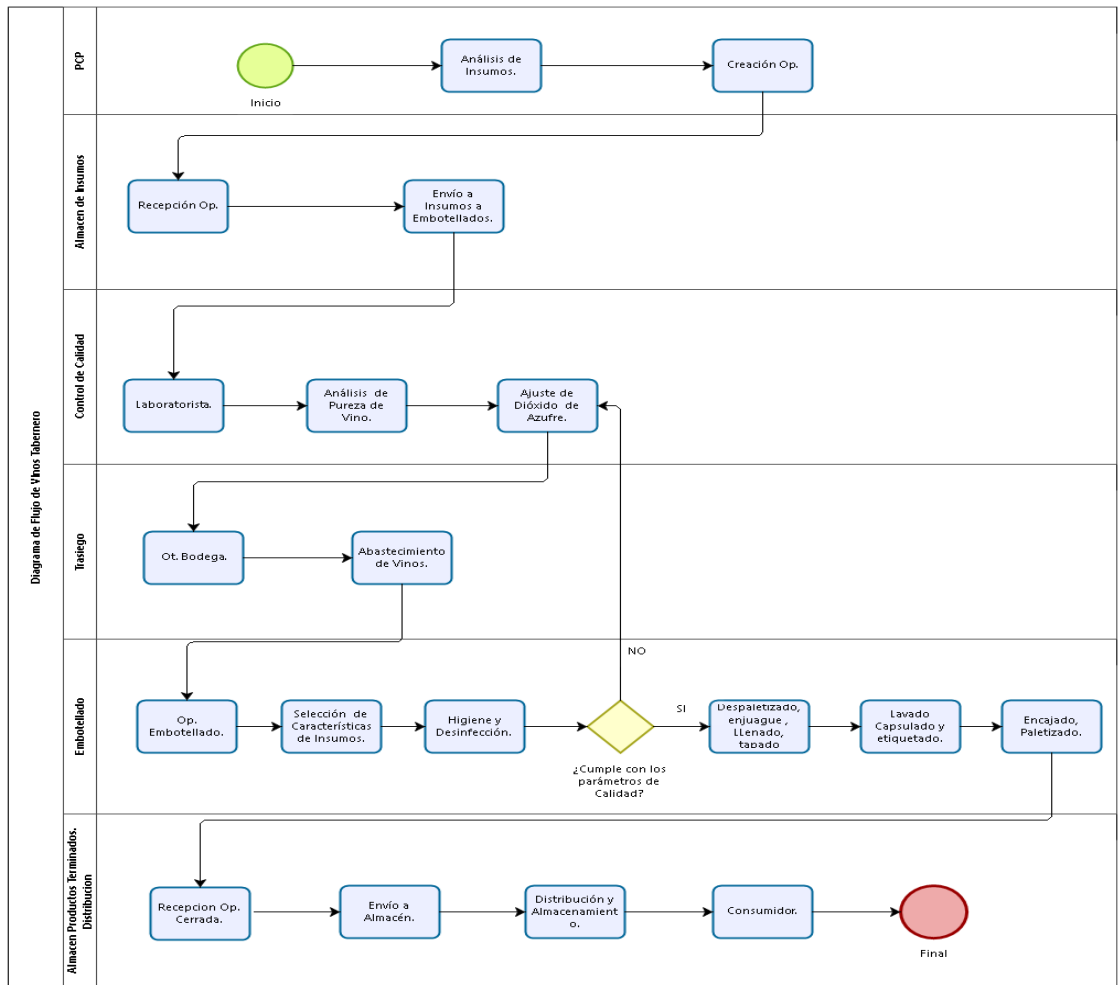


Figura 12: Diagrama de Flujo de Embotellado, por autor

B&V TABERNERO S.A.C	HOJA DE TRABAJO DE PROCESOS Y ESTUDIO DE TIEMPOS			
	DEPARTAMENTO:	PRODUCCIÓN	LÍNEA N°:	2 (16 válvulas)
	ZONA:	EMBOTELLADO	PRODUCTO:	BORGOÑA / ROSÉ / TINTOSS
	ESTUDIO N°:	1	VOLUMEN:	0.75 L
ANALISTA:	Ing. Gianmarco Bacigalupo	CAJA X UNIDADES	12	

N°	DESCRIPCIÓN	○	□	◐	➔	▽	HEAD COUNT	TIEMPO HOMBRE (segundos)	TIEMPO MÁQUINA (segundos)
1	DESCARGA	*					1	30	-
2	ENJUAGUE	*							
3	LLENADO	*					1	-	70
4	ENCORCHADO	*							
5	TAPADO	*					-	-	-
6	PRE-INSPECCIÓN	*					-	-	-
7	LAVADO	*					-	-	40
8	INSPECCIÓN PARCIAL	*					-	-	-
9	CAPSULADO	*					-	-	-
10	ETIQUETADO	*					1	-	20
11	INSPECCIÓN FINAL	*	*				-	10	-
12	ENCAJADO	*	*				1	15	-
13	SELLADO / PESAJE	*	*	*			-	10	-
14	PALETIZADO	*	*	*	*		1	20	-
15	ALMACENAMIENTO	*	*	*	*	*	-	-	-
Total							5	85	130

Velocidad Nominal (bot/hora): 2600

Figura 13: Proceso de Embotellado, por autor

Indicador OEE para el Proceso de Embotellado

De acuerdo a la teoría TPM, la empresa toma como su base para el cálculo del OEE (ver Figura 14):

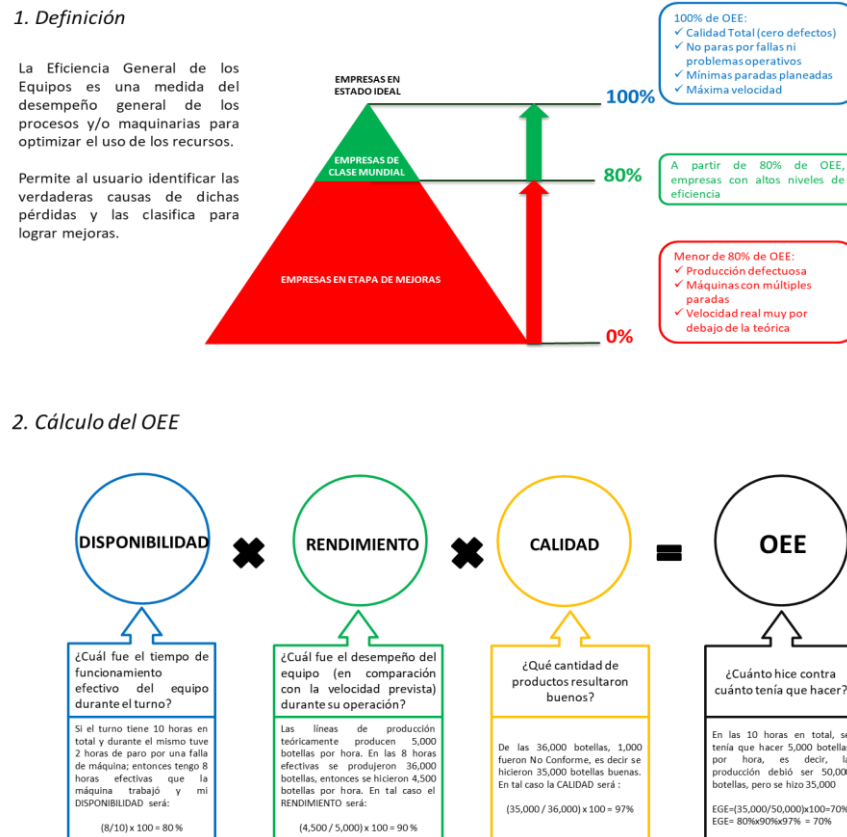


Figura 14: Indicador OEE para B&V Taberero S.A.C., por autor

Lean Manufacturing: Se entiende como producción ajustada, la búsqueda de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación o reducción del desperdicio o despilfarro de todas aquellas actividades que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. En la Figura 15 se grafica una línea de tiempo de LM:

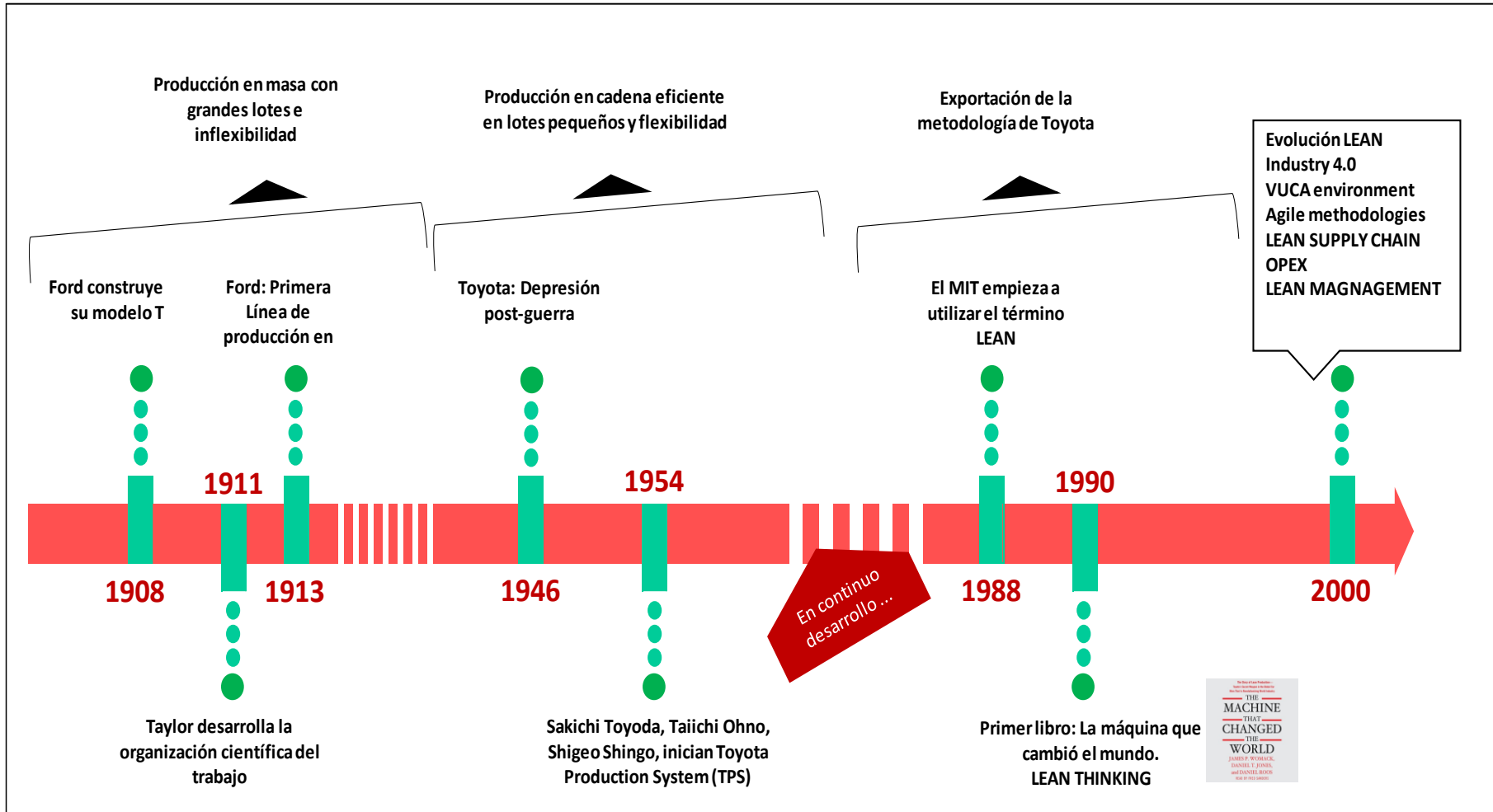


Figura 15: Línea de tiempo LM, por autor

SMED: Entre los años 70 y 80, los fabricantes de automóviles occidentales quedaron sorprendidos con la calidad y costos de los automóviles japoneses, por lo que querían entender el secreto de estos fabricantes; desafortunadamente, había poca o ninguna literatura disponible en inglés. El consulto japonés Shigeo Shingo pudo llenar ese vacío a fines de los años 70, cuando el método de Toyota estaba bien refinado. Él comenzó a publicitar detalles sin permiso, por ello interrumpió abruptamente la conexión comercial con la casa matriz.

Shingo se mudó a EEUU y comenzó a consultar sobre manufactura esbelta. Afirmando haber inventado este método de cambio rápido, entre otras cosas, lo renombró Intercambio de troquel de un solo minuto, en resumen, SMED.

TPM: La década de los años 50, la industria japonesa observó la necesidad de mejorar calidad en sus productos, para competir con éxito en los mercados mundiales; con este propósito los ministerios del gobierno japonés encargados del desarrollo industrial, prepararon varios programas para ayudar a introducir principios y técnicas desarrollados inicialmente en los EEUU por expertos como Deming, Feigenbaum, Juran y otros.

Fueron los expertos de la compañía General Electric, los que introdujeron en 1951, los principios de mantenimiento preventivo e ingeniería de fiabilidad en Japón. La idea original de mantenimiento preventivo americano de prolongar la vida del equipo y evitar las averías, se implantó con éxito en numerosas compañías japonesas.

La asociación japonesa para la dirección (JMA), creó un grupo de investigación en 1954 con el propósito de estudiar los modelos americanos y europeos de mantenimiento. En 1957 se introdujo el concepto de mantenimiento, a través de la mejora, con el propósito de prevenir averías en los equipos, mediante estudios de fiabilidad, logrando incrementos significativos de fiabilidad en las estaciones y una mayor facilidad para realizar su mantenimiento.

En los primeros años de la década de los 60, se introduce en Japón del concepto de Prevención del Mantenimiento con el fin de facilitar el diseño y desarrollo de equipos libres de mantenimiento. En esta década se alcanzó un alto grado de

implantación de principios de mantenimiento preventivo al estilo americano en la industria japonesa, bajo el nombre de mantenimiento productivo.

Este enfoque pretendió alcanzar el más alto nivel de mantenimiento preventivo de las instalaciones industriales, pero en forma muy económica. En el año 1969 se creó el Instituto Japonés de Ingeniería de Planta (JIPE), organización que se encargaría de promocionar las empresas, los avances alcanzados con las ideas de mantenimiento industrial.

Tiempo después llamado Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas (JIPM). La práctica sistemática en industrias japonesas de los principios de mantenimientos productivos, contribuyó a crear en los primeros años 70, el concepto de TPM.

Fue la compañía Nippondenso, un reconocido fabricante de partes para automóviles, quien introdujo el término TPM. Nippondenso cosechó grandes éxitos empleando estas acciones y su trabajo fue reconocido con el premio a la mejor industria, conocido con el nombre de Premio PM.

Los sistemas de calidad japoneses, conocidos como los Círculos de Calidad y el Control de Calidad, influyeron significativamente en la evolución del TPM, en la década de los años 70. Se introdujo los conceptos de Mejora Continua o Kaizen.

El término total de TPM, representó la participación del personal o empleados en la búsqueda de máximos niveles de productividad de las instalaciones industriales.

En la década de los años 80, debido a la difusión de los desarrollos metodológicos aportados por los expertos del JIPM y la aplicación intensa en la industria japonesa, se consagró como sistema corporativo orientado a mejorar las áreas operativas de la empresa.

Una compañía del grupo Toyota fue una de las empresas que replicó las experiencias de Nippondenso, esto permitió que el TPM se divulgara rápidamente en sectores de la industria automotriz, fabricación de maquinaria y electrónica. Solo hasta los años 80 se introdujo en plantas de proceso, en la fabricación de productos químicos, alimentos, cemento, cerámica. En 1986 se introduce TPM de segunda generación.

En la década del 2000 se aplica TPM en la mayoría de sectores y servicios; sin embargo, se extendido también a áreas administrativas, departamentos de

ingeniería, investigación, diseño y desarrollo de nuevos productos, ventas, almacenes, talleres, laboratorios, etc.

El enfoque TPM con amplio alcance es conocido como el nombre de TPM de tercera generación. Esta expansión ha permitido de las compañías que aplican los principios amplios de TPM, fortalezcan sus sistemas empleados para logras sus objetivos de medio y largo plazo, y fortalecer más sus capacidades competitivas.

2.2 Investigaciones relacionadas con el tema

- ✓ Según, Sandivar, R (2016). En su tesis, *Propuesta de Mejora del proceso de una línea de producción de parabrisa para autos usando herramientas de Manufactura Esbelta*, manifiesta lo siguiente:

El trabajo presenta como propuestas el uso de herramientas del sistema esbelto para la fabricación de parabrisas para autos. La propuesta tiene el objetivo de mejorar procesos de sus áreas productivas, cumplir con la demanda, generar stocks; asegurando calidad de procesos y producto final. Adicionalmente trabajar de forma ordenada, eficiente, productivo y seguro para los productos como para los trabajadores.

La presente investigación aportó a la tesis en identificar el inicio de propuesta de mejora con la implementación de herramientas de manufactura esbelta, el compromiso y apoyo de la alta dirección como el entrenamiento de operadores para el uso de las mismas herramientas.

Mi opinión crítica es que de las metodologías empleadas 5S, Kanban y TPM, si logran aumentar la productividad de las áreas en estudio, pero por metodologías separadas. La inversión del proyecto es viable desde el inicio, pero sin un recurso importante de no contar con un especialista en manufactura esbelta, enlace entre la alta dirección y los colaboradores.

- ✓ Según Retuerto et al. (2016). En su tesis, *Propuesta de aplicación de herramientas TOC-SMED en la línea de producción sólidos de una empresa farmacéutica*, manifiesta lo siguiente:

En esta tesis se presenta y diseña una estrategia, que permite mejorar la línea de sólidos con un principio TOC-SMED. Se comparan propuestas técnicas y financieras bajo cada escenario, de los cuales reducen el tiempo por cambio de

matrices en 90%, limpieza de máquina en 60% y parada de mantenimiento programado en 60%.

La presente investigación aportó a la tesis en identificar la implementación Lean, para maximizar la rentabilidad de toda la empresa, no solo donde podría haber oportunidades de mejora.

Mi opinión crítica es que, a través de estas metodologías y estrategias, los datos que alimentan el SMED deben ser más precisos y verificables, permitiendo un mejor análisis de los datos. En comparación con el estudio, los equipos deben ser multidisciplinarios y realizar un seguimiento de resultados, ya que si esto, no se verán o mantendrán avances y logros.

- ✓ Según Hualla et al. (2017). En su tesis, *Mejora de procesos en las áreas de mezclado y molienda de una empresa manufacturera de tubosistemas pvc y pead aplicando herramientas de calidad y lean Manufacturing*, manifiesta lo siguiente:

La tesis se orienta a aplicar herramientas Lean como 5S, SMED y TPM, adaptadas a la empresa con el fin de mejorar y optimizar el proceso de mezclado y molienda.

La presente investigación aportó a la tesis en analizar los resultados SMED en equipos; también en conocer los beneficios de la implementación TPM y su incremento real de máquinas, obteniendo una mejor planificación de mantenimientos.

Mi opinión se pudo aplicar un mantenimiento preventivo en la manufactura para incremento de rendimientos, reducción de tiempo y reducción de inventarios

- ✓ Según Llontop et al. (2018). En su tesis, *Propuesta de mejora del proceso de producción en una planta embotelladora de productos de consumo masivo mediante técnicas Lean*, manifiesta lo siguiente:

El presente trabajo plantea una propuesta de mejora de la eficiencia en una planta embotelladora de productos de consumo masivo, basándose en la filosofía y herramientas del LM para reducir los tiempos en las paradas de producción. El análisis realizado para mejorar la eficiencia fue orientado a definir las causas que originaban la mayor cantidad de parada de planta y plantear herramientas de mejora con presupuestos de bajo impacto y rápida implementación. Inicia con una eficiencia de 67%, y un impacto del costo del 7.15% sobre la facturación del producto. Con la identificación de oportunidades de mejora se plantea un objetivo del 75%, reduciendo los tiempos de cambios de formatos, preparación de equipos y calibración.

La presente investigación aportó a la tesis en el uso de herramientas Lean para disminuir el excesivo tiempo de cambios de formatos y su impacto positivo en la eficiencia, en la preparación y capacitación de equipos de trabajos, y la aplicación de mantenimiento autónomo para disminución de tiempos por paradas de calibración y otros procesos.

Mi opinión crítica es que de las metodologías empleadas SMED, mejora continua y mantenimiento autónomo, logra reducir el desperdicio producto del set up, disminuir el costo de mano de obra del set up, tener un sistema de producción más flexible, reducir el lead time de producción, mejorar la productividad y el uso de los activos, pero su inversión de alrededor de S/.40000, no se recuperará el mismo en tres meses.

- ✓ Según Llontop, L (2018). En su tesis, *Propuesta de implementación de Mantenimiento Productivo total (TPM) en el área de extracción de jugo trapiche para medir el impacto de la productividad de la Agroindustria Pomalca S.A.A.*, manifiesta lo siguiente:

El autor tiene como propósito la implementación de TPM, determinando cómo se está realizando (y en qué forma) el mantenimiento, midiendo el impacto de la productividad y sus pérdidas económicas en esta agroindustria. La propuesta se basó en el análisis previo mediante el OEE, y cómo va mejorando progresivamente la productividad con el TPM. En el estudio se menciona el aporte de un gran valor para las empresas, dado que la propuesta de la aplicación de TPM permitirá plantear acciones que orienten a las empresas para tener en cuenta la importancia del mantenimiento y se puedan sacar ventajas que se necesitan.

La presente investigación aportó a la tesis en cómo ejecutar y analizar los cálculos OEE con el apoyo del mantenimiento autónomo, la cual hacer el estudio de los equipos que más fallan dentro del área de la extracción.

Mi opinión crítica es que si bien lista todas las posibles fallas, no trabaja en un mantenimiento preventivo; y su solución es apoyarse para las mejoras mediante el mantenimiento autónomo, pero si le ayuda a llegar a un 75% de efectividad.

- ✓ Según Castrejón, A (2016). En su tesis, *Implementación de Herramientas de Lean Manufacturing en el área de empaque de un laboratorio farmacéutico*, manifiesta lo siguiente:

El trabajo se diseñó una estrategia de mejora en el área de empaque, realizando un análisis del proceso para identificar las principales áreas de oportunidad, proponiendo la aplicación de herramienta Lean como Mapa de Valor, ayudas visuales, TPM, SMED, entre otros para su resolución. Con dichas herramientas se logró incrementar en un 30% el OEE.

La presente investigación aportó a la tesis en el reconocimiento de la aplicación de las diferentes herramientas Lean que ayudan a resolver los diferentes

problemas, pero cumpliendo un orden de realización de eventos para aumentar la eficiencia de un área.

Mi opinión crítica es que para lograr cambios significativos o romper paradigmas en la implementación de Lean Manufacturing no es algo simple; si bien lo reconoció, faltó cambiar la actitud del personal, su motivación y un mayor compromiso en la organización.

- ✓ Según Balandrón, C (2017). En su tesis, *Evaluación de Impactos de la Implementación de Metodologías Lean en proyectos de desarrollo minero en construcción*, manifiesta lo siguiente:

El objetivo de la investigación fue estudiar los impactos de la implementación de metodologías lean en proyectos de desarrollo minero en construcción, para esto se evaluó y comparó la medición de distintos indicadores durante las etapas de diagnóstico y control, como tiempo disponible en el frente, avance físico o avance diario y cumplimiento del programa.

La presente investigación aportó a la tesis en el impacto positivo de la medición de la eficiencia, mejoramiento estadístico significativo de la media y varianza para los indicadores analizados y otras variables estadísticas en la implementación de metodologías Lean.

Mi opinión crítica es que no se desarrolló y difundió un plan comunicacional completo sobre las herramientas que se implementaron, conceptos y beneficios; siendo claves para los actores en su participación.

- ✓ Según Guzmán, D (2017). En su tesis, *Propuesta Metodológica para la Mejora Operacional de Ductos mediante análisis de programa de bombeo utilizando la Filosofía Lean*, manifiesta lo siguiente:

Con el fin de cumplir una demanda en un tiempo determinado, la programación de bombeo de hidrocarburos líquidos, es considerada como una de las tareas más

difíciles, por lo que el trabajo desarrolla alternativas para disminuir la complejidad generada por el factor humano mediante la implementación de herramientas y técnicas de la metodología Lean.; facilitando la identificación de desperdicios que generan incremento en el consumo energético y como consecuencia en mayores costos de transporte. El consumo de energía se logra una reducción del 2.3%.

La presente investigación aportó a la tesis en comparar, identificar y eliminar los desperdicios presentes en el proceso productivo vs. el área en estudio; reducción de fallas en la puesta de marcha de los equipos, desde la perspectiva Lean.

Mi opinión crítica es que es recomendable se identifiquen posibles nuevos desperdicios en la programación de ductos y plasmarlos con restricciones nuevas, mediante la metodología Lean, para minimizar el consumo energético y costos energéticos.

- ✓ Según Maya, J (2018). En su tesis, *Aplicación de RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para la metodología TPM*, manifiesta lo siguiente:

Proponer el desarrollo del mantenimiento centrado en Confiabilidad o Reliability Centered Maintenance (RCM), usando estrategias de la metodología TPM; espera dar la dirección de planes en mantenimiento preventivo y programados vigentes de las áreas, relacionados a la producción de galletas.

La presente investigación aportó a la tesis en conocer cómo realizar una gestión completa del mantenimiento en la estrategia de la metodología TPM, complementada con la metodología RCM. Incluye el primer acercamiento a mantener condiciones ideales de equipos (limpieza, lubricación y ajuste),

identificación de posibles puntos de avería, como contemplar tareas ante la necesidad de un mantenimiento predictivo.

Mi opinión crítica es que si el desarrollo del modelo informático que permitió administrar la metodología, permitiendo visualizar el comportamiento y la trazabilidad mediante curva de confiabilidad; su ejecución no es completo, ya que origina mantenimientos innecesarios.

- ✓ Según Sarmiento, C (2018). En su tesis, *Incremento de la Productividad en el Área de Producción de la Empresa Mundiplast mediante un Sistema de Producción Esbelto Lean Manufacturing*, manifiesta lo siguiente:

En 2016 su área de producción no utiliza eficientemente su materia prima, por lo que ha sido necesario seleccionar herramientas Lean, las cuales contribuyeron a mejorar los procesos con la consecuente disminución de desperdicios relacionados a la inyección y soplado de plásticos. Su beneficio empresarial final en costos va de 3.98 a 10.69%.

La presente investigación aportó a la tesis en encontrar mejor las causas de generación de desperdicios; también en desarrollar SMED y TPM, herramientas elegidas para solventar los problemas de orden y limpieza, demora en el cambio de moldes de los equipos y una mejora en los mantenimientos, para reducir paradas frecuentes en las máquinas.

Mi opinión crítica es que se pudo evaluar la utilización de más herramientas Lean para todas las áreas, para disminuir constantemente todo tipo de desperdicios y mejorar gradualmente su productividad en el tiempo.

2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

Lean Manufacturing

En occidente a mediados del siglo pasado el TPS se difunde el concepto LM. En la Figura 16, TPS se representa bajo la Toyota Production System (Ohno, 1991):

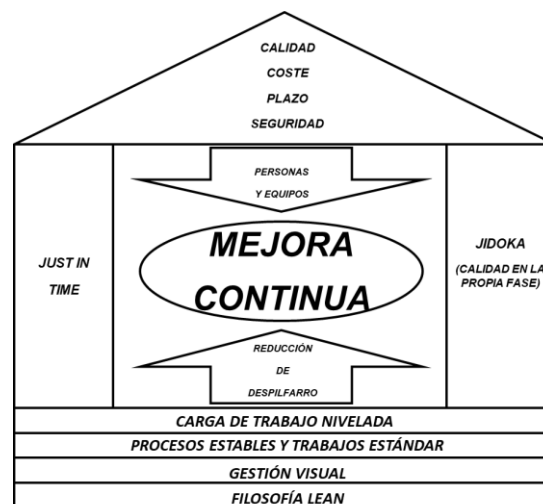


Figura 16: Adaptación La Casa TPS, por autor

Wilson (2010) estableció que “los conceptos TPS y LM, se utilizan de manera intercambiable, por lo cual la definición de ambos modelos por lo general aborda un amplio conjunto de técnicas que, al combinarse y madurarse, permiten reducir y eliminar los siete desperdicios; estos conceptos contienen procesos de mejoramiento continuo (Kaizen) y sistemas a pruebas a errores (Poka Yoke), entre otros”.

LM se definió como “un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero sí costo y trabajo; su esencia radica en descubrir continuamente en toda la empresa oportunidades de mejora ocultas, pues siempre habrá desperdicios susceptibles de ser eliminados” (Soconnini, 2008).

Womack (1996) expuso que “el LM cambia la forma de trabajar de las personas, haciendo sus trabajos más desafiantes al otorgar más responsabilidad a los escalones inferiores de la organización”.

Rajadell et al. (2010) agregó que “el LM tiene como objetivo la eliminación del despilfarro, mediante la utilización de un conjunto de herramientas (TPM, 5S, SMED, Kanban, Kaizen, Heijunka, Jidoka, entre otras), que se fundamentan principalmente en la mejora continua, el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación de los operarios”.

El LM debe considerarse como una estrategia de producción, orientada a mejorar la posición competitiva, mediante el establecimiento de objetivos a largo plazo, vinculados estrechamente a las mejoras operativas en el corto plazo.

“El LM está conformado por varias herramientas administrativas, cuyo principal objetivo es ayudar a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto (bien tangible o servicio), y a los procesos, reduciendo o eliminando toda clase de desperdicios y mejorando las operaciones en un ambiente de respeto al trabajador” (De Orbegoso, 2005).

La definición desperdicio, apunta al objetivo de eliminar ineficiencias que afectan los ingresos de las empresas. En la tarea de reestructurar y mejorar la posición de Toyota se identificó siete desperdicios que se describe en la Tabla 3:

Tabla 3:
Tipos de desperdicio

Tipo de Desperdicio	Descripción
Sobreproducción	Producir antes que el cliente lo requiera.
Esperas	Actividades en las cuales el operario observa la máquina operar.
Transporte innecesario	Movimientos que se realizan sin necesidad aparente.
Reprocesos	Actividades repetidas.
Inventarios	Son los stocks en exceso de materia prima, inventario de producto en proceso o de producto terminado.
Movimiento innecesario	Actividades que desarrolla el personal que no son pertinentes dentro del proceso.
Productos defectuosos	Lo que llevan a tiempos adicionales y recursos extras como los humanos, para inspección.

Fuente: Adaptación de LM, la evidencia de una necesidad por Rajadell (2010)
Elaboración: Propia

Técnicas y herramientas del LM

En la Figura 17, se representan la técnicas y herramientas de LM:



Figura 17: Técnicas y herramientas LM, por Vilana (2011) y Maneechote (2010)

Seguido se describen las herramientas y metodología LM a implementar:

SMED

Se ha definido el SMED como la teoría y técnicas diseñadas para realizar las operaciones de cambio de utillaje en menos de 10 minutos. Es importante señalar que puede no ser posible alcanzar el rango de menos de diez minutos para todo tipo de preparaciones de máquinas, pero el SMED reduce dramáticamente los tiempos de cambio y preparación en casi todos los casos. La reducción de los tiempos de estas operaciones beneficia considerablemente a las empresas. (Ferdousi, 2010).

Las tareas que se deben conocer son las siguientes: operaciones de montaje y desmontaje, operaciones de manufactura, operaciones de ajuste y calibración, fabricación de piezas y operaciones para el surtido de materiales (Perinić, Ikonić,

& Maričić, 2009). Las etapas para implementar un SMED se observan en la Figura 18.

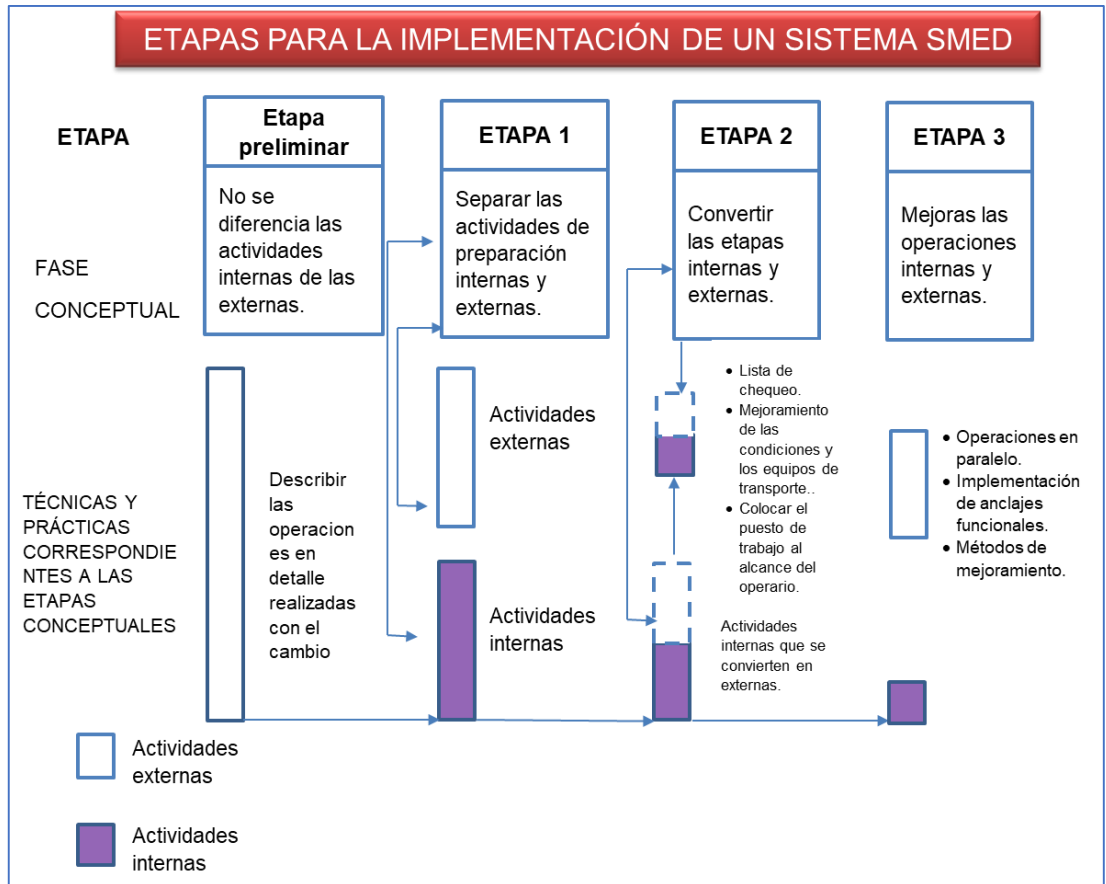


Figura 18: SMED y sus etapas, por Cakmakci (2009) y Arrieta (2011)

SMED, herramienta para reducción de tiempos de preparación

SMED, reduce drásticamente el tiempo total de set up, por lo que, el costo asociado al cambio de trabajo se vuelve mínimo. Bajo esta perspectiva, podemos concluir que mientras el costo de preparación sea más bajo; la implicación de cambios de trabajo no tendrá impacto en el sistema de operación; es por ello que al SMED se le considera un factor de esencial competencia (Shingo, 2003).

Condiciones para implementar SMED

1. Tomar conciencia de la importancia que tiene para la empresa y sus actividades la disminución de los tiempos de preparación.

2. Hacer tomar conciencia de la problemática a los empleados, y capacitarlos.
3. Hacer un cambio de paradigmas, terminando con las creencias acerca de la imposibilidad de disminuir radicalmente los tiempos de preparación.
4. Cambiar la manera de pensar de los directivos y profesionales acerca de las técnicas y medios para el análisis y mejora de los procedimientos.

Cambio de herramienta o utillaje

Conjunto de operaciones desarrolladas por los operadores desde que se detiene la máquina o equipos, para proceder a realizar el cambio de herramienta, hasta que se empieza a fabricar la primera unidad del siguiente producto.

Aplicación de SMED

Esta técnica es muy empleada para incrementar el indicador OEE, pues su aplicación mejora radicalmente la disponibilidad de equipos. Con la aplicación de SMED se obtienen los siguientes beneficios:

- Reducción de los tiempos improductivos
- Reducción de tiempos de lotes
- Disminución de insumos
- Aumento de la productividad
- Aumento índice de competitividad

Las herramientas en SMED a utilizar son las siguientes: la interrelación, la disciplina, la actitud y aptitud para realizar las tareas, en SMED se hacen que con las herramientas se desarrollen mayores beneficios y lograr objetivos para eliminar desperdicios; entre ellos estas herramientas tenemos: cronómetro, gráficas (Gantt), cursogramas, diagramas (Pareto, Ishikawa. Procesos), histogramas, control estadístico de procesos, entre otros.

Metodología de aplicación SMED

La implantación del proyecto SMED consta de cuatro etapas (ver Figura 19):

1. Etapa preliminar: Estudio de la operación de cambio.
2. Primera etapa: Separar tareas internas y externas.
3. Segunda etapa: Convertir tareas internas en externas.
4. Tercera etapa: Perfeccionar las tareas internas y externas.

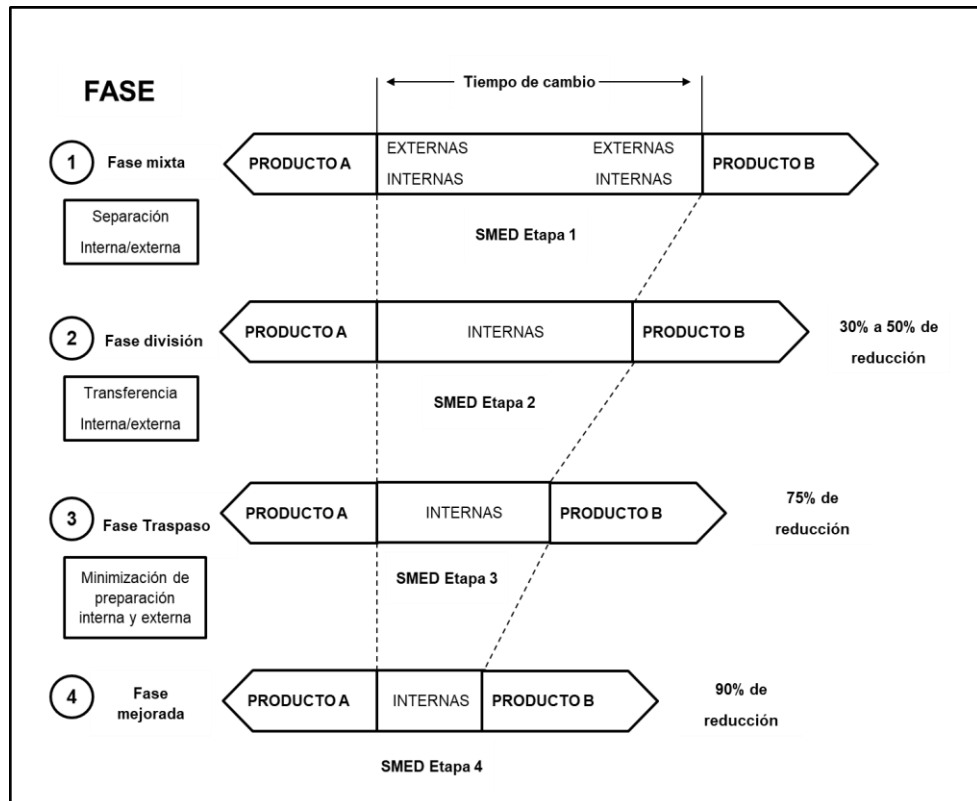


Figura 19: Etapas SMED, por Shingo (2003)

El SMED cambia el supuesto de que los cambios de útiles y preparaciones requieren mucho tiempo. El concepto consiste en conocer las actividades de Set-up Interno y Set-up Externo. Cuando los cambios de útiles pueden hacerse rápidamente, se hacen si es necesario.

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

Es un sistema para maximizar la eficacia del sistema productivo para prevenir pérdidas en máquinas y equipos. Implica un cambio de mentalidad en el personal, involucrándolos en el mantenimiento de plantas, asumiendo una responsabilidad y permitiéndoles realizar operaciones básicas de mantenimiento preventivo, resolver averías sencillas en los equipos (mantenimiento correctivo) y continua inspección de equipos para predecir futuras averías (mantenimiento predictivo).

De acuerdo a Soconnini (2008), lo definió como una metodología de mejora que permite la continuidad de la operación, en los equipos y plantas, al introducir los conceptos de: prevención, cero defectos, cero accidentes y participación total de las personas.

Rajadell (2010) complementó que el TPM busca lograr una actitud de mayor responsabilidad y atención en las instalaciones en las que se trabaja cotidianamente. El TPM dentro del entorno Lean se considera como una estrategia para maximizar la OEE, ya que empodera a los trabajadores para mantener y mejorar las operaciones y sus equipos en sus áreas de trabajo, previniendo rupturas, mal funcionamiento y accidentes (Cakmakci, 2009).

En TPM existen 8 pilares que son la base fundamental de esta metodología, cada uno de ellos nos dice una ruta a seguir para lograr los objetivos de eliminar o reducir las pérdidas: como son paradas programadas, pérdidas de producción normales, pérdidas de producción anormales, ajustes de la producción, fallos de los equipos, fallos de los procesos, defectos de calidad y reprocesos. Entre estos 8 pilares tenemos:

- **PILAR 1 - Mejoras Enfocadas (Kobetsu Kaizen):** Este pilar busca encontrar la causa primaria de los problemas, para evitar averías en los equipos y continua mejora de los procesos de producción.
- **PILAR 2 - Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen):** Segundo pilar enfocado en mantener al personal encargado del funcionamiento del equipo industrial, con excelentes condiciones de preparación e instrucción para

solucionar fallos o averías, previniendo así posibles paros de producción, sacando así el máximo provecho a las máquinas.

- **PILAR 3 - Mantenimiento Planificado (Keikaku Hozen):** Este pilar está a cargo exclusivamente del personal de mantenimiento, quienes organizarán en forma cronológica todas las actividades en un plan que permitirá adelantarse a las averías de las máquinas, garantizando un mejor proceso de producción.
- **PILAR 4 - Mantenimiento de Calidad (Hinshitsu Hozen):** El pilar busca garantizar la calidad del producto; acciones enfocadas en el cuidado de las máquinas, con el objetivo de evitar defectos en los productos que reciban los clientes.
- **PILAR 5 - Prevención del Mantenimiento:** Con este pilar se busca reducir los gastos de mantenimiento, una vez que las máquinas empiecen a funcionar.
- **PILAR 6 - Actividades de Departamentos Administrativos y de Apoyo:** Pilar realizado por el departamento administrativo, quienes registrarán, documentarán y analizarán los datos obtenidos por el TPM. Es aquí donde el equipo de mantenimiento tomará mejores decisiones y realizará un trabajo eficaz.
- **PILAR 7 - Formación y Adiestramiento:** Este pilar está enfocado en analizar los conocimientos adquiridos por el personal, luego de recibir capacitaciones acerca del funcionamiento de las maquinarias y tomar acciones de prevención de riesgos.
- **PILAR 8 - Gestión de Seguridad y Entorno:** El último pilar refiere a los estudios realizados o que deben realizar la empresa, para garantizar la correcta operatividad de sus instalaciones y garantizar la seguridad de su personal.

Mejoras Focalizadas

Las mejoras focalizadas son aquellas que están dirigidas a intervenir en el proceso productivo, con objeto de mejorar efectividad de la instalación. Con el propósito de eliminar las grandes pérdidas ocasionadas, se trata de incorporar y desarrollar un

proceso de mejora continua en el proceso productivo, utilizando herramientas de análisis que ayudan a eliminar los problemas principales:

- Pérdidas en las máquinas
- Pérdidas en mano de obra
- Pérdidas en métodos
- Pérdidas en materia prima
- Pérdidas en energía
- Pérdidas en medio ambiente

Los mantenimientos preventivo y predictivo son los métodos que contribuirán a identificar cuándo y cómo usar eficazmente el análisis de los modos de fallo.

En la Figura 20 se muestran las actividades que se desarrollan en este pilar:

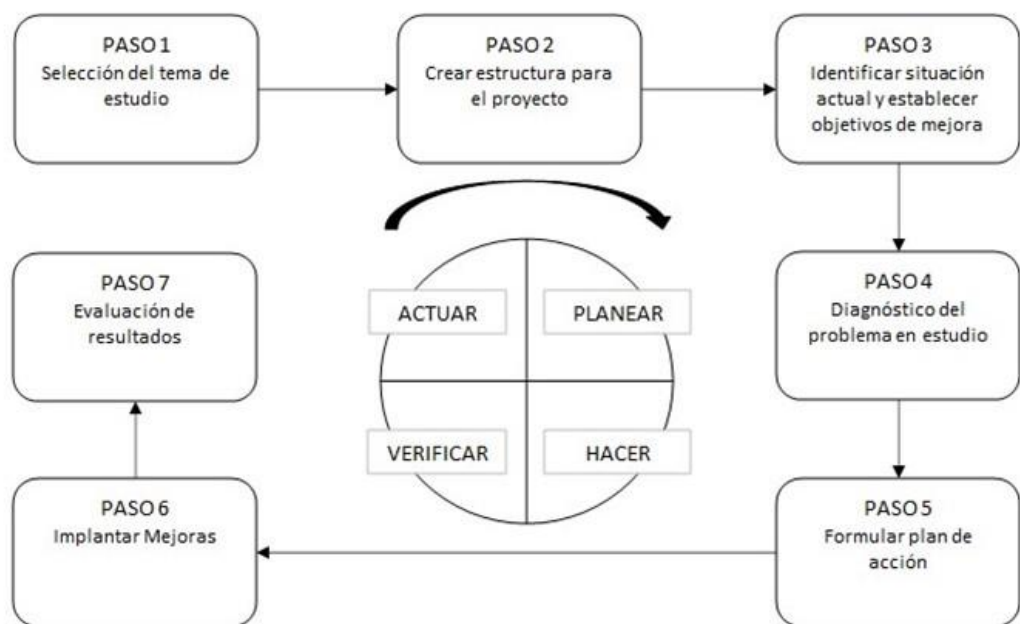


Figura 20: Pasos del Pilar Mejoras Focalizadas, por Gómez (2001)

Mantenimiento Autónomo

Es el conjunto de actividades que los operarios realizan para cuidar correctamente su área de trabajo, maquinaria, calidad de lo que se fabrica, seguridad y se comparte

el conocimiento del trabajo cotidiano que obtienen. Es un pilar o proceso fundamental del TPM que cumple un orden:

- Organización y orden
- Limpieza inicial
- Eliminación de fallas mecánicas
- Estandarización
- Inspección general del equipo
- Inspección general del proceso
- Estandarización general
- Control autónomo total

El TPM requiere la instrucción del personal, quien contribuirá a identificar los fallos motivados por personas poco calificadas y las áreas que demanden instrucción adicional. Es necesario la gestión de equipos para la prevención del mantenimiento.

Mantenimiento Planificado

El mantenimiento planificado o progresivo es uno de los pilares TPM más importantes en la búsqueda de beneficios en una empresa u organización industrial. Este pilar consiste en la necesidad de avanzar gradualmente hacia la búsqueda de cero averías para una planta industrial.

La gestión preventiva de los procesos, utiliza tres estrategias:

- Actividades para prevenir y corregir averías en equipos, a través de rutinas diarias, periódicas y predictivas.
- Actividades de mejora continua (actividades Kaizen) orientadas a mejorar las características de los equipos, eliminar acciones de mantenimiento, actualizar listado de repuestos.
- Actividades para mejorar la competencia administrativa y técnica de la función de mantenimiento.

En la Figura 21 se presenta una visión general de las actividades incluidas en este pilar y en la Figura 22, la estructura del mantenimiento planificado:

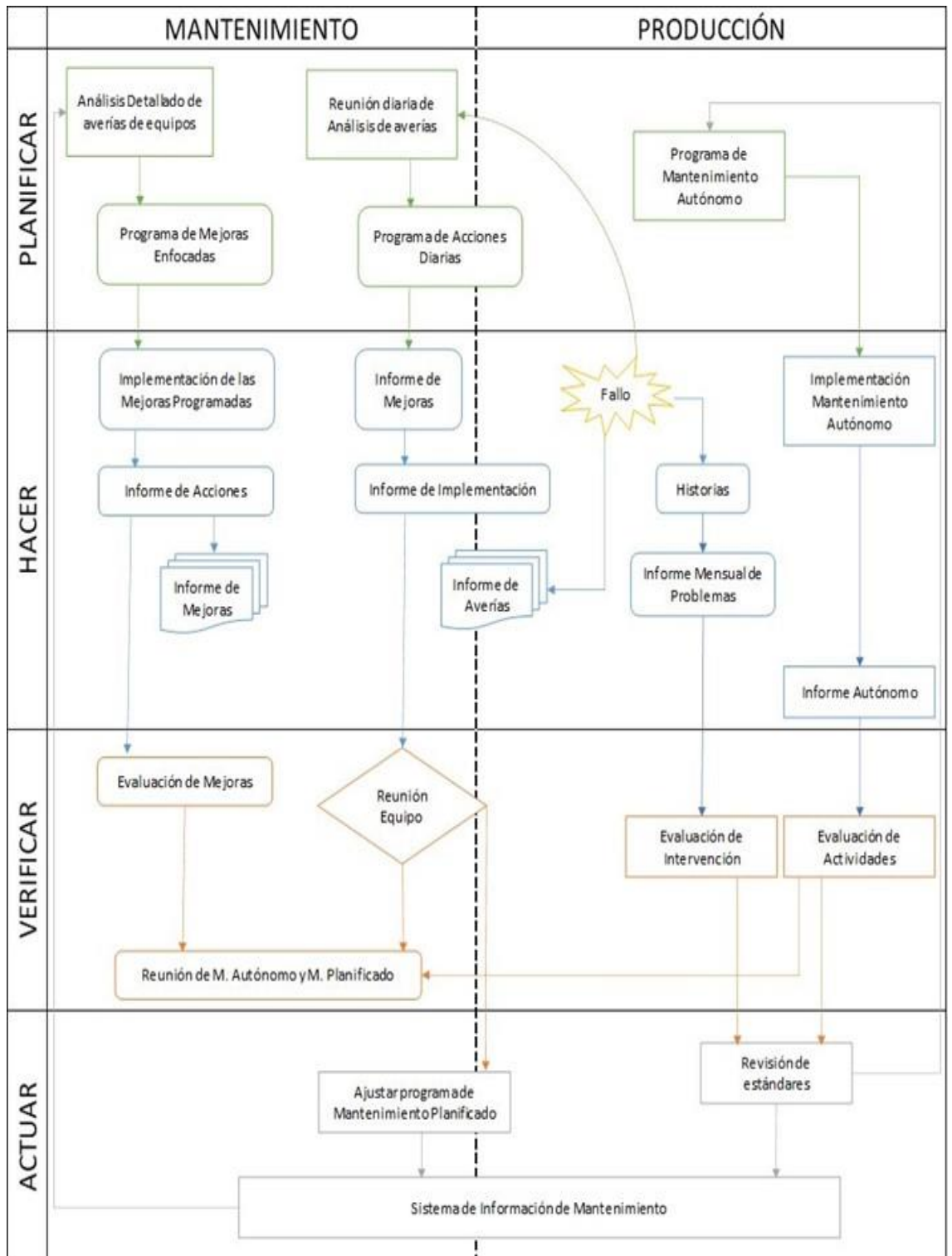


Figura 21: Relación mantenimiento y producción, por Gómez (2001)

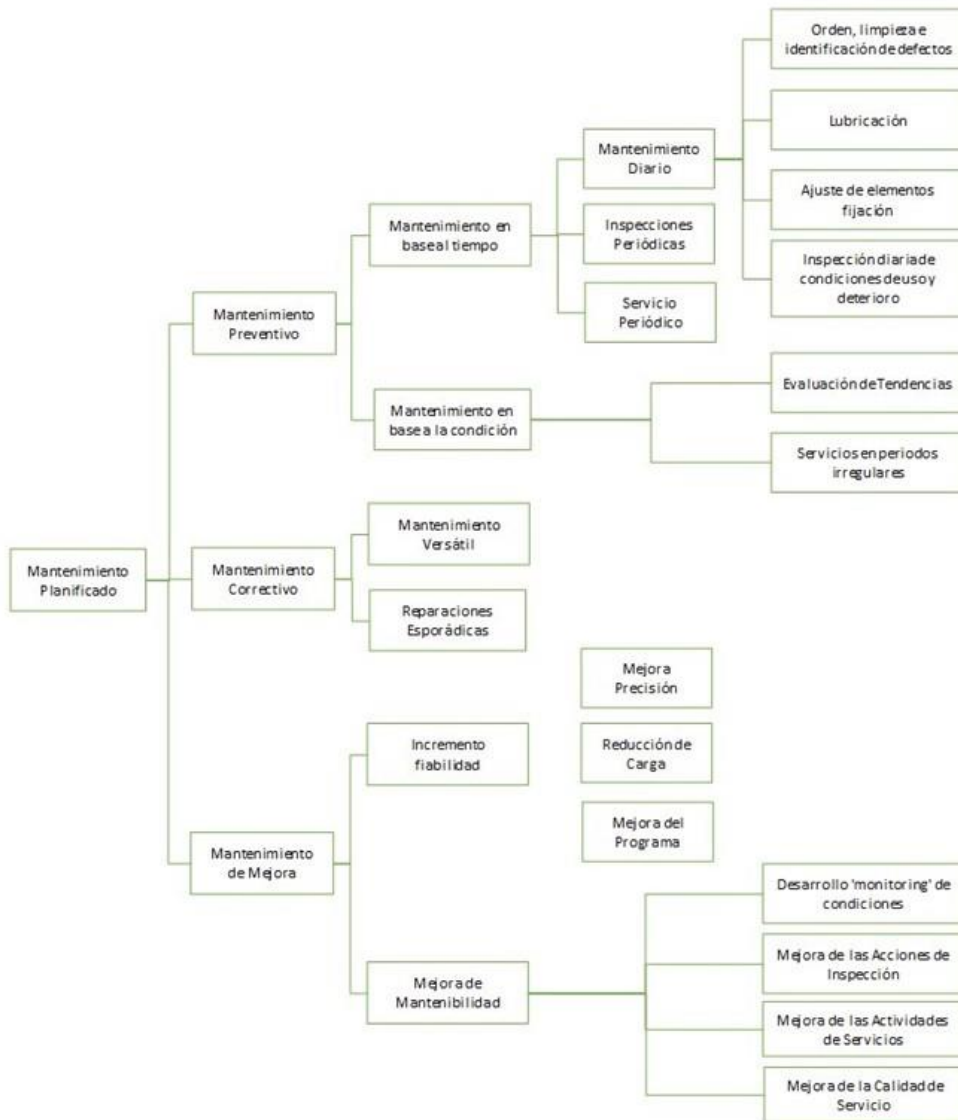


Figura 22: Estructura de Mantenimiento Planificado, por Gómez (2001)

En la Figura 23 se muestran las actividades que se desarrollan en este pilar:

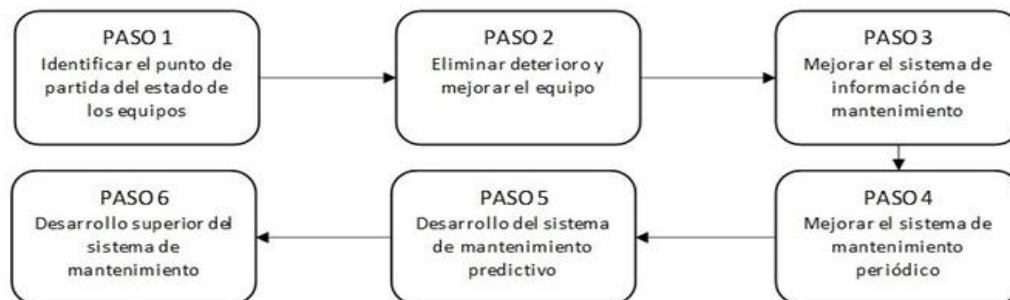


Figura 23: Pasos del Pilar Mantenimiento Planificado, por Gómez (2001)

Tres requerimientos para la mejora fundamental

Nakajima (1991) refiere incrementar su motivación (yaruki) y competencia (yaruude), maximizará la efectividad y operación del equipo. Tales mejoras en la calidad y funcionamiento del equipo y en la visión mental son esenciales para la mejora fundamental de las operaciones.

Nakajima también refiere Yaruba, o entorno de trabajo. Debemos crear un entorno de trabajo que apoye el establecimiento de un programa sistemático para implantación del TPM.

Participación en el desarrollo de TPM

Involucra a los siguientes participantes (ver Figura 24):

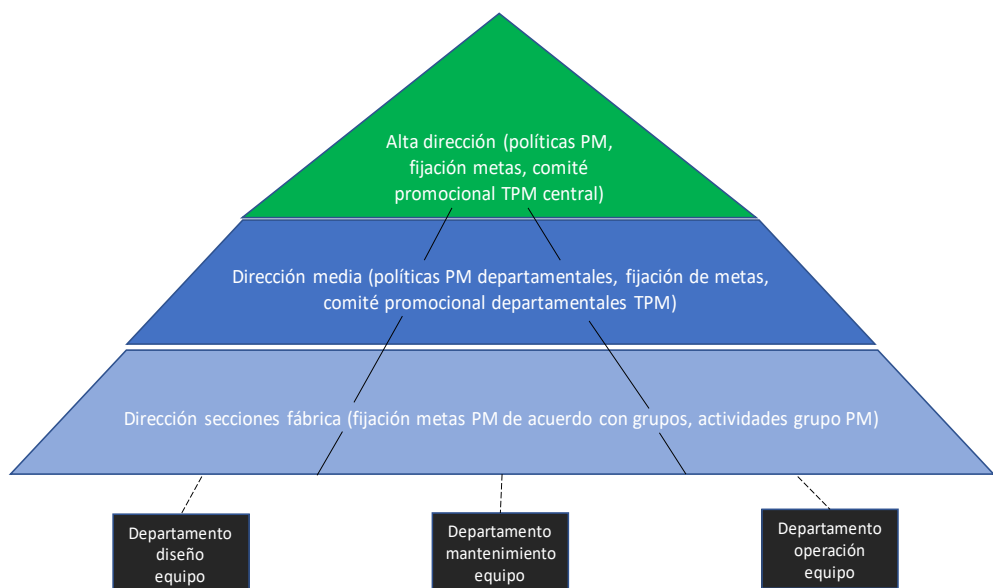


Figura 24: Participantes TPM, por Nakajima (1991)

Objetivos estratégicos del TPM

1º: Mejora de efectividad de equipos:

- Eliminar pérdidas de los equipos.
- Reducir costos de mantenimiento.

- Aumentar el Tiempo Medio entre Fallos (MTBF).
- Disminuir el Tiempo Medio para Reparaciones (MTTR).
- Reducir el tiempo de cambio de herramienta.
- Mejorar las habilidades de operación y reparación.
- Crear cultura de trabajo.

2º: Mejora de efectividad del sistema productivo

- Eliminar pérdidas del sistema productivo.
- Mejorar la tecnología de mantenimiento.
- Aumentar el Tiempo Medio entre Fallos (MTBF).
- Disminuir el Tiempo Medio para Reparaciones (MTTR).
- Flujo balanceado de la producción.
- Mejorar la productividad de las personas.
- Mejorar las habilidades de prevención de problemas.
- Mantener cultura de alta colaboración.

3º: Mejora de efectividad de la empresa

- Incremento de la capacidad innovadora de la empresa.
- Mejora de la gestión integral del área de trabajo.
- Mantener los logros de MTBF altos.
- Mejorar las habilidades de prevención de problemas.
- Mejorar la capacidad de autogestión y organización.
- Mantener cultura de alta colaboración.

Preparación de la implantación de TPM

Implantar el TPM implica generalmente un cambio de mentalidad, pero para conseguir el cambio de mentalidad que supone el TPM es importante partir de:

- Un conocimiento suficiente de la metodología del TPM.
- Una experiencia que ayude a afianzar la nueva forma de proceder.

El TPM implica la participación de TODOS, pero no a todos le cambia la vida como al operario. En niveles avanzados del TPM, el operario se vuelve responsable de la disponibilidad de los medios de producción. Esto quiere decir que se espera de él:

- Que realice operaciones básicas de mantenimiento preventivo.
- Que sea capaz de resolver averías sencillas en los equipos (mantenimiento correctivo básico).
- Que lleve a cabo una continua inspección de los equipos para predecir futuros problemas (apoyo al mantenimiento predictivo).

OEE

Desarrollado inicialmente en Japón como un indicador central TPM, el OEE mide el número de unidades correctamente producidas, la primera vez; en relación con las unidades que deberían producirse en el mismo periodo para una máquina específica o para una línea sincronizada. Así el OEE incorpora tres factores:

- Disponibilidad, el tiempo real disponible para producir en la máquina o línea.
- Rendimiento: velocidad real de operación de la máquina.
- Calidad: nivel de calidad real de las unidades producidas.

El OEE se calcula multiplicando estos tres factores: Disponibilidad x Rendimiento x Calidad. Cada factor se deduce como el porcentaje de tiempo o unidades como se muestra en la Figura 25:

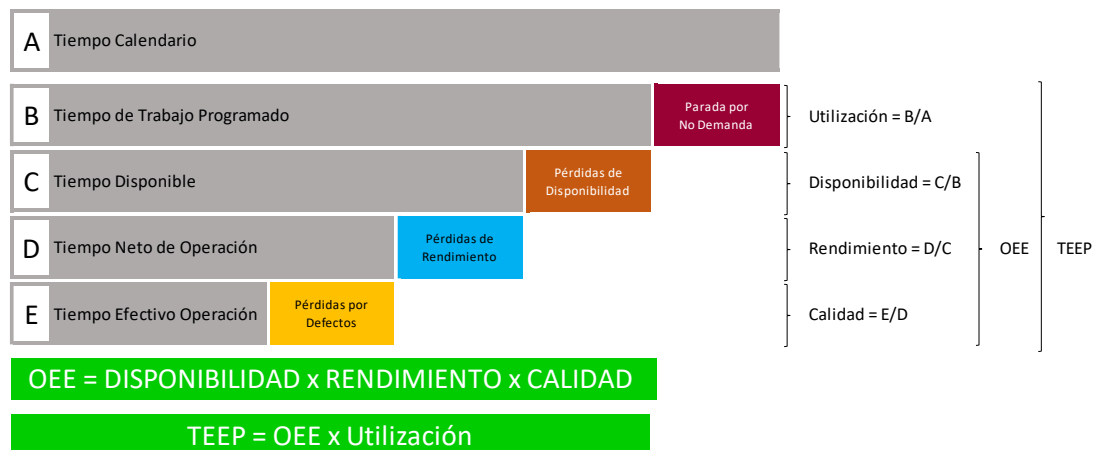


Figura 25: Cálculo OEE, por autor adaptado de Nakajima (1991)

Las pérdidas de disponibilidad implican que la planta no se encuentra en condiciones para producir de forma continua cuando es requerido. Configuración y ajustes, implican intervenciones de equipos planeadas que no permite de una producción continua, y se deben contabilizar las pérdidas generadas durante esa parada, ejecución y arranque. Falla de proceso se genera cuando hay una parada no planeada de planta por factores externos a Falla de Equipos como problemas de material y mala operación de equipos.

Mantenimiento Preventivo se considera una pérdida de disponibilidad solo si afecta el tiempo programado de producción.

Las pérdidas de rendimiento representan la producción no realizada por velocidad reducida de operación, debido a mal funcionamiento de equipos y anomalías.

Las pérdidas de calidad son los productos rechazados y reprocessados en etapas anteriores. Ver Figura 26:

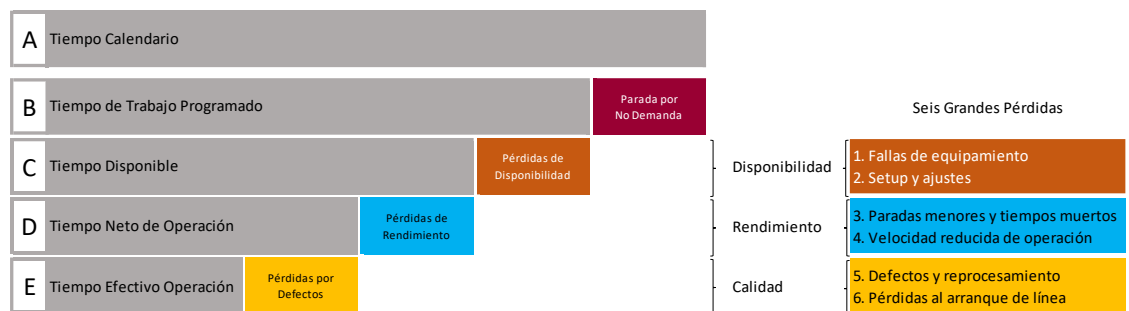


Figura 26: Pérdidas de efectividad, por autor adaptado de Nakajima (1991)

La OEE tiene una escala de clasificación (Hernández & Vizán, 2013), que permite calificar el nivel en que se encuentran la línea de producción o la máquina en estudio, la cual se presenta como:

< 65%: Inaceptable (baja competitividad)

De $\geq 65\%$ a < 75%: Regular (aceptable sólo si se está en proceso de mejora)

De $\geq 75\%$ a < 85%: Aceptable (competitividad ligeramente baja)

De $\geq 85\%$ a < 95%: Buenas (valores World Class)

$\geq 95\%$: Excelente (excelente competitividad)

2.4 Definición de términos básicos

Proceso: Según Hammer et al. (1993), es “un conjunto de actividades, interacciones y recursos con la finalidad común de transformar entradas en salidas que agreguen valor a los clientes”.

Mejora de Proceso: De acuerdo a Evans et al. (2008), “para mejorar en forma consistente la capacidad de crear valor, una empresa debe mejorar de manera continua sus procesos de creación de valor”.

Mejora Continua: Proceso de hacer mejoras incrementales, sin importar lo pequeñas que sean, alcanzando el objetivo de la gestión lean, de eliminar todo el desperdicio que añade coste sin añadir valor. Muestra habilidades individuales para trabajar de manera efectiva en pequeños grupos, resolviendo problemas, documentando y mejorando procesos, recolectando y analizando datos y auto dirigiéndose en un grupo de trabajo. (Jeffrey, 2010).

Sistema de Gestión: Según Ogalla (2005), es un “esquema general de procesos y procedimientos que se emplea para garantizar que la organización realice todas las tareas necesarias para alcanzar sus objetivos”.

Competitividad: De acuerdo a Calva (2007), “refiere una ventaja basada en el dominio por parte de una empresa de una característica, habilidad, recurso o conocimiento que incrementa su eficiencia y le permite diferenciarse de la competencia”.

Productividad: Es la rapidez con la que se realiza cualquier actividad, quehacer o trabajo; y no siempre es la velocidad de una transformación física, porque también

hay transformaciones mentales, que son intangibles, como se da en la creatividad del pensamiento y en lo espiritual. (López, 2012).

Eficiencia: Es el factor esencial de la productividad, la eficiencia mide el aprovechamiento o el desperdicio y energía, su objetivo es minimizar el desperdicio de los recursos materiales e intangibles, incluyendo el tiempo y el espacio. Cuando se habla de energía, es cualquier energía, incluyendo por supuesto a la mental o espiritual del pensamiento. (López, 2012).

Indicador: Los indicadores son, sustancialmente información utilizada para dar seguimiento y ajustar las acciones que un sistema, subsistema, o proceso, emprende para alcanzar el cumplimiento de sus misión, objetivos y metas. Un indicador como unidad de medida permite el monitoreo y evaluación de las variables clave de un sistema organizacional, mediante su comparación, en el tiempo, con referentes externos e internos. (Valle & Rivera, 2008).

Despilfarro: “Actividades que consumen tiempo, recursos y espacios, pero no contribuyen a satisfacer las necesidades del cliente. En japonés, muda” (Hernández & Vizán, 2013, pág. 159).

Mantenimiento preventivo: El mantenimiento preventivo es la reducción del número de paradas como consecuencia de averías imprevistas. En su planteamiento tradicional, el mantenimiento preventivo se basa en paradas programadas para realizar una inspección detallada de fallos posteriores. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 163).

Mantenimiento Productivo Total (TPM): TPM tiene como objetivo la maximización de la efectividad del equipo, a través de formación de pequeños equipos y actividades autónomas al involucrar a todos en todos los departamentos y de todos los niveles. TPM incluye actividades como sistema de mantenimiento,

educación básica en orden y limpieza, habilidades de solución de problemas y actividades para lograr cero paros y lugar de trabajo libre de accidentes. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 163).

Efectividad Global de Equipos (OEE): Indicador de Eficiencia Global de Equipos (Overall Equipment Efficiency), que engloba todas las pérdidas que pueden tener un equipo y permite priorizar las acciones de mejora. OEE se obtiene multiplicando los coeficientes de disponibilidad, eficiencia y calidad posteriores. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 164).

2.5 Fundamentos teóricos que sustentan la hipótesis

Las bases teóricas para la Aplicación de Lean Manufacturing para Mejorar Eficiencia de Línea de Embotellado en una Industria Vitivinícola son (ver Figura 27):

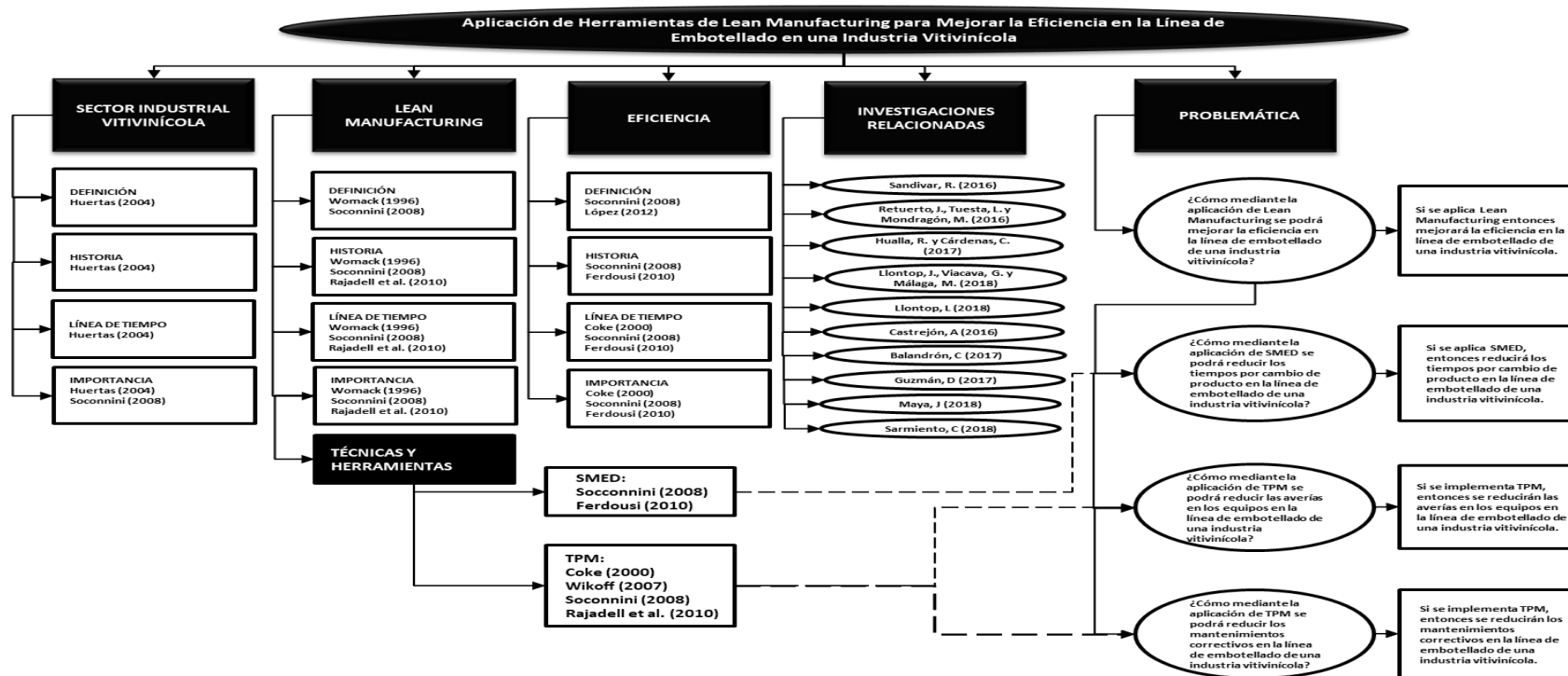


Figura 27: Mapa Conceptual, por autor

2.6 Hipótesis

2.6.1 Hipótesis General

Si se aplica Lean Manufacturing entonces mejorará la eficiencia en la línea de embotellado de una industria vitivinícola

2.6.2 Hipótesis Específicas

- a) Si se aplica SMED, entonces reducirá los tiempos por cambios de producto en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.
- b) Si se implementa TPM, entonces se reducirán las averías en los equipos en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.
- c) Si se implementa TPM, entonces reducirán los mantenimientos correctivos en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.

2.7 Variables

A continuación, se muestran variables independientes, dependientes e indicadores:

✓ **Independientes**

- SMED
- TPM (Mejoras Enfocadas)
- TPM (Mantenimiento Planificado)

✓ **Dependientes**

- Reducción de tiempos en cambios de producto
- Reducción de averías en los equipos
- Reducción de mantenimientos correctivos

✓ **Indicadores**

- % Reducción de paros por cambios de producto
- % Reducción de paros por avería
- % Reducción de paros por mantenimiento correctivos

✓ **Matriz de operacionalización**

En el Anexo 04 se visualiza la matriz de operacionalización que se aplicará para el presente trabajo. Las variables que se muestra en el estudio, permiten trasladar el marco metodológico en un plan de acción, el cual explica el método que se aplicará en cada variable para ser medida y revisada.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque, tipo, método y diseño de la investigación

✓ Enfoque de la investigación

El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos brincar o eludir pasos. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 5).

Por lo tanto, este enfoque empleado es para desarrollo de la investigación cuantitativa, para probar las hipótesis con base a medición numérica.

✓ Tipo de la investigación

Según Zorrilla (1993, pág. 43), la investigación se clasifica en cuatro tipos: básica, aplicada, documental, de campo o mixta.

Básica y Aplicada: La básica denominada también pura o fundamental, busca el progreso científico, acrecentar los conocimientos teóricos, sin interesarse directamente en sus posibles aplicaciones o consecuencias prácticas.

Documental, De campo o Mixta: La investigación documental es aquella que se realiza a través de la consulta de. La de campo o investigación directa es la que se efectúa en el lugar y tiempo en que ocurren los fenómenos objeto de estudio. La investigación mixta es aquella que participa la naturaleza de la investigación documental y de la investigación de campo.

Por lo tanto, es una investigación aplicada para fines concretos y obtener nuevos conocimientos técnicos con aplicaciones inmediatas a los problemas presentados.

✓ Método de la investigación

Visualizar el alcance que tendrá nuestra investigación es importante para establecer los límites conceptuales y metodológicos. Dentro de los alcances de las investigaciones cuantitativas tenemos las exploratorias, descriptivas, correlacionales y explicativas; las cuales comprenden:

- Exploratorios
- Descriptivos
- Correlacionales
- Explicativos

Como indica Hernández et. al (2014) , “una vez que se tiene la idea centralizada en la investigación; el científico, estudiante o experto ha indagado en el tema y

eligió el enfoque cuantitativo, ya se encuentra apto para poder plantear soluciones al problema de la investigación”.

De acuerdo con el autor el método es Explicativo, basado en investigar la causas y efectos que originan deficiencias en la línea de embotellado para la industria vitivinícola, buscando alternativas de solución para resolver los problemas.

✓ **Diseño de la investigación**

Se hizo la manipulación deliberada de la variable independiente que actúa como causas para determinar sus efectos sobre la variable dependiente dentro de un parámetro de control por parte del investigador. La esencia de esta investigación fue la manipulación intencional que se hizo a la variable independiente. (Pino, 2013).

Para Montgomery (2004), “en el diseño experimental existen tres tipos de diseños: pre experimental, puros y cuasi experimental”.

Siendo este trabajo de investigación que utiliza un diseño experimental del tipo cuasiexperimental, para poder actuar ante el problema con el objetivo de solucionarla.

La investigación será de nivel de constatar la hipótesis causal, de tal manera que demostrará si la aplicación de la variable independiente ha causado cambios importantes en una variable dependiente. Utiliza las series de tiempos, que tiene el siguiente esquema:

Series de tiempo: O1 O2 O3 X O4 O5 O6

Donde:

O: Observación o resultado de variable dependiente

X: Aplicación de la variable independiente

3.2 Población y muestra

✓ Población

De acuerdo a Hernández et al. (2014) es un “conjunto de datos, individuos etc., que comparten determinadas características y sobre los cuales se van a generalizar los resultados de la investigación”.

Tomaremos los datos de la línea de embotellado de la industria vitivinícola en estudio, ubicada en la Av. Andrés Bózari N° 310, en la ciudad de Chíncha Alta. Los meses de mediciones con que se contará los resultados de los indicadores de gestión, estarán contabilizados desde enero 2017 hasta diciembre 2019.

✓ Muestra

Es una parte de la población que se extrae para fines de estudio. La extracción de la muestra se llama Muestreo. Un tamaño de muestra bien calculado y un muestreo bien realizado, representan adecuadamente a la población. Cuando los procedimientos son erróneos la muestra se denomina errada o sesgada.

En el diseño de una muestra se debe procurar que la variabilidad de la muestra sea análoga a la variabilidad del universo, al menos en los aspectos que se desea investigar. (Ynoub, 2015).

La muestra está comprendida por los resultados de los años 2017 al 2019; esta cantidad será obtenido a partir de la fórmula siguiente:

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

donde,

n = Muestra

z = Nivel de Confianza: 90%

p = Probabilidad de éxito: 50%

q = Probabilidad de fracaso: 50%

e = Nivel de error: 10%

N = Población (Ñaupas, 2014)

Primera Hipótesis

- **Población**

La población pre test está representada por 30 órdenes de producción, indicador de reducción de tiempos de cambio de producto, previo a la aplicación SMED.

La población post test está representada por 30 órdenes de producción, indicador de reducción de tiempos de cambio de producto, después a la aplicación SMED.

- **Muestra**

Se utilizó el método probabilístico para definir la cantidad de muestras de la variable pre test y N=30. Empleando la fórmula presentada y reemplazando datos:

$$n = \frac{30 * 1.65^2 * 0.5 * 0.5}{(30 - 1) * 0.10^2 + 1.65^2 * 0.5 * 0.5} = 21.03$$

La muestra pre test, indicador de reducción de tiempos de cambio de producto es de 21 veces o ciclo en el mes de enero 2019, previo a la aplicación SMED; datos similares y comparativos a los meses de enero 2017 a diciembre 2018.

Se utilizó el método probabilístico para definir la cantidad de muestras de la variable post test y N=30. Empleando la fórmula presentada y reemplazando datos:

$$n = \frac{30 * 1.65^2 * 0.5 * 0.5}{(30 - 1) * 0.10^2 + 1.65^2 * 0.5 * 0.5} = 21.03$$

La muestra post test, indicador de reducción de tiempos de cambio de producto es de 21 veces o ciclo en el mes de marzo 2019, después de la aplicación SMED; datos similares y comparativos de los meses de mejora en el año 2019.

Segunda Hipótesis

- **Población**

La población pre test está representada por 15 órdenes de indicador de reducción de averías en los equipos antes de la implementación TPM de enero a diciembre 2018.

La población post test está representada por 15 órdenes de indicador de reducción de averías en los después de la implementación TPM de enero a diciembre 2019.

- **Muestra**

Se utilizó el método probabilístico para definir la cantidad de muestras de la variable pre test y N=15. Empleando la fórmula presentada y reemplazando datos:

$$n = \frac{15 * 1.65^2 * 0.5 * 0.5}{(15 - 1) * 0.10^2 + 1.65^2 * 0.5 * 0.5} = 12.44$$

La muestra pre test es de 12 órdenes de indicador de reducción de averías en los equipos antes de la implementación TPM de enero a diciembre 2018.

Se utilizó el método probabilístico para definir la cantidad de muestras de la variable post test y N=15. Empleando la fórmula presentada y reemplazando datos:

$$n = \frac{15 * 1.65^2 * 0.5 * 0.5}{(15 - 1) * 0.10^2 + 1.65^2 * 0.5 * 0.5} = 12.44$$

La muestra post test es de 12 órdenes de indicador de reducción de averías en los después de la implementación TPM de enero a diciembre 2019.

Tercera Hipótesis

- **Población**

La población pre test está representado por 160 órdenes de trabajo, indicador de reducción de mantenimientos correctivos, antes de la implementación TPM, por los meses de enero a diciembre 2018.

La población post test está representado por 160 órdenes de trabajo, indicador de reducción de mantenimientos correctivos, después de la implementación TPM, por los meses de enero a diciembre 2019.

- **Muestra**

Se utilizó el método probabilístico para definir la cantidad de muestras de la variable pre test y N=160. Empleando la fórmula presentada y reemplazando datos:

$$n = \frac{160 * 1.65^2 * 0.5 * 0.5}{(160 - 1) * 0.10^2 + 1.65^2 * 0.5 * 0.5} = 48.05$$

La muestra pre test, indicador de reducción de mantenimientos correctivos, antes de la implementación TPM es 48 por los meses de enero a diciembre 2018.

Se utilizó el método probabilístico para definir la cantidad de muestras de la variable pre test y N=160. Empleando la fórmula presentada y reemplazando datos:

$$n = \frac{160 * 1.65^2 * 0.5 * 0.5}{(160 - 1) * 0.10^2 + 1.65^2 * 0.5 * 0.5} = 48.05$$

La muestra post test, indicador de reducción de mantenimientos correctivos, después de la implementación TPM es 48 por los meses de enero a diciembre 2019.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

A continuación, se muestran las técnicas a emplear, así como los instrumentos para cada una de ellas (ver Tabla 4):

Tabla 4:
Técnicas e instrumentos

Variable dependiente	Indicador	Técnicas a emplear	Instrumentos a utilizar
Reducción de tiempos en cambios de producto	% Reducción de paros por cambios de producto	Registro de información	Cronómetro, reloj medidor lineal de la máquina
		Observación directa	Registro de observación sobre paradas por cambio de producto
		Lista de Verificación	Revisión de datos, libreta de apuntes, formatos Excel para analizar datos de cambio de producto
Reducción de averías en los equipos	% Reducción de paros por averías	Registro de información	Cronómetro, reloj medidor lineal de la máquina, tiempos de pérdidas
		Observación directa	Registro de observación sobre paradas por averías
		Lista de Verificación	Revisión de datos, libreta de apuntes, formatos Excel para analizar datos de paros por averías
Reducción de mantenimientos correctivos	% Reducción de paros por mantenimientos correctivos	Registro de información	Cronómetro, reloj medidor lineal de la máquina, tiempos de pérdidas
		Observación directa	Registro de observación sobre reducción de mantenimientos
		Lista de Verificación	Revisión de datos, libreta de apuntes, formatos Excel para analizar datos de paros por mantenimientos

Fuente: Elaboración propia

✓ Técnicas e instrumentos

Técnicas

- Registros de información: nos proporciona información de toma de tiempos de ciclo en la línea de embotellado, para identificar o halla los problemas para mejorar la eficiencia, paradas, otros.

- Observaciones directas: es una observación exploratoria.
- Listas de verificación: se utilizó para recopilar datos de movimientos durante todos los procesos de embotellado, con la finalidad de analizar, controlar, comparar y evaluar la producción y su variación pre y post test del estudio.

Instrumentos

Los instrumentos de recolección de datos se estarán mostrando: fichas de recolección, fichas de identificación de procesos, registros detallados y claros en los puntos de monitoreo y control, considerando los aspectos más significativos para los análisis, todos registrado en el programa Excel.

✓ Criterio de validez y confiabilidad del instrumento

La confiabilidad de la recolección de información fue dada en base a la revisión de datos registrados en el programa Excel, el cual cuenta con licencia respectiva de uso.

3.4 Descripción de procedimientos de análisis

El procesamiento y análisis de datos se realizarán de la siguiente manera:

1. Se observarán los procesos en las líneas de embotellado.
2. Se construirá una matriz de datos y se calculará la confiabilidad.
3. Se probarán las distribuciones de datos.
4. Se verificarán las hipótesis, a través de los análisis inferenciales.
5. Se examinarán los resultados.

Ver Tabla 5:

Tabla 5:
Matriz de Análisis de Datos

Variable Dependiente	Indicador	Escala de medición	Estadísticos descriptivos	Análisis inferencial
Reducción de tiempos en cambios de producto	% Reducción de paros por cambios de producto	Escala de Proporción	Media Varianzas	Prueba Paramétrica (t-Student)
Reducción de averías en los equipos	% Reducción de paros por averías	Escala de Proporción	Media Varianzas	Prueba Paramétrica (t-Student)
Reducción de mantenimientos correctivos	% Reducción de paros por mantenimientos correctivos	Escala de Proporción	Media Varianzas	Prueba Paramétrica (t-Student)

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Resultados

En este capítulo se presentan los resultados y la aplicación de la teoría para mejorar la eficiencia de la línea de embotellado de esta investigación, fruto de la necesidad de cambios y mejoras en los procesos, tiempos de cambios y mantenimientos de equipos. La data fue procesada y analizada, tomando en cuenta la estadística descriptiva con la finalidad de determinar las características y comportamiento de los datos; así como la estadística inferencial, para obtener conclusiones útiles para hacer deducciones sobre una totalidad, basándonos en la información numérica de la muestra.

Objetivo General:

Aplicar Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia en la línea de embotellado de una industria vitivinícola

Objetivo Específico 01: Aplicar SMED para reducir los tiempos por cambio de producto en la línea de embotellado de una industria vitivinícola

En la Tabla 6 se expone el objetivo 01, hipótesis 01 y Variable Dependiente 01. Para este primer objetivo, se identificaron las causas raíces de los tiempos por cambio de producto en la línea de embotellado antes de aplicar SMED; y se presentaron alternativas de solución en el post test, lográndose el objetivo de reducción de tiempos de cambios de producto.

Tabla 6:
Relación Objetivo, Hipótesis y Variable Dependiente 01

Objetivo Específico 01	Hipótesis Específica 01	Variable Dependiente 01
Aplicar SMED para reducir los tiempos por cambio de producto en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.	Si se aplica SMED, entonces reducirá los tiempos por cambio de producto en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.	Reducción de tiempos en cambios de producto

Fuente: Elaboración propia

Situación Pre Test – OE 01

Se recopila información y se muestran en la Tabla 7 el periodo antes de la aplicación SMED, y en la Tabla 8, los datos estadísticos descriptivos:

Tabla 7:
Datos antes de SMED, Pre Test 2019

Nº Ciclo	Método pre SMED						
1 al 7	72.10	71.61	83.29	61.29	79.32	73.04	65.62
8 al 14	71.10	72.61	72.29	60.79	79.42	71.14	74.92
15 al 21	62.10	71.62	73.22	71.74	69.35	73.06	65.67

Fuente: B&V Tabernero S.A.C.
Elaboración: Propia

Tabla 8:
Métricas estadísticas antes de SMED, Pre Test 2019

Descriptivos		Estadísticos		Desv. Error
Reducción de tiempos en cambios - Antes SMED 2019	Media		71.2286	1.24778
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	68.6258	
		Límite superior	73.8314	
	Media recortada al 5%		71.146	
	Mediana		71.74	
	Varianza		32.696	
	Desv. Desviación		5.71804	
	Mínimo		60.79	
	Máximo		83.29	
	Rango		22.5	
	Rango intercuartil		5.63	
	Asimetría		-0.055	0.501
	Curtosis		0.212	0.972

Fuente: B&V Tabernero S.A.C.
Elaboración: Propia

Los resultados de la prueba de Normalidad se muestran en la Tabla 9:

Tabla 9:
Prueba de normalidad antes de SMED, Pre Test 2019

Antes SMED 2019	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	0.205	21	0.021	0.932	21	0.149

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: B&V Tabernero S.A.C.
Elaboración: Propia

Situación Post Test – OE 01

Para llegar al éxito de la aplicación SMED en la línea de embotellado de esta industria vitivinícola, se utilizó la siguiente metodología para reducir los tiempos de cambio o paro:

- Obtener apoyo por parte de la Dirección y Gerencia de Producción.
- Realizar los diagnósticos para determinar las máquinas con mayor tiempo de paro.
- Sensibilizar el cambio.

- Capacitar al personal sobre SMED y su técnica.
- Aplicar SMED en la máquina con mayor tiempo de paro.

Obtener apoyo por parte de la Dirección y Gerencia de Producción

Obtener el apoyo de la empresa para el desarrollo de esta mejora no fue complicado, debido a la necesidad de reducir los paros en la línea de embotellado. Los apoyos obtenidos fueron:

- Económico: La empresa aportó en renovación de herramientas y accesorios necesarios.
- Personal: Este apoyo fue proporcionado por Gerente de Producción y facilitador de apoyo al proceso, para retroalimentar la información necesaria para implementar SMED en todo momento.
- Participación: La participación del Directorio, como el Gerente de Producción y del facilitador de apoyo al proceso, hizo posible la existencia de una mayor motivación por parte de los trabajadores a querer involucrarse en la realización de la implementación SMED.

Realizar los diagnósticos para determinar las máquinas con mayor tiempo de paro

Realizando los diagnósticos para determinar las operaciones o máquinas con mayor tiempo de paro, permitieron tener un panorama amplio sobre la situación de la empresa del área de embotellado, estos son:

- Diagnóstico de la empresa, en la cual se graficó datos históricos del 2017 y el 2018 del porcentaje de pérdidas de eficiencia, datos consolidados de todos estos años, para determinar las operaciones o máquinas con mayor pérdida. En la Figura 28 y Figura 29 se indican los Diagrama de Pareto donde se hallaron las mayores pérdidas.

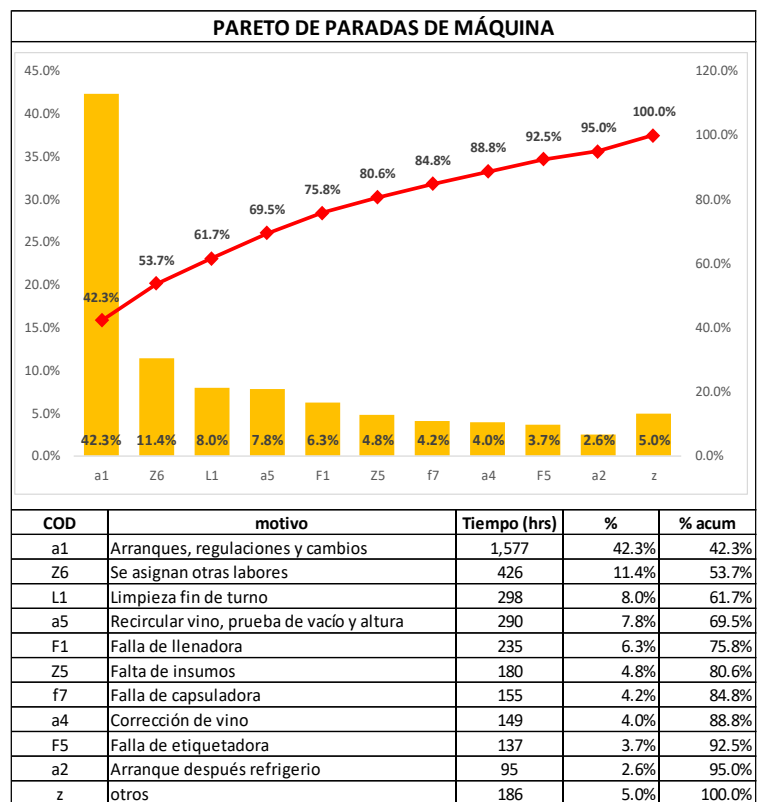


Figura 28: Porcentaje de Paradas de Máquina del 2017, por autor

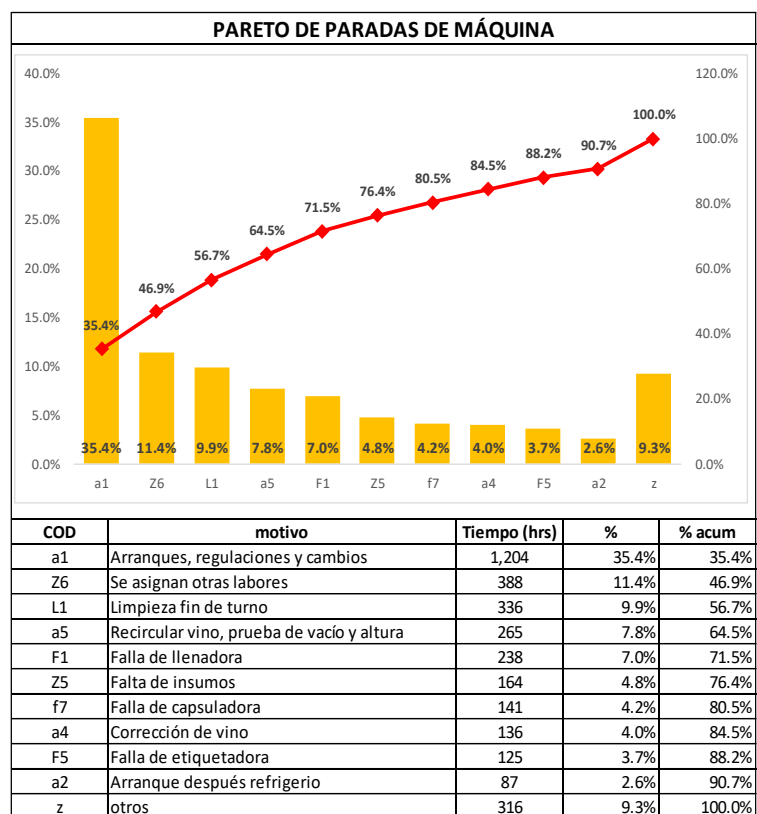


Figura 29: Porcentaje de Paradas de Máquina del 2018, por autor

- Diagnóstico de las operaciones o máquinas para conocer las causas de paro, mediante el análisis de datos históricos, los resultados señalaron que los arranques, regulaciones y cambios de los productos y sanitización como la principal causa de paro.

Sensibilizar el cambio

La sensibilización e involucramiento de los trabajadores para la aceptación y aplicación del SMED, se logró mediante la inducción que se impartió, mediante charlas y proyección de material enfocados hacia el trabajo en equipo. Bien recibida la inducción, se logró romper la resistencia al cambio, dejando el terreno fértil para su aplicación.

Capacitar al personal sobre SMED y su técnica

Destinadas 2 horas a la semana para la capacitación de los trabajadores. Durante la capacitación se dio la oportunidad de contar todas las preguntas y dudas relacionadas con la aplicación del tema.

Aplicar SMED en la máquina con mayor tiempo de paro

La aplicación de las 4 etapas SMED en las operaciones con la máquina llenadora, permitió obtener resultados favorables al reducir considerablemente el paro por cambio de formatos operaciones de cambio de formato y sanitización.

Lo que se realizó en cada etapa se describe:

Etapas preliminares:

No hay distinción entre las operaciones internas y externas, se realizó un análisis detallado del cambio de formatos en la máquina llenadora en donde se identificaron 32 operaciones, hasta el momento todas consideradas internas y en su totalidad

realizadas por el operador llenador. Estas 32 operaciones se cronometraron, dando como resultado que el tiempo promedio por cambio de formatos fuera de 1 h 8 min 10 s (68.166 min).

Primera etapa:

Separación de la preparación interna y externa, se determinaron qué operaciones de las 32 detectadas en la etapa preliminar podían hacerse con la máquina parada (interna) y cuáles con la máquina funcionando (externas).

La Tabla 10 muestra la segregación de las operaciones para el cambio de la máquina llenadora. En esta tabla también se muestran que hay 2 personas involucradas en la realización de las 32 operaciones. El auxiliar operativo que apoya la realización de las tareas 1, 3, 8, 10, 11, 15, 16, 19, 20, 21, 25, 26 y 27 para el cambio de formatos, dado que no afecta sus actividades diarias; el operador llenador las demás tareas. Con este ajuste se bajó el tiempo de 1 h 12 min 6 s (72.100 min) a 58 min 20 s (58.333 min).

Tabla 10:
Segregación de operaciones para el cambio de llenadora

N°	Operaciones	Interna	Externa	Tiempo (hh:mm:ss)	Ejecutor
1	Recolección de formatos llenadora		✓	0:00:00	Operador Auxiliar
2	Vaciar bebida de la taza y tubería (Sanitización)	✓		0:04:00	Operador Llenador
3	Subir taza de llenadora	✓		0:02:00	Operador Auxiliar
4	Vaciar tolva alimentadora		✓	0:01:30	Operador Llenador
5	Retirar estrella de entrada		✓	0:00:15	Operador Llenador
6	Retirar mesa de transferencia Segmento 1	✓		0:02:00	Operador Llenador
7	Retirar mesa de transferencia Segmento 2	✓		0:02:00	Operador Llenador
8	Subir encorchadora	✓		0:01:30	Operador Auxiliar
9	Retirar guía de enjuague 1		✓	0:00:10	Operador Llenador
10	Retirar guía de enjuague 2		✓	0:00:10	Operador Auxiliar
11	Retirar guía de entrada a llenadora		✓	0:00:10	Operador Auxiliar
12	Retirar guía bipartida Segmento 1	✓		0:03:00	Operador Llenador
13	Retirar guía bipartida Segmento 2	✓		0:03:00	Operador Llenador
14	Retirar estrella de salida	✓		0:02:00	Operador Llenador
15	Retirar guía de salida de encorchadora		✓	0:00:10	Operador Auxiliar
16	Colocar estrella de entrada		✓	0:00:15	Operador Auxiliar
17	Colocar mesa de transferencia Segmento 1	✓		0:02:00	Operador Llenador
18	Colocar mesa de transferencia Segmento 2	✓		0:02:00	Operador Llenador
19	Colocar guía de enjuague 1		✓	0:00:10	Operador Auxiliar
20	Colocar guía de enjuague 2		✓	0:00:10	Operador Auxiliar
21	Colocar guía de entrada a llenadora		✓	0:00:10	Operador Auxiliar
22	Colocar guía bipartida Segmento 1	✓		0:03:00	Operador Llenador
23	Colocar guía bipartida Segmento 2	✓		0:03:00	Operador Llenador
24	Colocar estrella de salida	✓		0:02:00	Operador Llenador
25	Colocar guía de salida de encorchadora		✓	0:00:10	Operador Auxiliar
26	Bajar taza de llenadora	✓		0:02:00	Operador Auxiliar
27	Bajar encorchadora	✓		0:01:30	Operador Auxiliar
28	Retirar tubos de venteo (tubos de llenado)	✓		0:08:00	Operador Llenador
29	Colocar tubos de venteo	✓		0:08:00	Operador Llenador
30	Recargar tolva alimentadora		✓	0:00:20	Operador Llenador
31	Conectar bomba a máquina llenadora	✓		0:02:00	Operador Llenador
32	Medir nivel de llenado	✓		0:01:40	Operador Llenador
Tiempo de paro por operación interna			0:58:20		

Fuente: B&V Tabernero S.A.C.

Elaboración: Propia

Es importante mencionar que para asegurar que las operaciones externas se realicen en la forma establecida (ver Figura 30), se propuso al Gerente de Producción, hacer uso de:

- Una mesa de comprobación.
- Una lista de comprobación.



Figura 30: Situación evaluación mejoras de cambios, por autor

Segunda etapa:

Convertir de las operaciones internas a externas, con la ayuda de un relevo o facilitador, se logró identificar 2 de las 19 operaciones internas realizadas para el cambio de formatos, que podían ser convertidas en operaciones externas (tareas 2 y 31) indicadas en la Tabla 11. Con estos cambios el tiempo bajó de 58 min 20 s (58.333 min) a 52 min 20 s (52.333 min).

Tabla 11:

Conversión de operaciones en externas para reducción de tiempo de paro

N°	Operaciones	Interna	Externa	Tiempo (hh:mm:ss)	Ejecutor
.					
2	Vaciar bebida de la taza y tubería (Sanitización)		✓	0:00:00	Relevo
.					
.					
.					
31	Conectar bomba a máquina llenadora		✓	0:00:00	Relevo
.					
Tiempo de paro por operación interna			0:52:20		

Fuente: B&V Tabernero S.A.C.

Elaboración: Propia

Tercera etapa: Al optimizar todas las operaciones de cambio, se observa con más detalle algunas tareas internas, con la finalidad de perfeccionar la forma en las que se realizaban. Esta observación permitió identificar lo siguiente:

- Las operaciones internas 14 y 24 “retirar y colocar la estrella de salida de la máquina llenadora”, tendrán que ser reducidas, realizando ajustes en formatos.
- Las operaciones 6, 7, 17 y 18 “retirar y colocar los dos segmentos de mesas de transferencia”, tendrán que modificar el anclaje funcional de dispositivos para ser reducidas.
- Las operaciones 12, 13, 22 y 23 “retirar y colocar los dos segmentos de guías bipartidas”, también tendrán que ser reducidas al realizar modificación en el anclaje funcional de dispositivos.

Adicionalmente a la mejora mencionada, se hicieron las propuestas siguientes:

- Para las operaciones 6, 7, 17 y 18 se propone utilizar un dispositivo de conexión rápida, la cual sustituirá ajustes que se desarrollan a través de apretar tuercas, las cuales reemplazan a las llaves utilizadas.
- Para las operaciones 12, 13, 22 y 23, se propuso reducir el número de tornillos que tenían que ser ajustados para colocar los segmentos de guía bipartida, en los cuales se tienen que ajustar 6 tornillos. Con la ayuda del personal de mantenimiento se logró que solo se apretaran 4 tornillos, sino perdería estabilidad en el montaje de la pieza.
- Para las operaciones 29 y 30, se realizó la propuesta de trabajo en paralelo del auxiliar operador con el operador de la llenadora; así se lograría reducir el tiempo que se usa para desmontar y montar tubos de venteo para la máquina llenadora.

Con estos ajustes se redujo el tiempo de 52 min 20 s (52.333 min) a 23 min 54 s (23.900 min).

Se estableció métodos de trabajo cómodos y seguros, reduciendo los tiempos en procesos (ver Figura 31).



Figura 31: Situación mejoras de cambios con SMED, por autor

Después de implementar SMED se compararon los tiempos de preparación o cambio del método actual con método propuesto. Para esto se realizaron tomas de tiempo con el método propuesto, en consideración de siete ciclos para que la toma de tiempos tenga validez estadística. En la Figura 32 se observan resultados obtenidos después de aplicar SMED.

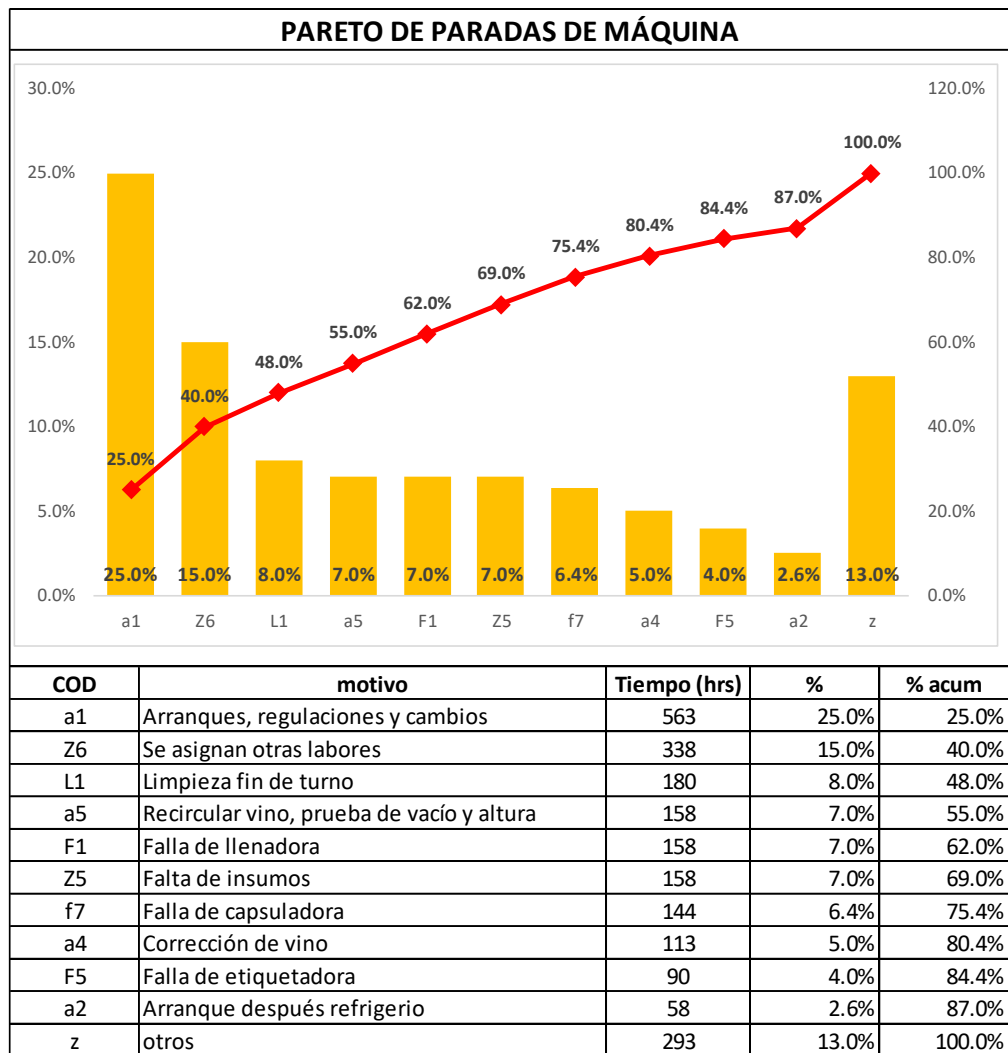


Figura 32: Porcentaje de Paradas de Máquina del 2019, por autor

Aplicada la herramienta, se muestran en la Tabla 12 en el periodo después de la aplicación del SMED, y los datos estadísticos descriptivos se muestran en la Tabla 13:

Tabla 12:
Datos después de SMED, Post Test 2019

N° Ciclo	Método Post SMED						
1 al 7	23.90	23.26	23.00	23.44	23.78	22.31	24.32
8 al 14	23.49	23.44	23.02	23.48	23.78	21.11	23.31
15 al 21	23.39	23.16	23.00	23.42	22.38	22.31	22.32

Fuente: B&V Taberero S.A.C.
Elaboración: Propia

Tabla 13:
Métricas estadísticas después de SMED, Post Test 2019

		Descriptivos		
		Estadísticos	Desv. Error	
Reducción de tiempos en cambios - Después SMED 2019	Media	23.1248	0.15576	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	22.7999	
		Límite superior	23.4497	
	Media recortada al 5%	23.1682		
	Mediana	23.3100		
	Varianza	0.509		
	Desv. Desviación	0.71377		
	Mínimo	21.11		
	Máximo	24.32		
	Rango	3.21		
	Rango intercuartil	0.80		
	Asimetría	-1.102	0.501	
	Curtosis	1.937	0.972	

Fuente: B&V Taberero S.A.C.
Elaboración: Propia

Los resultados de la prueba de Normalidad se muestran en la Tabla 14:

Tabla 14:
Prueba de normalidad después de SMED, Post Test 2019

Pruebas de normalidad						
Después SMED 2019	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	0.193	21	0.041	0.910	21	0.055

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: B&V Taberero S.A.C.
Elaboración: Propia

En la Tabla 15 y Figura 33, se muestran los tiempos de preparación o cambios de ambos métodos de trabajo. Se observa que después de aplicar SMED, el tiempo de preparación se redujo en 48.10 minutos por ciclo en promedio.

Tabla 15:

Comparativo de tiempos de cambios Pre vs. Post SMED

N° Ciclo	Método pre	Método post	N° Ciclo	Método pre	Método post	N° Ciclo	Método pre	Método post
1	72.10	23.90	8	71.10	23.49	15	62.10	23.39
2	71.61	23.26	9	72.61	23.44	16	71.62	23.16
3	83.29	23.00	10	72.29	23.02	17	73.22	23.00
4	71.79	23.44	11	60.79	23.48	18	71.74	23.42
5	69.32	23.78	12	79.42	23.78	19	69.35	22.38
6	73.04	22.31	13	71.14	21.11	20	73.06	22.31
7	65.62	24.32	14	74.92	23.31	21	65.67	22.32
Promedio	71.23	23.12						

Fuente: B&V Taberero S.A.C.

Elaboración: Propia

Método pre	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4	Ensayo 5	Ensayo 6	Ensayo 7	Ensayo 8	Método post
72.10	52.10	52.10	42.50	42.10	42.50	32.50	32.50	26.50	23.90
71.61	45.90	45.90	50.90	45.90	40.90	30.90	30.90	26.90	23.26
83.29	52.90	52.90	49.70	42.90	39.70	29.70	29.70	26.70	23.00
61.79	55.20	55.20	52.60	45.20	32.60	32.60	32.60	25.60	23.44
79.32	51.60	51.60	52.30	41.60	32.30	32.30	32.30	25.30	23.78
73.04	49.20	49.20	51.20	39.20	31.20	31.20	31.20	25.20	22.31
65.62	44.80	44.80	48.90	34.80	38.90	28.90	28.90	25.90	24.32
71.10	54.60	54.60	52.10	44.60	42.50	34.60	24.60	25.60	23.49
72.61	55.10	55.10	45.90	45.10	40.90	35.10	25.10	25.50	23.44
72.29	50.20	50.20	52.90	40.20	39.70	30.20	30.20	24.80	23.02
60.79	50.60	50.60	55.20	40.60	32.60	30.60	25.60	24.60	23.48
79.42	49.50	49.50	51.60	39.50	32.30	39.50	25.50	24.50	23.78
71.14	44.80	44.80	49.20	34.80	31.20	34.80	24.80	24.80	21.11
74.92	44.50	44.50	44.80	34.50	38.90	34.50	24.50	24.50	23.31
62.10	42.50	52.10	54.60	42.50	32.50	32.50	26.50	23.50	23.39
71.62	50.90	45.90	55.10	40.90	30.90	30.90	26.90	24.90	23.16
73.22	49.70	52.90	50.20	39.70	29.70	29.70	26.70	23.70	23.00
71.74	52.60	55.20	50.60	32.60	32.60	32.60	25.60	23.60	23.42
69.35	52.30	51.60	49.50	32.30	32.30	32.30	25.30	23.30	22.38
73.06	51.20	49.20	44.80	31.20	31.20	31.20	25.20	23.20	22.31
65.67	48.90	44.80	44.50	38.90	28.90	28.90	25.90	23.90	22.32
DÍA	4/02/2019	9/02/2019	11/02/2019	16/02/2019	18/02/2019	25/02/2019	26/02/2019	27/02/2019	DÍA

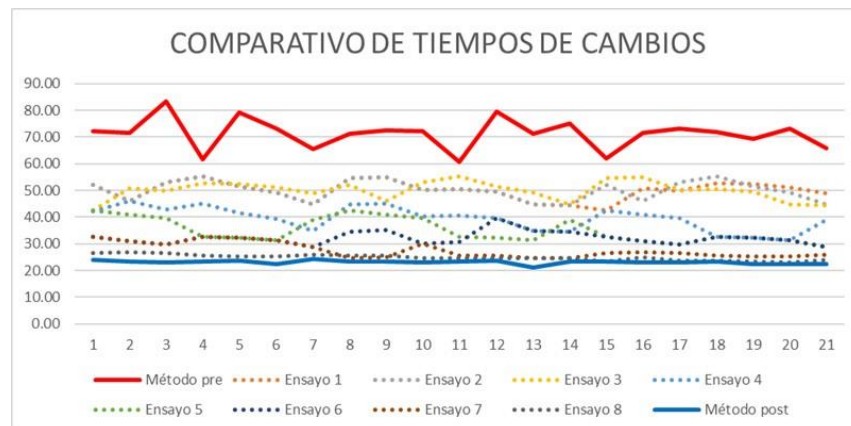


Figura 33: Comparativo de tiempos de cambios en minutos, por autor

El cambio ha sido significativo, producto de varios días de ensayo y analizando previamente los métodos de trabajo; también en los días posteriores, se presentaron ensayos a prueba de errores.

Objetivo Específico 02: Implementar TPM para reducir las averías de los equipos en la línea de embotellado de una industria vitivinícola

En la Tabla 16 se expone el objetivo 02, hipótesis 02 y Variable Dependiente 02. Para este segundo objetivo, se identificaron las causas raíces que reducirán las averías en los equipos en la línea de embotellado antes de implementar TPM; y se presentaron alternativas de solución en el post test, lográndose el objetivo de reducción las averías.

Tabla 16:
Relación Objetivo, Hipótesis y Variable Dependiente 02

Objetivo Específico 02	Hipótesis Específica 02	Variable Dependiente 02
Implementar TPM para reducir las averías en los equipos en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.	Si se implementa TPM, entonces se reducirán las averías en los equipos en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.	Reducción de averías en los equipos

Fuente: Elaboración propia

Situación Pre Test – OE 02

Identificada la causa raíz del problema de las Líneas de Embotellado, nos enfocamos en analizar las paradas por pérdidas por averías de los equipos en la empresa para estas líneas, mostrando los datos en Tabla 17 siguiente:

Tabla 17:
Datos antes de TPM – Pérdidas por averías en los equipos, periodo 2017-2018

	Periodo	OPI 2017	OPI 2018
Pérdidas por Averías en los equipos	Enero	36.12	20.66
	Febrero	62.05	13.56
	Marzo	15.33	15.19
	Abril	6.42	27.75
	Mayo	30.88	33.62
	Junio	42.69	52.96
	Julio	21.08	36.65
	Agosto	38.81	40.63
	Setiembre	36.12	34.80
	Octubre	8.60	10.07
	Noviembre	22.78	22.50
	Diciembre	41.39	40.45

Fuente: B&V Tabernero S.A.C.
Elaboración: Propia

Se recopila información y se muestran en la Tabla 18 el periodo antes de la aplicación TPM, y en la Tabla 19, los datos estadísticos descriptivos:

Tabla 18:

Datos antes de TPM – Reducción de averías, Pre Test 2018

	Periodo	OPI
Reducción de averías en los equipos 2018	Enero	20.66
	Febrero	13.56
	Marzo	15.19
	Abril	27.75
	Mayo	33.62
	Junio	52.96
	Julio	36.65
	Agosto	40.63
	Setiembre	34.80
	Octubre	10.07
	Noviembre	22.50
	Diciembre	40.45

Fuente: B&V Tabernero S.A.C.

Elaboración: Propia

Tabla 19:

Métricas estadísticas antes de TPM – Reducción de averías, Pre Test 2018

		Descriptivos		
		Estadísticos	Desv. Error	
Reducción de averías en los equipos 2018	Media	29.0700	3.74845	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	20.8197	
		Límite superior	37.3203	
	Media recortada al 5%	28.7983		
	Mediana	30.6850		
	Varianza	168.610		
	Desv. Desviación	12.98500		
	Mínimo	10.07		
	Máximo	52.96		
	Rango	42.89		
	Rango intercuartil	22.94		
	Asimetría	0.161	0.637	
	Curtosis	-0.722	1.232	

Fuente: B&V Tabernero S.A.C.

Elaboración: Propia

Los resultados de la prueba de Normalidad se muestran en la Tabla 24:

Tabla 20:

Prueba de normalidad antes de TPM – Reducción de averías, Pre Test 2018

Pruebas de normalidad						
OPI 2018	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	0.137	12	,200*	0.963	12	0.826

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: B&V Taberero S.A.C.

Elaboración: Propia

Situación Post Test – OE 02

Para lograr resultados el equipo TPM organiza todas sus actividades, basándose en el primer pilar de Mejoras Enfocadas; aprovechando toda la capacidad, conocimientos y deseos para mejorar el sistema.

El objetivo es aplicar la metodología en la empresa, buscando el óptimo funcionamiento de las máquinas y equipos, y alargando su vida útil.

Los trabajadores son agrupados en equipos, registrándose para formalizar la importancia de las actividades TPM que se desarrollará con frecuencia y liderados por departamentos.

Paso 1: Selección del tema en estudio

Implementar TPM para reducir las averías de los equipos.

Paso 2: Estructura del proyecto

Implementarlo por el equipo tomará 3 meses aproximadamente, por lo que es imperativo priorizar las pérdidas significativas. Las prioridades estarán representadas por el grado de importancia estratégica de la Alta Dirección. Entre ellas se encuentra la de mejorar la eficiencia de la línea de embotellado para el año 2019.

Paso 3: Situación actual

Para ello, a través de este pilar se desglosan las pérdidas de donde se extraerán los planes de acción para cada línea. Además, se realizan para analizar las fallas y tomar acciones inmediatas ante la solución de los problemas que se requieran.

Si se consigue eliminar cada una de las pérdidas de la línea de embotellado, se conseguirá un indicador que representará la pérdida, con la sigla OPI (One Performance Indicator =

MTBF x MTTR). A partir de la Figura 34, Figura 35 y Figura 36, se muestra el despliegue de las averías:

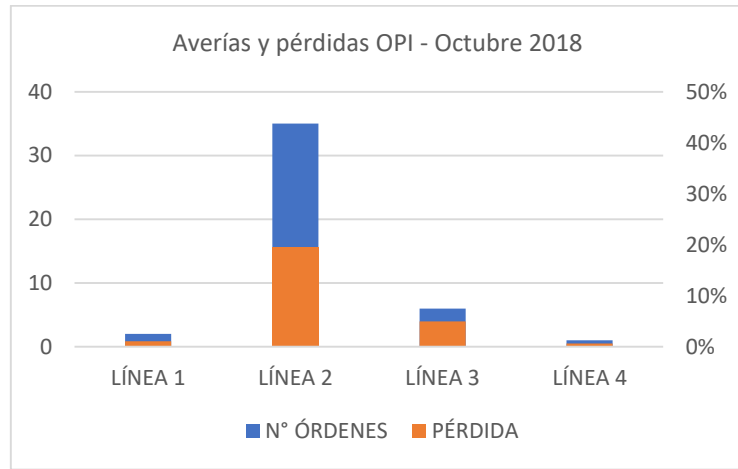


Figura 34: Averías y pérdidas OPI de líneas de embotellado octubre 2018, por autor

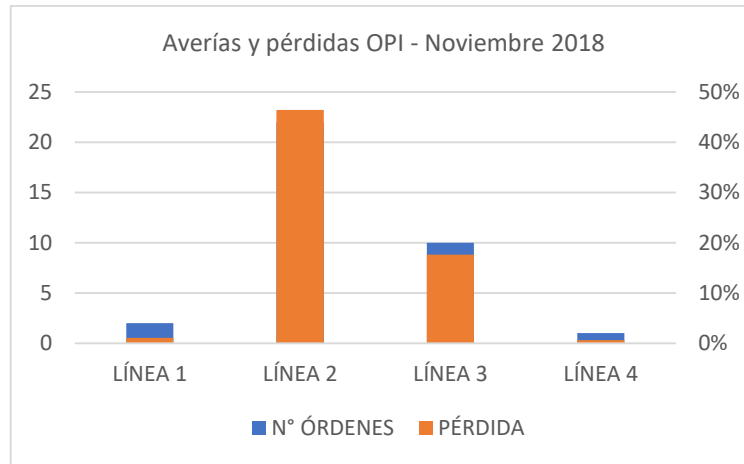


Figura 35: Averías y pérdidas OPI de líneas de embotellado noviembre 2018, por autor

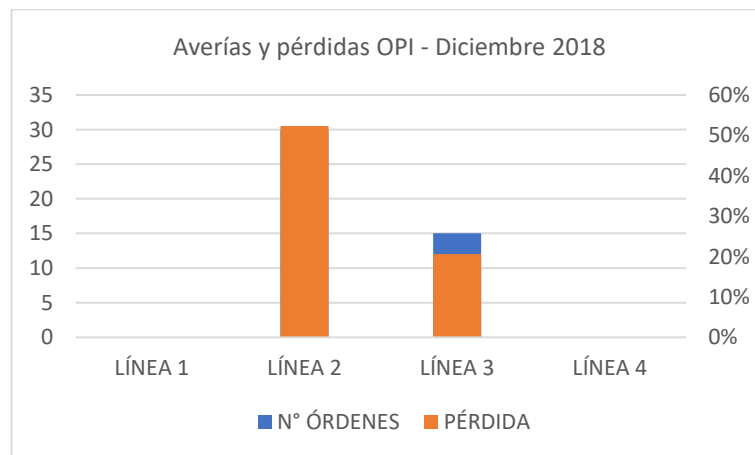


Figura 36: Averías y pérdidas OPI de líneas de embotellado diciembre 2018, por autor

Es necesario atacar el problema con las averías, y para ello se aplicarán los siguientes objetivos:

- Conocer las causas de las pérdidas.
- Eliminar causas de pérdidas.
- Poner en conocimiento de los problemas, analizarlas y solucionarlas.
- Involucrar a los trabajadores en acciones individuales y grupales.
- Mejorar las capacidades competitivas.

Paso 4: Diagnóstico del problema

Análisis de desgloses de averías, elección de maquinaria crítica y tipo de equipo de mejora

Con la información de los años 2017 y 2018, con mayor incidencia y desglose entre los meses presentados; el departamento de mantenimiento realiza el análisis de averías, elección de maquinaria crítica y tipo de mejora, usando las siguientes herramientas en las líneas de embotellado.

La Figura 37, la Figura 38 y la Figura 39, muestran los Diagrama de Pareto de los meses de octubre a diciembre de 2018:

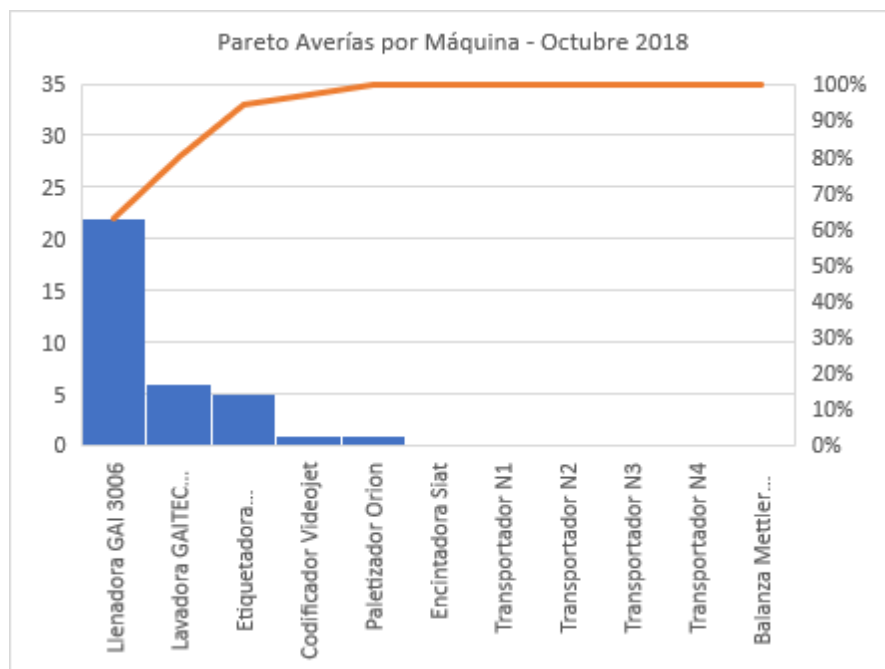


Figura 37: Pareto Averías por Máquina en octubre 2018, por autor

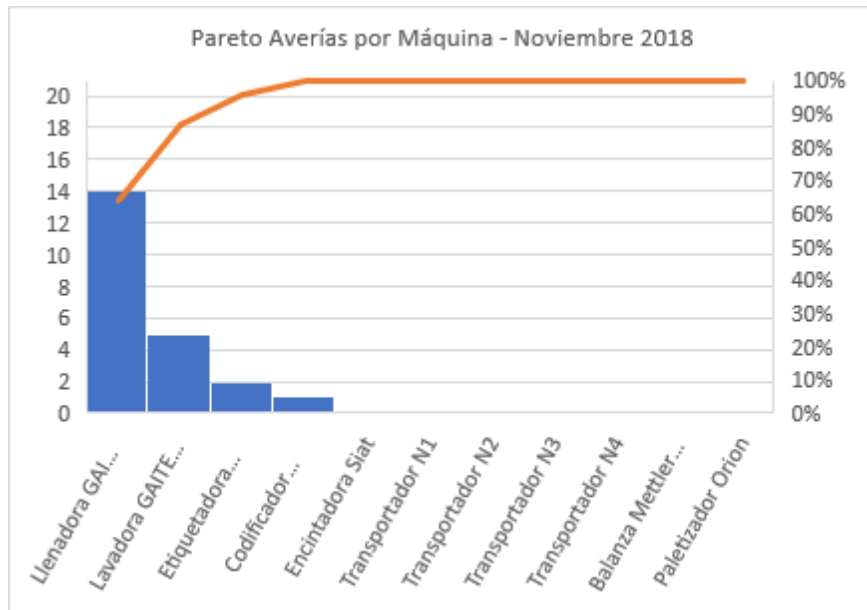


Figura 38: Pareto Averías por Máquina en noviembre 2018, por autor

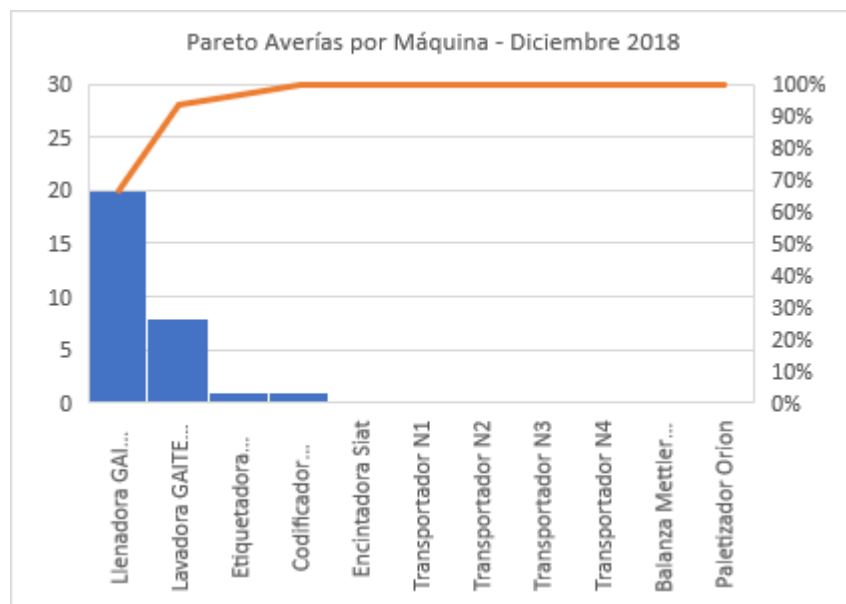


Figura 39: Pareto Averías por Máquina en diciembre 2018, por autor

Además, a partir de los desgloses (Anexo 6) se muestran en la Figura 40 las pérdidas OPI:

Meses	% OPI Línea 2	% OPI Llenadora GAI3006
Octubre	19.48%	13.99%
Noviembre	46.41%	39.93%
Diciembre	52.35%	44.69%
Media de 3 meses	39.41%	32.87%

Figura 40: Porcentaje de pérdidas antes de creación Equipo TPM, por autor

De los gráficos se concluye:

- Durante los meses de octubre a diciembre, el número de averías en la Línea 2 de embotellado, superó las 41 órdenes por mes en promedio, superando el 69% del total en planta.
- El porcentaje de pérdida promedio es de 39.41%.
- La mayor concentración de pérdidas es en la llenadora GAI3060, con un porcentaje promedio mensual de 32.87%.

Paso 5: Formulación de plan de acción

Focalizado el problema, debemos conocer las causas. Para con este pilar, se utilizarán las herramientas de análisis 6M y el análisis de los 5 porqués. A continuación, se muestran 3 análisis (ver Figura 41, Figura 42 y Figura 43) que se utilizaron en el equipo TPM:

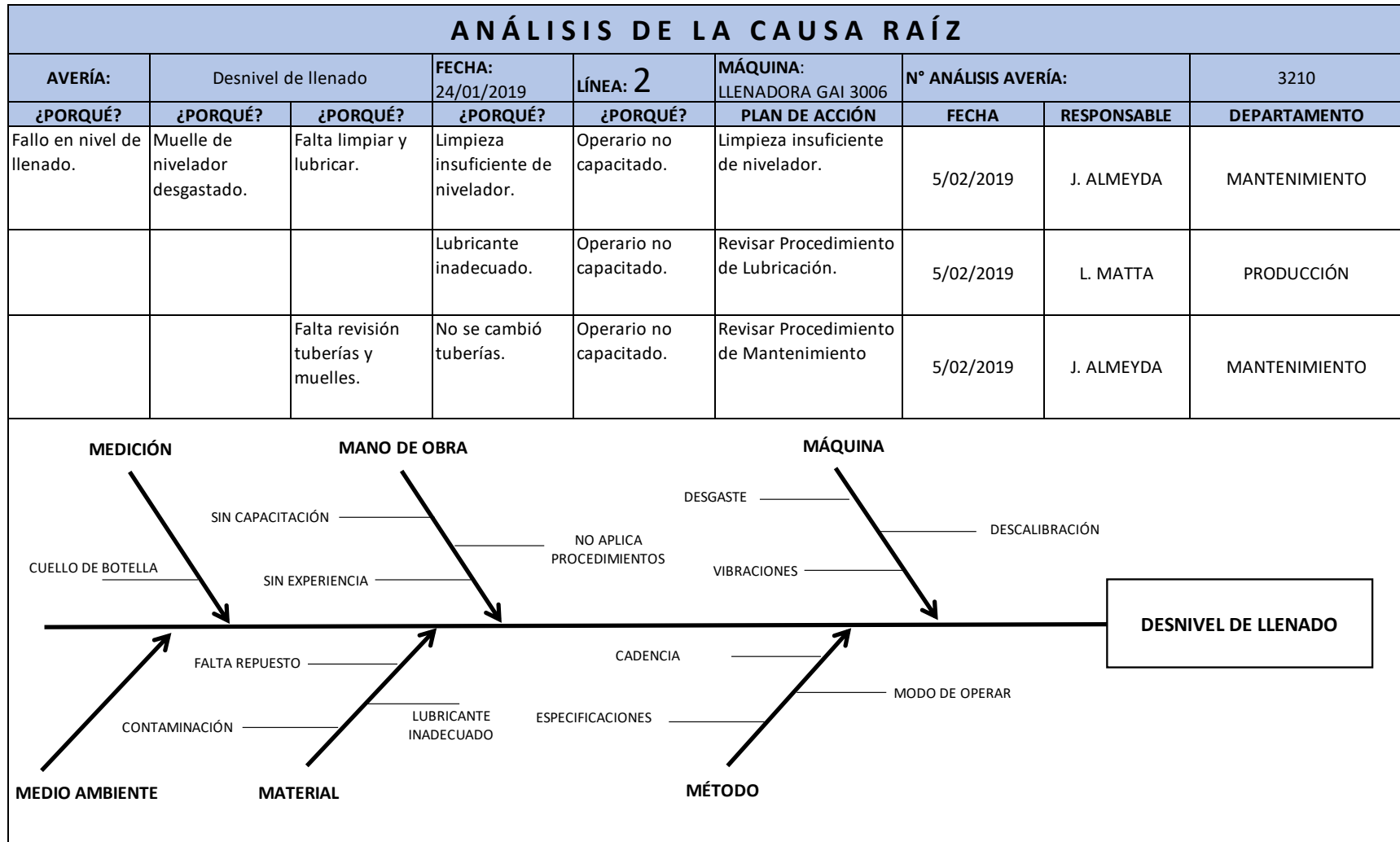


Figura 41: Análisis 5 porqués y 6M de desnivel de llenado, por autor

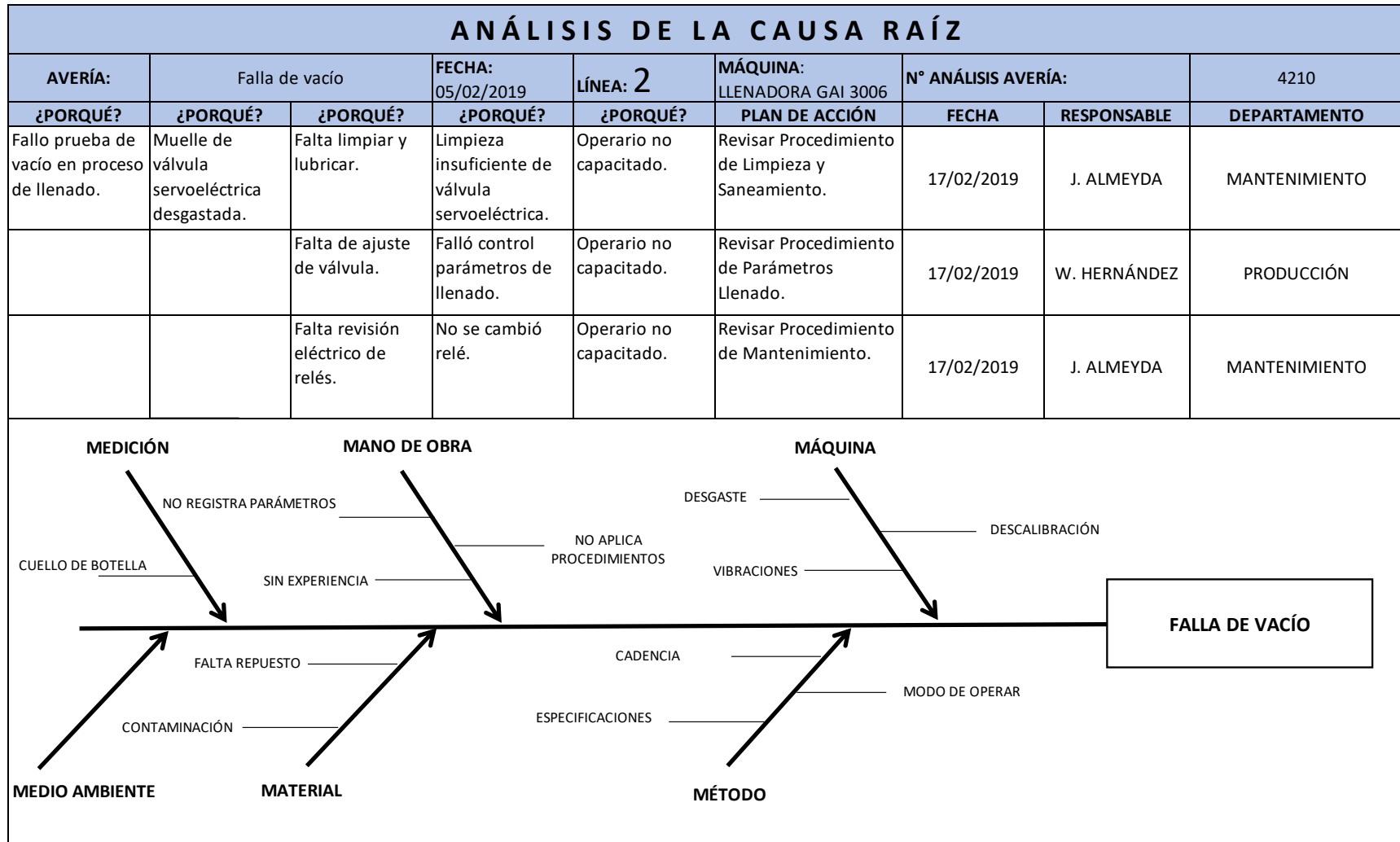


Figura 42: Análisis 5 porqués y 6M de falla de vacío, por autor

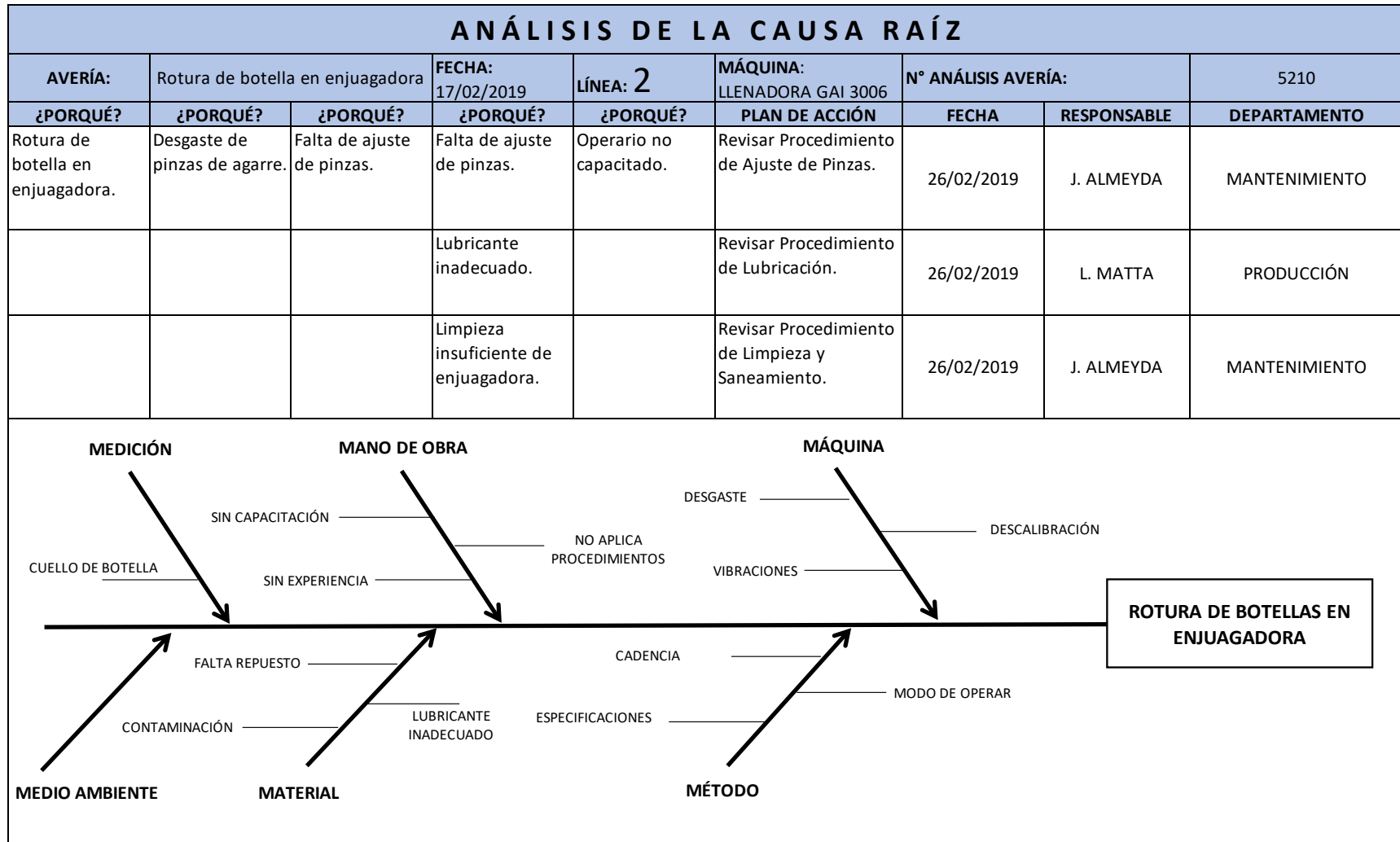


Figura 43: Análisis 5 porqués y 6M de rotura de botellas en enjuagadora, por autor

Bajo este análisis se logra conocer la causa raíz, y se identifican la M de Mano de Obra (ver Figura 44) como las que provocan en su mayoría las averías en la máquina Llenadora GAI3006.

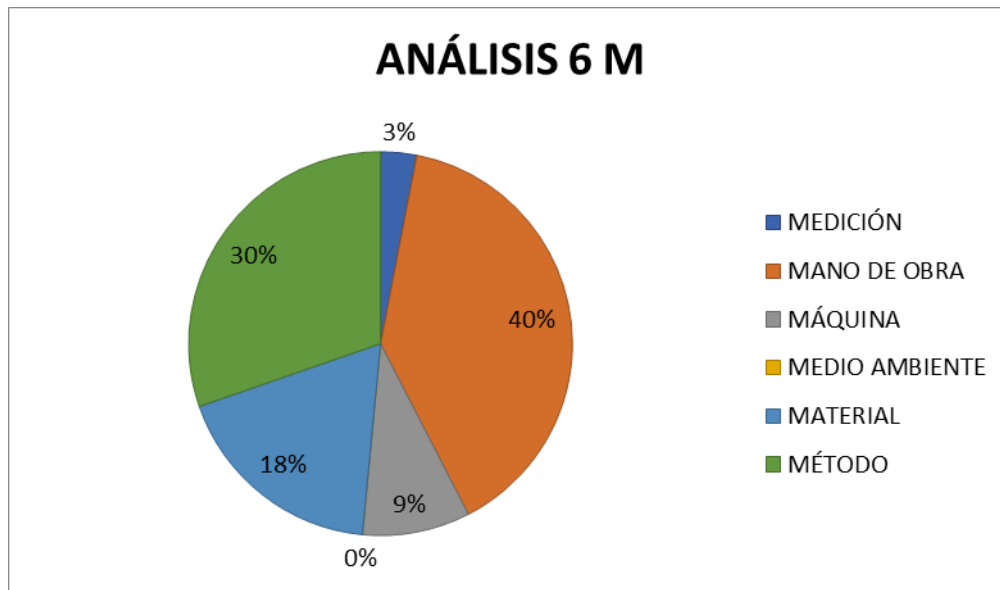


Figura 44: Análisis 6M, a partir de Diagrama Causa Efecto – febrero 2019, por autor

Este detalle es definitivo para crear el idóneo equipo TPM, corregir los problemas y conseguir disminuir las pérdidas OPI, con toda la formación teórica y práctica necesaria.

Paso 6: Implantar mejoras

Análisis inicial y creación del equipo

Una vez analizada la información de averías en la llenadora GAI 3006, éste responde a fallos en ajustes del nivelador de llenado, a fallos en la prueba de vacío, como otros, y tantos problemas al no cumplir con los procedimientos de parámetros de llenado, de lubricación y mantenimiento. De acá parte el objetivo de la creación propia del equipo TPM, para reducir la avería en el proceso, a partir de mejorar la competencia de los operadores. Los pasos a seguir es llevar un programa de instrucción en la máquina, diseñar procedimientos y planes de acción para solucionar fallas y evaluar a los operadores en forma individual sobre temas de solución de averías.

La Alta Dirección decidió conformar el equipo TPM, liderado para los ajustes en la llenadora GAI 3006 con el siguiente personal (ver Figura 45):

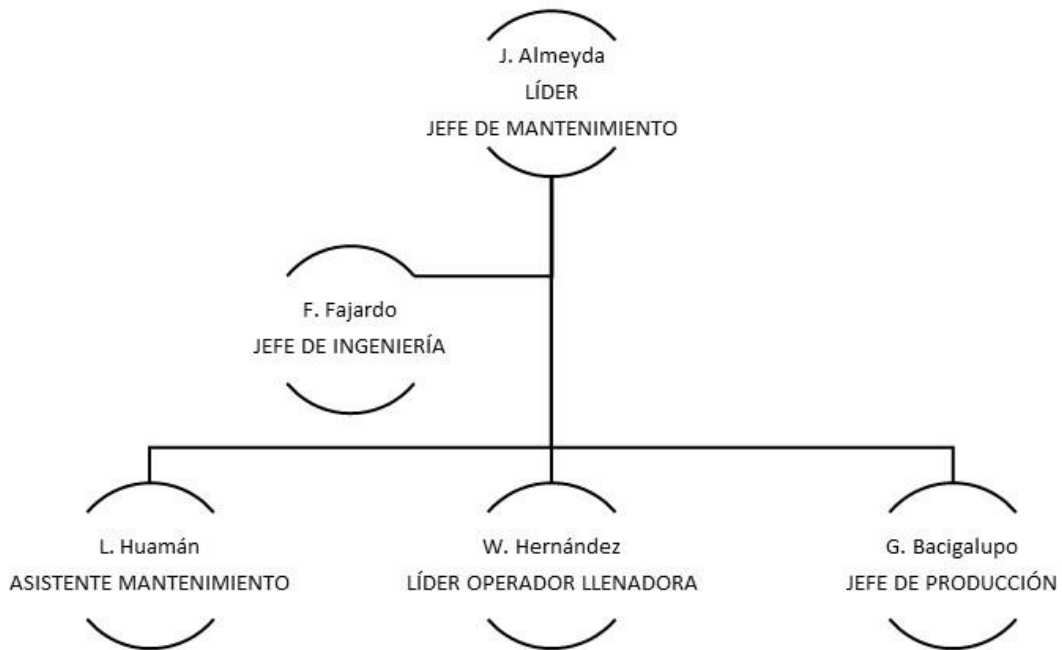


Figura 45: Integrantes Equipo Líder de Ajustes en la Llenadora GAI 3006, por autor

A cada miembro se le asignaron las siguientes responsabilidades (ver Figura 46), luego seguir la filosofía 70-20-10 (ver Figura 47):

RESPONSABILIDADES DE LOS INTEGRANTES - EQUIPO TPM			
Equipo: Ajustes de Llenadora GAI 3006		Reuniones: Martes y Jueves de 4 a 7 pm.	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA	REPONSABLE
1	Organizar y actualizar el tablero.	Semanal	G. Bacigalupo
2	Actualizar y seguir Plan del Equipo.	Semanal	J. Almeyda
3	Actualizar y seguir Plan del Acciones.	Semanal	F. Fajardo
4	Organizar la reunión y realizar el libro de actas y asistencia.	Semanal	F. Fajardo
5	Ejecutar los estándares de limpieza e inspección.	Diario / Semanal	J. Almeyda
6	Controlar y seguir las reuniones	Semanal	J. Almeyda
7	Realizar el libro del equipo.	Semanal	G. Bacigalupo

Figura 46: Responsabilidades de los Integrantes Equipo Líder de Ajustes en la Llenadora GAI 3006, por autor



Figura 47: Situación de trabajo (Filosofía 70-20-10), por autor

Planificación de formación y criterios de evaluación

Cada equipo conformado en Bodegas y Viñedos Tabertero S.A.C., se indica los pasos a seguir:

- Evaluar el programa de aprendizaje.
- Evaluar a los aprendices en las nuevas habilidades adquiridas.
- Examinar el rendimiento en el lugar de trabajo.
- Evaluar el resultado operacional.

En el equipo TPM, decide incidir en preparar material formativo para cada plan de acción, que el equipo lo actualizará en cada reunión, conforme al avance de la ruta establecida. Para el equipo se considerará formación teórica/práctica y prácticas de formación; incidiendo en este último el mayor tiempo posible.

Formación teórica y práctica

Personal de embotellado: Principal funcionamiento de la llenadora, actividades de inspección, control y lubricación. Además, se le ayudará a reconocer los modos típicos de fallos de llenado y tapado.

Personal de mantenimiento: Enfocada también a dar a conocer el principal funcionamiento de la llenadora, actividades de inspección, control y lubricación. Además,

se le ayudará a reconocer los modos típicos de fallos de llenado y tapado. Adicionalmente, se dará mayor enfoque en la formación al desarrollo y mejora de habilidades de montaje y desmontaje de la máquina llenadora, así como el procedimiento de ajuste de la máquina.

Práctica

Personal de embotellado y de mantenimiento: El principal objetivo es la validación de la habilidad, desmontaje y montaje, ajustes y puesta en marcha de la máquina. Esto en base a la resolución de problemas y tareas presentada en el puesto de trabajo, relacionado con la formación teórica.

Criterios de evaluación

En la Figura 48 se muestra el progreso esperado de los objetivos del Equipo TPM, como la formación teórica/práctica del equipo comprometido en la máquina llenadora, para dar como resultado ganancia de OPI de Línea y consecuentemente, mejora de la eficiencia.

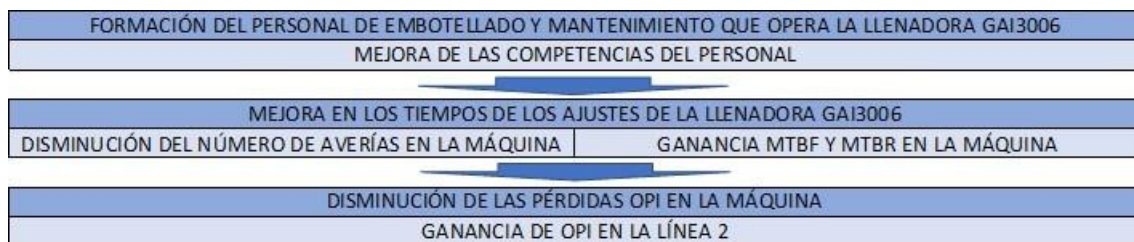


Figura 48: Progreso de los objetivos del Equipo TPM, por autor

Periodo

Las pruebas iniciales dan a conocer el nivel del personal para decidir el nivel de formación de los equipos. Una vez dada la formación teórica y práctica, se realiza una nueva prueba para comprobar los conocimientos adquiridos. Esta prueba y solución se muestra en el Anexo 7. Las tablas de resultados se muestran en el Anexo 8. El periodo de formación y evaluación se realizó en los 3 primeros meses del año 2019 (ver Figura 49).

EQUIPO TPM	PRUEBA ANTES DE FORMACIÓN (% ACIERTOS)	PRUEBA DESPUÉS DE FORMACIÓN (% ACIERTOS)
PERSONAL DE EMBOTELLADO	40.00%	86.06%
PERSONAL DE MANTENIMIENTO	62.67%	97.33%

Figura 49: Resumen resultados prueba del Equipo TPM, por autor

Paso 7: Evaluación de resultados

Completada la formación del Equipo TPM, evaluamos los resultados de los 3 meses posteriores al cierre de formación.

De datos extraídos del Anexo 5 se muestra el resumen de las averías de Línea 2 y Llenadora GAI3006. Ver Figura 50:

Meses	Oct-18	Nov-18	Dic-18	EQUIPO TPM	Abr-19	May-19	Jun-19
N° Averías Línea 2	35	22	30		11	10	13
N° Averías Llenadora GAI3006	22	14	20		7	4	3

Figura 50: Resumen de Número de Averías, antes y después del Equipo TPM, por autor

En la Figura 50 se muestra la resultante de reducir de 19 a 5 averías en promedio mensual, luego de inicio de la aplicación de este pilar.

También analizamos los datos de pérdidas OPI en la Línea 2 y la llenadora GAI3006, extraídos del Anexo 5. Ver Figura 51:

Meses	Oct-18	Nov-18	Dic-18	EQUIPO TPM	Abr-19	May-19	Jun-19
% PÉRDIDA OPI LÍNEA 2	19.48%	46.41%	52.35%		2.98%	1.80%	8.37%
Media Línea 2	39.41%				4.38%		
% PÉRDIDA OPI LLENADORA	13.99%	39.93%	44.69%		2.09%	0.60%	4.55%
Media Llenadora	32.87%			2.42%			

Figura 51: Resumen de pérdidas OPI, por autor

Concretamente con el Equipo TPM consigue disminuir la pérdida OPI en 30.45% en promedio mensual; y con ello se lograron el progreso esperado de sus objetivos.

En la Tabla 21, se muestran resultados post formación TPM, y la disminución de las pérdidas por averías de los equipos con las mejoras planteadas.

Tabla 21:

Datos después de TPM – Pérdidas por averías en los equipos, periodo 2019

	Periodo	OPI 2019
Pérdidas por Averías en los equipos	Enero	7.48
	Febrero	15.28
	Marzo	9.24
	Abril	2.49
	Mayo	1.66
	Junio	6.83
	Julio	6.94
	Agosto	6.84
	Setiembre	6.62
	Octubre	6.32
	Noviembre	10.06
	Diciembre	6.45

Fuente: B&V Tabernero S.A.C.

Elaboración: Propia

En la Tabla 22 se muestra los datos estadísticos descriptivos:

Tabla 22:

Métricas estadísticas después de TPM – Reducción de averías, Post Test 2019

Descriptivos				
		Estadísticos	Desv. Error	
Reducción de averías en los equipos 2019	Media	7.1842	1.00222	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	4.9783	
		Límite superior	9.3900	
	Media recortada al 5%	7.0413		
	Mediana	6.8350		
	Varianza	12.053		
	Desv. Desviación	3.47178		
	Mínimo	1.66		
	Máximo	15.28		
	Rango	13.62		
	Rango intercuartil	2.45		
	Asimetría	0.755	0.637	
	Curtosis	2.257	1.232	

Fuente: B&V Tabernero S.A.C.

Elaboración: Propia

Los resultados de la prueba de Normalidad se muestran en la Tabla 23:

Tabla 23:

Prueba de normalidad después de TPM – Reducción de averías, Post Test 2019

Pruebas de normalidad						
OPI 2019	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	0.235	12	0.066	0.888	12	0.112

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: B&V Tabernero S.A.C.

Elaboración: Propia

Datos resultantes en cumplimiento de los pasos que exigen este pilar de Mejoras Enfocadas. El tipo o tipos de herramientas que complementan TPM para poder realizar la optimización y resolver problemas, es de la elección del investigador que sea más sencillo para el control y validación de sus procesos.

Objetivo Específico 03: Implementar TPM para reducir los mantenimientos correctivos en la línea de embotellado de una industria vitivinícola

En la Tabla 24 se expone el objetivo 03, hipótesis 03 y Variable Dependiente 03. Para este tercer objetivo, se identificaron las causas raíces que reducirán los mantenimientos correctivos en la línea de embotellado antes de implementar TPM; y se presentaron alternativas de solución en el post test, lográndose el objetivo de reducción los mantenimientos correctivos.

Tabla 24:
Relación Objetivo, Hipótesis y Variable Dependiente 03

Objetivo Específico 03	Hipótesis Específica 03	Variable Dependiente 03
Implementar TPM para reducir los mantenimientos correctivos en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.	Si se implementa TPM, entonces se reducirán los mantenimientos correctivos en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.	Reducción de mantenimientos correctivos

Fuente: Elaboración propia

Situación Pre Test – OE 03

Identificada las causas de problemas de las Líneas de Embotellado, nos enfocamos en analizar las cantidades de órdenes generadas por mantenimientos correctivos en la empresa para estas líneas, mostrando los datos en Tabla 25 siguiente:

Tabla 25:
Número de órdenes por mantenimiento correctivos, periodo 2017-2018

Periodo	N° Órdenes	Periodo	N° Órdenes
2017		2018	
Enero	45	Enero	41
Febrero	33	Febrero	22
Marzo	26	Marzo	27
Abril	25	Abril	25
Mayo	41	Mayo	51
Junio	15	Junio	43
Julio	43	Julio	32
Agosto	28	Agosto	28
Setiembre	38	Setiembre	41
Octubre	27	Octubre	44
Noviembre	35	Noviembre	35
Diciembre	36	Diciembre	45
PROMEDIO	32.67	PROMEDIO	36.17

Fuente: B&V Tabernero S.A.C.
Elaboración: Propia

Se recopila información y se muestran en la Tabla 26 el periodo antes de la aplicación TPM, y en la Tabla 27, los datos estadísticos descriptivos:

Tabla 26:

Datos antes de TPM – Reducción de mantenimientos correctivos, Pre Test 2018

	Periodo	N° Órdenes	Semana	Semana	Semana	Semana
			1	2	3	4
Reducción de mantenimientos correctivos 2018	Enero	41	18	1	13	9
	Febrero	22	5	6	6	5
	Marzo	27	8	6	5	8
	Abril	25	5	5	6	9
	Mayo	51	15	13	8	15
	Junio	43	12	11	10	10
	Julio	32	7	7	7	11
	Agosto	28	7	7	7	7
	Setiembre	41	10	10	11	10
	Octubre	44	10	12	10	12
	Noviembre	35	9	8	8	10
	Diciembre	45	10	12	13	10

Fuente: B&V Taberero S.A.C.

Elaboración: Propia

Tabla 27:

Métricas estadísticas antes de TPM – Reducción de mantenimientos correctivos, Pre Test 2018

		Descriptivos		
		Estadísticos	Desv. Error	
Reducción de mantenimientos correctivos 2018	Media	9.0417	0.45737	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	8.1216	
		Límite superior	9.9618	
	Media recortada al 5%	8.9583		
	Mediana	9.0000		
	Varianza	10.041		
	Desv. Desviación	3.16872		
	Mínimo	1.00		
	Máximo	18.00		
	Rango	17.00		
	Rango intercuartil	4.00		
	Asimetría	0.304	0.343	
	Curtosis	0.645	0.674	

Fuente: B&V Taberero S.A.C.

Elaboración: Propia

Los resultados de la prueba de Normalidad se muestran en la Tabla 28:

Tabla 28:

Prueba de normalidad antes de TPM – Reducción de mantenimientos correctivos, Pre Test 2018

Pruebas de normalidad						
OM2018	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	0.110	48	0.192	0.972	48	0.312

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: B&V Taberero S.A.C.

Elaboración: Propia

La información es reveladora, aun realizando un mantenimiento preventivo, por lo que es necesario rediseñar un plan de acción que determine, en primer lugar, los objetivos que se desean obtener de ese mantenimiento y qué presupuesto se destinarán al mismo.

Situación Post Test – OE 03

A continuación, se presentan los pasos para el establecimiento del mantenimiento planificado:

Paso 1: Identificar el punto de partida del estado de equipos

A continuación, se muestra un cronograma de mantenimiento preventivo de las máquinas (ver Figura 52) que se contabilizan para el estudio; de esta forma se garantiza el cumplimiento de la realización del mantenimiento.

B&V TABERERO		CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MAQUINAS Y EQUIPOS												Código: CCA-001 Versión: 02 Fecha de Revisión: 02-01-2018 Página 1 de 1		
Nº	DESCRIPCIÓN	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECEMBRE			
73	ENJUAGADORA DE BOTELLAS GAI 1012 - N°2		X													
74	LLENADORA ISOBARICA GAI 30012A-JSO		X													
75	ORIENTADOR DE CORCHOS NERI		X													
76	ENCHORCHADOR NORTAN - MIRAGE		X													
77	COMPRESOR CAMPBELL HAUSFELD - EMBOTELLADO			X												
78	TUNEL DE CALOR - ECCOPAC			X												
79	LAVADORA SECADORA OMAR LABI1			X												
80	ETIQUETADORA ETICAP SYSTEM			X												
81	CODIFICADORA VIDEO JET N°1			X												
82	CAPSULADOR NORTAN UNICAP 355			X												
83	ENCINTADORA DE CAJAS SOLPACK N°1			X												
84	BALANZA ELECTRONICA PRECISION N°1			X												
85	BOMBA HELICOIDAL KSF25 INOXPA				X											
86	FILTRO DE PLACAS 40X40 CADALPE N°1 / C14-4				X											
87	LLENADORA MONOBLOCK GAI 3006				X											
88	LAVADORA SECADORA GAITEC S106				X											
89	CODIFICADORA VIDEO JET N°2				X											
90	ETIQUETADORA GAI 6050				X											
91	ENCINTADORA DE CAJAS SOLPACK N°2				X											
92	BALANZA ELECTRONICA PRECISION N°2				X											
93	BOMBA HELICOIDAL VELO					X										
94	FILTRO DE PLACAS 40X40 TMCJ PADOVAN					X										
95	ENJUAGADORA DE BOTELLAS GAI 1012 - N°1					X										
96	LLENADORA GAI 1511					X										

Figura 52: Cronograma Mantenimiento 2018, por B&V Taberero S.A.C.

Crear base histórica para diagnóstico de problemas

Para el equipo de mantenimiento, es importante incrementar los conocimientos sobre la inspección y mantenimiento de las máquinas al inicio de cada jornada. Conocidas las autonomías de las máquinas por los operadores, se elaboran registros diarios de inspección, calibración o ajustes de equipos. Los registros los revisará el personal de mantenimiento con la finalidad de resolver averías o problemas presentados. En las siguientes figuras (Figura 53, Figura 54 y Figura 55) se presentan los registros diarios:

TPM - LÍNEA DE EMBOTELLADO			
TABERNERO	LLENADORA	FECHA:	
		OPERADOR:	
ORDEN Y LIMPIEZA			
DESCRIPCIÓN	REALIZADO	OBSERVACIÓN	
Los materiales están ordenados y limpios			
Personal con EPP			
Máquina limpia			
Formatos de cambio ordenados			
AJUSTES			
DESCRIPCIÓN	REALIZADO	OBSERVACIÓN	
Receta de trabajo calibrado			
Formatos calibrados			
Sensores revisados			
Formatos revisados			
LUBRICACIÓN			
DESCRIPCIÓN	REALIZADO	OBSERVACIÓN	
Lubricación de máquina			
INSPECCIÓN			
DESCRIPCIÓN	ESTADO		OBSERVACIÓN
	CONFORME	NO CONFORME	
Estado de máquina			
Estado de desaireador			
Estado de bomba de vacío			
Estado de sensores de vacío			
Estado de nivelador			
Estado de válvulas de llenado			
Estado de pinzas			
Estado de enorchadora			
Estado de tapadora			
Formatos activos para trabajo			
Líder de Turno	Supervisor de Turno	Líder de Mantenimiento	

Figura 53: Formato de Registro de Datos TPM - Llenadora, por autor

TPM - LÍNEA DE EMBOTELLADO			
TABERNERO	LAVADORA SECADORA	FECHA:	
		OPERADOR:	
ORDEN Y LIMPIEZA			
DESCRIPCIÓN	REALIZADO	OBSERVACIÓN	
Los materiales están ordenados y limpios			
Personal con EPP			
Máquina limpia			
Formatos de cambio ordenados			
AJUSTES			
DESCRIPCIÓN	REALIZADO	OBSERVACIÓN	
Receta de trabajo calibrado			
Formatos calibrados			
Sensores revisados			
Formatos revisados			
LUBRICACIÓN			
DESCRIPCIÓN	REALIZADO	OBSERVACIÓN	
Lubricación de máquina			
INSPECCIÓN			
DESCRIPCIÓN	ESTADO		OBSERVACIÓN
	CONFORME	NO CONFORME	
Estado de máquina			
Estado de bomba de lavado			
Estado de bomba de secado			
Estado de sensores de seguridad			
Estado de pistón de lavado			
Estado de escobilla			
Estado de paletas de secado			
Formatos activos para trabajo			
Líder de Turno	Supervisor de Turno	Líder de Mantenimiento	

Figura 54: Formato de Registro de Datos TPM - Lavadora secadora, por autor

TPM - LÍNEA DE EMBOTELLADO			
TABERNERO	ETIQUETADORA	FECHA: OPERADOR: TURNO:	
ORDEN Y LIMPIEZA			
DESCRIPCIÓN	REALIZADO	OBSERVACIÓN	
Los materiales están ordenados y limpios			
Personal con EPP			
Máquina limpia			
Formatos de cambio ordenados			
AJUSTES			
DESCRIPCIÓN	REALIZADO	OBSERVACIÓN	
Receta de trabajo calibrado			
Formatos calibrados			
Sensores revisados			
Formatos revisados			
LUBRICACIÓN			
DESCRIPCIÓN	REALIZADO	OBSERVACIÓN	
Lubricación de máquina			
INSPECCIÓN			
DESCRIPCIÓN	ESTADO		OBSERVACIÓN
	CONFORME	N.O. CONFORME	
Estado de máquina			
Estado de bomba de vacío			
Estado de sensores de activación etiqueta			
Estado de sensores de seguridad			
Estado de pistón distribuidor cápsulas			
Estado de motor reductor			
Estado de unidad REL			
Estado de faja			
Formatos activos para trabajo			
Líder de Turno	Supervisor de Turno	Líder de Mantenimiento	

Figura 55: Formato de Registro de Datos TPM - Etiqueta, por autor

En la Figura 56 se muestra que se cuenta con registros de averías e intervenciones (número de órdenes), registro sobre MTBF para equipos y líneas:

AVERÍAS EN EMBOTELLADO POR LÍNEAS - OCTUBRE 2018							
CONCEPTO	N° ÓRDENES	PARADA	REPARACIÓN	DISPONIBLE	MTBF	MTTR	PÉRDIDA
LÍNEA 1	2	2.00	2.00	188.00	94.00	1.00	1.06%
LÍNEA 2	35	85.18	85.18	437.32	12.49	2.43	19.48%
LÍNEA 3	6	9.00	9.00	180.00	30.00	1.50	5.00%
LÍNEA 4	1	1.00	1.00	160.00	160.00	1.00	0.63%
TOTAL GENERAL	44	97.18	97.18	965.32	21.94	2.21	10.07%

AVERÍAS LÍNEA 2 - OCTUBRE 2018							
CONCEPTO	N° ÓRDENES	PARADA	REPARACIÓN	DISPONIBLE	MTBF	MTTR	PÉRDIDA
Llenadora GAI 3006	22	61.18	61.18	437.32	19.88	2.78	13.99%
Lavadora GAITEC 5106	6	15.00	15.00	437.32	72.89	2.50	3.43%
Etiquetadora GAI6050	5	6.00	6.00	437.32	87.46	1.20	1.37%
Codificador Videojet	1	2.00	2.00	437.32	437.32	2.00	0.46%
Encintadora Siat	0	0.00	0.00	437.32	-	-	-
Transportador N1	0	0.00	0.00	437.32	-	-	-
Transportador N2	0	0.00	0.00	437.32	-	-	-
Transportador N3	0	0.00	0.00	437.32	-	-	-
Transportador N4	0	0.00	0.00	437.32	-	-	-
Balanza Mettler Toledo	0	0.00	0.00	437.32	-	-	-
Paletizador Orion	1	1.00	1.00	437.32	437.32	1.00	0.23%
TOTAL, GENERAL	35	85.18	85.18	437.32	12.49	2.43	19.48%

Figura 56: Registro MTBF octubre 2018, por autor

La empresa ya había iniciado la implementación de las cinco S en años pasados, a exigencias de implementación de un Sistema Integrado de Calidad. A continuación, se muestran aquellas máquinas con más dificultades presentadas:

1. Llenadora GAI 3006; los pistones neumáticos no sujetan bien las botellas por no elevarlos correctamente hacia las válvulas, por ausencia de repuestos y lubricación continua. El cambio de mangueras se realiza cada mes por daños frecuentes.
2. Llenadora GAI 3006; el sistema de vacío supera el nivel máximo de embotellado, haciendo elevados datos de presión positiva. Fallas presentadas en la bomba de vacío, electroválvula y empaques (cambio cada 6 meses).
3. Lavadora GAITEC 5106; desincronización de ejes de lavado y secado, plataforma desnivelada y bajo rendimiento en bomba para secado de botellas.
4. Etiquetadora GAI 6050; el cilindro de distribución de cápsulas, la loza de la campana termoengible y la estación 3 de distribución de etiquetas, no abastecen correctamente los insumos para vestido de productos. Circunstancias que la máquina presente fallas intermitentes desde hace 1 año.

Identificados las máquinas que demandan mayor mantenimiento en Línea de Embotellado, se inicia el análisis de modo de fallos.

Paso 2: Eliminar deterioro y mejorar el equipo

En este paso se busca desarrollar acciones para evitar la presencia de averías similares en otros equipos. La eliminación de averías se realizará aplicando métodos Kaizen.

De acuerdo al equipo Mantenimiento Kaizen (ver Figura 57), con conocimientos en la cinco S, recolectan y analizan datos.



Figura 57: Equipo Mantenimiento Kaizen, por autor

Observa el proceso para la solución rápida de errores y problemas de las máquinas principales de las líneas de embotellado (ver Figura 58):



Figura 58: Equipo Mantenimiento Kaizen en Línea 2, por autor

Paso 3: Mejorar sistema de información de mantenimiento

Lo importante es crear o adoptar un modelo de información de fallos para su disminución o eliminación en los equipos, antes de implementar un sistema de gestión.

El modelo de información adoptado es el que se muestra en la Figura 59:

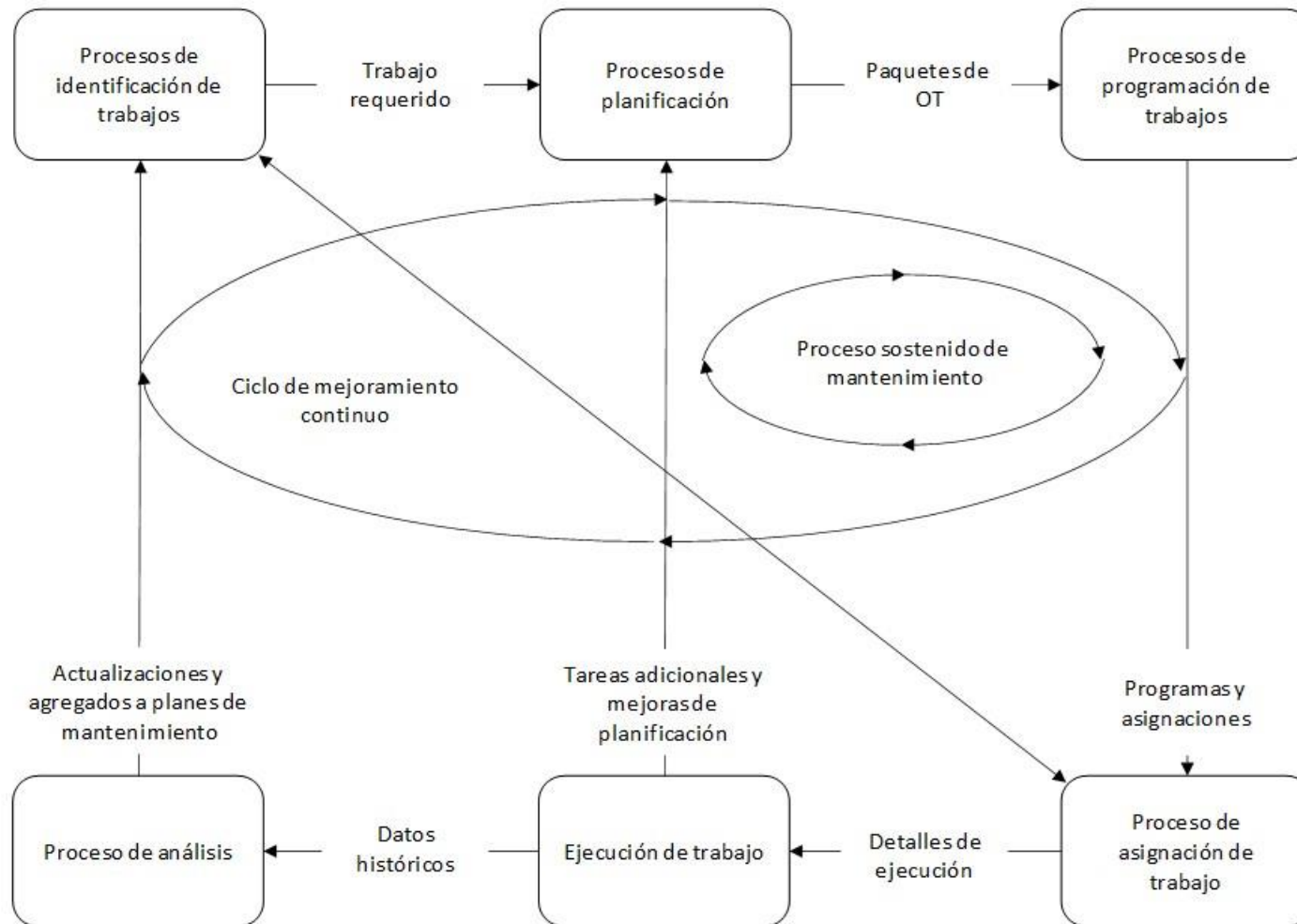


Figura 59: Ciclo de trabajo de mantenimiento, por Arata (2009)

Paso 4: Mejorar el sistema de mantenimiento periódico

Etapas principales:

Diseño de estrategias de mantenimiento

Para hallar la probabilidad de fallo, este deberá estar muy cerca del 50%, lo que infiere que la mitad de las veces un equipo es susceptible de fallar. En aquel orden de ideas se propone rutinas de inspección de equipos que mitiguen los mantenimientos correctivos y así reducir a lo menos un 20% las probabilidades de fallo (a menos), luego de la revisión y ajustes luego de iniciado el proceso Lean.

Preparación de estándares de mantenimiento

De acuerdo a Moubray (2004), para realizar la evaluación integral de estas características de cada falla, se deben multiplicar los valores Probabilidad x Detección x Severidad para formar el Número de Prioridad de Riesgo (NPR).



Figura 60: Matriz de riesgo, basada en Moubray (2004)

Como resultado del proceso de análisis de efectos y modos de falla, se obtiene una matriz (ver Figura 60) de caracterización de modos de fallo, con lo cual se define un rumbo de diseño de nuevos planes de mantenimiento, orientados a modos de falla prioritario.

Gestión de información de mantenimiento programado

En la Tabla 29 se muestra en análisis de modo de fallos, efectos y criticidad:

Tabla 29:
Identificación y manejo de riesgo

Análisis de modo de fallos, efectos y criticidad													
Método AMFEC													
Sección operativa: líneas de embotellado													
Equipo	Modo de falla	Cod	Efecto del fallo (consecuencias)		Severidad	Causa o mecanismo de fallo	Probabilidad	NR	Método de detección y control	Detección	NPR	Medida complementaria	Acción recomendada
			Sobre otros componentes	Sobre el sistema									
Llenadora GAI 3006	Los pistones neumáticos no sujetan bien las botellas para llenado	LL01	Pérdida de precisión y llenado	Los pistones neumáticos no sujetan bien las botellas por no elevarlos correctamente hacia las válvulas	5	Por ausencia de repuestos y lubricación continua	5	25	Flujo de lubricación inadecuado	5	125	Tener a la mano pistones para recambio y lubricación.	Calidad de los elementos, Mantenimiento, Planes de monitoreo
Llenadora GAI 3006	El sistema de vacío supera el nivel máximo de embotellado	LL03	Elevados datos de presión positiva	Fallas presentadas en la bomba de vacío, electroválvula y empaques.	6	Condensación de líquido en tuberías	2	12	Visual de vacuómetro	7	84	Limpieza de tuberías	Mantenimiento e inspección rutinaria. Cerrar línea de flujo
Lavadora GAITEC 5106	Desincronización de ejes de lavado y secado	LA02	Plataforma desnivelada	Paradas de producción	6	Fluctuación del flujo de ejes y plataforma	3	18	Incluir en el plan de mantenimiento	5	90	Rutina adecuada de mantenimiento. Inspección semanal	Mantenimiento programado para corregir el fallo
Etiquetadora GAI 6050	Cilindro de distribución de cápsulas, loza de campana calor y estación 3 de etiquetas, no abastecen los insumos para vestido de productos	ET05	Fallo total	Intermitencia en el sistema	7	El abastecimiento es incorrecto	5	35	Instructivo de comprobación de medidas y lecturas	5	175	Tener a la mano repuestos para el cambio	Mantenimiento programado para corregir el fallo

Tipo o clasificación ==>: crítica [9-10] CS: significativa [5-8]; CI: importante [1-4], NPR = S x P x D

Fuente: B&V Taberero S.A.C.
Elaboración: Propia

Paso 5: Desarrollo de un sistema de mantenimiento predictivo

Hasta este avance es necesario utilizar una serie de técnicas para diagnóstico de los mismos.

Para lograr este objetivo, se hace uso de equipo SKF CMAK 400-ML (ver Figura 61). Este kit de monitoreo de condición básico hace que el monitoreo del estado de la máquina sea una tarea simple para los departamentos de mantenimiento, operaciones, confiabilidad y análisis de vibraciones.

El kit de monitoreo de condición básico hace que el monitoreo del estado de la máquina sea una tarea simple para los departamentos de mantenimiento, operaciones, confiabilidad y análisis de vibraciones.



Figura 61: SKF CMAK 400-ML, por Tequipment

Actualmente, se evalúa este monitoreo con HIGH TECH SERVICE S.A.C. Con el aporte de una cámara termográfica en las inspecciones eléctricas, se logran detectar variaciones significativas de consumo, falsos contactos, conductores dañados.

En la Figura 62 se muestra un ejemplo de termografía y su informe:

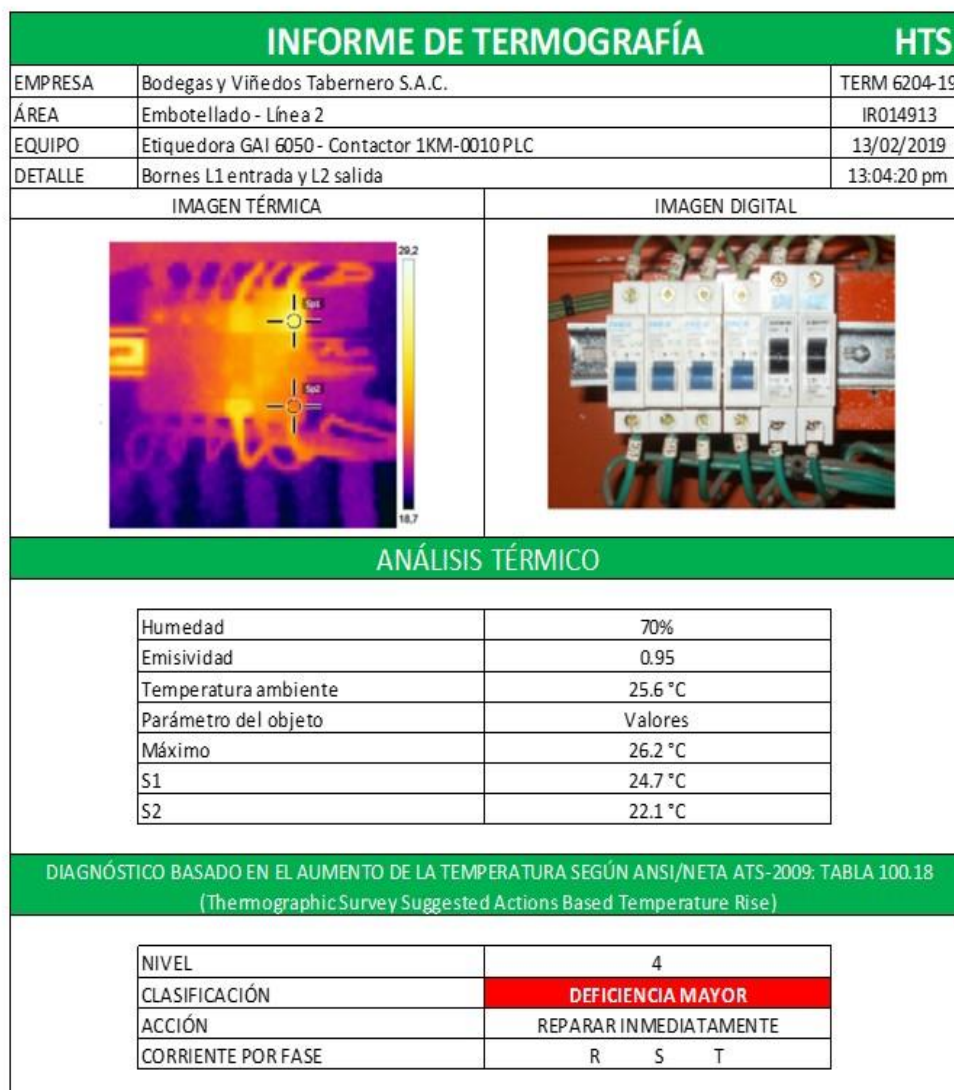


Figura 62: Informe termografía contactor GAI 6050, por HTS

Mediante la termografía mecánica se logra detectar variaciones térmicas en cadenas cinemáticas, controlar la correcta lubricación de rodamientos como también detectar problemas asociados con el motor de la etiquetadora.

Paso 6: Desarrollo superior del sistema de mantenimiento

Se presenta el progreso del MTBF en la Figura 63:

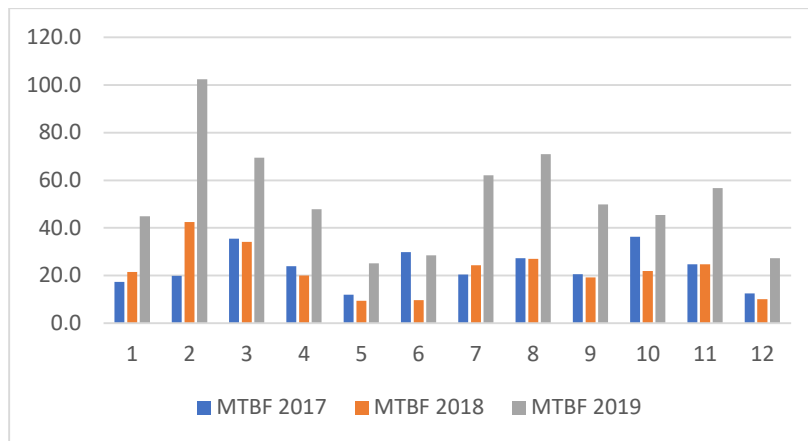


Figura 63: Progreso MTBF, por autor

Debido a las acciones tomadas se incrementó el MTBF.

Falta complementar una herramienta informática que permita una evaluación de fallas operativas de todo el sistema, con lo cual, se tendrá una visión clara para la toma de decisiones sobre las acciones de mantenimiento que se deberán realizar, si son acciones preventivas o acciones correctivas de mantenimiento.

Control y seguimiento de las mejoras realizadas

En la siguiente Tabla 30 se muestra los resultados post formación del TPM, resultando menores cantidades de mantenimientos correctivos, con las mejoras planteadas:

Tabla 30:

Número de órdenes por mantenimientos correctivos, periodo 2019

	Periodo	N° Órdenes
2019	Enero	22
	Febrero	9
	Marzo	14
	Abril	13
	Mayo	25
	Junio	21
	Julio	16
	Agosto	14
	Setiembre	20
	Octubre	22
	Noviembre	17
	Diciembre	22
	PROMEDIO	17.92

Fuente: B&V Tabernero S.A.C.

Elaboración: Propia

Se recopila información y se muestran en la Tabla 31 el periodo después de la aplicación TPM, y en la Tabla 32, los datos estadísticos descriptivos:

Tabla 31:

Después de TPM – Reducción de mantenimientos correctivos, Post Test 2019

Periodo		N° Órdenes	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Reducción de mantenimientos correctivos 2019	Enero	22	9	1	7	5
	Febrero	9	2	1	3	3
	Marzo	14	4	3	3	4
	Abril	13	3	3	3	4
	Mayo	25	7	7	4	7
	Junio	21	6	5	5	5
	Julio	16	4	3	3	6
	Agosto	14	3	3	4	4
	Setiembre	20	5	5	5	5
	Octubre	22	5	6	5	6
	Noviembre	17	4	4	4	5
	Diciembre	22	5	6	6	5

Fuente: B&V Tabernero S.A.C.

Elaboración: Propia

Tabla 32:

Métricas estadísticas después de TPM – Reducción de mantenimientos correctivos s, Post Test 2019

Descriptivos			Estadísticos	Desv. Error
Reducción de mantenimientos correctivos 2019	Media		4.4792	0.23061
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	4.0152	
		Límite superior	4.9431	
	Media recortada al 5%		4.4769	
	Mediana		4.5000	
	Varianza		2.553	
	Desv. Desviación		1.59773	
	Mínimo		1.00	
	Máximo		9.00	
	Rango		8.00	
	Rango intercuartil		2.00	
	Asimetría		0.235	0.343
	Curtosis		0.495	0.674

Fuente: B&V Tabernero S.A.C.

Elaboración: Propia

Los resultados de la prueba de Normalidad se muestran en la Tabla 33:

Tabla 33:

Prueba de normalidad después de TPM – Reducción de mantenimientos correctivos, Post Test 2019

Pruebas de normalidad						
OM2019	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	0.143	48	0.015	0.953	48	0.052

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: B&V Tabernero S.A.C.

Elaboración: Propia

Estos nuevos resultados van de la mano también de los correctos mantenimientos preventivos, ya que nos previene cuando existen fallas potenciales. Esto bajo un análisis de datos, básicamente estadístico como se verá más adelante, es fundamental o importante realizarlo para poder plantear tiempos de mantenimiento para disminuir averías, y, por ende, mantenimientos correctivos.

También se muestran algunos de los registros de mantenimientos correctivos realizados post implementación TPM en el Anexo 8.

Los líderes de cada área involucrada y la Alta Dirección, deberán asegurar éste como inicio de cambio de paradigmas en mantenimiento, para ser un estilo de trabajo para con la metodología TPM.

4.2 Análisis o discusión de resultados

Objetivo General:

Aplicar Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia en la línea de embotellado de una industria vitivinícola

Uno de los objetivos que se busca con Lean Manufacturing es evaluar y optimizar diferentes indicadores de gestión como menores tiempos de entrega, mejor uso de la mano de obra, menores reprocesos, cumplimiento de programas de producción, menor inventario en proceso, empoderamiento de trabajadores, menores costos de producción, entre otros, que puedan medir y aplicar a cualquier sistema productivo; por ello, a continuación se analizarán y discutirán los resultados mediante la estadística inferencial que nos permite validar las hipótesis, para el cumplimiento de los objetivos específicos de la investigación.

Objetivo Específico 01: Aplicar SMED para reducir los tiempos por cambio de producto en la línea de embotellado de una industria vitivinícola

Variable Dependiente de la Hipótesis Especifica 01:

Reducción de tiempos en cambios de producto

✓ **Prueba de Normalidad de la Hipótesis Específica 01:**

Para la prueba de normalidad se plantean las siguientes hipótesis

H₀: Los datos siguen una distribución normal

H₁: Los datos NO siguen una distribución normal

Con nivel de significancia de 5% ($\alpha = 0.05$) y con nivel de confianza de 95%. El criterio de evaluación indica que:

Si Valor Sig ≥ 0.05 se acepta la hipótesis nula H_0

Si Valor Sig < 0.05 se acepta la hipótesis alterna H_1

Prueba de Normalidad Pre Test: Muestra Variable Dependiente 01

Mediante el uso del software SPSS 26, aplicamos los estadísticos de Shapiro-Wilk, por tener datos menores a cincuenta; los resultados de la prueba de Normalidad se muestran en la Tabla 34:

Tabla 34:

Prueba de normalidad antes de SMED, Pre Test 2019

Antes SMED 2019	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	0.205	21	0.021	0.932	21	0.149

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: B&V Taberero S.A.C.

Elaboración: Propia

Teniendo en cuenta que la muestra es 21 del cual obtenemos el valor de significancia de 0.149, mayor que 0.05. Por lo tanto, aceptamos la hipótesis H_0 , concluyendo que los datos de la muestra siguen una distribución normal.

Prueba de Normalidad Post Test: Muestra Variable Dependiente 01

Mediante el uso del software SPSS 26, aplicamos los estadísticos de Shapiro-Wilk, por tener datos menores a cincuenta; los resultados de la prueba de Normalidad se muestran en la Tabla 35:

Tabla 35:

Prueba de normalidad después de SMED, Post Test 2019

Después SMED 2019	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	0.193	21	0.041	0.910	21	0.055

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: B&V Taberero S.A.C.

Elaboración: Propia

Teniendo en cuenta que la muestra es 21 del cual obtenemos el valor de significancia de 0.055, mayor que 0.05. Por lo tanto, aceptamos la hipótesis H_0 , concluyendo que los datos de la muestra siguen una distribución normal.

✓ **Contrastación de Hipótesis Específica 01**

Siendo:

H_0 : Hipótesis nula

H_1 : Hipótesis alternativa

Entonces se define que:

H_0 : Si se aplica SMED, entonces no reducirán los tiempos por cambio de producto en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.

H_1 : Si se aplica SMED, entonces reducirán los tiempos por cambio de producto en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.

Con nivel de significancia de 5% ($\alpha = 0.05$) y con nivel de confianza de 95%. El criterio de evaluación indica que:

Si Valor Sig ≥ 0.05 se acepta la hipótesis nula H_0

Si Valor Sig < 0.05 se acepta la hipótesis alterna H_1

Siendo las variables cuantitativas, normales, paramétricas, diferentes y relacionadas, se aplica la Prueba t-Student para muestras relacionadas, mediante el software SPSS 26 (George & Mallery, 2003), se obtienen los siguientes resultados. Ver Tabla 36:

Tabla 36:

Prueba t-Student para muestras relacionadas, aplicando SMED

		Prueba de muestras relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
Pre SMED	Post SMED	Diferencias relacionadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
		48.10381	5.77937	1.26116	45.47307	50.73455	38.142	20	0.000

Fuente: Elaboración propia por medio del software IBM SPSS26

✓ **Conclusión de Hipótesis Específica 01**

La probabilidad obtenida es igual a 0.000 y es menor a 0.05, entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 . Es decir, hay una diferencia significativa en las medias de % de Reducción de tiempos por cambio, antes y después de la mejora. Por lo cual se concluye que con la aplicación SMED, se reducirán los tiempos en cambios de productos en la Línea de Embotellado.

✓ **Discusión de Hipótesis Específica 01**

Para este apartado era necesario reconocer y eliminar todo tipo de desperdicio (Rajadell, 2010) que afecten los tiempos de cambios de producto y la solución con la aplicación SMED. Los resultados obtenidos por turno en la línea de embotellado se muestran en la Tabla 37:

Tabla 37:

Parámetros de medición en cambios de productos

Parámetros de medición en cambios de productos	Antes de SMED	Después de SMED	Resultados Obtenidos
Tiempo empleado por cambio (min/turno 8 horas)	71.23	23.12	Reducción en 48.1 minutos
Tiempo productivo llenadora (min/turno 8 horas)	408.8	456.9	Incrementó en 48.1 minutos
Volumen producido (min/turno 8 horas)	1,021,929	1,142,188	Incrementó en 120,260 botellas
% Volumen producción obtenida	85.16%	95.18%	Incrementó en 10.02%

Fuente: Elaboración propia

Se cumplió no solo con el objetivo de reducción de tiempos por cambio de productos, sino también incrementó el tiempo operativo de la línea y el volumen de producción o embotellado.

Objetivo Específico 02: Implementar TPM para reducir las averías de los equipos en la línea de embotellado de una industria vitivinícola

Variable Dependiente de la Hipótesis Especifica 02:

Reducción de averías en los equipos

✓ **Prueba de Normalidad de la Hipótesis Específica 02:**

Para la prueba de normalidad se plantean las siguientes hipótesis

H₀: Los datos siguen una distribución normal

H₁: Los datos NO siguen una distribución normal

Con nivel de significancia de 5% ($\alpha = 0.05$) y con nivel de confianza de 95%. El criterio de evaluación indica que:

Si Valor Sig ≥ 0.05 se acepta la hipótesis nula H₀

Si Valor Sig < 0.05 se acepta la hipótesis alterna H₁

✓ **Prueba de Normalidad Pre Test: Muestra Variable Dependiente 02**

Mediante el uso del software SPSS 26, aplicamos los estadísticos de Shapiro-Wilk, por tener datos menores a cincuenta; los resultados de la prueba de Normalidad se muestran en la Tabla 38:

Tabla 38:

Prueba de normalidad antes de TPM – Reducción de averías, Pre Test 2018

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.

OPI 2018	0.137	12	,200*	0.963	12	0.826
----------	-------	----	-------	-------	----	-------

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: B&V Taberero S.A.C.

Elaboración: Propia

Teniendo en cuenta que la muestra es 12 del cual obtenemos el valor de significancia de 0.826, mayor que 0.05. Por lo tanto, aceptamos la hipótesis H_0 , concluyendo que los datos de la muestra siguen una distribución normal.

Prueba de Normalidad Post Test: Muestra Variable Dependiente 02

Mediante el uso del software SPSS 26, aplicamos los estadísticos de Shapiro-Wilk, por tener datos menores a cincuenta; los resultados de la prueba de Normalidad se muestran en la Tabla 39:

Tabla 39:

Prueba de normalidad después de TPM – Reducción de averías, Post Test 2019

OPI 2019	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	0.235	12	0.066	0.888	12	0.112

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: B&V Taberero S.A.C.

Elaboración: Propia

Teniendo en cuenta que la muestra es 12 del cual obtenemos el valor de significancia de 0.112, mayor que 0.05. Por lo tanto, aceptamos la hipótesis H_0 , concluyendo que los datos de la muestra siguen una distribución normal.

✓ Contrastación de Hipótesis Específica 02

Siendo:

H_0 : Hipótesis nula

H_1 : Hipótesis alternativa

Entonces se define que:

H_0 : Si se implementa TPM, entonces no se reducirán las averías en los equipos en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.

H_1 : Si se implementa TPM, entonces se reducirán las averías en los equipos en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.

Con nivel de significancia de 5% ($\alpha = 0.05$) y con nivel de confianza de 95%. El criterio de evaluación indica que:

Si Valor Sig ≥ 0.05 se acepta la hipótesis nula H_0

Si Valor Sig < 0.05 se acepta la hipótesis alterna H_1

Siendo las variables cuantitativas, normales, paramétricas, diferentes y relacionadas, se aplica la Prueba t-Student para muestras relacionadas, mediante el software SPSS 26, se obtienen los siguientes resultados. Ver Tabla 40:

Tabla 40:

Prueba t-Student para muestras relacionadas, aplicando TPM – Reducción de averías

Prueba de muestras relacionadas								
OPI2018 - OPI2019	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
	21.88583	14.75577	4.25962	12.51047	31.26120	5.138	11	0.000

Fuente: Elaboración propia por medio del software IBM SPSS26

✓ Conclusión de Hipótesis Específica 02

La probabilidad obtenida es igual a 0.000 y es menor a 0.05, entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 . Es decir, hay una diferencia significativa en las medias de % de Reducción de averías, antes y después de la mejora. Por lo cual se concluye que con la aplicación TPM, se reducirán las averías de equipos en la Línea de Embotellado.

✓ Discusión de Hipótesis Específica 02

El desarrollo de los equipos Kaizen, ha sido fundamental para el reconocimiento de las averías y dar soluciones a las mismas; como permitir la continuidad de la

operación de los equipos (Soconnini, 2008). Esto permite aportar en la mejora de la eficiencia de las líneas de embotellado y cumplir con los objetivos planteados. Estos equipos deberán estar muy bien alineados también con el mantenimiento autónomo y la gestión de equipos para la prevención del mantenimiento.

Objetivo Específico 03: Implementar TPM para reducir los mantenimientos correctivos en la línea de embotellado de una industria vitivinícola

Variable Dependiente de la Hipótesis Especifica 03:

Reducción de mantenimientos correctivos

✓ **Prueba de Normalidad de la Hipótesis Específica 03:**

Para la prueba de normalidad se plantean las siguientes hipótesis

H₀: Los datos siguen una distribución normal

H₁: Los datos NO siguen una distribución normal

Con nivel de significancia de 5% ($\alpha = 0.05$) y con nivel de confianza de 95%. El criterio de evaluación indica que:

Si Valor Sig ≥ 0.05 se acepta la hipótesis nula H₀

Si Valor Sig < 0.05 se acepta la hipótesis alterna H₁

Prueba de Normalidad Pre Test: Muestra Variable Dependiente 03

Mediante el uso del software SPSS 26, aplicamos los estadísticos de Shapiro-Wilk, por tener datos menores a cincuenta; los resultados de la prueba de Normalidad se muestran en la Tabla 41:

Tabla 41:

Prueba de normalidad antes de TPM – Reducción de mantenimientos correctivos, Pre Test 2018

Pruebas de normalidad						
Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.

OM2018	0.110	48	0.192	0.972	48	0.312
---------------	-------	----	-------	-------	----	-------

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: B&V Taberero S.A.C.

Elaboración: Propia

Teniendo en cuenta que la muestra es 48 del cual obtenemos el valor de significancia de 0.312, mayor que 0.05. Por lo tanto, aceptamos la hipótesis H_0 , concluyendo que los datos de la muestra siguen una distribución normal.

Prueba de Normalidad Post Test: Muestra Variable Dependiente 03

Mediante el uso del software SPSS 26, aplicamos los estadísticos de Shapiro-Wilk, por tener datos menores a cincuenta; los resultados de la prueba de Normalidad se muestran en la Tabla 42:

Tabla 42:

Prueba de normalidad después de TPM – Reducción de mantenimientos correctivos, Post Test 2019

Pruebas de normalidad						
OM2019	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	0.143	48	0.015	0.953	48	0.052

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: B&V Taberero S.A.C.

Elaboración: Propia

Teniendo en cuenta que la muestra es 48 del cual obtenemos el valor de significancia de 0.052, mayor que 0.05. Por lo tanto, aceptamos la hipótesis H_0 , concluyendo que los datos de la muestra siguen una distribución normal.

✓ Contrastación de Hipótesis Específica 03

Siendo:

H_0 : Hipótesis nula

H_1 : Hipótesis alternativa

Entonces se define que:

H_0 : Si se implementa TPM, entonces no se reducirán los mantenimientos correctivos en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.

H_1 : Si se implementa TPM, entonces se reducirán los mantenimientos correctivos en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.

Con nivel de significancia de 5% ($\alpha = 0.05$) y con nivel de confianza de 95%. El criterio de evaluación indica que:

Si Valor Sig ≥ 0.05 se acepta la hipótesis nula H_0

Si Valor Sig < 0.05 se acepta la hipótesis alterna H_1

Siendo las variables cuantitativas, normales, paramétricas, diferentes y relacionadas, se aplica la Prueba t-Student para muestras relacionadas, mediante el software SPSS 26, se obtienen los siguientes resultados. Ver Tabla 43:

Tabla 43:

Prueba t-Student para muestras relacionadas, aplicando TPM – Reducción de mantenimientos correctivos

		Prueba de muestras relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)
		Diferencias relacionadas						
OM2018 - OM2019	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
	4.56250	1.69989	0.24536	4.06890	5.05610	18.595	47	0.000

Fuente: Elaboración propia por medio del software IBM SPSS26

✓ Conclusión de Hipótesis Específica 03

La probabilidad obtenida es igual a 0.000 y es menor a 0.05, entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 . Es decir, hay una diferencia significativa en las medias de % de Reducción de mantenimientos correctivos, antes y después de la mejora. Por lo cual se concluye que con la aplicación TPM, se reducirán los mantenimientos correctivos en la Línea de Embotellado.

✓ Discusión de Hipótesis Específica 03

En acuerdo a los conceptos de prevención mencionados por Soconnini (2008), y ejecutadas las estrategias de la gestión preventiva de los procesos, implementadas en esta industria vitivinícola, ha permitido tener una mejora significativa no sólo al nivel de reducción de mantenimientos correctivos, sino también a trabajar con

mejores niveles de calidad de proceso y también calidad de producto. Menos reprocesos por parámetros de estandarización de calidad de vinos, como menos reclamos o quejas por parte de los clientes (ejemplo: nivel de llenado bajo, mal tapado o mal etiquetado).

✓ **Resumen de Resultados**

Dados los resultados obtenidos mostrados, se resumen los indicadores siguientes en la Tabla 44:

Tabla 44:

Cuadro resumen de resultados de indicadores

Hipótesis	Variable	Indicador	Pre Test 2018	Post Test 2019	Variación
Si se aplica SMED, entonces reducirá los tiempos por cambio de productos en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.	Reducción de tiempos en cambios de producto	% Reducción de paros por cambios de producto	72.3957 minutos	23.1200 minutos	67.53%
Si se implementa TPM, entonces se reducirán las averías en los equipos en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.	Reducción de averías en los equipos	% Reducción de paros por averías	29.0700 OPI promedio mensual	7.1837 OPI promedio mensual	75.29%
Si se implementa TPM, entonces se reducirán los mantenimientos correctivos en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.	Reducción de mantenimiento correctivos	% Reducción de paros por mantenimiento correctivos	36.1667 órdenes de trabajo promedio mensual	17.9167 órdenes de trabajo promedio mensual	50.46%

Fuente: Elaboración propia

Resultados de Indicadores OEE

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los cálculos OEE con la aplicación LM y su mejora aceptable en la tablas y figuras siguientes:

Tabla 45:
Cuadro resultados OEE 2019

Indicador	Fecha	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-19	Set-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19	2019
DISPONIBILIDAD	Tiempo de Trabajo Programado	1,062.50	1,062.50	1,062.50	637.50	637.50	637.50	1,062.50	1,062.50	1,062.50	1,062.50	1,062.50	637.50	11,050
	Tiempo Disponible	988.56	921.65	972.66	622.03	627.09	596.77	993.55	994.44	996.56	999.32	965.35	598.89	10,277
	% Disponibilidad	93.0%	86.7%	91.5%	97.6%	98.4%	93.6%	93.5%	93.6%	93.8%	94.1%	90.9%	93.9%	93.0%
RENDIMIENTO	Tiempo Disponible	988.56	921.65	972.66	622.03	627.09	596.77	993.55	994.44	996.56	999.32	965.35	598.89	10,277
	Tiempo Neto de Operación	889.70	737.32	782.26	572.27	509.82	498.90	832.59	862.18	833.12	936.81	787.73	556.96	8,800
	% Rendimiento	90.0%	80.0%	80.4%	92.0%	81.3%	83.6%	83.8%	86.7%	83.6%	93.7%	81.6%	93.0%	85.6%
CALIDAD	Tiempo Neto de Operación	889.70	737.32	782.26	572.27	509.82	498.90	832.59	862.18	833.12	936.81	787.73	556.96	8,800
	Tiempo Efectivo Operación	887.41	735.05	781.45	560.23	503.93	498.10	830.88	852.28	832.57	936.43	787.27	556.46	8,762
	% Calidad	99.7%	99.7%	99.9%	97.9%	98.8%	99.8%	99.8%	98.9%	99.9%	100.0%	99.9%	99.9%	99.6%
OEE	% OEE	83.5%	69.2%	73.5%	87.9%	79.0%	78.1%	78.2%	80.2%	78.4%	88.1%	74.1%	87.3%	79.3%

Fuente: Elaboración propia

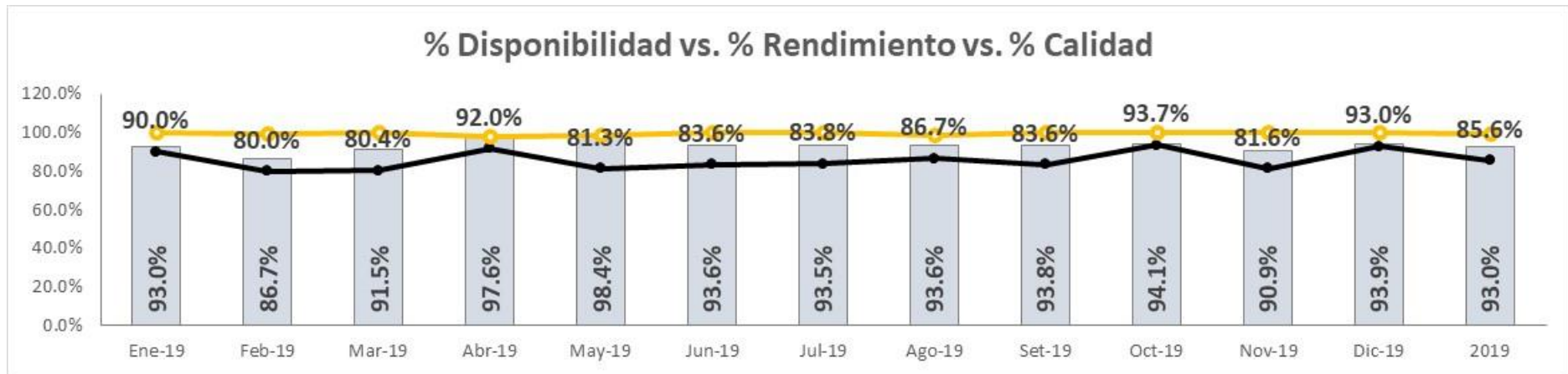


Figura 64: % Disponibilidad vs. % Rendimiento vs. % Calidad 2019, por B&V Taberero S.A.C.

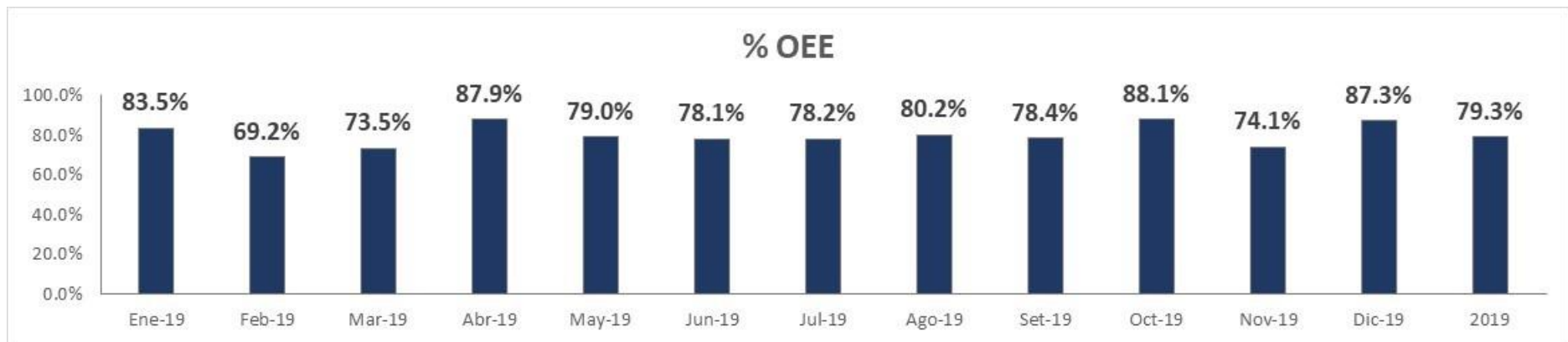


Figura 65: % OEE 2019, por B&V Taberero S.A.C.

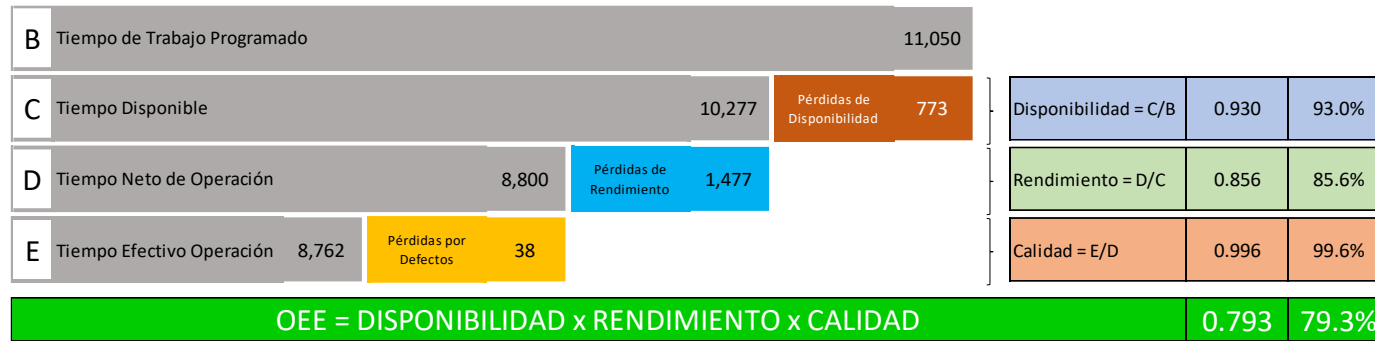


Figura 66: Pérdidas usando OEE 2019, por B&V Taberero S.A.C.

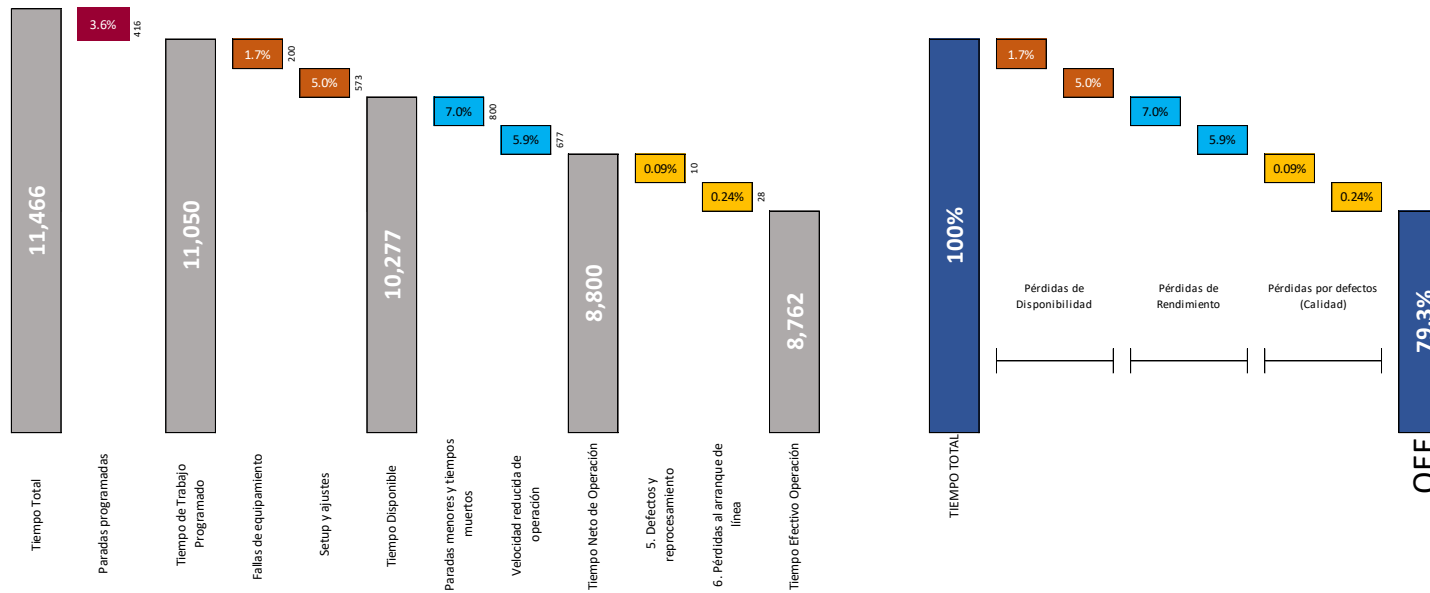


Figura 67: Diagrama Cascada OEE 2019 de Embotellado, por B&V Taberero S.A.C.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. SMED es una técnica de gran ayuda para la reducción de tiempos, es por este motivo que la empresa aplicó sus pasos en la máquina llenadora de línea de embotellado, logrando una reducción significativa de 71.23 a 23.12 minutos en promedio y, por consiguiente, un aumento de la producción con poca inversión. No fue rápido el cambio, pero se tomaron varios días de pruebas y ensayos para lograrlo.
2. Para el segundo objetivo de reducción de averías de equipos, significó la disminución de las pérdidas de 29.07 a 7.18 en promedio mensual, tanto de la máquina llenadora como de la línea de embotellado.
3. Para el tercer objetivo de reducción de mantenimientos correctivos, significó la disminución de las órdenes de trabajo de 36.17 a 17.92 en promedio mensual, centrando los esfuerzos en la máquina llenadora de la Línea 2.
4. Se mejoró el OEE en esta industria vitivinícola de 66.3% en 2017 y 69.1% en 2018 a 79.3% en 2019, valoración Aceptable para continuar con las mejoras en el proceso.
5. La identificación y el análisis de pérdidas, son el punto de partida de este sistema productivo, por ese motivo se debe evaluar cada proceso concienzudamente. La eliminación de las pérdidas será el compromiso de todas las áreas involucradas en los equipos TPM como la Alta Dirección, para aumentar la eficiencia global.

6. Todas las actividades de orden, limpieza y aseo, y si son aplicadas con disciplina de las herramientas LM, facilitan el trabajo de las áreas de producción como de mantenimiento.

7. Se debe programar mayores tareas de mantenimiento a todas las máquinas y equipo que lo requieran, ya sea correctivos, preventivos o planificados, no solo optimizando los tiempos sino también los recursos. Todo en base a la gestión TPM.

8. Aplicadas correctamente las metodologías y herramientas LM, facilita a embotellado a obtener mejores indicadores con menores costos de producción y mantenimiento.

RECOMENDACIONES

1. Para lograr el éxito de SMED, es recomendable se mantenga una plena comunicación con el personal y se continúen con las reuniones, con el objetivo de retroalimentar la línea de embotellado. Se recomienda la implementación de procedimientos de trabajo, instructivos y formatos de control para todo lo que conlleve con el cambio de formato y continuar con el incremento de la eficiencia, no solo en una máquina, también implementarlo en otros equipos; de esta manera responder el aumento de producción que se está obteniendo por la aplicación de SMED.
2. Continuar monitoreando las actividades productivas, vigilar constantemente las entradas y salidas de cada proceso y establecer indicadores que evidencien su comportamiento.
3. Tener más equipos para mejora continua en todas las líneas de embotellado para optimizar el uso de todas las máquinas, y lograr de manera eficiente los objetivos planeados por la empresa.
4. Implementar y mejorar en forma continua las estrategias TPM, para mantener los equipos en condiciones adecuadas, y así aumentar su eficiencia y durabilidad.
5. Se recomienda contratar a un especialista en temas relacionados en Lean Manufacturing, necesarias para seguir optimizando todos los procesos con la proyección de mayor crecimiento que tiene la empresa.
6. También se recomienda invertir en pagar capacitaciones o preparación de trabajadores con potencial en procesos y mantenimiento para con la metodología Lean, ya que esta se basa en las personas y en el trabajo de equipo.

7. Se recomienda la implementación de la metodología Lean o también la metodología Lean Six Sigma; la mejor que sea de beneficio económico, social, ambiental, etc., para con otras industrias vitivinícolas de la región, ya que aún trabajan de forma tradicional.
8. Los resultados como se ha beneficiado a esta empresa, deben ser compartida como punto de partida para con otras industrias del sector, como alimentos, farmacéuticos o de otros giros: como textiles, metal mecánico, etc.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



- Arata, A. (2009). *Ingeniería y gestión de la confiabilidad operacional en plantas industriales*. Chile: RIL Editores.
- Arrieta, J. (2011). *Herramientas de producción: Ayudas para el mejoramiento de los procesos productivos*. Colombia: Fondo Editorial Universidad Eafit.
- Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación. Serie integral por competencias*. México: Grupo Editorial Patria.
- Balandrón, C. (2017). *Evaluación de Impactos de la Implementación de Metodologías Lean en proyectos de desarrollo minero en construcción (tesis de maestría)*. Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la Investigación. Administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Colombia: Pearson Educación.
- Cakmakci, M. (2009). *Process improvement: performance analysis of the setup time reduction SMED in the automobile industry*. International Journal Adv Manuf Technology.
- Calva, J. (2007). *Educación, ciencia, tecnología y competitividad*. México: UNAM.
- Castrejón, A. (2016). *Implementación de Herramientas de Lean Manufacturing en el área de empaque de un laboratorio farmacéutico (tesis de maestría)*. D.F., México: Instituto Politécnico Nacional.
- D'Alessio, F. (2015). *El proceso estratégico. Un enfoque de gerencia*. Lima: Pearson.
- De Orbegoso, M. (2005). *Reducción de tiempos de preparación en máquinas: Un aporte desde la filosofía Lean*. Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Evans, J., & Lindsay, W. (2008). *Administración y control de la calidad*. México: Cengage Learning Editores.
- Ferdousi, A. (2010). *A Manufacturing Strategy: An Overview of Related Concepts Principles and Techniques*. Asian Journal of Business Management.
- George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference*. Boston: Allyn & Bacon.
- Gómez, C. (2001). *Mantenimiento Productivo Global. Una visión global*. España: U.L.P.G.C.
- Guzmán, D. (2017). *Propuesta Metodológica para la Mejora Operacional de Ductos mediante análisis de programa de bombeo utilizando la Filosofía Lean (tesis de maestría)*. Bogotá, Colombia: Universidad EAN.
- Hammer, M., & Champy, J. (1993). *Reingeniería*. Bogotá: Norma.

- Hernández, J., & Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturin: Conceotos, técnicas e implantación*. Madrid: Fundación EOI.
- Hernández, S., Fernández, C., & Baptista, L. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill - Interoamericana Editores S.A.
- Hualla, R., & Cárdenas, C. (2017). *Mejora de procesos en las áreas de mezclado y molienda de una empresa manufacturera de tubosistemas pvc y pead aplicando herramientas de calidad y lean manufacturing (tesis de maestría)*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Huertas, L. (2004). *Historia de la producción de vinos y piscos en el Perú*. Talca: Revista Universum N°19 Vol.2:44-61.
- Jeffrey, L. (2010). *Las claves del éxito de Toyota: 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo*. España: Grupo Planeta.
- Llontop, J. (2018). *Propuesta de implementación de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para medir el impacto de la productividad de la Agroindustria Pomalca SAA (tesis de maestría)*. Chiclayo, Perú: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Llontop, L., Viacava, G., & Málaga, M. (2018). *Propuesta de mejora del proceso de producción en una planta emboteladora de productos de consumo masivo mediante técnicas Lean (tesis de maestría)*. Lima, Perú: Univerisidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- López, J. (2012). *Productividad*. México: Palibrio.
- Maneechote, L. (2010). *Production Time Reduction for Erbium Doped Fibre Amplifer Process via Lean Manufacturing Systems*. Hong Kong: Iaeng proceedings of the international multiconference of engineers and computer scientists.
- Maya, J. (2018). *Aplicación de RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para metodología TPM (tesis de maestría)*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- MINSA. (1998). *Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas (Decreto Supremo N° 007-98-SA)*. Ministerio de Salud del Perú.
- MINSA. (2006). *Norma Sanitaria para la aplicación del Sistema HACCP en la fabricación de Alimentos y Bebidas*. Ministerio de Salud del Perú.
- Montgomery, D. (2004). *Diseño y análisis de experimentos*. México: Editorial Limusa.
- Mounbray, J. (2004). *Mantenimiento centrado en confiabilidad*. Gran Bretaña: Aladdin Ltda.
- Nakajima, S. (1991). *Introducción al TPM*. Madrid: Tecnologías de Gerencia y Producción S.A.
- Ñaupas, P. (2014). *Metodología de la Investigación Cuantitativa-Cualitativa y Redacción de Tesis*. Bogotá: Ediciones de la U.



- OEFA. (2014). *La Fiscalización Ambiental en Residuos Sólidos*. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
- Ogalla, F. (2005). *Sistema de Gestión*. España: Diaz De Santos.
- Ohno, T. (1991). *El Sistema de Producción Toyota. Más allá de la producción a gran escala*. New York: CRS Press.
- Perinić, M., Ikonić, M., & Maričić, S. (2009). *Die casting process assessment using single minute exchange of dies (smed) method*. Croacia: Metalurgija.
- Pino, R. (2013). *Metodología de la Investigación*. Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L.
- Rajadell, M. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Madrid: Díaz de Santos.
- Retuerto, J., Tuesta, L., & Mondragón, M. (2016). *Propuesta aplicación de herramientas TOC-SMED en la línea de productos sólidos de una empresa farmacéutica (tesis de maestría)*. Lima, Perú: Universidad Pacífico.
- Sandivar, R. (2016). *Propuesta de Mejora del proceso de una línea de producción de parabrisas para autos usando herramientas de Manufactura Esbelta (tesis de maestría)*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Sarmiento, C. (2018). *Incremento de la Productividad en el Área de Producción de la Empresa Mundiplast mediante un Sistema de Producción Esbelto Lean Manufacturing (tesis de maestría)*. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
- Shingo, S. (2003). *Una revolución en la producción: el sistema SMED*. Madrid: TGP Hoshin.
- Soconnini, L. (2008). *Lean Manufacturing: paso a paso*. México: Norma.
- Valle, O., & Rivera, O. (2008). *Monitoreo e indicadores*. Guatemala: Organización de Estados Iberoamericanos.
- Vilana, J. (2011). *Fundamentos del Lean Manufacturing*. España: Nota Técnica 3-01-Dirección de Operaciones. Creative Commons.
- Villaseñor, A., & Galindo, E. (2009). *Manual de Lean Manufacturing. Guía Básica*. Monterrey: Limusa.
- Wilson, L. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*. USA: Mc Graw-Hill.
- Womack, J. (1996). *Lean Thinking: banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Simon & Schuster.
- Ynoub, R. (2015). *Cuestión de método. Aportes para una metodología crítica*. México: Aguilar León y Cal, Editores.
- Zorrilla, S. (1993). *Introducción a la metodología de la investigación*. México: Aguilar León y Cal Editores.

ANEXOS

Anexo 01: Declaración de Autenticidad

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	Escuela de Posgrado
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y NO PLAGIO	
DECLARACIÓN DEL GRADUANDO	
Por el presente, el graduando: (Apellidos y nombres)	
BACIGALPO VÁSQUEZ, FÉLIX GIANMARCO	
en condición de egresado del Programa de Posgrado:	
MAESTRIA EN INGENIERIA INDUSTRIAL	
deja constancia que ha elaborado la tesis intitulada:	
APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA EFICIENCIA EN LA LÍNEA DE EMBOTELLADO EN UNA INDUSTRIA VITIVINÍCOLA	
Declara que el presente trabajo de tesis ha sido elaborado por el mismo y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica, de investigación, profesional o similar.	
Deja constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no ha asumido como suyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de la Internet.	
Asimismo, ratifica que es plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asume la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento y es consciente de las connotaciones éticas y legales involucradas.	
En caso de incumplimiento de esta declaración, el graduando se somete a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y los dispositivos legales vigentes.	
 Firma del graduando	04 DE AGOSTO DE 2021 Fecha

Anexo 02: Autorización de consentimiento para realizar la investigación

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		Escuela de Posgrado	
AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR LA INVESTIGACIÓN			
DECLARACIÓN DEL RESPONSABLE DEL ÁREA O DEPENDENCIA DONDE SE REALIZARA LA INVESTIGACIÓN			
Dejo constancia que el área o dependencia que dirijo, ha tomado conocimiento del proyecto de tesis titulado:			
APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA EFICIENCIA EN LA LÍNEA DE ENBOTELLADO EN UNA INDUSTRIA LÁCTEA			
el mismo que es realizado por el Sr. / Srta. Estudiante (Apellidos y nombres):			
BACIGALPO VASQUEZ, FELIX GERMÁN			
en condición de estudiante – investigador del Programa de:			
MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL			
Así mismo señalamos, que según nuestra normativa interna procederemos con el apoyo al desarrollo del proyecto de investigación, dando las facilidades del caso para aplicación de los instrumentos de recolección de datos.			
En razón de lo expresado doy mi consentimiento para el uso de la información y/o la aplicación de los instrumentos de recolección de datos:			
Nombre de la empresa:		AutORIZACIÓN para el uso del nombre de la Empresa en el Informe Final	<input checked="" type="checkbox"/> NO
BORBOS Y VIVEROS TABERNERO S.A.C			
Apellidos y Nombres del Jefe/Responsable del área:		Cargo del Jefe/Responsable del área:	
ROTONDO DÓNOLA CARLOS		DIRECTOR DE GERENCIA	
Teléfono fijo (incluyendo anexo) y/o celular:		Correo electrónico de la empresa:	
998 262623		c.rotando@tabernero.com	
 Firma		04 DE AGOSTO DE 2021 Fecha	

Anexo 03: Matriz de Consistencia

A continuación, se presenta la Matriz de Consistencia utilizada en la investigación del estudio (ver Tabla 46):

Tabla 46:
Matriz de Consistencia

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables Independientes	Indicador V.D.	Variables Dependientes	Indicador V.D.
¿Cómo mediante la aplicación de Lean Manufacturing se podrá mejorar la eficiencia en la línea de embotellado de una industria vitivinícola?	Aplicar Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.	Si se aplica Lean Manufacturing entonces mejorará la eficiencia en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.	Aplicación de herramientas LM	--	Eficiencia en la línea de embotellado	%OEE
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos				
¿Cómo mediante la aplicación de SMED se podrá reducir los tiempos por cambio de producto en la línea de embotellado de una industria vitivinícola?	Aplicar SMED para reducir los tiempos por cambio de producto en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.	Si se aplica SMED, entonces reducirá los tiempos por cambio de producto en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.	SMED	Si / No	Reducción de tiempos en cambios de producto	% Reducción de paros por cambios de producto
¿Cómo mediante la aplicación de TPM se podrá reducir las averías en los equipos en la línea de embotellado de una industria vitivinícola?	Implementar TPM para reducir las averías en los equipos en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.	Si se implementa TPM, entonces se reducirán las averías en los equipos en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.	TPM	Si / No	Reducción de averías en los equipos	% Reducción de paros por averías
¿Cómo mediante la aplicación de TPM se podrá reducir los mantenimientos correctivos en la línea de embotellado de una industria vitivinícola?	Implementar TPM para reducir los mantenimientos correctivos en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.	Si se implementa TPM, entonces se reducirán los mantenimientos correctivos en la línea de embotellado de una industria vitivinícola.	TPM	Si / No	Reducción de mantenimientos correctivos	% Reducción de paros por mantenimientos correctivos

Fuente: Elaboración propia

Anexo 04: Matriz de Operacionalización

A continuación, se presenta la Matriz de Operacionalización utilizada en la investigación del estudio (ver Tabla 47):

Tabla 47:
Matriz de Operacionalización

Variables Independientes	Definición Conceptual	Definición Operacional
SMED	Conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de preparación de máquina (Villaseñor & Galindo, 2009, págs. 61-62).	Herramienta empleada para reducir el tiempo de cambio y para aumentar la fiabilidad del proceso de cambio, lo que reduce el riesgo de defectos y averías.
TPM	Conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías, a través de la participación y motivación de todos los empleados (Villaseñor & Galindo, 2009, pág. 66).	TPM describe la alineación entre la producción y el mantenimiento, para la mejora continua de la calidad del producto, la eficiencia operativa, el aseguramiento de la capacidad y la seguridad.
Variables Dependientes	Definición Conceptual	Definición Operacional
Reducción de tiempos en cambios de producto	Estos cambios implican la eliminación de ajustes y estandarización de operaciones a través de la instalación de nuevos mecanismos de alimentación/retirada/ajuste/centrado rápido como plantillas y anclajes funcionales (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 42).	Aplicar la herramienta SMED para reducir los tiempos por cambio de producto y sanitización.
Reducción de averías en los equipos	El TPM promueve la concienciación sobre el equipo y el auto mantenimiento por lo que es necesario asegurar que los operarios adquieren habilidades para descubrir anomalías, tratarlas y establecer las condiciones óptimas del equipo de forma (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 49).	Reducir las averías de los equipos durante su operación en la línea.
Reducción de mantenimientos correctivos		Reducir los mantenimientos correctivos en los equipos durante su operación.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 05: Despliegue de averías: Indicadores OPI/MTBF/MTTR

AVERÍAS EN EMBOTELLADO POR LÍNEAS - OCTUBRE 2018							
CONCEPTO	N° ÓRDENES	PARADA	REPARACIÓN	DISPONIBLE	MTBF	MTTR	PÉRDIDA
LÍNEA 1	2	2.00	2.00	188.00	94.00	1.00	1.06%
LÍNEA 2	35	85.18	85.18	437.32	12.49	2.43	19.48%
LÍNEA 3	6	9.00	9.00	180.00	30.00	1.50	5.00%
LÍNEA 4	1	1.00	1.00	160.00	160.00	1.00	0.63%
TOTAL GENERAL	44	97.18	97.18	965.32	21.94	2.21	10.07%

AVERÍAS LÍNEA 2 - OCTUBRE 2018							
CONCEPTO	N° ÓRDENES	PARADA	REPARACIÓN	DISPONIBLE	MTBF	MTTR	PÉRDIDA
Llenadora GAI 3006	22	61.18	61.18	437.32	19.88	2.78	13.99%
Lavadora GAITEC 5106	6	15.00	15.00	437.32	72.89	2.50	3.43%
Etiquetadora GAI6050	5	6.00	6.00	437.32	87.46	1.20	1.37%
Codificador Videojet	1	2.00	2.00	437.32	437.32	2.00	0.46%
Encintadora Siat	0	0.00	0.00	437.32	-	-	-
Transportador N1	0	0.00	0.00	437.32	-	-	-
Transportador N2	0	0.00	0.00	437.32	-	-	-
Transportador N3	0	0.00	0.00	437.32	-	-	-
Transportador N4	0	0.00	0.00	437.32	-	-	-
Balanza Mettler Toledo	0	0.00	0.00	437.32	-	-	-
Paletizador Orion	1	1.00	1.00	437.32	437.32	1.00	0.23%
TOTAL, GENERAL	35	85.18	85.18	437.32	12.49	2.43	19.48%

AVERÍAS EN EMBOTELLADO POR LÍNEAS - NOVIEMBRE 2018							
CONCEPTO	N° ÓRDENES	PARADA	REPARACIÓN	DISPONIBLE	MTBF	MTTR	PÉRDIDA
LÍNEA 1	2	2.00	2.00	188.00	94.00	1.00	1.06%
LÍNEA 2	22	162.15	162.15	349.35	15.88	7.37	46.41%
LÍNEA 3	10	30.00	30.00	170.00	17.00	3.00	17.65%
LÍNEA 4	1	1.00	1.00	160.00	160.00	1.00	0.63%
TOTAL GENERAL	35	195.15	195.15	867.35	24.78	5.58	22.50%

AVERÍAS LÍNEA 2 - NOVIEMBRE 2018							
CONCEPTO	N° ÓRDENES	PARADA	REPARACIÓN	DISPONIBLE	MTBF	MTTR	PÉRDIDA
Llenadora GAI 3006	14	139.50	139.50	349.35	24.95	9.96	39.93%
Lavadora GAITEC 5106	5	15.00	15.00	349.35	69.87	3.00	4.29%
Etiquetadora GAI6050	2	4.50	4.50	349.35	174.68	2.25	1.29%
Codificador Videojet	1	3.15	3.15	349.35	349.35	3.15	0.90%
Encintadora Siat	0	0.00	0.00	349.35	-	-	-
Transportador N1	0	0.00	0.00	349.35	-	-	-
Transportador N2	0	0.00	0.00	349.35	-	-	-
Transportador N3	0	0.00	0.00	349.35	-	-	-
Transportador N4	0	0.00	0.00	349.35	-	-	-
Balanza Mettler Toledo	0	0.00	0.00	349.35	-	-	-
Paletizador Orion	0	0.00	0.00	349.35	-	-	-
TOTAL GENERAL	22	162.15	162.15	349.35	15.88	7.37	46.41%

AVERÍAS EN EMBOTELLADO POR LÍNEAS - DICIEMBRE 2018							
CONCEPTO	N° ÓRDENES	PARADA	REPARACIÓN	DISPONIBLE	MTBF	MTTR	PÉRDIDA
LÍNEA 1	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
LÍNEA 2	30	148.61	148.61	283.89	9.46	4.95	52.35%
LÍNEA 3	15	35.00	35.00	170.00	11.33	2.33	20.59%
LÍNEA 4	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
TOTAL GENERAL	45	183.61	183.61	453.89	10.09	4.08	40.45%

AVERÍAS LÍNEA 2 - DICIEMBRE 2018							
CONCEPTO	N° ÓRDENES	PARADA	REPARACIÓN	DISPONIBLE	MTBF	MTTR	PÉRDIDA
Llenadora GAI 3006	20	126.86	126.86	283.89	14.19	6.34	44.69%
Lavadora GAITEC 5106	8	13.60	13.60	283.89	35.49	1.70	4.79%
Etiquetadora GAI6050	1	5.00	5.00	283.89	283.89	5.00	1.76%
Codificador Videojet	1	3.15	3.15	283.89	283.89	3.15	1.11%
Encintadora Siat	0	0.00	0.00	283.89	-	-	-
Transportador N1	0	0.00	0.00	283.89	-	-	-
Transportador N2	0	0.00	0.00	283.89	-	-	-
Transportador N3	0	0.00	0.00	283.89	-	-	-
Transportador N4	0	0.00	0.00	283.89	-	-	-
Balanza Mettler Toledo	0	0.00	0.00	283.89	-	-	-
Paletizador Orion	0	0.00	0.00	283.89	-	-	-
TOTAL GENERAL	30	148.61	148.61	283.89	9.46	4.95	52.35%

AVERÍAS EN EMBOTELLADO POR LÍNEAS - ABRIL 2019

CONCEPTO	N° ÓRDENES	PARADA	REPARACIÓN	DISPONIBLE	MTBF	MTTR	PÉRDIDA
LÍNEA 1	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
LÍNEA 2	11	13.47	13.47	452.03	41.09	1.22	2.98%
LÍNEA 3	1	2.00	2.00	170.00	170.00	2.00	1.18%
LÍNEA 4	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
TOTAL GENERAL	12	15.47	15.47	622.03	51.84	1.29	2.49%

AVERÍAS LÍNEA 2 - ABRIL 2019

CONCEPTO	N° ÓRDENES	PARADA	REPARACIÓN	DISPONIBLE	MTBF	MTTR	PÉRDIDA
Llenadora GAI 3006	7	9.47	9.47	452.03	64.58	1.35	2.09%
Lavadora GAITEC 5106	2	2.00	2.00	452.03	226.02	1.00	0.44%
Etiquetadora GAI6050	1	1.00	1.00	452.03	452.03	1.00	0.22%
Codificador Videojet	0	0.00	0.00	452.03	-	-	-
Encintadora Siat	0	0.00	0.00	452.03	-	-	-
Transportador N1	0	0.00	0.00	452.03	-	-	-
Transportador N2	0	0.00	0.00	452.03	-	-	-
Transportador N3	0	0.00	0.00	452.03	-	-	-
Transportador N4	0	0.00	0.00	452.03	-	-	-
Balanza Mettler Toledo	0	0.00	0.00	452.03	-	-	-
Paletizador Orion	1	1.00	1.00	452.03	452.03	1.00	0.22%
TOTAL GENERAL	11	13.47	13.47	452.03	41.09	1.22	2.98%

AVERÍAS EN EMBOTELLADO POR LÍNEAS - MAYO 2019

CONCEPTO	N° ÓRDENES	PARADA	REPARACIÓN	DISPONIBLE	MTBF	MTTR	PÉRDIDA
LÍNEA 1	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
LÍNEA 2	10	8.41	8.41	467.09	46.71	0.84	1.80%
LÍNEA 3	1	2.00	2.00	160.00	160.00	2.00	1.25%
LÍNEA 4	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
TOTAL GENERAL	11	10.41	10.41	627.09	57.01	0.95	1.66%

AVERÍAS LÍNEA 2 - MAYO 2019

CONCEPTO	N° ÓRDENES	PARADA	REPARACIÓN	DISPONIBLE	MTBF	MTTR	PÉRDIDA
Llenadora GAI 3006	4	2.81	2.81	467.09	116.77	0.70	0.60%
Lavadora GAITEC 5106	3	3.60	3.60	467.09	155.70	1.20	0.77%
Etiquetadora GAI6050	2	1.50	1.50	467.09	233.55	0.75	0.32%
Codificador Videojet	1	0.50	0.50	467.09	467.09	0.50	0.11%
Encintadora Siat	0	0.00	0.00	467.09	-	-	-
Transportador N1	0	0.00	0.00	467.09	-	-	-
Transportador N2	0	0.00	0.00	467.09	-	-	-
Transportador N3	0	0.00	0.00	467.09	-	-	-
Transportador N4	0	0.00	0.00	467.09	-	-	-
Balanza Mettler Toledo	0	0.00	0.00	467.09	-	-	-
Paletizador Orion	0	0.00	0.00	467.09	-	-	-
TOTAL GENERAL	10	8.41	8.41	467.09	46.71	0.84	1.80%

AVERÍAS EN EMBOTELLADO POR LÍNEAS - JUNIO 2019

CONCEPTO	N° ÓRDENES	PARADA	REPARACIÓN	DISPONIBLE	MTBF	MTTR	PÉRDIDA
LÍNEA 1	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
LÍNEA 2	13	35.73	35.73	426.77	32.83	2.75	8.37%
LÍNEA 3	2	5.00	5.00	170.00	85.00	2.50	2.94%
LÍNEA 4	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
TOTAL GENERAL	15	40.73	40.73	596.77	39.78	2.72	6.83%

AVERÍAS LÍNEA 2 - JUNIO 2019

CONCEPTO	N° ÓRDENES	PARADA	REPARACIÓN	DISPONIBLE	MTBF	MTTR	PÉRDIDA
Llenadora GAI 3006	6	19.43	19.43	426.77	71.13	3.24	4.55%
Lavadora GAITEC 5106	3	10.80	10.80	426.77	142.26	3.60	2.53%
Etiquetadora GAI6050	3	4.50	4.50	426.77	142.26	1.50	1.05%
Codificador Videojet	0	0.00	0.00	426.77	-	-	-
Encintadora Siat	0	0.00	0.00	426.77	-	-	-
Transportador N1	0	0.00	0.00	426.77	-	-	-
Transportador N2	0	0.00	0.00	426.77	-	-	-
Transportador N3	0	0.00	0.00	426.77	-	-	-
Transportador N4	0	0.00	0.00	426.77	-	-	-
Balanza Mettler Toledo	0	0.00	0.00	426.77	-	-	-
Paletizador Orion	1	1.00	1.00	426.77	426.77	1.00	0.23%
TOTAL GENERAL	13	35.73	35.73	426.77	32.83	2.75	8.37%

Indicador	Fecha	Ene-17	Feb-17	Mar-17	Abr-17	May-17	Jun-17	Jul-17	Ago-17	Set-17	Oct-17	Nov-17	Dic-17
MTBF	Tiempo Productivo	781	656	921	599	487	447	878	765	781	978	865	451
	N° de órdenes	45	33	26	25	41	15	43	28	38	27	35	36
	MTBF	17.3	19.9	35.4	24.0	11.9	29.8	20.4	27.3	20.5	36.2	24.7	12.5
MTTR	Tiempo total de inactividad	282	407	141	38	150	191	185	297	282	84	197	187
	N° de órdenes	45	33	26	25	41	15	43	28	38	27	35	36
	MTTR	6.3	12.3	5.4	1.5	3.7	12.7	4.3	10.6	7.4	3.1	5.6	5.2
PÉRDIDA		36.1%	62.1%	15.3%	6.4%	30.9%	42.7%	21.1%	38.8%	36.1%	8.6%	22.8%	41.4%

Indicador	Fecha	Ene-18	Feb-18	Mar-18	Abr-18	May-18	Jun-18	Jul-18	Ago-18	Set-18	Oct-18	Nov-18	Dic-18
MTBF	Tiempo Productivo	881	936	922	499	477	417	778	756	788	965	867	454
	N° de órdenes	41	22	27	25	51	43	32	28	41	44	35	45
	MTBF	21.5	42.5	34.2	20.0	9.4	9.7	24.3	27.0	19.2	21.9	24.8	10.1
MTTR	Tiempo total de inactividad	182	127	140	138	160	221	285	307	274	97	195	184
	N° de órdenes	41	22	27	25	51	43	32	28	41	44	35	45
	MTTR	4.4	5.8	5.2	5.5	3.1	5.1	8.9	11.0	6.7	2.2	5.6	4.1
PÉRDIDA		20.7%	13.6%	15.2%	27.7%	33.6%	53.0%	36.6%	40.6%	34.8%	10.1%	22.5%	40.5%

Indicador	Fecha	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-19	Set-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19
MTBF	Tiempo Productivo	989	922	973	622	627	597	994	994	997	999	965	599
	N° de órdenes	22	9	14	13	25	21	16	14	20	22	17	22
	MTBF	44.9	102.4	69.5	47.8	25.1	28.4	62.1	71.0	49.8	45.4	56.8	27.2
MTTR	Tiempo total de inactividad	74	141	90	15	10	41	69	68	66	63	97	39
	N° de órdenes	22	9	14	13	25	21	16	14	20	22	17	22
	MTTR	3.4	15.7	6.4	1.2	0.4	1.9	4.3	4.9	3.3	2.9	5.7	1.8
PÉRDIDA		7.5%	15.3%	9.2%	2.5%	1.7%	6.8%	6.9%	6.8%	6.6%	6.3%	10.1%	6.4%



Anexo 06: Cuestionario y soluciones del Programa de Formación

PRUEBA PROGRAMA DE FORMACIÓN - EQUIPO TPM		Parte 1 de 3
PREGUNTAS Y ALTERNATIVAS		RESPUESTA CORRECTA
1) ¿Qué tipo de lubricante es el idóneo para la lubricación de los cilindros de la llenadora?		
a) Grasa Kluber 1500 debido a que es sintética y es adecuada para uso alimentario.		-
b) Grasa Kluber 15, especial para cargas pesadas.		-
c) Paraliq con partículas de TEFLÓN.		✓
d) Grasa VTS, con base de silicona.		-
2) ¿Con que frecuencia se debe realizar el lubricado de los cilindros de la llenadora?		
a) Todas las veces que sea posible.		-
b) Una vez cada 15 días.		-
c) Cada vez que tengamos una avería en la máquina.		-
d) Después de cada limpieza de la máquina.		✓
3) ¿Qué rulinas componen un cabezal de roscado de la tapadora?		
a) 1 rulina de roscado, 2 rulinas de taponado y una rulina de precinto.		-
b) 1 rulina de precinto y 3 rulinas de roscado.		-
c) 2 rulinas de precinto y 2 rulinas de sellado.		-
d) 2 rulinas de roscado y 2 rulinas de precinto.		✓
4) Con respecto a la cantidad de lubricante usado para los ejes de cada tipo de rulina de la tapadora. ¿Qué opción es la correcta?:		
a) Lubricamos más intensamente los ejes de las rulinas de roscado pues soportarán un mayor desgaste.		-
b) Lubricamos más intensamente los ejes de las rulinas de precinto pues soportarán un mayor desgaste.		✓
c) La cantidad de lubricante es idéntica para los ejes de todas las rulinas.		-
d) Ninguna respuesta es correcta.		-
5) ¿Qué diferencias estructurales tienen la pareja de rulinas de roscado con las de precinto?		
a) Las cuatro rulinas son idénticas.		-
b) Las rulinas de precinto son las que tienen muelle grueso.		✓
c) Las rulinas de roscado son las que tienen el muelle grueso.		-
d) Ninguna respuesta es correcta.		-
PRUEBA PROGRAMA DE FORMACIÓN - EQUIPO TPM		Parte 2 de 3
PREGUNTAS Y ALTERNATIVAS		RESPUESTA CORRECTA
6) Cuando observamos que algún componente está dañado o no marcha con suavidad:		
a) Paramos un instante la máquina y lubricamos de nuevo las zonas necesarias.		-
b) Avisamos al personal de mantenimiento para que repare las causas.		✓
c) Anotamos las incidencias para futuras lubricaciones		-
d) Ninguna respuesta es correcta.		-
7) Cuando estamos lubricando las pinzas para enjuague:		
a) Comprobamos que ambas pinzas están a la misma altura.		-
b) Tras lubricarlas, forzamos su movimiento vertical y comprobamos que retorna a su posición de reposo.		✓
c) Con lubricar rápidamente con Paraliq nos basta.		-
d) Ninguna respuesta es correcta.		-
8) Diferencias funcionales entre las parejas de las pinzas de enjuague de formato de vino y de pisco.		
a) Únicamente las pinzas de pisco tienen movimiento vertical.		-
b) Todas las pinzas tienen movimiento vertical.		-
c) Únicamente las rulinas de vino tienen movimiento vertical.		✓
d) Ninguna pinza se mueve verticalmente.		-
9) Si en el producto final, encontramos un tapa levantada o rota:		
a) El muelle de la rulina de precintar está roto.		-
b) La máquina está trabajando a una velocidad excesiva.		-
c) La posición de la rulina de precintar es demasiado elevada con respecto a la banda de precinto de la botella.		-
d) Existe algún error en el proceso de roscado.		✓
10) Si en el producto final, encontramos un tapa rota:		
a) La rosca es poco profunda y puede que el bloque de presión se haya desenroscado.		-
b) La máquina está trabajando a una velocidad excesiva.		-
c) Falta doblar la banda de precinto y puede que el muelle de la rulina de precintar esté roto.		✓
d) La fuerza de las rulinas de roscar es demasiado débil.		-
PRUEBA PROGRAMA DE FORMACIÓN - EQUIPO TPM		Parte 3 de 3
PREGUNTAS Y ALTERNATIVAS		RESPUESTA CORRECTA
11) Con respecto al montaje de las rulinas de la tapadora, señale la respuesta correcta:		
a) Las rulinas de precinto son idénticas entre sí.		-
b) Las rulinas de roscado tienen diferente grosor una de la otra y podemos comprobar su diferente numeración.		-
c) Las rulinas de precinto tienen diferente grosor una de la otra y podemos comprobar su diferente numeración.		✓
d) Las 2 rulinas de roscado son idénticas entre sí y las de precinto también idénticas entre sí.		-
12) Con respecto a los ajustes del cilindro de nivel de llenado. Señale la respuesta correcta:		
a) Existen 3 tipos de ajuste (altura, aproximación al eje y presión de trabajo) y el orden con que se realicen es indiferente.		-
b) Existen 3 tipos de ajustes (altura, aproximación al eje y presión de trabajo) y éstos, se llevan a cabo en un orden establecido para que la operación sea correcta.		✓
c) Si comenzamos ajustando la presión, el orden de la altura y aproximación al eje es indiferente.		-
d) Ninguna respuesta es correcta.		-
13) El uso del calibre en el ajuste del cilindro de nivel de llenado:		
a) Es idóneo únicamente para ajustar la altura de las rulinas.		-
b) Se usa tanto para el ajuste de altura de las parejas de rulinas como para ajustar la aproximación al eje de éstas.		✓
c) Es idóneo únicamente para ajustar la separación al eje de las rulinas.		-
d) Se usa en los 3 ajustes (altura, aproximación al eje y presión de trabajo).		-
14) La presión de vacío idónea de trabajo de llenado:		
a) Debe pasar los 10 PSI.		-
b) El rango idóneo de trabajo está entre 0 y 3.5 PSI.		✓
b) El rango idóneo de trabajo está entre 3.5 y 5 PSI.		-
b) El rango idóneo de trabajo está entre 5 y 10 PSI.		-
15) ¿Cómo corregimos el vacío de llenado?. Señala opción incorrecta:		
a) Limpiando la electroválvula de presión.		-
b) Controlando el nivel de llenado.		-
c) Verificando los réles de la válvula de vacío.		-
d) Ninguna respuesta es correcta.		✓





Anexo 07: Resultados de Prueba de Formación

EQUIPO	PRUEBA INICIAL	PRUEBA FINAL
PERSONAL DE EMBOTELLADO		
LLENADORES		
Luis Matta	7	15
Walter Hernández	7	15
César Yataco	6	13
SUPLENTE DE LLENADORES		
César Echegaray	5	13
Daniel Navarro	5	13
Daniel Huamán	5	13
TÉCNICOS EMBOTELLADO		
Walter Saravia	7	5
César Tipian	7	14
Hernando Pachas	6	15
Miguel Pachas	6	13
Santiago Ramos	5	13
PERSONAL DE MANTENIMIENTO		
MANTENIMIENTO		
Jhonny Almeyda	12	15
Luis Huamán	10	15
Arturo Loayza	10	15
Alexander Castillón	8	15
Joseph Tipismana	7	13

Anexo 08: Formato de Control de Reparaciones – Mantenimiento

	SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	Control de reparaciones en área de proceso	CA-PR- 01.30	
				Versión: 01
				Sede: Chincha
<input type="checkbox"/> Durante proceso		<input checked="" type="checkbox"/> Sin proceso 89		
NOMBRE DEL EQUIPO	LLENADORA MONOBLOCK GAI 3006			
PARTE DEL EQUIPO	EQUIPO COMPLETO			
SECTOR / AREA	EMBOTELLADO LINEA 2			
TRABAJO SOLICITADO POR	GIANMARCO BACIGALUPO			
AUTORIZADO POR	FREDY FAJARDO			
FECHA DE INICIO	26/03/2019	FECHA DE TERMINO	17/04/2019	
HORA DE INICIO	07:30 AM	HORA DE TERMINO	11:30 AM	
Medidas a tomar (antes de la reparación)				
Protección al producto	<input checked="" type="checkbox"/> C	Protección de equipos	<input checked="" type="checkbox"/> C	
Zonas aledañas	<input checked="" type="checkbox"/> C	Indumentaria apropiada	<input checked="" type="checkbox"/> C	
		Presentación		
		Conforme : C No Conforme : NC		
INSPECCION :				
ACTIVIDAD A REALIZAR :				
MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
REPUESTOS UTILIZADOS EN LA REPARACION				
ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1		RODAJE 6205 2RS SKF	2	UNID.
2		RETEN ASP 30X42X7mm. W.B.	2	UNID.
3		RETEN ASP 25X37X7mm. W.B.	2	UNID.
4		SEGURO SEEGER EXTERIOR E25	1	UNID.
5		ARANDELA DE COBRE ØINT.10mm. X ØEXT.16mm. X ESPESOR 1mm.	12	UNID.
6		ARANDELA DE COBRE ØINT.14mm. X ØEXT.20mm. X ESPESOR 1mm.	4	UNID.
7		ACEITE VAKUUMPENOL XVR 110 ISO VG 100 GLN.X 20 LITROS	1	UNID.
8		TORNAMESA DE LLENADORA CON 35 ESFERAS DE 5/8"	1	UNID.
9		KIT DE EMPAQUES DE VALVULAS DE LLENADO	1	UNID.
10		KIT DE REPUESTOS DE ENJUAGADORA DE BOTELLAS	1	UNID.
11		KIT DE REPUESTOS DE ACOPLER DE TRANSMISION	1	UNID.
12		REDUCTOR DE TRANSMISION 1	1	UNID.
13		REDUCTOR DE TRANSMISION 2	1	UNID.
14		REDUCTOR DE TRANSMISION 3	1	UNID.
15		KIT DE RODAMIENTOS	1	UNID.
ESTADO FINAL DEL EQUIPO :				
EL EQUIPO QUEDO EN OPTIMAS CONDICIONES				
OBSERVACIONES :				
SE MAONDARON A RECTIFICAR EJES DESGASTADOS EN TALLER INTECE.				
TRABAJO REALIZADO POR : (Nombres de los Técnicos que intervienen en la reparación)				
LUIS HUAMAN		JHONNY ALMEYDA		
JOSEPH TIPISMANA		CARLOS MORALES (TECNICO CHILENO)		
ALEXANDER CASTILLON				
Medidas a tomar (después de la reparación)				
Limpieza y sanitización del área <input type="checkbox"/>				
Verificación de Cumplimiento				
V"B" Mantenimiento	V"B" Responsable de Producción	V"B" Aseguramiento de la calidad.		
				

Formato de Control de Reparaciones – Mantenimiento Correctivo Llenadora GAI 3006, por B&V Tabernero S.A.C.

	SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	Control de reparaciones en área de proceso	CA-PR- 01.30	
			Versión: 01	
			Sede: Chinchá	
<input type="checkbox"/> Durante proceso		<input checked="" type="checkbox"/> Sin proceso		90
NOMBRE DEL EQUIPO	LAVADORA SECADORA GAITEC 5106			
PARTE DEL EQUIPO	EQUIPO COMPLETO			
SECTOR / AREA	EMBOTELLADO LINEA 2			
TRABAJO SOLICITADO POR	GIANMARCO BACIGALUPO			
AUTORIZADO POR	FREDY FAJARDO			
FECHA DE INICIO	26/03/2019	FECHA DE TERMINO	17/04/2019	
HORA DE INICIO	07:00 AM	HORA DE TERMINO	11:30 AM	
Medidas a tomar (antes de la reparación)				
Protección al producto	<input checked="" type="checkbox"/> C	Protección de equipos	<input checked="" type="checkbox"/> C	
Zonas aledañas	<input checked="" type="checkbox"/> C	Indumentaria apropiada	<input checked="" type="checkbox"/> C	
		Presentación		
		Conforme : C	No Conforme : NC	
INSPECCION :				
ACTIVIDAD A REALIZAR :				
MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
REPUESTOS UTILIZADOS EN LA REPARACION				
ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1		RODAJE 6007 2Z/C3 SKF	2	UNID.
2		RODAJE 6206 2Z/C3 SKF	1	UNID.
3		RODAJE 6205 2Z/C3 SKF	1	UNID.
4		RETEN ASP 42x55x7mm. W.B.	4	UNID.
5		RETEN ASP 25x37x8mm. W.B.	2	UNID.
6		PERNOS HEXAGONALES M5x16mm ACERO INOX.	6	UNID.
7		PERNOS SOKET M5x16mm ACERO INOX.	8	UNID.
8		ESFERAS DE 5/8"	40	UNID.
9		KIT DE RODAMIENTOS	1	UNID.
10		KIT DE SÓPLADORES	1	UNID.
11		KIT DE BOCINAS PARA EJES	1	UNID.
12		KIT DE ENGRANAJES DE ROTACION	1	UNID.
ESTADO FINAL DEL EQUIPO :				
EL EQUIPO QUEDO EN OPTIMAS CONDICIONES				
OBSERVACIONES :				
SE MANDO A RECTIFICAR EJES DESGASTADOS Y FABRICAR PIEZAS DE ACERO INOXIDABLE EN TALLER INTECE				
TRABAJO REALIZADO POR : (Nombres de los Técnicos que intervienen en la reparación)				
JOSEPH TIPISMANA		JHONNY ALMEYDA		
ALEXANDER CASTILLON		CARLOS MORALES (TECNICO CHILENO)		
LUIS HUAMAN				
Medidas a tomar (después de la reparación)				
Limpieza y sanitización del área <input checked="" type="checkbox"/> C				
Verificación de Cumplimiento				
V°B° Mantenimiento	V°B° Responsable de Producción		V°B° Aseguramiento de la calidad.	
				

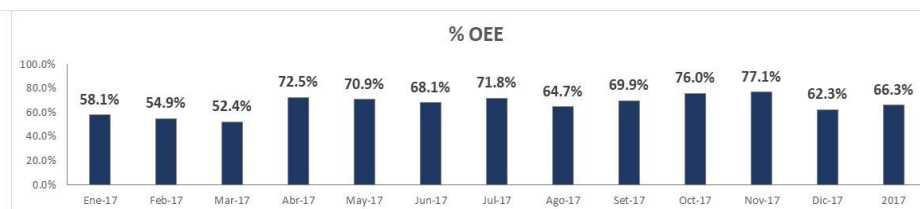
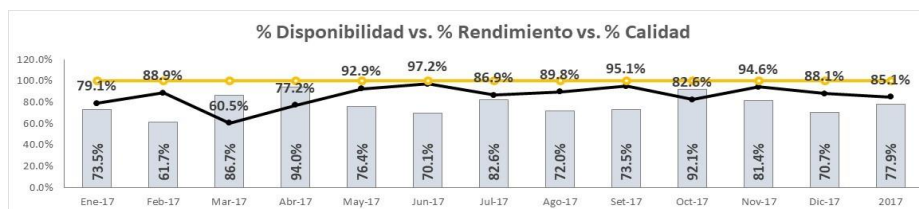
Formato de Control de Reparaciones – Mantenimiento Correctivo Lavadora Secadora GAITEC 5106, por B&V Tabertero S.A.C.

Anexo 09: Indicadores OEE 2017 y 2018

Dados los resultados obtenidos en los cálculos OEE:

Año 2017

Indicador	Fecha	Ene-17	Feb-17	Mar-17	Abr-17	May-17	Jun-17	Jul-17	Ago-17	Set-17	Oct-17	Nov-17	Dic-17	2017
DISPONIBILIDAD	Tiempo de Trabajo Programado	1,062.50	1,062.50	1,062.50	637.50	637.50	637.50	1,062.50	1,062.50	1,062.50	1,062.50	1,062.50	637.50	11,050.00
	Tiempo Disponible	780.56	655.65	921.28	599.03	487.09	446.77	877.55	765.44	780.56	978.32	865.35	450.89	8,608.49
	% Disponibilidad	73.5%	61.7%	86.7%	94.0%	76.4%	70.1%	82.6%	72.0%	73.5%	92.1%	81.4%	70.7%	77.9%
RENDIMIENTO	Tiempo Disponible	780.56	655.65	921.28	599.03	487.09	446.77	877.55	765.44	780.56	978.32	865.35	450.89	8,608.49
	Tiempo Neto de Operación	617.31	583.12	556.96	462.45	452.30	434.36	762.83	687.04	742.59	807.69	818.78	397.23	7,322.65
	% Rendimiento	79.1%	88.9%	60.5%	77.2%	92.9%	97.2%	86.9%	89.8%	95.1%	82.6%	94.6%	88.1%	85.1%
CALIDAD	Tiempo Neto de Operación	617.31	583.12	556.96	462.45	452.30	434.36	762.83	687.04	742.59	807.69	818.78	397.23	7,322.65
	Tiempo Efectivo Operación	617.31	583.12	556.96	462.45	452.30	434.36	762.83	687.04	742.59	807.69	818.78	397.23	7,322.65
	% Calidad	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
OEE	% OEE	58.1%	54.9%	52.4%	72.5%	70.9%	68.1%	71.8%	64.7%	69.9%	76.0%	77.1%	62.3%	66.3%



Año 2018

Indicador	Fecha	Ene-18	Feb-18	Mar-18	Abr-18	May-18	Jun-18	Jul-18	Ago-18	Set-18	Oct-18	Nov-18	Dic-18	2018
DISPONIBILIDAD	Tiempo de Trabajo Programado	1,062.50	1,062.50	1,062.50	637.50	637.50	637.50	1,062.50	1,062.50	1,062.50	1,062.50	1,062.50	637.50	11,050
	Tiempo Disponible	880.56	935.65	922.37	499.03	477.09	416.77	777.55	755.55	788.22	965.32	867.35	453.89	8,739
	% Disponibilidad	82.9%	88.1%	86.8%	78.3%	74.8%	65.4%	73.2%	71.1%	74.2%	90.9%	81.6%	71.2%	79.1%
RENDIMIENTO	Tiempo Disponible	880.56	935.65	922.37	499.03	477.09	416.77	777.55	755.55	788.22	965.32	867.35	453.89	8,739.35
	Tiempo Neto de Operación	696.40	816.45	645.66	463.10	387.64	379.87	704.47	687.12	787.60	919.63	754.98	408.50	7,651.40
	% Rendimiento	79.1%	87.3%	70.0%	92.8%	81.3%	91.1%	90.6%	90.9%	99.9%	95.3%	87.0%	90.0%	87.6%
CALIDAD	Tiempo Neto de Operación	696.40	816.45	645.66	463.10	387.64	379.87	704.47	687.12	787.60	919.63	754.98	408.50	7,651.40
	Tiempo Efectivo Operación	695.89	815.70	644.82	462.70	387.19	379.00	704.22	678.59	787.11	919.26	754.39	408.00	7,636.88
	% Calidad	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.8%	100.0%	98.8%	99.9%	100.0%	99.9%	99.9%	99.8%
OEE	% OEE	65.5%	76.8%	60.7%	72.6%	60.7%	59.5%	66.3%	63.9%	74.1%	86.5%	71.0%	64.0%	69.1%

