

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**IMPLEMENTACIÓN DE LA FASE DE FUNDAMENTOS DE
OPERACIONES AUTÓNOMAS EN LA LÍNEA DE ENVASADO DE
UNA PLANTA DE AGUA MINERAL**

Trabajo de suficiencia profesional para obtener el título profesional de

INGENIERA INDUSTRIAL

AUTORA

Giuliana Ximena Guillen Marcilla

ASESOR:

Jose Alan Rau Alvarez

Lima, Noviembre, 2020

RESUMEN

El proyecto que se presentará en el informe profesional es una implementación de Operaciones Autónomas (Fase Fundamental) en una línea de envasado de agua mineral, el cual fue desarrollado como estrategia 2020 para cerrar las brechas de eficiencia y *engagement* del personal de envasado.

El objetivo principal de las Operaciones Autónomas es cambiar la mentalidad de los operadores para que se hagan responsables de garantizar las condiciones básicas de sus máquinas, lo cual tendrá un impacto positivo en el rendimiento de la línea y en el *engagement*.

Se definió al proyecto piloto con un alcance de una sola máquina representativa y crítica, así como la implementación de la primera fase de operaciones autónomas (fase Fundamental). En el análisis del proceso crítico, se identificó que la máquina llenadora representaba el 40.7% de tiempos perdidos por causas internas las cuales son principalmente: fallas en el sistema de válvulas de llenado, sistema de lubricación, estrellas, transmisión, etc. En la fase de preparación se desarrolló el planeamiento, la formación y formulación de roles de los miembros del equipo; diagnóstico de habilidades del personal operativo, adquisición de recursos, así como la capacitación inicial para todo el equipo. En las fases de limpieza, lubricación, inspección y ajustes menores se ha logrado eliminar las fuentes de contaminación, estandarizar los procesos autónomos, implementar estaciones de trabajo con un enfoque 5S y formar las habilidades autónomas en los operadores a través de entrenamientos, diagnósticos de trabajo operacional, gestión de indicadores de proceso y análisis de solución de problemas con herramientas como los 5porqué.

Todas las buenas prácticas desarrolladas en el proyecto se han convertido en parte de la rutina de cada uno de los miembros del equipo. Como resultado de ello se ha podido obtener una reducción de tiempos de paradas internas en la llenadora (máquina crítica) en un 87.8%, así como un incremento del *engagement* del área en un 18%. Estimando la viabilidad económica hacia el 2023, se comprueba la viabilidad del proyecto con un VAN equivalente a S/.276,914, y una TIR de 78%.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| ÍNDICE DE TABLAS | v |
| ÍNDICE DE FIGURAS | vi |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO | 3 |
| 1.1. Condiciones básicas de máquina | 3 |
| 1.2. Operaciones Autónomas | 4 |
| 1.2.1. Fase de las Operaciones Autónomas..... | 5 |
| 1.2.2. Niveles de Habilidades del Operador..... | 6 |
| 1.2.3. Fase de Fundamentos | 7 |
| 1.2.4. Certificación de niveles | 8 |
| CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN | 9 |
| 2.1 Descripción general de la organización..... | 9 |
| 2.1.1 Sector y Actividad Económica..... | 9 |
| 2.1.2 Misión y visión | 10 |
| 2.2 Planta de Agua Mineral | 10 |
| 2.2.1 Producto | 10 |
| 2.2.2 Definición de áreas..... | 11 |
| 2.2.3 Procesos..... | 11 |
| 2.2.4 Análisis FODA | 13 |
| 2.3 Gerencia de Envasado..... | 14 |
| 2.3.1 Diagrama SIPOC | 14 |
| 2.3.2 Descripción de procesos | 15 |
| 2.3.3 <i>Layout</i> de la línea..... | 20 |
| CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL PROCESO ACTUAL | 21 |
| 3.1 Priorización de Estrategias | 21 |
| 3.2 Análisis de Eficiencia de Máquina | 22 |
| 3.3 Análisis del <i>Engagement</i> | 23 |
| 3.3.1 Desempeño de Comunicación y Colaboración..... | 24 |
| 3.3.2 Desempeño del Empoderamiento y Eficacia | 24 |
| 3.3.3 Desempeño del Crecimiento y Desarrollo | 25 |
| 3.3.4 Desempeño de Reconocimiento y Recompensas..... | 25 |
| CAPÍTULO 4: DESARROLLO DEL PROYECTO | 27 |
| 4.1 Preparación del lugar | 27 |
| 4.2 Selección del área de proceso/máquina crítica | 29 |
| 4.3 Preparativos del área de proceso/máquina | 31 |
| 4.4 Desarrollo de Niveles de Operación Autónoma del 1 al 4 | 34 |
| 4.4.1 Nivel 1: Limpieza | 34 |
| 4.4.2 Nivel 2: Lubricación..... | 42 |

| | | |
|--|---|----|
| 4.4.3 | Nivel 3: Inspección Autónoma | 47 |
| 4.4.4 | Nivel 4: Reparaciones/Ajustes Rápidos | 53 |
| 4.5 | Sustentación y aprobación..... | 57 |
| CAPÍTULO 5: BENEFICIOS ECONÓMICOS | | 62 |
| 5.1 | Costos de implementación..... | 62 |
| 5.2 | Ahorros generados | 63 |
| 5.3 | Flujo de caja | 64 |
| 5.4 | Indicadores económicos | 64 |
| CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | | 65 |
| 6.1 | Conclusiones | 65 |
| 6.2 | Recomendaciones | 66 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | | 68 |
| ANEXOS..... | | 69 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Niveles de habilidades del operador | 5 |
| Tabla 2 : Clasificación CIUU - Producción de bebidas no alcohólicas y aguas minerales | 9 |
| Tabla 3: Descripción de macroprocesos de la planta | 13 |
| Tabla 4: Análisis FODA y Estrategias de Planta | 14 |
| Tabla 5: Diagrama SIPOC | 15 |
| Tabla 6: Descripción del proceso de Envasado en Línea 4 | 18 |
| Tabla 7: Matriz de Priorización de Estrategias | 21 |
| Tabla 8: Cronograma de Implementación 2020 de Operaciones Autónomas en el área de Envasado | 29 |
| Tabla 9: Avisos de mantenimiento (limpieza) identificados por los operadores | 36 |
| Tabla 10: Avisos de mantenimiento (lubricación) notificados por los operadores | 44 |
| Tabla 11: Especificación técnica de proceso de llenado | 48 |
| Tabla 12: Avisos de mantenimiento (inspección) creados por los operadores | 50 |
| Tabla 13: Resultados de DTO de operadores | 53 |
| Tabla 14: Resumen de SKAP - Operadores de llenadora | 54 |
| Tabla 15: Comparación de resultados engagement del área de envasado 2019-2020 | 61 |
| Tabla 16: Resumen de costos de inversión | 62 |
| Tabla 17: Ingresos por aumento de disponibilidad de línea | 63 |
| Tabla 18: Ahorros por mano de obra mantenimiento | 63 |
| Tabla 19: Flujo económico | 64 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Fases y niveles de operaciones autónomas | 7 |
| Figura 2: Proceso de implementación de Operaciones Autónomas | 7 |
| Figura 3: Organigrama – Planta de agua mineral..... | 11 |
| Figura 4: Mapa de macroprocesos de la planta..... | 12 |
| Figura 5: Diagrama de operaciones del proceso de envasado de AMSM sin gas - Línea 4..... | 16 |
| Figura 6: Diagrama de operaciones del proceso de envasado de AMSM con gas - Línea 4..... | 17 |
| Figura 7: Layout Línea de envasado 4..... | 20 |
| Figura 8: Eficiencia de Máquina Línea 3 | 22 |
| Figura 9: Eficiencia de Máquina en Línea 4..... | 23 |
| Figura 10: Resultados Encuesta Engagement 2019 (%)..... | 23 |
| Figura 11: Resultados de Categoría Comunicación y Colaboración (encuesta engagement 2019)..... | 24 |
| Figura 12: Resultados de Categoría Empoderamiento y Eficacia (encuesta engagement 2019)..... | 24 |
| Figura 13: Resultados de Categoría Crecimiento y Desarrollo (encuesta engagement 2019)..... | 25 |
| Figura 14: Resultados de Categoría Reconocimientos y Recompensas (encuesta engagement 2019)..... | 25 |
| Figura 15: Rutinas de gestión de operaciones autónomas | 28 |
| Figura 16: Comunicación de Implementación de Programa ATO (Operaciones autónomas) | 29 |
| Figura 17: Pareto de Tiempo de Paradas 2019 - Línea 4..... | 30 |
| Figura 18: Pareto de Partes de Llenadora | 30 |
| Figura 19: Herramientas de Limpieza | 31 |
| Figura 20: Herramientas de Seguridad de Máquina | 32 |
| Figura 21: Mapa de Sectorización 5S de la Llenadora..... | 32 |
| Figura 22: Limpieza profunda de Llenadora (antes y después) | 34 |
| Figura 23: Limpieza profunda de la parte externa de la llenadora..... | 35 |
| Figura 24: Limpieza profunda en la parte interna de la llenadora | 35 |
| Figura 25: Poka Yokes en manómetros..... | 36 |
| Figura 26: Identificación de Tableros Eléctricos | 36 |
| Figura 27: Mapa de Contaminación de la Llenadora | 37 |
| Figura 28: Mapa de Áreas de Difícil Acceso de la Llenadora | 38 |
| Figura 29: Avisos generados Vs Tratados | 38 |
| Figura 30: Mica instalada para reducción de fuentes de contaminación..... | 39 |
| Figura 31: Solución a zonas de difícil acceso | 40 |
| Figura 32: Procedimiento de Limpieza de Llenadora | 40 |
| Figura 33: Cartilla de limpieza de Llenadora | 41 |
| Figura 34: Cartilla de conservación de llenadora..... | 41 |
| Figura 35: Planes de mantenimiento de la llenadora en SAP | 42 |
| Figura 36: Reconocimiento al equipo..... | 42 |

| | |
|--|----|
| Figura 37: Estación de Lubricación..... | 43 |
| Figura 38: Mapa de lubricación de la llenadora..... | 43 |
| Figura 39: Defectos de lubricación identificados..... | 44 |
| Figura 40: Análisis 5Porqué..... | 45 |
| Figura 41: Correcciones de lubricación..... | 45 |
| Figura 42: Cumplimiento de plan de acción de 5Porqués..... | 46 |
| Figura 43: Procedimiento de lubricación de la llenadora..... | 46 |
| Figura 44: DTO's de Lubricación..... | 47 |
| Figura 45: Control de operación de llenadora..... | 48 |
| Figura 46: Repuestos y herramientas de la llenadora..... | 49 |
| Figura 47: Mapa de Inspección de la Llenadora..... | 49 |
| Figura 48: Mantenimiento a válvula electrónica..... | 50 |
| Figura 49: Notificaciones de órdenes de Mantenimiento..... | 51 |
| Figura 50: % de avance de cierre de planes de acción de 5Porqués..... | 51 |
| Figura 51: Procedimiento de inspección de llenadora..... | 52 |
| Figura 52: DTO's de Inspección básica realizados a los operadores..... | 53 |
| Figura 53: Tablero ATO - Llenadora..... | 54 |
| Figura 54: Entrenamiento análisis de paradas..... | 55 |
| Figura 55: Gráficas de control de paradas de la llenadora..... | 56 |
| Figura 56: Análisis RTA por falla de válvula de llenadora..... | 56 |
| Figura 57: Procedimos de llenadora..... | 57 |
| Figura 58: Estación de trabajo de la llenadora..... | 57 |
| Figura 59: Pareto de máquinas críticas - Mayo 2020..... | 58 |
| Figura 60: Progreso de ATO llenadora 2020..... | 59 |
| Figura 61: Eficiencia de máquina de línea 4 2020..... | 59 |
| Figura 62: Dashboard de PIs - Envasado..... | 60 |

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el negocio de envasado de agua mineral tiene especial importancia para la empresa por representar el único negocio a nivel regional que pertenece a la compañía. Además de ello, es un negocio que reconoce que todavía encuentra diferencias entre la necesidad de mercado y las eficiencias de la línea PET, la cual fue de 94% como promedio en el 2019. Esto es causa directa de retrasos en producción por no contar, de forma sostenida, con las condiciones básicas de la máquina. Lo cual se traduce en falta de empoderamiento del operador con su máquina en términos de comportamientos y habilidades así como la falta de acompañamiento y reconocimiento por parte del líder. (Backus, 2019).

En el capítulo 1 del presente trabajo se abarcarán los conceptos teóricos relacionados a condiciones básicas de la máquina, operaciones autónomas y el detalle de la certificación de cada uno de sus niveles para el operador y para la máquina.

Posteriormente, en el capítulo 2, se procede a describir a la corporación, así como a la planta en la cual se ha desarrollado el proyecto. Se detallarán los productos que se envasa, el modelo de organización y el análisis FODA. También se realizará una descripción del área de envasado y su principal proceso productivo.

En el capítulo 3, se realizará un diagnóstico actual de la planta a través de un análisis de las estrategias 2020, resultados en términos de eficiencias de máquinas, así como los resultados de la encuesta *engagement* 2019.

En el capítulo 4, se desarrollarán la etapa de preparación para la implementación de Operaciones Autónomas, así como los 4 niveles que implica la fase de Fundamentos. El objetivo de este capítulo es ilustrar las buenas prácticas implementadas en cada uno de los niveles con las cuales se han podido reducir tiempos en limpiezas, lubricaciones e inspecciones, así como a incrementar el nivel de compromiso del personal de envasado.

En el capítulo 5, se mostrará el impacto económico de las mejoras aplicadas en el área de envasado. La evaluación económica se ha realizado en función a los costos asociados de implementación de las mejoras y a los ingresos o ahorros que se estiman obtener. Finalmente, en el último capítulo se mostrarán las conclusiones y recomendaciones de la autora del informe.



CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

En este primer capítulo se presentará el marco de referencia conceptual necesario para el desarrollo del proyecto. Se describirán las condiciones básicas de máquina, así como la descripción de los siguientes conceptos de operaciones autónomas: fundamentos, fases de desarrollo, requisitos de implementación, niveles de habilidades del operador y la fase N°1 fundamentos.

1.1. Condiciones básicas de máquina

Condiciones básicas es un término que se utiliza para describir las condiciones ideales en las que deben funcionar los equipos. Ello implica las siguientes características:

- El equipo es operado según los requisitos del manual de instrucciones por operadores competentes.
- El equipo se limpia regularmente.
- Los cambios se hacen correctamente.
- El entorno funciona en el ambiente para el que ha sido diseñado, por ejemplo, no hay exceso de polvo, humedad, calor, etc.
- La máquina se lubrica con los lubricantes adecuados y con la frecuencia apropiada.
- La máquina funciona a la velocidad correcta.
- El equipo se mantiene regularmente y no se rompe.
- El oficio del técnico/mecánico es el de entrenador y formador para la capacitación del operador.
- Se utilizan las materias primas adecuadas y estas materias primas están en especificación.
- Las utilidades suministradas a la máquina están dentro de las especificaciones, por ejemplo, presión de aire, voltaje, etc.
- Se realiza un mantenimiento regular de acuerdo con el manual de mantenimiento y las buenas prácticas.

Para mejorar de forma significativa el rendimiento de la planta, se deben alcanzar y mantener las condiciones básicas (Voyager Plan Optimization - AB INBEV, 2020).

1.2. Operaciones Autónomas

Las Operaciones Autónomas han sido identificadas como una práctica de trabajo clave dentro del conglomerado de operaciones del cual forma parte la planta en la cual se realizó el proyecto. Se encontró que las plantas con alto rendimiento, es decir, con una eficiencia de línea de Envasado >95%, tenían fuertes programas de Operaciones Autónomas (Voyager Plan Optimization - AB INBEV, 2020).

Operaciones Autónomas es una filosofía de mantenimiento en la que el operador es responsable de ciertas actividades de mantenimiento en su equipo. El objetivo principal es cambiar la mentalidad y construir la capacidad del operador de tal manera que entienda que su responsabilidad no es sólo operar el equipo sino mantenerlo continuamente en buenas condiciones de operación y realizar el mantenimiento de primera línea. Es importante señalar que, con Operaciones Autónomas, los operadores son responsables de parte del mantenimiento de sus equipos lo cual no reemplazan la necesidad de técnicos/mecánicos. Se basa en los siguientes puntos clave:

- El primero es que las tareas básicas del operador, como la limpieza y el correcto funcionamiento del equipo, son críticas para evitar fallos en el equipo. La limpieza es el primer paso del mantenimiento preventivo.
- Los operadores que han pasado muchas horas en presencia de sus equipos, son íntimamente conscientes de la condición de sus equipos y son capaces de detectar el deterioro y las fallas de los mismos de manera rápida y eficiente.
- Habiendo detectado una anomalía, si es suficientemente simple, un operador puede corregir rápidamente la anomalía. No hay necesidad de esperar a que un técnico/mecánico se ocupe del problema. Por lo tanto, el tiempo para corregir los defectos se reduce drásticamente.
- Finalmente, con los operadores tomando la responsabilidad de ciertas actividades de reparación de su equipo, tareas de mantenimiento más avanzadas y especializadas pueden ser realizadas por técnicos/mecánicos. Esto permite que todo el esfuerzo de mantenimiento sea más sofisticado y efectivo.

1.2.1. Fase de las Operaciones Autónomas

El objetivo anterior no se logra fácilmente, por lo que el proceso de implementación de Operaciones Autónomas se divide en tres fases de implementación y en 9 niveles (Voyager Plan Optimization - AB INBEV, 2020). La Tabla 1 describe los niveles de implementación de operaciones autónomas.

- **Fase 1: Fundamentos** - este es el punto de partida y trata de establecer las condiciones básicas en la planta. La condición básica es la situación en la que los equipos funcionan correctamente, se limpian con regularidad y se aprecia la necesidad de mantenimiento. El operador comienza a realizar las tareas básicas de limpieza, inspección y lubricación. La fase incluye los niveles del 1 al 4.
- **Fase 2: Gestionar para Sostener** - Esta es la siguiente evolución de las Operaciones Autónomas donde el operador aprende más sobre el funcionamiento de los equipos para que pueda detectar y prevenir mejor las fallas. El operador mejora las tareas de limpieza, lubricación e inspección desarrolladas en la fase de Fundamentos. La fase incluye los niveles del 5 al 8.
- **Fase 3: Gestionar para Mejorar** - Las responsabilidades del operador se amplían de un operador competente de la máquina en la fase 2, a un operador competente del proceso en la fase 3. La fase incluye el nivel 9.

Tabla 1: Niveles de habilidades del operador

| | | | |
|---------|----------|---------|--|
| Técnico | Operador | Nivel 1 | Limpieza |
| | | Nivel 2 | Lubricación |
| | | Nivel 3 | Inspección autónoma |
| | | Nivel 4 | Reparaciones/Ajustes rápidos |
| | | Nivel 5 | Medidas y Reportes. Generación de requerimientos de mantenimiento |
| | | Nivel 6 | Ajustes de máquina y cambios de formato |
| | | Nivel 7 | Reparaciones de componentes básicos. |
| | | Nivel 8 | Descarte y reemplazo de componentes básicos. |
| | | Nivel 9 | Ventanas de mantenimiento, configuraciones de la máquina y coaching. |

Elaboración propia

Cada fase de Operaciones Autónomas se basa en la fase anterior, creando así un sistema de mantenimiento cada vez más sofisticado.

1.2.2. Niveles de Habilidades del Operador

La autonomía de las operaciones es un factor clave para el concepto de equipos de producción autosuficientes. Los equipos de producción autosuficientes son equipos que tienen las habilidades para realizar todas las actividades rutinarias que se necesitan hacer. Los equipos autosuficientes son menos dependientes de los recursos externos para ayudarles a empoderarlos para manejar y resolver sus propios problemas.

Las Operaciones Autónomas desarrollan las habilidades y capacidades del operador permitiendo el desarrollo de equipos de producción autosuficientes. A medida que se avanza, a través de las diversas fases de las Operaciones Autónomas, se imparten diferentes conjuntos de habilidades al operador. Los niveles de habilidades son 9: Limpieza, lubricación, inspección autónoma, reparaciones/ajustes menores, generación de requerimientos de mantenimiento, ajuste de máquinas/cambios de formato, reparaciones de componentes básicos, descarte/reemplazo de componentes básicos y ventanas de mantenimiento/configuraciones de máquina.

Los niveles de destreza 1 a 8 son las habilidades que las Operaciones Autónomas desarrollarán en un operador de proceso. Los operadores de proceso son operadores calificados que generalmente operan procesos o máquinas complejas. El nivel de destreza 9 son las destrezas que pueden desarrollar los operadores de proceso de alto potencial para poder calificar como técnicos/mecánicos.

La Figura 1 ilustra la progresión del operador desde la operación de una sola área de proceso/máquina hasta la operación en tres áreas de proceso/máquinas a través de la implementación de las fases de Operaciones Autónomas. También ilustra cómo se desarrollan los niveles de habilidad de mantenimiento del 1 al 9 a través de las fases. Vale mencionar que es a través del proceso SKAP (*Skills Acquisition Process*) en el cual se va validando las habilidades del operador en cada uno de los niveles. Cuando se evalúa cada una de las habilidades para colocar como ok, se debe asegurar que el operador es competente, esto significa que posee el conocimiento y habilidad/actitud necesarios para realizar su trabajo en el nivel evaluado (Banegas, 2020).

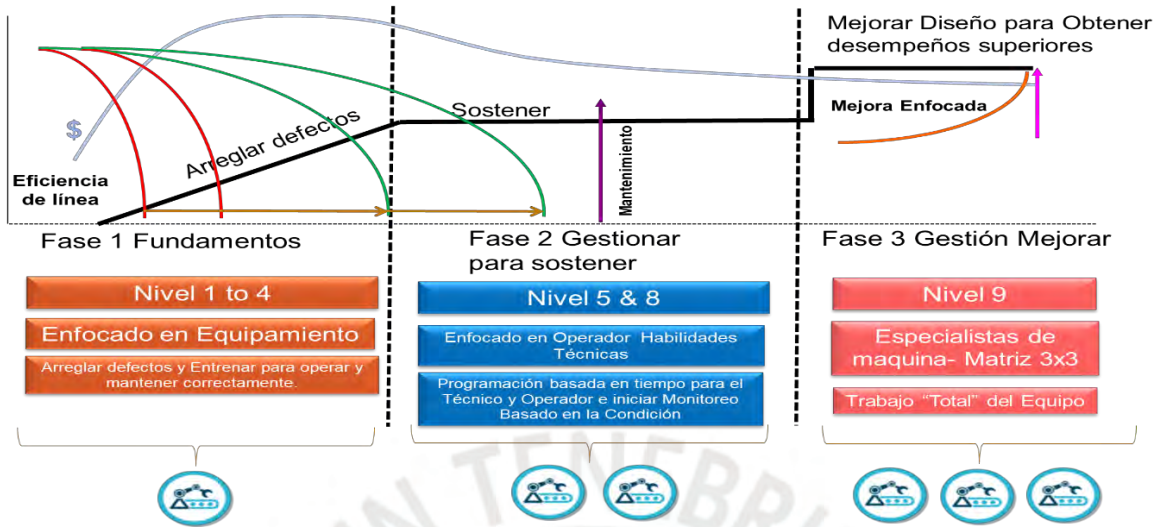


Figura 1: Fases y niveles de operaciones autónomas
Fuente: Inducción general ATO (2020)

1.2.3. Fase de Fundamentos

No tiene sentido realizar tareas de mantenimiento más avanzadas si no se establecen las condiciones básicas de la máquina. Por lo tanto, la primera fase de las operaciones autónomas es establecer las condiciones básicas, lo cual detendrá el deterioro acelerado de los equipos y aumentará la fiabilidad y el rendimiento de los mismos. Para lograr estos resultados, se sigue un proceso de implementación estructurado como se ilustra en la Figura 2.

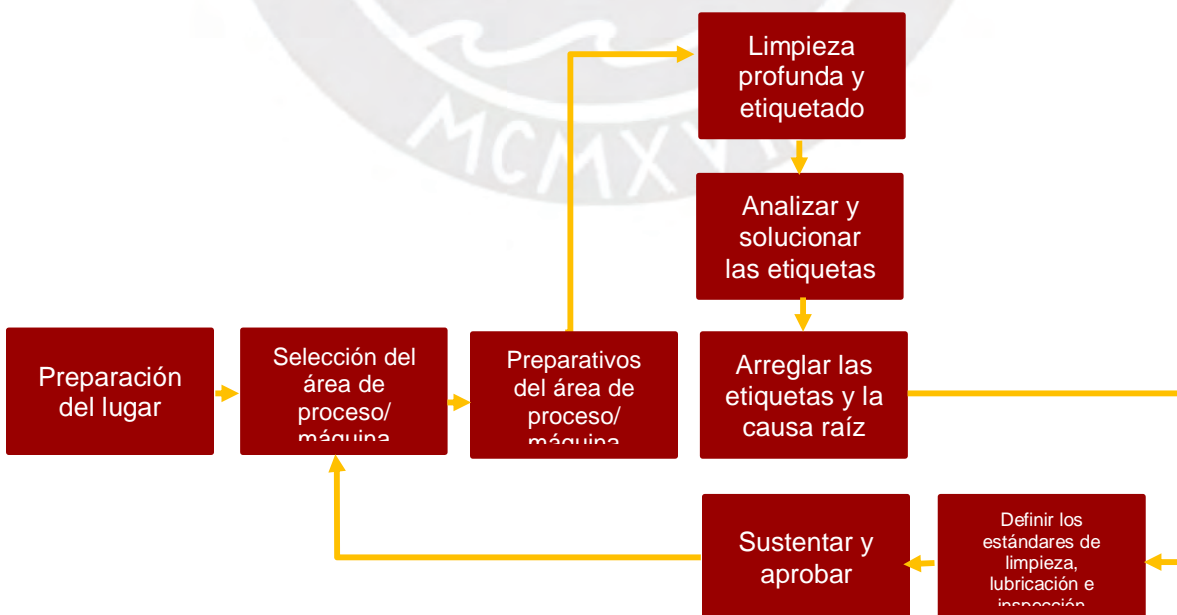


Figura 2: Proceso de implementación de Operaciones Autónomas
Elaboración propia

1.2.4. Certificación de niveles

La forma de medir el nivel de implementación de operaciones autónomas es a través de la certificación de los niveles del 1 al 9. Para que la operación certifique un nivel se tienen los siguientes pre-requisitos: el operador debe lograr la certificación del nivel correspondiente en su máquina y la máquina debe mostrar sustentabilidad (re-certificado) en sus niveles anteriores. Se cuentan con *checklist* de certificación los cuales son la herramienta del certificador de ATO¹. En el caso del proyecto, el certificador de los equipos del área de envasado fue el Jefe de Mantenimiento. Vale decir que la certificación se debe realizar cada año para asegurar la sostenibilidad.



¹ ATO: Autonomous Operations

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

En el presente capítulo se desarrollará la descripción general de la organización a ser analizada. Para ello, se presenta el perfil organizacional, los principios corporativos, la cadena de valor, la cadena de suministro y los principales productos que envasa la planta. Además, se describe al negocio de envasado como área de estudio.

2.1 Descripción general de la organización

Por motivos de confidencialidad, la organización será referida como ABC. ABC es una empresa de alimentos y bebidas peruana perteneciente al conglomerado empresarial global más grande del mundo en su rubro. Se caracteriza por las constantes inversiones en infraestructura y tecnología de punta, lo que garantiza la calidad de toda su cartera de productos.

Cuenta con 5 plantas a nivel nacional. Las 5 plantas cerveceras que se encuentran descentralizadas ubicadas en Lima, Arequipa, Cusco, Motupe y Pucallpa; además de una planta Maltería y una planta de agua mineral, ambas en Lima.

2.1.1 Sector y Actividad Económica

La actividad económica de ABC se basa en la producción de malta, elaboración de cervezas, otras bebidas maleadas, y elaboración de bebidas no alcohólicas y aguas minerales. Además del envasado y empaque de los productos mencionados. La producción de bebidas no alcohólicas y aguas minerales se encuentran clasificadas según lo mostrado en la Tabla 2.

Tabla 2 : Clasificación CIU - Producción de bebidas no alcohólicas y aguas minerales

| | | |
|--|-------------|--|
| Clasificación según CIU² | Clase | 1104: Elaboración de bebidas no alcohólicas, producción de aguas minerales y de otras aguas embotelladas. |
| | Descripción | Elaboración de bebidas no alcohólicas, excepto cerveza sin alcohol y vino sin alcohol. Producción de aguas minerales naturales y otras aguas embotelladas. Elaboración de bebidas no alcohólicas aromatizadas y/o edulcoradas: gaseosas, bebidas a base de jugo de frutas, aguas tónicas, etc. Elaboración de bebidas isotónicas (bebidas rehidratantes o bebidas deportivas) y energizantes. |

Elaboración propia

² CIU: Clasificación Internacional Industrial Uniforme

2.1.2 Misión y visión

La misión, visión y principios corporativos se encuentran plenamente difundidos en toda la organización y alineados al sueño que se tiene a nivel nacional: Unir a la gente por un Perú mejor.

“Poseer y potenciar las marcas de bebidas locales e internacionales preferidas por el consumidor” es la misión de ABC. De manera similar, se cita la visión: “Ser la empresa de bebidas más admirada del mundo por el crecimiento del valor de nuestra participación del mercado a través de nuestro portafolio de marcas, otorgar el más alto retorno de inversión a los accionistas y ser el empleador preferido por nuestro modelo de gestión” (Unión de Cervecerías Peruanas Backus y Johnston, 2020).

2.2 Planta de Agua Mineral

La planta, en donde se desarrolló el proyecto, se encuentra ubicada en el departamento de Lima, provincia de Huarochirí, distrito de San Mateo, a una altura de 3300 m.s.n.m. En esta planta se envasa agua mineral en su fuente de origen garantizando pureza, contribuyendo con la salud y bienestar de los consumidores.

Envasa anualmente 1 millón 400 mil Hl y actualmente, cuenta con 107 personas entre personal administrativo y operarios.

2.2.1 Producto

El principal producto es el agua de mineral envasada (el cual se denominará AMSM). El producto cuenta con las siguientes características: agua pura de manantial envasada en su fuente de origen y filtrada por la propia naturaleza. Contiene magnesio, calcio, sodio y potasio. Así mismo es preciso indicar que se cuentan con los siguientes formatos: AMSM 350 ml S/G 15X1, AMSM 350 ml S/G 6X1, AMSM 1.5L C/G 6X1, AMSM 600 ml S/G 15X1, AMSM, 600 ml S/G 6X1, AMSM 600 ml C/G 15X1, AMSM 2.5 L S/G 6X1, AMSM 7L S/G y AMSM 21L S/G.

2.2.2 Definición de áreas

El organigrama de la planta es de tipo funcional y vertical. Tal y como se muestra en la Figura 3. La organización está liderada por el gerente de planta, el cual tiene a su cargo al jefe de logística, jefe de envasado, jefe de calidad, jefe de mantenimiento, supervisor de seguridad industrial e higiene, así como al supervisor de VPO y al *business partner*.

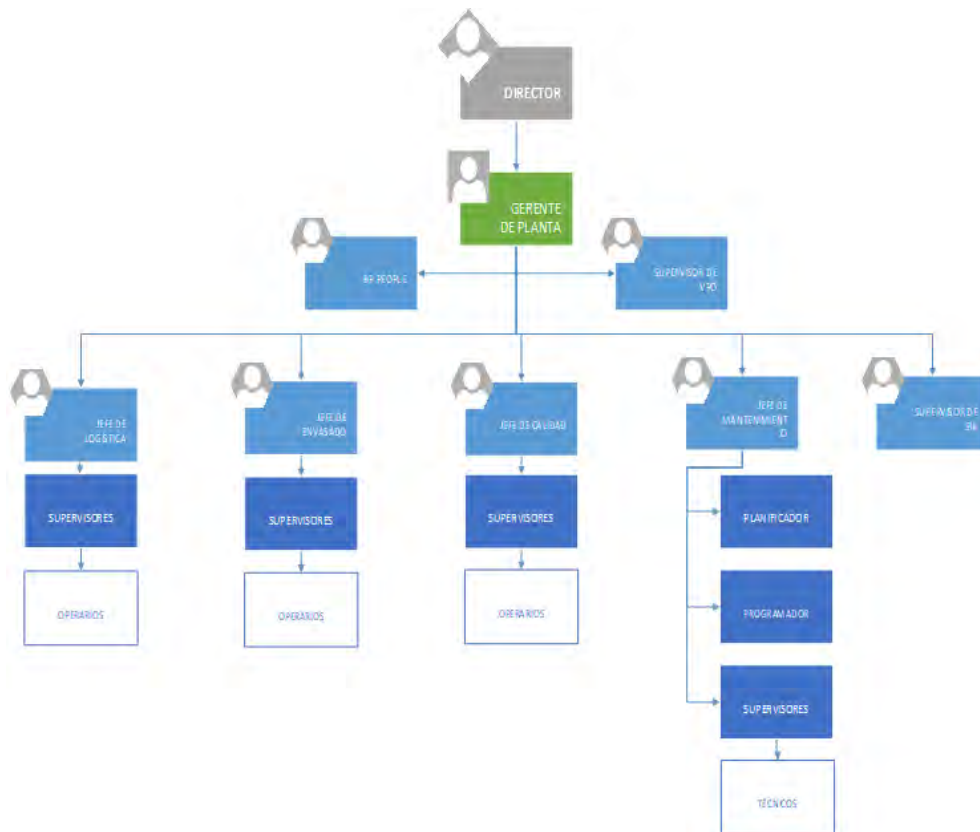


Figura 3: Organigrama – Planta de agua mineral
Elaboración propia

2.2.3 Procesos

En la Figura 4 se presenta el mapa de procesos de nivel 0 y en la Tabla 3 se describen los objetivos de cada uno.

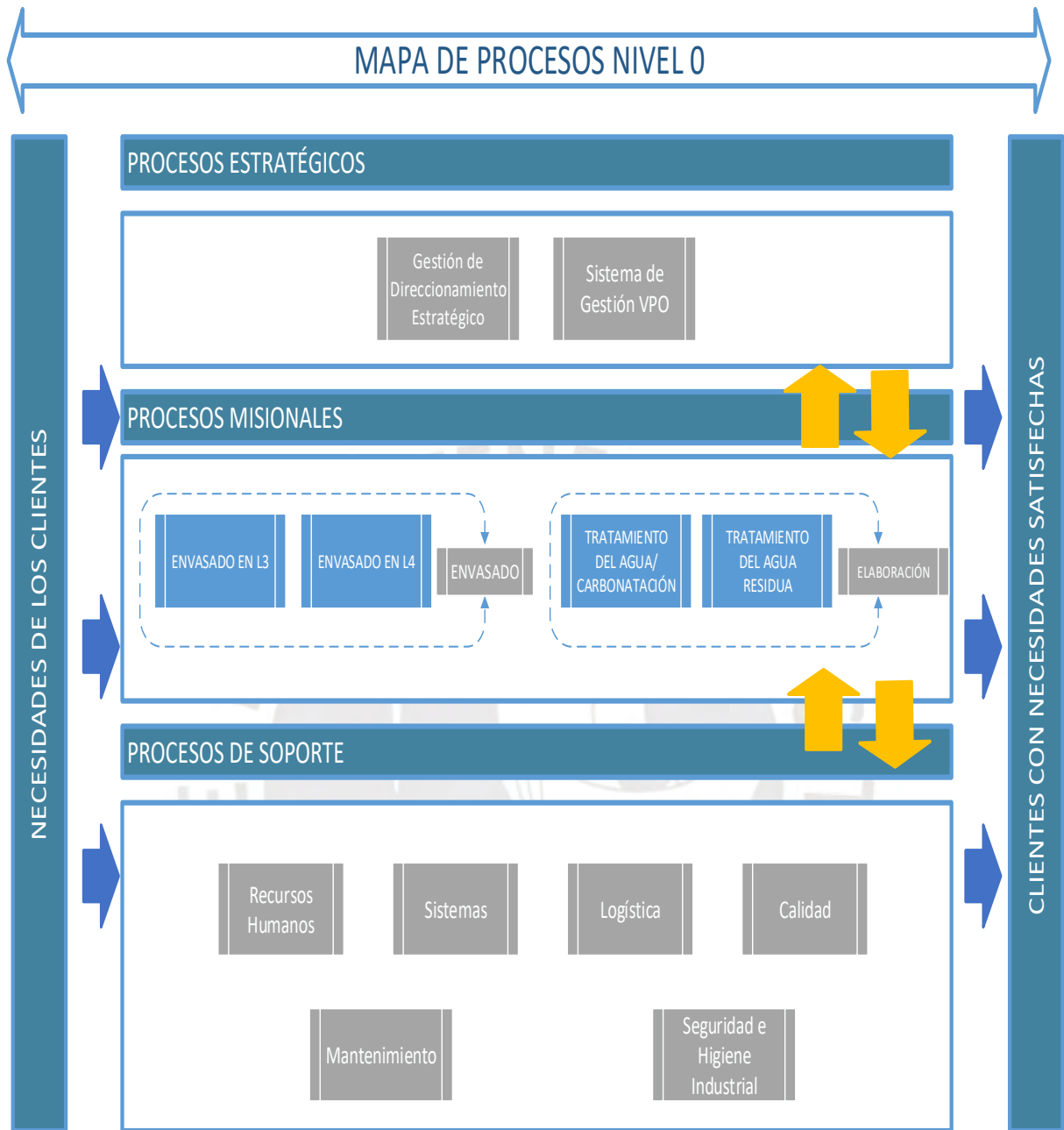


Figura 4: Mapa de macroprocesos de la planta Elaboración propia

Tabla 3: Descripción de macroprocesos de la planta

| Macroproceso | Objetivo |
|---|--|
| Procesos Estratégicos | |
| Gestión de Direccionamiento Estratégico | Brindar el despliegue eficaz de los planes estratégicos, operativos, presupuestales y de contingencia contribuyendo a la producción y al mejoramiento continuo de la organización. |
| Sistema de Gestión VPO | Proporcionar directrices y soporte para adoptar e implantar un sistema de gestión integral con políticas, procedimientos y buenas prácticas prácticas operacionales a la planta. |
| Procesos Misionales | |
| Elaboración | Extraer el agua mineral desde los pozos para procesarla a través de procesos de esterilización |
| Envasado | Transformar insumos o recursos (energía, materia prima, mano de obra, capital, información) en productos finales (agua mineral envasada) cumpliendo las órdenes de producción y utilizando óptimamente los recursos. |
| Procesos de Soporte | |
| Mantenimiento | Brindar servicios de mantenimiento especializado garantizando la operatividad de los equipos en el momento oportuno. Asimismo, asegurar que las instalaciones estructurales y servicios industriales se mantengan conservadas y operativas |
| Calidad | Monitorear y asegurar el control de calidad de todo el proceso desde la extracción de agua mineral hasta el despacho del producto. |
| Seguridad e Higiene Industrial | Planear, analizar, evaluar e identificar factores que afectan de manera crucial la seguridad e higiene en el ambiente laboral, así como desarrollar e implementar las medidas para prevenir y mitigar condiciones inseguras. |
| RRHH | Gestionar al recurso humano para el cumplimiento de los objetivos y metas institucionales. |
| Sistemas | Gestionar eficazmente los recursos, la infraestructura y servicios tecnológicos corporativos, mediante la administración, mantención y desarrollo de sistemas de información que apoyen los procesos realizados por los colaboradores. |
| Logística | Brindar el servicio de almacén controlando las existencias hasta el momento de despachar los productos para su comercialización. Así mismo abastecer de insumos y materiales a la planta. |

Elaboración propia

2.2.4 Análisis FODA

El análisis FODA es una herramienta que ha ayudado a seleccionar las estrategias de la planta para el año 2020 con el objetivo de alcanzar los resultados. Para su formulación, se ha desarrollado el análisis FODA en cada una de las áreas previamente, alimentando al de la planta. En la Tabla 4 se presenta el resumen del análisis del ambiente interno (Fortalezas y Debilidades) así como del análisis externo (Oportunidades y Amenazas) desarrollados para la planta, el cual fue realizado en base al desempeño del 2019. Así mismo, se presentan las estrategias propuestas.

Tabla 4: Análisis FODA y Estrategias de Planta

| | | Fortalezas - S | Debilidades - W |
|--|---|--|---|
| | | Factores Internos | F1: Personal con Sentido de pertenencia, Orientado a resultados, Compromiso con el cambio y flexible con alto compromiso hacia el negocio. F2: Profesionales especialista con habilidades y conocimientos para desarrollar determinadas funciones (Auditorías Internas, buenas prácticas de mantenimiento, Inocuidad, Medio Ambiente, Suministros Industriales, Servicios Técnicos). F3: Seguimiento de proyectos de comité de gente por áreas. F4: Reuniones de Multinivel con presentación de avances y oportunidades en Trabajos con Significado. F5: Personal con habilidades para plantear y desarrollar innovaciones con impacto en KPIs de planta. |
| Factores Externos | | | |
| Oportunidades - O | Estrategia - S -> O | Estrategia - W -> O | |
| O1: Benchmarking con otras operaciones para buenas prácticas de gestión (Calidad, seguridad, mantenimiento, expertis mecánicos-eléctricos, ATO, etc). | Realizar proyecto Lean Six Sigma para mejorar la eficiencia de máquina aprovechando O1 y así reducir el impacto de W5. Estandarizar las ventanas de mantenimiento semanales aprovechando O1 y eliminar W5. | Potenciar las habilidades de nuestro personal (SKAP, PAC) para superar W1 y W4 aprovechando O1 y asegurar O2 Implementar proyecto de mantenimiento autónomo para personal de envasado con el objetivo de eliminar W4 y W5 aprovechando O1. Realizar un programa integral para fortalecer el engagement de la gente y reducir el turnover logrando O1 y Superar W1. | |
| O2: Análisis de Pipeline Global favorecería a desarrollo del personal. | | Desarrollar Conciencia Medio Ambiental y Seguridad en Planta para superar W6 aprovechando O1. | |
| O3: Presupuesto asignado para levantar incumplimientos legales. | | Ejecutar la construcción del almacén de sustancias químicas y reparación de bahía de APT aprovechando O3 y eliminar W2. | |
| Amenazas - T | Estrategia - S -> T | Estrategia - W -> T | |
| A1: Reclamos de consumidor por vacíos legales. | Usando F2 y F5 se realizará el proyecto de instalación de dióxido de cloro y filtros microbiológicos. De esta forma contrarrestar A1. | Diagnosticar y mejorar el número de reclamo de consumidores y número de incidentes de calidad a través de proyectos Six Sigma para superar W8 y evitar A1. Fortalecer la cultura de calidad vivida en planta para superar W8 y evitar A1. | |
| A2: Falta de respuesta rápida por parte del área de Línea de Servicio y Facilities A3: Campañas corporativas no alineadas al negocio de aguas, lo cual limita la participación de nuestra operación A4: El desfase del pedido de repuestos e insumos químicos con el mantenimiento planificado a mediano y largo plazo por parte de compras en la designación de proveedores y despacho en las fechas programadas (Procurement). A5: Reducción de ventas de agua mineral san mateo en los últimos 3 años. | Usando F1 y F5 fortaleceremos la identidad del negocio para contrarrestar A3 y A2. Venta de subproductos para superar W3. | Proteger nuestros costos a través de la estandarización del proceso de gestión del presupuesto de planta para superar W3 y evitar A4. Garantizar la validación del sistema HACCP para evitar A5 y superar W7. | |

Elaboración propia

2.3 Gerencia de Envasado

El área de envasado es la responsable de transformar los materiales y recursos industriales (energía, materia prima, mano de obra, capital, información) en productos finales (agua mineral envasada) cumpliendo las órdenes de producción y utilizando óptimamente los recursos. Actualmente cuenta con 2 líneas de envasado: línea 3 y línea 4.

2.3.1 Diagrama SIPOC

En la Tabla 5 se presenta el diagrama SIPOC del negocio de envasado, el cual proporciona un esquema general para asegurar la satisfacción del cliente interno y externo a través de la

identificación de las salidas necesarias y de los recursos y procesos que deben ser administrados para entregar ese resultado.

Tabla 5: Diagrama SIPOC

| Proveedores | Entradas | Generalidades del Negocio | Productos / Salidas | Clientes |
|------------------------------------|---|--|---|---|
| Planificación de la Demanda | Requerimiento de Producción | Sueño Para el 2021 nuestro sueño es ser la mejor operación de envasado en SUPPLY MAZ a través de la adherencia al VPO a nivel Clase Mundial, Seguridad del personal, Calidad de nuestros Productos y Productividad de Nuestras Líneas | Programa de Producción Semanal | Calidad / Mantenimiento / Logística |
| Elaboración | Agua Filtrada/Fría | Área ENVASADO | Producto terminado Agua mineral S/G envasada | Logística / Gerencia de Planta |
| | Agua Ozonizada | | Producto Terminado de Agua mineral C/G envasada | |
| | Agua de servicio | | PT de Agua mineral de 21L | |
| Mantenimiento | Lubricantes y otros materiales | Misión Envasar Agua Mineral y entregarla en el tiempo justo a Logística, cumpliendo los estándares de seguridad, calidad y medio ambiente de la compañía, optimizando el uso de recursos naturales por medio de la aplicación de las herramientas del VPO. | PT de Agua mineral de 7L | Calidad |
| | Personal de Mntto | | Muestras de producto en proceso y producto terminado | Calidad |
| Logística | Preformas, Tapas, Etiquetas, Botellones, Lámina termocontraíble, Stretch film, Parihuelas, Folios, Racks | Procesos 1.- Envasado en Línea 3 2.- Envasado en Línea 4 5.- Calidad en la fuente 6.- Saneados 7.- Mantenimiento Autónomo 8.- Gestión 9.- Cambio de Formato | Máquinas limpias | Mantenimiento Envasado |
| | Trapos industriales, paños, Topax 56, Alcohol, Soda caustica, Ácido fosfórico, Ácido Nítrico, entre otros materiales de limpieza. | | Pisos limpios | Envasado |
| Calidad | Políticas, procedimientos, estándares, plan Físico Químico, PTS, entrenamientos de Análisis de Calidad y Calidad en la fuente. | Recursos 1 Jefe, 5 Supervisores, 43 Operarios, 2 Líneas Pet | Aguas residuales | PTAR |
| | Soluciones para análisis y resultados de análisis fisicoquímicos | | Máquinas confiables | Envasado / Mantenimiento |
| | Equipos Calibrados y Confiables | | Residuos Segregados | ANCRO, KARPLAST, Municipalidad Huarochirí |
| VPO/ Medio Ambiente / SHI / People | Políticas, procedimientos, estándares y entrenamientos. | | Merma de PREFORMAS (preformas y botellas) | Gerencia |
| | | | Aguas Residuales | PTAR |
| | | | Entrenamientos al personal, autoauditorías, verificaciones, Reporte de indicadores | Calidad People |
| | | | Productos/Insumos dentro de especificación/norma (Durante el proceso) | Almacén de Producto Terminado |
| | | | Entrenamientos al personal, autoauditorías, verificaciones, Identificación de anomalías | VPO/ Medio Ambiente SHI / People |

Elaboración propia

2.3.2 Descripción de procesos

El proceso de envasado en línea 4 es automático y además se procesan botellas de agua mineral con gas y sin gas. Vale decir que en esta línea se envasan 7 tipos de SKU en tiempos diferentes de acuerdo a la orden de producción que ha hecho el área de planificación de la demanda. Para este proceso existe un total de 5 operadores de máquina que trabajan en cada turno en los siguientes puestos de trabajo: sopladora, llenadora, etiquetado, termocontraíble y paletizadora. En las Figura 5 y Figura 6 se presenta el diagrama de operaciones (DOP) para el envasado de agua mineral sin gas y con gas, respectivamente.

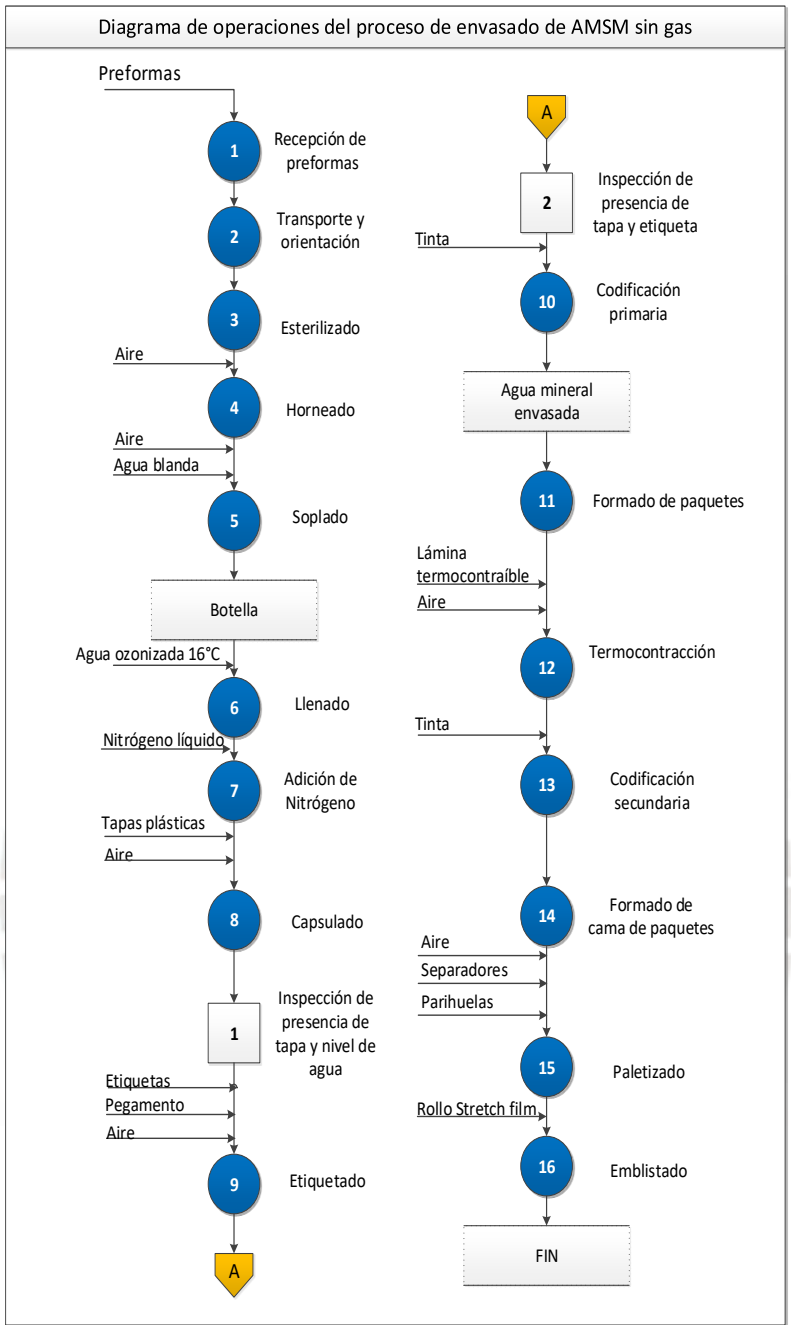


Figura 5: Diagrama de operaciones del proceso de envasado de AMSM sin gas - Línea 4
Elaboración propia

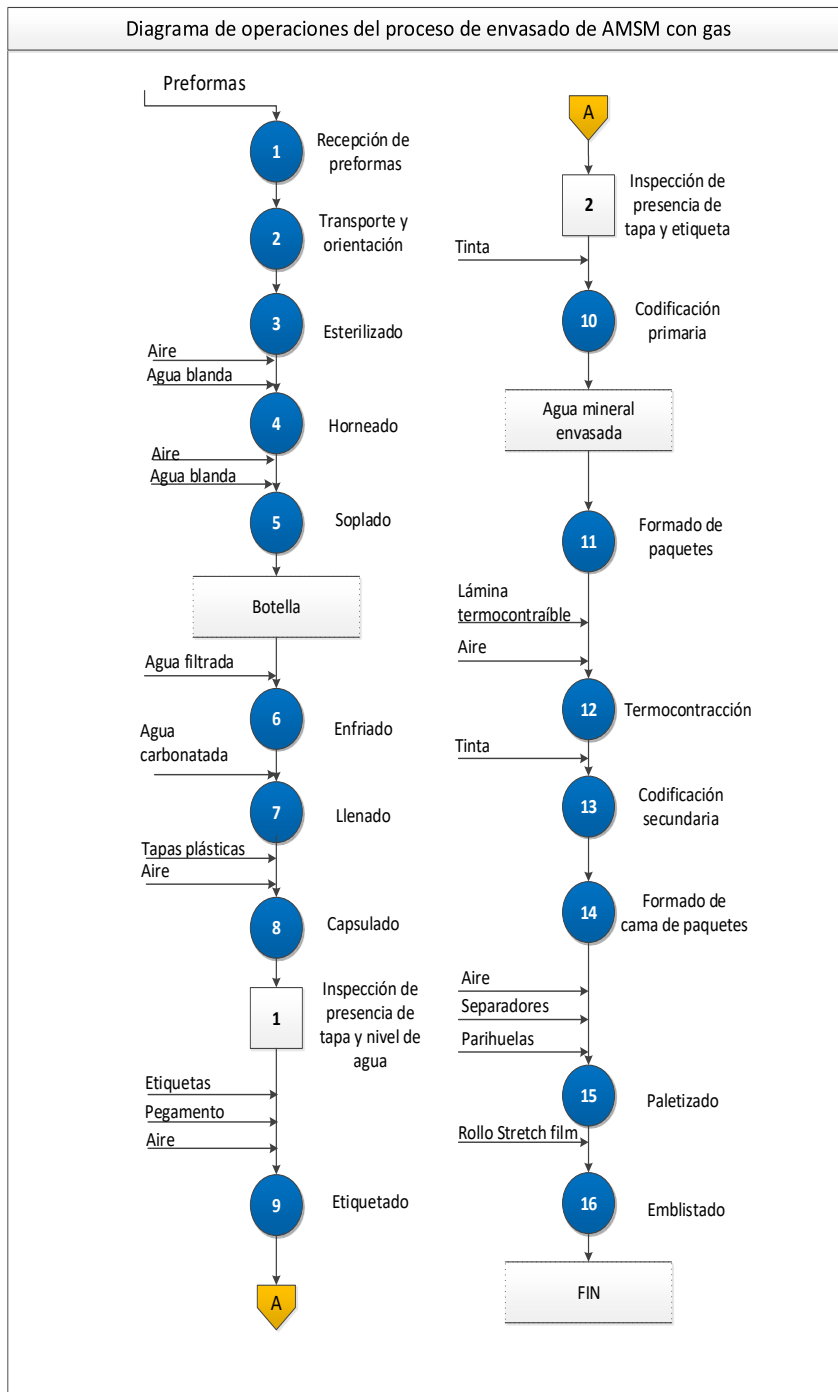


Figura 6: Diagrama de operaciones del proceso de envasado de AMSM con gas - Línea 4
Elaboración propia

En la se presenta una breve descripción de cada una de las operaciones e inspecciones involucradas para el envasado de agua mineral con gas y sin gas en la línea 4.

Tabla 6: Descripción del proceso de Envasado en Línea 4

| Entrada | Operación/ Inspección | Salida | Descripción | SG | CG |
|--|---|----------------------------------|--|----|----|
| Caja de preformas | Recepción de preformas | Preformas en tolva grande | El operario abastece preformas al alimentador de preformas de acuerdo la señal que las células captadoras ³ de la máquina han enviado al panel en forma de alarma. | X | X |
| Preformas en tolva grande | Transporte y orientación | Preformas posicionadas | Las preformas son transportadas por rodillos de alimentación y a su vez son posicionadas para ingresar al horno. | X | X |
| Preformas posicionadas | Esterilizado | Preformas esterilizadas | Las preformas finalmente son transportadas hacia una lámpara de desinfección antes del ingreso al horno. | X | X |
| Preformas esterilizadas/ Aire/ Agua blanda | Horneado | Preformas horneadas | El pistón de apertura se encarga de dar pase a las preformas para que se dirijan al horno. Las preformas son transportadas boca arriba a través de la rueda de transferencia, la cual las envía al tren de turnelas boca abajo. Es en esta posición donde entran a los hornos. A través del Chiller se ingresa agua blanda a 10°C, la cual entra a través de una rampa de enfriamiento para permitir que el calor no llegue a la boca de las preformas. Luego de que las preformas han alcanzado una temperatura de 170°C aproximadamente, son transportadas por pinzas de transferencia hacia los moldes. | X | X |
| Preformas horneadas/ Aire/ Agua blanda | Soplado | Botellas sopladas | Las preformas entran a los moldes (26 en total) y sufren 4 procesos: pre-estirado, pre-soplado, soplado y desgasificado. En el presoplado se recibe una presión de aire de 7 bares y en el soplado se alcanza una presión de aire de 40 bares. A través del Chiller, se ingresa agua blanda a 10°C, la cual entra a los moldes para que pueda refrigerarlos y evitar que las botellas sopladas se queden en los moldes. | X | X |
| Botellas sopladas/ Agua filtrada | Enfriado | Botellas con inyección de agua | A través de toberas, que se encuentran por debajo de las estrellas de transferencia al llenado, se inyecta agua filtrada para las botellas que van a envasar agua carbonatada. Esto se debe a que el CO2 dilata la botella y al estar la parte inferior de la botella caliente, se puede llegar a deformar. | | X |
| Botellas con inyección de agua/ Agua | Llenado | Botellas llenas con agua mineral | Se cuenta con 108 válvulas por donde se realiza el llenado con agua ozonizada o agua carbonatada, según el SKU que se programe. | X | X |
| Botellas llenas con agua mineral/ Nitrógeno | Adición de nitrógeno | Botellas con agua mineral | A la botella llena se le agrega nitrógeno antes de que se transporte a la capsuladora. Se le agrega nitrógeno a la botella sin gas, para alcanzar una presentación rígida y no flácida. De esta manera no se tendría problemas en el etiquetado. | X | |
| Botellas con agua mineral/ Tapas/ Aire | Capsulado | Botellas capsuladas | El operario de la capsuladora se encarga de abastecer tapas al alimentador, el cual permite que las tapas corran a través de una faja por medio de un sistema neumático. Luego, las tapas son transportadas a una lámpara UV para la desinfección de las mismas. Finalmente, la botella llenada entra a la capsuladora de 24 cabezales la cual enrosca la tapa a un torque promedio de 108 Lb/Pulg. | X | X |
| Botellas capsuladas | Inspección de presencia de tapa y nivel de agua | Botellas inspeccionadas | Las botellas son transportadas hacia un inspector de presencia de tapa y nivel de agua. Cuando se detecta la desconformidad de algún atributo, la botella es rechazada. Luego, las botellas son transportadas hacia una mesa de acumulación la cual forma un colchón de abastecimiento (de aproximadamente 15 minutos de producción). Cuando esta mesa de acumulación llega al límite, un sensor manda la señal para que el horno de la sopladora deje de ingresar preformas. | X | X |

³ Sensores que captan la presencia de preformas. Se encuentran ubicados en los rodillos de alimentación del alimentador de preformas. Se encargan de mantener un flujo continuo de preformas en todas las posiciones del transportador.

| Entrada | Operación/ Inspección | Salida | Descripción | SG | CG |
|---|--|--------------------------------|--|----|----|
| Botellas inspeccionadas/ Etiquetas/ Pegamento/ Aire | Etiquetado | Botellas etiquetadas | Las botellas son transportadas a la máquina etiquetadora. El operador de la máquina se encarga de abastecer rollos de etiquetas a la máquina. | X | X |
| Botellas etiquetadas | Inspección de presencia de tapa y etiqueta | Botellas inspeccionadas | Luego, las botellas son transportadas hacia un inspector de presencia de tapa y etiqueta. En caso se detecte que la botella no cumple el requerimiento, es rechazada para volver a ser reprocesada. | X | X |
| Botellas inspeccionadas/ Tinta | Codificación primaria | Botellas con código | Las botellas son transportadas a un codificador para la impresión del código primario. | X | X |
| Botellas con código | Formado de paquetes | Botellas agrupadas | Las botellas pasan por el transportador de formación de estrato, el cual cumple la función de acumular las botellas para formar los paquetes de acuerdo al SKU producido. | X | X |
| Botellas agrupadas/ Lámina termocontraíble/ Aire | Termocontracción | Botellas empaquetadas | Las botellas son transportadas por unos dedos de selección, contra dedos y un empujador hasta la zona de enrollador de película en donde la lámina termocontraíble, previamente cortada, es colocada sobre las botellas posicionadas. Luego, el transportador lleva los paquetes al horno para continuar con la operación de contracción del plástico. Vale decir que el horno llega a una temperatura de 200°C para realizar la operación de termocontracción. Después, los paquetes salen del horno a la zona de ventiladores. | X | X |
| Botellas empaquetadas | Codificación secundaria | Paquete de botellas con código | Para el caso de los SKU 600 mL con gas y sin gas (six pack), se realiza la operación de codificación secundaria en donde un codificador imprime el código del producto sobre la lámina del paquete. | X | X |
| Botellas empaquetadas | Formado de cama de paquetes | Cama de paquetes formada | Los paquetes son transportados hasta la zona de paletizado en donde son ingresados de dos en dos, por medio de sensores, hasta la zona de armado de cama de paquetes. En esta zona se realiza el armado de cama por medio de 2 brazos robóticos que previamente programados posicionan los paquetes y arman la cama según el SKU que se está produciendo. Luego, son transportados a un compactador neumático el cual compacta el conjunto de paquetes en una cama. | X | X |
| Cama de paquetes formada/ Parihuelas/ Separadores | Paletizado | Camas de botellas paletizada | Las parihuelas son abastecidas por los montacargas. A través de rodillos, la parihuela es transportada para posicionarse en la zona de paletizado de camas en donde un colocador de folios posiciona un primer separador de plástico (folio) a través de ventosas. Luego de ello, un empujador se encarga de llevar toda la cama hacia un transportador, el cual se encarga de paletizar la cama en la parihuela. Finalmente, el colocador de folios, posiciona otro separador encima de la cama de paquetes, para continuar sucesivamente con el paletizado hasta alcanzar las filas de camas que requiere la parihuela, según el SKU programado. | X | X |
| Camas de botellas paletizada/ Stretch film | Emblistado | Parihuela envuelta | La parihuela completa es transportada por un transportador hasta la máquina envolvente. A través de sensores se detecta la presencia de la parihuela y se manda la señal para que la máquina envuelva toda la parihuela con stretch film. Luego, es transportada hacia el final del transportador en donde se posiciona para que el montacarguista pueda etiquetarla y despacharla al almacén. | X | X |

Elaboración propia

2.3.3 Layout de la línea

Respecto a la distribución del personal, línea de envasado tiene un rol óptimo de 5 personas, las cuales se distribuyen como muestra la Figura 7. Así mismo se muestra la ubicación de las máquinas previamente descritas.

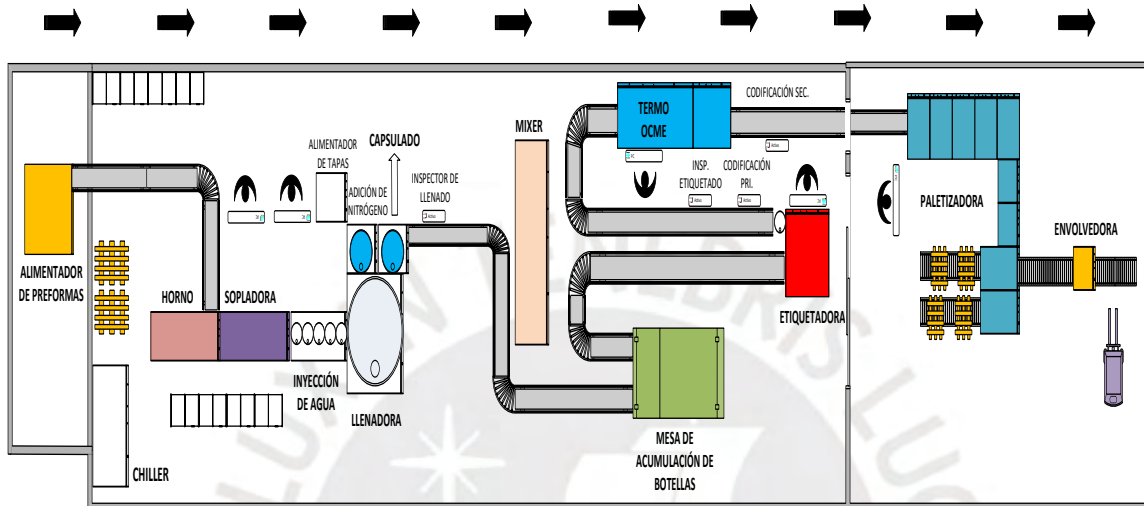


Figura 7: Layout Línea de envasado 4
Elaboración propia

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL PROCESO ACTUAL

El presente capítulo se enfocará en presentar la priorización de estrategias de la organización al 2020 (derivadas del análisis FODA), el análisis de eficiencias y el análisis de *engagement*.

3.1 Priorización de Estrategias

Las estrategias que fueron planteadas a finales del 2019 por el equipo de planta se han presentado en el Capítulo 2. Las mismas pasaron por un proceso de priorización mediante la correlación con los TOP KPI's de Sostenibilidad de VPO. Las estrategias priorizadas fueron las definidas para desarrollar en el 1YP y se materializaron posteriormente en proyectos estratégicos de la operación. En la Tabla 7 se muestra la priorización de estrategias que se realizó en base a los KPI's con los cuales la planta es medida para el ranking global. Como política de la empresa se han seleccionado aquellas que superan el valor de 38 puntos.

Tabla 7: Matriz de Priorización de Estrategias

| Matriz de Correlación - Estratégias x KPI's | KPI's DEL RANKING GLOBAL (ESTRATÉGICOS) | | | | | | | | | | | PRIORIZACION |
|--|---|------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------------|--------------|--------------|
| | Accidentes Incapacitantes | % Turnover | Reclamos de consumidores | Consumo de Agua (H/HIN) | % Eficiencia de Fábrica | % Eficiencia de Máquina | Consumo de energía (KW/HIN) | % Nivel de Servicio | % Cumplimiento Microbiológico | Incidentes ambientales | % Engagement | |
| | Baja correlación | | | | | Alta correlación | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | | |
| Potenciar las habilidades de nuestro personal a través de la implementación de SKAP y PAC. | 3 | 5 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 39 |
| Implementar proyecto de mantenimiento autónomo para personal de envasado. | 4 | 5 | 3 | 1 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | 1 | 5 | 40 |
| Gestionar y ejecutar programa integral para fortalecer el engagement de nuestra gente y reducir el Turnover. | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 35 |
| Realizar proyecto lean six sigma en la línea de envasado crítica. | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 5 | 5 | 3 | 1 | 1 | 1 | 27 |
| Estandarizar las ventanas de mantenimiento semanales en el área de envasado. | 1 | 3 | 1 | 1 | 5 | 5 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 25 |
| Desarrollar Conciencia Medio Ambiental haciendo benchmarking con otras plantas. | 5 | 4 | 3 | 5 | 4 | 4 | 1 | 1 | 2 | 5 | 5 | 39 |
| Fortalecer la cultura de Calidad y Seguridad Alimentaria vivida en planta. | 2 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 | 41 |
| Fortalecer la Cultura de Seguridad dentro de planta y contratistas. | 5 | 4 | 3 | 5 | 4 | 4 | 1 | 1 | 2 | 5 | 5 | 39 |
| Contruir el almacén de sustancias químicas de planta. | 5 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 5 | 3 | 27 |
| Reparar bahía de APT. | 4 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 5 | 1 | 5 | 3 | 30 |
| Proyecto "Identidad San Mateo" para fortalecer la identidad del negocio. | 2 | 5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 28 |
| Proyecto de instalación de dióxido de cloro y filtros microbiológicos en PTA. | 1 | 1 | 5 | 4 | 3 | 3 | 4 | 1 | 5 | 1 | 1 | 29 |
| Proyecto six sigma para reducir la cantidad de incidentes de calidad. | 1 | 1 | 5 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 5 | 1 | 3 | 25 |
| Venta de subproductos. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 3 | 17 |
| Certificar plan HACCP frente a DIGESA para continuar operando. | 4 | 3 | 5 | 2 | 4 | 4 | 2 | 5 | 5 | 3 | 3 | 40 |
| Estandarización del proceso de gestión del presupuesto de planta | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 21 |

Elaboración propia

Se establecieron en total 4 ejes estratégicos para trabajar el año 2020, los cuales se materializaron en proyectos estratégicos, entre ellos la implementación de ATO (*Autonomous Operations*) en el área de envasado, debido a que se identificó como debilidad la falta de empoderamiento del personal en términos de mantenimiento autónomo, así como las bajas eficiencias de máquina en la línea 4. El proyecto se apalancó con la oportunidad de contar con soporte y comunicación directa hacia plantas de la corporación que han implementado Operaciones Autónomas con éxito en sus líneas de envasado (*benchmarking*).

3.2 Análisis de Eficiencia de Máquina

A continuación, se va a analizar una de las debilidades de la empresa: la eficiencia de máquina. La eficiencia de máquina es el ratio de tiempo efectivo de producción entre tiempo disponible de la línea. Este KPI disminuye mientras existan paradas inherentes a las máquinas de la línea que afecten al tiempo efectivo de producción. En la Figura 8 se representan los resultados mensuales de la línea 3 del año 2019, los cuales son favorables, llegando a alcanzar la meta del año de 99.5% con el valor de 99.6%. Sin embargo en la Figura 9, se puede observar que el resultado al finalizar el año fue de 94.3% y no se llegó a cumplir con la meta del año (94.6%). La oportunidad de mejora está en la línea 4.

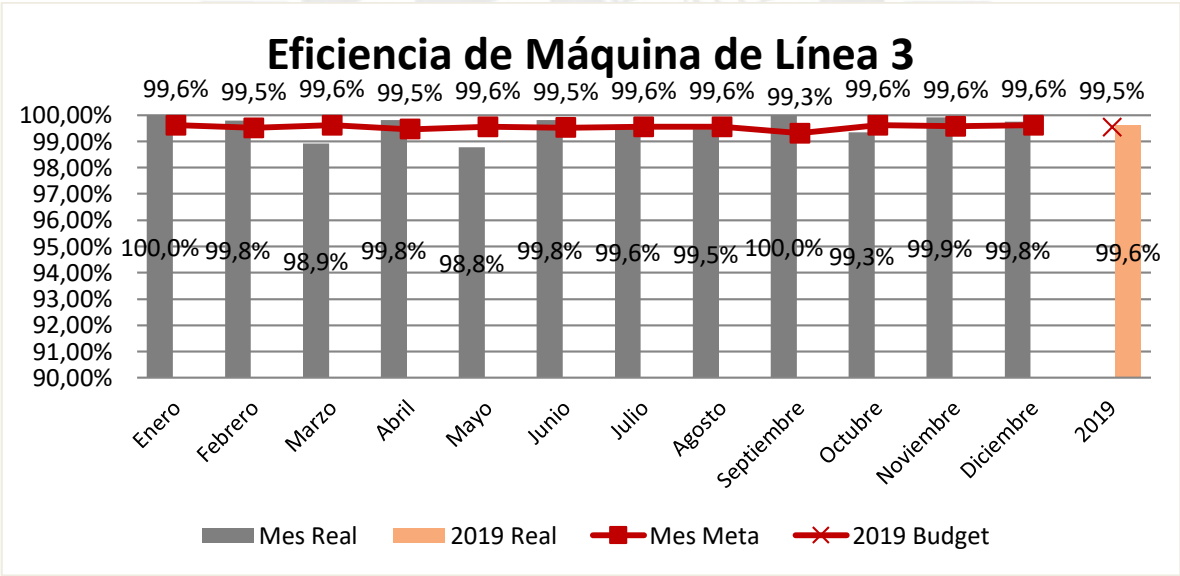


Figura 8: Eficiencia de Máquina Línea 3
Elaboración propia

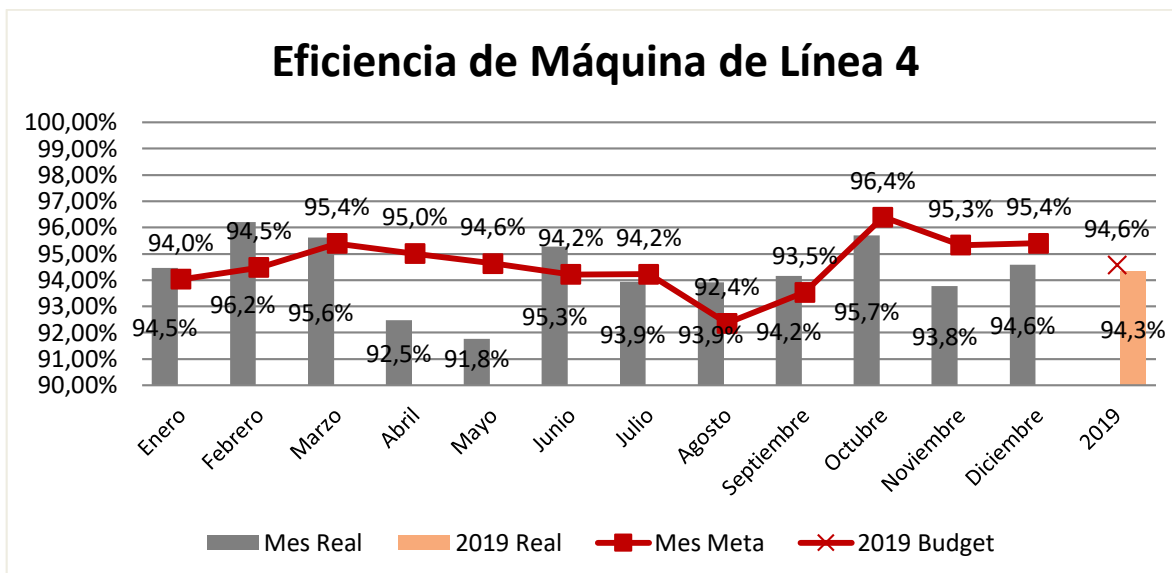


Figura 9: Eficiencia de Máquina en Línea 4

Fuente: Elaboración propia

3.3 Análisis del *Engagement*

Los resultados de la encuesta de *Engagement* del 2019 fueron entregados en enero del 2020. La encuesta constó de 52 preguntas divididas en 11 secciones (ver Anexo A)⁴. En la Figura 10, se detallan los resultados por cada una de las secciones y áreas evaluadas. Se puede evidenciar que las oportunidades de mejora están en los siguientes puntos: comunicación y colaboración, empoderamiento y eficacia, crecimiento y desarrollo, reconocimiento y recompensa. Siendo el área de envasado la que tiene la mayor oportunidad de mejora con respecto al resto de áreas. A continuación, se describirán las brechas en cada una de las secciones y se compararán a todas las áreas evaluadas.

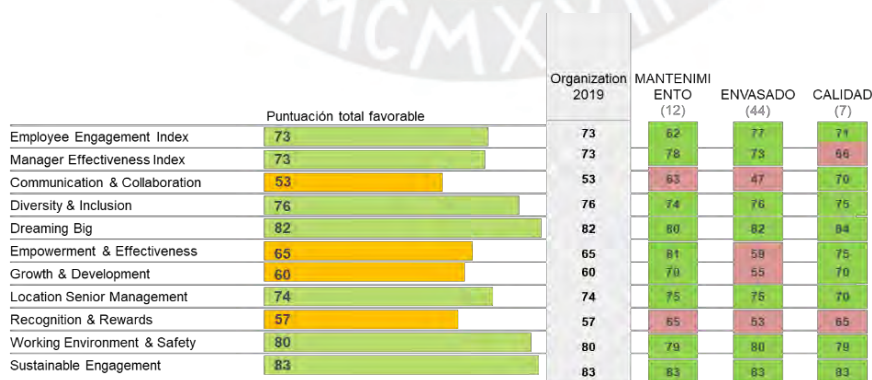


Figura 10: Resultados Encuesta Engagement 2019 (%)

Fuente: AB Inbev Global Engagement Survey (2020)

⁴ En el Anexo A se encuentran enlistadas las preguntas de la encuesta *engagement*.

3.3.1 Desempeño de Comunicación y Colaboración

En esta categoría las oportunidades de mejora se centran en el área de envasado en las siguientes preguntas: conformidad de la gente con respecto a la comunicación efectiva, trabajo en equipo y percepción del impacto directo en el logro de los objetivos (ver Figura 11). Ello explica la falta de cascadeo de información (resultados, contexto actual, etc) por parte de los líderes, así como la falta de empoderamiento de los operarios para tomar el resultado de las eficiencias de máquina como propias.

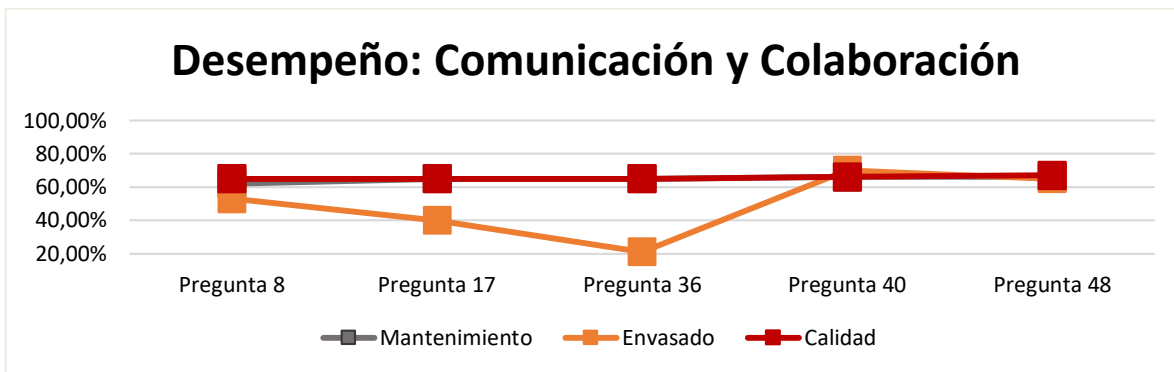


Figura 11: Resultados de Categoría Comunicación y Colaboración (encuesta *engagement* 2019)
Elaboración propia

3.3.2 Desempeño del Empoderamiento y Eficacia

Antes de iniciar el proyecto, los operarios de envasado no contaban con las herramientas suficientes y necesarias para poder desarrollar bien su trabajo (limpieza, lubricaciones, cambios de formato, etc). Así mismo existía una fuerte dependencia hacia el área de mantenimiento para poder tomar decisiones en el momento de presentarse alguna falla. Ello se evidencia en los resultados que se muestran en la Figura 12.

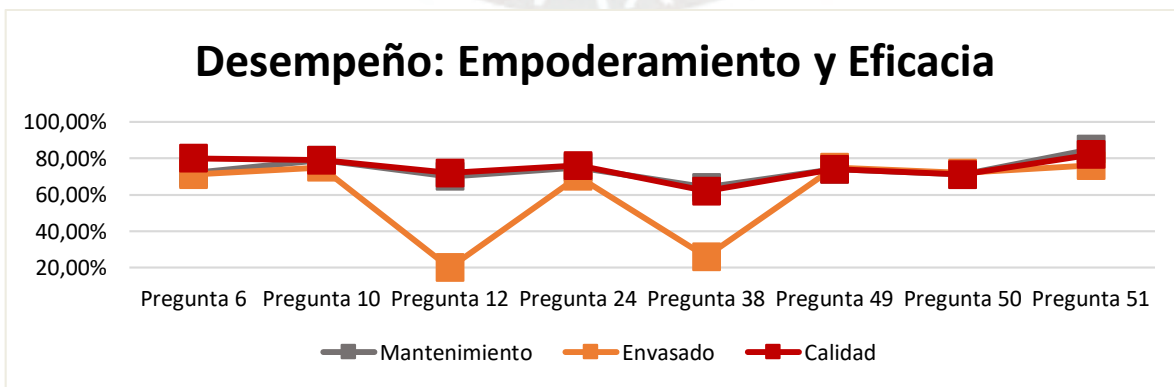


Figura 12: Resultados de Categoría Empoderamiento y Eficacia (encuesta *engagement* 2019)
Elaboración propia

3.3.3 Desempeño del Crecimiento y Desarrollo

Inicialmente el personal de envasado no contaba con los conocimientos y habilidades técnicas necesarias para poder asegurar el mantenimiento de sus máquinas así mismo la organización no contaba con un sistema para gestionar y desarrollar las habilidades necesarias en el personal. Las preguntas 1 y 2 son brechas que fueron identificadas para el personal operador de envasado tal como lo muestra la Figura 13.

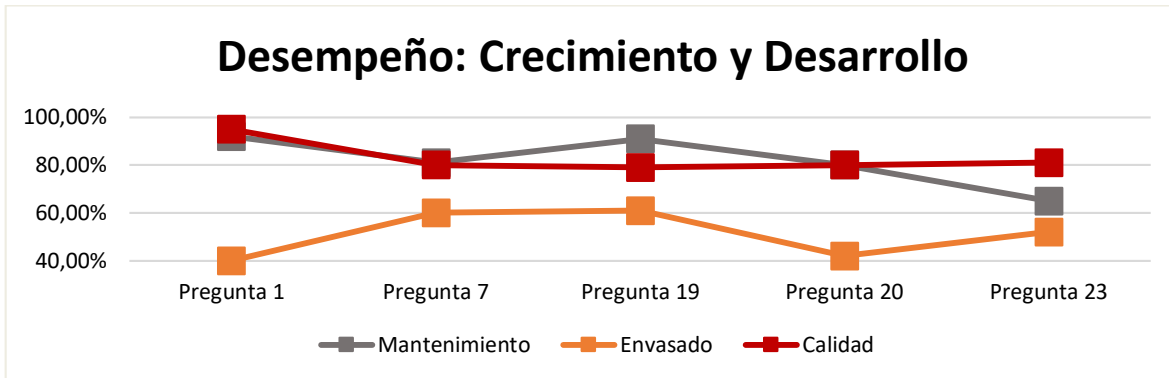


Figura 13: Resultados de Categoría Crecimiento y Desarrollo (encuesta engagement 2019)
Elaboración propia

3.3.4 Desempeño de Reconocimiento y Recompensas

La pregunta 39 implica si el personal percibe que el trabajo le proporciona una sensación de satisfacción personal. En la Figura 14 se evidencia de que existe una brecha en el área de envasado, lo cual refleja la realidad que existía en el departamento. La satisfacción personal es directamente proporcional al logro de resultados.

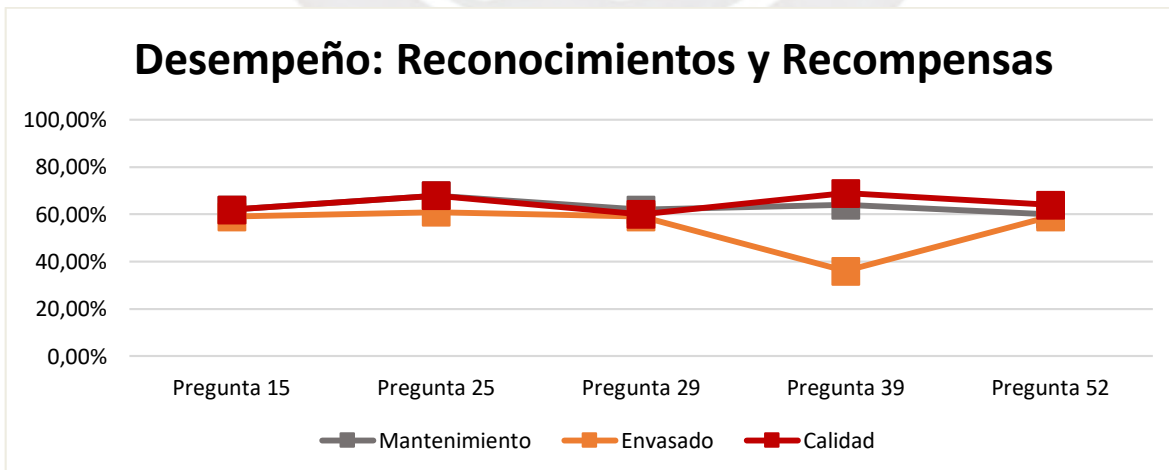


Figura 14: Resultados de Categoría Reconocimientos y Recompensas (encuesta engagement 2019)
Elaboración propia

Las secciones anteriores (priorización de estrategias 2020, análisis de la eficiencia de máquina 2019 y análisis del *engagement* 2019) evidenciaron la necesidad de implementación de un programa como el de operaciones autónomas, el cual ayudará a desarrollar las habilidades y capacidades de los operadores del área de envasado permitiendo el desarrollo de equipos de producción autosuficientes y el alcance de eficiencias de máquina sostenibles. Su implementación dura aproximadamente 2 años. El alcance del presente proyecto será la implementación de la primera etapa “Fundamentos” para la máquina crítica de Línea 4.



CAPÍTULO 4: DESARROLLO DEL PROYECTO

En el presente capítulo se desarrollarán cada uno de los pasos que implicaron la implementación de la fase Fundamentos de Operaciones Autónomas en la máquina crítica de Línea 4.

4.1 Preparación del lugar

Es importante prepararse adecuadamente para el cambio y gestionarlo. Antes de que se inició con las Operaciones Autónomas, se desarrollaron los siguientes puntos estratégicos:

- El hecho de tener un gran número de personas involucradas en las actividades de Operaciones Autónomas aumenta el riesgo de accidentes. Es por ello que se desarrolló un *checklist* de monitoreo de seguridad para el supervisor líder con el objetivo de garantizar la seguridad de todas las personas involucradas en las actividades de Operaciones Autónomas.
- Fue necesario definir las funciones y responsabilidades de las distintas personas que participarían en el proceso de Operaciones Autónomas. (Ver Anexo B).
- Los técnicos/mecánicos pueden preocuparse por su trabajo y temer que Operaciones Autónomas busque eliminar o reducir la necesidad de técnicos. Es por ello que las preocupaciones de los técnicos/mecánicos sobre su futuro en la organización fueron abordadas al iniciar el proyecto. El gerente de planta comunicó en la Multinivel que mientras ciertas actividades de mantenimiento serán asumidas por el operador, los técnicos/mecánicos asumirán simultáneamente responsabilidades de mantenimiento más avanzadas que son más adecuadas a sus habilidades y experiencia.
- Las fases iniciales de las Operaciones Autónomas requieren un tiempo de inactividad de la producción para que se puedan realizar las diversas actividades de las Operaciones Autónomas. Es por ello que de forma estándar se ha destinado 1 turno de 8 horas semanales para desarrollar mantenimiento autónomo. Vale decir que antes ya se contaba con este tiempo de 8 horas disponibles para realizar actividades de mantenimiento de máquina, sin embargo, éstas eran realizadas netamente por el personal de mantenimiento y no por el personal operario.

- Operaciones Autónomas requerirá financiamiento para que funcione. El financiamiento directo para Operaciones Autónomas en términos de herramientas de limpieza, equipo de seguridad, tableros de actividades, papelería, etc. es relativamente pequeño. Sin embargo, los costos para restaurar el equipo en malas condiciones pueden ser significativos y es necesario asignar un presupuesto suficiente para facilitar esto. Debido a que la oportunidad de desarrollo del proyecto se identificó como proyecto estratégico, la inversión fue presupuestada para ejecutarse a inicios del 2020.
- Se establecieron rutinas de gestión necesarias para supervisar la implementación de las Operaciones Autónomas en el sitio (ver Figura 15).

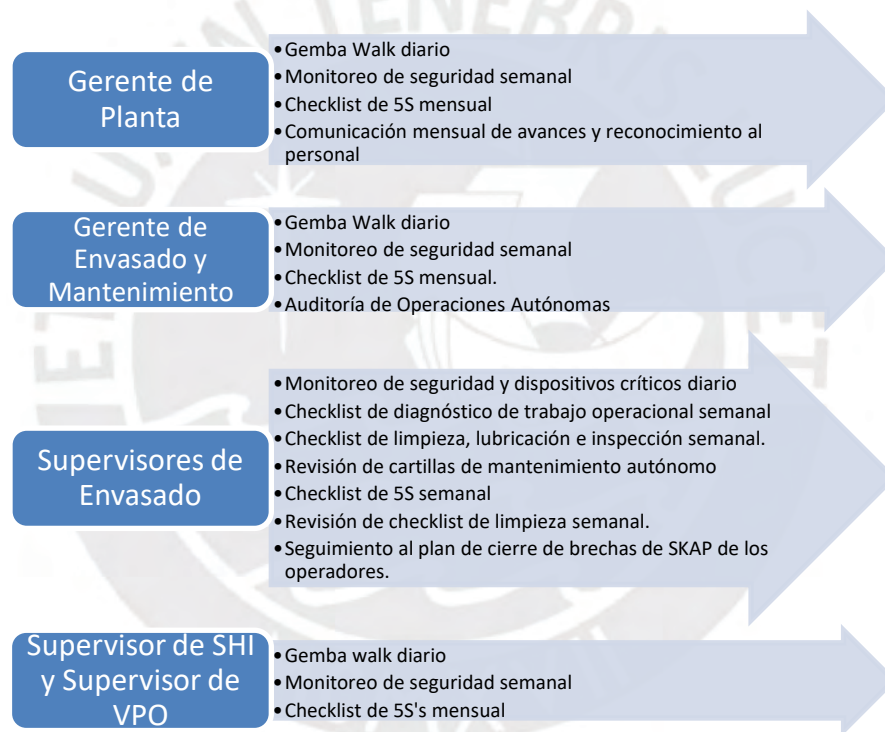


Figura 15: Rutinas de gestión de operaciones autónomas
Elaboración propia

- Se requirió un plan de implementación para que los pasos preparatorios estén bien definidos, se identifique la necesidad de 1 máquina piloto y se defina la secuencia y alcance de implementación en el 2020. En la Tabla 8 se muestra el plan de implementación 2020 de operaciones autónomas.

Tabla 8: Cronograma de Implementación 2020 de Operaciones Autónomas en el área de Envasado

| Planta | línea/sistema | área | packaging360 | Equipo | Budget 2020 (nivel de implementación) | | | | | | | | | | | |
|--------|---------------|-----------|----------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | | | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
| HUAR | L4 | Packaging | Capsuladora de Botellas L4 | Capsuladora L4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| HUAR | L4 | Packaging | ENVOLVEDORA DE PAQUETESB4 | Envolvedora | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| HUAR | L4 | Packaging | ETIQUETADORA DE BOTELLASB4 | Etiquetadora L4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| HUAR | L4 | Packaging | LLENADORA DE BOTELLAS L4 | Llenadora L4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| HUAR | L4 | Packaging | PALETIZADORA DE PAQUETESB4 | Paletizadora L4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| HUAR | L4 | Packaging | SOPLADORA DE PREFORMAS L4 | Sopladora L4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| HUAR | L4 | Packaging | TERMOCONTRAIBLE L4 | Termocontraible L4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |

Elaboración propia

- Fue necesario establecer una comunicación formal con los empleados de la planta para que se comprenda lo que va a suceder y para abordar cualquier otra preocupación que pueda existir. En la Figura 16 se muestra la comunicación enviada.



Figura 16: Comunicación de Implementación de Programa ATO (Operaciones autónomas)
Fuente: Comunicaciones Internas (2020)

4.2 Selección del área de proceso/máquina crítica

Para la selección de la máquina piloto se decidió tomar el criterio de criticidad por el tiempo de paradas de máquina debido a causas internas en el periodo de 2019. En la Figura 17 se ha graficado el Pareto de máquinas vs tiempo de paradas acumuladas. Se observa que la llenadora de botellas representa el 40.7% del total de tiempo perdido es por ello que se escoge como máquina piloto. Las máquinas etiquetadora y sopladora son las siguientes máquinas en donde se implementará ATO con 21% y 20.1% respectivamente.

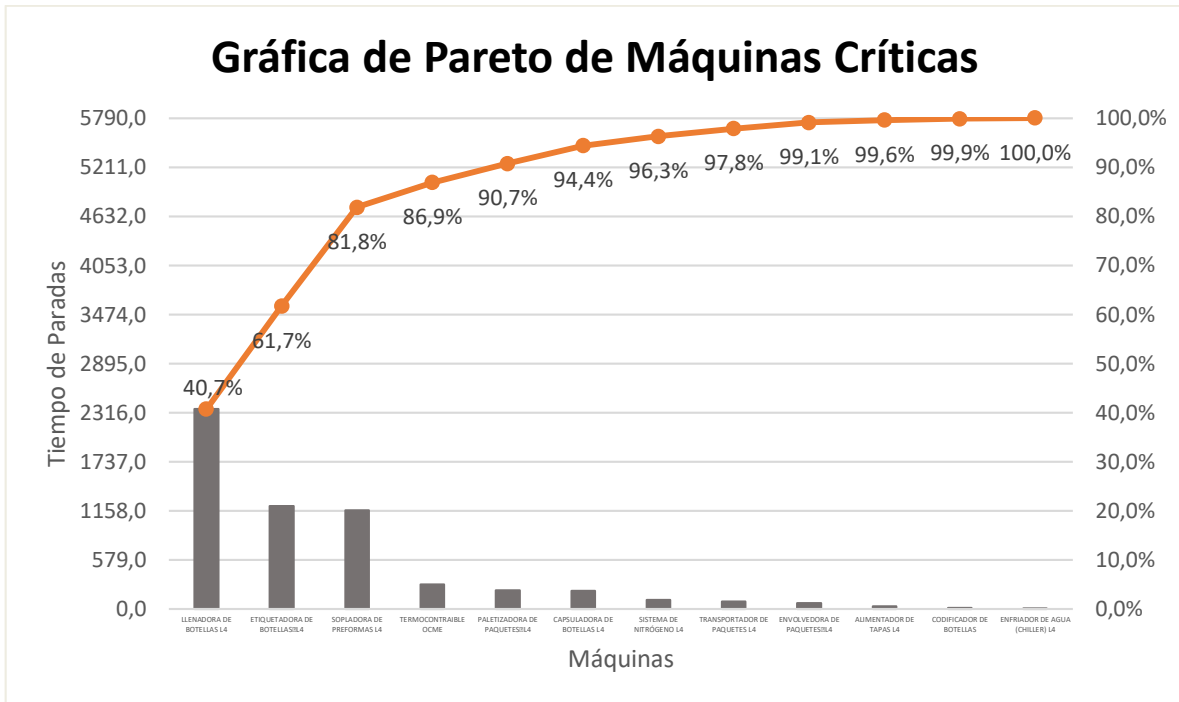


Figura 17: Pareto de Tiempo de Paradas 2019 - Línea 4
Elaboración propia

El análisis de los tiempos de parada puede mejorarse aún más tratando de comprender qué parte de la llenadora tiene más problemas. Esto se logra realizando un análisis a nivel de la pieza de la llenadora. El análisis de la parte representado en la Figura 18 indica que el sistema de válvula de llenado fue el mayor problema. Sin embargo, también se muestra que muchas de las partes que componen la máquina están fallando (sistema de lubricación, sistema eléctrico, motores/reductores, etc), es decir la máquina está generalmente en malas condiciones ya que muchas partes diferentes están fallando

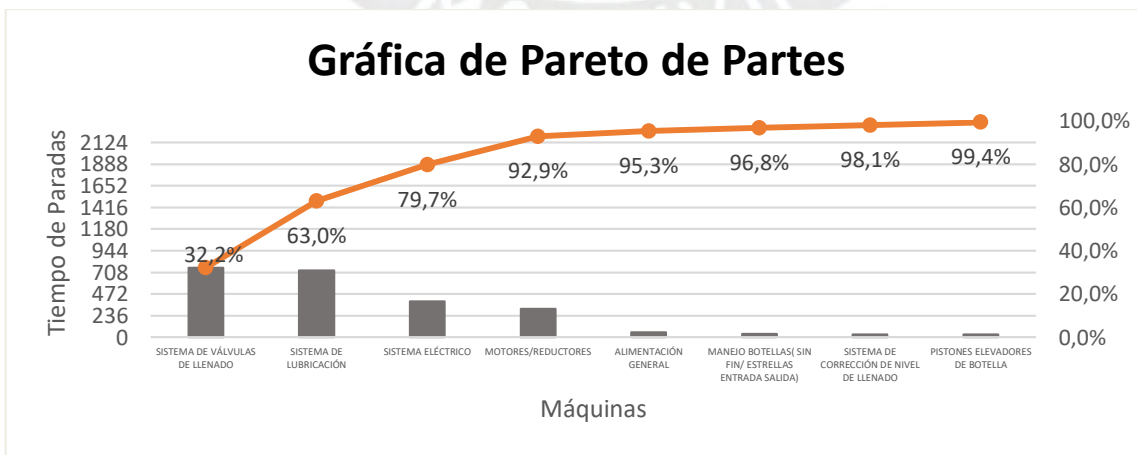


Figura 18: Pareto de Partes de Llenadora
Elaboración propia

4.3 Preparativos del área de proceso/máquina

Una vez que se completó los preparativos y se seleccionó a la llenadora para la implementación de la Fase Fundamentos de Operaciones Autónomas, fue necesario hacer los preparativos para la máquina seleccionada. Esto consistió en lo siguiente:

- Se elaboró un plan para la implementación de la primera fase de Operaciones Autónomas en el área de proceso.
- Se realizó una revisión de la matriz de habilidades de SKAP de los operadores y se garantizó que el plan de cierre de brechas de la inducción funcional se haya cerrado por completo, garantizando así que todos los operadores de máquina hayan sido entrenados y tienen experiencia para poner en marcha, operar y apagar sus áreas de proceso/máquinas, entre otros.
- Se realizó una evaluación de riesgos para las actividades de Operaciones Autónomas (por ejemplo, limpieza y lubricación). Esto incluyó los requisitos de aislamiento y bloqueo, requisitos de permisos, requisitos de PPE, etc.
- Se han dispuesto herramientas de limpieza como escobas, cubetas, paños, cepillos, EPP, etc., que fueron disponibles para las actividades de Operaciones Autónomas tal como se muestra en la Figura 19.



Figura 19: Herramientas de Limpieza
Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N1 (2020)

- Se trabajó en la aplicación de los procedimientos de bloqueo de energías de la máquina poniendo a disposición del operador los dispositivos de bloqueo, procedimientos, capacitaciones/refuerzos de seguridad y validaciones del



Figura 20: Herramientas de Seguridad de Máquina

Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N1 (2020)

- Se definió un mapa de 5S's para la máquina y estación de trabajo del operador como se puede ver en la Figura 21. El mismo que fue difundido con el equipo para comprometerlo. Así mismo se definió rutinas semanales de revisiones de 5S's por parte de los supervisores de envasado hacia los operadores y sus puestos de trabajo. Se comprobó que los resultados de auditorías 5S se mantienen en un paso 3.



Figura 21: Mapa de Sectorización 5S de la Llenadora

Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N1 (2020)

- El equipo que implementa Operaciones Autónomas ha recibido capacitación en clase sobre Operaciones Autónomas por un experto certificado. Esta capacitación duró medio día y llevó al equipo a través de una visión general de las Operaciones Autónomas y lo que se hará durante la fase de Fundamentos. Este entrenamiento fue reforzado en la práctica a medida que el capacitador fue guiando al equipo.
- Se identificó el equipo que implementará las Operaciones Autónomas: el jefe de mantenimiento, los operadores, técnicos, el gerente de planta, el supervisor de VPO, jefe de envasado y supervisores de envasado. A continuación, se describen las responsabilidades:
 - El jefe de mantenimiento - esta persona desempeñó el rol de experto en Operaciones Autónomas y guio al equipo a través de los diferentes pasos y procesos de las Operaciones Autónomas. El capacitador no dirigió el equipo; esta fue responsabilidad de los supervisores de envasado. Así mismo desempeñó el rol de certificador de máquinas y operadores de cada uno de los niveles de la Fase de Fundamentos.
 - Supervisores de envasado: Existen 3 supervisores de envasado en el proyecto debido a que son 3 turnos. Debido al patrón de turnos rotativos, cada semana diferentes turnos trabajarán con el capacitador en varias actividades de Operaciones Autónomas. El supervisor de envasado dirigió al equipo en su turno durante las actividades de Operaciones Autónomas.
 - Los técnicos/mecánicos responsables de la línea 4: Ellos fueron los responsables de asesorar al operador en la búsqueda y solución de defectos. Fueron 3 en total.
 - Los operadores del turno: Como mínimo se incluyó a los operadores de la llenadora (4 en total). Sin embargo, se invitó a todos los operadores de la línea ya que asegura que todos los miembros del equipo de la línea estén involucrados y que haya suficiente personal para la limpieza.
 - Gerente de Planta: Responsable de liderar la implementación en la planta y de desplegar los resultados a todo el personal.
 - Supervisor de VPO: Responsable de brindar las herramientas de estandarización a todo el proyecto, así como de realizar acompañamiento en

las auditorías y asegurar la implementación de todos los niveles.

- Jefe de envasado: Responsable de brindar el reconocimiento al equipo, así mismo de dar acompañamiento a los líderes de equipos en la implementación.
- Los operadores recibieron capacitación por parte de los supervisores en uso de SAP para realizar avisos de mantenimiento.

4.4 Desarrollo de Niveles de Operación Autónoma del 1 al 4

4.4.1 Nivel 1: Limpieza

El proceso de implementación del nivel 1 duró aproximadamente 3 meses. Para que la planta pueda certificar el nivel, se realizaron las siguientes actividades:

Limpieza profunda: La limpieza profunda se diferencia de la limpieza convencional en que la limpieza profunda consiste en quitar las cubiertas y protecciones de la máquina y en limpiar las partes de la máquina a las que normalmente no se tiene acceso.

Se han ejecutado rutinas de limpieza profunda evidenciando cumplimiento en el área de trabajo y en la máquina tal como se muestra en Figura 22 y Figura 23.

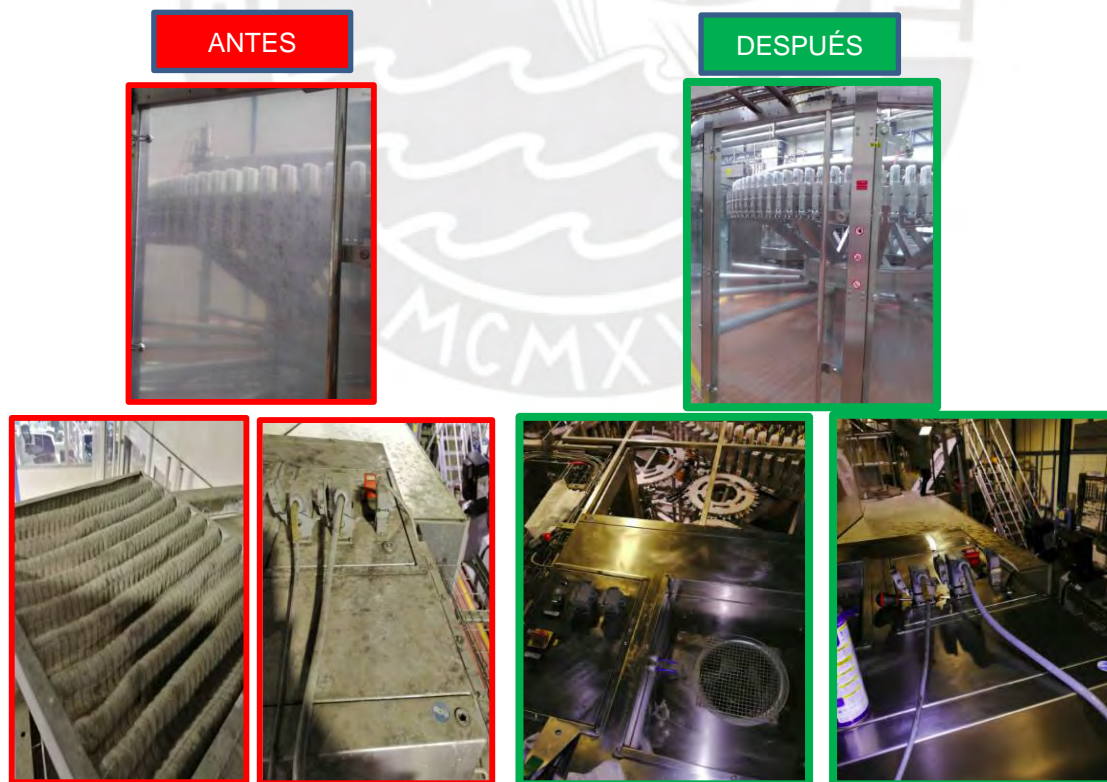


Figura 22: Limpieza profunda de Llenadora (antes y después)

Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N1 (2020)



Figura 23: Limpieza profunda de la parte externa de la llenadora

Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N1 (2020)

Así mismo se llevaron verificaciones en el interior de la máquina en donde se corrigió estado de limpieza, piezas innecesarias y estado de puntos de lubricación como se ve en la Figura 24. También se identificaron con poka yokes los parámetros de operación en dispositivos como manómetros, tal como muestra la Figura 25. Los tableros eléctricos fueron identificados como se muestra en la Figura 26.

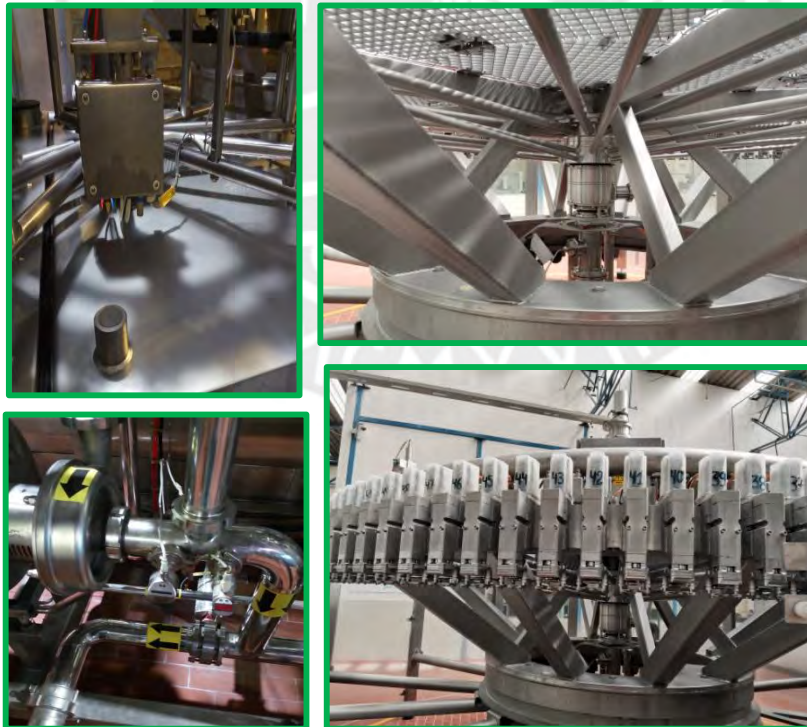


Figura 24: Limpieza profunda en la parte interna de la llenadora

Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N1 (2020)



Figura 25: Poka Yokes en manómetros

Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N1 (2020)



Figura 26: Identificación de Tableros Eléctricos

Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N1 (2020)

Etiquetado y uso de avisos de mantenimiento: A medida que el equipo realizó la limpieza profunda de la máquina, se inspeccionó la máquina y se identificaron los defectos. El técnico/mecánico del equipo jugó un papel importante en la formación del operador y del jefe de equipo sobre lo que es un defecto. Los defectos como tornillos faltantes, mecanismos sueltos, fugas, cables eléctricos dañados, rodamientos colapsados, áreas sucias, partes inseguras de la máquina, etc. fueron etiquetados como un defecto y notificados por el operador como un aviso de mantenimiento tal como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9: Avisos de mantenimiento (limpieza) identificados por los operadores

| Aviso | Orden | Descripción | Autor aviso | Denominación de objeto técnico |
|----------|-----------|--|-------------|--------------------------------|
| 50333658 | 100761681 | Mixer - Línea 4a | AGARBIEL | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50334204 | 100763275 | ato manivela para regulacion de transpor | W LOPEZ | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50339667 | 100775248 | Desgaste de piston de valvula llenadora | EA DAVILA | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50340998 | 100770434 | Lubric central LLE (cremallera/piñon) | EDAVILA | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50346351 | 100779742 | ATO Cambio de pistones de distribuidor | W LOPEZ | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50347656 | 100779725 | ato- cambio de pistones de llenadora | W LOPEZ | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50350179 | 100782063 | Pistones con desgaste en EV | EDAVILA | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50359011 | 100793006 | CAMBIO DE CENTRADORES ANTIGIRO | EDAVILA | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50361635 | 100797714 | PISTONES CON DESGASTE | EDAVILA | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50363851 | | Llenadora linea 2 | E.DAVILA | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50364211 | 100801900 | EMPAQUES CON DESGASTE CON/ TUBO ARRIVO | EDAVILA | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50368383 | 100812894 | Resorte de pinzas de llenadora se rompe. | M.DOMINGUEZ | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50369355 | 100812896 | LLENADORA LINEA 2 VALVULA PILOTA | EDAVILA | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50369352 | 100812895 | LLENADORA LINEA 2 TUBO CODO | EDAVILA | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50369351 | 100812897 | LLENADORA LINEA 2 FUGA DE LIQUIDO | EDAVILA | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50369353 | 100812883 | LLENADORA LINEA 2 JUNTA CLAMP | EDAVILA | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50369357 | 100812880 | LLENADORA LINEA 2 PINZA DE VALVULA | EDAVILA | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50369358 | 100812893 | LLENADORA LINEA 2 PINZAS RESORTES | EDAVILA | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50374921 | 100812881 | Fuga d aire en val. 102-103 llenadora L2 | M.DOMINGUEZ | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50374415 | 100819961 | Carrito y Estante Vikan - Llenadora | M.DOMINGUEZ | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50374920 | 100819959 | Cuerpo GAS - Llenadora | M.DOMINGUEZ | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50374923 | 100819956 | Centrador Per - Llenadora | M.DOMINGUEZ | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50374921 | 100819958 | Cuerpo CORNETE - Llenadora | M.DOMINGUEZ | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50374922 | 100819957 | Nastago Valvula - Llenadora | M.DOMINGUEZ | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50380996 | | LLEN4 LUMINARIA NO ENCIENDE | WENCISOC | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50380997 | | Llen4 cadena sal se observa estrada | WENCISOC | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50384855 | 100835841 | FUGA DE AGUA POR COLECTOR INFERIOR | EDAVILA | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |

Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N1 (2020)

Análisis y Solución de etiquetas/avisos de mantenimiento: Todos los avisos de mantenimiento levantados por los operadores durante la limpieza profunda fueron revisados por el equipo y se tomó una decisión sobre cómo deben ser levantados. Sin embargo, el simple hecho de arreglar el defecto identificado por la etiqueta no es suficiente; la causa raíz del defecto necesita ser arreglada. Por lo tanto, el equipo realizó un análisis de 5 por qué para conocer cuál es la causa raíz del defecto (en aquellos que corresponda). Una vez que se encontró la causa raíz, fue necesario poner en marcha una acción preventiva para resolver la causa raíz: actualización de procedimientos, entrenamiento al personal, actualizaciones del plan de mantenimiento de la máquina, actualización/creación de *checklist* de limpieza, etc. Una de las herramientas que también se utilizó para analizar y tratar las fuentes de contaminación fue el mapa de contaminación, el cual se muestra en la Figura 27. El mapa de contaminación ayuda a visualizar donde están las áreas sucias y de hecho señalará un área de problema genérico, es decir, el área donde existen muchos avisos de mantenimiento por presencia de área sucia. Entonces se pueden desarrollar soluciones para estas fuentes de contaminación. El primer paso siempre debe ser eliminar la fuente de contaminación. Si una zona no se ensucia, no es necesario limpiarla.

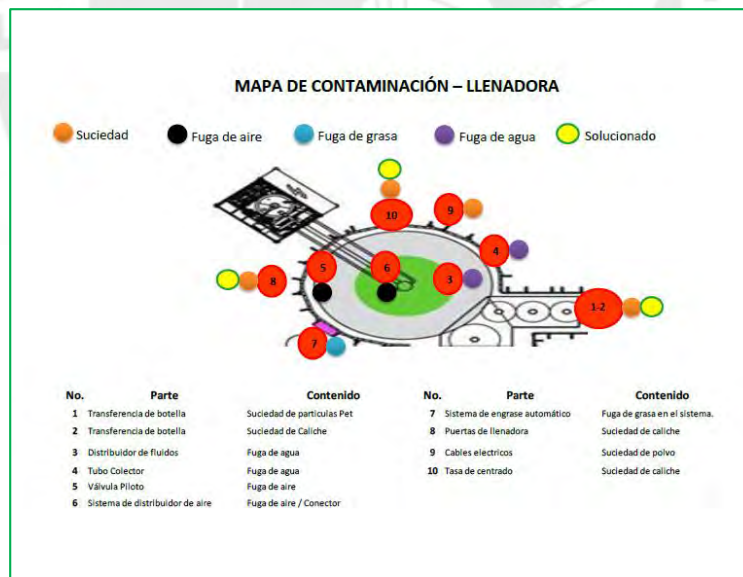


Figura 27: Mapa de Contaminación de la Llenadora
Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N1 (2020)

Otra herramienta utilizada fue el mapa de áreas de difícil acceso mostrado en la Figura 28, el cual fue diseñado a raíz de los 5 por qué de averías en partes que no recibieron limpieza debido al acceso limitado. Por ejemplo, una de las partes de la máquina en donde el operador tenía

dificultad para limpiar era la zona de válvulas de llenado y la zona de entrada de botellas.



Figura 28: Mapa de Áreas de Difícil Acceso de la Llenadora
Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N1 (2020)

Tratamiento de los avisos de mantenimiento y las causas raíces: Se implementaron las soluciones para los avisos de mantenimiento y las causas raíces. Las diversas acciones para abordar el aviso (acciones correctivas) y su causa raíz pueden llegar a ser bastante extensas (acciones preventivas). La gestión de estas listas de etiquetas es importante, ya que se pueden volver abrumadoras si no se gestionan correctamente. Ello incluyó una fuerte inversión en repuestos, accesorios, etc. En la Figura 29 se muestra que más del 80% de los avisos generados de Enero a Abril han sido levantados.

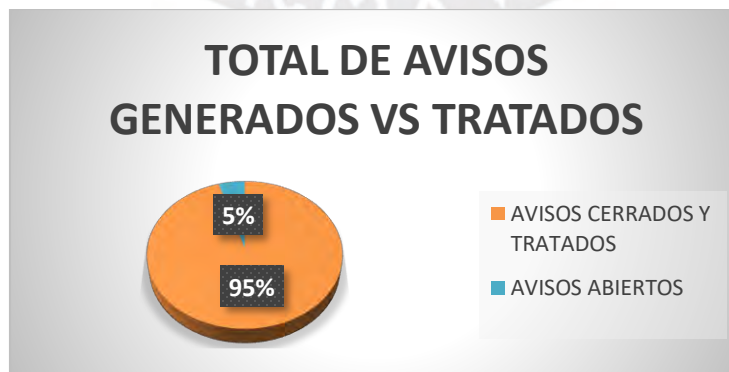


Figura 29: Avisos generados Vs Tratados
Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N1 (2020)

Después de tres meses de limpieza profunda, etiquetado, análisis y fijación de las causas raíces, sucedieron los siguientes eventos:

- El operador y los técnicos/mecánicos aprendieron la importancia de la limpieza y que la limpieza es una inspección.
- El operador que ha trabajado en estrecha colaboración con el técnico/mecánico ha desarrollado una mejor comprensión de cómo funciona su máquina y qué es un defecto. Así mismo ambos han desarrollado una mejor relación.
- Las áreas sucias, peligrosas y de difícil acceso se han ido reduciendo. Como resultado, el trabajo de los operadores será mucho más seguro y fácil. Una de las mejoras para reducir fuentes de contaminación fue la implementación de una mica de acrílico en la parte superior de las pinzas de transferencia como se puede ver en la Figura 30. Así, la zona se mantiene limpia y se elimina esa fuente de contaminación. Así mismo, se habilitó el acceso a través de con la colocación de una puerta con clavija electrónica. Por otro lado, para corregir el acceso a la zona de limpieza de válvulas de llenado, se habilitó una escalera de 2 pasos para que la actividad sea más segura y eficiente como se muestra en la Figura 31.





Figura 30: Mica instalada para reducción de fuentes de contaminación
Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N1 (2020)



Figura 31: Solución a zonas de difícil acceso
Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N1 (2020)

- Otros defectos de la máquina (como las piezas desgastadas) fueron eliminados.

Procedimiento: Para mantener plenamente las condiciones básicas, el operador debe asumir la responsabilidad de ciertas tareas básicas de mantenimiento como la limpieza regular. Para ello se actualizaron los estándares de limpieza con las tareas y los tiempos reducidos debido a las mejoras implementadas. Estos definen la limpieza por turno, diaria y semanal que debe realizar el operador. La Figura 32 muestra una parte del procedimiento de limpieza.

| | | | |
|---|---|-------------------------|----------------------------|
|  |  | No. MAZ-MED-VPOM-B5-032 | REVISIÓN No.: 01 |
| | | PÁGINA: 1/23 | FECHA DE APROBACIÓN: |
| TÍTULO: SWI Limpieza Llenadora de botellas línea 4 | | | DEPARTAMENTO: ENVASE |

1 OBJETIVO

Definir, unificar y establecer el método adecuado para realizar aseos de la Llenadora de botellas de la línea 4, para garantizar un buen funcionamiento y evitar contaminaciones con el producto terminado.

2 CONDICIONES GENERALES

- Método aplicable sólo para la Llenadora de botellas de la línea 4 del área de envase.
- El aseo de la Llenadora de botellas de la línea 4, debe ser llevado a cabo por el Operador, el cual deberá estar capacitado para ello.

2.1 Disponibilidad:

- Coordinar con el operador el trabajo a realizar.
- Verificar la disponibilidad del equipo.
- Disponer de todas las herramientas e insumos necesarios para la realización del procedimiento.
- Aplicar los procedimientos estándar de SAM&LOTO para los bloqueos de energía de la máquina teniendo en cuenta el estándar de aseo de la

Figura 32: Procedimiento de Limpieza de Llenadora
Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N1 (2020)

Rutina: Se creó una cartilla de mantenimiento autónomo con la descripción de las actividades de limpieza, así como el responsable de ejecutar y frecuencia. Ello se muestra en la Figura 33.

| CODIGO: | | Bacvus | | MANTENIMIENTO AUTONOMO | | | | ESTANDARES LILA (LIMPIEZA -INSPECCION-LUBRICACION-AJUSTES MENORES) | | VPO | | San Mateo | | | | | | |
|---|------------------------|----------------------------------|---|---|---------------------------------|--|--|--|-------------------------|--------|------|-------------|---------|-----------|---------|------------|-----------|----------|
| PLANTA | HIJAROCHUHI | AREA | | ENVASADO | NOMBRE DEL EQUIPO | | LLENADORA KROMES | | | | | RESPONSABLE | | | | | | |
| REPRESENTACIÓN GRAFICA DEL EQUIPO / SISTEMA | SUBCONJUNTO COMPONENTE | | | ESTANDAR DE LIMPIEZA | METODO DE LIMPIEZA E INSPECCION | ACCESORIOS PLIMPIEZA E INSPECCION | MEDIDAS EN CASO DE DESVIACION DEL ESTANDAR | ESTADO DEL EQUIPO | PERIODICIDAD | | | | | | | | | |
| | IMAGEN | ITEM | DESCRIPCION | | | | | | CONDICION DE LA MAQUINA | TIEMPO | UNID | DIA | SEMANAL | QUINCENAL | MENSUAL | TRIMESTRAL | SEMESTRAL | ANUAL |
| | 1 | Valvulas de llenadora | 1-Máquina parada 2-Equipo desahogado 3- Puertas de seguridad abiertas 4.-Alimentación eléctrica interrumpida. 5.-Dispositivos SAM | Limpieza general de válvulas con trapo blanco y el espumador. | Limpieza Manual | 1- Trapo blanco. 2- Espumador. 3- Valds verde 4-EPSS | Reporte al especialista del equipo o líder de mantenimiento mediante voice SAP | DETENIDO | 30 | Mín | | X | | | | | | Operador |
| | 2 | Puertas de Seguridad | 1-Máquina parada 2-Equipo desahogado 3- Puertas de seguridad abiertas 4.-Alimentación eléctrica interrumpida. 5.-Dispositivos SAM | Limpieza de puertas de seguridad con trapo húmedo, agua, detergente líquido y sopleo forfónico. | Limpieza Manual | 1- Trapo blanco 2- Escobillas 3- Detergente 4-Valds verde 5-EPSS | Reporte al especialista del equipo o líder de mantenimiento mediante voice SAP | DETENIDO | 60 | Mín | | X | | | | | | Operador |
| | 3 | Llenadora | 1-Máquina parada 2-Equipo desahogado 3- Puertas de seguridad abiertas 4.-Alimentación eléctrica interrumpida. 5.-Dispositivos SAM | Limpieza general de toda la máquina con trapo blanco y sopleo forfónico para retirar el calcio. | Limpieza Manual | 1- Trapo blanco 2- Espumador. 3- Valds verde 4-EPSS | Reporte al especialista del equipo o líder de mantenimiento mediante voice SAP | DETENIDO | 120 | Mín | | X | | | | | | Operador |
| | 4 | Taberita de entradas de inyector | 1-Máquina parada 2-Equipo desahogado 3- Puertas de seguridad abiertas 4.-Alimentación eléctrica interrumpida. 5.-Dispositivos SAM | Limpieza de toda la taberita con trapo blanco y el espumador. | Limpieza Manual | 1- Trapo blanco. 2- Espumador. 3- Valds verde | Reporte al especialista del equipo o líder de mantenimiento mediante voice SAP | DETENIDO | 60 | Mín | | X | | | | | | Operador |

Figura 33: Cartilla de limpieza de Llenadora
Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N1 (2020)

Así mismo, a la cartilla de conservación se le agregaron tareas de limpieza no antes identificadas. Esta cartilla, mostrada en la Figura 34, es completada por el operador semanalmente y es administrada por el supervisor de envasado.

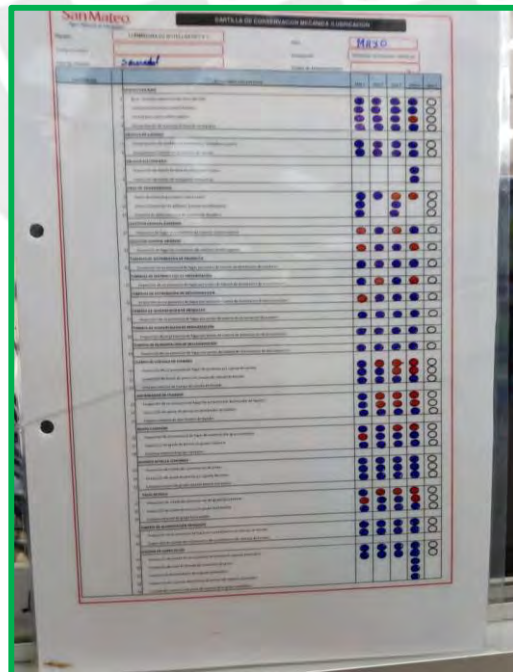


Figura 34: Cartilla de conservación de llenadora
Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N1 (2020)

Planes de mantenimiento: Se han identificado todas aquellas actividades críticas de limpieza rutinarias para ser integradas en el sistema SAP. Un ejemplo de ello se muestra en la Figura 35.

The image shows two SAP screenshots. The left one is 'Modificar OT Mantenimiento Preventivo - Backus 100848090: Cabecera' with fields for order, status, responsible person, dates, and equipment. The right one is 'Notificación de orden MT registrar : Datos reales' showing notification details like 'Auftrag', 'Vorgang', 'Notific.', and a summary table of work and notification data.

| Métrica | Valor | Métrica | Valor |
|------------------|----------|-------------|----------|
| Tribj.real acum. | 0.000 H | Durac.real | 0.0 H |
| Pronóst.trabajo | 4.0 H | Dur.planif. | 0.0 H |
| Inicio real | 00:00:00 | Fin real | 00:00:00 |

Figura 35: Planes de mantenimiento de la llenadora en SAP

Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N1 (2020)

Compromiso: Se realizó reconocimiento (ver Figura 36) por parte de los líderes de envasado hacia al personal operario por haber certificado el nivel 1. El reconocimiento fue una rutina que se realizó cada vez que el operador lograba certificar un nivel de ATO.



Figura 36: Reconocimiento al equipo
Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N1 (2020)

4.4.2 Nivel 2: Lubricación

El proceso de implementación del nivel 2 duró aproximadamente 2 meses. Para que la planta pueda certificar el nivel, se realizaron los siguientes pasos:

Habilidades y participación del equipo: El equipo recibió capacitación en lubricación (básica) así mismo rindieron una evaluación.

Equipos y herramientas: Se habilitaron las herramientas necesarias (estaciones de graseras, lubricantes y grasas para componentes especiales) en el taller de lubricación para disposición de los operadores. Se trabajó en las 5S's del área así como se muestra en la Figura 37.



Figura 37: Estación de Lubricación

Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N2 (2020)

Se diseñó el mapa de lubricación de la máquina incluyéndose todos los sistemas de lubricación que señala el manual de mantenimiento de la máquina. El mapa mostrado en la Figura 38 sirvió principalmente como herramienta de capacitación para los operadores.

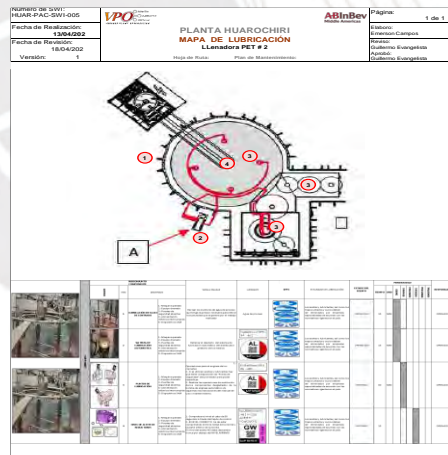


Figura 38: Mapa de lubricación de la llenadora

Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N2 (2020)

Etiquetado y uso de avisos de mantenimiento: A medida que el equipo continuaba realizando la limpieza profunda de la máquina, se inspeccionó la máquina y se identificaron los defectos derivados de falta de lubricación los cuales fueron etiquetados como un defecto

y notificados por el operador como un aviso de mantenimiento tal como se muestra en la Tabla 10 y Figura 39.

Tabla 10: Avisos de mantenimiento (lubricación) notificados por los operadores

| Aviso | Orden | Cl. | Descripción | Denominación de objeto técnico |
|----------|-----------|-----|--|--------------------------------|
| 50340998 | 100770434 | Y2 | Lubric.central LLE (cremallera/piñon) | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50341020 | 100770437 | Y2 | LLEN6401 BOMBA CENTRALIZADA SIN LUBRICAN | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50368408 | 100808051 | Y2 | LLEN6401 FALTA LUBRICACION VALVULA LLENA | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50368535 | 100808158 | Y2 | NET-LLE6401 FALTA LUBRICACION GUIAS | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50374950 | 100819319 | Y2 | DON6401-FALTA LUBRICACION VASTAGO | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50375205 | 100819468 | Y2 | FUGA EN BOMBA DE LUBRICACION | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |
| 50387398 | 100839265 | Y2 | PARADAS POR FALTA DE ACEITE | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 |

Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N2 (2020)

| FECHA | TIPO AVISO | ORIGEN AVISO | N°AVISO | DESCRIPCIÓN | CREADOR | AUTOR |
|------------|------------|--------------|----------|-----------------------------------|-------------|----------------|
| 17/01/2020 | Y2 | Lubricación | 50374950 | DON6401-FALTA LUBRICACION VASTAGO | JBOLANOS | Enciso Crispin |
| 17/01/2020 | Y2 | Lubricación | 50374922 | Vastago Valvula - Llenadora | M.DOMINGUEZ | Enciso Crispin |
| 19/01/2020 | Y2 | Lubricación | 50375205 | FUGA EN BOMBA DE LUBRICACION | ECORNELIO | ECORNELIO |

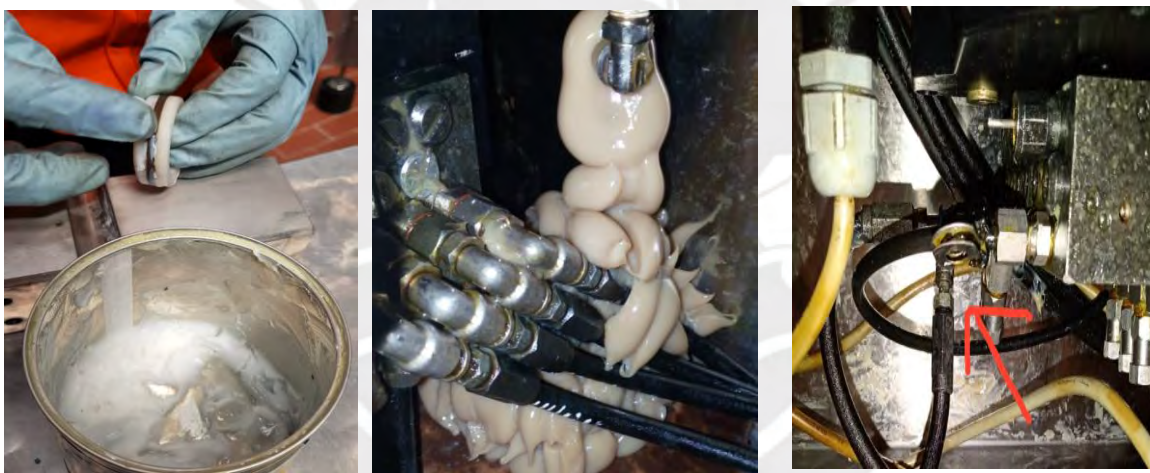


Figura 39: Defectos de lubricación identificados

Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N2 (2020)

Análisis y solución de etiquetas/avisos de mantenimiento: Todos los avisos de mantenimiento levantados por los operadores son revisados y programados para su corrección inmediata. Así mismo, se continua con la rutina de realizar el análisis 5porqué para llegar a la causa raíz de las averías (ver Figura 40). Ello lo realiza el operador con el acompañamiento del líder inmediato (supervisor de envasado). Las acciones preventivas son colocadas en el plan de acción del área de envasado.

| Análisis 5- Por qué? | | Fecha | Por |
|--|--|--|-----------------|
| 197 | 21-01-20 | 10 | AtInbev |
| Departamento | | Línea/Área | Español/Unidad |
| FRANCO | | 14 | 1134000A |
| Pregunta 1. ¿Qué pasó? (Información de diagnóstico y detalle del suceso) | | | |
| FUGA DE GRASA POR LUBRICADOR AUTOMÁTICO | | | |
| Pregunta 2. ¿Qué hicimos para corregir el defecto/problema? (Se especifica únicamente) | | | |
| RECIBO EN PAPEL (Papel) | | | |
| Análisis de causa raíz con 5 Por qué: ¿Cuál fue la causa raíz del problema? | | | |
| Participación | E. DANA - W. ZACAR - D. FOLLA J. CHOCAR | | |
| Respuesta a los 5 Por qué | | Evidencia (¿Cómo sabes que esto es la respuesta a esto?) | |
| 1. ¿Por qué? | EL CICLO DE LUBRICACION AUTOMATICO NO COMPLETA | ARRANCA LA PALA EN PAPEL | |
| 2. ¿Por qué? | NO OBRAN LA GRASA POR LA MANEJERA (CORROSION) | SE CORTA | |
| 3. ¿Por qué? | EQUIPO ANTI MOHANO DAÑADA DE ATE | | |
| 4. ¿Por qué? | FALTA DE CONOCIMIENTO | | |
| 5. ¿Por qué? | | | |
| ¿Se halló la causa raíz? Marque Si / No <input checked="" type="checkbox"/> No | | | |
| Validación por operación (S): | | | |
| Pregunta 3. ¿Qué debemos hacer para no volver a ocurrir? | | | |
| Acciones (¿Qué se va hacer a corto plazo?) | | | |
| No. | Descripción | Responsable | Fecha de inicio |
| 1 | SE REALIZA Y SE IMPLEMENTA EL PROCEDIMIENTO DE MANEJO DEL EQUIPO (CORROSION) | WZ | 21-01-20 |
| 2 | ARRANCA EN LA MANEJERA DE LA DAÑADA CON CONTACTO AL PERSONAL | WZ | 21-01-20 |

Figura 40: Análisis 5Porqué
Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N2 (2020)

Tratamiento de los avisos de mantenimiento y las causas raíces: Se levantaron las averías identificadas, por ejemplo, en la Figura 41 se puede ver fuga de grasa, la cual fue corregida por el operador.

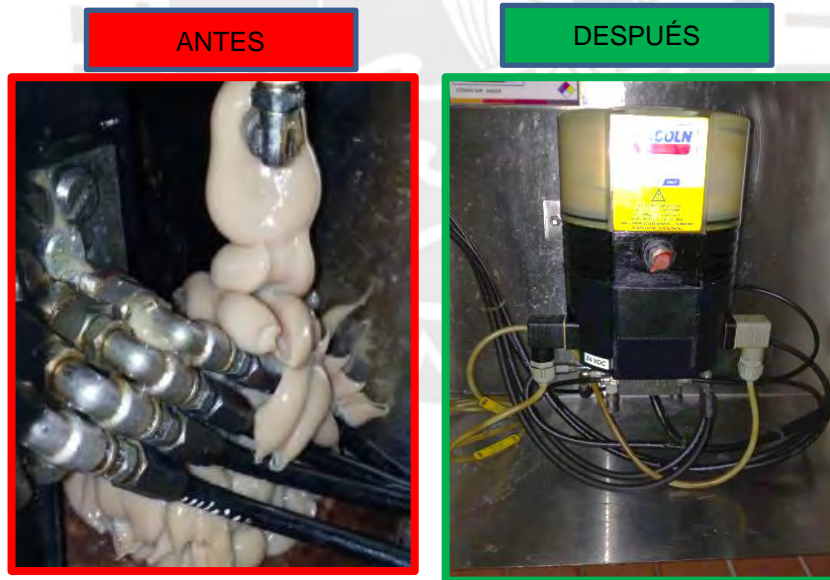


Figura 41: Correcciones de lubricación
Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N2 (2020)

En la Figura 42 se muestra que el 100% de las acciones derivadas de los análisis de 5Porqué por anomalías relacionadas a lubricación en el periodo de Abril a Mayo han sido levantadas.



Figura 42: Cumplimiento de plan de acción de 5Porqués
Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N2 (2020)

Procedimiento: Para mantener plenamente las condiciones básicas como la máquina lubricada efectivamente, se crearon los estándares de lubricación con las tareas y frecuencias establecidas. La Figura 43 muestra una parte del procedimiento de lubricación.

| | | |
|--|--|--|
| Número de SWI: HUAR - PAC - SWI - 005 | | Página: 2 de 4 |
| Fecha de Realización: 09/06/2020 | | Realizado por: Emerson Campos |
| Fecha de Revisión: 10/02/2020 Núm de Versión: 01 Vigencia: 10/02/2021 | | Aprobado por: Guillermo Evangelista |
| Ubicación: PERÚ, HUARACHIRI, ENVASADO | | |
| Título: SWI LUBRICACIÓN PARA MAQUINA LLENADORA PET # 2 | | |

| LUBRICACIÓN DE LLENADORA | |
|--------------------------|---|
| | ACTIVIDAD: 1.- Inspección del nivel de grasa. 2.- Inspección del estado de los conectores. |
| | ESTADO DE LA MAQUINA: Parada |
| | RESPONSABLE: Operador de llenadora |
| | COMPONENTES: Lubricador Automático |
| | LUBRICANTE: kluberfood NH194 - 402 |

Figura 43: Procedimiento de lubricación de la llenadora
Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N2 (2020)

Rutina: Se actualizó la cartilla de mantenimiento autónomo con la descripción de las actividades de lubricación a realizar, así como el responsable de ejecutar y frecuencia. Así mismo, a la cartilla de conservación se le agregaron tareas de lubricación a ejecutar por el operador como parte de su rutina.

Se programaron validaciones de habilidades de lubricación a través de DTO (diagnóstico de trabajo operacional) hacia los operadores, siendo los resultados conformes como se puede ver en la Figura 44.

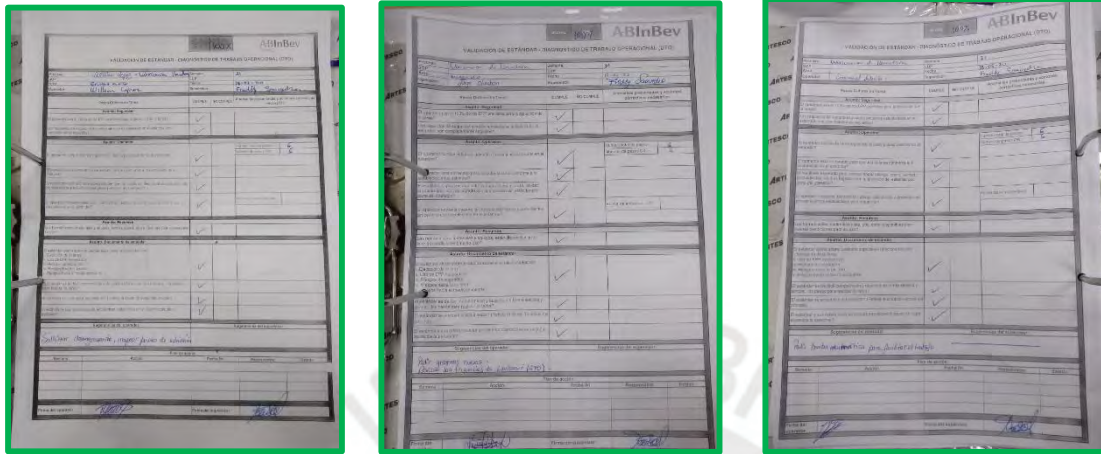


Figura 44: DTO's de Lubricación

Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N2 (2020)

Planes de mantenimiento: Se han identificado todas aquellas actividades de lubricación de para ser integradas en el sistema SAP como plan de mantenimiento de la máquina. De ese modo se tienen ya programadas las actividades en el sistema.

4.4.3 Nivel 3: Inspección Autónoma

El proceso de implementación del nivel 3 duró aproximadamente 2 meses (Junio – Julio 2020). Para que la planta pueda certificar el nivel, se realizaron los siguientes pasos:

Habilidades y participación del equipo: El equipo recibió capacitación en inspección de componentes (básicos) de la máquina, así mismo la evaluación que rindieron fue aprobatoria.

Los parámetros de operación del equipo fueron nuevamente reforzados hacia el equipo así mismo se reforzó el control de las variables críticas tal como se muestra en la Tabla 11 y Figura 45.

Equipos y herramientas: Se habilitaron las herramientas y repuestos satélite (con clasificación ABC) necesarios para ejecutar las actividades de inspección e intervenir la

máquina oportunamente. Se trabajó en las 5S's de la estación de trabajo del operador tal como se puede ver en la Figura 46.

Tabla 11: Especificación técnica de proceso de llenado

| Sección 7 - ENVASE AGUA SIN GAS - PET | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|---|-----------------------|------|---------------------------|------|---------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-----|------------------|---|---|---|----------|---|---|---|-------------------|---|---|--|--|-----------------------|---|-------------------------------|-------------|
| N° | PROCESO | PARAMETRO | UNIDAD | L.L. | TARJET | U.L. | REQUERIMIENTO | PUNTO DE MUESTREO | FRECUENCIA MINUTOS DE MEDICIÓN | TIPO DE ANALISIS | TAMARO DE LA MUESTRA | Cat | TOMAS REQUERIDAS | | | | MEDICIÓN | | | | SITIO DE ANALISIS | | | | MÉTODO | | REGISTRO | | COMENTARIOS |
| | | | | | | | | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 7.01 | LLENADORA todos los SKUs SQ | pH | -Log[H ⁺] | 6.5 | 7.5 | 8.5 | Mandatorio | Tanque almacenamiento | 1 vez / turno | Potenciométrica | 75mL | RCI | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | MA-HUR-QUA-AZ-0004 | Determinación de pH | P720-031-004 | Control de embotellado Pet 02 | |
| 7.02 | LLENADORA todos los SKUs SQ | Concentración Ozono | ppm | 0.20 | 0.3 | 0.40 | Mandatorio | Salida Llenadora | Cada 30 min. | Catometrico | 100 ml | RCI | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | MA-HUR-QUA-AZ-0002 | Determinación de ozono - Método colorimétrico Inducto-200403 | P720-031-004 | Control de embotellado Pet 02 | | |
| 7.03 | LLENADORA MSM 305SG | Volumen de Llenado- Botella PET 305SG | ml | | 350 | 385 | Mandatorio | Salida Llenadora | cada hora | Balanza | 7 Unidades | RCI | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | MA-HUR-QUA-AZ-0073 MA-HUR-QUA-AZ-0074 | Contenido neto Pesado Línea 1 y 2. Contenido neto Tara | P720-040 | Volumen de llenado líneas de envasado | | |
| 7.04 | LLENADORA MSM 605SG | Volumen de Llenado- Botella PET 605SG | ml | | 800 | 860 | Mandatorio | Salida Llenadora | cada hora | Balanza | 7 Unidades | RCI | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | MA-HUR-QUA-AZ-0073 MA-HUR-QUA-AZ-0074 | Contenido neto Pesado Línea 1 y 2. Contenido neto Tara | P720-040 | Volumen de llenado líneas de envasado | | |
| 7.05 | LLENADORA MSM 2 L. | Volumen de Llenado- Botella PET 2 L. | ml | | 2500 | 2750 | Mandatorio | Salida Llenadora | cada hora | Balanza | 7 Unidades | RCI | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | MA-HUR-QUA-AZ-0073 MA-HUR-QUA-AZ-0074 | Contenido neto Pesado Línea 1 y 2. Contenido neto Tara | P720-040 | Volumen de llenado líneas de envasado | | |
| 7.06 | LLENADORA MSM 305SG | Presión Interna-Medición de Nitrógeno. Producto volumen: 300 ml. | psi | 13 | 18 | 22 | Mandatorio | Salida Llenadora | cada hora | Carbotester | 2 Unidades | RCI | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | MA-HUR-QUA-AZ-0007 | Determinación Presión de Nitrógeno | P720-014- P720-017 | Control de embotellado Pet 02 - Control de operación de llenadora de botellas | | |
| 7.07 | LLENADORA MSM 605SG | Presión Interna-Medición de Nitrógeno. Producto volumen: 600 ml. | psi | 13 | 17 | 20 | Mandatorio | Salida Llenadora | cada hora | Carbotester | 2 Unidades | RCI | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | MA-HUR-QUA-AZ-0007 | Determinación Presión de Nitrógeno | P720-014- P720-017 | Control de embotellado Pet 02 - Control de operación de llenadora de botellas | | |
| 7.08 | LLENADORA MSM 2 L. | Presión Interna-Medición de Nitrógeno. Producto volumen: 2500 ml. | psi | 4 | 5 | 9 | Mandatorio | Salida Llenadora | cada hora | Carbotester | 2 Unidades | RCI | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | MA-HUR-QUA-AZ-0007 | Determinación Presión de Nitrógeno | P720-014- P720-017 | Control de embotellado Pet 02 - Control de operación de llenadora de botellas | | |
| 7.09 | LLENADORA todos los SKUs SQ | Filtración | # cuerpos extraños | N.A. | libre de cuerpos extraños | N.A. | Mandatorio | Salida Llenadora | Cada hora | Filtración al vacío por membranas | 500 mL. | RCI | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | MA-HUR-QUA-AZ-0014 | Determinación de Partículas y Cuerpos extraños | P720-031-004 | Control de embotellado Pet 02 | Aplica para agua manantial | |
| 7.10 | LLENADORA todos los SKUs SQ | Control Inspector Nivel de llenado | % | N.A. | 100% | N.A. | Mandatorio | Salida Llenadora | Atranco y Cada turno | Observación Visual | 4 unidades | CI | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | MA-HUR-PAC-0051 | Atranco de Filtr 2 | P720-022 | Control de eficacia de inspección de nivel | | |

Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N3 (2020)

The image shows a handwritten control sheet for the operation of a bottle filling machine. The title is "CONTROL DE OPERACIÓN DE LLENADORA DE BOTELLAS - LINEA PET 2". The sheet is divided into several sections:

- Header:** Includes the date "17-05-2020" and a reference number "17-05-2020".
- Table:** A large table with columns for time intervals (08:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00, 18:00, 20:00, 22:00, 00:00, 02:00, 04:00, 06:00) and rows for various parameters:
 - Flujo (L/min):** Values range from 2900 to 3500.
 - Presión de Tanque (bar):** Values range from 0.20 to 0.25.
 - Temperatura de la botella (°C):** Values range from 11.9 to 14.3.
 - Temperatura de llenado (°C):** Values range from 5-12 to 15-12.
 - Exposición Fajal (min):** Values range from 43.0 to 43.0.
 - Nivel de Llenado (L/UN):** Values range from 2515 to 2515.
 - Volúmenes de Llenado (lit):** Values range from C to C.
 - Flujo (L/min):** Values range from - to -.
 - Temperatura (°C):** Values range from - to -.
 - Clasificación de la línea (lit):** Values range from 7 to 10.
 - Operación (Muestras/Kilogramos):** Values range from A to A.
- Summary:** A row at the bottom of the table showing the total number of bottles filled per hour, with values like 6, 7, 7, 6, 8, 7, 6, 8, 7, 6, 8, 7, 6, 7, 6, 7, 6, 7, 6, 7.
- CONTROL QIP:** A section for quality control with a checked box.
- CONTROL DE MUESTRAS:** A section for sampling control with checked boxes.
- Observaciones:** A section for notes, which is currently blank.
- Signatures:** Several signatures are present, including "W. E. SALAS" and "LUCY BACKUS Y JOHNSTON S.A.A.", along with their respective titles and company information.

Figura 45: Control de operación de llenadora
Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N3 (2020)



Figura 46: Repuestos y herramientas de la llenadora
Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N3 (2020)

Se diseñó el mapa de inspección de la máquina (ver Figura 47) que fue utilizado como herramienta de capacitación para los operadores.

| SUBCONJUNTO | | CONDICIÓN DE LA MÁQUINA | | ESTADO DE INSPECCIÓN, AJUSTE / DESCARTE Y CAMBIOS. | METODO DE COMPLEJIDAD INSPECCION | EPS | MEDIDAS EN CASO DE DESVIACION DEL ESTANDAR | ESTADO DEL EQUIPO | RESPONSABLE | | | | | |
|-------------|------|---|--|--|----------------------------------|-----|--|-------------------|-------------|-----|-----|------|--------|-------------|
| IMAGEN | ITEM | DESCRIPCION | | | | | | | TIEMPO | UNO | DOS | TRES | CUATRO | RESPONSABLE |
| | 1 | SUSTITUCION Y AJUSTE DE LAS UNIONES DE LAS TUBERIAS | 1- Máquina parada 2- Equipo de seguridad 3- Puerta de seguridad abierta 4- Alimentación eléctrica interrumpida 5- Dispositivos SAM | Inspección de tuberías y juntas y revisión del estado de los arneses antes de la vida desensamblada con la correspondiente clave. 1- Retirar y sustituir la junta 2- Prestar atención a colocar la junta en el sentido correcto (guía asimétrica). | Altazco y Visual | | Reporte al especialista del equipo o líder de mantenimiento mediante Jairo SAP | DETENIDO | 30 | Min | | X | | OPERADOR |
| | 2 | Estaciones de Ensamblado | 1- Máquina parada 2- Equipo de seguridad 3- Puerta de seguridad abierta 4- Alimentación eléctrica interrumpida 5- Dispositivos SAM | Inspección general del equipo verificación de rotación que no está trabado. | Altazco y Visual | | Reporte al especialista del equipo o líder de mantenimiento mediante Jairo SAP | DETENIDO | 120 | Min | | X | | OPERADOR |

Figura 47: Mapa de Inspección de la Llenadora
Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N3 (2020)

Etiquetado y uso de avisos de mantenimiento: El equipo continuó realizando ventanas de mantenimiento y en ellas inspeccionaban a la máquina lo cual servía para identificar los

defectos. Las anomalías continuaron siendo notificadas por el operador como un aviso de mantenimiento tal como se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12: Avisos de mantenimiento (inspección) creados por los operadores

| Aviso | Orden | Cl. | Descripción | Autor aviso | Denominación de objeto técnico | Creado el |
|----------|-----------|-----|--|-------------|--------------------------------|------------|
| 50333658 | 100761681 | Y2 | Mixer - Línea 4a | AGABRIEL | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 | 07/06/2019 |
| 50334294 | 100763275 | Y2 | ato manivela para regulacion de transpor | W LOPEZ | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 | 11/06/2019 |
| 50339667 | 100775248 | Y2 | Desgaste de piston de valvula llenadora | EA DAVILA | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 | 10/07/2019 |
| 50346351 | 100779742 | Y2 | ATO Cambio de pistones de distribuidor | WLOPEZ | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 | 12/08/2019 |
| 50346688 | 100779732 | Y2 | bases de agrupa pilotaje dañadas | EA DAVILA | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 | 14/08/2019 |
| 50347656 | 100779725 | Y2 | ato- cambio de pistones de llenadora | W LOPEZ | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 | 20/08/2019 |
| 50363851 | | Y2 | llenadora linea 2 | E.DAVILA | LLENADORA DE BOTELLAS PET # 1 | 08/11/2019 |

Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N3 (2020)

Por ejemplo, en el caso de las válvulas electrónicas, que ha sido identificada como motivo de parada principal, se logró concluir que la tarjeta electrónica presentaba humedad en varias de ellas (interior de válvula), y ello se debía a que el sello mecánico no era el adecuado (ver Figura 48), así como la limpieza que se realizaba a estos componentes. El cambio de sello fue un aviso que se registró como correctivo. También se tuvo que trabajar en la estandarización del procedimiento de limpieza de válvulas.

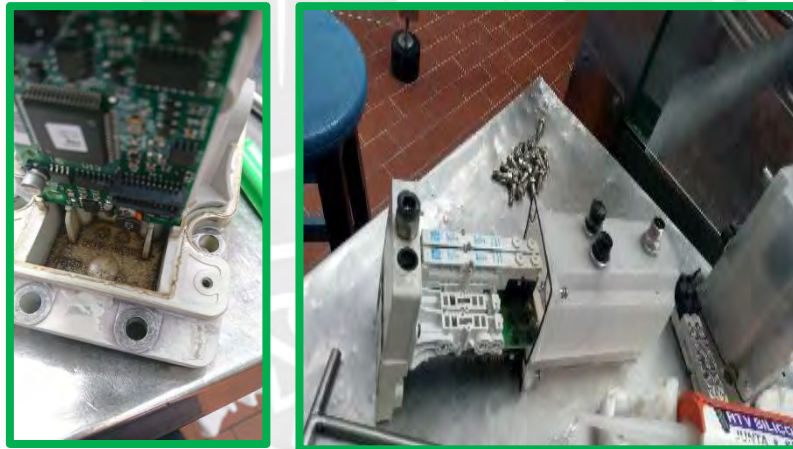


Figura 48: Mantenimiento a válvula electrónica
Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N3 (2020)

Tratamiento de los avisos de mantenimiento y análisis 5porqué: Se programaron las soluciones para las averías identificadas. Los operadores ante una anomalía continúan ejecutando su respectivo análisis 5porqué para llegar a la causa raíz, del mismo modo que se continuaron programando las acciones preventivas derivadas de los análisis. En la Figura 49 se observa un ejemplo de reporte del operador en la orden de mantenimiento levantada.

En la Figura 50 se muestra que más del 80% de los planes de acción derivados de análisis de 5Porqués (al cierre de Julio) han sido levantados.

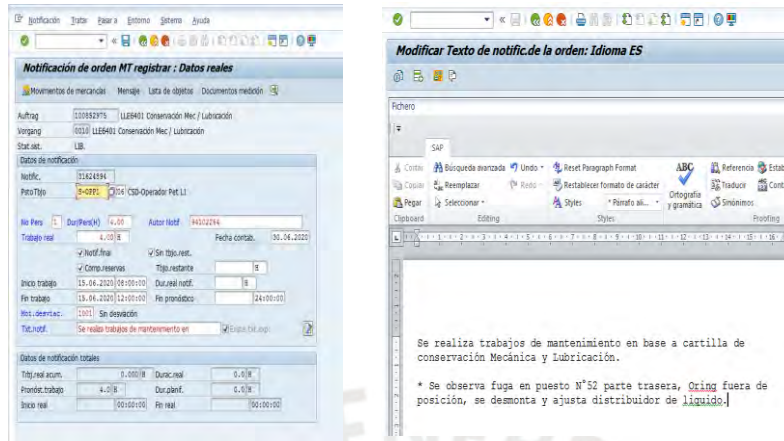


Figura 49: Notificaciones de órdenes de Mantenimiento
Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N3 (2020)



Figura 50: % de avance de cierre de planes de acción de 5Porqués
Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N3 (2020)

Procedimiento: Para mantener plenamente las condiciones básicas como la máquina inspeccionada y asegurando que el 100% de las averías hayan sido levantadas, se definieron normas de inspección las cuales definen las inspecciones por turno, diarias y semanales que debe realizar el operador. Ello asegurará que las áreas sucias, peligrosas y difíciles hayan sido eliminadas o manejadas y que un número mínimo de tareas de limpieza, inspección y lubricación deban ser realizadas.

El equipo que participó en la actividad de Operaciones Autónomas desarrolló los procedimientos de limpieza, inspección y mantenimiento de la lubricación. La colaboración de los operadores y técnicos/mecánicos es importante en este proceso, para asegurar la

propiedad del operador de las normas de limpieza, inspección y lubricación. Para ello el equipo necesitó revisar el manual de operación y mantenimiento del fabricante, revisó los programas de mantenimiento de los técnicos/mecánicos existentes para ver si había tareas de limpieza, inspección y lubricación que el operador ya puede hacer; y finalmente el equipo realizó una lluvia de ideas sobre otras tareas de limpieza, inspección y lubricación que el operador puede realizar y que añade valor. La Figura 51 muestra una parte del procedimiento de inspección de la llenadora.

Figura 51: Procedimiento de inspección de llenadora
Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N3 (2020)

Rutina: Se actualizó la cartilla de mantenimiento autónomo con la descripción de las actividades de inspección a realizar. Así mismo, a la cartilla de conservación se le agregaron tareas de inspección rutinarias a ejecutar por el operador como parte de su rutina. Tanto el conjunto de procedimientos creados como las cartillas de trabajo se mantuvieron visibles y disponibles al operador. Ello aseguró que el operador, técnico, líder del equipo o cualquier otra persona que pase por el área de la máquina sea completamente consciente de cuál es el estado de la máquina. Finalmente, se continuaron con la validación de habilidades de inspección básica a los operadores a través de DTO, siendo los resultados favorables (ver Figura 52).

Planes de mantenimiento: Se han identificado todas aquellas actividades de inspección de máquina para ser integradas en el sistema SAP como plan de mantenimiento de la máquina.

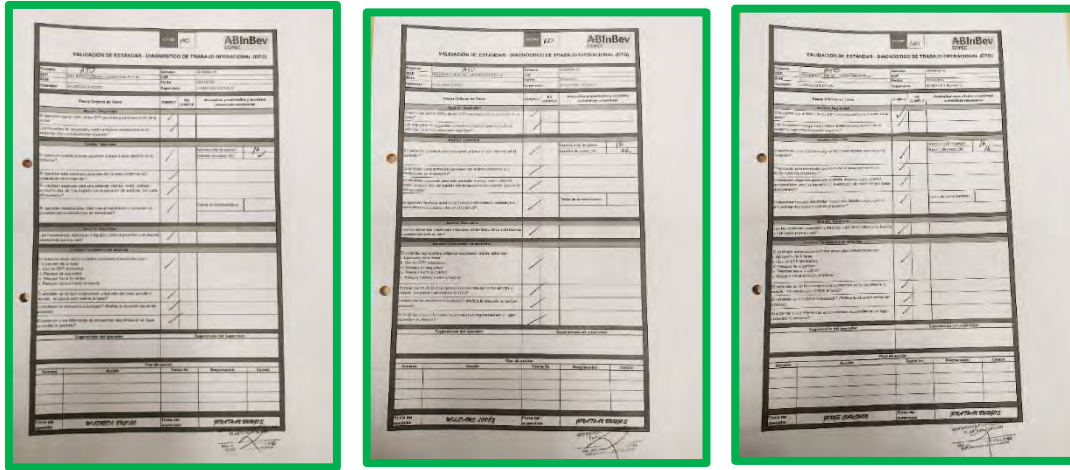


Figura 52: DTO's de Inspección básica realizados a los operadores

Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N3 (2020)

4.4.4 Nivel 4: Reparaciones/Ajustes Rápidos

El proceso de implementación del nivel 4 duró aproximadamente 2 meses (Agosto – Setiembre 2020). Para lograrlo se realizaron los siguientes pasos:

Habilidades y participación del equipo: El equipo recibió un refuerzo en solución de problemas (aplicación de los 5Porqués y Reporte de tratamiento de anomalías con Ishikawa) así mismo la evaluación que rindieron fue aprobatoria. Vale decir que el RTA es una herramienta de solución de problemas que se aplica siempre y cuando los problemas no se puedan resolver con 5Porqués por su limitación. El RTA es liderado por el supervisor y todo el equipo técnico y operador debe participar en el análisis.

Los resultados de las DTO's programadas se han mantenido en 100% evidenciando conocimiento y habilidad por parte del operador en la ejecución de los procedimientos de limpieza, lubricación e inspección tal como se observa en la Tabla 13.

Tabla 13: Resultados de DTO de operadores

| OWD - DTO | WILFREDO ENCISO CRISPIN | JORGE SABINO CHUCHON CORDOVA | WILLIAMS RAFAEL LOPEZ | EMMANUEL DAVILA MATENCIO |
|------------------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| | PUNTAJE | PUNTAJE | PUNTAJE | PUNTAJE |
| POE LIMPIEZA DE LLENADORA PET#2 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| SWI LUBRICACIÓN DE LLENADORA PET#2 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| SWI INSPECCIÓN DE LLENADORA PET#2 | 100% | 100% | 100% | 100% |

Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N4 (2020)

Se ha finalizado la evaluación SKAP – Funcional de los operadores con 100%. Las habilidades específicas se han mantenido > al 95%, así mismo se ha brindado retroalimentación del operador con respecto a sus principales brechas, las cuales han sido programadas por el líder. En la Tabla 14 se muestra el resumen de resultados.

Tabla 14: Resumen de SKAP - Operadores de llenadora

| LÍDER | LINEA | MININEGOCIO | NOMBRE | POSICIÓN A EVALUAR 2019 | JUNIO | | | ¿RECIBIO RETROALIMENTACIÓN? | COMENTARIO PARA CIERRE DE BRECHAS |
|----------------|---------|----------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|---|
| | | | | | INDUCCIÓN FUNCIONAL (%) | HABILIDADES ESPECÍFICAS (%) | PUNTAJE MAYO (2019) | | |
| Luis Campos | LINEA 2 | LOS GUERREROS | Wilfredo Enciso | OP-LLEN-L2 | 100 | 96.3 | 98.2 | REALIZADO | Para cerrar SKAP 100% esta pendiente la capacitación de RCM dictada por mantenimiento 2.1.9 |
| Jairo Burgos | LINEA 2 | LOS MAGNIFICOS | Jorge Chuchón | OP-LLEN-L2 | 100 | 96.3 | 98.2 | REALIZADO | Para cerrar SKAP 100% esta pendiente la capacitación de RCM dictada por mantenimiento 2.1.9 |
| Jairo Burgos | LINEA 2 | LOS MAGNIFICOS | Emmanuel Davila | OP-LLEN-L2 | 100 | 96.3 | 98.2 | REALIZADO | Para cerrar SKAP 100% esta pendiente la capacitación de RCM dictada por mantenimiento 2.1.9 |
| Emerson campos | LINEA 2 | LOS AUTOMATAS PROGRAMABLES | William Lopez | OP-LLEN-L2 | 100 | 96.3 | 98.2 | REALIZADO | Para cerrar SKAP 100% esta pendiente la capacitación de RCM dictada por mantenimiento 2.1.9 |

Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N4 (2020)

Equipos y herramientas: Se habilitaron las herramientas y repuestos para realizar reparaciones rápidas, las cuales se encuentran disponibles, identificadas, organizadas y en buenas condiciones.

Tablero ATO: El tablero de operaciones autónomas ha sido implementado desde el inicio del ciclo y ha ido actualizándose conforme se avanzaba con cada uno de los niveles. El objetivo fue tener el estándar visual del avance y seguimiento de la implementación. El tablero (ver Figura 53) fue ubicado cerca de la estación de trabajo del operador para su actualización constante.

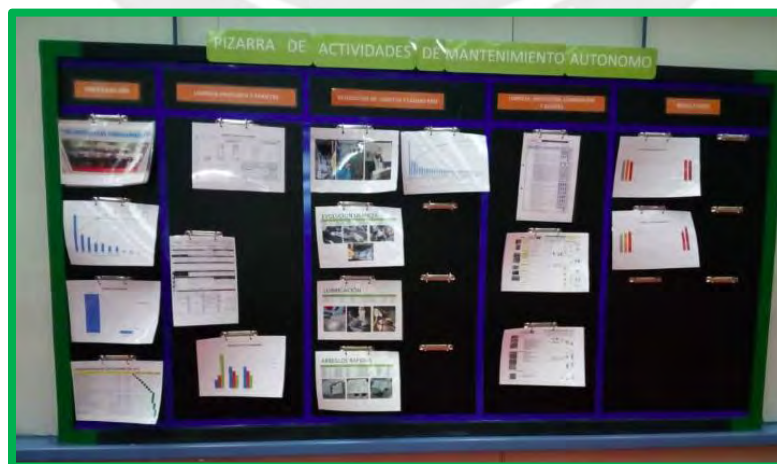


Figura 53: Tablero ATO - Llenadora

Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N4 (2020)

Inspección: El equipo continuó realizando ventanas de mantenimiento para realizar sus rutinas de inspecciones (inspección a las válvulas de llenado, sistema de lubricación, sistema de motores, etc). Las fallas potenciales identificadas fueron reportadas al equipo de mantenimiento a través de avisos. También en esta actividad se incluyen ajustes menores, por ejemplo, si una parte está suelta porque le falta un tornillo, entonces la acción es simplemente reemplazar el tornillo faltante y fijar la parte suelta en su posición. Sin embargo, para hacerlo más efectivas, se les capacitó para poder realizar análisis de condición de máquina a través de gráficas de eficiencia de partes (gráfica Pareto de parte) con el objetivo de que puedan analizar qué parte es la que ha tenido mayor ineficiencia en el último mes. En base a estas gráficas los operadores orientan la inspección a aquellas partes críticas. Vale decir que estas gráficas de Pareto de paradas son construidas a través de un sistema que la organización tiene y se alimenta de los reportes diarios que realizan los supervisores de envasado. Estos entrenamientos también los recibieron los supervisores de envasado para que puedan liderar la rutina a implementar (ver Figura 54).

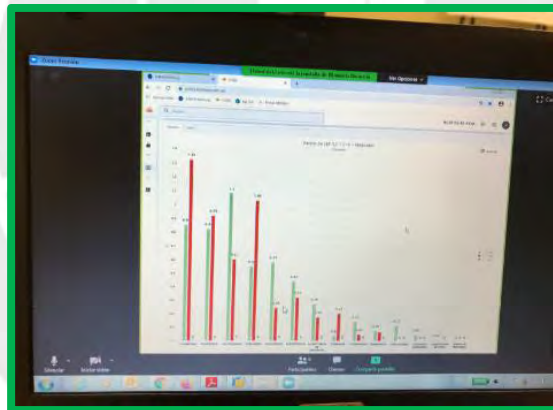


Figura 54: Entrenamiento análisis de paradas
Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N4 (2020)

Así mismo se estableció la carta de control de eficiencia de máquina (ver Figura 55) en donde se controla el número de paradas por hora que se están teniendo a causa del principal problema hallado de la máquina (que en este caso fue falla en válvulas). Cuando se excede de 2 paradas en una misma hora, la marca se halla en la zona roja lo cual implica que se debe intervenir la máquina para corregir el problema de raíz y no sólo “apagar el incendio”. Luego de ello, se realiza el análisis 5Porqué o Reporte de tratamiento de anomalías (dependiendo de la complejidad del problema) para establecer acciones preventivas.



Figura 55: Gráficas de control de paradas de la llenadora
 Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N4 (2020)

Análisis 5porqués: Se continuaron realizando análisis de soluciones para las averías identificadas y se programan los planes de acción. En caso de averías complejas, como por ejemplo las fallas constantes en las válvulas electrónicas, se aplicó la herramienta de reporte de tratamiento de anomalías para evaluar las distintas causas de acuerdo a las 6M. Como se puede observar en la Figura 56, se establecieron los planes de acción preventivos: creación de procedimiento para cambio de válvulas electrónica, capacitación al personal y actualización del plan de mantenimiento (cambio de cable de comunicación cada 2 años).

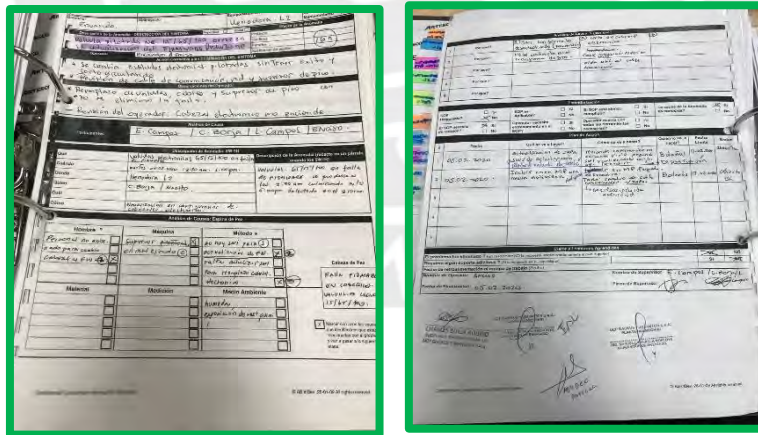


Figura 56: Análisis RTA por falla de válvula de llenadora
 Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N4 (2020)

Procedimiento: El equipo ha ido desarrollando y perfeccionando los procedimientos de limpieza, inspección y lubricación. Las mismas que están a disponibilidad del operador/técnico en la estación de trabajo tal como se puede ver en la Figura 57 y Figura 58.

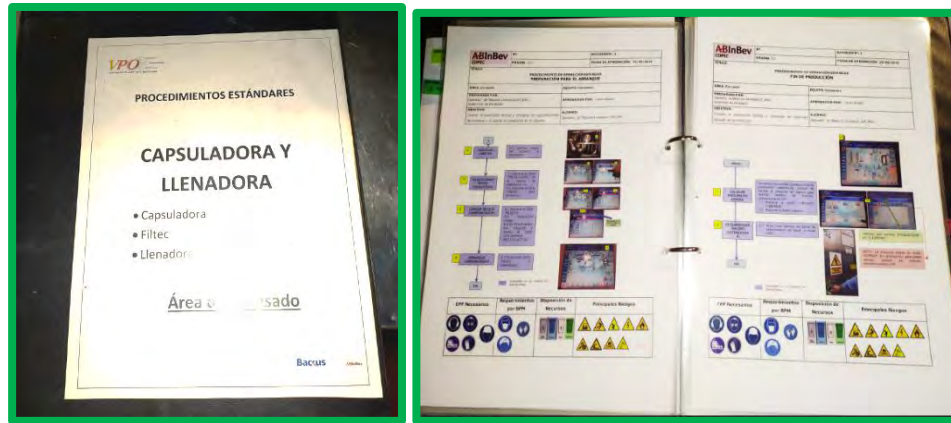


Figura 57: Procedimos de llenadora

Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N4 (2020)



Figura 58: Estación de trabajo de la llenadora

Fuente: Operación Autónoma LLEN6401 N4 (2020)

Reconocimiento: Se realizó el reconocimiento por la implementación de ATO nivel 4 a todo el equipo por parte del gerente de planta.

4.5 Sustentación y aprobación

Definidos e implementados los estándares de limpieza, lubricación e inspección, se completó la fase de Fundamentos en la llenadora. Un control crítico del éxito de la fase de Fundamentos es que lo siguiente se hizo visible:

- El rendimiento del equipo desde el punto de vista de la calidad, el desperdicio y la

fiabilidad fue mejorado y se mantiene en condición “como nuevo”. El equipo parece "como nuevo" en el sentido de que los defectos encontrados posteriormente fueron mínimos.

- Se han eliminado el 100% de los tiempos de paro por fallas de internas de la máquina (limpieza y lubricación) en las últimas 4 semanas (mes de septiembre).
- Se ha visto una reducción de los tiempos de parada de la llenadora por causas internas. Al corte del mes de mayo se observa en la Figura 59 que la máquina dejó de ser crítica acumulando 121 minutos de paradas.

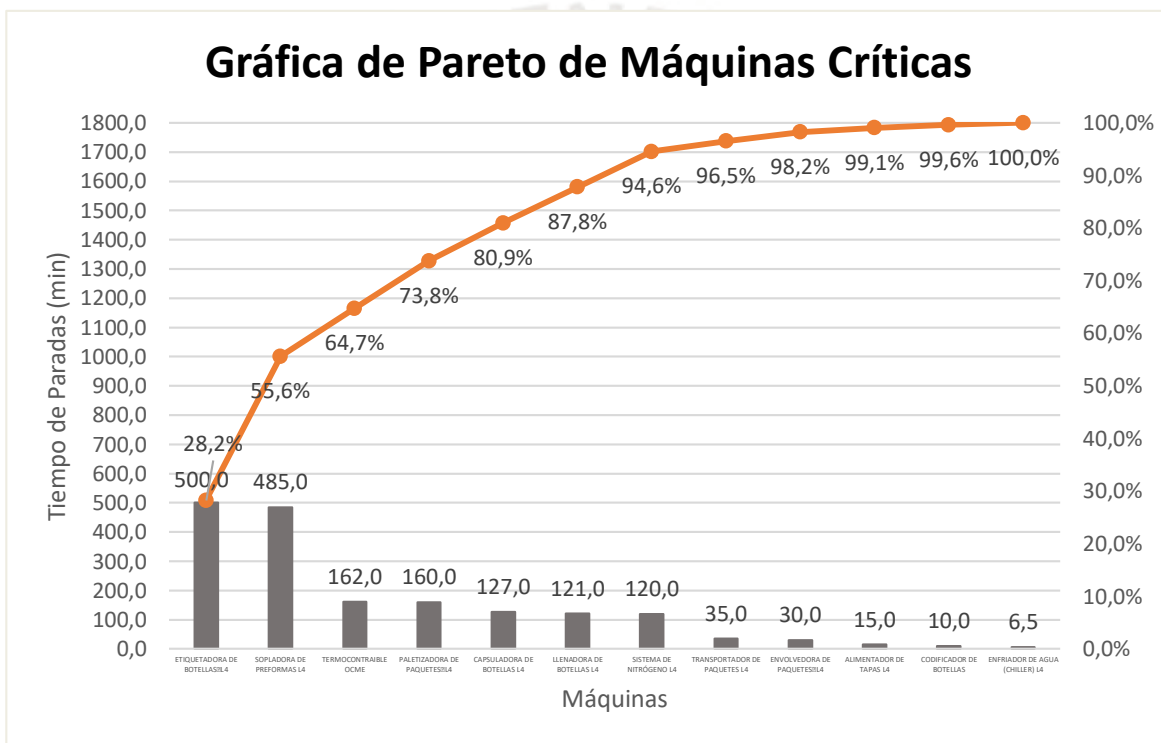


Figura 59: Pareto de máquinas críticas - Mayo 2020
Fuente: Reporte de packaging septiembre (2020)

- Existe constancia de reducción de tiempos de paradas a causa de las partes de la máquina acumulando solo 224 minutos de paradas de enero a setiembre del 2020 en comparación de 1836 minutos acumulados de enero a setiembre del 2019, cifra que representa una reducción del 87.8% (ver Figura 60).

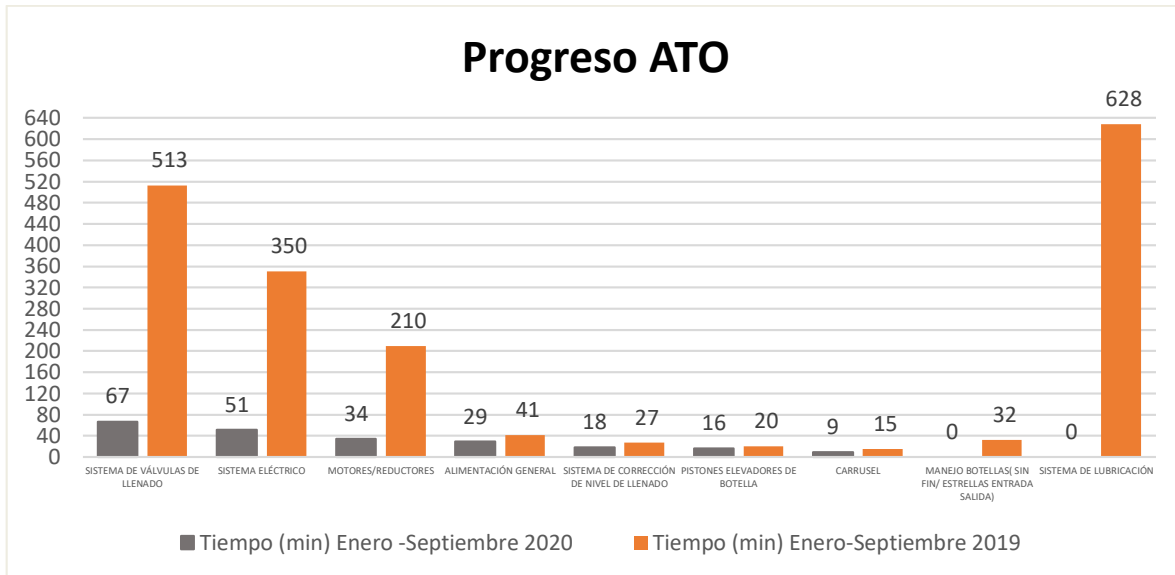


Figura 60: Progreso de ATO llenadora 2020
 Fuente: Reporte de packaging septiembre (2020)

- Existe una mejora clara en la eficiencia de máquina comparado con los resultados antes de iniciar ATO. Como se puede observar en la Figura 61, la eficiencia de máquina de la línea 4 se mantiene por encima de su meta durante todo el año superando el promedio del año 2019 con 96.8%, en los últimos meses de implementación se llegan a alcanzar 97% de eficiencia.

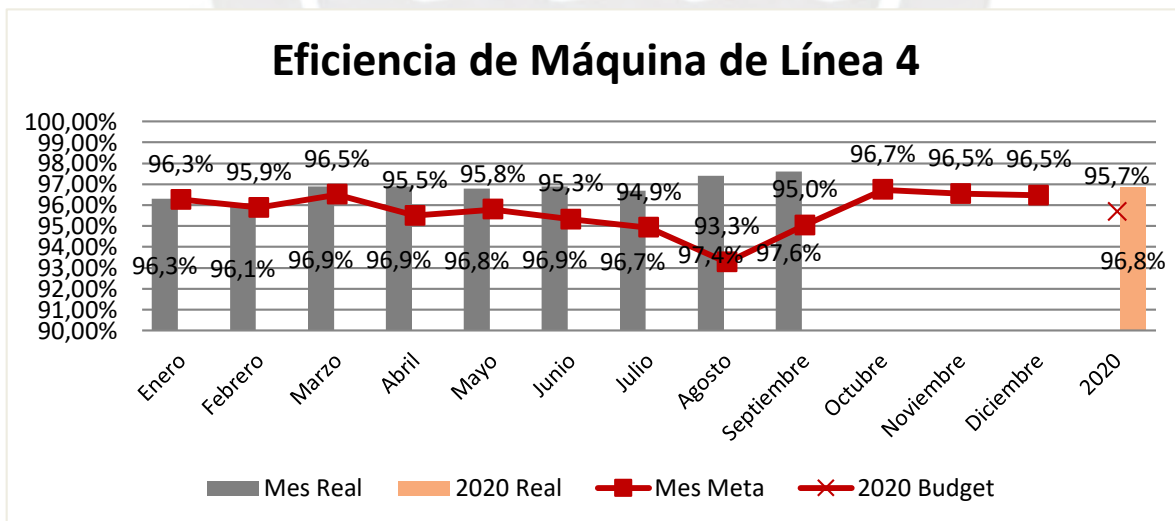


Figura 61: Eficiencia de máquina de línea 4 2020
 Fuente: Reporte de packaging septiembre (2020)

- Las tareas de limpieza, inspección y lubricación que pueden ser eliminadas han sido

eficacia, crecimiento-desarrollo y reconocimiento-recompensas. Ello es debido a la implementación de buenas prácticas como parte del proyecto de implementación de ATO fundamental, como por ejemplo las reuniones de despliegues de resultados, entrenamientos al personal, seguimiento a cierre de brechas de habilidades, reconocimientos, entrega de herramientas, trabajo en equipo; y acompañamiento y seguimiento por parte del líder.

Tabla 15: Comparación de resultados *engagement* del área de envasado 2019-2020

| Item | Engagement 2019 (%) | Pulso Engagement 2020 (%) |
|-------------------------------|---------------------|---------------------------|
| Employee Engagement Index | 77 | 78 |
| Manager Effectiveness Index | 73 | 80 |
| Communication & Collaboration | 47 | 81 |
| Diversity & Inclusion | 76 | 76 |
| Dreaming Big | 82 | 82 |
| Empowerment & Effectiveness | 59 | 83 |
| Growth & Development | 55 | 85 |
| Location Senior Management | 75 | 75 |
| Recognition & Rewards | 53 | 82 |
| Working Environment & Safety | 80 | 89 |
| Sustainable Engagement | 83 | 86 |

Fuente: Plan de *engagement* de Planta Huarochiri (2020)



CAPÍTULO 5: BENEFICIOS ECONÓMICOS

En el presente capítulo se detallarán los costos de implementación y el ahorro presentado por la implementación de la mejora. Además, se realiza un cálculo estimado de VAN y TIR considerando un horizonte de 4 años con datos proyectados.

5.1 Costos de implementación

En la Tabla 16 se procede a mostrar el resumen de los costos de inversión ejecutados en el 2020 así como la inversión proyectada del 2021 al 2023. De acuerdo a la información presentada, se calcula que el presupuesto total requerido para la implementación de operaciones autónomas (fase fundamental) es S/. 359,734 en el 2020⁶, manteniéndose luego un costo de S/.42,434 anuales debido principalmente a los gastos para cubrir la compra de nuevas herramientas para realizar ajustes, limpieza y lubricación. Sin embargo, los costos de H-H para realizar las actividades de mantenimiento autónomo no se considera en los próximos años ya que se incorporan estas actividades como parte de la rutina, no depende del proyecto.

Tabla 16: Resumen de costos de inversión

| Etapa | Actividad | Tiempo (Horas) | Frecuencia al año | Costos 2020 | Costos 2021-2023 |
|---------------------------|---|----------------|-------------------|---------------------|--------------------|
| Preparación del lugar | Materiales de escritorio | - | 1 | S/1.500,00 | S/0,00 |
| | Estudio de máquina crítica | 4 | 1 | S/664,00 | S/0,00 |
| | Tablero ATO | 8 | 4 | S/4.224,00 | S/0,00 |
| Preparación de la máquina | Análisis de riesgos, peligros y controles de actividades de ATO | 8 | 1 | S/1.328,00 | S/0,00 |
| | Adquisición de herramientas de limpieza | - | 1 | S/7.650,00 | S/7.650,00 |
| | Adquisición de herramientas de seguridad de máquina | - | 1 | S/5.040,00 | S/5.040,00 |
| | Capacitación en bloqueo energético y validaciones | 8 | 1 | S/1.328,00 | S/0,00 |
| | Implementación de 5S's en la máquina y estación de trabajo | 8 | 4 | S/4.224,00 | S/0,00 |
| | Capacitación en operaciones autónomas | 4 | 1 | S/7.504,00 | S/0,00 |
| | Capacitación en SAP | 4 | 1 | S/1.720,00 | S/0,00 |
| Limpieza | H-H de limpieza profunda (operarios + técnicos) | 8 | 12 | S/92.160,00 | S/0,00 |
| | Diseño de mapas, procedimientos, normas, cartillas, etc | 8 | 3 | S/3.984,00 | S/0,00 |
| | Levantamiento de avisos de mantenimiento | - | 1 | S/5.000,00 | S/5.000,00 |
| | Materiales de limpieza | - | 1 | S/2.500,00 | S/2.500,00 |
| | Reconocimiento al personal | - | 1 | S/240,00 | S/240,00 |
| Lubricación | H-H de limpieza y lubricación | 8 | 8 | S/61.440,00 | S/0,00 |
| | Adquisición de equipos y herramientas para lubricación | - | 1 | S/9.500,00 | S/9.500,00 |
| | Materiales para lubricación | - | 1 | S/4.520,00 | S/4.520,00 |
| | Diseño de mapas, procedimientos, normas, cartillas, etc | 8 | 3 | S/3.984,00 | S/0,00 |
| | Capacitación en lubricación básica | 4 | 1 | S/1.320,00 | S/0,00 |
| Inspección Autónoma | H-H de limpieza, inspección y lubricación | 8 | 8 | S/61.440,00 | S/0,00 |
| | Capacitación en inspección de componentes | 4 | 1 | S/1.320,00 | S/0,00 |
| | Adquisición de herramientas, coche portaherramienta, contenedores | - | 1 | S/8.000,00 | S/4.000,00 |
| | Diseño de mapas, procedimientos, normas, cartillas, etc | 8 | 3 | S/3.984,00 | S/3.984,00 |
| Ajustes menores | H-H de limpieza, inspección, lubricación y ajustes menores | 8 | 8 | S/61.440,00 | S/0,00 |
| | Capacitación en solución de problemas y uso de P360 | 4 | 1 | S/1.720,00 | S/0,00 |
| | Habilitación de estación de trabajo | - | 1 | S/2.000,00 | S/0,00 |
| | | | | S/359.734,00 | S/42.434,00 |

Fuente: Lecciones aprendidas de Operación Autónoma en Llenadora (2020)

⁶ Se tomaron los datos reales de Enero a Septiembre 2020. Se realizó una proyección estimada para cubrir lo restante del año.

5.2 Ahorros generados

Operaciones autónomas tiene como resultado la reducción de las paradas en la máquina crítica en la cual se ha aplicado. Consecuencia de ello, se ha logrado aumentar la disponibilidad de la línea en 27 horas hasta septiembre 2020 (finalizada la etapa de implementación) y se estima un total de 34.5 horas hasta diciembre 2020. Se ha considerado un aumento del 5% en los próximos años (2021-2023) debido a las mejoras sostenidas en los procedimientos de mantenimiento y habilidades de solución de problemas por parte de los operadores. En la Tabla 17 se presentan los ingresos estimados para el año 2020.

Tabla 17: Ingresos por aumento de disponibilidad de línea
Enero - Diciembre 2020

| Presentación | Total de Horas disponibles | % Tiempo asignado | Horas disponibles | Cadencia | Botellas | Beneficio Año 1 |
|-----------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|----------|--------------|---------------------|
| 600 ml S/G 15X1 | 34,52 | 60% | 20,71 | 52000 | 1.076.920,00 | S/323.076,00 |
| 600 ml C/G 15X1 | | 15% | 5,18 | 45000 | 232.987,50 | S/69.896,25 |
| 600 ml S/G 6X1 | | 5% | 1,73 | 40000 | 69.033,33 | S/20.710,00 |
| 600 ml C/G 6X1 | | 3% | 1,04 | 35000 | 36.242,50 | S/10.872,75 |
| 350 ml S/G 15X1 | | 3% | 1,04 | 52000 | 53.846,00 | S/16.153,80 |
| 350 ml C/G 15X1 | | 3% | 1,04 | 45000 | 46.597,50 | S/13.979,25 |
| 1.5 L C/G 6x1 | | 4% | 1,38 | 19000 | 26.232,67 | S/7.869,80 |
| 2.5 L S/G 6X1 | | 7% | 2,42 | 20000 | 48.323,33 | S/14.497,00 |
| Total Ingresos | | | | | | S/477.054,85 |

Fuente: Lecciones aprendidas de Operación Autónoma en Llenadora (2020)

Debido a que los operadores de envasado cuentan ya con las habilidades desarrolladas para lograr mantener las condiciones básicas de la máquina, se planifica prescindir en los próximos años de los servicios de operadores terceros para realizar los *overhauls* anuales. También se ha considerado como rutina las ventanas de mantenimiento semanales, que antes eran de responsabilidad de los técnicos de mantenimiento; sin embargo, a partir del próximo año la responsabilidad caerá sobre los operadores de envasado y se delegará a 1 técnico de mantenimiento como facilitador especialista. De esta forma se asignarán funciones más especializadas a los técnicos de mantenimiento aprovechándose el conocimiento. Los ahorros se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18: Ahorros por mano de obra mantenimiento

| Ahorros Anual | Antes | Después | Ahorro anual |
|---------------------------|-------------|-------------|--------------|
| Mano de obra Overhauls | S/15.230,00 | S/0,00 | S/15.230,00 |
| Ventanas de mantenimiento | S/59.136,00 | S/14.784,00 | S/44.352,00 |

Fuente: Lecciones aprendidas de Operación Autónoma en Llenadora (2020)

5.3 Flujo de caja

Se realiza la evaluación económica del proyecto a un horizonte de 3 años. Como se puede ver en la Tabla 19, a partir del 2020 se empiezan a tener mejoras de rendimiento de la línea incrementando las horas disponibles del 2020 en un 5% anualmente. A partir del 2021 se procede a considerar los ahorros por mano de obra de mantenimiento autónomo.

Tabla 19: Flujo económico

| | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|--------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Ingreso | | | | |
| Ingreso por incremento de producción | S/159.018,28 | S/166.969,20 | S/175.317,66 | S/184.083,54 |
| Ahorro H-H overhauls | | S/15.230,00 | S/15.230,00 | S/15.230,00 |
| Ahorro H-H Ventanas de mantenimiento | | S/44.352,00 | S/44.352,00 | S/44.352,00 |
| Total Ingresos | S/159.018,28 | S/226.551,20 | S/234.899,66 | S/243.665,54 |
| Egreso | | | | |
| Costos de implementación | S/359.734,00 | S/42.434,00 | S/42.434,00 | S/42.434,00 |
| Total Egresos | S/359.734,00 | S/42.434,00 | S/42.434,00 | S/42.434,00 |
| Total Flujo Efectivo | -S/200.715,72 | S/184.117,20 | S/192.465,66 | S/201.231,54 |

Elaboración propia

5.4 Indicadores económicos

Considerando una tasa de descuento de 10%, se obtiene un VAN equivalente a S/.276,914, que representa un beneficio sustancial para el área. Para apoyar esta idea se utiliza el valor del TIR equivalente a 78%, el cual es superior a la tasa de descuento, y por lo tanto evidencia rentabilidad positiva. Estos resultados nos muestran que económicamente, la implementación de Operaciones Autónomas resulta una inversión factible para que la empresa opte por continuar con el resto de máquinas.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Antes de iniciar un proyecto de mejora o de optimización de procesos, se debe garantizar que existe en el equipo procesos fundamentales como desarrollo de buen clima laboral, orden, limpieza, seguridad, entrenamiento, reconocimiento y empoderamiento. Estos procesos son fundamentales para poder mantener el rendimiento esperado (mínimo). Una vez que ya se asienten en la organización, cualquier proyecto de mejora puede ser implementado con éxito.
- El proyecto se desarrolló de forma estratégica el presente año debido al no cumplimiento de meta del KPI eficiencia de máquina de línea 4 (94.3%) y bajo *engagement* del área de envasado en el 2019 (69%). Fue identificado como estrategia de planta a partir del FODA. Se tuvo como oportunidad las lecciones aprendidas de implementaciones similares en otras operaciones.
- A través de un análisis de Pareto se identificó a la llenadora como máquina crítica (con 40.7% de participación). Al analizar la gráfica de tiempos de parada Vs partes se concluye que la máquina se encuentra, en general, en malas condiciones debido a que varios componentes han sido motivo de parada. Operaciones autónomas serviría como herramienta integral para dar solución.
- Para alcanzar las habilidades y condiciones básicas de limpieza, lubricación, inspección y ajustes menores se ha requerido de un trabajo en conjunto de operador de envasado con técnico de mantenimiento. Este último cumple un rol de facilitador y entrenador. Al finalizar la certificación del nivel 4, el operador de envasado es dueño del mantenimiento autónomo en adelante, mientras que el técnico de mantenimiento cumple un rol más especializado en mantenimiento lográndose aprovechar mejor la mano de obra.
- Para poder garantizar la certificación de cada uno de los niveles fue necesario contar con la participación de un equipo de proyecto multidisciplinario líderes de la organización. Entre ellos tenemos al gerente de planta, supervisor de VPO, jefe de envasado, jefe de mantenimiento, supervisores de envasado, técnicos y operadores.

El compromiso de todos y la participación en sus distintos roles fue relevante para obtener buenos resultados.

- Para garantizar la sostenibilidad de lo alcanzado fue imprescindible que no sólo se cambie la rutina de trabajo del operador, sino también la de los líderes a través de sus rutinas de monitoreo con respecto a mantenimiento autónomo. Rutinas como el *Gemba Walk* diario llegan a ser poderosas para poder monitorear la forma de trabajo del equipo.
- Al certificar el nivel 4 de ATO, se logra reducir en 87.8% los tiempos de paradas por causas internas de la llenadora, dejando de ser crítica para el proceso de envasado. Así mismo se logra eliminar el 100% de paradas atribuidas por falta de limpieza o averías por lubricación. Por último, se logra alcanzar 81.5% en la encuesta pulso 2020 (sólo área de envasado).
- El proyecto con un horizonte adicional a 3 años es rentable, según los cálculos obtenidos se tiene un VAN positivo de S/. 276,914 y una TIR anual de 78%.

6.2 Recomendaciones

- La certificación de los 4 niveles de la fase Fundamentos no garantiza la sostenibilidad de los resultados actualmente alcanzados. Es necesario continuar con las rutinas de ventanas de mantenimiento, actualizaciones de procedimientos, implementaciones de mejoras que permitan hacer más eficientes los procesos de mantenimiento autónomo, así como el acompañamiento del líder inmediato al equipo. Se recomienda volver a realizar la certificación cada año para sostener las buenas prácticas.
- Después de que la fase de Fundamentos haya sido implementada y sostenida en toda la planta, entonces se puede implementar la siguiente fase de Operaciones Autónomas (Gestionar para Sustentar). Puede tomar de 2 a 3 años para que la fase de Fundamentos se implemente completamente en toda la planta. Sin embargo, durante este tiempo, el rendimiento de la planta mejorará sustancialmente.
- La implementación de operaciones autónomas implica un cambio cultural en las personas y es imprescindible que se tenga el soporte y dirección del Gerente de planta para que pueda funcionar y ser sostenible como parte de la rutina. Por ello se recomienda trabajar todos los proyectos estratégicos con soporte de la máxima autoridad en la organización lo cual brindará guía y confianza al personal.

- A lo largo del proyecto no se ha evidenciado muchas trabas que hayan dificultado a la ejecución del programa debido a que existió una etapa de preparación. Esta etapa es importante porque permite mapear riesgos como la falta de compromiso y miedo a la incertidumbre, así como a lidiar con el cambio cultural y forma de trabajo. Se recomienda que todos los proyectos pasen por procesos de gestión del cambio y riesgos para asegurar el logro de los objetivos del mismo.
- Muchas de las mejoras que se plantearon en el proyecto han partido de los operadores y técnicos que conocen muy bien su proceso. Se recomienda potenciar el programa de reconocimiento de innovaciones con el que cuenta la empresa para que la motivación por alcanzar la excelencia no se pierda.
- Durante la implementación de operaciones autónomas se presentan varias oportunidades para retener el conocimiento de la gente a través de procedimientos y validación de habilidades. Se recomienda mejorar el proceso de gestión del conocimiento para que el *know-how* no se pierda y se asegure un mejor rendimiento de las máquinas.
- Es importante mantener el proceso SKAP de los operadores y técnicos, así como brindarles retroalimentación de sus brechas actuales y hacer seguimiento al plan de cierre de brechas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Backus. (2019). *Plants Consolidation of Supply 2019 Huarochirí*. Lima.
- Banegas, D. (2020). *Inducción General ATO*. Bogotá.
- Guillen, G. (2020). *Comunicaciones Internas*. Unión de Cervecerías Peruanas Backus y Johnston, Lima.
- Planta Huarochirí. (2020). *Lecciones aprendidas de Operación Autónoma en Llenadora*. Lima.
- Planta Huarochirí. (2020). *Operación Autónoma LLEN6401 N1*. Lima.
- Planta Huarochirí. (2020). *Operación Autónoma LLEN6401 N2*. Lima.
- Planta Huarochirí. (2020). *Operación Autónoma LLEN6401 N3*. Lima.
- Planta Huarochirí. (2020). *Operación Autónoma LLEN6401 N4* . Lima.
- Planta Huarochirí. (2020). *Plan de engagement 2020*. Lima.
- Planta Huarochirí. (2020). *Reporte de packaging Cierre Septiembre*. Lima.
- Unión de Cervecerías Peruanas Backus y Johnston. (2016). *Una compañía, una cultura y un sueño*. Lima.
- Unión de Cervecerías Peruanas Backus y Johnston. (2020). *Inducción* . Lima.
- Voyager Plan Optimization - AB INBEV. (2020). *Manual del Pilar Mantenimiento*. Bogotá.
- Willis Towers Watson. (2020). *AB InBev 2019 Global Engagement Survey*. Lima.

ANEXOS

ANEXO A

Preguntas de encuesta *engagement* 2019.

| N | Pregunta |
|----|--|
| 1 | Tengo oportunidades para desarrollar mis conocimientos técnicos y funcionales. |
| 2 | No está en mis planes buscar trabajo de manera activa en otra empresa. |
| 3 | Soy optimista sobre el futuro de AB InBev. |
| 4 | Puedo informar sobre prácticas no éticas sin miedo a represalias. |
| 5 | Estoy orgulloso/a de trabajar en AB InBev. |
| 6 | Veo mejoras como resultado de las acciones que se tomaron a partir de la encuesta del año pasado. * |
| 7 | Tengo oportunidades para desarrollar mis capacidades de liderazgo. |
| 8 | El trabajo en equipo y la cooperación entre áreas es buena en AB InBev. |
| 9 | En general, estoy muy satisfecho/a con AB InBev como lugar para trabajar. |
| 10 | Mi trabajo me da suficiente flexibilidad para ocuparme de mis asuntos personales/familiares. |
| 11 | AB InBev tiene un ambiente de trabajo en el que se valoran distintos puntos de vista. * |
| 12 | Cuento con las herramientas/los recursos que necesito para hacer bien mi trabajo. |
| 13 | Mi superior inmediato habitualmente me hace comentarios sobre mi desempeño en el trabajo. |
| 14 | La gerencia de mi área está genuinamente comprometida a atraer, desarrollar y comprometer equipos de trabajo diverso. * |
| 15 | A menudo me preocupa que mi remuneración no sea suficiente. (N) |
| 16 | La gerencia del área vive día a día los 10 Principios. |
| 17 | En AB InBev existe comunicación recíproca, abierta y honesta. |
| 18 | Recomendaría AB InBev como un buen lugar para trabajar. |
| 19 | Creo que existen suficientes oportunidades para desarrollarme en mi trabajo o carrera. * |
| 20 | Mi trabajo hace un buen uso de mis habilidades y capacidades. * |
| 21 | En AB InBev, los empleados reciben un trato equitativo y justo, independientemente de su género, edad, etnia, discapacidad, religión u orientación sexual. |
| 22 | AB InBev gestiona su negocio de forma socialmente responsable para crear un Mundo Mejor. |
| 23 | Entiendo cómo se evalúa mi desempeño. |
| 24 | Me siento apoyado/a en mis esfuerzos para adaptarme al cambio organizacional. * |
| 25 | Los planes de compensación de AB InBev premian el excelente desempeño en el trabajo. |
| 26 | Si pudiera elegir, trabajaría con mi superior inmediato nuevamente. |
| 27 | Me siento cómodo/a expresando mis ideas y opiniones, incluso si son diferentes a las de otros. |
| 28 | Mi superior inmediato se preocupa por mi bienestar. |
| 29 | AB InBev reconoce el buen desempeño. |
| 30 | Mi superior inmediato fomenta el trabajo en equipo. |
| 31 | Mi superior inmediato valora mis contribuciones. |
| 32 | Mi superior inmediato me trata con respeto y dignidad. |
| 33 | La gerencia del área es cercana y accesible. |
| 34 | Mi superior inmediato demuestra con sus acciones que se preocupa por mi seguridad. |
| 35 | La gerencia del área nos conduce en la dirección correcta. |
| 36 | Tengo impacto directo en el logro de mis objetivos. |
| 37 | En AB InBev, hacemos un buen trabajo anticipándonos con nuevos productos y servicios que valorarán nuestros clientes. |
| 38 | Me siento empoderado/a para tomar las decisiones necesarias para realizar mi trabajo correctamente. |
| 39 | Mi trabajo me proporciona una sensación de satisfacción personal. |
| 40 | La gente con la que trabajo usualmente mantiene una buena relación. |
| 41 | Confío en las decisiones que toma la gerencia del área. |
| 42 | Las reglas de seguridad se respetan cuidadosamente, incluso si eso significa que el trabajo se haga más lento. |
| 43 | Mi Centro de trabajo es un lugar seguro para trabajar. |
| 44 | En general, las condiciones de infraestructura del lugar donde trabajo son satisfactorias (ej.: salas, espacio de trabajo). |
| 45 | Creo firmemente en el Sueño de AB InBev. |
| 46 | Trabajo más de lo que se requiere para contribuir al éxito de la AB InBev. |
| 47 | En mi área nos incentivan a proponer soluciones innovadoras para problemas relacionados con el trabajo. |
| 48 | AB InBev nos mantiene bien informados acerca de asuntos de nuestro interés. |
| 49 | Me siento sobrepasado/a por mi trabajo. (N) |
| 50 | Entiendo cómo mi trabajo contribuye a alcanzar el Sueño de AB InBev. |
| 51 | En mi área, hacemos buen uso de la tecnología para ser más eficientes. |
| 52 | El programa de beneficios que me da AB InBev se ajusta a mis necesidades. |

ANEXO B

Matriz RACI de actividades de Operaciones Autónomas.

Matriz RACI

Operaciones Autónomas

| ACTIVIDAD | Jefes de áreas | Supervisor de VPO | Supervisores de envasado | Supervisores de mantenimiento | Planeador de línea/área | Operadores |
|---|----------------|-------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------|
| Ejecutar rutinas de inspección de acuerdo a estandar (SOP) | I | I | A | C | I | R |
| Mantener las 5S en rutinas de limpieza. | C/I | C/I | A | C/I | | R |
| Realizar auditorías 5S's en las ETOs | R | R | R | | | I |
| Reportar fallas, riesgos y/o anomalías de la inspección a través de los avisos de mantenimiento. | | | A | C | I | R |
| Realizar el DTO durante la ejecución de órdenes de limpieza, inspección y lubricación. | | C/I | R | | | I |
| Generar y/o actualizar las SOPs de limpieza, lubricación y/o inspección. | | I | R | C | | I |
| Generar avisos de inspección, limpieza y/o lubricación derivados de la ejecución de rutina. | | | I | A/I | A | R |
| Gestionar el cumplimiento de las actividades derivadas de los avisos e incluirlas en el plan semanal. | | | A | C | R | I |
| Proporcionar los recursos necesarios para realizar las actividades de operación autónoma. | | | R | A | C | I |
| Generar los planes de lubricación | | | A | C | R | I |

Siglas:

- R:** Responsable por la ejecución
- A:** Responsable por la gestión
- C:** Responsable por el check / Consultado
- I:** Recibe información