

Universidad Nacional de San Luis

Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias

"OPTIMIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD OPERATIVA EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE MERMELADAS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LOS SIETE PASOS DE LA MEJORA CONTINUA"

AUTORA: ALVAREZ SÁEZ, AGUSTINA

Trabajo Final de Ingeniería Industrial

Director: Ing. Santiago Perotti

Villa Mercedes, San Luis

Año 2026

DERECHO DE AUTOR

© 2026 Agustina Alvarez Saez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento.

RESUMEN

El presente trabajo final académico se desarrollará en el ámbito de una planta elaboradora de alimentos ubicada en la ciudad de Villa Mercedes, provincia de San Luis, y tiene como propósito fundamental lograr una reducción significativa en los tiempos de indisponibilidad que afectan actualmente a la línea de producción y envasado de mermeladas. Específicamente, el esfuerzo se concentrará en tres maquinarias que resultan críticas para el rendimiento general del proceso: el equipo tapador de frascos, la etiquetadora de frascos y la máquina responsable de agrupar el producto terminado en bandejas. Para abordar esta problemática de manera estructurada y eficiente, la propuesta central del proyecto consiste en implementar una metodología de trabajo basada en la mejora continua, la cual se organiza en siete etapas consecutivas. El punto de partida para este plan de acción será un análisis exhaustivo de todos los registros de detenciones documentados durante el año 2024. A lo largo de este proceso, se llevará a cabo una identificación detallada y una posterior priorización de las paradas de máquina más perjudiciales. Posteriormente, se trabajará en la restauración de las condiciones básicas de los equipos, se investigarán en profundidad los motivos que originan los problemas para encontrar su causa principal, y se ejecutarán acciones correctivas. Finalmente, se verificará la efectividad de estas soluciones y se establecerán nuevas normas de trabajo para asegurar que los resultados se mantengan a lo largo del tiempo. Todo este trabajo no se realizará de manera aislada, sino que será desarrollado en el marco de un grupo colaborativo e interdisciplinario. Este equipo estará conformado por especialistas pertenecientes a distintos sectores estratégicos de la fábrica, incluyendo las áreas de Producción, Calidad, Mantenimiento Técnico y Sistema de Gestión Integral de la empresa. Esta diversidad de integrantes permitirá analizar cada problema desde múltiples perspectivas, enriqueciendo notablemente la calidad de la propuesta final. Además, como parte integral del proyecto, se llevará a cabo un seguimiento riguroso de las interrupciones registradas durante el año 2025 para comprobar empíricamente los resultados de las mejoras ya implementadas. En el desarrollo de las tareas, el trabajo incorporará el uso de diversas herramientas analíticas orientadas a la optimización de los sistemas productivos, las cuales serán adaptadas a la realidad operativa de la planta. Un paso fundamental será aumentar los niveles de estandarización y fomentar la participación activa de los operarios en la implementación de propuestas concretas vinculadas a sus tareas diarias, fortaleciendo de este modo su autonomía y la eficiencia de la línea. Como complemento esencial para respaldar la aplicación práctica, el informe final contará con marco teórico que respaldará cada una de las decisiones tomadas. En conclusión, se espera que este proyecto no solo resuelva

una problemática técnica puntual, sino que promueva un cambio cultural, garantizando un entorno laboral preventivo y altamente productivo para todos.

DEDICATORIA

A mi yo de niña y adolescente.

A ellas, que soñaron con este momento, para demostrarles que no bajé los brazos y que seguí esforzándome a pesar de cada obstáculo que se nos presentó en el camino.

Porque sé lo orgullosas que estarían de mí.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo representa la culminación de una etapa de mucho esfuerzo, crecimiento y constancia en mi vida. Refleja el sacrificio diario de estar lejos de mi familia y pareja y la fortuna de crear una propia en el camino: la que se elige, los amigos. Agradezco a los amigos que hice durante estos años, quienes me ayudaron a sobrellevar las largas jornadas de clases y con quienes celebré cada logro alcanzado.

A mi papá, por haber sido el propulsor de la idea de venir a estudiar acá y por motivarme a dar el primer paso.

A mi mamá, por impulsarme a siempre perseguir mis metas con determinación y no desviarme de ellas.

A mi pareja, Nicolás, por acompañarme y motivarme a la distancia en cada momento, y por su inagotable paciencia a lo largo de todo este proceso.

A mis hermanas y sobrinos, por darme siempre las fuerzas necesarias para seguir adelante.

A mis compañeros de trabajo, por motivarme a escribir la tesis.

Pero, sobre todo, a mis gatas, Nena y Ari. Por acompañarme en cada trasnochada repasando por milésima vez antes de un examen, por calmarme cuando los nervios no me dejaban en paz, y por adueñarse de cada apunte que armé (estoy segura de que eso me dio suerte). Como siempre les decía en broma, “ustedes son ingenieras antes que yo”, de tanto escucharme repasar en voz alta. Hoy por fin puedo decirles que yo también lo soy.

Por último, le agradezco al universo, porque sé que tiene preparadas muchas más cosas buenas para mí.

ÍNDICE

RESUMEN 1

DEDICATORIA 3

AGRADECIMIENTOS 4

CAPÍTULO I: 9

INTRODUCCIÓN 9

1.1. ANTECEDENTES 10

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 10

1.3. OBJETIVOS 11

1.3.1. OBJETIVO GENERAL 11

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 11

1.4. ALCANCES Y LÍMITES DEL TRABAJO 12

1.5. METODOLOGÍA EMPLEADA 12

CAPÍTULO II: 14

MARCO TEÓRICO 14

2.1 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL 15

2.2 DEFINICIÓN Y BENEFICIOS DEL TPM 16

2.3 LAS OCHO PRINCIPALES PÉRDIDAS DE PLANTA 17

2.4 PILARES DEL TPM 19

2.5 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO 20

2.6 MEJORAS ENFOCADAS Y METODOLOGÍA DE LOS SIETE PASOS 22

2.7 PROGRAMA DE REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE FALLOS 24

2.8 CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO 25
2.9 HERRAMIENTAS OPERATIVAS DEL TPM.....26
2.9.1 Gemba 26
2.9.2 Gestión visual.....26
2.9.3 Tarjetas de anomalías 27
2.9.4 Hojas de revisión.....27
2.9.5 Lecciones de Un Punto (LUPs).....28
2.9.6 Niveles de estandarización.....28
2.9.7 Gestión mediante Grupos Base.....30
2.10 INDICADORES DE GESTIÓN 30
CAPÍTULO III: 33
LA EMPRESA 33
3.1 HISTORIA DE LA EMPRESA 34
3.2. PLANTA VILLA MERCEDES 35
3.3. PROCESO PRODUCTIVO LÍNEA DE FRASCOS 1 37
CAPITULO IV:.....40
DESARROLLO.....40
4.1. PASO 0: SELECCIÓN DEL PROYECTO.....41
4.2. PASO 1: COMPRENSIÓN DE LA SITUACIÓN.....44
4.2.1. Análisis de detenciones por máquina 45
4.2.2. Objetivos específicos de mejora 53
4.3. PASO 2: RESTAURACIÓN DE LA CONDICIÓN BÁSICA 55

4.3.1. Análisis PEP por máquina 56

4.3.2. Validación de la restauración de condición básica.....69

4.4. PASO 3: ANÁLISIS DE CAUSAS 72

4.4.1. Análisis de causa de Tapadora.....73

4.4.2. Análisis de causa de Etiquetadora.....78

4.4.3. Análisis de causa de Agrupadora 86

4.5. PASO 4: PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DE ACCIONES CORRECTIVAS 97

4.5.1. Acciones correctivas en Tapadora.....99

4.5.2. Acciones correctivas en Etiquetadora.....103

4.5.3. Acciones correctivas en Agrupadora 107

4.5.4. Acción transversal a los tres equipos.....109

4.6. PASO 5: VERIFICACIÓN DE EFECTIVIDAD 115

4.6.1. Resultados de la Tapadora.....116

4.6.2. Resultados de la Etiquetadora.....119

4.6.3. Resultados de la Agrupadora 122

4.6.4. Beneficio económico obtenido.....125

4.7. PASO 6: ESTANDARIZACIÓN 126

4.8. PASO 7: EXPANSIÓN HORIZONTAL 127

4.8.1. Expansión del estándar de presión de fleje de bandejas 127

4.8.2. Expansión de la planilla de Validación Técnica Temprana a todas las máquinas de planta 128

CAPITULO V:.....129

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....129

REFERENCIAS.....133

CAPÍTULO I:
INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

Hoy en día, las industrias se enfrentan a un entorno cada vez más exigente. Para que una empresa sea competitiva y logre subsistir en este contexto, no solo basta con producir, sino hacerlo con excelencia, a bajo costo y con entregas a tiempo.

Para lograr esto, estrategias como el Mantenimiento Productivo Total (TPM) se han vuelto fundamentales en las industrias de proceso. Su aplicación permite eliminar sistemáticamente las pérdidas, averías y accidentes, maximizando la eficiencia de los equipos y fomentando la creación de un ambiente de trabajo seguro, limpio y agradable para todos los colaboradores.

El Grupo Arcor, una multinacional que se especializa en tres divisiones de negocios: alimentos de consumo masivo, agroindustrias y envases, opera bajo esta filosofía. Específicamente, en su planta productiva ubicada en Villa Mercedes, donde se elaboran mermeladas, bebidas, dulces sólidos y conservas vegetales, el TPM es el modelo que rige la gestión operativa de los equipos y procesos.

En este contexto, encuentro el espacio para desarrollar mi trabajo final de grado, integrando mi formación académica con una problemática real de planta. Al analizar el desempeño reciente, se detectó que la línea de mayor volumen de producción de la planta, la Línea 1 de mermeladas, presenta niveles de indisponibilidad operativa que impactan negativamente en su eficiencia. Puntualmente, las detenciones se concentran en tres equipos críticos: la tapadora, la etiquetadora y la agrupadora. Es a partir de esta necesidad operativa que nace el presente trabajo. Mediante la aplicación de la filosofía TPM, se buscará eliminar las causas de estas detenciones, restaurar las condiciones básicas de los equipos y darle a los operadores las herramientas necesarias para sostener la eficiencia de la línea en el tiempo.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La realización de este trabajo final resulta de gran importancia para la empresa, debido a que aborda una problemática que impacta directamente en la eficiencia productiva, los costos de mano de obra y la competitividad de la planta.

La línea 1, destinada a la producción de mermeladas de distintas marcas, opera con tres turnos diarios de producción, lo que exige una alta disponibilidad de los equipos para asegurar el cumplimiento de los planes de fabricación. Particularmente, esta línea representa

el 27% del volumen total de producción de la planta, siendo la de mayor volumen de 9 líneas en total. Debido a ese 27% de participación, la eficiencia de esta línea impacta de manera significativa en la eficiencia global de la planta, lo que justifica la necesidad de intervenir con un trabajo de mejora orientado a aumentar su rendimiento.

Además, es la línea que tiene asignada la eficiencia objetivo más alta, con un 83%, lo que implica una mayor presión para sostener niveles de rendimiento elevados. En 2024, la eficiencia real registrada fue del 79%. Dentro de esta línea, los sectores objeto de estudio de la tesis se encuentran entre los que presentan mayor cantidad de detenciones. El objetivo es reducir la indisponibilidad de la etiquetadora en un 69%, la de la agrupadora en un 58% y la de la tapadora en un 71%, pasando de 6389 horas hombre perdidas en 2024 a un objetivo de 3685 horas hombre perdidas, lo que evidencia la magnitud y el impacto esperado de las mejoras.

Actualmente, estos sectores involucran de manera directa a 10 operarios de producción, además de personal de mantenimiento, calidad y supervisión, lo que evidencia la magnitud del recurso humano comprometido en el desempeño de la línea.

Mediante la aplicación de los siete pasos de la mejora continua del TPM se espera reducir la indisponibilidad operativa de los sectores, lo que permitirá alcanzar mayores volúmenes de producción en el mismo tiempo de producción y con un uso más eficiente de los recursos. En este sentido, el desarrollo de la tesis no solo contribuirá a resolver una problemática puntual de la planta, sino que también aportará valor agregado a la organización mediante la estandarización de procesos, el fortalecimiento de la cultura de la mejora continua y la participación activa de los operarios.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

El siguiente proyecto tiene como objetivo general reducir la indisponibilidad operativa en los sectores de tapadora, etiquetadora y agrupadora de la línea 1 de producción de mermeladas.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Focalizar las principales causas generadoras de detenciones en los equipos estudiados.

- Aplicar herramientas de análisis para determinar las causas raíz que generan dichas detenciones.
- Evaluar diversas alternativas de mejora por impacto, costo y factibilidad.
- Implementar mejoras siguiendo la metodología de la mejora continua.
- Estandarizar las acciones correctivas que resulten efectivas para garantizar su sostenibilidad en el tiempo.
- Promover la participación activa de los operarios.
- Aumentar los niveles de estandarización de la línea.

1.4. ALCANCES Y LÍMITES DEL TRABAJO

El trabajo se realizará exclusivamente en los sectores de tapadora, la etiquetadora y la agrupadora de la línea de frascos 1, la cual es encargada de producir mermeladas de las marcas Arcor, Noel y Cuisine&Co y la línea Artesanal de La Campagnola en la empresa alimenticia Arcor S.A.I.C, ubicada en Villa Mercedes, San Luis.

Para preservar la confidencialidad de la información operativa de la compañía, los valores absolutos presentados en este documento han sido ajustados mediante un factor de escala constante. Todas las variaciones porcentuales reflejan el impacto real de la implementación.

1.5. METODOLOGÍA EMPLEADA

La metodología empleada para el siguiente proyecto de aplicación se basa en la aplicación de los siete pasos de la mejora continua del pilar de Mejoras Enfocadas del TPM, combinando análisis de datos operativos, observación directa, trabajo colaborativo y validación técnica.

Según la capacitación [1], se desarrollarán las siguientes acciones:

0. **Selección del proyecto / tema de mejora.**
1. **Comprensión de la situación**: Identificar cuellos de botella, medir pérdidas, establecer objetivos.
    - Recopilación de datos reales de los procesos, correspondientes tanto al año 2024 como al 2025, para poder estudiar su comportamiento.
    - Establecer objetivos e indicadores específicos a medir.
2. **Establecer y restaurar las condiciones básicas**.
3. **Analizar causas priorizando las pérdidas**.

- Priorizar pérdidas según: la mayor pérdida, la que necesite el menor recurso económico o la que se elimine más rápido.
- Aplicar técnicas analíticas (brainstorming, diagrama de Ishikawa y los 5 ¿Por qué?) para encontrar la causa raíz de la indisponibilidad de los equipos.

4. **Planificar y ejecutar acciones para eliminar las causas raíz**: evaluando las distintas alternativas por impacto, costo y factibilidad.
5. **Verificar la efectividad de las acciones**.
   - Medir los resultados de la implementación.
6. **Definir estándares de control y de trabajo** para que tanto los cambios como sus beneficios perduren en el tiempo.
7. **Expandir la mejora horizontalmente**.
   - Trasladar las mejoras implementadas a otros sectores de la planta donde sea aplicable.

Por último, se formularán las conclusiones y recomendaciones en base a los resultados obtenidos.

CAPÍTULO II:
MARCO TEÓRICO

La gestión del mantenimiento industrial ha cambiado profundamente a lo largo del tiempo. Lo que antes era una función puramente reactiva, orientada a reparar lo que se rompía, fue evolucionando hacia sistemas de gestión más complejos que involucran a toda la organización. El presente marco teórico desarrolla los conceptos y herramientas que sustentan el trabajo final, desde los fundamentos del TPM y su pilar de mantenimiento autónomo, hasta las herramientas de análisis y los indicadores utilizados para medir el impacto de las mejoras implementadas.

2.1 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

El mantenimiento industrial fue transformándose a lo largo del tiempo, adaptándose a las necesidades de cada época y superando las limitaciones que los modelos anteriores demostraban tener. Para comprender el estado actual de esta filosofía, es necesario recorrer las etapas que marcaron su evolución, las cuales se detallan a continuación.

1. **Mantenimiento correctivo:**
   Este fue el primer enfoque de mantenimiento utilizado en la industria, previo a 1950. Consistía en intervenir el equipo de manera reactiva, es decir, únicamente cuando dejaba de funcionar, sin planificación previa. Como consecuencia, las paradas eran impredecibles y generaban pérdidas significativas de tiempo productivo, además de costos elevados por reparaciones urgentes.
2. **Mantenimiento preventivo:**
   Hacia 1951, en Japón, surge el mantenimiento preventivo como respuesta a las limitaciones del modelo correctivo. La idea central era anticiparse a las fallas mediante intervenciones programadas a intervalos regulares de tiempo o uso. De esta manera se buscaba reducir las paradas no planificadas y extender la vida útil de los equipos, mejorando así la rentabilidad del proceso productivo. Esta filosofía fue un avance en la búsqueda de esta rentabilidad, sin embargo, introdujo el riesgo del “sobremantenimiento”, interviniendo activos que aún poseían vida útil remanente, lo que genera desperdicios en materiales y mano de obra.
3. **Mantenimiento productivo:**
   En los años 60, Seiichi Nakajima[1] introduce el mantenimiento productivo, buscando ir un paso más allá del preventivo. Se incorporan técnicas de diagnóstico para evaluar el estado real de los equipos, identificar señales de deterioro y determinar el momento más conveniente para intervenir, evitando tanto las fallas inesperadas

[1] Seiichi Nakajima: Ingeniero y docente japonés, pionero del Mantenimiento Productivo Total.

como las intervenciones innecesarias, ya que se conoce con mayor precisión el equipo.

4. **Mantenimiento productivo total:**
   En los años 70, Nakajima integra estos conceptos con los principios de la calidad total y la participación de todo el personal, dando forma al Mantenimiento Productivo Total (TPM). Lo que distingue a este modelo de los anteriores es que el cuidado del equipo deja de ser responsabilidad exclusiva del área de mantenimiento y pasa a ser una tarea compartida con los operadores de producción, generando un cambio profundo en la cultura de trabajo. Así, se demuestra que el TPM no busca solo reparar máquinas, sino que mejorar el sistema productivo de forma integral mediante la participación de todos los niveles jerárquicos.

A partir de esta evolución, el mantenimiento industrial actual se organiza en cuatro modalidades que existen en el mismo sistema:

- Operación normal: engloba la operación correcta del equipo, los ajustes y montajes adecuados, orientados a prevenir errores humanos.
- Mantenimiento preventivo: incluye el mantenimiento diario (limpieza, lubricación, chequeos y pequeños servicios) y el mantenimiento periódico (inspecciones, revisiones generales y servicios periódicos).
- Mantenimiento predictivo: se basa en la verificación de condiciones del equipo para programar intervenciones a intervalos medios y largos según el estado real de la maquinaria.
- Mantenimiento de averías: detección temprana de anormalidades, reparaciones de emergencia y acciones para prevenir su repetición. [2]

2.2 DEFINICIÓN Y BENEFICIOS DEL TPM

El TPM es un sistema de gestión desarrollado por el Japan Institute of Plant Maintenance (JIMP). Su objetivo es maximizar la efectividad de los equipos a lo largo de toda su vida útil, involucrando a todos los niveles de la organización, desde la dirección hasta los operadores de la línea.

Como se mencionó en la sección anterior, lo que distingue al TPM de los otros enfoques de mantenimiento es el cambio en el rol del operador. En los modelos tradicionales, el mantenimiento era una función exclusivamente de los técnicos. Esta filosofía, en cambio,

propone que cada persona que trabaja con un equipo es responsable de su cuidado, bajo el principio de “yo opero, yo cuido”.

La implementación del TPM persigue los siguientes tres objetivos fundamentales:

1. Cero fallos: eliminar las paradas no planificadas mediante la detección temprana de anomalías.
2. Cero defectos: asegurar que los equipos operen en las condiciones necesarias para producir con la calidad requerida.
3. Cero accidentes: garantizar un entorno de trabajo seguro a través del orden, la limpieza y la gestión de los riesgos en el piso de planta.

Según Suzuki [3], hay tres razones principales por las que el TPM se ha difundido tan rápidamente en la industria japonesa: garantiza drásticos resultados, transforma visiblemente los lugares de trabajo y eleva el nivel de conocimiento y capacidad de los trabajadores de producción y mantenimiento.

Estos resultados se manifiestan de dos formas: tangible o intangiblemente. Por un lado, los beneficios tangibles son aquellos que impactan directamente en los resultados operativos:

- Incremento de productividad y disponibilidad de los equipos
- Reducción de costos operativos por mantenimiento correctivo
- Disminución de productos defectuosos y reprocesos
- Mejora en el cumplimiento de los programas de producción
- Reducción de accidentes laborales a través del orden y limpieza

Por otro lado, el TPM genera beneficios intangibles que son igualmente importantes para la sostenibilidad de los resultados.

- Al involucrar a los operadores en el cuidado de sus equipos, se desarrolla un mayor sentido de pertenencia.
- Los operadores adquieren conocimientos técnicos que les permiten detectar anomalías de forma temprana.

2.3 LAS OCHO PRINCIPALES PÉRDIDAS DE PLANTA

Para maximizar la eficacia de una planta, primero se debe identificar y cuantificar las pérdidas que la impiden. Suzuki [4], define la eficacia global de la planta como la medida de

qué tan cerca opera de su estado ideal, y establece que alcanzarla implica llevarla a condiciones óptimas de operación y mantenerla en ese estado eliminando todo aquello que interfiera con su rendimiento.

En ese marco, el autor identifica ocho pérdidas principales que impiden que una planta alcance su máxima eficacia:

1. Pérdidas por paradas programadas: Tiempo perdido que se genera cuando se detiene la producción para realizar el mantenimiento planificado anual o periódico. Aunque estas paradas son necesarias para mantener el rendimiento y garantizar la seguridad de la planta, desde la perspectiva de la eficacia global se consideran una pérdida que debe minimizarse acortando los períodos de parada y mejorando la eficiencia del trabajo de mantenimiento.
2. Pérdidas por ajustes de la producción: Tiempo perdido generado por la modificación de los planes de producción debido a cambios en la demanda o en el suministro de los insumos.
3. Pérdidas por fallos de equipos: Tiempo perdido cuando un equipo pierde repentinamente sus funciones específicas.
4. Pérdidas por fallos de proceso: Tiempo perdido cuando la planta para como resultado de factores externos al equipo, como errores de operación, obstrucciones, fugas, corrosión, dispersión de polvo o cambios en las propiedades físicas o químicas de los materiales procesados.
5. Pérdidas de producción normales: Pérdidas de rendimiento que ocurren durante los arranques, paradas y cambios de producto, cuando la planta no puede alcanzar o mantener la tasa de producción estándar. El tiempo de calentamiento después de una parada para mantenimiento, por ejemplo, representa tiempo perdido que puede reducirse estandarizando procedimientos de arranque eficientes.
6. Pérdidas de producción anormales: Pérdidas producidas cuando la planta opera por debajo de su tasa estándar como resultado de disfunciones y condiciones anormales que interfieren en el funcionamiento.
7. Pérdidas por defectos de calidad: Tiempo y recursos perdidos en la producción de unidades que no cumplen las especificaciones requeridas.
8. Pérdidas por reprocesamiento: Pérdidas generadas cuando material rechazado debe volver a un proceso anterior para convertirlo en aceptable. Suzuki [4] advierte que el reproceso suele subestimarse como pérdida porque el producto finalmente resulta aceptable, pero en realidad representa un desperdicio sustancial de tiempo, materiales y energía.

2.4 PILARES DEL TPM

El TPM busca la excelencia operacional mediante el trabajo en equipo entre todos los pilares de la organización.



Figura N°1: Pilares del Mantenimiento Productivo Total

Cada pilar cumple una función específica dentro del sistema:

1. **Mejoras Enfocadas:** cuantificar las pérdidas, determinar sus causas y reducir costos a los efectos de lograr máxima eficacia, mediante la utilización de grupos de mejoras y herramientas de resolución de problemas.
2. **Mantenimiento Autónomo:** desarrollar conocimientos y habilidades sobre equipos y procesos en el personal de producción a los efectos de prevenir fallos.
3. **Mantenimiento planificado:** planificar el mantenimiento para lograr cero fallos en procesos y equipos. Lograr la eficiencia en los costos de mantenimientos.
4. **Capacitación y entrenamiento:** lograr personas capacitadas que puedan desempeñarse eficientemente con un alto nivel de autogestión y polifuncionalidad.
5. **Mantenimiento de Calidad:** analizar rigurosamente el proceso y los equipos, generar estándares y métodos para obtener productos libres de defectos.

6. **Gestión temprana:** generar metodologías de trabajo que nos permitan desarrollar y fabricar productos libres de defectos y alta rentabilidad.
7. **TPM en áreas administrativas y de apoyo:** lograr que los procesos entre departamentos alcancen la máxima eficiencia y permitan reducir costos.
8. **Seguridad y Medio ambiente:** crear un ambiente de trabajo seguro, agradable y libre de contaminación. Formar personas totalmente conscientes y responsables de la seguridad y del medio ambiente.

2.5 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

El Mantenimiento Autónomo es uno de los pilares fundamentales del TPM. Consiste en transferir al operador las tareas básicas de cuidado del equipo, como la limpieza y la lubricación, con el objetivo de que sea él quien detecte y reporte anomalías antes de que ocurran los fallos. Como plantea Suzuki [2], el personal más adecuado para resolver los problemas que surgen en el piso de planta es el que está en contacto directo con ellos: los operarios.

Este cambio implica abandonar la mentalidad de “yo opero, vos reparas” para pasar a una donde el operador asume la responsabilidad del estado de su equipo. Esto no significa que el operador reemplace al técnico de mantenimiento, sino que ambos roles se complementan. El operador de producción se ocupa de las tareas de baja complejidad pero de alta frecuencia, involucrándose en el mantenimiento de rutina y en actividades de mejora que evitan el deterioro acelerado y ayudan a mejorar las condiciones del equipo, mientras que el área de mantenimiento puede enfocarse en tareas de mayor valor para ellos, como el análisis de fallas crónicas o el mantenimiento predictivo.

La implementación del Mantenimiento Autónomo se desarrolla de forma progresiva a través de siete pasos, donde cada uno incrementa el nivel de conocimiento y responsabilidad del operador sobre su equipo.

- **Paso 0:** antes de intervenir el equipo, se conforma el grupo de trabajo, se definen roles y se capacita al personal en seguridad y en conceptos básicos de las 5S. Las 5S describen una secuencia de acciones orientadas a crear y mantener un entorno de trabajo ordenado, limpio y estandarizado.
    - Seiri (Selección): consiste en separar lo necesario de lo innecesario en el puesto de trabajo.
    - Seiton (Orden): implica establecer un lugar para cada cosa según la frecuencia de uso.

- Seiso (Limpieza): se eliminan los focos de suciedad y se mantiene el área en condiciones óptimas.
- Seiketsu (Estandarización): busca documentar y sostener los métodos alcanzados en las etapas anteriores.
- Shitsuke (Disciplina): se refiere al hábito de mantener los estándares construidos.

La aplicación de las 5S en planta permite que las anomalías se vuelvan visibles y que el personal desarrolle la sensibilidad para detectar desvíos del estándar.

El objetivo de este paso es generar las condiciones necesarias para que el equipo pueda trabajar de forma segura y organizada en los pasos que siguen.

- **Paso 1 – Limpieza inicial:** se realiza una limpieza profunda del equipo para eliminar suciedad, polvo y grasa acumulada. El objetivo es exponer defectos que estaban ocultos, como fugas, componentes desgastados o pernos flojos. Durante este paso se generan las primeras tarjetas de anomalías o, como le llamamos en Arcor, “órdenes de trabajo”, herramienta que se desarrolla en detalle en la sección 2.9.
- **Paso 2 – Eliminar fuentes de contaminación y puntos de difícil acceso:** se aplican acciones correctivas para eliminar las causas que producen deterioros, se simplifican tareas y se trabaja sobre las zonas de difícil acceso para facilitar y reducir el tiempo de las tareas rutinarias de limpieza, lubricación y ajustes.
- **Paso 3 – Establecer estándares de lubricación, limpieza e inspección:** el grupo define qué limpiar, cómo hacerlo, con qué frecuencia y quién es el responsable, con el objetivo de mantener a los equipos en condiciones básicas. Estos estándares son elaborados por los propios operadores, lo que asegura que sean aplicables en la realidad del piso de planta.
  El objetivo de este paso es garantizar el mantenimiento de los logros obtenidos en los pasos 1 y 2, es decir, asegurar el mantenimiento de las condiciones básicas y de la situación óptima de los equipos.
- **Paso 4 – Inspección general del equipo:** se capacita al operador para aumentar su habilidad de inspección general de los equipos, y así poder prevenir ocurrencia de averías, defectos y accidentes.
- **Paso 5 – Inspección general del proceso:** el grupo realiza los diagramas de cada uno de los procesos para conocerlos en profundidad y elevar su destreza para predecir fallos de proceso y proponer mejoras. El objetivo es contar con operarios competentes en proceso, formándolos en: operación y manipulación

correctas, ajustes y montajes correctos, y manejo correcto de anormalidades en el proceso.

- **Paso 6 – Sistematizar el mantenimiento autónomo:** a partir de la detección de los desvíos (pasos anteriores), se definen nuevos estándares tanto del equipo como del proceso en base al conocimiento previo de los mismos, apuntando a mejorar los procedimientos y reducir los tiempos de trabajo.
- **Paso 7 – Autogestión:** el grupo realiza un tratamiento sistemático de las fallas en equipo y proceso con el objetivo de buscar continuamente el cero fallo de equipos y procesos, la eliminación de pequeñas paradas, las mejoras en limpieza y set up. Es decir, gestionan de forma independiente el estado de sus equipos, monitorean indicadores de disponibilidad y proponen mejoras de forma autónoma, es por esto que este es el nivel de madurez más alto del Mantenimiento Autónomo.

El avance entre pasos no es automático. Suzuki [3] señala que las actividades de Mantenimiento Autónomo son eficaces únicamente si se controla estrictamente la progresión de un paso al siguiente. Para esto, se designan grupos auditores y se establecen estándares de aprobación para cada paso.

Suzuki [2] señala que la clave para desarrollar un programa eficaz de mantenimiento autónomo es la integración con la mejora orientada y el adiestramiento y formación, otras dos actividades fundamentales del TPM que se desarrollan en las siguientes secciones.

2.6 MEJORAS ENFOCADAS Y METODOLOGÍA DE LOS SIETE PASOS

Las mejoras enfocadas constituyen uno de los pilares del TPM y tienen como objetivo maximizar la eficacia global de los equipos y procesos a través de la eliminación sistemática de las pérdidas. A diferencia de las mejoras que surgen en el día a día, las mejoras enfocadas se caracterizan por la conformación de equipos de trabajo interdisciplinarios, integrados por personal de distintas áreas de la empresa, y por un procedimiento de trabajo planificado y supervisado paso a paso.

La metodología que estructura este proceso es la de los siete pasos de la mejora continua. A continuación, se desarrolla cada paso:

- **Paso 0 – Selección del tema:** Se identifica y selecciona el problema a resolver tomando como base las pérdidas detectadas en el piso de planta. El tema debe

estar alineado con los objetivos de la organización y referirse a los procesos o equipos que generan pérdidas más significativas. Una vez seleccionado el tema, se conforma el equipo de trabajo y se planifican las actividades mediante un diagrama de Gantt. El problema debe definirse de forma concreta y medible para que el objetivo del proyecto sea claro desde el inicio.

- **Paso 1 – Comprensión de la situación:** Se recopilan datos reales del proceso para entender en profundidad el problema. Se identifican los cuellos de botella, se miden las pérdidas y se establece la diferencia entre el estado actual y el estado deseado. Para describir el problema detalladamente se utiliza la herramienta 5W-2H, que responde las preguntas: ¿qué ocurre?, ¿quién lo detectó?, ¿dónde?, ¿cuándo?, ¿por qué es un problema?, ¿cómo se manifiesta?, ¿cuánto impacta y cada cuánto ocurre?. A partir de este análisis se definen los objetivos e indicadores que permitirán medir el éxito del proyecto.
- **Paso 2 – Restauración de condiciones básicas:** Antes de aplicar cualquier técnica de análisis más compleja, se eliminan todas las pequeñas deficiencias visibles y restaura el deterioro del equipo. Como plantea Suzuki [5], la experiencia indica que las pérdidas principales tienen su origen en el deterioro o en el incumplimiento de las condiciones básicas de funcionamiento del equipo (limpieza, lubricación e inspección). Para identificar las desviaciones respecto al estado esperado se utiliza el análisis PEP, que evalúa el estado de las Personas, los Equipos y los Procesos involucrados.
- **Paso 3 – Análisis de causas:** Una vez restauradas las condiciones básicas, se investiga la causa raíz del problema. Para eso se utilizan tres herramientas, en el orden que se expone a continuación:
    1. Tormenta de ideas: permite al equipo de trabajo recabar en conjunto todas las posibles causas sin descartar ninguna.
    2. Diagrama de Ishikawa o espina de pescado: permite organizar esas causas en las categorías de las 6M (Mano de obra, Método, Materiales, Medioambiente, Máquina, Medición) para visualizar de forma estructurada cuáles son las más probables (causas potenciales).
    3. 5 Por Qué: permiten profundizar en cada causa identificada mediante una secuencia de preguntas sucesivas hasta llegar a la raíz del problema. Las pérdidas se priorizan según tres criterios: la de mayor impacto, la que requiere menor recurso económico para resolverse y la que puede eliminarse más rápidamente.

- **Paso 4 – Planificación y ejecución de mejoras:** Se diseñan las propuestas de mejora y se evalúan las alternativas considerando su impacto, costo y factibilidad técnica. Una vez seleccionada la solución, se valida con los referentes de cada área y se ejecuta el plan de acción. Suzuki [5] advierte que para que las mejoras a implementar se sostengan en el tiempo es fundamental que todas las personas del área de trabajo las comprendan y acepten.
- **Paso 5 – Verificación de resultados:** Se monitorean los indicadores definidos en el paso 1 para confirmar si se lograron los objetivos del proyecto. Si los resultados no son los esperados, se retrocede al paso 3 para revisar el análisis de causas. En los casos en que las acciones no pudieron implementarse en la práctica, se elaboran escenarios teóricos que proyectan el impacto esperado de las mejoras propuestas.
- **Paso 6 – Estandarización**: Si la mejora es efectiva, se actualizan los procedimientos operativos, se formalizan los nuevos estándares y se capacita a todo el personal involucrado.
- **Paso 7 – Expansión horizontal:** El aprendizaje generado se traslada a otros sectores o equipos de la planta donde las mismas causas pueden estar presentes. Esta expansión, conocida en el TPM como “despliegue lateral”, permite multiplicar el beneficio de la mejora sin necesidad de repetir todo el proceso de análisis, ahorrando tiempo y recursos a la organización.

2.7 PROGRAMA DE REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS DE FALLOS

Las mejoras enfocadas se despliegan a través de programas específicos orientados a cada tipo de pérdida identificada. Específicamente para lograr el cero fallos, Suzuki [5] plantea que es esencial descubrir todos los defectos ocultos en las condiciones del equipo y aplicar seis medidas concretas:

1. Establecer las condiciones básicas del equipo mediante limpieza, lubricación y apretado de pernos, eliminando así el deterioro acelerado.
2. Cumplir las condiciones de uso para las que el equipo fue diseñado, evitando errores que acorten su vida útil.
3. Restaurar el deterioro natural llevando cada componente a su condición óptima antes de que termine provocando una falla.
4. Anular los entornos que causan deterioro acelerado, eliminando las principales fuentes de contaminación como derrames de polvo y fugas.

5. Corregir las deficiencias de diseño del equipo mejorando dimensiones, materiales o componentes propensos a fallar.
6. Mejorar las capacidades de operación y mantenimiento del personal para eliminar errores humanos.

Suzuki advierte que es contraproducente intentar aplicar estas seis medidas de forma simultánea. Por eso propone implementarlas en cuatro fases progresivas:

- Fase 1 – Estabilizar los intervalos entre fallos: restaurar el deterioro y establecer las condiciones básicas para reducir la variabilidad en la frecuencia de fallas.
- Fase 2 – Alargar la vida del equipo: corregir deficiencias de diseño y fabricación para extender el período de funcionamiento sin intervención.
- Fase 3 – Restaurar periódicamente el deterioro: establecer un sistema de mantenimiento planificado con intervalos óptimos de inspección y servicio.
- Fase 4 – Predecir la vida del equipo: aplicar técnicas de diagnóstico para anticipar el momento de falla y planificar intervenciones en el momento justo, evitando tanto el sobremantenimiento como las averías inesperadas.

2.8 CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO

Para que el TPM funcione de forma sostenida, es indispensable contar con personas competentes que comprendan profundamente los equipos con los que trabajan. Sin personas capacitadas, los estándares no se sostienen y las mejoras implementadas tienden a diluirse en el tiempo.

La formación en el TPM se basa en dos conceptos fundamentales: el entrenamiento en el puesto de trabajo (OJT) y el autodesarrollo. El primero implica el contacto directo con el equipo y el segundo supone que cada persona asume la responsabilidad de su propio crecimiento técnico, con el apoyo de la organización.

Para estructurar la formación de manera efectiva, Suzuki [6] propone evaluar a cada persona en función de cuatro niveles de capacidad:

- Nivel 1 – Necesita aprender: no tiene conocimiento teórico ni habilidad práctica.
- Nivel 2 – Necesita práctica: conoce la teoría, pero no la práctica.
- Nivel 3 – No puede enseñar a otros: tiene maestría práctica pero no teórica.
- Nivel 4 – Maestro: domina tanto la teoría como la práctica.

Este esquema permite identificar las brechas de cada persona y diseñar planes de formación focalizados en las necesidades reales.

En el contexto del TPM, el objetivo de la formación es desarrollar operadores competentes en equipos, es decir, personas capaces de detectar anomalías y ejecutar mejoras, comprender la estructura y función de sus máquinas, e identificar la relación entre el estado del equipo y la calidad del producto.

2.9 HERRAMIENTAS OPERATIVAS DEL TPM

Para que el TPM funcione en el día a día, necesita herramientas concretas que hagan visible el estado del proceso, transfieran conocimiento y sostengan los estándares alcanzados. A continuación, se describen las principales herramientas operativas que dan soporte al TPM en el piso de planta.

2.9.1 Gemba

El Gemba es el lugar donde ocurre el trabajo y se genera el valor. En el contexto del TPM, el Gemba es el piso de planta. La gestión basada en el Gemba implica que los problemas se analizan y resuelven en el lugar donde ocurren, observando directamente el equipo.

2.9.2 Gestión visual

La gestión visual es el conjunto de herramientas que hace visible el estado del proceso, los estándares y los desvíos de forma inmediata, sin necesidad de consultar reportes. Su objetivo es que cualquier persona pueda entender rápidamente si las cosas están funcionando bien o si hay algo fuera de lo normal. Se organiza en tres niveles:

1. Despliegue visual: comunica información estática como identificación del sector, diagramas de flujo, puntos de lubricación y requisitos de seguridad.
2. Comunicación visual: muestra información dinámica como indicadores de desempeño, avance de actividades del equipo y resultados de auditoría.
3. Control visual: guía el comportamiento mediante elementos físicos como tableros de sombras para herramientas, instrucciones en el punto de uso e indicadores de nivel y presión marcados con rangos de operación. [9]

2.9.3 Tarjetas de anomalías

Las tarjetas de anomalías son una herramienta de gestión visual orientada a fomentar el mantenimiento preventivo, que permite registrar y comunicar desvíos detectados en el equipo, proceso o en el entorno de trabajo. Cada tarjeta documenta la anomalía encontrada, su ubicación y el tipo de acción requerida para resolverla. Se clasifican en cuatro tipos según la naturaleza de la anomalía:

- **Tarjeta azul:** para anomalías que el propio operador puede resolver de forma autónoma, tras su capacitación en Mantenimiento Autónomo.
- **Tarjeta roja:** para anomalías que requieren la intervención del área de mantenimiento técnico.
- **Tarjeta verde:** para identificar oportunidades de mejora en el equipo, proceso o en el piso de planta.
- **Tarjeta de susto:** para registrar actos o condiciones inseguras de trabajo o de contaminación.

El flujo de gestión de las tarjetas comienza con la detección por parte del operador, continúa con el registro y la asignación de responsable, y se cierra cuando la anomalía es resuelta y verificada. En la planta de Arcor Villa Mercedes las llamamos “órdenes de trabajo” o simplemente tarjetas.

2.9.4 Hojas de revisión

Las hojas de revisión, o también llamadas tarjetas u órdenes de trabajo preventivas, son documentos estandarizados que registran las tareas de inspección, limpieza, lubricación y recambio de piezas que deben realizarse sobre un equipo, indicando qué se revisa, cómo, con qué frecuencia y quién el responsable. Existen dos tipos principales según su origen. Las hojas de revisión de Mantenimiento Autónomo son elaboradas por los propios operadores a partir del Paso 3, y reflejan los estándares de cuidado básico del equipo, que no forman parte de sus tareas del día a día, sino que conllevan un desarme, limpieza o lubricación en profundidad, que requiere más tiempo. Las hojas de revisión de Mantenimiento Planificado son elaboradas por los técnicos de mantenimiento y corresponden a inspecciones periódicas de mayor complejidad realizadas por el personal especializado. Ambas actúan como órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo y constituyen la evidencia del cumplimiento de los estándares definidos.

Es importante que los operadores y técnicos, tanto titulares como relevos, de los equipos estén capacitados en los estándares de cada una de las tareas de las hojas de revisión.

2.9.5 Lecciones de Un Punto (LUPs)

Las Lecciones de Un Punto son documentos de capacitación rápida, visual y accesible que transmiten un conocimiento específico en una sola hoja, combinando un texto conciso con imágenes. Existen tres tipos: LUP de conocimiento básico (explica el funcionamiento de un componente o proceso), LUP de caso de problema (describe una falla ocurrida y cómo resolverla) y LUP de caso de mejora (comunica una mejora implementada para que pueda replicarse). Las LUPs son la herramienta principal de formación en el paso 4 de Mantenimiento Autónomo.

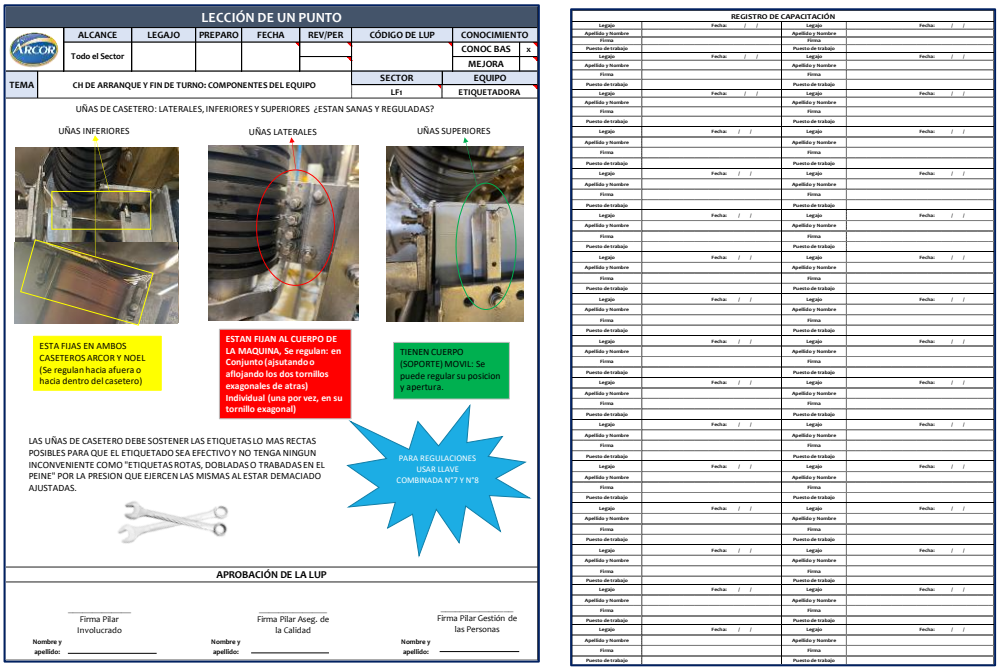


Figura N°3: Ejemplo de LUP – Frente y dorso

2.9.6 Niveles de estandarización

La estandarización en el TPM es un sistema progresivo de niveles que va desde las prácticas más básicas hasta los mecanismos de control más complejos. Cada nivel construye sobre el anterior y aumenta la capacidad del sistema para prevenir errores y sostener las condiciones óptimas del proceso. La clasificación en niveles que se puede ver a continuación hace referencia al nivel de atención que el estándar requiere del operador del equipo, donde el nivel 1 requiere de la mayor atención y el nivel 6 de la menor atención.

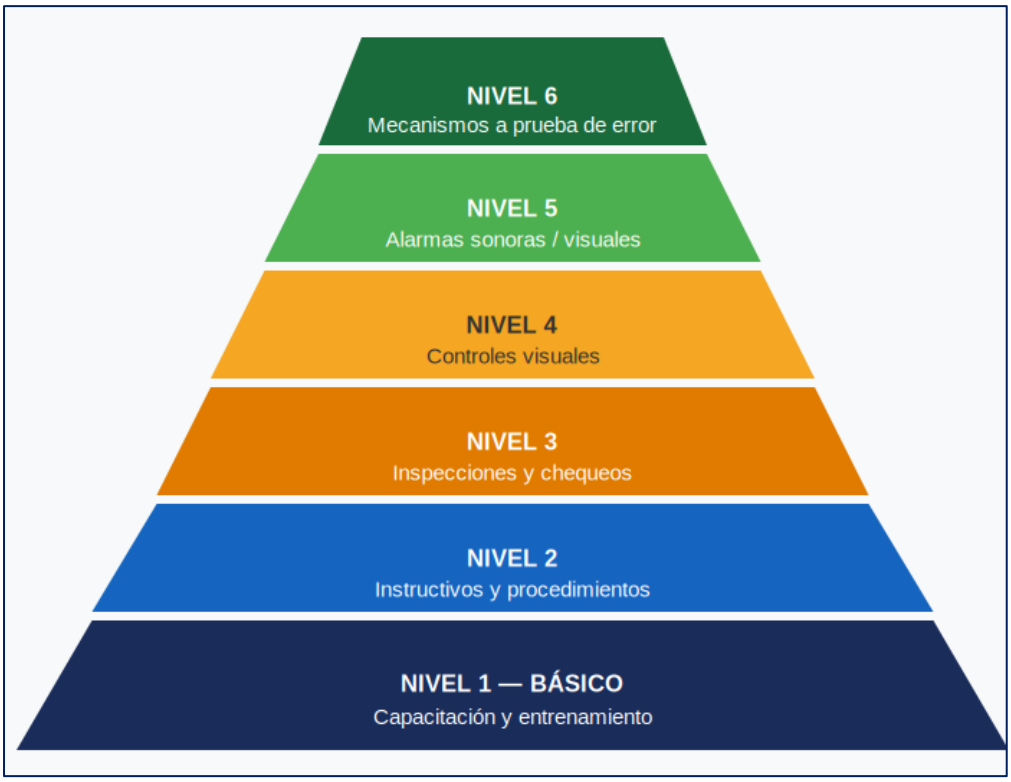


Figura N°2: Pirámide de niveles de estandarización

- **Nivel 1 – Capacitación y entrenamiento:** las capacitaciones son las herramientas que garantizan que todos conozcan y apliquen el estándar. Sin embargo, no aseguran que ante distracciones, olvidos o cambios de personal no se presenten los problemas.
- **Nivel 2 – Instructivos y procedimientos:** documentos que describen cómo realizar las tareas de forma correcta y uniforme. La ventaja de este nivel frente al nivel anterior es que de los instructivos y procedimientos queda un respaldo escrito en el puesto de trabajo.
- **Nivel 3 – Inspecciones y chequeos:** documentos que tienen una determinada frecuencia y responsable de realización, que obligan a inspeccionar cada cierto tiempo, como lo son los chequeos de inicio de turno, de lubricación y de limpieza, y las hojas de revisión.
- **Nivel 4 – Controles visuales:** señalización en el equipo que permite detectar desvíos a simple vista, pero no garantizan que si el operador se distrae, el defecto ocurra igual. Algunos ejemplos de controles visuales son: rangos de trabajo marcados en manómetros, indicadores de nivel de lubricante, marca de apriete correcto de tuercas, etc.

- **Nivel 5 – Alarmas sonoras/visuales:** sistemas de alerta sonora o lumínica que advierten al operador cuando un equipo se detiene o un parámetro sale de rango. Algunos ejemplos de aplicación son: detectores de presión, detector de válvula abierta, capacidad de pulmón de línea, etc.
- **Nivel 6 – Mecanismos a prueba de error:** dispositivos físicos que impiden que se produzca un error o que el proceso continúe en condiciones fuera de estándar, como enclavamientos, detectores de metales, sistemas de descarte automático, y sistemas con mecanismo Poka Yoke. Estos sistemas son muy buscados debido a que no requieren atención del maquinista, es decir, reduce al mínimo el error humano.

Este esquema progresivo permite que la organización avance desde la dependencia en el conocimiento individual hacia sistemas cada vez más robustos e independientes del factor humano.

2.9.7 Gestión mediante Grupos Base

Los grupo base, también llamados grupos autónomos o pequeños grupos de TPM, son equipos de trabajo que implementan el TPM en el piso de planta. Están conformados por personal del área de producción, mantenimiento, calidad, medioambiente, higiene y seguridad. Cada grupo tiene un líder y se reúne periódicamente para revisar el cumplimiento de estándares, discutir anomalías detectadas y planificar acciones de mejora. El avance del grupo se valida mediante auditorías de certificación de paso de Mantenimiento Autónomo, y su desempeño se comunica a través de tablero de gestión visual ubicados en el propio Gemba. La fortaleza del sistema TPM depende en gran medida de la madurez y el compromiso de estos grupos, ya que son quienes sostienen las mejoras en el tiempo y proponen nuevas oportunidades desde el conocimiento directo del proceso.

2.10 INDICADORES DE GESTIÓN

Para que la mejora continua sea sostenible en el tiempo, es necesario medir. Sin indicadores no es posible conocer el punto de partida, identificar desvíos ni verificar si las acciones implementadas tuvieron el efecto esperado.

El INTI [7] distingue dos tipos de indicadores según su función. Los indicadores de seguimiento permiten monitorear el comportamiento de un proceso en el tiempo, alertar desvíos respecto al estándar y dar insumos para el análisis. Los indicadores de resultado miden la efectividad de las acciones tomadas, tanto en la gestión del día a día como en las

etapas de la mejora, y son los que permiten comparar la situación antes y después de una intervención para evaluar su impacto real.

A continuación, se desarrollan los indicadores utilizados en el presente trabajo.

- **Disponibilidad:**

  La disponibilidad mide la relación entre el tiempo en que el equipo estuvo efectivamente operando y el tiempo que tenía disponible para producir. El tiempo disponible se obtiene restando al tiempo calendario las paradas planificadas, como mantenimiento preventivo, cambios de formato y descansos programados. El tiempo operativo es el tiempo disponible menos las paradas no planificadas, es decir, aquellas que no estaban previstas y que interrumpieron la producción. Su fórmula es la siguiente:

$$Disponibilidad\ (\%) = \frac{Tiempo\ operativo}{Tiempo\ disponible} \times 100$$

  La indisponibilidad es el complemento directo de este indicador y representa la proporción del tiempo disponible que se perdió por paradas no planificadas:

$$Indisponibilidad\ (\%) = 100\% - Disponibilidad$$

- **Rendimiento:**

  El rendimiento mide la relación entre la cantidad de unidades producidas y la cantidad que se esperaba producir dentro del tiempo operativo, considerando el tiempo de ciclo estándar del equipo. Refleja si el equipo operó a la velocidad para la que fue diseñado o si hubo pérdidas de ritmo por micro paradas, reducciones de velocidad u otras ineficiencias. Su fórmula es:

$$Rendimiento\ (\%) = \frac{Cantidad\ producida}{Tiempo\ operativo} \times 100$$

- **Calidad:**

  El indicador de calidad mide la proporción de unidades conformes sobre el total de unidades procesadas. Descuenta los productos defectuosos, el scrap y los reprocesos, cuantificando las pérdidas por calidad que ocurren durante la producción. Su fórmula es:

$$Calidad\ (\%) = \frac{Unidades\ conformes}{Unidades\ procesadas} \times 100$$

- **Overall Equipment Effectiveness (OEE):**
  El OEE es el indicador que mide de manera integral la efectividad global de un equipo combinando los tres factores anteriores. Permite cuantificar qué proporción del tiempo disponible se utilizó para producir unidades conformes a la velocidad estándar. Su fórmula es:

$$OEE\ (\%) = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad$$

  La utilidad del OEE recae en que desagrega la eficiencia en tres dimensiones independientes, permitiendo identificar en cuál de ella se concentran las mayores oportunidades de mejora. Un OEE bajo por disponibilidad señala problemas de paradas frecuentes, uno bajo por rendimiento indica pérdidas de velocidad o micro paradas, y uno bajo por calidad apunta a defectos o reprocesos en el proceso productivo.

CAPÍTULO III:
LA EMPRESA

3.1 HISTORIA DE LA EMPRESA

La primera planta industrial del Grupo Arcor nace el 5 de Julio de 1951, en la ciudad de Arroyito, provincia de Córdoba, destinada a la elaboración de caramelos. Esta planta, destinada a la elaboración de caramelos, tuvo un crecimiento muy rápido, alcanzando al poco tiempo una producción de 60 000 kilos diarios. Para sostener este ritmo de producción, en 1959 la empresa dio un paso estratégico e inició el autoabastecimiento de sus insumos clave.

Para el año 1964, el grupo comenzó a desarrollar nuevos mercados para ampliar y diversificar su oferta, ingresando al negocio de los chocolates, galletas y alimentos. Al mismo tiempo, fueron montando sucursales a lo largo de todo el país.

Con el paso del tiempo, la empresa logró posicionarse fuertemente en el mercado interno y empezó a explorar territorios fuera de su región, incorporando oficinas comerciales en otros países. En la década de 1980, Arcor continuó su proceso de internacionalización instalando plantas productivas en Brasil y Chile. En ese mismo período, nació la empresa Cartocor en Paraná, Entre Ríos, especializada en la fabricación de envases de cartón corrugado. La expansión siguió avanzando y lograron posicionarse comercialmente en Perú, Colombia y Estados Unidos, inaugurando además su primera planta de producción peruana.

A partir del año 2000, el grupo siguió su internacionalización, contando en la actualidad con más de 40 plantas industriales y llegando con sus productos a más de 100 países. Como parte de su estrategia de crecimiento, Arcor desarrolló alianzas y adquisiciones destacadas como la asociación con el grupo Danone en 2005 para crear Bagley Latinoamérica S.A., y la incorporación de Benvenuto S.A.C.I., sumando a su portafolio marcas como La Campagnola y BC. En los años siguientes, la empresa continuó realizando alianzas estratégicas con compañías como Grupo Bimbo, Coca Cola y Laboratorio Bagó, además de comprar Zucamor, empresa especializada en la elaboración de papel y cartón.

Con toda esta trayectoria, Arcor es reconocido como un grupo multinacional especializado en tres grandes divisiones de negocios: alimentos de consumo masivo, agroindustrias y envases. Específicamente en esta última, la compañía cuenta con una participación en más de 12 categorías, entre las que se encuentran salsas, conservas de tomates, mermeladas, dulces sólidos, polenta, conservas de pescado, aderezos, premezclas, postres, pastas, ramen, aceite, conservas vegetales, dulce de leche, bebidas y jugos en polvo. [8]

3.2. PLANTA VILLA MERCEDES

En la ciudad de Villa Mercedes, provincia de San Luis, se encuentra ubicada una de las cinco plantas productivas pertenecientes a la división de alimentos del Grupo Arcor. Específicamente esta fábrica elabora mermeladas, dulces sólidos, bebidas, salsas y conservas vegetales, conformando 9 líneas productivas que se detallan a continuación.

- Línea de Frascos 1: Encargada de elaborar las mermeladas de marca Arcor en sus formatos light y común. Además, produce las marcas Noel, Cuisine&Co y La Campagnola bajo su formato Artesanal.
- Línea de Frascos 2: Destinada a la producción de mermeladas La Campagnola y BC, además de extracto de tomate y salsas.
- Línea de Conservas: Responsable de producir latas de 300 gramos de granos secos (porotos, lentejas, arvejas y garbanzos), choclo grano, choclo cremoso, y jardinera (con choclo y sin choclo), bajo las marcas Arcor, Noel y La Campagnola.
- Línea de Barras: Dedicada a la elaboración de barras de 5 kilogramos de dulce de batata vainilla, batata chocolate y membrillo.
- Línea de Latas: Encargada de producir latas de 5 kilogramos y de 700 gramos de batata vainilla, batata chocolate y membrillo.
- Línea de Sachet: Destinada a la elaboración de sachets de 500 gramos de batata vainilla, batata chocolate y membrillo.
- Líneas de Bebidas (2): Responsables de producir por un lado bebidas de litro y por otro lado bebidas de 200 mililitros y puré de tomate de 210 mililitros.
- Línea de Hojalata: Encargada de ensamblar las latas de hojalata de 5 kilogramos.

Para lograr esto, la planta de producción cuenta con una dotación total de 261 colaboradores, de una edad promedio de 42 años, y posee una capacidad instalada de 148 167 toneladas por año.

Dentro del plan operativo anual, cada una de estas líneas posee una participación específica en el volumen total de producción de la planta, definida en función de la demanda del mercado y la estrategia comercial de la empresa. Para dimensionar adecuadamente la participación de cada sector, se presenta a continuación la Figura N°1, donde se visualiza la distribución de esta carga productiva y destaca la Línea 1, que concentra el 27% del volumen total de la fábrica.

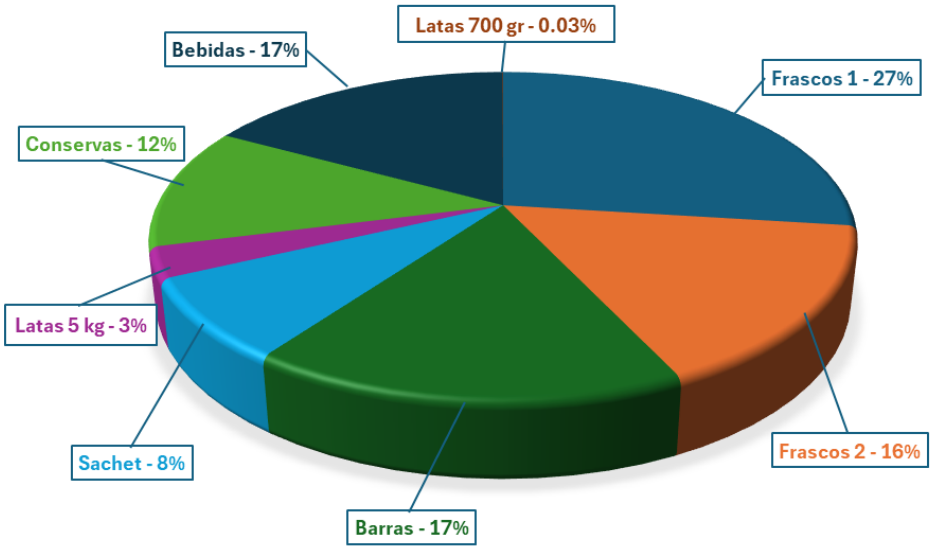


Figura N°1: Distribución de participación por línea productiva.

Al analizar esta distribución por familia de productos en la Figura N°2, se puede observar que el segmento de mermeladas representa el mayor porcentaje de participación dentro de la planta. Además, dentro del negocio alimentos la participación productiva del segmento de mermeladas de la planta Villa Mercedes significa un 14% del volumen total de producción de la categoría Alimentos.

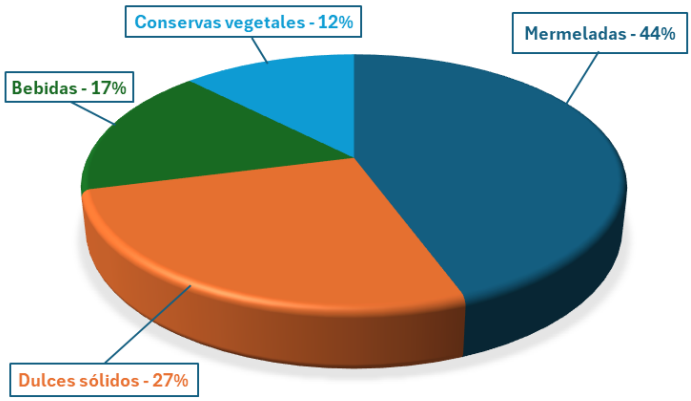


Figura N°2: Distribución de participación por segmento productivo.

De todas las líneas mencionadas, este trabajo final se enfocará exclusivamente en la línea de Frascos 1, perteneciente al segmento de mermeladas. Esta elección se justifica no solo en que es la línea con mayor volumen de producción de planta, sino en que además pertenece al segmento de mermeladas, el cual es el más importante de la fábrica.

3.3. PROCESO PRODUCTIVO LÍNEA DE FRASCOS 1

La línea de Frascos 1 se encarga de producir mermeladas en envases de vidrio. El proceso abarca desde la preparación del producto y el llenado en caliente, hasta el tapado y el empaque final para su distribución. Para poder funcionar, la línea se abastece de materias primas e insumos que llegan de manera simultánea tanto desde otras plantas de Arcor como de proveedores externos.

Para visualizar de manera más clara cómo es el recorrido y en qué momento ingresan los materiales, a continuación se puede observar el diagrama de flujo general del proceso.

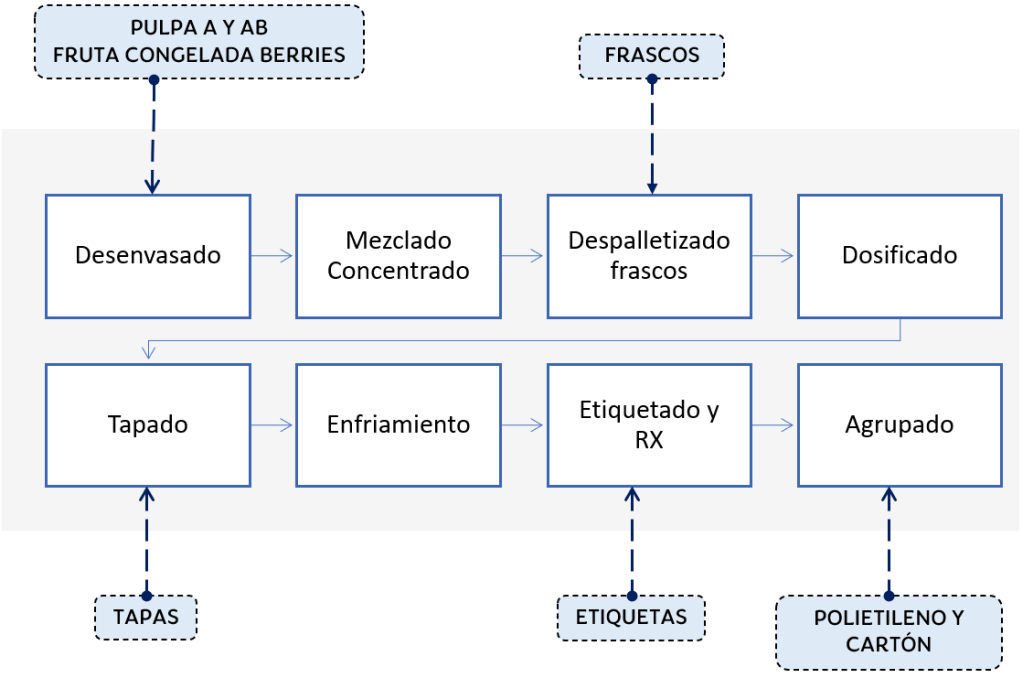


Figura N°3: Diagrama de flujo del proceso productivo.

El proceso comienza con el ingreso y acondicionamiento de las materias primas frutales. La pulpa aséptica llega en tambores o bines desde la Planta San Rafael de Arcor, mientras que la fruta congelada berries es provista por productores externos. En el sector de desenvasado, los operadores realizan la descarga y el bombeo de la pulpa hacia los tanques del sistema de elaboración. Esta etapa tiene como objetivo garantizar la disponibilidad continua de materia prima en condiciones adecuadas de temperatura y homogeneidad para la etapa de mezclado.

La pulpa desenvasada ingresa al sector de mezclado, donde se combina con los demás ingredientes, tales como azúcar, jarabe, pectinas y aditivos, siguiendo la receta

cargada en el sistema. La incorporación de ingredientes se realiza por etapas, y el proceso incluye un ciclo de calentamiento que lleva la mezcla a las condiciones de concentración requeridas para cada tipo de mermelada. Una vez alcanzados los parámetros de proceso, el producto queda listo como semielaborado y es transferido hacia el sector de envasado a través de la cañería de producto. Esta transferencia se realiza en caliente, condición que se mantiene hasta el momento del llenado del frasco.

En paralelo a la preparación del semielaborado, los frascos de vidrio provenientes de un proveedor externo son recepcionados e incorporados a la línea. Cada pallet es inspeccionado antes de ingresar al equipo con el fin de verificar su integridad. El equipo opera en modo automático elevando los pallets por pisos y desplazándolos mediante un carro hasta volcarlos sobre la cinta de alimentación de la línea. Ante cualquier rotura de vidrio, se activa un protocolo específico de tratamiento que implica detener el equipo, vaciar la cinta y retirar la totalidad del piso afectado antes de retomar la operación.

Antes de ingresar a la dosificadora, los frascos pasan por un sistema de prelavado e inversión. El lavado elimina posibles residuos del interior del envase, mientras que el inversor voltea boca abajo cada frasco. En ese momento actúa un soplador para asegurar la eliminación de cualquier resto de agua o impureza y luego se invierte el frasco a su posición original. Esta etapa es fundamental para garantizar la inocuidad del producto terminado antes del dosificado.

Una vez que el semielaborado está en condiciones de ser envasado, se inicia el llenado de frascos. La dosificadora deposita el volumen exacto de mermeladas en cada frasco en caliente, en forma continua y automática. El llenado en caliente es condición indispensable para que, al enfriarse el producto dentro del envase cerrado, se genere el vacío necesario en la etapa siguiente.

Después del dosificado, los frascos llenos ingresan a la tapadora, que aplica las tapas mediante un mecanismo de presión y rotación. En este paso se forma el cierre hermético del envase gracias al calor residual del producto que genera vapor, el cual al condensarse crea el vacío que sella el frasco.

Posteriormente, los frascos atraviesan el túnel de enfriamiento, en donde se reduce su temperatura de forma gradual y controlada mediante agua industrial. A la salida del túnel, los frascos pasan por un sistema de secado por aire para eliminar la humedad exterior.

Con el frasco ya seco, el envase pasa por el fechador, donde se imprimen los datos del lote. Inmediatamente después, los frascos llegan al sistema de detección de vacío. Este control verifica la integridad del cierre hermético. De esta forma, los frascos que no presentan el vacío adecuado son detectados y descartados de la línea. Los frascos que presentan el vacío correcto ingresan al sector de etiquetado, donde la máquina aplica la etiqueta sobre el envase mediante un sistema de adhesivo.

A la salida del etiquetado, el envase pasa por un equipo de rayos X, que inspecciona el contenido de cada frasco en busca de cuerpos extraños. Los frascos que no superan el control son expulsados hacia una cinta de descarte.

En el tramo final de la línea, los frascos son organizados en grupos de doce y colocados sobre bandejas de cartón por la agrupadora. Una vez agrupados, el conjunto es envuelto con film de polietileno y pasa a través de un horno para su termocontracción. El resultado es un bulto listo para ser paletizado, y posteriormente ser transportado al depósito de producto terminado para su distribución final. Con esta operación concluye el ciclo productivo de la línea de Frascos 1.

CAPITULO IV:
DESARROLLO

4.1. PASO 0: SELECCIÓN DEL PROYECTO

En 2025, surge la necesidad de reducir el costo de transformación de la planta, un indicador que representa todos los costos asociados a la conversión de materia prima en producto terminado, es decir, costos de la mano de obra directa e indirecta, del gas y la energía eléctrica utilizada para la fabricación, los gastos fijos y el balance de masa. Este último es la diferencia entre el consumo teórico y el real de materias primas, es decir, permite valorizar el desvío por fuera del estándar. El costo de transformación es un indicador fundamental debido a que afecta directamente a la rentabilidad y competitividad de los productos. Por esta razón, es que se definió como foco de trabajo la reducción de este indicador, fijando como objetivo una disminución del 8,8% del costo de transformación de planta. Esto se pretendía lograr mediante una mejora en gestión de la eficiencia, el balance de masa, el desvío de mano de obra directa y los gastos fijos. Específicamente en lo que es la eficiencia de planta, se propuso como objetivo un 73,5%, lo que significaría un ahorro de 282 140 USD. Para determinar cómo se debía trabajar para lograr este objetivo, se realizó un análisis de las detenciones y la matriz de costos de planta y se conformaron los grupos de mejoras enfocadas.

A partir del análisis de las ineficiencias de la planta que se puede ver en las figuras N°4 y N°5, se identificaron los tiempos de inactividad derivados de fallos o paradas no programadas. Este indicador se calcula mediante el cociente entre las horas de detención de cada línea y las horas totales de producción de la planta.

$$\text{Indisponibilidad por línea (\%)} = \frac{\text{Horas totales de detención de línea}}{\text{Horas totales de producción de la planta}}$$

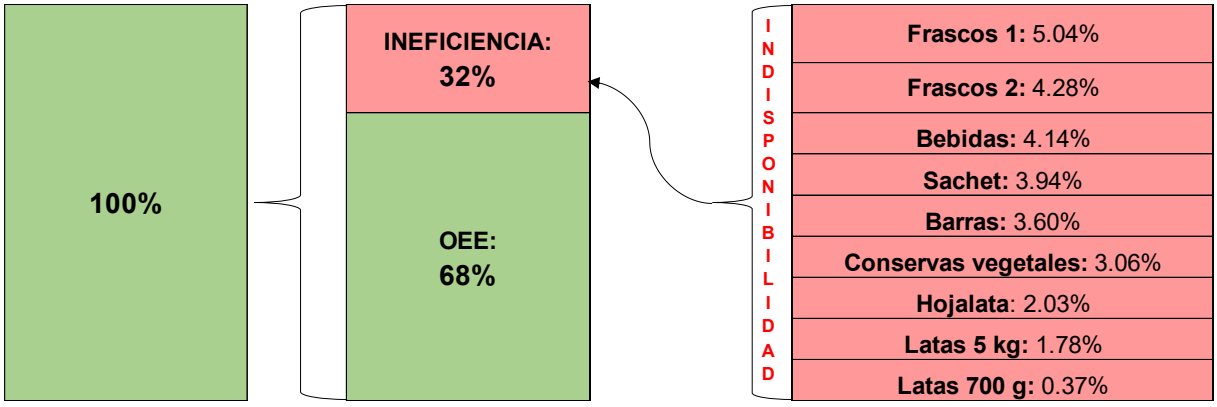


Figura N°4: Impacto de la indisponibilidad en el OEE de planta (2024)

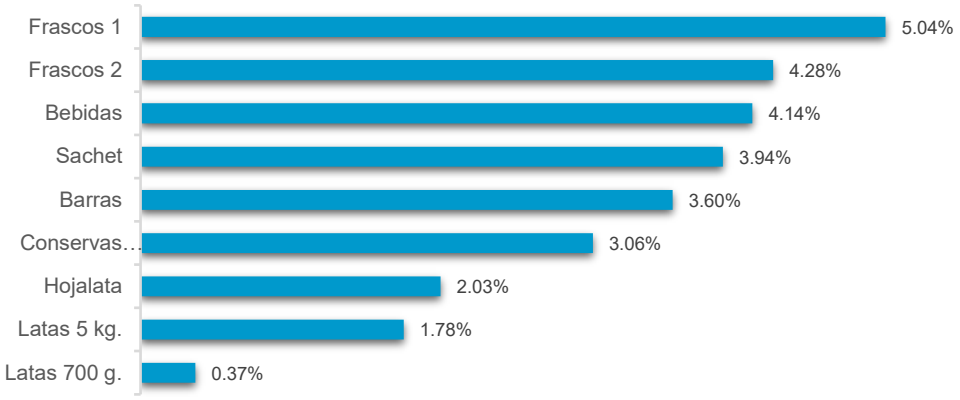


Figura N°5: Indisponibilidad del 2024 por línea productiva

En base a estos datos, se determinó la creación de grupos de mejora para las líneas de Frascos 1, Frascos 2 y Bebidas, con el objetivo de reducir el costo de transformación mediante la optimización de la disponibilidad de los equipos críticos.

Específicamente en la línea de Frascos 1, las principales detenciones del 2024 fueron en el sistema de elaborado, la agrupadora, la envasadora y la etiquetadora, como se puede observar en el gráfico de la figura N°6. El indicador de indisponibilidad por máquina que se presenta en la figura se compone del cociente entre las horas de detención totales de cada equipo y las horas de producción totales de la línea.

$$Indisponibilidad\ por\ máquina\ (\%) = \frac{Horas\ de\ detención\ totales\ de\ máquina}{Horas\ de\ producción\ totales\ de\ línea}$$

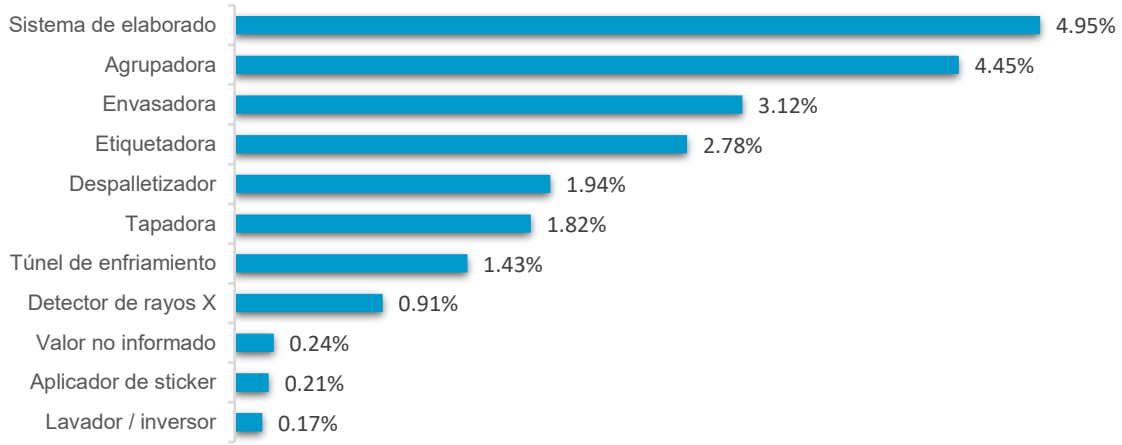


Figura N°6: Principales indisponibilidades del 2024 por máquina de línea de Frascos1

Haciendo un análisis más exhaustivo, se realizó un desglose de las causas asociadas a cada máquina crítica (sistema de elaborado, agrupadora, envasadora, etiquetadora y tapadora). Este análisis permitió identificar patrones de indisponibilidad y clasificar las detenciones según su origen, facilitando así la asignación estratégica de recursos para su tratamiento.

MÁQUINA	CAUSAS PRINCIPALES (% participación)	TIPO DE CAUSA DOMINANTE
Sistema de elaborado	Set up (28.9%)	Operativa (set up / puesta a punto)
	Puesta a punto (21.6%)	
	Fallos generales (14.8%)	
Agrupadora	Defecto de material (37.2%)	Calidad de la materia prima / insumo
	Desajustes y fallos de componentes (22.5%)	
	Preparación de línea (12.1%)	
Envasadora	Set up (34.5%)	Operativa (set up)
	Regulaciones y fallos (17.4%)	
	Defecto de material (17.3%)	
Etiquetadora	Regulaciones (68.2%)	Preparación / Regulación
	Limpieza / Otros (18.4%)	
	Defectos en materia prima (14.6%)	
Tapadora	Desajustes y fallos mecánicos (45.3%)	Regulación / Calidad material
	Regulaciones (30%)	
	Defectos en materia prima (22.2%)	

Tabla N°1: Análisis de participación de causas de las principales detenciones

Cabe destacar que, para el análisis de la tabla N°1, se calculó el porcentaje de participación de las principales causas. Este se obtiene dividiendo las horas perdidas por el motivo en específico sobre el tiempo total de detención de la máquina analizada. De este análisis de causas emergen tres patrones operativos que fundamentan la asignación de recursos y la conformación de grupos de mejora:

En primer término, el sistema de elaborado presentó detenciones dominadas por causas operativas (set up del 28,9% y puesta a punto del 21,6%), asociadas principalmente a cambios de producto y al procedimiento específico de carga de azúcar. Si bien la mayoría de las mejoras en este sistema fueron asignadas al grupo base, dado que responden a procedimientos estandarizables y capacitaciones, la complejidad técnica del problema de carga de azúcar (con un 21,6% de participación) ameritó la conformación de un grupo de mejora enfocada, cuyo trabajo es relevante para optimización integral de la línea, sin embargo, no es objeto de profundización en el presente trabajo final.

En segundo término, se identificaron máquinas con detenciones de regulación y defectos de material (etiquetadora y tapadora), que presentan participaciones significativas de desajustes y fallos mecánicos, requiriendo análisis exhaustivo de degradación de

componentes, regulación de parámetros críticos y calidad de insumos. Estas máquinas fueron priorizadas para grupos de mejora dado que funcionan como cuellos de botella en la secuencia de envasado final.

En tercer lugar, se evidenció que la detención dominante de la agrupadora corresponde a defectos del material (motivo de detención que tiene un 37,2% de participación). En paralelo, la máquina presenta una participación significativa en los desajustes de sus componentes (22,5%), sugiriendo tanto problemas de calidad del proveedor como de regulación mecánica. Por estas razones, la máquina también fue seleccionada para ser tratada por un grupo de mejora orientado tanto al análisis de especificaciones y validación con proveedores como a la optimización de regulaciones internas.

Finalmente, la envasadora, que presenta una participación importante de set up (34,5%), fue asignada mayoritariamente al tratamiento en su grupo base dado que sus mejoras responden a estándares vinculados al cambio de producto, sin presentar complejidad técnica crítica que requiera dedicación especializada.

En resumen, se conformaron dos grupos de mejoras enfocadas en la línea (uno destinado a la reducción de la indisponibilidad del sistema de elaborado: carga de azúcar, y otro a la reducción de la indisponibilidad de la tapadora, etiquetadora y agrupadora), complementados por grupos base responsables de mejoras transversales en estándares, preparación de línea, limpieza y alistamiento. El presente trabajo se enfoca en el análisis profundo de las máquinas tapadora, etiquetadora y agrupadora, cuyo impacto en la eficiencia de la línea y complejidad causal justifican una investigación exhaustiva mediante la metodología de los 7 pasos de la mejora continua.

La conformación del grupo de mejora enfocado en la agrupadora, etiquetadora y tapadora representa un trabajo sobre un segmento significativo de la indisponibilidad de la línea de Frascos 1. Conjuntamente, estas tres máquinas acumularon aproximadamente el 40% de las detenciones totales registradas en 2024, lo que evidencia el impacto potencial de las mejoras implementadas sobre la eficiencia operativa de la línea.

4.2. PASO 1: COMPRENSIÓN DE LA SITUACIÓN

Durante el año 2024 se registraron todas las detenciones de la línea de Frascos 1, clasificándolas por máquina, taller, motivos, producto, fecha y horario. Este registro integral permitió construir una base de datos que refleja el comportamiento real del sistema productivo,

facilitando una evaluación exhaustiva de la disponibilidad de cada máquina con el propósito de comprender la problemática existente.

Complementariamente, se realizó el seguimiento de las detenciones en los meses transcurridos del 2025, previos al comienzo del trabajo realizado, es decir, enero y febrero. Este análisis complementario permitió validar si los patrones identificados en 2024 se mantienen o presentan variaciones significativas, así como detectar causas emergentes no anticipadas en el análisis inicial.

Para realizar un estudio estratégico en las tres máquinas críticas, se empleó una metodología de análisis de densidad de impacto operativo. La aproximación se desarrolló en dos etapas: primero, se identificaron las diez principales causas de indisponibilidad registradas en cada máquina durante 2024, ordenadas por acumulación de horas de detención; segundo, se aplicó un análisis de Pareto sobre este conjunto de datos para diferenciar las causas críticas que concentran la mayoría del impacto. Este enfoque permitió eliminar causas residuales de baja incidencia operativa mientras se mantenía un horizonte de análisis viable para la profundización posterior en análisis de causas raíz y la implementación de mejoras sostenibles.

4.2.1. Análisis de detenciones por máquina

I) Tapadora

La máquina tapadora registró un total de 76,9 horas de indisponibilidad durante 2024, siendo la de menor volumen de detenciones de las tres máquinas estudiadas. Este equipo constituye un cuello de botella crítico en la secuencia de envasado final, dado que cualquier detención interrumpe inmediatamente la alimentación de producto hacia las etapas posteriores (enfriamiento, etiquetado y agrupado).

Las causas incluyen fallos y regulaciones del inversor de tapas (sistema que voltea las tapas para su aplicación), regulaciones y defectos en las tapas que provocaban que se traben en diferentes puntos del equipo. Al examinar las diez principales causas de indisponibilidad mediante el diagrama de Pareto de la figura N°7, resulta evidente que las cinco causas de mayor participación son las que generan el 80% de los problemas, las cuales acumulan 47,8 horas, equivalentes al 62,2% de la indisponibilidad total de la máquina.

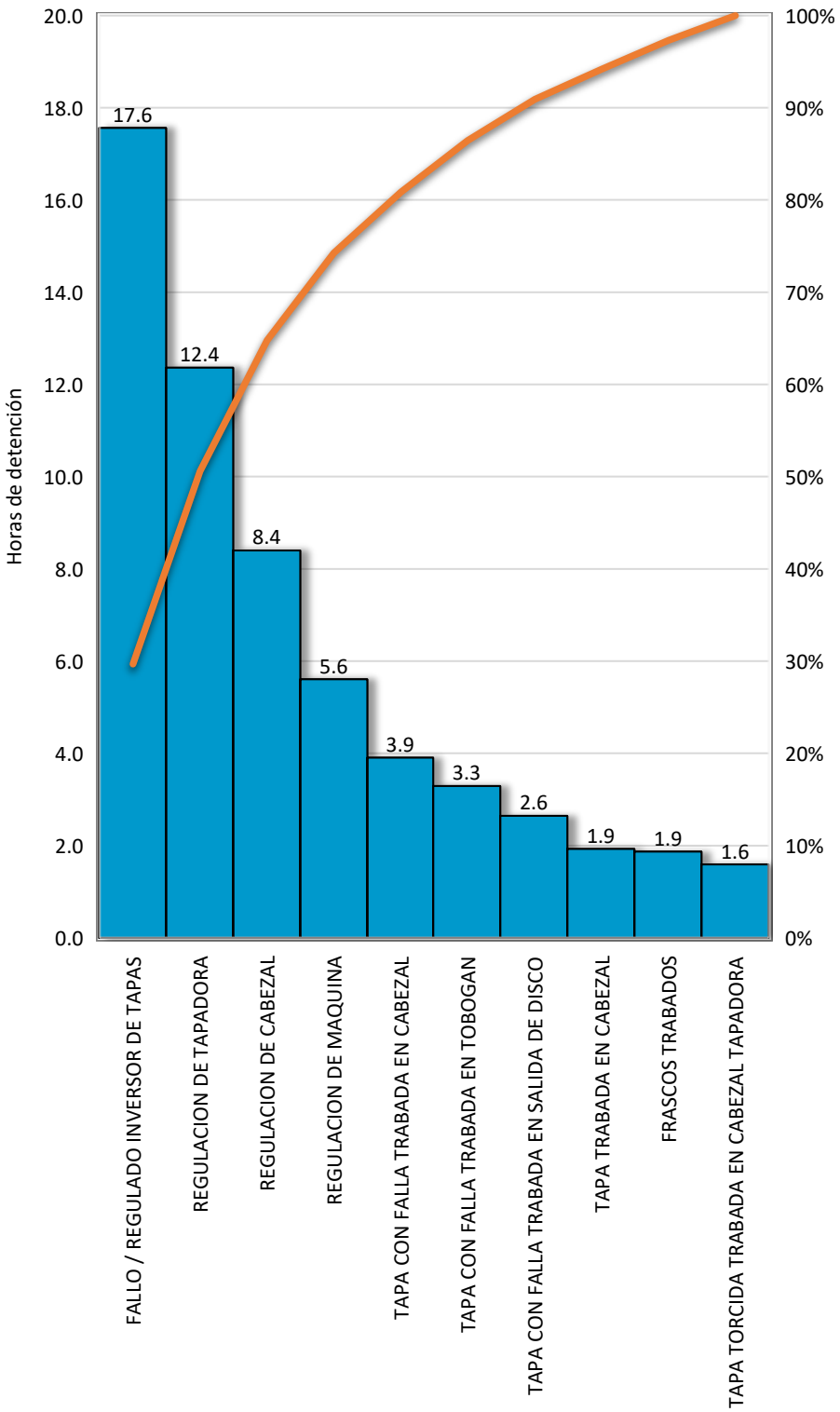


Figura N°7: Diagrama de Pareto de las principales detenciones de tapadora

Los cinco principales motivos de indisponibilidad fueron los que se pueden observar en la tabla N°2.

MOTIVO	DETENCIÓN	HORAS	INDISPONIBILIDAD	PARTICIPACIÓN
Fallos de proceso / Mecánico	Fallo / Regulado inversor de tapas	17.6	0.46%	22.8%
Fallos de proceso / Mecánico	Regulación de tapadora	12.4	0.32%	16.1%
Fallos de proceso / Mecánico	Regulación de cabezal	8.4	0.22%	10.9%
Fallos de proceso / Mecánico	Regulación de máquina	5.6	0.15%	7.3%
Defecto de material	Tapa con falla trabada en cabezal	3.9	0.10%	5.1%

Tabla N°2: Principales detenciones del 2024 de la tapadora

La causa dominante corresponde al fallo o regulación del inversor de tapas, responsable de 17,6 horas (22,8%) de las detenciones totales. Esta causa representa más de una cuarta parte de la indisponibilidad, indicando una vulnerabilidad crítica en un componente fundamental de la máquina. A partir del análisis detallado de estas detenciones, se identificó que más del 50% de las paradas por este motivo registradas en 2024 corresponden a producciones del formato de mermelada Artesanal. El problema específico radica en que el nuevo diseño de tapa utilizado para este formato presenta una diferencia de 4 milímetros respecto al estándar original, lo que genera que las tapas se traben tanto en el inversor como en el cabezal de la máquina. Esta incompatibilidad de dimensiones provoca que los frascos salgan mal tapados o que las tapas se traben durante el proceso de aplicación, requiriendo intervención continua del operador. El patrón se mantiene de forma sistemática durante toda la producción de este formato, evidenciando que no es un problema ocasional. Las siguientes causas (regulación de tapadora, regulación de cabezal, regulación de máquina y tapa con falla trabada en cabezal) evidencian lo expuesto en el párrafo anterior: la mayoría de las detenciones están asociadas a regulaciones y ajustes o a defectos de material.

II) Etiquetadora

La etiquetadora acumuló 117,3 horas de indisponibilidad durante 2024, presentando un volumen de detenciones intermedio entre las tres máquinas analizadas. El análisis del diagrama de Pareto de la figura N°8 aplicado a sus diez principales causas identifica un patrón de distribución más homogéneo que el observado en la tapadora, sin una causa completamente dominante, pero con un grupo de cinco causas que concentra más de la mitad del impacto.

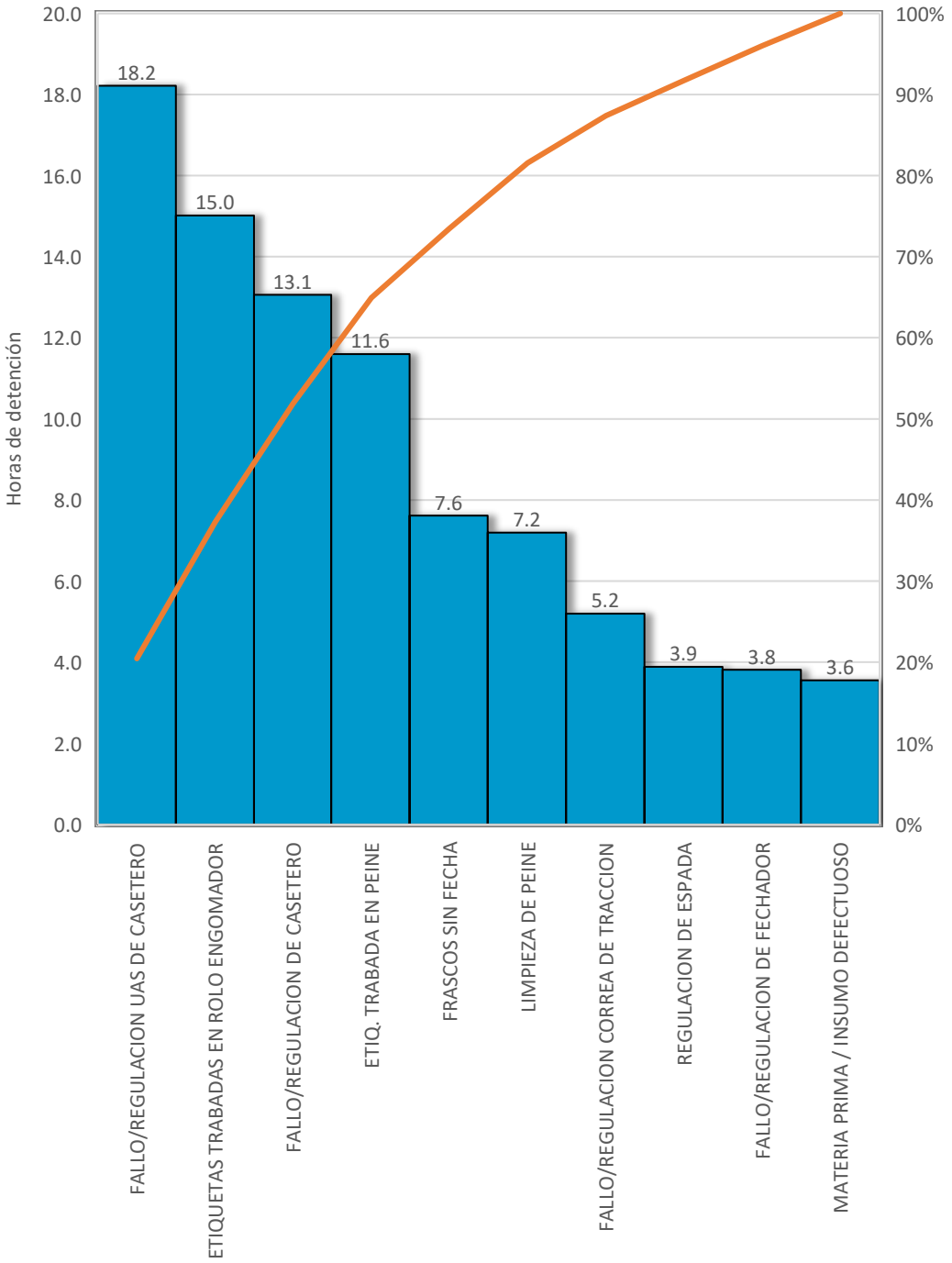


Figura N°8: Diagrama de Pareto de las principales detenciones de etiquetadora

Aplicando la lógica de Pareto, las causas que generan el 80% de los fallos principales son las seis primeras, las cuales acumulan 72,7 horas equivalente al 62% del total de indisponibilidad de la máquina. Estas causas son las presentadas en la tabla N°3: fallo o regulación de uñas de casetero, etiquetas trabadas en rolo engomador, fallo o regulación de casetero, etiquetas trabadas

en peine, frascos sin fecha y limpieza de peine. El análisis de estas causas revela un patrón distintivo: la primera y la tercera corresponden a regulaciones y ajustes del sistema de aplicación de etiquetas, mientras que la segunda y cuarta evidencian atrapamiento de etiquetas en componentes específicos de la máquina, en cuanto a la sexta, corresponde a la limpieza del peine debido a la acumulación de adhesivo durante la producción.

MOTIVO	DETENCIÓN	HORAS	INDISPONIBILIDAD	PARTICIPACIÓN
Fallo de proceso / Mecánico	Fallo / Regulación de uñas de casetero	18.2	0.48%	15.5%
Fallo de proceso / Mecánico	Etiquetas trabadas en rolo engomador	15.0	0.39%	12.8%
Fallo de proceso / Mecánico / Producción normal	Fallo / Regulación de casetero	13.1	0.34%	11.1%
Fallo de proceso / Producción normal	Etiqueta trabada en peine	11.6	0.30%	9.9%
Fallo de proceso / Mecánico	Frascos sin fecha	7.6	0.20%	6.5%
Fallo de proceso / Producción normal	Limpieza de peine	7.2	0.19%	6.1%

Tabla N°3: Principales detenciones del 2024 de la etiquetadora

La concentración de detenciones en regulaciones y desajustes de componentes indica que la máquina requiere calibración frecuente de parámetros operativos para mantener estabilidad en la producción. Complementariamente, el atrapamiento de etiquetas sugiere problemas en el estado o especificación del insumo.

Específicamente, la desregulación de las uñas y casetero genera que las etiquetas se traben en el peine y rolo engomador durante el proceso de aplicación, lo que ocasiona acumulación de etiquetas y detención de la máquina. Como resultado de estos atrapamientos, se generan frascos mal etiquetados, etiquetas rotas y/o frascos sin etiquetas. Los operarios detectan estos desajustes visualmente durante la producción, requiriendo parar la máquina y regular los parámetros del casetero y las uñas para permitir que las etiquetas fluyan correctamente. Por otro lado, dentro de las principales detenciones también se presenta la limpieza de peine, que se debe realizar por el exceso de adhesivo acumulado en el peine regulador, causado por la mala regulación de este componente o porque el rolo se encuentra agrietado, impidiendo nuevamente que las etiquetas fluyan correctamente hacia la aplicación. Ambos problemas se presentan de forma recurrente durante todos los meses de 2024, indicando que responden a deficiencias sistemáticas en procedimientos de regulación y en el estado de los componentes de la máquina, más que a situaciones puntuales.

III) Agrupadora

La agrupadora registró 187,8 horas de indisponibilidad durante 2024, siendo la de mayor volumen de detenciones entre las tres máquinas críticas. El análisis del diagrama de Pareto de las diez principales causas revela una concentración significativa en causas asociadas a la calidad de los insumos (bandejas y bobina de termo-contraíble) y preparación de la línea. Las diez causas principales que se pueden observar en la figura N°9 acumulan 128,6 horas, equivalente al 68,5% de la indisponibilidad total. Si aplicamos la lógica de Pareto en las diez causas principales, el 80% de los efectos de los fallos es generado por las primeras seis causas, que concentran el 54,7% del total de horas de detención de la agrupadora.

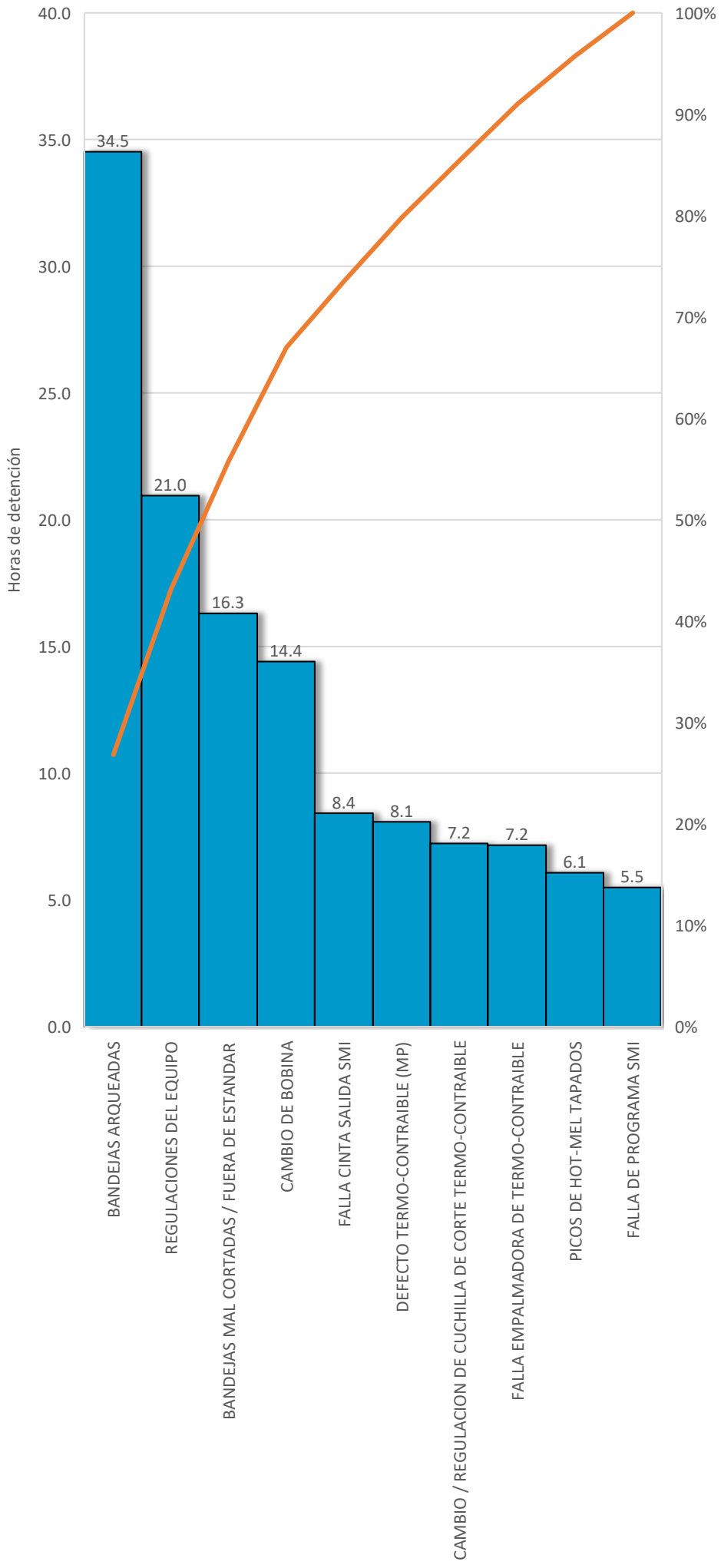

Horas de detención
40.0
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
34.5
21.0
16.3
14.4
8.4
8.1
7.2
7.2
6.1
5.5
BANDEJAS ARQUEADAS
REGULACIONES DEL EQUIPO
BANDEJAS MAL CORTADAS / FUERA DE ESTANDAR
CAMBIO DE BOBINA
FALLA CINTA SALIDA SMI
DEFECTO TERMO-CONTRAIBLE (MP)
CAMBIO / REGULACION DE CUCHILLA DE CORTE TERMO-CONTRAIBLE
FALLA EMPALMADORA DE TERMO-CONTRAIBLE
PICOS DE HOT-MEL TAPADOS
FALLA DE PROGRAMA SMI

Figura N°9: Diagrama de Pareto de las detenciones de la agrupadora

Como se puede ver en la tabla N°4, la causa dominante corresponde a bandejas arqueadas, responsable de 34,5 horas de las detenciones totales. Esta causa refleja un problema en la cadena de suministro, debido a que las bandejas de cartón llegan del proveedor con defectos en su forma (arqueamiento) que impiden el procesamiento correcto en la máquina y provocan detenciones. Durante el análisis se observó que, aunque existe control visual de recepción en la línea, en donde los operarios intentan enderezar las bandejas defectuosas, algunas llegan arqueadas a la máquina y no son detectadas. Cuando estas bandejas suben por la cadena elevadora de cartones, no pasan correctamente a la mesa de la formadora si no que quedan trabadas. El sensor de detección identifica presencia de cartones y permite que los frascos ingresen a la formadora, pero sin la bandeja correspondiente, lo que genera atrapamiento de frascos dentro de la máquina. Esta situación, que fue detectada en todos los meses del 2024, provoca roturas de frascos y demora en la limpieza manual. Además, la tercera causa principal, bandejas mal cortadas o fuera de estándar, demuestra también este patrón de defectos en los insumos. Otra causa relacionada al defecto de la materia prima es la del defecto en el termo-contraíble, film que rodea los bultos de frascos, con un total de 8,1 horas. En conjunto, las causas de calidad de insumo (bandejas y termo-contraíble) representan el 37,2 de la indisponibilidad total de la agrupadora, confirmando que la mayor oportunidad de mejora reside en la revisión y validación de especificaciones con proveedores.

MOTIVO	DETENCIÓN	HORAS	INDISPONIBILIDAD	PARTICIPACIÓN
Defecto de material	Bandejas arqueadas	34.5	0.91%	18.4%
Fallo de proceso / Mecánico	Regulaciones del equipo	21.0	0.55%	11.2%
Defecto de material	Bandejas mal cortadas / fuera de estándar	16.3	0.43%	8.7%
Fallo de proceso / Mecánico / Producción normal	Cambio de bobina	14.4	0.38%	7.7%
Fallo de proceso / Mecánico	Falla cinta salida SMI	8.4	0.22%	4.5%
Fallo de proceso / Mecánico / Defecto de material	Defecto en film termo-contraíble (MP)	8.1	0.21%	4.3%

Tabla N°4: Principales detenciones del 2024 de la agrupadora

El análisis comparativo de las tres máquinas identifica patrones de causa de detenciones diferenciados. Las causas de detención de la tapadora son dominadas por la indisponibilidad del herramental adecuado para el formato de frasco nuevo, señalando que la máquina requiere revisión de sus parámetros de diseño o una adaptación de regulaciones específicas para este formato. La etiquetadora presenta una distribución más homogénea de causas, con predominancia de desregulaciones que generan atascamiento de etiquetas. La

agrupadora, por su parte, presenta la mayor parte de sus detenciones por defectos de calidad en sus insumos, revelando que las mejoras deben orientarse prioritariamente hacia la validación con proveedores y controles de recepción.

Las detenciones registradas en las tres máquinas durante 2024 generan pérdidas directas cuantificables. A nivel de indisponibilidad de máquina, la tapadora presentó una indisponibilidad de 1,82%, la etiquetadora un 2,78% y la agrupadora un 4,45%, todas por encima de sus valores esperados. En términos productivos, la acumulación de 382,03 horas de indisponibilidad en las tres máquinas significa que no pudieron procesar aproximadamente 1,6 millones de kilogramos de mermelada durante 2024. A nivel de recursos humanos, la pérdida de horas hombre fue de aproximadamente 6389 horas, lo que equivale a una pérdida económica de mano de obra directa de USD$106 284 aproximadamente, debido a las reiteradas paradas de las máquinas.

Estas pérdidas operativas refuerzan la necesidad de intervención estratégica en estas máquinas como medio para alcanzar los objetivos de eficiencia y reducción de costo de transformación establecidos al inicio del proyecto.

4.2.2. Objetivos específicos de mejora

Basándose en el análisis de detenciones registradas durante 2024 y los patrones de causa identificados, se establecieron objetivos específicos de mejora para cada máquina. Estos objetivos representan reducciones viables de indisponibilidad que contribuirán al objetivo global de la línea.

A continuación, para cada máquina se especifica el objetivo de reducción de indisponibilidad, el desglose esperado de mejora por causa principal, y el impacto económico objetivo.

I) Máquina Tapadora

Para la tapadora se proyecta disminuir la indisponibilidad de un 1,82% a un 1,29%, es decir, el 71% del valor del 2024. Esto representa una reducción efectiva del 29% en la indisponibilidad, lo que genera un ahorro estimado de USD$5678 en costos de mano de obra directa. Este cálculo considera la valorización de la tasa de mano de obra directa a diciembre 2025.

Para alcanzar este objetivo, se proyecta el siguiente desglose de mejora por causa principal:

TAPADORA LÍNEA DE FRASCOS 1			
REAL 2024	**PRINCIPALES DETENCIONES**	**HORAS 2024**	**% INDISPONIBILIDAD 2024**
	FALLO / REGULADO INVERSOR DE TAPAS	17.6	0.42%
	REGULACION DE TAPADORA	12.4	0.29%
	REGULACION DE CABEZAL	8.4	0.20%
	REGULACION DE MAQUINA	6.5	0.13%
	TAPA CON FALLA TRABADA EN CABEZAL	3.9	0.09%
	TOTAL DE MÁQUINA	**76.9**	**1.82%**
OBJETIVO 2025	**% DE PROPORCIÓN DE REDUCCIÓN OBJETIVO:**		**71%**
	PRINCIPALES DETENCIONES		**% INDISPONIBLIDAD OBJETIVO 2025**
	FALLO / REGULADO INVERSOR DE TAPAS		0.30%
	REGULACION DE TAPADORA		0.21%
	REGULACION DE CABEZAL		0.14%
	REGULACION DE MAQUINA		0.09%
	TAPA CON FALLA TRABADA EN CABEZAL		0.07%
	TOTAL DE MÁQUINA		**1.29%**

Tabla N°5: Indisponibilidad objetivo de la tapadora

II) Máquina Etiquetadora

Para la etiquetadora se establece un objetivo de reducción de indisponibilidad del 31%, pasando de 2,78% a 1,92%, lo cual representa el 69% del valor inicial. Esta reducción genera un ahorro estimado de USD$9048 en costos de mano de obra directa, considerando también la valorización de la tasa de mano de obra directa a diciembre 2025.

El desglose esperado de mejora por causa principal es el siguiente:

ETIQUETADORA LÍNEA DE FRASCOS 1			
REAL 2024	**PRINCIPALES DETENCIONES**	**HORAS 2024**	**% INDISPONIBILIDAD 2024**
	FALLO/REGULACION DE UÑAS DE CASETERO	18.2	0.43%
	ETIQUETAS TRABADAS EN ROLO ENGOMADOR	15.0	0.36%
	FALLO/REGULACION DE CASETERO	13.1	0.31%
	ETIQUETA TRABADA EN PEINE	11.6	0.27%
	FRASCOS SIN FECHA	7.6	0.18%
	LIMPIEZA DE PEINE	7.2	0.17%
	TOTAL DE MÁQUINA	**117.3**	**2.78%**
OBJETIVO 2025	**% DE PROPORCIÓN DE REDUCCIÓN OBJETIVO:**		**69%**
	PRINCIPALES DETENCIONES		**% INDISPONIBLIDAD OBJETIVO 2025**
	FALLO/REGULACION DE UÑAS DE CASETERO		0.30%
	ETIQUETAS TRABADAS EN ROLO ENGOMADOR		0.25%
	FALLO/REGULACION DE CASETERO		0.21%
	ETIQUETA TRABADA EN PEINE		0.19%
	FRASCOS SIN FECHA		0.12%
	LIMPIEZA DE PEINE		0.12%
	TOTAL DE MÁQUINA		**1.92%**

Tabla N°6: Indisponibilidad objetivo de la etiquetadora

III) Máquina Agrupadora

El objetivo de reducción de indisponibilidad definido para la agrupadora es del 42%, lo que representa un ahorro estimado de USD$19 734. Se estima pasar de un 4,45% de indisponibilidad a un valor de 2,58%, es decir, el 58% del valor inicial.

El desglose esperado de la mejora por causa principal es el siguiente:

AGRUPADORA LÍNEA DE FRASCOS 1			
REAL 2024	**PRINCIPALES DETENCIONES**	**HORAS 2024**	**% INDISPONIBILIDAD 2024**
	BANDEJAS ARQUEADAS	34.5	0.82%
	REGULACIONES DEL EQUIPO	21.0	0.50%
	BANDEJAS MAL CORTADAS / FUERA DE ESTÁNDAR	16.3	0.39%
	CAMBIO DE BOBINA	14.4	0.34%
	FALLA EN CINTA DE SALIDA	8.4	0.20%
	DEFECTO TERMO-CONTRAÍBLE (MP)	8.1	0.19%
	TOTAL DE MÁQUINA	**187.8**	**4.45%**
OBJETIVO 2025	**% DE PROPORCIÓN DE REDUCCIÓN OBJETIVO:**	**58%**	
	PRINCIPALES DETENCIONES	**% INDISPONIBLIDAD OBJETIVO 2025**	
	BANDEJAS ARQUEADAS	0.47%	
	REGULACIONES DEL EQUIPO	0.29%	
	BANDEJAS MAL CORTADAS / FUERA DE ESTÁNDAR	0.22%	
	CAMBIO DE BOBINA	0.20%	
	FALLA EN CINTA DE SALIDA	0.12%	
	DEFECTO TERMO-CONTRAÍBLE (MP)	0.11%	
	TOTAL DE MÁQUINA	**2.58%**	

Tabla N°7: Indisponibilidad objetivo de la agrupadora

En total, se proyecta un ahorro estimado en costos de mano de obra directa de USD$34 460. Durante 2025 se evaluará tanto el progreso global de las máquinas como el progreso de las principales causas de detenciones.

4.3. PASO 2: RESTAURACIÓN DE LA CONDICIÓN BÁSICA

La restauración de la condición básica constituye una base fundamental para este trabajo, debido a que ayuda a sacar a la luz todas las anormalidades presentes en las máquina, revisando junto al equipo de producción y mantenimiento el cumplimiento de las condiciones básicas del sector. En este paso se utiliza la herramienta PEP, que permite la evaluación sistemática de estándares operativos en tres dimensiones: Persona (procedimientos, capacitaciones, responsabilidades), Equipo (componentes, mantenimiento preventivo, estándares de regulación) y Proceso (estándares de producto y de proceso), en los componentes críticos de cada máquina.

Esta etapa de la metodología de la mejora continua está directamente ligada al Paso 3 del pilar de Mantenimiento Autónomo del TPM, cuyo objetivo general es definir estándares

de limpieza, inspección, lubricación y operación que permitan mantener los equipos en condición básica.

Los hallazgos de cada análisis PEP se presentan a continuación, organizados por máquina, identificando diferencias entra la condición actual y el estándar requerido para el Paso 3 de Autónomo.

4.3.1. Análisis PEP por máquina

I) Máquina Tapadora

El análisis PEP de la tapadora se realizó desagregando los componentes críticos: inversor de tapas y cabezal tapador.

a. Inversor de tapas

Como se mencionó anteriormente, el inversor es uno de los componentes involucrados en la detención por tapas trabadas o tapas dadas vuelta, debido a que el mismo no se encuentra preparado para el tamaño de la tapa, es por esto que recurrentemente se debe regular la altura del inversor para minimizar las tapas trabadas en el equipo.

- Factor Equipo:

  El análisis del equipo que se puede observar en la tabla N°8 reveló que el chequeo que se realiza en el arranque de la producción no cuenta con un control asociado al inversor. También se reveló que no existen estándares de regulación y funcionamiento de este componente de la máquina y que ni el plan preventivo de mantenimiento ni el de autónomo contemplan una inspección específica del inversor. Sin embargo, sí se evidenció el control preventivo por parte de los maquinistas asociado a la regulación de la altura de la máquina, con una frecuencia adecuada, y con tarjetas asociadas cerradas correctamente. Específicamente del inversor, se encuentran registradas y cerradas tanto tarjetas rojas como azules y tratamiento de fallos, lo que quiere decir que se realiza un mantenimiento correctivo tanto por parte del autónomo como del técnico.

EQUIPO			
¿Existe Hoja de Revisión de Autónomo o chequeo de arranque que incluya su control? Si existe, analizar por qué no fue efectivo/eficiente.	¿Existe Hoja de Revisión de Mantenimiento que incluya su control? Si existe, analizar por qué no fue efectivo/eficiente.	¿Hay Órdenes de Trabajo generadas para este equipo?	¿Tiene estándar de regulación o de funcionamiento? Si existe, analizar por qué no fue efectivo/eficiente.
NO No existe control asociado al inversor en el check de arranque de producción. Existen HR para revisar la regulación de la altura de la máquina, cada 21 días, y se evidencia que se han realizado y se han cerrado tarjetas asociadas.	**NO** No existe una hoja de revisión de mantenimiento asociada al inversor.	**SI** Se evidencia registro de tarjetas azules, tarjeta roja y tratamiento de fallos en este componente.	**NO** No existen estándares asociados al inversor.

Tabla N°8: Análisis PEP de inversor de tapadora – Equipo

- Factor Proceso:

  En lo que respecta a los estándares de producto y proceso, se evidencia que existen las especificaciones técnicas de las tapas y el instructivo de trabajo adecuado, pero no existe una frecuencia de control del cumplimiento de los estándares definidos en la especificación y tampoco se encuentran detallados los parámetros del inversor en el instructivo, como se puede ver en la tabla N°9.

PROCESO	
¿Se cumple con el estándar de producto (especificación técnica del producto)?	¿Se cumple con el estándar de proceso (especificación técnica del proceso y parámetros en instructivo de trabajo)?
SI Pero no existe una frecuencia de control del cumplimiento del estándar establecido.	**SI** Existe un instructivo de trabajo, pero en el mismo no se encuentran detallados los parámetros.

Tabla N°9: Análisis PEP de inversor de tapadora – Proceso

- Factor Persona:

  El análisis de esta dimensión del análisis PEP, que lo puede observar en la tabla N°10, reveló que se realizó la capacitación correspondiente, pero en el instructivo de trabajo de la tapadora no se especifica el funcionamiento y regulación del inversor.

PERSONA	
¿Las personas están capacitadas para la tarea?	¿Existe instructivo para la tarea?
SI Existe la capacitación correspondiente.	**NO** No existe un instructivo específico asociado al inversor.

Tabla N°10: Análisis PEP de inversor de tapadora – Persona

Gracias al análisis PEP realizado, se determinaron las siguientes acciones para restablecer la condición básica del inversor de tapas:

- Control preventivo de mantenimiento autónomo: Agregar el control del estado del inversor y de sus estrellas al chequeo de arranque-fin de producción.
- Capacitar al personal en la revisión del inversor tanto en los puntos de desgaste como de lubricación.
- Estándares de regulación: Medir y estandarizar medidas tanto en inversor como en sus guías de entrada y salida, y agregar las mismas al chequeo de arranque de producción. Además, agregar al instructivo de trabajo la tarea de revisión de estos estándares en el equipo y capacitar.
- Control preventivo de mantenimiento planificado: Generar hoja de revisión de mantenimiento asociada a la verificación del estado del inversor y sus guías.

b. Cabezal de tapadora

El cabezal es el componente donde ocurre la aplicación y presurización de la tapa, generando el cierre hermético del frasco con mermelada ya dosificada en su interior. Como se reveló en el análisis de la sección anterior, la regulación de este componente de la máquina representa la tercer detención que más se presenta.

- Factor Equipo:

  Al realizar el análisis de la dimensión del equipo, tabla N°11, se evidenció que tanto el plan preventivo autónomo como el de mantenimiento contemplan los controles asociados al cabezal, y tienen evidencia de su cumplimiento y sus estándares definidos.

EQUIPO			
¿Existe Hoja de Revisión de Autónomo o chequeo de arranque que incluya su control? Si existe, analizar por qué no fue efectivo/eficiente.	¿Existe Hoja de Revisión de Mantenimiento que incluya su control? Si existe, analizar por qué no fue efectivo/eficiente.	¿Hay Órdenes de Trabajo generadas para este equipo?	¿Tiene estándar de regulación o de funcionamiento? Si existe, analizar por qué no fue efectivo/eficiente.
SI Existe control asociado al resorte del cabezal en el check de arranque de producción y HR del sistema de lubricación del cabezal, cada 21 días, y se evidencia su cumplimiento.	**SI** Existen hojas de revisión de mantenimiento asociadas al cabezal (altura, apertura, paralelismo de su soporte), cada 35 días. Además, existe una hoja de revisión cada 182 días para cambiar los bujes del cabezal (con su correspondiente estándar). Se evidencia cumplimiento de estas HR.	**SI** Se registran tarjetas rojas en el componente del equipo.	**SI** Existen estándares de regulación y lubricación asociados al cabezal del equipo y existe un estándar de recambio de componentes.

Tabla N°11: Análisis PEP de cabezal de tapadora – Equipo

- Factor Proceso:

El análisis detallado en la tabla N°12 reveló que no existe un procedimiento que defina los parámetros del cabezal, ni cómo ajustarlos según los cambios de formato.

PROCESO	
¿Se cumple con el estándar de producto (especificación técnica del producto)?	¿Se cumple con el estándar de proceso (especificación técnica del proceso y parámetros en instructivo de trabajo)?
SI Pero no existe una frecuencia de control del cumplimiento del estándar establecido.	**SI** Existe un instructivo de trabajo, pero en el mismo no se encuentran detallados los parámetros.

Tabla N°12: Análisis PEP de cabezal de tapadora – Proceso

- Factor Persona:
  Al igual que el inversor, el procedimiento de regulación del cabezal no se encuentra especificado en un instructivo de trabajo, pero sí se evidencia que se realizó la capacitación correspondiente a los maquinistas y técnicos de mantenimiento, como se puede ver en la tabla N°13.

PERSONA	
¿Las personas están capacitadas para la tarea?	¿Existe instructivo para la tarea?
SI Existe la capacitación correspondiente.	**NO** No existe un instructivo específico asociado al cabezal.

Tabla N°13: Análisis PEP de cabezal de tapadora – Persona

Del análisis PEP ejecutado sobre el cabezal de la tapadora, resultaron las siguientes acciones para restablecer su condición básica:

- Estándares de regulación: Medir y estandarizar medidas de entrada y salida de cabezal, y agregar las mismas al chequeo de arranque de producción. Además, agregar al instructivo de trabajo la tarea de revisión de estos estándares en el equipo y capacitar.

En los dos análisis realizados sobre los componentes de la tapadora se identificó la necesidad de medir y documentar los estándares asociados a sus regulaciones. Por este motivo, se planteó realizar un manual de estándares de regulación de la tapadora, no solo del inversor y cabezal, sino que de la totalidad de la máquina. En el mismo se detallarán los componentes de la máquina, sus parámetros estandarizados, el procedimiento y la herramienta a utilizar para su regulación. Este manual irá

acompañado de su capacitación correspondiente tanto a operadores como a técnicos de la máquina.

II) Máquina Etiquetadora

El análisis PEP de la etiquetadora se realizó desagregando sus cuatro componentes críticos: uñas superiores/inferiores/laterales, casetero de etiquetas, rolo engomador, y peine de transferencia.

a. Uñas superiores, inferiores y laterales

Las uñas son los componentes que sostienen las etiquetas. Las etiquetas deben ser sostenidas lo más rectas posibles para que el etiquetado sea efectivo y no tenga inconvenientes como etiquetas rotas, dobladas o trabadas en el peine, generados por la presión que ejercen las mismas al estar las uñas demasiado ajustadas.

- Factor Equipo:

El análisis del equipo que se detalla a continuación, en la tabla N°14, reveló que las uñas tienen un plan preventivo asignado, con un cumplimiento adecuado.

Respecto a la estandarización de estos componentes, no se evidenciaron sus estándares de recambio. Sin embargo, al tener un plan preventivo tanto de mantenimiento como de autónomo, si las uñas no están en correcto estado se cambian al momento de realizar la hoja de revisión correspondiente.

EQUIPO			
¿Existe Hoja de Revisión de Autónomo o chequeo de arranque que incluya su control? Si existe, analizar por qué no fue efectivo/eficiente.	¿Existe Hoja de Revisión de Mantenimiento que incluya su control? Si existe, analizar por qué no fue efectivo/eficiente.	¿Hay Ordenes de Trabajo generadas para este equipo?	¿Tiene estándar de regulación o de funcionamiento? Si existe, analizar por qué no fue efectivo/eficiente.
SI Existe HR de autónomo cada 28 días asociada a las uñas, con estándar detallado. Se evidencia su cumplimiento.	**SI** Existen HR de mantenimiento cada 63 días relacionadas a las uñas.	**SI** Se registran tarjetas azules por regulaciones y tarjetas rojas asociadas a las uñas.	**NO** No existen estándares de recambio de las uñas. Sin embargo, al estar por Hoja de Revisión de mantenimiento y de Autónomo, en caso de que no estén en correcto estado se cambian.

Tabla N°14: Análisis PEP de uñas de etiquetadora – Equipo

- Factor Proceso:

En la tabla N°15 se especifica el análisis del PEP llevado a cabo sobre el proceso, el mismo reveló que se cuenta con la especificación técnica de cada formato de etiqueta usada en la línea, con sus parámetros

detallados. En lo que respecto a la especificación de proceso, la etiquetadora no tiene una asociada, debido a que no implica un proceso de elaboración de producto.

PROCESO	
¿Se cumple con el estándar de producto (especificación técnica del producto)?	¿Se cumple con el estándar de proceso (especificación técnica del proceso y parámetros en instructivo de trabajo)?
SI Se cuenta con el estándar de cada formato de etiqueta detallado en la especificación técnica de producto.	**NO APLICA** Al no implicar un proceso de elaboración de producto, no tiene asociada una especificación técnica de proceso.

Tabla N°15: Análisis PEP de uñas de etiquetadora – Proceso

- Factor Persona:
  Las uñas requieren regulación de altura, profundidad de agarre y ancho de apertura, según corresponda. El análisis detallado en la tabla N°16 revela que a pesar de que los operadores titulares de la máquina se encuentran capacitados, el cuadro de maquinistas de reemplazo no tiene el conocimiento adecuado en el manejo de fallos. Además, se evidencia que existe un manual de fallos pero en el mismo no se detalla cómo se deben regular las uñas en el caso de que se presente un fallo.

PERSONA	
¿Las personas están capacitadas para la tarea?	¿Existe instructivo para la tarea?
NO Los operadores titulares se encuentran correctamente capacitados. Con respecto a los operadores que son cuadro de reemplazo, se evidencia poco conocimiento en el manejo de los fallos.	**NO** No existe un instructivo específico asociado a las uñas. Si bien existe un manual de fallos, en el mismo no se detalla cómo realizar la regulación de las uñas.

Tabla N°16: Análisis PEP de uñas de etiquetadora – Persona

Las acciones contingentes que resultaron del análisis PEP de las uñas de la etiquetadora son las que se detallan a continuación.

- Estándares de regulación de uñas: Adjuntar al Manual de Fallos el procedimiento paso a paso de la regulación de las uñas del casetero.
- Capacitar a maquinistas titulares de la etiquetadora y a su cuadro de reemplazo en la regulación de las uñas superiores/inferiores/laterales.

b. Casetero de etiquetas

El casetero es el componente que sostiene y alimenta las etiquetas hacia el rolo engomador. Este se regula mediante un patrón y un buje adecuado para el formato de etiqueta que se esté utilizando. Si no se coloca el patrón y buje adecuado para la etiqueta utilizada, se puede producir rotura de etiquetas, etiquetas cruzadas o mal posicionadas.

- Factor Equipo:

  Según la tabla N°17, al realizar el análisis sobre el equipo se reveló que el casetero cuenta con planes preventivos de mantenimiento y autónomo adecuados, con su debido cumplimiento.

EQUIPO			
¿Existe Hoja de Revisión de Autónomo o chequeo de arranque que incluya su control? Si existe, analizar por qué no fue efectivo/eficiente.	¿Existe Hoja de Revisión de Mantenimiento que incluya su control? Si existe, analizar por qué no fue efectivo/eficiente.	¿Hay Órdenes de Trabajo generadas para este equipo?	¿Tiene estándar de regulación o de funcionamiento? Si existe, analizar por qué no fue efectivo/eficiente.
SI Existen HR de autónomo con frecuencia de 28 días asociadas al casetero (revisión de sus guías y soporte). Se evidencia su cumplimiento.	**SI** Existen HR de mantenimiento cada 63 días asociadas al casetero y sus componentes, con el debido cumplimiento.	**SI** Se registran tarjetas azules asociadas a la regulación del casetero, tarjetas rojas y tratamiento de fallo en el componente del equipo.	**SI** Existen estándares de regulación de altura de casetero.

Tabla N°17: Análisis PEP de casetero de etiquetadora – Equipo

- Factor Proceso:

  Al igual que en las uñas, el análisis del proceso revela que se cuenta con la especificación técnica de cada formato de etiqueta usada en la línea, con sus parámetros detallados, pero que en lo que respecta a la especificación de proceso, la etiquetadora no tiene una asociada, debido a que no implica un proceso de elaboración de producto, como se detalla en la tabla N°18.

PROCESO	
¿Se cumple con el estándar de producto (especificación técnica del producto)?	¿Se cumple con el estándar de proceso (especificación técnica del proceso y parámetros en instructivo de trabajo)?
SI Se cuenta con el estándar de cada formato de etiqueta detallado en la especificación técnica de producto.	**NO APLICA** Al no implicar un proceso de elaboración de producto, no tiene asociada una especificación técnica de proceso.

Tabla N°18: Análisis PEP de casetero de etiquetadora – Proceso

- Factor Persona:

  Según el análisis detallado en la tabla N°19, en el casero también se evidencia que el cuadro de reemplazo de la máquina no posee los conocimientos necesarios para el manejo de fallos, y tampoco está

registrado el proceso de regulación del casetero en el manual de fallos del equipo.

PERSONA	
¿Las personas están capacitadas para la tarea?	¿Existe instructivo para la tarea?
NO Los operadores titulares se encuentran correctamente capacitados. Con respecto a los operadores que son cuadro de reemplazo, se evidencia poco conocimiento en el manejo de los fallos.	**SI** No existe un instructivo específico asociado al casetero. Sin embargo, existe un manual de fallos en el que se detalla cómo realizar la regulación del casetero.

Tabla N°19: Análisis PEP de casetero de etiquetadora – Persona

Para el análisis PEP del casetero se plantea como acción contingente realizar la capacitación del cuadro de reemplazo establecido para la etiquetadora.

c. Rolo engomador

El rolo engomador es el componente que aplica el adhesivo sobre las etiquetas. El mismo se impregna de pegamento, “roba” las etiquetas del casetero y las traspasa a los frascos. Si hay un exceso de adhesivo en el rolo, se genera un mal etiquetado. En cambio, si hay poco o nulo adhesivo los frascos salen sin etiquetar. Es por esto que se debe mantener el rolo engomador limpio, de forma tal que tenga la cantidad de adhesivo ideal para pegar la etiqueta en el frasco.

- Factor Equipo:

  El análisis del equipo que se puede observar en la tabla N°20 reveló que existe un cumplimiento adecuado del plan preventivo de autónomo y de mantenimiento.

EQUIPO			
¿Existe Hoja de Revisión de Autónomo o chequeo de arranque que incluya su control? Si existe, analizar por qué no fue efectivo/eficiente.	¿Existe Hoja de Revisión de Mantenimiento que incluya su control? Si existe, analizar por qué no fue efectivo/eficiente.	¿Hay Órdenes de Trabajo generadas para este equipo?	¿Tiene estándar de regulación o de funcionamiento? Si existe, analizar por qué no fue efectivo/eficiente.
SI Existe HR de autónomo con frecuencia de 28 días asociada a la revisión del rolo, con su debido cumplimiento.	**SI** Existen HR de mantenimiento cada 63 días asociadas al rolo engomador (revisión del rolo y del sistema de lubricación de su eje), con el debido cumplimiento.	**SI** Se registran tarjetas azules, tarjetas rojas por el desgaste o fisuras del rolo.	**NO** No existen estándares de regulación del rolo engomador (no aplica).

Tabla N°20: Análisis PEP de rolo engomador de etiquetas – Equipo

- Factor Proceso:

  Al igual que en los demás componentes de la máquina, se evidencian las especificaciones técnicas de las etiquetas, pero no se tiene asociada una especificación del proceso debido a que no aplica para este sector, como se puede ver en la tabla N°21.

PROCESO	
¿Se cumple con el estándar de producto (especificación técnica del producto)?	¿Se cumple con el estándar de proceso (especificación técnica del proceso y parámetros en instructivo de trabajo)?
SI Se cuenta con el estándar de cada formato de etiqueta detallado en la especificación técnica de producto.	**NO APLICA** Al no implicar un proceso de elaboración de producto, no tiene asociada una especificación técnica de proceso.

Tabla N°21: Análisis PEP de rolo engomador de etiquetas – Proceso

- Factor Persona:

  El análisis de la tabla N°22 pone en evidencia que existe la necesidad de capacitación del cuadro de reemplazo de la máquina y que no existen estándares documentados de este componente.

PERSONA	
¿Las personas están capacitadas para la tarea?	¿Existe instructivo para la tarea?
NO Los operadores titulares se encuentran correctamente capacitados. Con respecto a los operadores que son cuadro de reemplazo, se evidencia poco conocimiento en el manejo de los fallos.	**NO** No existe un instructivo específico asociado al rolo engomador.

Tabla N°22: Análisis PEP de rolo engomador de etiquetas – Persona

En el caso del análisis PEP del rolo engomador, se plantea realizar la capacitación del cuadro de reemplazo establecido para la etiquetadora y documentar los estándares asociados al armado de la etiquetadora, incluyendo al rolo engomador y los componentes que lo rodean, como acción para restaurar la condición básica. Además, se detectó una frecuencia inusualmente alta de órdenes de trabajo asociadas al cambio del rolo engomador por fisura. Al analizar el historial de intervenciones y calcular el tiempo promedio transcurrido entre un cambio de rolo y la generación de una nueva solicitud de reemplazo, se observó un intervalo de aproximadamente 28 días. Este resultado sugiere la necesidad de revisar la frecuencia establecida en las hojas de mantenimiento preventivo, proponiendo reducirla de los 63 días actuales a 28 días para adecuarla al comportamiento real del componente en la producción.

d. Peine de transferencia

   El peine de transferencia es aquel que transfiere las etiquetas adheridas al rolo engomador hacia los frascos. Los dientes del peine deben ingresar en los canales del engomado del rolo sin tocarlos, así se evita la acumulación de adhesivo en el mismo, que provoca etiquetas rotas o cruzadas.

   - Factor Equipo:

     El análisis del equipo que se puede observar en la tabla N°23 reveló el plan preventivo del peine de transferencia tiene un cumplimiento

adecuado pero que no existen estándares asociados a este componente.

EQUIPO			
¿Existe Hoja de Revisión de Autónomo o chequeo de arranque que incluya su control? Si existe, analizar por qué no fue efectivo/eficiente.	¿Existe Hoja de Revisión de Mantenimiento que incluya su control? Si existe, analizar por qué no fue efectivo/eficiente.	¿Hay Ordenes de Trabajo generadas para este equipo?	¿Tiene estándar de regulación o de funcionamiento? Si existe, analizar por qué no fue efectivo/eficiente.
SI Existe HR de autónomo con frecuencia de 28 días asociada a la revisión del peine, con su debido cumplimiento.	**SI** Existen HR de mantenimiento cada 63 días asociadas al peine, con el debido cumplimiento.	**SI** Se registran tarjetas azules por regulación de peine y tarjetas rojas por peine desgastado.	**NO** No existen estándares de regulación del peine.

Tabla N°23: Análisis PEP de peine de transferencia de etiquetas – Equipo

- Factor Proceso:

  En la tabla N°24 se puede ver que se repite lo mismo que para los demás componentes de la etiquetadora, se cuenta con el estándar de todas las etiquetas y no aplica una especificación técnica de proceso en este caso.

PROCESO	
¿Se cumple con el estándar de producto (especificación técnica del producto)?	¿Se cumple con el estándar de proceso (especificación técnica del proceso y parámetros en instructivo de trabajo)?
SI Se cuenta con el estándar de cada formato de etiqueta detallado en la especificación técnica de producto.	**NO APLICA** Al no implicar un proceso de elaboración de producto, no tiene asociada una especificación técnica de proceso.

Tabla N°24: Análisis PEP de peine de transferencia de etiquetas – Proceso

- Factor Persona:

  Tal como se puede ver en la tabla N°25, en el análisis realizado se detectó la necesidad de capacitación de cuadro de reemplazo y de documentación del estándar asociado al correcto funcionamiento del peine.

PERSONA	
¿Las personas están capacitadas para la tarea?	¿Existe instructivo para la tarea?
NO Los operadores titulares se encuentran correctamente capacitados. Con respecto a los operadores que son cuadro de reemplazo, se evidencia poco conocimiento en el manejo de los fallos.	**NO** No existe un instructivo específico asociado al peine de transferencia.

Tabla N°25: Análisis PEP de peine de transferencia de etiquetas – Persona

En el análisis PEP de los componentes críticos de la etiquetadora se evidenció un factor común: la necesidad de capacitación del cuadro de reemplazo de los maquinistas del equipo y de documentación de estándares de regulación/funcionamiento de cada uno de los componentes. Por este motivo, se planteó como acción contingente de la etiquetadora armar un manual de regulaciones básicas de la etiquetadora, que contenga la identificación de cada uno de los componentes de la máquina, el procedimiento para armar la máquina previo a la producción y el estándar de regulación correspondiente. Posterior al armado, se deberá capacitar al cuadro de reemplazo de los operadores de la etiquetadora y reforzar el contenido en estos últimos.

III) Máquina Agrupadora

Como ya se mencionó anteriormente, las principales detenciones de la agrupadora están asociadas a problemas en los insumos que llegan a la máquina. Sin embargo, resulta importante realizar el análisis PEP en dos de los componentes críticos de este equipo, las ventosas y la cadena elevadora.

a. Ventosas

Las ventosas son los componentes de la agrupadora encargados de tomar las bandejas que ingresan a la máquina y ubicarlas en la cadena elevadora. Si las ventosas pierden vacío, no podrán tomar las bandejas o bien, las tomará, pero no las ubicará correctamente en la cadena elevadora, lo que provocará detenciones.

- Factor Equipo:

  Al analizar la dimensión equipo de la ventosas, plasmado en la tabla N°26, se evidenció que en lo que respecta al autónomo, existe un plan preventivo tanto en formato de chequeo de arranque de producción como hoja de revisión, con frecuencia y cumplimiento adecuado. Por otro lado, se identificó que no existe un plan preventivo de mantenimiento asignado a las ventosas del equipo, que tienen una vida útil de 3 meses. Estudiando las tarjetas generadas a lo largo del 2024, no se evidenció la necesidad de esa frecuencia de recambio. De hecho, en las hojas de revisión de los últimos 3 meses del período de estudio no se informa el daño o mal estado de este componente de la máquina. Debido a esto, se decidió mantener la hoja de revisión del autónomo cada 35 días y mantener el cambio de las ventosas según necesidad.

Es importante destacar que al realizar el análisis se reveló que los estándares de lubricación, inspección y limpieza de las ventosas se encuentran correctamente documentados.

EQUIPO			
¿Existe Hoja de Revisión de Autónomo o chequeo de arranque que incluya su control? Si existe, analizar por qué no fue efectivo/eficiente.	¿Existe Hoja de Revisión de Mantenimiento que incluya su control? Si existe, analizar por qué no fue efectivo/eficiente.	¿Hay Órdenes de Trabajo generadas para este equipo?	¿Tiene estándar de regulación o de funcionamiento? Si existe, analizar por qué no fue efectivo/eficiente.
SI Existen HR de autónomo con frecuencia de 35 días asociadas a la revisión del funcionamiento y estado de las ventosas, con su debido cumplimiento. Además, en cada arranque de producción se controla el estado de las ventosas, por chequeo.	**NO** No existe HR de mantenimiento asociada a las ventosas del equipo.	**SI** Se registran tarjetas de mejora, además de las azules y rojas generadas por la rotura de las ventosas.	**SI** Existen estándares de regulación y estado de ventosas. Se encuentran documentados sus estándares de inspección, lubricación y limpieza en sus matrices.

Tabla N°26: Análisis PEP de ventosas de agrupadora – Equipo

- Factor Proceso:

  Como se puede ver en la tabla N°27, los parámetros definidos como estándares de las bandejas y del film termocontraíble se encuentran correctamente definidos en sus especificaciones técnicas. Sin embargo, no se evidencia una frecuencia de control establecida. En lo que respecta a los estándares del proceso, como el agrupado de frascos no implica un proceso de elaboración, no tiene asociada una especificación técnica.

PROCESO	
¿Se cumple con el estándar de producto (especificación técnica del producto)?	¿Se cumple con el estándar de proceso (especificación técnica del proceso y parámetros en instructivo de trabajo)?
SI Se cuenta con el estándar de las bandejas y del film termocontraíble detallado en la especificación técnica de producto.	**NO APLICA** Al no implicar un proceso de elaboración de producto, no tiene asociada una especificación técnica de proceso.

Tabla N°27: Análisis PEP de ventosas de agrupadora – Proceso

- Factor Persona:

  El análisis de esta dimensión del análisis PEP, que se puede observar en la tabla N°28, relevó que se realizó la capacitación correspondiente, pero en el instructivo de trabajo de la agrupadora no se especifica lo que se debe realizar en caso de tener inconvenientes con las ventosas durante la producción. Sin embargo, como se especificó en el análisis de la dimensión Equipo, en caso de ser necesario se deberá hacer el cambio de las ventosas.

PERSONA	
¿Las personas están capacitadas para la tarea?	¿Existe instructivo para la tarea?
SI Existe la capacitación correspondiente pero no se capacitó sobre lo que se debería realizar en caso de tener inconvenientes con las ventosas.	**NO** Existe un instructivo de trabajo pero no especifica las tareas a realizar en caso de tener inconvenientes con las ventosas.

Tabla N°28: Análisis PEP de ventosas de agrupadora – Persona

Para el componente de ventosas se establece mantener la hoja de revisión del autónomo cada 35 días y el cambio de ventosas según necesidad, dado que los estándares, planes preventivos y capacitación se encontraban implementados con anterioridad al análisis.

b. Cadena elevadora

La cadena elevadora es la que se encarga de transportar a las bandejas hacia la cadena formadora. Cuando las bandejas están arqueadas y suben por la cadena elevadora, no pueden pasar a la mesa formadora y se traban, debido al propio arqueamiento de la bandeja.

- Factor Equipo:

  El análisis de la dimensión Equipo de la cadena elevadora, tabla N°29, reveló que existía un plan de mantenimiento preventivo de autónomo adecuado, y los estándares asociados debidamente documentados. Sin embargo, se identificó que no existe un plan preventivo de mantenimiento planificado.

EQUIPO			
¿Existe Hoja de Revisión de Autónomo o chequeo de arranque que incluya su control? Si existe, analizar por qué no fue efectivo/eficiente.	¿Existe Hoja de Revisión de Mantenimiento que incluya su control? Si existe, analizar por qué no fue efectivo/eficiente.	¿Hay Órdenes de Trabajo generadas para este equipo?	¿Tiene estándar de regulación o de funcionamiento? Si existe, analizar por qué no fue efectivo/eficiente.
SI Existen HR de autónomo con frecuencia de 35 días asociadas a la revisión de la limpieza, tracción, integridad y estado general de la cadena, con su debido cumplimiento.	**NO** No existen HR de mantenimiento asociadas a la cadena elevadora.	**SI** Se evidencia el cierre de tarjetas preventivas generadas por las hojas de revisión del autónomo, tarjetas azules y una tarjeta roja. Cada una de ellas cerradas.	**SI** Existen estándares de lubricación, inspección y limpieza documentados tanto en sus matrices como en LUPs.

Tabla N°29: Análisis PEP de cadena elevadora de bandejas – Equipo

- Factor Proceso:

  El análisis detallado en la tabla N°30 reveló que existe el estándar en la especificación técnica de los insumos de la línea pero que este componente no tiene asociada una especificación técnica de proceso, debido a que no implica un proceso de elaboración.

PROCESO	
¿Se cumple con el estándar de producto (especificación técnica del producto)?	¿Se cumple con el estándar de proceso (especificación técnica del proceso y parámetros en instructivo de trabajo)?
SI Se cuenta con el estándar de las bandejas y del film termocontraíble detallado en la especificación técnica de producto.	**NO APLICA** Al no implicar un proceso de elaboración de producto, no tiene asociada una especificación técnica de proceso.

Tabla N°30: Análisis PEP de cadena elevadora de bandejas – Proceso

- Factor Persona:
  Tal como se puede ver en la tabla N°31, el instructivo de trabajo de la agrupado no especifica las tareas a realizar en caso de tener inconvenientes con las bandejas y tampoco se realizó la capacitación correspondiente.

PERSONA	
¿Las personas están capacitadas para la tarea?	¿Existe instructivo para la tarea?
SI Existe la capacitación correspondiente pero no se capacitó sobre lo que se debería realizar en caso de tener inconvenientes con las bandejas.	**NO** Existe un instructivo de trabajo pero no especifica las tareas a realizar en caso de tener inconvenientes con las bandejas.

Tabla N°31: Análisis PEP de cadena elevadora de bandejas – Persona

Del análisis PEP ejecutado sobre la cadena elevadora de bandejas, resultaron las siguientes acciones para restablecer su condición básica:

- Control preventivo de mantenimiento planificado: Realizar revisión mecánica cada 91 días, que implique el ajuste de las cadenas elevadoras.
- Realizar LUP de control visual de bandejas que ingresan a la línea y procedimiento para que las que presenten desvíos no produzcan detenciones. Capacitar y colocar LUP en lugar de ingreso de bandejas a la agrupadora.

4.3.2. Validación de la restauración de condición básica

El análisis PEP integrado de las tres máquinas y sus componentes críticos reveló patrones diferenciados. En la tapadora, las ineficiencias se concentraron principalmente en factores de proceso y persona, con la ausencia de procedimientos documentados de regulación del inversor y cabezal, y la falta de capacitación del cuadro de reemplazo de la máquina. En la etiquetadora, los planes preventivos se encontraban adecuadamente implementados, mientras que las ineficiencias se concentraron en el factor persona debido a la falta de capacitación del cuadro de reemplazo y de documentación de estándares, este

patrón se evidenció en todos los componentes de la máquina. En la agrupadora, el análisis confirmó que tanto las ventosas como la cadena elevadora contaban con planes preventivos correctamente implementados, siendo la deficiencia principal la ausencia de plan de mantenimiento planificado de ajuste de la cadena y de un estándar de control visual de bandejas en la zona de recepción en la línea.

Una vez identificadas estas ineficiencias, se realizó la limpieza profunda de los equipos y se ejecutaron las acciones de restauración correspondientes a partir de junio 2025. Luego de eso, se procedió a evaluar el impacto de estas acciones mediante un indicador específico de condición básica. El indicador seleccionado busca capturar el grado de transición hacia una gestión preventiva de mantenimiento, objetivo central del paso 2 en la metodología del TPM.

El indicador seleccionado es la proporción de órdenes de trabajo reactivas (OT rojas, generadas por fallos no planificados) sobre la suma de las órdenes de trabajo rojas y las preventivas. Este cálculo excluye otros tipos de OT registradas en el sistema (tarjetas azules, verdes y de susto), dado que el foco del indicador es capturar específicamente la relación entre intervenciones reactivas no planificadas e intervenciones preventivas programadas, con el objetivo de instaurar una cultura preventiva en planta.

$$\%\ \acute{O}rdenes\ de\ trabajo\ reactivas = \frac{OT\ reactivas}{OT\ reactivas + OT\ preventivas} \times 100$$

Una reducción en este porcentaje indica que el equipo está siendo atendido de forma más planificada y menos reactiva. La figura N°10 presenta la comparativa de este indicador para los tres períodos de referencia: 2024 completo, 2025 de enero a julio (período previo a la implementación de acciones de restauración) y 2025 de agosto a diciembre (período posterior a la implementación).

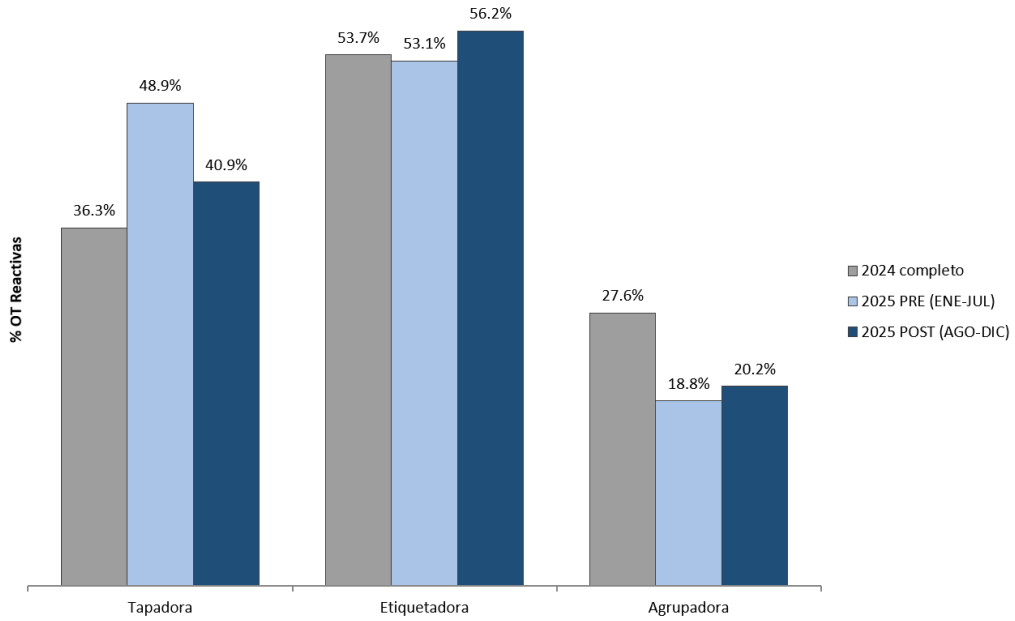


Figura N°10: Comparativa de OT reactivas vs. preventivas por equipo

El análisis del indicador por equipo revela comportamientos diferenciados que son consistentes con los hallazgos del análisis PEP de cada máquina.

La tapadora es el equipo donde la restauración de la condición básica tiene un efecto más representativo. En 2024, la proporción de OT reactivas fue de un 36,3%. Durante el período de enero a julio, el valor ascendió a 48,9% evidenciando un deterioro en la gestión preventiva de la máquina respecto al año anterior. A partir de agosto 2025, con la implementación del manual de estándares de regulación y la capacitación al personal operativo y técnico, la proporción de órdenes de trabajo reactivas descendió a 40,9% en período de agosto a diciembre. De esta forma, se logró una reducción de 8 puntos porcentuales en el período posterior a la implementación, logrando una restauración de condición básica efectiva.

En la etiquetadora, la proporción de OT reactivas se mantuvo estable en los tres períodos analizados. Esta variación poco significativa es consistente con las deficiencias detectadas en el análisis PEP de la máquina, las cuales se concentraban en falta de documentación y capacitación, no en deficiencias de planes preventivos de mantenimiento, los cuales ya se encontraban correctamente implementados. Es por esto que el indicador estudiado no varía por el efecto de la restauración de la condición básica en este equipo.

La agrupadora presenta la proporción de OT reactivas más baja y estable de las tres máquinas. Esta consistencia confirma lo evidenciado en el análisis PEP, es decir, que la

máquina contaba con planes preventivos de mantenimiento autónomo y planificado correctamente implementados antes del inicio del paso 2. Esto resulta relevante debido a que valida que las principales causas de indisponibilidad de la agrupadora no responden a deficiencias en su condición básica, sino que a factores externos de calidad de sus insumos.

Este análisis diferenciado proporciona una base sólida para pasar al paso 3, donde se investigarán los factores subyacentes que generan indisponibilidad en las tres máquinas, incluso con la condición básica restaurada.

4.4. PASO 3: ANÁLISIS DE CAUSAS

En este apartado, se realizará un análisis detallado para conocer todas las causas potenciales que generan las indisponibilidades declaradas en las secciones anteriores y poder determinar cuáles son las de mayor impacto, con el objetivo de plantear acciones de mejora sobre ellas en la sección 4.5. Para esto, se utilizaron tres herramientas fundamentales: brainstorming o lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa o espina de pescado, y el análisis ¿Por qué? ¿Por qué?.

Como primer paso del análisis de causas, se utiliza la herramienta brainstorming, con el objetivo de reunir la mayor información posible. Con este fin, se reúne todo el equipo de trabajo a analizar la información relevada en la sección 4.2, que expone la situación actual de los equipos, y la información adquirida de la observación directa de los equipos y procesos, y debatir el por qué de las ineficiencias en los equipos estudiados.

Al ser un grupo interdisciplinario, en el que participan los propios maquinistas, que son quienes más conocen a los equipos, se logran obtener ideas de gran relevancia. Por otro lado, los referentes de las distintas áreas aportan ideas integrales que le suman valor al análisis.

Una vez obtenida la mayor cantidad de ideas posibles, se eliminan aquellas que no son relevantes o no representan un impacto significativo en la indisponibilidad de las máquinas.

Es importante destacar que el análisis cubre la totalidad de las detenciones identificadas como principales en el análisis Pareto de la sección 4.2 para cada máquina. En las siguientes secciones, se detalla el análisis por equipo.

4.4.1. Análisis de causa de Tapadora

Luego de agrupar las ideas de posibles causas de detención de la tapadora en la lluvia de ideas, se procede a ordenarlas en las diferentes categorías que tiene el diagrama de Ishikawa, es decir, máquina, mano de obra, materia prima, medio ambiente, método y medición, como se puede ver en la figura N°11.

Una vez categorizadas las causas potenciales, se realiza un análisis exhaustivo de cada una de ellas, cuestionándose por qué se generaron las mismas, hasta llegar a sus causas raíz. Para esto, se utiliza la herramienta ¿Por qué? ¿Por qué?, ilustrada en la tabla N°32. El análisis abarca la totalidad de las cinco detenciones que representan el 62,2% de la indisponibilidad de la tapadora.

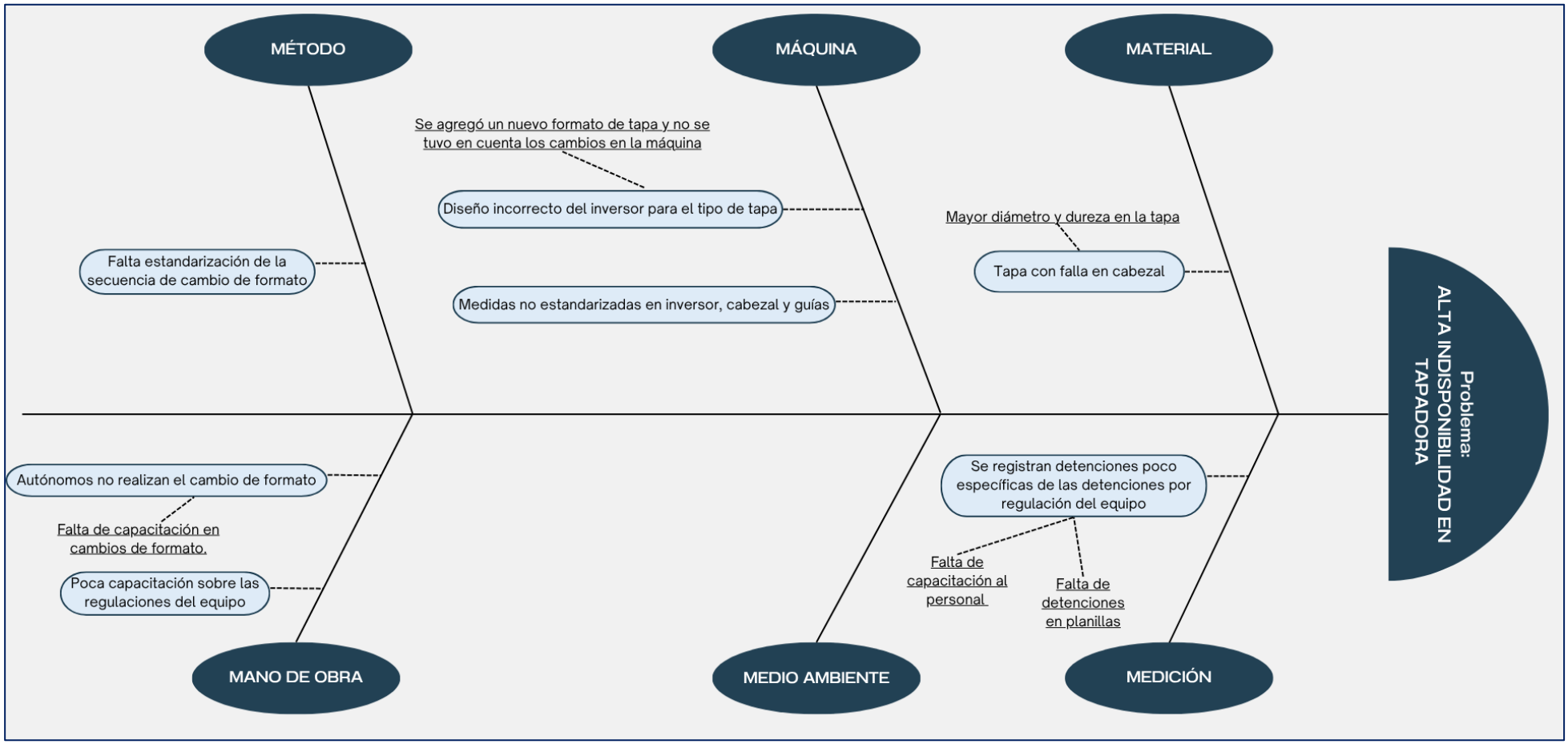


Figura N°11: Diagrama de Ishikawa de Tapadora

Detención de la máquina	Causas	Máquina	Mano de obra	Método	Material	Medio ambiente	Medición	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	Causa raíz identificada
Fallo / regulación del inversor de tapas	Tapas trabadas en inversor o tapas mal invertidas	•						Diseño incorrecto del inversor para el tipo de tapa del formato Artesanal	Se agregó un nuevo formato de tapa y no se tomaron en cuenta los cambios necesarios en la máquina	Falta de análisis previo al incorporar un nuevo formato de frasco	**1°: Falta de análisis previo al incorporar un nuevo formato de frasco**
	Medidas no estandarizadas en inversor y guías	•						No existe procedimiento que defina los parámetros de regulación del inversor ni rangos de tolerancia			**2°: No existe procedimiento documentado que defina los parámetros de regulación del inversor**
Regulación de cabezal	Regulación de cabezal sin parámetros diferenciados por tipo de tapa	•						No existe procedimiento documentado que defina los parámetros del cabezal por tipo de tapa			**3°: No existe procedimiento documentado que defina los parámetros del cabezal por tipo de tapa**
Regulación de máquina / tapadora	Registro de detenciones poco específico sobre la regulación del equipo						•	Falta de información detallada en las planillas de registro de detenciones (no se especifica la causa de regulación del componente)	Falta de capacitación del personal en el registro de detenciones	Falta de personal titular en línea o relevos no capacitados	**4°: Falta de personal titular o relevos no capacitados para el registro de detenciones**
	Falta de capacitación de los maquinistas en las regulaciones del equipo		•					Cambio de formato lo realiza mantenimiento mecánico y no los autónomos	Falta de capacitación de los autónomos en cambios de formato		**5°: Falta de capacitación de los autónomos en cambios de formato y regulaciones de la máquina**
	Variaciones en los cambios de formato			•				No existe metodología estandarizada para el cambio de formato en tapadora	No se realizó un relevamiento de la secuencia de cambio de formato		**6°: No existe metodología estandarizada para el cambio de formato en tapadora**
Tapa con falla trabada en cabezal	La tapa sigue de largo en las correas planas (pasa de largo la rosca)				•			Se reciben tapas con mayor diámetro desde el proveedor	No hay un control en la recepción de materia prima	Falta de personal destinado al control del cumplimiento de especificación técnica de la materia prima	**7°: No existe un control de dimensiones de las tapas previo a su uso en la línea**

Tabla N°32: Análisis ¿Por qué? ¿Por qué? de Tapadora

Del análisis realizado, se identificaron siete causas raíz vinculadas a cuatro de las principales detenciones de la máquina tapadora. A continuación, se desarrolla el análisis de cada una de ellas.

Fallo / Regulación del Inversor de tapas:

Esta detención presenta dos causas raíz diferenciadas, ambas vinculadas al factor máquina.

La primera causa raíz identifica que el inversor de tapas fue diseñado para el estándar de tapas existente al momento de su incorporación, sin contemplar las especificaciones dimensionales de la tapa del formato Artesanal, que se incorporó posteriormente a la línea. Al agregar este nuevo formato, no se realizó un análisis previo de las adaptaciones necesarias en la máquina, lo que derivó en que el inversor no pudiera procesar correctamente las tapas de mayor diámetro y dureza de este formato, generando atascamientos recurrentes en inversor y cabezal durante su producción. Más del 50% de las detenciones por este motivo registradas en el año corresponden a producciones de mermelada Artesanal. La acción correctiva orientada a esta causa raíz se detallará en el paso 4.

La segunda causa raíz identifica que las medidas del inversor, cabezal y guías no se encontraban estandarizadas ni documentadas, lo que impedía que los operadores realizaran regulaciones dentro de parámetros. Esta deficiencia fue abordada en el paso 2 mediante la elaboración de un manual de estándares de regulación de la tapadora, que documenta los parámetros de cada componente, las herramientas necesarias y el procedimiento de regulación correspondiente, acompañado de su capacitación correspondiente en agosto de 2025.

Regulación de Cabezal:

Esta detención presenta una causa raíz vinculada al factor máquina: no existía un procedimiento documentado que definiera los parámetros del cabezal diferenciados por tipo de tapa, lo que genera variabilidad en la regulación. Al igual que en la causa anterior, esta deficiencia fue abordada en el paso 2 a través del manual de estándares de regulación de la tapadora, que incorpora los parámetros del cabezal diferenciados por formato de producto, así como la capacitación correspondiente.

Regulación de Máquina / Tapadora:

Esta detención concentra tres causas raíz diferenciadas, que involucran los factores medición, mano de obra y método.

La cuarta causa raíz, vinculada al factor medición, se refiere a que los registros de detenciones no contienen información suficientemente detallada para identificar con precisión la causa específica de cada regulación del equipo. La profundización en el análisis de los datos operativos de 2024 y 2025 evidenció que gran parte de las horas registradas como “regulación de máquina” no permiten distinguir qué componente o parámetro generó la detención, lo que dificulta la priorización de acciones correctivas. Como hallazgo emergente de este análisis, se identifica la necesidad de relevar y redefinir el cuadro de detenciones para

que los operadores puedan asociar cada parada a una causa más específica y detallada al momento del registro.

La quinta causa raíz, vinculada al factor mano de obra, indica que los autónomos no realizaban el cambio de formato de la tapadora, tarea que recaía exclusivamente en el personal de mantenimiento mecánico. Esto se debe a que los operadores no contaban con la capacitación ni el conocimiento necesario para ejecutar esta tarea de forma autónoma. Esta deficiencia fue abordada parcialmente en el paso 2 mediante la capacitación en regulaciones de la tapadora incluida en el manual de estándares. La transferencia formal de la tarea de cambio de formato desde mantenimiento hacia el equipo autónomo, así como la gestión del cambio y la elaboración de un chequeo específico para este proceso, se detallarán en el paso 4.

La sexta causa raíz, correspondiente al factor método, identifica que no existía una metodología estandarizada para el cambio de formato en la tapadora. La ausencia de una secuencia definida y documentada generaba variabilidad en los tiempos y en la calidad de ejecución del cambio, dependiendo del conocimiento de cada operador o técnico. Las acciones orientadas a resolver esta causa raíz, complementarias al manual de estándares, serán desarrolladas en el paso 4 de este informe.

Tapa con falla trabada en cabezal:

La séptima causa raíz, vinculada al factor material, identifica que no existe un control de las dimensiones de las tapas previo a su ingreso a la línea de producción. El análisis reveló que la causa subyacente es la ausencia de personal destinado al control del cumplimiento de la especificación técnica de la materia prima. Esta situación surge de una reducción en la dotación de personas asignadas al muestreo y control de materias primas, impulsada por restricciones de presupuesto y redistribución de responsabilidades que derivaron en que dicha tarea dejara de realizarse con la frecuencia y rigurosidad inicial. Dado que la incorporación de un recurso humano dedicado a esta función no está prevista en el marco del presente proyecto, esta causa raíz no tendrá una acción correctiva asociada en el paso 4. No obstante, se deja documentada como una limitación operativa identificada en el análisis que impacta en la disponibilidad de la máquina.

Síntesis de causas raíz de Tapadora:

Del análisis se identifican tres grupos de causas según su tratamiento:

- Abordadas en paso 2: causa raíz 2 y 3 (procedimientos de regulación de inversor y cabezal), y parcialmente la quinta causa raíz (capacitación en regulaciones).
- A atender en paso 4: causa raíz 1, 4, 5 y 6.
- Sin acción planificada: séptima causa raíz (por limitación de recursos).

4.4.2. Análisis de causa de Etiquetadora

Las ideas resultantes del brainstorming sobre la etiquetadora se organizan en el diagrama de Ishikawa de la figura N°12. Se observa que las categorías con mayor concentración de causas son máquina, mano de obra y método, con algunas causas vinculadas a material y medio ambiente. La categoría medición no registra causas identificadas para esta máquina, lo que refleja que los problemas de la etiquetadora son mayormente operativos y de estandarización.

Luego de categorizar las causas potenciales, se analizó cada una de ellas hasta llegar a sus causas raíz, utilizando la herramienta ¿Por qué? ¿Por qué?, ilustrada en la tabla N°33.

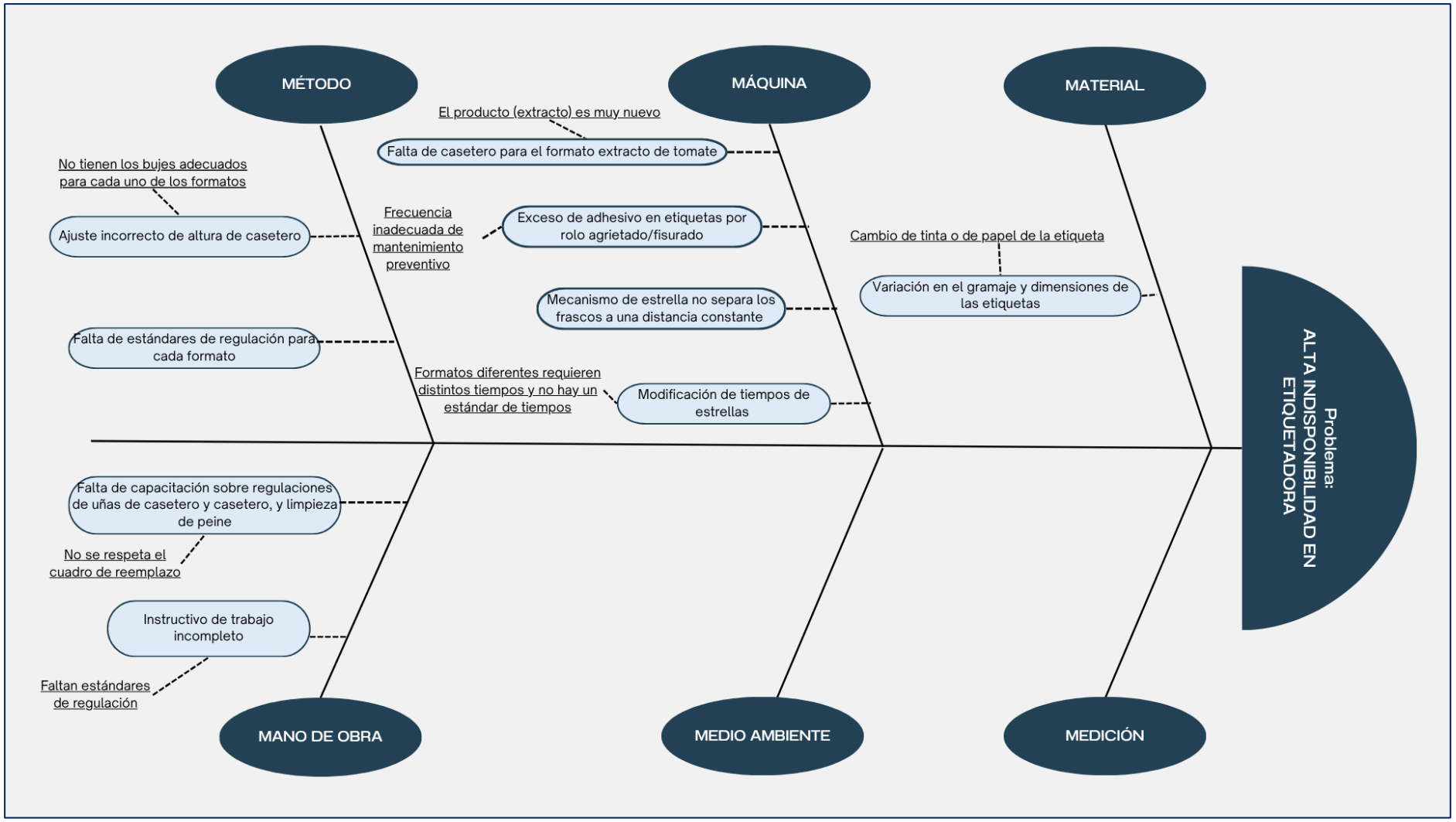


Figura N°12: Diagrama de Ishikawa de Etiquetadora

Detención de la máquina	Causas	Máquina	Mano de obra	Método	Material	Medio ambiente	Medición	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	Causa raíz identificada
Fallo / regulación de uñas de casetero	Personal con dificultades en la regulación de uñas de casetero y casetero		•					Personal poco capacitado en regulaciones de la máquina	No se respetó el cuadro de reemplazo capacitado	Se realizaron modificaciones en la dotación de personal sin garantizar capacitación suficiente	**1°: Modificaciones en dotación de personal sin garantizar capacitación suficiente**
	Falta de estándares asignados para cada formato			•				Hay diferencias de medidas, frascos, etiquetas, tapas y velocidades entre formatos	Cada formato (Arcor, Noel, extracto de tomate) se comporta de manera diferente y no está contemplado		**2°: Ausencia de estándares de parámetros diferenciados por formato productivo**
Etiquetas trabadas en rolo engomador	Mala regulación del peine regulador de adhesivo			•				Exceso de adhesivo en las etiquetas	Mala regulación del peine regulador de adhesivo		**3°: Mala regulación del peine regulador de adhesivo por ausencia de procedimiento documentado**
	Exceso de adhesivo en etiquetas	•						Acumulación de adhesivo en peine de transferencia	Rolo presenta fisuras	Frecuencia inadecuada de mantenimiento preventivo	**4°: Desgaste del rolo engomador no detectado preventivamente porque la frecuencia del mantenimiento preventivo no está alineada con la vida útil real del componente**
Fallo / regulación de casetero	Ajuste incorrecto de altura de casetero			•				No tiene los bujes adecuados para el formato	No se fabricaron bujes nuevos al producir nuevos formatos	No se tuvieron en cuenta las características de las nuevas etiquetas antes de producir nuevos formatos	**5°: Falta de consideración de características de nuevas etiquetas antes de lanzar nuevos formatos**
	Falta casetero para formato extracto de tomate	•						El formato extracto de tomate es muy reciente y no se consideraron sus características antes de la producción	Falta de planificación en el desarrollo e incorporación de nuevos formatos productivos		**6°: Falta de planificación en el desarrollo e incorporación de nuevos formatos productivos**
Etiqueta trabada en peine	Exceso de adhesivo en etiquetas		•					Exceso de adhesivo acumulado en peine regulador de adhesivo	Falta de limpieza de peine regulador de adhesivo y rolo engomador	Presencia de maquinistas no pertenecientes al cuadro de reemplazo capacitado de la máquina	**7°: Modificaciones en dotación de personal sin garantizar capacitación suficiente en limpiezas rutinarias del equipo**
	Desregulación de uña de casetero por variación en especificaciones de etiqueta				•			Variación de gramaje y dimensiones de las etiquetas	Cambio de tinta o de papel en las etiquetas	A) Proveedor sin materia prima estándar B) Nuevos diseños de marketing sin validación previa	**8°: Variación en especificaciones de etiquetas por cambios de proveedor o rediseños de marketing sin validación operativa previa**
Limpieza de peine	Exceso de adhesivo acumulado en peine regulador	•	•					A) Limpieza de peine con poca frecuencia B) Rolo agrietado/fisurado	A) Personal poco experimentado en el comportamiento de la máquina B) Frecuencia inadecuada de mantenimiento preventivo	A) Falta de capacitación previa	**9°:** **A) Modificaciones en dotación de personal sin garantizar capacitación suficiente en limpiezas rutinarias del equipo** **B) Frecuencia inadecuada de mantenimiento preventivo**
Frascos sin fecha	Algunos frascos pasan por el fechador con una distancia insuficiente respecto al frasco anterior	•						Estrella de transferencia no separa los frascos a una distancia constante	Mecanismo de "pellizco" de la estrella presenta una limitación funcional para controlar el espaciamiento entre frascos		**10°: Limitación de diseño/funcionamiento del mecanismo de estrella para asegurar una separación constante entre frascos**
Instructivo de trabajo incompleto (causa transversal)	Instructivo de trabajo incompleto / faltan estándares de regulación		•					Faltan los estándares de regulación de la máquina	No hay estándares de tiempos ni parámetros para cada formato	Diferencias de medida entre frascos, etiquetas, tapas y velocidades de cada formato no están documentadas	**11°: Diferencias entre formatos no documentadas en estándares de regulación de la máquina**

Tabla N°33: Análisis ¿Por qué? ¿Por qué? de Etiquetadora

Del análisis realizado se identificaron once causas raíz que abarcan la totalidad de las seis detenciones identificadas como principales en el Pareto de la sección 4.2, que representan el 62% de la indisponibilidad de la etiquetadora. A continuación, se desarrolla el análisis de cada una de ellas.

Fallo / regulación de uñas de casetero:

Esta detención presenta dos causas raíz diferenciadas.

La primera causa raíz se asocia al factor de mano de obra: las modificaciones en la dotación de personal sin garantizar capacitación suficiente derivaron en que operadores sin el entrenamiento adecuado realizaran regulaciones de uñas de casetero y casetero, generando ajustes incorrectos y detenciones recurrentes. El análisis evidenció que no se respetó el cuadro de reemplazo capacitado, lo que refleja una deficiencia sistemática en la gestión del personal operativo. Esta causa raíz fue abordada en el paso 2 mediante la elaboración del manual de regulaciones básicas de la etiquetadora, en el cual se encuentran identificados los componentes de la máquina, el procedimiento de armado previo a la producción y el estándar de regulación correspondiente. Dicho manual fue acompañado de una capacitación dirigida tanto a operadores titulares como al personal que ha ocupado el puesto como relevo de forma recurrente durante el último tiempo.

La segunda causa raíz corresponde al factor método: la ausencia de estándares de parámetros diferenciados por formato, es decir, no existe un procedimiento en donde se documenten los valores de regulación para cada configuración de la máquina. Dado que cada formato presenta diferencias de medidas, tiempos y velocidades, la falta de estándares específicos obliga a los operadores a realizar ajustes a prueba y error. Este tema también fue abordado en el paso 2 a través del manual de regulaciones básicas de la etiquetadora, que incorpora los estándares de regulación diferenciados por formato.

Etiquetas trabadas en rolo engomador:

Esta detención presenta dos causas raíz.

La tercera causa raíz se vincula al factor método: la mala regulación del peine regulador de adhesivo genera exceso de adhesivo en las etiquetas, que luego se acumula en el rolo engomador y produce que las etiquetas queden atascadas. La causa raíz de esta mala regulación está asociada a la misma problemática que se mencionó anteriormente: no existe un procedimiento documentado que defina los parámetros correctos de regulación del peine.

Esta deficiencia también fue tratada en el paso 2 a través del manual de regulaciones básicas de la etiquetadora, que incorpora el procedimiento de regulación del peine como parte del armado de estándar de la máquina.

La cuarta causa raíz corresponde al factor máquina: el rolo engomador presenta fisuras y agrietamiento por desgaste, lo que genera acumulación de adhesivo y, por consiguiente, etiquetas trabadas en el rolo. El análisis reveló que la frecuencia del mantenimiento preventivo asociado al cambio del rolo no estaba alineada con la vida útil real del componente en las condiciones de producción de la línea. Esta causa raíz fue abordada en el paso 2 mediante la modificación de la frecuencia de las hojas de mantenimiento preventivo asociadas al cambio del rolo engomador, reduciendo el intervalo de los 63 días originales a 28 días, ajustando la frecuencia al comportamiento real del componente en producción.



Figura N°13: Problemática de agrietamiento del rolo engomador de etiquetas

Fallo / regulación de casetero:

Esta detención presenta dos causas raíz.

La quinta causa raíz pertenece al factor método: el ajuste incorrecto de la altura de casetero se debe a que los bujes que determinan dicha altura no son los adecuados para cada formato de etiqueta. El análisis evidenció que al incorporar nuevos formatos productivos

no se fabricaron bujes específicos, dado que no se tuvieron en cuenta las características dimensionales de las nuevas etiquetas antes de su producción. La acción correctiva orientada a resolver esta causa raíz se detallará en el paso 4.

La sexta causa raíz corresponde al factor máquina: la etiquetadora no cuenta con casetero para el formato de extracto de tomate, dado que este es un formato muy reciente y sus características no fueron consideradas antes de incorporarlo a la producción. La acción correctiva inmediata y la acción complementaria para evitar que esta situación se repita serán detalladas en el paso 4.

Etiqueta trabada en peine:

Esta detención presenta dos causas raíz.

La séptima causa raíz se vincula al factor de mano de obra: la presencia de operadores no pertenecientes al cuadro de reemplazo capacitado en la máquina genera deficiencias en la ejecución de limpiezas rutinarias del equipo, incluyendo la limpieza del peine y el rolo engomador. Es importante señalar que, por necesidades operativas de producción, no siempre es posible asignar al cuadro de reemplazo designado, lo que deriva en que personas sin la formación adecuada operen la máquina. La acción correctiva asociada a esta causa raíz se detallará en el paso 4.

La octava causa raíz corresponde al factor material: la variación en las especificaciones de las etiquetas (gramaje y dimensiones) generada por cambios de proveedor o rediseños de marketing sin validación operativa previa produce desregulaciones de las uñas de casetero que derivan en etiquetas trabadas en el peine. Si bien los cambios de proveedor y las decisiones de rediseño de marketing son factores externos al control directo de la operación de la línea, la acción correctiva que se desarrollará en el paso 4 no se orienta a influir sobre esas decisiones, sino que está enfocada en la validación técnica previo al uso de las etiquetas.

Limpieza de peine:

Esta detención presenta una causa raíz con dos vertientes.

La novena causa raíz identifica dos factores que contribuyen simultáneamente a la acumulación de adhesivo en el peine regulador. Por un lado, el factor mano de obra: la presencia de operadores no capacitados en la máquina genera deficiencias en la frecuencia y calidad de las limpiezas rutinarias del peine (figura N°14), tal como fue identificado en la

séptima causa raíz. Por otro lado, el factor máquina: la frecuencia inadecuada del mantenimiento preventivo del rolo engomador, abordada en la cuarta causa raíz, contribuye al deterioro del componente y a la acumulación de adhesivo. Las acciones correctivas correspondientes a esta causa raíz se consolidan con las ya descriptas para la cuarta y séptima causa raíz, aplicando tanto la reducción de la frecuencia de mantenimiento preventivo del rolo como la capacitación del personal de relevos.



Figura N°14: Problemática de acumulación de adhesivo en peine de transferencia

Frascos sin fecha:

Esta detención presenta una causa raíz.

La décima causa raíz corresponde al factor máquina: algunos frascos pasan por el fechador con una distancia insuficiente respecto al frasco anterior, lo que impide la correcta impresión de la fecha de vencimiento (figura N°15). El sistema de fechado opera mediante un sensor de presencia que genera una señal hacia el fechador cada vez que un frasco pasa frente a él. Cuando dos envases transitan con separación insuficiente, el sensor los interpreta como un único frasco, ejecutando un solo disparo de impresión. Como consecuencia, uno de los frascos continúa el proceso sin la fecha correspondiente.

La detección de este desvío se realiza mediante control visual por parte del operador de la etiquetadora, quien tiene la responsabilidad de verificar que todos los envases posean el fechado correspondiente.

Previo a la zona de fechado, la línea dispone de una estrella de transferencia accionada neumáticamente. Este dispositivo tiene la función de ordenar el flujo de envases y controlar su avance, contribuyendo a mantener una hilera estable de frascos a lo largo del proceso.

El análisis reveló que esto ocurre porque el mecanismo de estrella de transferencia de frascos presenta una limitación funcional para asegurar una separación constante entre los mismos. Debido a su modo de operación intermitente, donde cada diente de la estrella toma un frasco mediante un movimiento de "pellizco" y lo empuja hacia adelante, se producen variaciones en el espaciamiento entre envases consecutivos, generando ocasionalmente condiciones en las que dos envases ingresan a la zona de detección con una distancia insuficiente para ser reconocidos de forma individual por el sensor de fechado. La acción correctiva propuesta se detallará en el paso 4.



Figura N°15: Problemática de falta de fechado en frascos

Instructivo de trabajo incompleto (causa transversal):

Esta causa no corresponde a una detención específica del análisis de Pareto, sino que fue identificada en el brainstorming como una deficiencia transversal que contribuye a múltiples detenciones de la máquina.

La undécima causa raíz pertenece al factor método: la falta de estándares de regulación documentados implica que el instructivo de trabajo vigente no contempla los parámetros diferenciados por formato que son necesarios para que los operadores realicen las regulaciones de manera correcta y reproducible. Esta causa raíz fue abordada en el paso 2 mediante la elaboración del manual de regulaciones básicas de la etiquetadora.

Síntesis de causas raíz de Etiquetadora:

El análisis de causas raíz de la etiquetadora permitió identificar que la indisponibilidad del equipo responde a distintos factores, algunos de los cuales ya fueron abordados mediante actividades de restauración de condición básica y otros que requieren la implementación de acciones correctivas específicas.

- Abordadas en paso 2: causa raíz 1, 2, 3 y 11 (manual de regulaciones y capacitación), y causa raíz 4 y parcialmente la causa raíz 9 (modificación de frecuencia de mantenimiento preventivo del rolo).
- A atender en paso 4: la quinta, sexta, séptima, octava, novena y décima causa raíz requieren el desarrollo de acciones correctivas orientadas al rediseño de componentes, la capacitación de personal de relevo, la incorporación de mecanismos de validación previa y la implementación de modificaciones en el equipamiento, las cuales se detallan en la sección siguiente.

También, se identificó un patrón recurrente asociado a la incorporación de nuevos formatos productivos sin una evaluación previa de su impacto sobre las regulaciones y condiciones de operación de la máquina. Esta situación se evidencia particularmente en la quinta, sexta y octava causa raíz, y sustenta la necesidad de implementar alguna medida preventiva de forma sistemática.

4.4.3. Análisis de causa de Agrupadora

Las ideas resultantes del brainstorming sobre la agrupadora se organizan en el diagrama de Ishikawa de la figura N°16. A diferencia de la tapadora y la etiquetadora, en las que las causas de mayor concentración estaban vinculadas a la máquina y los procedimientos, el diagrama de Ishikawa de la agrupadora evidencia que la categoría material concentra la mayor cantidad de causas potenciales, reflejando que los problemas de disponibilidad de este equipo responden principalmente a deficiencias en la calidad de la materia prima recibida desde el proveedor. Esta característica determina que las acciones correctivas deban articularse en dos ejes complementarios: intervenciones sobre el proceso del proveedor e intervenciones sobre la máquina y los controles de recepción internos que permitan absorber la variabilidad del insumo recibido.

El análisis ¿Por qué? ¿Por qué? de la tabla N°34 abarca las detenciones identificadas como principales en el Pareto de la sección 4.2 para las cuales fue posible desarrollar un análisis de causa completo, obteniéndose ocho causas raíz.

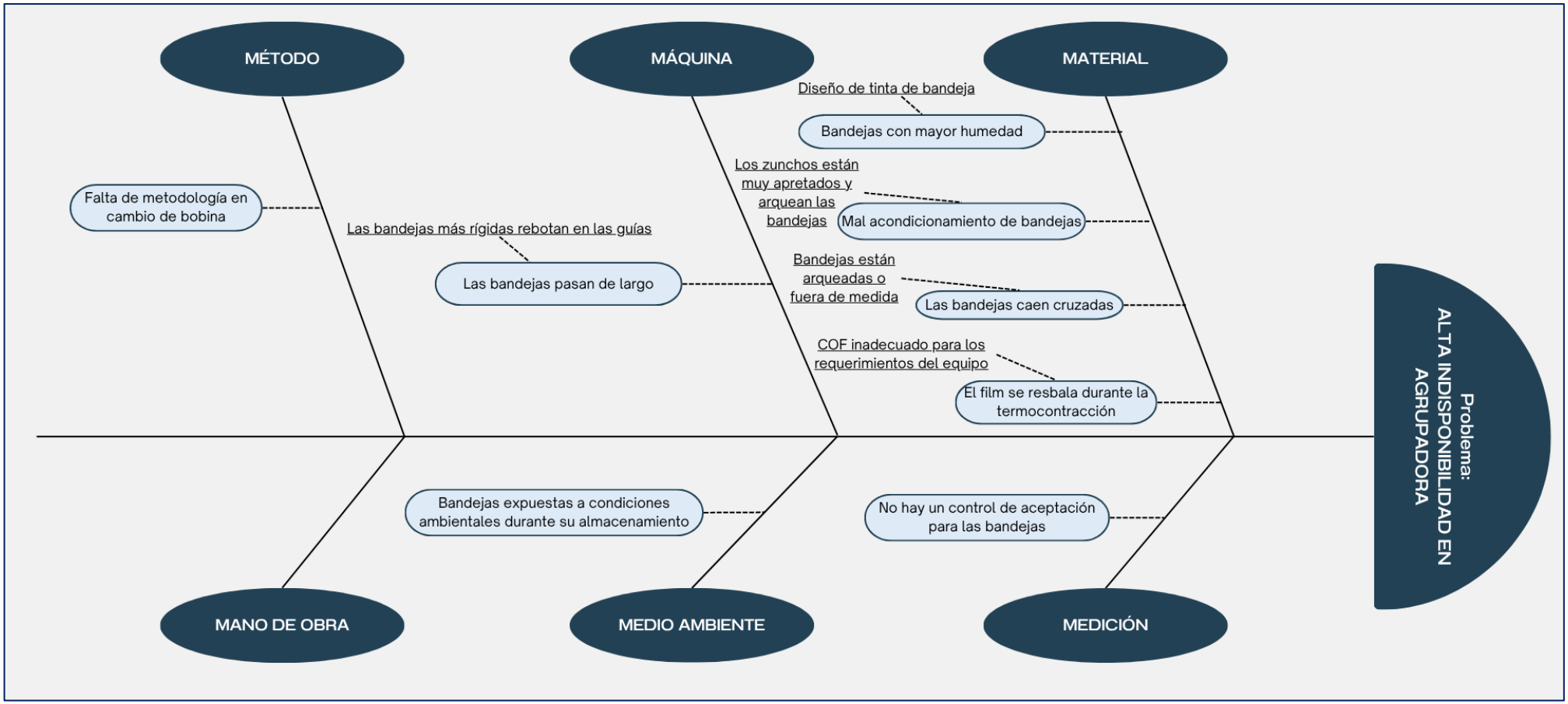


Figura N°16: Diagrama de Ishikawa de Agrupadora

Detención de la máquina	Causas	Máquina	Mano de obra	Método	Material	Medio ambiente	Medición	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	Causa raíz identificada
Cambio de bobina	Falta de metodología de cambio de bobina en los relevos			•				Falta de capacitación en personal del cuadro de reemplazo (relevos)	No hay un procedimiento estandarizado para realizar el cambio de bobina		**1°: Ausencia de procedimiento estandarizado para el cambio de bobina en relevos**
Bandejas mal cortadas / fuera de estándar	Falta de control de aceptación para las bandejas en recepción						•	Falta de capacitación para el control en la recepción de la materia prima	No existe un estándar definido para la aceptación y validación de las bandejas		**2°: Ausencia de estándar de aceptación y control de bandejas en recepción de materia prima**
Regulaciones del equipo	Las bandejas más rígidas rebotan en las guías y pasan de largo en el sistema de agrupado	•			•			Las bandejas más rígidas pasan por arriba del tope de guía caída de cartones, al rebotar en las guías	La rigidez no está definida como característica en la especificación técnica de las bandejas	No se cuenta con instrumento de medición de rigidez en recepción	**3°: Falta de definición de rigidez como característica en la especificación técnica de bandejas y ausencia de instrumento de medición en recepción**
Bandejas arqueadas	Las bandejas caen cruzadas en el sistema por estar arqueadas o fuera de medida (más cortas)				•		•	Las bandejas están arqueadas o fuera de medidas	No hay un control en la recepción de materia prima	El control en la recepción de materia prima no está estandarizado	**4°: Ausencia de un criterio estandarizado de inspección y aceptación de bandejas (curvatura, dimesiones y estado físico) en recepción (línea productiva)**
	Las bandejas presentan exceso de humedad				•			Gran carga de tinta presente en el cartón de las bandejas genera humedad elevada en las bandejas	Diseño de marketing		**5°: Alto porcentaje de carga de tinta requerido por el diseño de las bandejas reduce la rigidez de las bandejas y aumenta su susceptibilidad al arqueamiento**
	Exposición de bandejas superiores y periféricas a condiciones ambientales durante el almacenamiento del pallet					•		Las bandejas ubicadas en bordes y parte superior presentan menor protección frente a cambios de humedad			**6°: Configuración de pallet con protección superior limitada frente a variaciones en las condiciones ambientales**
	Los zunchos están muy apretados y arquean las bandejas				•			Alta tensión en los zunchos de los pallets durante almacenamiento y transporte			**7°: La presión del flejado de los pallets contribuye potencialmente al arqueamiento de bandejas con baja rigidez**
Defecto en termo-contraíble	El film se resbala durante el proceso de termocontracción, generando paquetes abiertos				•			El film Converflex presenta bajo coeficiente de fricción (COF)	Las condiciones operativas del equipo requieren un COF mínimo para garantizar que el film avance solidario al paquete	La especificación de COF del proveedor habitual no estaba alineada con los requerimientos operativos reales del equipo	**8°: Especificación de COF del proveedor habitual (Converflex) no alineada con los requerimientos operativos reales del equipo SMI**

Tabla N°34: Análisis ¿Por qué? ¿Por qué? de Agrupadora

Del análisis realizado se identificaron ocho causas raíz vinculadas a las principales detenciones de la máquina. A continuación, se desarrolla el análisis de cada una de las causas raíz.

Cambio de bobina:

Esta detención responde a la primera causa raíz vinculada al factor método: la ausencia de un procedimiento estandarizado para realizar el cambio de bobina de termocontraíble, particularmente para el personal que realiza relevos. Si bien el cambio de bobina es una detención inherente al proceso productivo, dado a que el consumo de material obliga a detener la máquina para realizar el recambio, la falta de un procedimiento documentado genera variabilidad en los tiempos de ejecución cuando la tarea es realizada por personal de relevo, que no siempre cuenta con el conocimiento operativo necesario para ejecutarla con eficiencia, lo que genera variabilidad en los tiempos de detención. A pesar de que esta acción no fue abordada en el paso 2, el entrenamiento del personal que ocupa la máquina es propio de la condición básica del equipo, por lo que no se detallará ninguna acción asociada a esta problemática en el paso 4. Como acción contingente, se elabora un procedimiento documentado que estandariza los pasos para realizar el cambio de bobina de termocontraíble, destinado principalmente al personal de relevos que opera la agrupadora.

Bandejas mal cortadas / fuera de estándar:

Esta detención responde a la segunda causa raíz, la cual está vinculada al factor de medición: la ausencia de un estándar definido para la aceptación y validación de las bandejas en recepción de materia prima implica que no existe un criterio formal que permita identificar y rechazar unidades defectuosas antes de sus ingreso a la línea productiva. Como consecuencia, bandejas mal cortadas ingresan al sistema de agrupado y generan dos situaciones en el equipo: que el sensor detecte ausencia de material y detenga el proceso, o que se produzca un atascamiento interno. Es importante destacar que los defectos de bandejas (mal cortadas, fuera de estándar, arqueadas) no se presentan en la totalidad del pallet sino de manera aleatoria dentro del mismo, lo que dificulta su detección en recepción y hace que parte de los desvíos lleguen a la máquina sin ser identificados previamente.

Esta causa raíz fue abordada en el paso 2 mediante la elaboración de una lección de un punto (LUP) de control visual de bandejas en el ingreso a la línea (figura N°17), que establece un criterio de inspección visual para detectar desvíos antes de que las bandejas ingresen a la máquina, y su correspondiente capacitación al personal operativo.

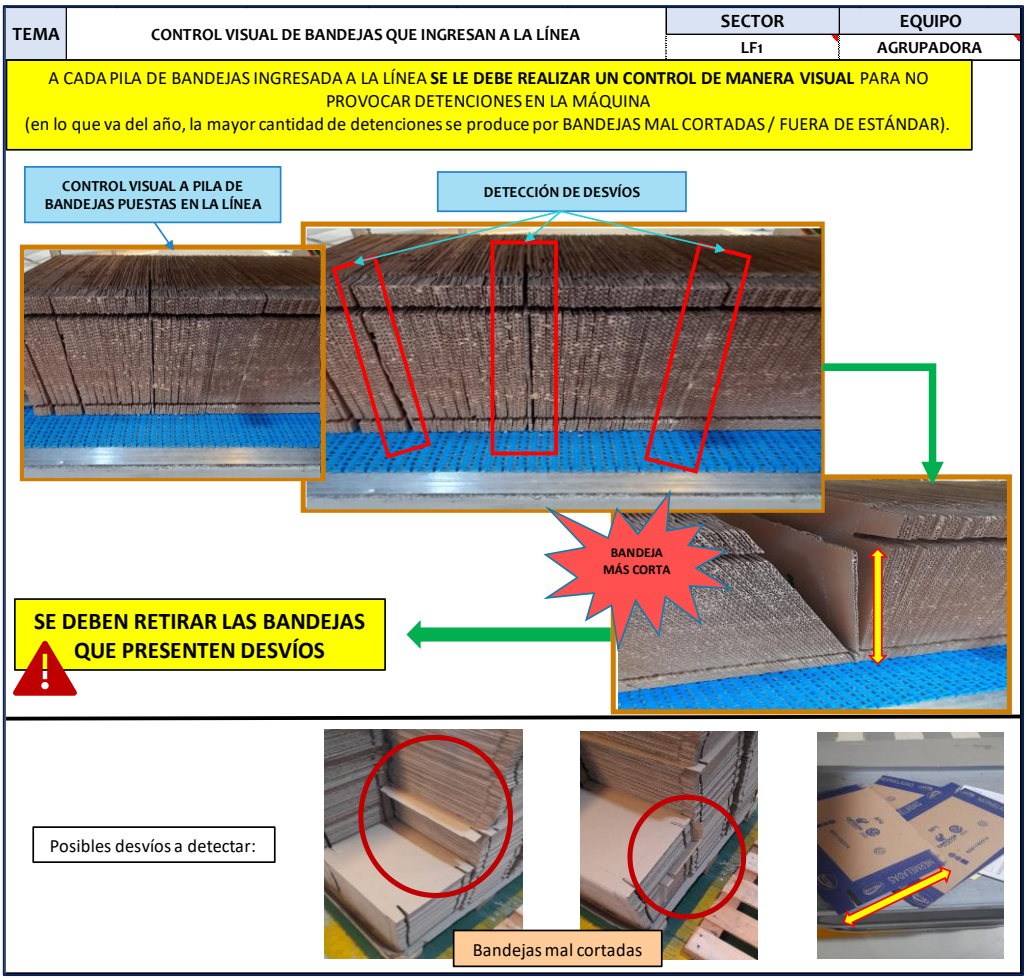


Figura N°17: LUP de control visual de detección de desvíos en bandejas

En paralelo, se realizó el reclamo formal a Cartocor, proveedor de bandejas, que identificó una falla en el sincronismo del cuerpo introductor de su equipo de troquelado. Como plan de acción, el proveedor procedió a recalibrar el mecanismo de introducción y restaurar el equipo a condiciones básicas, estandarizando rutinas de control periódico. El inconveniente de sincronismo fue solucionado al llevar todos los componentes del equipo a condición básica. Si bien esta acción fue ejecutada por el proveedor a partir de agosto de 2024, sus resultados se reflejan en los datos de indisponibilidad del período analizado.

Regulaciones del equipo:

Esta detención presenta la tercera causa raíz, vinculada a los factores máquina y material simultáneamente: las bandejas más rígidas rebotan en las guías de la agrupadora y pasan por encima del tope de guía de caída de cartones, generando que la máquina no las procese correctamente y requiera regulación. Es importante señalar que las bandejas rígidas generan dos problemas operativos diferenciados: por un lado, no son tomadas correctamente

por las ventosas de la agrupadora; por otro lado, no se disponen adecuadamente en las guías del equipo, generando los rebotes mencionados anteriormente. El análisis reveló que la rigidez no está definida como característica en la especificación técnica de las bandejas, lo que implica que el proveedor no tiene obligación contractual de controlar este parámetro, y que en recepción no se cuenta con instrumento de medición de rigidez que permita detectar lotes con valores fuera de rango.

Frente a esta causa raíz, se analizaron los puntos de contacto de la máquina con la bandeja (figura N°18) y se controlaron los componentes involucrados junto con su frecuencia de mantenimiento preventivo, evidenciándose la existencia de hojas de revisión de frecuencia de 35 días para el almacenamiento de cartones y la cadena elevadora de cartones, y de 14 días para control de aire del sistema de extracción de bandejas y control del correcto funcionamiento de ventosas. La acción correctiva de diseño orientada a modificar la máquina para absorber la variabilidad de rigidez de las bandejas se detallará en el paso 4.

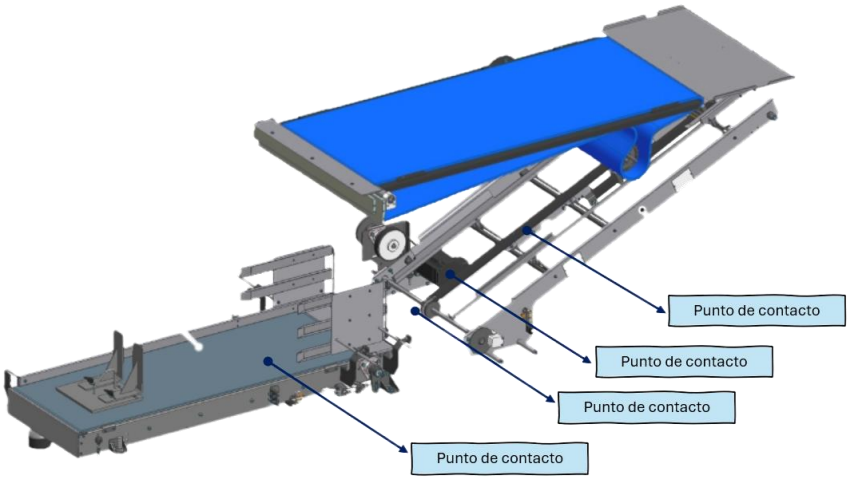


Figura N°18: Puntos de contacto de bandeja en ingreso a agrupadora

Bandejas arqueadas:

El análisis identificó cuatro causas raíz diferenciadas que contribuyen a este problema, vinculadas principalmente al factor material. Previamente al análisis de cada una, es pertinente mencionar que el arqueamiento de las bandejas es un defecto reconocido por el proveedor como inherente a su proceso productivo, generado por la diferencia entre el liner interno y externo del corrugado, es decir, las caras de papel que forman cada cara del cartón. Cuando una de ellas se seca y se estira más que la otra, se produce la curvatura de la bandeja.

Esta característica del proceso impone que las acciones de mejora deban orientarse tanto a mitigar el efecto desde el proveedor como a reducir el impacto operativo en la línea.

La cuarta causa raíz, vinculada a los factores material y medición, identifica que las bandejas arqueadas (figura N°19) o fuera de medida ingresan a la línea porque no existe un criterio estandarizado de inspección y aceptación en la recepción que contemple curvatura, dimensiones y estado físico. Esta causa raíz se relaciona directamente con la segunda causa raíz, debido a que la problemática de las bandejas fuera de estándar fue abordada mediante la misma LUP de control visual desarrollada en el paso 2. El control visual establecido en el ingreso de bandejas a la línea constituye una barrera operativa que, si bien no elimina el defecto de origen, permite reducir la cantidad de unidades con desvíos que ingresan a la máquina.



Figura N°19: Problemática de bandejas arqueadas

La quinta causa raíz corresponde al factor material: el alto porcentaje de carga de tinta presente en el diseño de las bandejas incrementa la humedad absorbida por el cartón durante su proceso de fabricación, lo que reduce su rigidez y aumenta su susceptibilidad al arqueamiento. Dado que las condiciones del proceso del proveedor hacen imposible garantizar bandejas con curvatura nula, la reducción de la carga de tinta en el diseño permitiría aproximar el arqueamiento a valores mínimos, debido a que menor absorción de tinta implicaría menor humedad adicional en el cartón, mayor rigidez de la estructura y menor deformación durante el almacenamiento. Adicionalmente, la reducción de tinta conllevaría beneficios secundarios, como menor riesgo de manchado, corte más limpio durante el troquelado y menor acumulación de tinta en las zonas de contacto con la máquina formadora. Sin embargo, la propuesta de migrar a bandejas con menor carga de tinta (figura N°20) fue evaluada con el área de marketing, que no aprobó la modificación por razones de visualización

del producto en góndola. Esta restricción limita el alcance de las acciones correctivas sobre esta causa raíz.

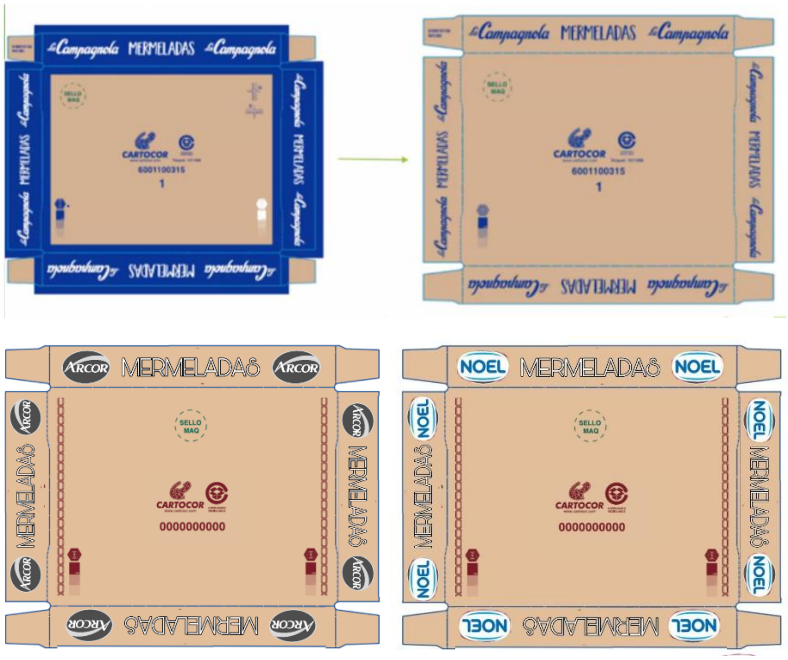


Figura N°20: Propuesta de reducción de tinta en bandejas

La sexta causa raíz se relaciona con el factor medio ambiente: las bandejas ubicadas en los bordes y parte superior de los pallets presentan menor protección frente a las variaciones de humedad ambiental durante el almacenamiento, lo que incrementa su susceptibilidad al arqueamiento. Frente a esta causa raíz, se analizó la posibilidad de adicionar esquineros, tapas o separadores intermedios a los pallets. Sin embargo, el proveedor indicó que, debido a la velocidad y continuidad de su proceso, estas modificaciones no son viables en su planta. Como alternativa, Cartocor propuso adicionar un nylon de acondicionamiento al pallet para evaluar el impacto en humedad y arqueamiento.

La séptima causa raíz también corresponde al factor material: la alta tensión de los zunchos de flejado de los pallets durante el almacenamiento y transporte contribuye al arqueamiento de bandejas con baja rigidez.

Falla en cinta de salida:

Esta detención no cuenta con un análisis de causa raíz desarrollado debido a que previo al período de análisis de este trabajo final, en septiembre de 2024, se ejecutó una mejora en el sistema de cinta de salida de la agrupadora: se reemplazó la configuración de dos cintas, una lisa y otra de rodillos, por una única cinta continua, reutilizando componentes

en desuso. Esta modificación eliminó los atascos de bultos que ocurrían en la transferencia entre cintas y resolvió problemas asociados a la cinta de rodillos, incluyendo caída de frascos, componentes sin codificar y paquetes rotos. Si bien esta mejora no fue ejecutada dentro del período formal del grupo de mejora de este trabajo final, sus resultados se reflejan en los datos de indisponibilidad del año analizado y contribuyeron a la mejora global de la disponibilidad del equipo.

Defecto en termocontraíble:

Esta detención se manifiesta en paquetes que salen abiertos del sistema de termocontracción. El análisis identificó como causa la pérdida del control del film durante su avance en el equipo: el film se resbala y pasa antes de que el paquete haya sido completamente envuelto. Al producirse el deslizamiento, el sensor del equipo detecta el paso del film interpretando que el ciclo de envoltura se completó, cuando en realidad el paquete avanza sin haber quedado correctamente contenido, generando así la apertura del bulto.

Asociado a esta problemática, se identificó la octava causa raíz, vinculada con el factor material, que detalla que la especificación de coeficiente de fricción (COF) del film proveído por Converflex (proveedor habitual hasta el momento) no se encontraba alineada con los requerimientos operativos reales del equipo. El COF es la propiedad que determina la adherencia entre el film y las superficies con las que entra en contacto durante el proceso: un COF bajo implica menor fricción, lo que produce que el film se deslice en lugar de avanzar solidariamente al paquete.

Para confirmar esta hipótesis y evaluar alternativas, se realizó una evaluación comparativa en línea con material del proveedor Polybel, sin modificar los parámetros de máquina. La prueba consistió en operar primero con la bobina de Converflex en condiciones normales y, a continuación, realizar el cambio a bobina Polybel bajo las mismas condiciones operativas. El material de Polybel presentó un mayor COF, lo que se traduce en mayor adherencia del film durante el proceso de envoltura. El desempeño en la línea fue correcto y sin necesidad de ajustes adicionales, confirmando que la variable determinante era el COF del material y no un parámetro del equipo.

Como consideración derivada de la prueba, se identificó que el mayor COF del material Polybel demanda reforzar la limpieza de cinta, varillas, pasadores y guías del equipo con mayor frecuencia que la requerida con Converflex, dado que la mayor adherencia puede incrementar la acumulación de restos de material en estas superficies si no se mantiene la limpieza adecuada. A raíz de los resultados favorables de la evaluación, se decidió habilitar

el material de Polybel como proveedor regular del film termocontraíble, constituyendo esta habilitación la acción correctiva que resuelve la causa raíz identificada.

Seguimiento con proveedor Cartocor:

Dado que las causas raíz de mayor impacto en la agrupadora pertenecen a la categoría material y su origen es externo a la planta, para hacer más consistente el análisis se efectuó un seguimiento exhaustivo con el proveedor Cartocor, tratando cada uno de los desvíos identificados, analizando sus causas y ejecutando las mejoras correspondientes, con el objetivo de obtener la materia prima en condiciones óptimas para la operación de la línea. Este seguimiento se inició en agosto de 2024 y se extendió durante 2025.

- **Prueba de humedad:** Se realizó una prueba conjunta para determinar los factores que influyen en la humedad de las bandejas y su posterior arqueamiento. La prueba consistió en medir la humedad de pallets de bandejas en cuatro momentos: al despacho desde Cartocor, a la recepción en planta, al momento de uso en línea y diez días posterior al consumo. Los resultados obtenidos mostraron que las bandejas presentan mayor humedad al momento del despacho (6,4%) respecto a la recepción (valores entre 3,8% y 6,2%), posiblemente porque la tinta fue adherida al cartón el día previo al despacho. Al momento de utilizarse en línea, las bandejas recuperan humedad respecto a la recepción (valores entre 5,7% y 6,8%), influenciadas por el tiempo de disposición en depósito y las condiciones climáticas.

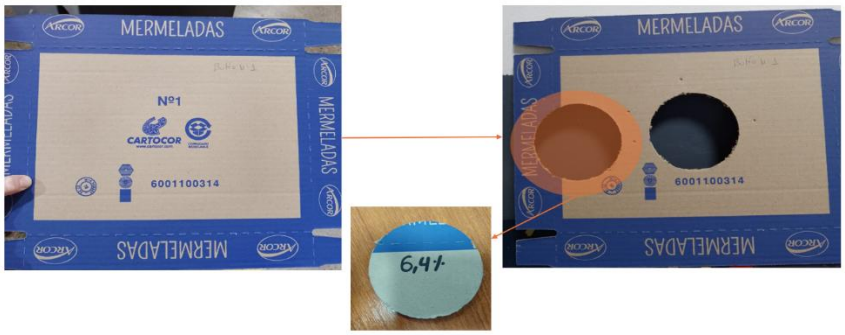


Figura N°21: Medición de humedad en bandejas

- **Prueba de palletizado:** Se realizó una prueba con cuatro pallets de configuraciones diferenciadas, variando la presión de flejado entre nivel N2 (menor presión) y nivel N3 (presión estándar), y la cantidad de planchas de base. Los resultados mostraron que ninguno de los cuatro pallets presentó bandejas arqueadas de manera significativa. El pallet con presión de flejado N2 y dos planchas de base adicionales presentó los mejores resultados. En el único pallet que mostró arqueamiento leve (palet 4, presión N3), las bandejas medidas presentaron una flecha de 0,3 cm, muy por debajo del límite

superior de especificación (LSE: 1,2 cm). La principal conclusión de esta prueba es que la reducción de la presión del fleje a nivel N2 puede evitar el arqueamiento sin necesidad de agregar tapas extras. A raíz de esto, en 2025 se solicitó a Cartocor el envío de pallets con fleje N2, que fueron probados en producción en agosto de 2025. Los resultados de esta prueba se presentarán en el paso 5 (verificación de efectividad).

$$\text{Curvatura} = \frac{\text{flecha}}{x} \cdot 100$$

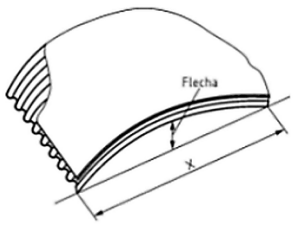


Figura N°22: Medición de curvatura en bandejas

- **Reclamo por bandejas mal cortadas:** Como fue descripto en el análisis de la segunda causa raíz, el reclamo formal a Cartocor derivó en la identificación y corrección de una falla en el sincronismo del cuerpo introductor del equipo de troquelado, restaurándolo a condiciones básicas.

Síntesis de causas raíz de Agrupadora:

El análisis de las causas raíz de la agrupadora confirma que su perfil de indisponibilidad es estructuralmente diferente al de los otros equipos: la causa dominante es de origen externos a la máquina, vinculada a la calidad de las bandejas recibidas del proveedor.

- Abordadas en paso 2: causa raíz 1 (entrenamiento de procedimiento de cambio de bobina a personal relevo de máquina), 2 y 4 (LUP de control visual de bandejas), además del reclamo a Cartocor por bandejas mal cortadas, con acción correctiva ejecutada por el proveedor.
- A atender en paso 4: causa raíz 3 y la prueba de flejado N2 con Cartocor en validación (resultado en paso 5).
- Con limitaciones externas al alcance del proyecto: quinta causa raíz (reducción de carga de tinta en bandejas no aprobada por marketing.

4.5. PASO 4: PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DE ACCIONES CORRECTIVAS

En este paso se definen y ejecutan las acciones correctivas orientadas a eliminar o mitigar las causas raíz identificadas en el paso 3. Las acciones se planifican considerando la naturaleza de cada causa raíz, los recursos disponibles y la priorización establecida por el grupo de mejora.

Es importante señalar que no todas las causas raíz identificadas tienen una acción correctiva asociada en este paso: aquellas abordadas en el paso 2 (restauración de condición básica) ya cuentan con su intervención documentada, y aquellas con limitaciones externas al alcance del proyecto, ya sea por restricciones presupuestarias/de recursos o decisiones de marketing, quedan documentadas como limitaciones identificadas.

A continuación se presentan las tablas resumen de acciones para cada máquina, en donde se puede ver el fallo analizado, la causa raíz identificada, la acción de restauración de condición básica ejecutada en el paso 2 y la acción de mejora correspondiente al presente paso 4.

Detención (Pareto)	Causa raíz identificada	6M	Acción de Restauración de Condición Básica (Paso 2)	Acción de Mejora (Paso 4)	Fecha	Estado
Fallo / Regulación del inversor de tapas	CR 1°: Falta de análisis previo al incorporar el formato Artesanal (diseño de inversor incompatible con la tapa)	Máquina	—	Fabricación de nuevo inversor exclusivo para formato Artesanal + Planilla de validación técnica previa al uso de tapas con especificaciones modificadas (acción transversal)	Mayo 2025 / 2026	Realizada
	CR 2°: No existe procedimiento documentado que defina los parámetros de regulación del inversor	Máquina	Manual de estándares de regulación de tapadora (parámetros, herramientas y procedimiento por componente) + Capacitación	—	Agosto 2025	Realizada
Regulación de cabezal	CR 3°: No existe procedimiento documentado que defina los parámetros del cabezal por tipo de tapa	Máquina	Manual de estándares de regulación de tapadora (incluye cabezal por formato) + Capacitación (ago 2025)	—	Agosto 2025	Realizada
Regulación de máquina / tapadora	CR 4°: Registro de detenciones poco específico: código genérico impide identificar el componente involucrado	Medición	—	Redefinición del cuadro de detenciones: eliminación de códigos genéricos y alta de códigos específicos por componente	Enero 2026	Realizada
	CR 5°: Autónomos no realizaban el cambio de formato por falta de capacitación	Mano de obra	Manual de estándares de regulación (incluye regulaciones de cambio de formato) + Capacitación	Traspaso del cambio de formato desde mantenimiento al autónomo: capacitación teórica y práctica + cuadernillo + chequeo de cambio de formato + Gestión del Cambio SGI	Agosto 2025	Realizada
	CR 6°: No existe metodología estandarizada para el cambio de formato en tapadora	Método	—	Elaboración de cuadernillo de cambio de formato con secuencia y medidas estandarizadas + chequeo de cambio de formato	Agosto 2025	Realizada
Tapa con falla trabada en cabezal	CR 7°: No existe control de dimensiones de tapas previo al uso en línea (restricción de recursos humanos)	Material	—	Sin acción planificada (limitación por restricción presupuestaria y redistribución de responsabilidades)	—	Documentada

Tabla N°35: Resumen de acciones de Tapadora

Detención (Pareto)	Causa raíz identificada	6M	Acción de Restauración de Condición Básica (Paso 2)	Acción de Mejora (Paso 4)	Fecha	Estado
Fallo / Regulación de uñas de casetero	CR 1°: Modificaciones en dotación de personal sin garantizar capacitación suficiente	Mano de obra	Manual de regulaciones básicas de etiquetadora (identificación de componentes, procedimiento de armado y estándares de regulación) + Capacitación a titulares y relevos	—	Junio 2025	**Realizada**
	CR 2°: Ausencia de estándares de parámetros diferenciados por formato productivo	Método	Manual de regulaciones básicas de etiquetadora (estándares por formato) + Capacitación	—	Junio 2025	**Realizada**
Etiquetas trabadas en rolo engomador	CR 3°: Mala regulación del peine regulador de adhesivo por ausencia de procedimiento documentado	Método	Manual de regulaciones básicas de etiquetadora (procedimiento de regulación de peine) + Capacitación	—	Junio 2025	**Realizada**
	CR 4°: Desgaste del rolo engomador no detectado: frecuencia de MP no alineada con vida útil real	Máquina	Modificación de frecuencia de plan preventivo del rolo engomador	—	2025	**Realizada**
Fallo / Regulación de casetero	CR 5°: Falta de consideración de características de nuevas etiquetas antes de lanzar nuevos formatos (ausencia de bujes adecuados)	Método	—	Fabricación de bujes con altura estandarizada por formato (Poka-Yoke) + Planilla de validación técnica previa para nuevos formatos (acción transversal)	Mayo 2025 / 2026	**Realizada**
	CR 6°: Falta de planificación en incorporación de nuevos formatos (ausencia de casetero para extracto de tomate)	Máquina	—	Fabricación de casetero para formato extracto de tomate + Planilla de validación técnica previa para nuevos formatos (acción transversal)	Resuelta por reasignación de producto a línea de Frascos 2 / 2026	**Realizada**
Etiqueta trabada en peine	CR 7°: Personal de relevos sin capacitación suficiente en limpiezas rutinarias del equipo	Mano de obra	—	LUP de limpieza de peine de transferencia: procedimiento y frecuencia destinado al personal de relevos	Agosto 2025	**Realizada**
	CR 8°: Variación en especificaciones de etiquetas por cambios de proveedor o rediseños de marketing sin validación operativa previa	Material	—	Planilla de validación técnica previa al uso de etiquetas con especificaciones modificadas (acción transversal)	—	**Realizada**
Limpieza de peine	CR 9°: Operadores no capacitados + frecuencia inadecuada de MP del rolo	Mano de obra / Máquina	Modificación de frecuencia de plan preventivo del rolo engomador	LUP de limpieza de peine de transferencia: procedimiento y frecuencia destinado al personal de relevos	Agosto 2025	**Realizada**
Frascos sin fecha	CR 10°: Limitación de diseño del mecanismo de estrella para asegurar separación constante entre frascos	Máquina	—	Provisorio: estandarización de tiempos de estrella por formato (ago 2025) Definitivo: reemplazo de estrella por transportador sin fin (pendiente)	Agosto 2025 / Pendiente	**Parcial**
Instructivo de trabajo incompleto (transversal)	CR 11°: Diferencias entre formatos no documentadas en estándares de regulación de la máquina	Método	Manual de regulaciones básicas de etiquetadora (jun 2025)	Estandarización de tiempos de estrella por formato (complementa el manual) (oct 2025)	Junio / Octubre 2025	**Realizada**

Tabla N°36: Resumen de acciones de Etiquetadora

Detención (Pareto)	Causa raíz identificada	6M	Acción de Restauración de Condición Básica (Paso 2)	Acción de Mejora (Paso 4)	Fecha	Estado
Cambio de bobina	CR 1°: Ausencia de procedimiento estandarizado para el cambio de bobina en relevos	Método	Elaboración de procedimiento estándar de cambio de bobina para personal de relevos	—	—	**Realizada**
Bandejas mal cortadas / fuera de estándar	CR 2°: Ausencia de estándar de aceptación y control de bandejas en recepción de MP	Medición	LUP de control visual de bandejas en ingreso a línea + Capacitación Reclamo a Cartocor → recalibración del cuerpo introductor de troquelado	—	Agosto 2025	**Realizada**
Regulaciones del equipo	CR 3°: Rigidez no definida en ET de bandejas; bandejas rígidas rebotan en guías y pasan de largo	Máquina / Material	—	Extensión de superficie de contacto de guías de deslizamiento de cartones para absorber variabilidad de rigidez	Septiembre 2025	**Realizada**
Bandejas arqueadas	CR 4°: Ausencia de criterio estandarizado de inspección de bandejas en recepción (curvatura, dimensiones, estado físico)	Material / Medición	LUP de control visual de bandejas en ingreso a línea + Capacitación	—	Agosto 2025	**Realizada**
	CR 5°: Alto porcentaje de carga de tinta en el diseño de bandejas incrementa humedad y susceptibilidad al arqueamiento	Material	—	Sin acción planificada: marketing no aprobó la reducción de tinta por razones de visualización en góndola	—	**Documentada**
	CR 6°: Bandejas en bordes y tapa de pallet con protección limitada frente a variaciones de humedad ambiental	Medio ambiente	—	Prueba de acondicionamiento con nylon en pallet + Prueba de palletizado con flejado N2 (validación realizada en ago 2025)	2024-2025	**Realizada**
	CR 7°: Tensión excesiva en zunchos de flejado contribuye al arqueamiento de bandejas con baja rigidez	Material	—	Solicitud a Cartocor de pallets con fleje N2 (menor presión) para reducir arqueamiento — prueba en producción ago 2025	Agosto 2025	**Realizada**
Defecto en termocontraíble	CR 8°: Especificación de COF del proveedor habitual (Converflex) no alineada con requerimientos operativos del equipo	Material	—	Habilitación de material Polybel (mayor COF) como proveedor regular de film termocontraíble	2026	**Realizada**

Tabla N°37: Resumen de acciones de Agrupadora

Las acciones que se desarrollan a continuación corresponden exclusivamente a las causas raíz que requieren intervenciones específicas más allá de la restauración de condición básica.

4.5.1. Acciones correctivas en Tapadora

Acción 1: Fabricación de nuevo inversor para formato de mermeladas Artesanal

- Causa raíz que resuelve: Causa raíz 1 – Falta de análisis previo al incorporar un nuevo formato productivo, que derivó en el uso de inversor incompatible con las dimensiones de la tapa del formato Artesanal.
- Descripción: Se realizó el diseño y fabricación de un inversor de tapas específico para el formato de frascos Artesanal.
- Principio de funcionamiento: El inversor de tapas es el componente responsable de orientar las tapas correctamente antes de su aplicación en el cabezal tapador. El inversor original está diseñado para las dimensiones de las tapas de formato Arcor, Noel y Extracto; al incorporar el formato Artesanal, cuya tapa presenta mayor diámetro y dureza, las guías y estrellas del inversor existente no lograban orientar la tapa correctamente, generando atascamientos. El nuevo inversor está diseñado con las medidas adecuadas para este formato en específico, funcionando de manera exclusiva durante las producciones de mermelada Artesanal.

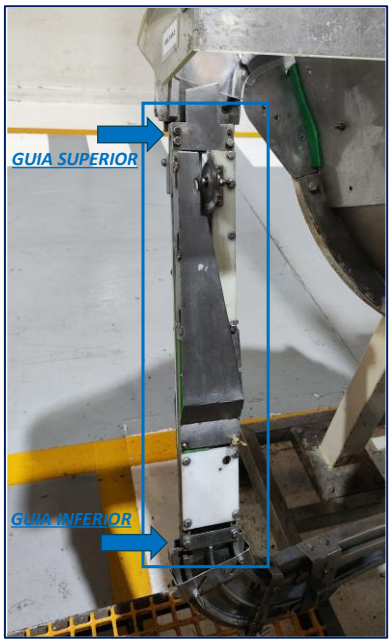


Figura N°23: Inversor de tapas

- Responsable: Mantenimiento mecánico.

Acción 2: Traspaso parcial de tareas de cambio de formato desde mantenimiento al equipo autónomo

- Causa raíz que resuelve:

  Causa 5 – Falta de capacitación de los autónomos de los autónomos en cambios de formato.

  Causa 6 – No existe metodología estandarizada para el cambio de formato en tapadora.

- Descripción: Se realizó el traspaso parcial de las tareas de cambio de formato de la tapadora desde mantenimiento mecánico al equipo autónomo, incluyendo: capacitación teórica en aula y práctica in situ (planta), elaboración de un cuadernillo de cambio de formato con medidas estandarizadas por componente, y chequeo de cambio de formato. Algunas tareas pasarán a ser ejecutadas exclusivamente por el operador de producción, otras se realizarán en forma conjunta entre operador y técnico de mantenimiento, y determinadas actividades continuarán siendo responsabilidad exclusiva del técnico de mantenimiento. La distribución de actividades se puede observar en la tabla N°38.

ACTIVIDAD	RESPONSABLE
Bajar máquina, desajustando varilla roscada	Op. de Producción
Levantar tobogán, levantando guía superior	Op. de Producción
Cambiar cabezal, sacando varilla y desajustando tornillos de sujeción	Técnico de Mantenimiento
Sacar los sensores de abastecimiento de tapas	Operador y Técnico
Retirar la guía aérea y colocar la correspondiente	Operador y Técnico
Colocar y regular los sensores	Operador y Técnico
Sacar el sensor de ausencia de tapas y el cilindro bloqueador de tapas	Op. de Producción
Cambiar guía aérea y colocar el sensor y cilindro	Técnico de Mantenimiento
Regular la guía de la cinta vertical a la altura de la tapa	Técnico de Mantenimiento
Regular guía de salida de salida de inversor a la altura de la tapa	Técnico de Mantenimiento
Cambiar guías y soporte de inversor	Técnico de Mantenimiento
Cambio de inversor	Técnico de Mantenimiento

Tabla N°38: Distribución de responsabilidad de tareas de cambio de formato en Tapadora

El proceso se gestionó mediante la metodología de Gestión del Cambio del Sistema de Gestión Integral.

- Principio de funcionamiento: Hasta la implementación de esta acción, el cambio de formato de la tapadora, que incluye el intercambio y regulación de componentes como el inversor, el cabezal, las correas y las guías, era ejecutado exclusivamente por personal de mantenimiento mecánico, con disponibilidad limitada a un solo turno por

semana. Esto generaba rigidez operativa debido a que, si era necesario realizar un cambio de formato fuera de ese turno, la línea debía esperar.

Con el traspaso al autónomo, el operador de la tapadora adquiere el conocimiento y las herramientas necesarias para ejecutar el cambio de forma autónoma, primeramente con asistencia de mantenimiento, pero buscando que un futuro sea tarea del maquinista únicamente. El cuadernillo de cambio de formato documenta la secuencia de tareas, las medidas estandarizadas de cada componente y las herramientas que se deben usar para ajustar cada uno de los componentes, permitiendo que cualquier operador capacitado ejecute el cambio de manera reproducible. El chequeo de cambio de formato, que se muestra en la figura N°24, actúa como herramienta de verificación al finalizar el proceso, asegurando que todos los parámetros estén dentro de especificación antes de iniciar la producción.

Chequeo de Cambio de formato
Lav/Dosif/Tap LF1

AUTÓNOMO:		**LIDER:**		
FECHA:				
DURACIÓN DEL CAMBIO DE FORMATO:				
CAMBIO DE FORMATO	**DE:**		**A:**	
CONTROLES	**Arc/Noel**	**OK/No Ok**	**Artesanal**	**OK/No Ok**
¿Se verifica la altura del frasco?	Est: * Arcor: 128.9 - 132.1 mm * Noel: 128.5 - 131.7 mm		Est: 118.1 - 120.5 mm	
¿Se verifica velocidad de arranque de **cinta entrada lavadora**?	Est: 2136 rpm 1.38 Amp		Est: 2136 rpm 1.38 Amp	
¿Se verifica velocidad de arranque de **lavadora**?	Est: 1261 rpm 4.96 Amp		Est: 1261 rpm 4.96 Amp	
¿Se verifica velocidad de arranque de **dosificadora**?	Est: 1366 rpm 4.19 Amp		Est: 1366 rpm 4.19 Amp	
¿Se verifica velocidad de arranque de **cinta tapadora**?	Est: 1441 rpm 1.81 Amp		Est: 1441 rpm 1.81 Amp	
¿Se verifica velocidad de arranque de **tapadora**?	Est: 1128 rpm 1.37 Amp		Est: 1128 rpm 1.37 Amp	
¿Se verifica velocidad de arranque de **plato descarte**?	Est: 0 rpm 0 Amp		Est: 0 rpm 0 Amp	
¿Se verifica velocidad de arranque de **cinta túnel**?	Est: 1201 rpm 1.09 Amp		Est: 1201 rpm 1.09 Amp	
¿Se verifica velocidad de arranque de **cinta etiquetadora**?	Est: 0 rpm 0 Amp		Est: rpm Amp	
¿Se verifica velocidad de arranque de **cinta entrada SMI**?	Est: 0 rpm 0 Amp		Est: 0 rpm 0 Amp	
¿Se ajusta la altura de la tapadora?	Est: 260 mm		Est: 245 mm	
¿Se regula la altura de la guía superior dentro de la tapadora?	Est: 12 mm		Est: 16 mm	

CAMBIO DE CABEZAL				
¿Se verifica que el cabezal en la **entrada** sea el correcto?	Est: 68.8 mm (ancho) 13 mm (alto)		Est: 70.2 mm (ancho) 15 mm (alto)	
¿Se verifica que el cabezal en la **salida** sea el correcto?	Est: 66.5 mm (ancho) 13 mm (alto)		Est: 66.7 mm (ancho) 15 mm (alto)	
REGULACIÓN DE SOPORTE SUPERIOR				
¿Se regula la altura del soporte superior?	Est: 12 mm		Est: 16 mm	
CAMBIO DE TOBOGÁN Y REGULACIÓN DE SENSORES				
¿Se verifica que la guía aérea de **entrada** sea la correcta?	Est: 68.8 mm (ancho) 13 mm (alto)		Est: 71.7 mm (ancho) 22.5 mm (alto)	
¿Se verifica que la guía aérea de **salida** sea la correcta?	Est: 68.8 mm (ancho) 12.1 mm (alto)		Est: 72.3 mm (ancho) 20.6 mm (alto)	
¿Se regula la rosca del cilindro bloqueador de tapas?	Est: rosca a 37.3 mm del inicio del cilindro		Est: rosca a 30.7 mm del inicio del cilindro	
REGULACIÓN DE GUÍAS				
¿Se regula la altura de la tapa?	Est: 12 - 14 mm		Est: 16 - 18 mm	
CAMBIO DE INVERSOR				
¿Se verifica la medida de **entrada** del inversor?	Est: 68 mm (ancho) 12.9 mm (alto)		Est: 68.3 mm (ancho) 18 mm (alto)	
¿Se verifica la medida de **salida** del inversor?	Est: 67.8 mm (ancho) 15.2 mm (alto)		Est: 68 mm (ancho) 13.3 mm (alto)	
¿Se ajusta la estrella del inversor?	Est: 19 mm		Est: 18.6 mm	
Observaciones				
Verificación Lider:				

Figura N°24: Chequeo de cambio de formato de Dosificadora/Lavadora/Tapadora

Desde la perspectiva del TPM, esta acción promueve el concepto de que un operario que además de operar su máquina conoce sus componentes, puede regularlos y tiene capacidad de respuesta antes desvíos. Adicionalmente, el mayor involucramiento del autónomo genera flexibilidad para la línea: al poder realizarse el cambio de formato en cualquier turno cuando sea necesario, se reduciría la dependencia operativa de la disponibilidad de los técnicos de mantenimiento que tienen los conocimientos para realizarlo.

La Gestión del Cambio aplicada (tabla N°39) garantizó que la transferencia de responsabilidades fuera evaluada previamente, identificando posibles consecuencias indeseadas y asegurando que los recursos necesarios (capacitación y material accesible) estuvieran disponibles antes de la implementación.

- Responsable: SGI / Mantenimiento

1) Identificar el Proceso sobre el cual se realizará cambio						2) Evaluación de las consecuencias potenciales de los cambios		3) Definir contramedidas	4) Asignar los recursos necesarios	5) Designar responsables y roles	6)- Definir indicadores de monitoreo
Descripción del cambio propuesto	A) El proceso que sufrirá el cambio es relevante para el SGI		B) La naturaleza del cambio es de alto impacto en la concresión de los objetivo del SGI			C)- Estas consecuencias afectan negativamente el desempeño del SGI?		Acciones Tomadas	D) Existen recursos Asignados?	E) Están designados los responsables y Roles?	Indicador
	El proceso que sufrirá el cambio forma parte de los siguientes procesos mapeados en el sistema	Entregables a estos procesos	El proceso es de impacto en la concreción de los objetivos de la política SGI	Justificación Impacto	Cambio a realizar	Posibles consecuencias no deseadas del cambio que afectan al Desempeño del SGI	Están contempladas estas consecuencias en el cambio		Recursos Asignados al cambio	Responsables y roles	
Traspaso parcial de actividades del cambio de formato de la dosificadora, lavadora y tapadora de LF1 desde el Técnico de Mantenimiento hacia operadores de Producción capacitados. Algunas tareas pasarán a ser ejecutadas por Producción, otras se realizarán en conjunto con Mantenimiento y las actividades de mayor complejidad técnica continuarán bajo responsabilidad exclusiva de Mantenimiento.	• Gestión del Conocimiento/Capacitación. • Mejora Continua. • Seguimiento y Control Documental.	• Gestión del Conocimiento/Capacitación: capacitaciones teóricas y prácticas realizadas, matriz de habilidades y conocimientos actualizada. • Mejora Continua: aumento de autonomía operativa y trabajo conjunto entre Mantenimiento y Producción. • Seguimiento y Control Documental: instructivos actualizados, checklist de cambio de formato, LUPs y estándares de trabajo vigentes.	Sí	Desarrollo de las personas y gestión del conocimiento; mejora continua de los procesos; trabajo en equipo e integración entre áreas; incremento de la autonomía operativa; estandarización de tareas y reducción de variabilidad; optimización de tiempos de cambio de formato.	Transferencia parcial de actividades del cambio de formato de la dosificadora, lavadora y tapadora de LF1 desde Mantenimiento hacia operadores de Producción capacitados, manteniendo tareas compartidas y otras de responsabilidad exclusiva de Mantenimiento	• Errores en la ejecución de tareas transferidas por curva de aprendizaje. • Diferencias de criterio entre Producción y Mantenimiento. • Incremento temporal de tiempos de cambio durante el aprendizaje. • Resistencia al cambio por aumento de responsabilidades.	Sí	• Capacitación teórico-práctica a los operadores. • Acompañamiento inicial de Mantenimiento. • Actualización de instructivos y checklist de cambio de formato. • Seguimiento de tiempos de ejecución. • Acompañamiento de líderes de Producción para asegurar la correcta adopción del cambio.	Capacitación teórico-práctica, instructivos actualizados, LUPs de procedimiento, checklist de cambio de formato, acompañamiento de Mantenimiento y seguimiento de líderes y supervisores.	• Operadores de Producción: ejecución de tareas transferidas y cumplimiento del checklist. • Técnico de Mantenimiento: capacitación, acompañamiento y validación técnica. • SGI: seguimiento de la gestión del cambio y cumplimiento del checklist. • Líderes/Supervisores: seguimiento de la implementación, validación del checklist y soporte a los operadores.	• % de operadores capacitados: objetivo 100%. • % de cumplimiento de checklist: objetivo 100%. • Tiempo promedio de cambio de formato: mantener o mejorar respecto de la situación inicial.

Tabla N°39: Gestión de cambio de traspaso parcial de tareas de cambio de formato en Tapadora

Acción 3: Redefinición del cuadro de detenciones de tapadora

- Causa raíz que resuelve: Causa 4 – Registro de detenciones poco específico sobre la regulación del equipo, identificada como hallazgo emergente del análisis.
- Descripción: Para 2026 se eliminan las detenciones genéricas "Regulación de máquina" y "Regulaciones del equipo" del cuadro de detenciones de la tapadora, sustituyéndola por códigos de detenciones existentes más específicos que permiten identificar con precisión el componente involucrado en cada parada: "Regulación de tapadora", "Regulación de cabezal", "Regulación/cambio de correa trapezoidal", "Regulación/fallo tapero" y "Regulación/cambio de correas planas".
- Principio de funcionamiento: Los sistemas de registro de detenciones son la fuente primaria de datos para el análisis de indisponibilidad. Cuando los operadores registran una parada bajo un código genérico, como "regulación de máquina", la información resultante no permite identificar qué componente específico generó la detención, limitando la capacidad de análisis y priorización de acciones de mejora. Al reemplazar el código genérico por códigos específicos por componente, cada evento de parada queda asociado a una causa más precisa, mejorando la calidad de la información disponible para futuros ciclos de análisis.
- Responsable: Grupo Base.

4.5.2. Acciones correctivas en Etiquetadora

Acción 4: Fabricación de bujes con altura estandarizada por formato (Poka Yoke)

- Causa raíz que resuelve: Causa raíz 5 – Falta de consideración de características de nuevas etiquetas antes de lanzar nuevos formatos, que derivó en la ausencia de bujes adecuados para cada formato de etiqueta.
- Descripción: Se fabricaron bujes específicos para cada formato de etiqueta. Los bujes son los componentes que determinan la altura del casetero de etiquetas respecto al rolo engomador. Al contar con un buje de altura fija para cada formato, la regulación de altura queda estandarizada y no depende del criterio individual del operador.

  Existen cuatro tipo de bujes (figura N°25): Arcor, Artesanal, Noel y Extracto. Estos componentes se deben colocar en los ejes de las guías del casetero, y luego instalar el casetero, como se puede ver en la figura N°26.



Figura N°25: Bujes de altura de casetero de etiquetas

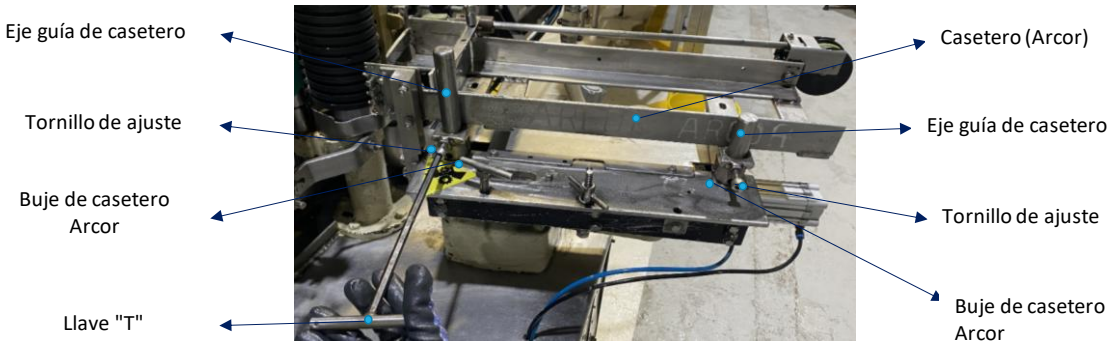


Figura N°26: Componentes del sistema de casetero de etiquetas

- Principio de funcionamiento: El casetero de etiquetas debe posicionarse a una altura específica respecto al rolo engomador para que el adhesivo se aplique correctamente sobre la etiqueta y esta se transfiera de manera adecuada al frasco.

  Los bujes fabricados funcionan como dispositivos de tipo Poka Yoke (a prueba de errores), debido a que al colocar el buje correspondiente al formato en producción, la altura del casetero queda automáticamente fijada al valor correcto, sin posibilidad de error por parte del operador.
- Responsable: Mantenimiento mecánico.

Acción 5: Realización de casetero para etiquetas de extracto de tomate

- Causa raíz que resuelve: Causa raíz 6 – Falta de planificación en el desarrollo e incorporación de nuevos formatos productivos, que derivó en la ausencia de casetero específico para el formato de extracto de tomate.
- Descripción: Se planifica la fabricación del casetero de etiquetas correspondiente al formato extracto de tomate, que permita operar este formato con los parámetros correctos de regulación.

  Cabe señalar que durante 2026 la producción del formato extracto de tomate fue trasladada a la línea de Frascos 2, lo que hizo innecesaria la fabricación del casetero

específico planificada para este equipo. Esto no invalida el análisis realizado, debido a que la causa raíz fue correctamente diagnosticada, y el problema quedó resuelto por una vía distinta a la planificada. Además, en caso de incorporar un formato similar de producto a la línea de Frascos 1, la planilla de Validación Técnica Temprana detallada más adelante permitiría anticipar el requerimiento antes del inicio de la producción.

Acción 6: Capacitación en limpieza de peine de transferencia y frecuencia de limpieza (LUP)

- Causa raíz que resuelve:
  Causa raíz 7 – Modificaciones en dotación de personal sin garantizar capacitación suficiente en limpiezas rutinarias del equipo.
  Causa raíz 9 (parcialmente) – Frecuencia inadecuada de limpieza de peine de transferencia.
- Principio de funcionamiento: El peine de transferencia actúa como intermediario entre el rolo engomador y el frasco, transfiriendo la etiqueta con adhesivo hacia su posición final de aplicación. La acumulación de adhesivo en los dientes del peine genera que las etiquetas se adhieran al peine en lugar de al frasco, produciendo atascamientos. La limpieza preventiva del peine con la frecuencia adecuada evita esta acumulación antes de que alcance niveles críticos. La LUP (figura N°27) comunica esta información de manera visual y sintética, siendo especialmente útil para personal de relevo que no opera la máquina diariamente y que, por lo tanto, puede no estar familiarizado con la frecuencia y el procedimiento correctos.



Figura N°27: LUP de limpieza de peine de transferencia de etiquetas

- Responsable: Producción.

Acción 7 – Medida provisoria: Estandarización de tiempos de estrella por formato

- Causa raíz que resuelve: Causa raíz 10 – Limitación de diseño del mecanismo de estrella para asegurar separación constante entre frascos, que genera ausencia de fechado.
- Descripción: Como medida provisoria, se relevaron y documentaron los tiempos de estrella óptimos para cada formato operado en la línea, estandarizándolos en una tabla de referencia accesible al operador. Esta estandarización complementa el instructivo de trabajo vigente.
- Principio de funcionamiento de la medida provisoria: Para reducir la variabilidad sin modificar el componente, se relevaron y documentaron los tiempos de estrella óptimos para cada formato operado en la línea. La metodología consistió en probar distintos tiempos de ciclo para cada formato y controlar el comportamiento de la línea, en

términos de frascos por minuto y frecuencia de detecciones dobles, hasta identificar el tiempo para el cual la línea se comportaba de manera más estable. Ese tiempo quedó documentado como estándar para cada formato específico. De esta manera, el operador dispone de una referencia precisa para la regulación en cada cambio, reduciendo la variabilidad sin modificar el componente.

Durante el análisis también se evaluó la posibilidad de operar sin la estrella de transferencia. Los resultados fueron negativos ya que al retirar la estrella, los frascos caídos que no eran fechados pasaban de largo y se trababan en la guía de ingreso al descarte de sin vacío, llenándolo de frascos buenos; adicionalmente, se acumulaban frascos en la cinta plástica y caían al descarte de sin vacío, generando pérdidas de producto conforme. Esta prueba descartó la operación sin estrella y confirmó la necesidad de la solución definitiva mediante el reemplazo del componente.

Esta medida es provisoria porque no elimina la limitación funcional del mecanismo de estrella. La solución definitiva consiste en reemplazarla por un transportador de tornillo sin fin, cuyo principio de funcionamiento se detalla a continuación.

Acción 7 – Medida definitiva planificada: Reemplazo de estrella por transportador sin fin

La solución definitiva al problema de frascos sin fecha por separación insuficiente entre ellos es el reemplazo del mecanismo de estrella por un transportador de tornillo sin fin. El tornillo sin fin es un componente helicoidal que avanza los frascos de manera continua y uniforme, asegurando una distancia constante entre ellos independientemente del formato en producción. A diferencia de la estrella, el sin fin aplica una velocidad lineal y continua, lo que garantiza que cada frasco llega al fechador con el tiempo suficiente para completar la impresión del lote.

- Responsable: Mantenimiento mecánico.

4.5.3. Acciones correctivas en Agrupadora

Acción 8: Extensión de superficie de contacto de guías de deslizamiento de cartones

- Causa raíz que resuelve: Causa raíz 3 – Falta de definición de rigidez como característica en la especificación técnica de bandejas, que genera que bandejas rígidas reboten en las guías y pasen de largo en el sistema de agrupado.

- Descripción: Se extendió la superficie de contacto y apoyo de las guías de deslizamiento de cartones del equipo, aumentando la superficie de guía disponible para la entrada de bandejas al sistema.

  Se optó por una estrategia de robustecimiento del equipo frente a la variabilidad de rigidez, en lugar de una estrategia de control en el origen, dado que la rigidez no constituye actualmente un parámetro contractual con el proveedor ni se dispone de un instrumento de medición en recepción que habilite una inspección de entrada. De esta forma, se resuelve la causa raíz con recursos propios.
- Principio de funcionamiento: El sistema de agrupado recibe bandejas desde la cadena elevadora y las hace deslizar por guías que las encaminan hacia la mesa formadora. Las bandejas más rígidas, al no poder doblar o adaptarse a las guías existentes, rebotaban contra los límites de las mismas y pasaban de largo por encima del tope de guía de caída de cartones, generando que la máquina detectara presencia de bandeja, pero esta no llegara correctamente a la mesa formadora.

  Al extender la superficie de contacto de las guías (figura N°28), se aumenta el área de apoyo disponible para la bandeja durante su deslizamiento, reduciendo el efecto de rebote en bandejas rígidas y al mismo tiempo mejorando la estabilidad de las bandejas más blandas que podían detenerse antes de llegar a la posición correcta. La modificación actúa absorbiendo la variabilidad de rigidez del insumo recibido, sin depender de que el proveedor garantice un valor de rigidez específico.



Figura N°28: Extensión de superficie de apoyo en guías de Agrupadora

Acción 9: Habilitación de material Polybel como proveedor regular de film termocontraíble

- Causa raíz que resuelve: Causa raíz 8 – Especificación de COF del proveedor habitual (Converflex) no alineada con los requerimientos operativos de la agrupadora.
- Descripción: A partir de los resultados favorables de la evaluación comparativa en línea, se habilitó el material del proveedor Polybel como proveedor regular del film termocontraíble para la agrupadora, en reemplazo del material Converflex que presentaba un coeficiente de fricción (COF) insuficiente para las condiciones operativas del equipo.
- Principio de funcionamiento: El COF es la propiedad del film termocontraíble que determina su capacidad de adherirse y avanzar solidariamente con el paquete durante el proceso de envoltura. Un coeficiente bajo implica que el film se desliza sobre las superficies del equipo y sobre el propio paquete, pasando antes de que este haya sido completamente envuelto. Cuando esto ocurre, el sensor del equipo detecta el paso del film e interpreta que el ciclo de envoltura se completó, cuando en realidad el paquete avanza sin el film. El material Polybel presenta un mayor COF que Converflex, lo que se traduce en mayor adherencia durante el proceso y correcta sincronización entre el avance del paquete y el film.
- Responsable: Desarrollo.

4.5.4. Acción transversal a los tres equipos

Acción 10: Planilla de validación técnica previa al uso de nuevos formatos

- Causa raíz que resuelve: Ausencia de una metodología de validación técnica sistemática que permita evaluar anticipadamente el impacto de nuevos formatos de producto o modificaciones de insumos sobre los componentes, ajustes operativos y condiciones de funcionamiento de los equipos de la línea.
- Descripción: Se propone implementar una planilla de validación técnica (tabla N°40) dentro del proceso de Gestión Temprana de Producto, aplicable a la tapadora, etiquetadora y agrupadora, para evaluar de manera sistemática el impacto de la incorporación de nuevos formatos de producto o modificaciones de materias primas e insumos sobre el desempeño de los equipos.

  La herramienta deberá completarse antes de la realización de pruebas industriales o lanzamientos productivos e incluir la revisión de componentes críticos, condiciones operativas, parámetros de ajuste, riesgos potenciales y necesidades de adaptación asociadas al cambio evaluado.

Será aplicable ante incorporaciones o modificaciones de frascos, tapas, etiquetas, bandejas u otros materiales de empaque que puedan alterar las condiciones normales de operación de los equipos.

- Principio de funcionamiento: El análisis de causas raíz realizado sobre la tapadora, etiquetadora y agrupadora permitió identificar un patrón común: los problemas operativos generados por nuevos formatos de producto o modificaciones de insumos suelen detectarse recién durante la producción, cuando las acciones correctivas implican pérdidas de eficiencia, ajustes no planificados o detenciones de línea.

  Para prevenir esta situación, la propuesta incorpora una planilla de validación técnica como herramienta de Gestión Temprana. La misma funciona como un listado estructurado de verificación que obliga a analizar anticipadamente el impacto potencial del cambio sobre cada equipo involucrado, identificando componentes críticos afectados, parámetros que requieren ajuste y acciones necesarias para asegurar la correcta producción.

  La planilla tiene como objetivo garantizar que, ante cada incorporación de un nuevo formato o modificación de insumos, se verifiquen de manera anticipada los requisitos técnicos mínimos de la tapadora, la etiquetadora y la agrupadora antes del inicio de la producción. Su fundamento metodológico se encuentra en el pilar de Gestión Temprana del TPM, cuyo principio consiste en actuar sobre los problemas antes de que se manifiesten en el proceso, en lugar de reaccionar ante sus consecuencias. En la práctica, la validación debe realizarse previamente a la prueba industrial o durante la preparación del cambio de formato, cuando aún existe margen para corregir desvíos sin afectar la operación.

  La herramienta se encuentra organizada en cuatro secciones. La primera registra los datos generales de la validación, permitiendo asegurar la trazabilidad del análisis realizado. La segunda sección constituye el núcleo técnico de la herramienta e incluye los parámetros y verificaciones específicas para cada una de las máquinas evaluadas. En la agrupadora se controlan regulaciones mecánicas, parámetros de programa, materiales e insumos y documentación de estándares. En la etiquetadora se verifica la disponibilidad de los componentes específicos de formato, las regulaciones asociadas y los parámetros que deben ajustarse durante las pruebas industriales. En la tapadora se validan los componentes de formato requeridos, las regulaciones mecánicas, las velocidades, corrientes, dimensiones de cabezales, guías, inversores y demás parámetros críticos identificados para cada familia de formatos.

  La tercera sección consolida el resultado de la validación mediante una clasificación, brindando criterios objetivos para la toma de decisiones previas al lanzamiento.

Finalmente, la cuarta sección registra las aprobaciones y firmas de las áreas involucradas, otorgando trazabilidad y formalidad al proceso de evaluación.

Su funcionamiento se integra a las etapas de Prefactibilidad y validación de pruebas industriales previstas por la metodología de Gestión Temprana, agregando una instancia formal de análisis técnico que actualmente no se encuentra estandarizada. De esta manera, se asegura que las condiciones del nuevo formato sean evaluadas antes de su implementación productiva, reduciendo la probabilidad de fallas asociadas a incompatibilidades entre el diseño del producto, sus insumos y los equipos de la línea.

Asimismo, la herramienta actúa como elemento integrador de las demás acciones de mejora desarrolladas para cada equipo, ya que permite verificar sistemáticamente la correcta aplicación de estándares, regulaciones, componentes de formato y parámetros operativos definidos durante el proyecto. A su vez, los resultados obtenidos en cada validación constituyen una fuente de aprendizaje para futuras incorporaciones de formatos, favoreciendo la actualización permanente de los estándares y el fortalecimiento del proceso de Gestión Temprana.

- Responsable: SGI.

PLANILLA DE VALIDACIÓN TÉCNICA TEMPRANA — LÍNEA DE FRASCOS 1			
DATOS GENERALES DEL PROYECTO			
Fecha de validación			
Formato / producto involucrado			
Máquinas afectadas			
Responsable de la validación			
Descripción del cambio (nuevo formato / cambio proveedor / rediseño etiqueta / otro)			
N° de orden / referencia			
EVALUACIONES TÉCNICAS POR MÁQUINA			
▶ **AGRUPADORA SMI**			
Parámetro / ítem a verificar	**Referencia**	**OK / No Ok / N/A**	**Observaciones / valor obtenido**
MEDIDAS DE REGULACIONES MECÁNICAS A ESTANDARIZAR (a construir durante prueba industrial)			
Sensor de caída de frascos (distancia al frasco)	Ejemplo: Arc/Noel: 7,5 cm		
Freno de frascos (distancia)	Ejemplo: Arc/Noel: 9,5 cm		
Ancho de bandeja	Ejemplo: Arc/Noel: 140–180 mm		
Guías de rampa de bandejas	Ejemplo: Arc/Noel: 17,5 cm		
Posición de gatera del ordenador (5 posiciones)	Ejemplo: Arc/Noel: 18/9/0/9/18		
Posición de sensor de encolar respecto a la guía	Ejemplo: Lateral: Arc/Noel | Superior: Extracto		
PARÁMETROS DE PROGRAMA (a construir durante prueba industrial)			
Parámetro 6047 — Tiempo de inicio activación del freno	Ejemplo: Arc/Noel: 275		
Parámetro 6048 — Tiempo de inicio activación del freno	Ejemplo: Arc/Noel: 175		
Parámetro 4351 — Tiempo cinta entrada (inicio activación)	Ejemplo: Arc/Noel: 280		
Parámetro 4352 — Tiempo cinta entrada (inicio activación)	Ejemplo: Arc/Noel: 140		
Parámetro 10405 — Velocidad media cinta (horno)	Ejemplo: Arc/Noel: 50 %		
Parámetro 3962 — Longitud del film (largo de bolsa)	Ejemplo: Arc/Noel: 800		
Parámetro 4553 — Inicio zona de presencia de paquete	Ejemplo: Arc/Noel: 165		
Parámetros 3839-3841 — Zona envoltura / pegamento	Ejemplo: Arc/Noel: 210/320		
VERIFICACIÓN DE MATERIALES E INSUMOS			
Bandejas dentro de especificación	—		
Film termocontraíble dentro de especificación	—		
VERIFICACIÓN DE DOCUMENTACIÓN DE ESTÁNDARES			
Verificar que los estándares obtenidos se encuentren documentados (chequeo de cambio de formato, instructivo, etc).	—		

▶ ETIQUETADORA KRONES-ROTINA			
Parámetro / ítem a verificar	**Referencia**	**OK / No Ok / N/A**	**Observaciones / valor obtenido**
COMPONENTES FÍSICOS ESPECÍFICOS DE FORMATO (verificar disponibilidad antes de producción)			
¿Existe casetero específico para las etiquetas del nuevo formato?	—		
¿Existen bujes de altura específicos para las etiquetas del nuevo formato?	—		
¿Existe patrón (grilon) de casetero específico para el formato?	—		
PARÁMETROS A ESTANDARIZAR (a construir durante prueba industrial)			
Tiempo de la estrella de transferencia de frascos	—		
Velocidad de la máquina	—		
Otros parámetros identificados durante prueba	—		
VERIFICACIÓN DE MATERIALES E INSUMOS			
Verificar dimensiones vs. especificación de casetero	—		
Verificar gramaje de la etiqueta vs. especificación de casetero y peine de transferencia	—		
Verificar compatibilidad del tipo de material con el adhesivo utilizado	—		
Verificar compatibilidad de dimensiones de frasco (diámetro y altura) con guías de etiquetadora	—		
VERIFICACIÓN DE DOCUMENTACIÓN DE ESTÁNDARES			
Verificar que los estándares obtenidos se encuentren documentados (chequeo de cambio de formato, instructivo, etc).	—		

▶ LAVADORA, DOSIFICADORA Y TAPADORA DE FRASCOS			
Parámetro / ítem a verificar	**Referencia**	**OK / No Ok / N/A**	**Observaciones / valor obtenido**
COMPONENTES FÍSICOS ESPECÍFICOS DE FORMATO (verificar disponibilidad antes de producción)			
¿Existe tobogan específico para las tapas del nuevo formato?	—		
¿Existe inversor específico para las tapas del nuevo formato? Verificar que existan las guías y soportes del inversor	—		
¿Existe cabezal específico para las tapas del nuevo formato?	—		
PARÁMETROS A ESTANDARIZAR (a construir durante prueba industrial)			
Altura del frasco	Ejemplo: Arcor: 128,9–132,1 mm		
Altura de la tapa	Ejemplo: Arc/Noel: 12–14 mm		
Velocidad / corriente — cinta entrada lavadora	Ejemplo: Arc/Noel: 2136 rpm / 1,38 A		
Velocidad / corriente — lavadora	Ejemplo: Arc/Noel: 1261 rpm / 4,96 A		
Velocidad / corriente — dosificadora	Ejemplo: Arc/Noel: 1366 rpm / 4,19 A		
Velocidad / corriente — cinta tapadora	Ejemplo: Arc/Noel: 1441 rpm / 1,81 A		
Velocidad / corriente — tapadora	Ejemplo: Arc/Noel: 1128 rpm / 1,37 A		
Velocidad / corriente — plato descarte	Ejemplo: Arc/Noel: 0 rpm / 0 A		
Velocidad / corriente — cinta túnel	Ejemplo: Arc/Noel: 1201 rpm / 1,09 A		
Altura de la tapadora	Ejemplo: Arc/Noel: 260 mm		
Altura de la guía superior dentro de la tapadora	Ejemplo: Arc/Noel: 12 mm		
Medida del cabezal en la ENTRADA (ancho / alto)	Ejemplo: Arc/Noel: 68,8 mm / 13 mm		
Medida del cabezal en la SALIDA (ancho / alto)	Ejemplo: Arc/Noel: 66,5 mm / 13 mm		
Altura del soporte superior	Ejemplo: Arc/Noel: 12 mm		
Guía aérea de ENTRADA (ancho / alto)	Ejemplo: Arc/Noel: 68,8 mm / 13 mm		
Guía aérea de SALIDA (ancho / alto)	Ejemplo: Arc/Noel: 68,8 mm / 12,1 mm		
Rosca del cilindro bloqueador de tapas	Ejemplo: Arc/Noel: rosca a 37,3 mm del inicio del cilindro		
Medida de ENTRADA del inversor (ancho / alto)	Ejemplo: Arc/Noel: 68 mm / 12,9 mm		
Medida de SALIDA del inversor (ancho / alto)	Ejemplo: Arc/Noel: 67,8 mm / 15,2 mm		
Ajuste de la estrella del inversor	Ejemplo: Arc/Noel: 19 mm		
VERIFICACIÓN DE DOCUMENTACIÓN DE ESTÁNDARES			
Verificar que los estándares obtenidos se encuentren documentados (chequeo de cambio de formato, instructivo, etc).	—		

RESULTADO DE VALIDACIÓN			
APROBADO	Todos los ítems verificados correctamente. El formato puede producirse sin restricciones.		
APROBADO CON OBSERVACIONES	Se identificaron desvíos menores. El formato puede producirse con seguimiento en los primeros lotes.		
APROBADO PROVISIONAL	Desvíos que requieren acción correctiva antes del próximo cambio a este formato.		
NO APROBADO	Desvíos críticos. El formato NO puede producirse hasta resolver las no conformidades.		
RESULTADO FINAL DE ESTA VALIDACIÓN:	► *Completar: APROBADO / APROBADO CON OBSERVACIONES / APROBADO PROVISIONAL / NO APROBADO*		
Observaciones generales / condiciones de aprobación:			
APROBACIONES			
Rol / Área	**Nombre y apellido**	**Firma**	**Fecha**
Jefe de Producción			
Jefe de Mantenimiento			
Jefe de Calidad			
Responsable SGI / Mejoras Enfocadas			

Tabla N°40: Planilla de validación técnica temprana en Tapadora, Etiquetadora y Agrupadora

4.6. PASO 5: VERIFICACIÓN DE EFECTIVIDAD

Este paso tiene como objetivo evaluar si las acciones implementadas en el paso 4 lograron los resultados esperados, monitoreando los mismos indicadores definidos en el paso 1 y comparándolos contra los objetivos establecidos en la sección 4.2.2.

Cabe aclarar que la verificación se concentra en la indisponibilidad de los tres equipos estudiados y no en la eficiencia global de la línea de Frascos 1. Esto se debe a que la eficiencia de línea es un indicador compuesto que depende de factores externos al alcance de este trabajo, tales como el desempeño de los demás equipos de la línea. Por lo tanto, incluir la eficiencia global de la línea como indicador de verificación de resultados no representaría el impacto real del proyecto. Debido a esto, se optó por verificar el impacto directamente sobre el indicador que las acciones correctivas buscaron modificar, es decir, la indisponibilidad de cada máquina y de sus causas principales.

La valorización económica del ahorro por reducción de indisponibilidad se realizó utilizando la tasa de MOD y el tipo de cambio vigentes al cierre del proyecto (diciembre de 2025), con el fin de expresar los beneficios en términos monetarios actualizados y comparables.

A continuación, se presenta el análisis de verificación para cada uno de los tres equipos estudiados.

4.6.1. Resultados de la Tapadora

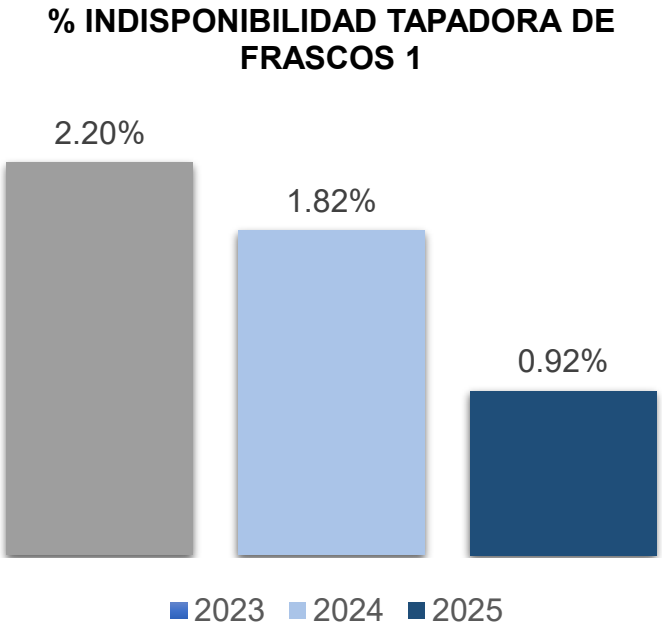


Figura N°29: Indisponibilidad 2023, 2024 y 2025 de Tapadora

Como se observa en la figura N°29, la indisponibilidad de la tapadora muestra una tendencia decreciente sostenida a lo largo del período 2023-2025. En 2023 la indisponibilidad era de 2,20% disminuyendo a 1,82% en 2024 (reducción del 17,3%) y posteriormente a 0,92% en 2025 (reducción del 49,5%), superando ampliamente el objetivo fijado de 1,29%. Esto evidencia que la pendiente de mejora se acentuó significativamente entre 2024 y 2025, lo que permite asociar dicha mejora con las acciones implementadas sobre las principales causas de detención.

Al desagregar este resultado por causa principal, tal como se presenta en la tabla N°41, se observa que cuatro de las cinco causas analizadas cumplieron o superaron ampliamente su objetivo. La causa dominante en 2024, fallo o regulación del inversor de tapas, se redujo de 0,42% a 0,09%, validando la efectividad de las acciones de estandarización de parámetros de inversor por formato y de elaboración de un inversor específico para las tapas de Artesanal. De forma similar, la regulación de tapadora se redujo un 72,4% y la regulación de cabezal un 60%. La excepción es la regulación de máquina, que pasó de 0,13% a 0,14%, es decir, no solo no alcanzó el objetivo de 0,09% sino que empeoró levemente respecto a 2024. Cabe recordar que “regulación de máquina” era un código genérico que agrupaba detenciones sin distinguir el componente involucrado. La acción correctiva sobre esta causa raíz fue precisamente la redefinición del cuadro de detenciones, que eliminó este código genérico. En

consecuencia, esta categoría dejará de registrarse como tal a partir de 2026, y el seguimiento futuro se realizará sobre las causas ya desagregadas.

TAPADORA LÍNEA DE FRASCOS 1				
DETENCIONES ESTUDIADAS	**% INDISPONIBILIDAD 2024**	**% INDISPONIBILIDAD OBJETIVO 2025**	**% INDISPONIBILIDAD 2025**	**STATUS 2025**
FALLO / REGULADO INVERSOR DE TAPAS	0.42%	0.30%	0.09%	CUMPLE OBJETIVO
REGULACIÓN DE TAPADORA	0.29%	0.21%	0.08%	CUMPLE OBJETIVO
REGULACIÓN DE CABEZAL	0.20%	0.14%	0.08%	CUMPLE OBJETIVO
REGULACIÓN DE MÁQUINA	0.13%	0.09%	0.14%	NO CUMPLE OBJETIVO
TAPA CON FALLA TRABADA EN CABEZAL	0.09%	0.07%	0.01%	CUMPLE OBJETIVO
TOTAL DE MÁQUINA	**1.82%**	**1.29%**	**0.92%**	CUMPLE OBJETIVO

Tabla N°41: Indisponibilidad de causas principales de Tapadora

Esta mejora se corrobora al analizar la evolución mensual de la indisponibilidad de la máquina durante 2025, presentada en la figura N°30. Se observa que la indisponibilidad se mantuvo en valores elevados durante los primeros meses del año, alcanzando su máximo en mayo. A partir de ese momento se produce un quiebre en la tendencia, registrándose una marcada disminución de la indisponibilidad desde junio en adelante, con valores inferiores al objetivo en la mayor parte de los meses restantes. Este punto de inflexión coincide con la implementación de la acción de la incorporación del inversor de Artesanal, evidenciada en la reducción de la causa “Fallo / Regulado inversor de tapas”, cuya tendencia mensual se puede evidenciar en la figura N°31. Al analizar específicamente esta causa, se puede notar que durante el primer cuatrimestre del año presentó eventos de indisponibilidad en enero, febrero, marzo y abril, mientras que a partir de mayo la indisponibilidad asociada a esta causa se redujo a 0% durante seis meses consecutivos, registrándose únicamente un evento aislado en noviembre (0,07%), correspondiente a producción de formato Arcor. Como resultado, su indisponibilidad tuvo una reducción del 78,6%, lo que confirma la efectividad de la acción implementada. Hacia el segundo semestre la tapadora se estabilizó, permitiendo alcanzar un acumulado anual de 0,92%, muy por debajo del objetivo de 1,29%.

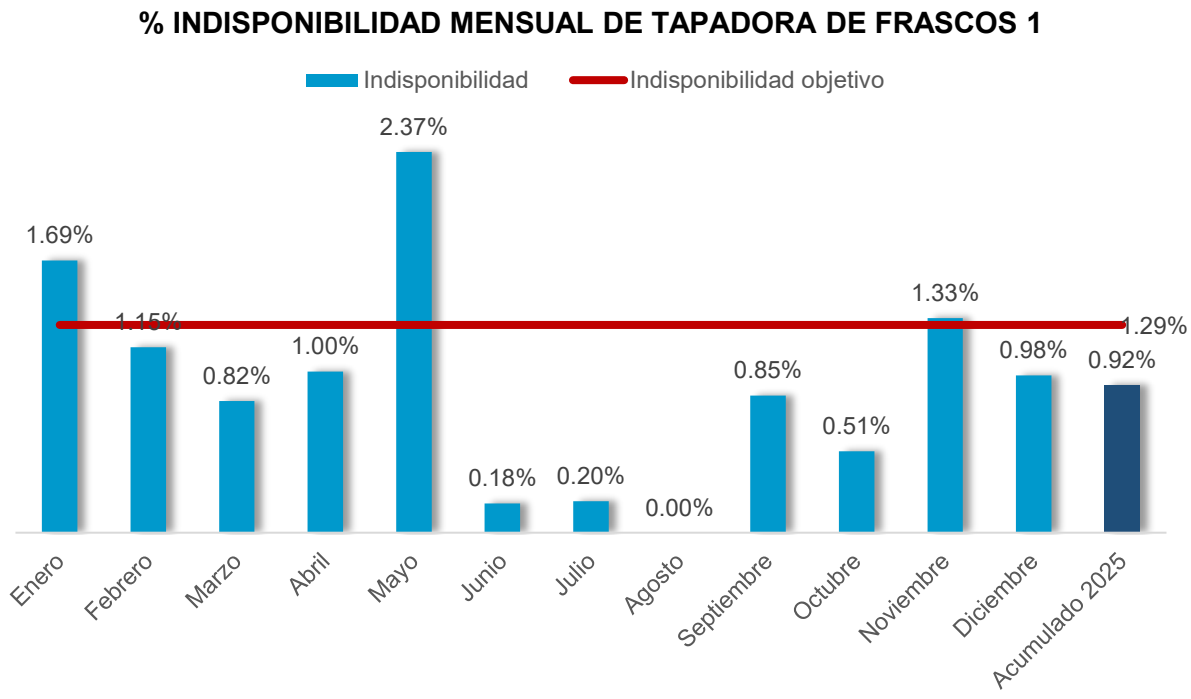


Figura N°30: Evolución mensual de indisponibilidad de Tapadora en 2025

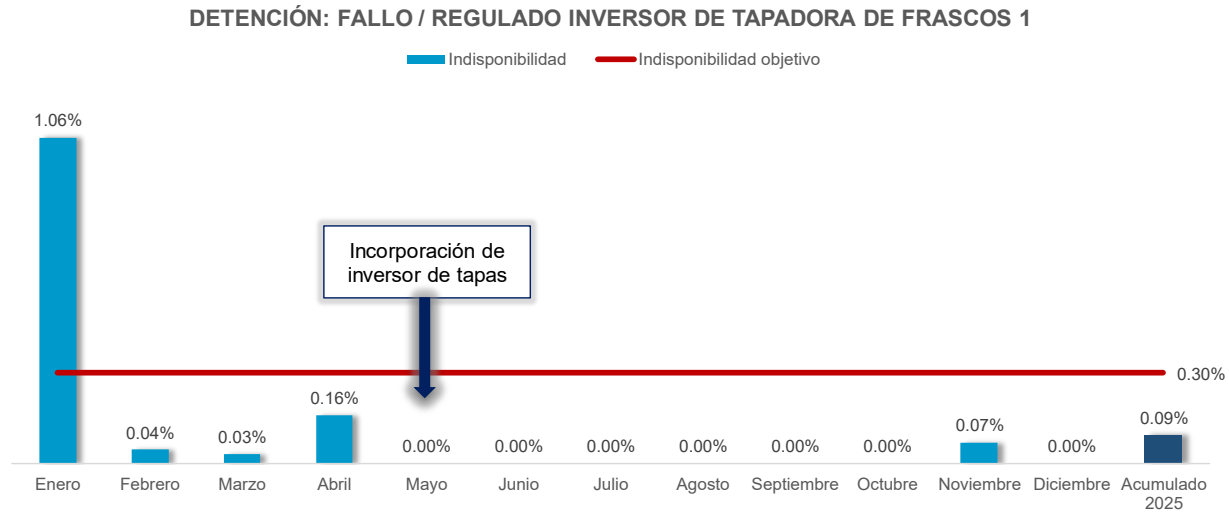


Figura N°31: Evolución mensual de indisponibilidad por fallo/regulado inversor de Tapadora en 2025

En términos económicos, la tapadora fue la máquina que logró la mayor reducción porcentual de indisponibilidad de las tres estudiadas. La disminución de las detenciones de 76,9 horas en 2024 a 39,2 horas en 2025, equivalente a una reducción de 37,7 horas. Como resultado, las pérdidas asociadas a mano de obra directa disminuyeron de USD$19 578,48

en 2024 a USD$9 866,51 en 2025, generando un ahorro real de USD$9 711,97, valor que supera significativamente el ahorro objetivo de USD$5 677,76 presentado en la sección 4.2.2.

4.6.2. Resultados de la Etiquetadora

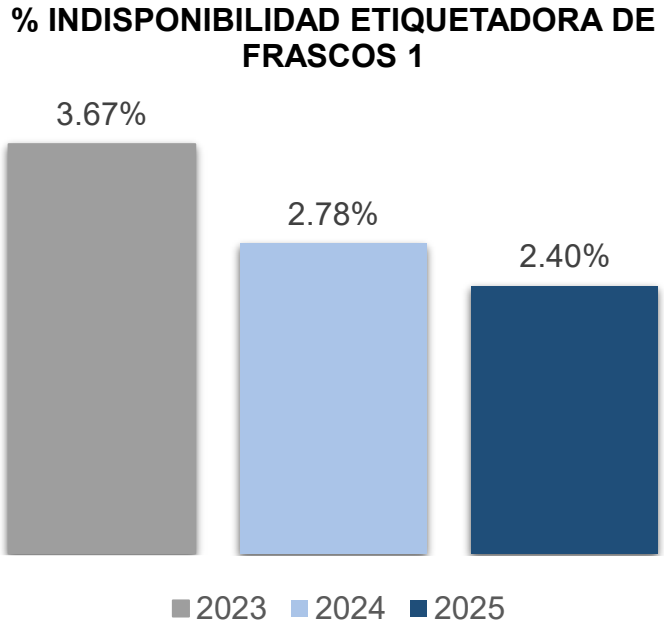


Figura N°32: Indisponibilidad 2023, 2024 y 2025 de Etiquetadora

La figura N°32 muestra la evolución de la indisponibilidad de la etiquetadora durante el período 2023-2025. En 2023 la indisponibilidad de la máquina era del 3,67%, pero logró una reducción del 24,2%, disminuyendo a un 2,78% en 2024. Luego, pasó de 2,78% en 2024 a 2,40% en 2025, una reducción del 13,7%, sin alcanzar el objetivo planteado de 1,92% (reducción del 31%).

Este resultado se explica por un comportamiento mixto entre las seis causas principales, detallado en la tabla N°42. Tres de ellas cumplieron o superaron su objetivo: etiquetas trabadas en rolo engomador se redujo un 55,6%, etiqueta trabada en peine un 55,6% y frascos sin fecha un 77,8%. Las tres causas restantes mejoraron respecto a 2024 sin alcanzar el objetivo: fallo/regulación de uñas de casetero se redujo un 18,6%, fallo/regulación de casetero un 22,6%, y limpieza de peine prácticamente no mostró variación.

ETIQUETADORA LÍNEA DE FRASCOS 1				
DETENCIONES ESTUDIADAS	**% INDISPONIBILIDAD 2024**	**% INDISPONIBILIDAD OBJETIVO 2025**	**% INDISPONIBILIDAD 2025**	**STATUS 2025**
FALLO/REGULACIÓN DE UÑAS DE CASETERO	0.43%	0.30%	0.35%	MEJOR QUE EN EL 2024
ETIQUETAS TRABADAS EN ROLO ENGOMADOR	0.36%	0.25%	0.16%	CUMPLE OBJETIVO
FALLO/REGULACIÓN DE CASETERO	0.31%	0.21%	0.24%	MEJOR QUE EN EL 2024
ETIQUETA TRABADA EN PEINE	0.27%	0.19%	0.12%	CUMPLE OBJETIVO
FRASCOS SIN FECHA	0.18%	0.12%	0.04%	CUMPLE OBJETIVO
LIMPIEZA DE PEINE	0.1704%	0.12%	0.1696%	MEJOR QUE EN EL 2024
TOTAL DE MÁQUINA	**2.78%**	**1.92%**	**2.40%**	MEJOR QUE EN EL 2024

Tabla N°42: Indisponibilidad de causas principales de Etiquetadora

La evolución mensual de la indisponibilidad durante 2025, presentada en la figura N°33, permite visualizar este comportamiento. Se observa que la reducción de la indisponibilidad no se produjo de manera lineal e inmediata, sino que fue consolidándose a medida que avanzó el año y se implementaron las acciones correctivas. Si bien se registra un pico de indisponibilidad en noviembre, el análisis detallado muestra que gran parte de dicho valor estuvo asociado a una detención extraordinaria clasificada como “Prueba de Desarrollo/Calidad/Ingeniería”, con una duración de 14,3 horas. Esto indica que una parte significativa del incremento registrado en noviembre no responde a fallas recurrentes del proceso ni al desempeño habitual del equipo, sino a una intervención planificada necesaria para la realización de pruebas. Al excluir este evento, la indisponibilidad del mes se reduce aproximadamente a 1,38%, alineándose con los niveles observados durante el resto del segundo semestre.

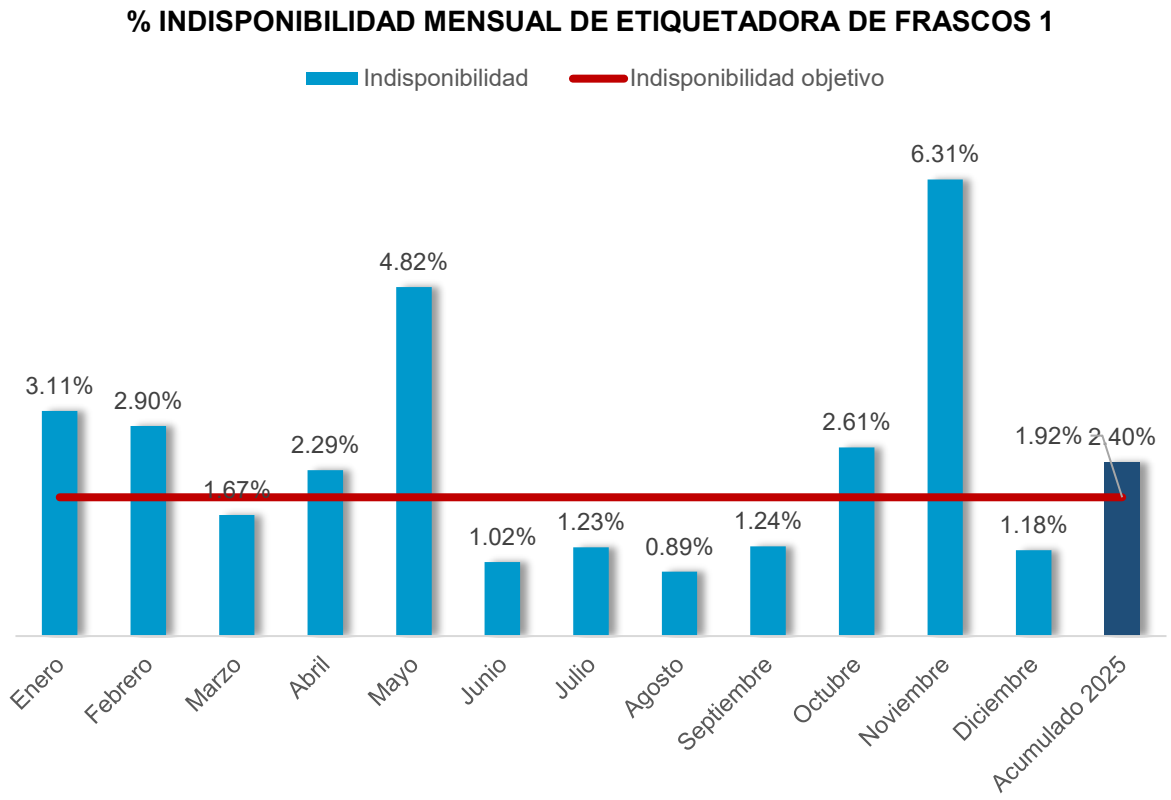


Figura N°33: Evolución mensual de indisponibilidad de Etiquetadora en 2025

Dado que el resultado por causa fue mixto, era esperable que el ahorro económico real quedara por debajo del proyectado. No obstante, la reducción de las detenciones de 117,3 horas a 102,8 horas permitió disminuir las pérdidas de mano de obra directa y alcanzar un ahorro real de USD$4141,51, sin poder lograr el ahorro objetivo de USD$9048,18. Esto indica que, si bien no todas las causas evolucionaron de acuerdo con lo esperado, el desempeño global del equipo generó un beneficio económico.

4.6.3. Resultados de la Agrupadora

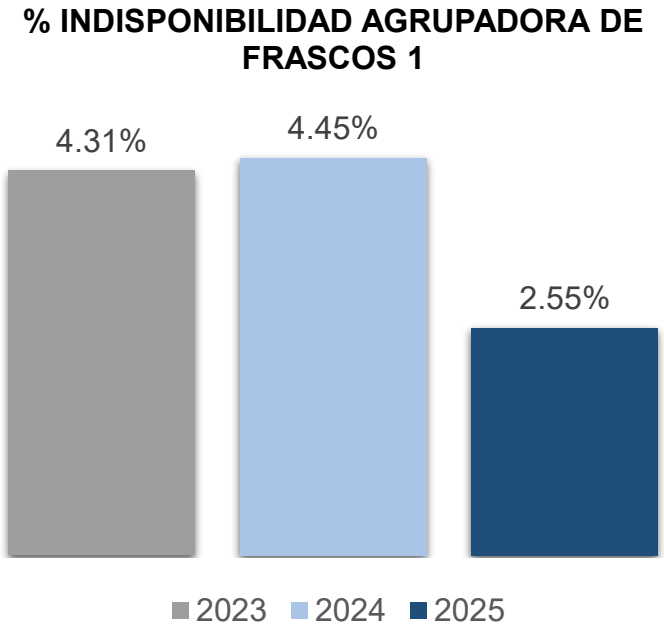


Figura N°34: Indisponibilidad 2023, 2024 y 2025 de Agrupadora

La figura N°34 presenta la evolución de la indisponibilidad de la agrupadora durante 2023-2025. Se observa que la indisponibilidad pasó de 4,31% en 2023 a 4,45% en 2024, registrando un leve incremento del 3,2%. Sin embargo, en 2025 descendió a 2,55%, lo que representa una reducción del 42,7% respecto de 2024. Esto evidencia que la pendiente de mejora se acentuó significativamente entre 2024 y 2025, ya que mientras entre 2023 y 2024 la indisponibilidad aumentó levemente de 4,31% a 4,45%, entre 2024 y 2025 se redujo un 42,7%, reflejando el impacto de las acciones implementadas sobre las principales causas de detención.

Al desagrega este resultado por causa principal, la tabla N°43 muestra que cinco de las seis causas analizadas cumplieron o superaron su objetivo. Se destacan especialmente las regulaciones del equipo, que redujeron su indisponibilidad en un 92%, y el defecto de termo-contraíble en materia prima, que fue eliminado completamente al pasar de 0,19% a 0%. Asimismo, las causas de detención por bandejas arqueadas, cambio de bobina y falla en cinta de salida superaron sus objetivos, con reducciones comprendidas entre el 56% y el 60%. En el caso de bandejas arqueadas, las indisponibilidad se redujo un 57,3%, resultado consistente con las acciones implementadas junto al proveedor. La única causa que no alcanzó el objetivo previsto fue bandejas mal cortadas o fuera de estándar, que se redujo un 25,6% frente a un

objetivo de reducción del 42%, manteniéndose como una oportunidad de mejora asociada a la calidad del material.

AGRUPADORA LÍNEA DE FRASCOS 1				
DETENCIONES ESTUDIADAS	**% INDISPONIBILIDAD 2024**	**% INDISPONIBILIDAD OBJETIVO 2025**	**% INDISPONIBILIDAD 2025**	**STATUS 2025**
BANDEJAS ARQUEADAS	0.82%	0.47%	0.35%	CUMPLE OBJETIVO
REGULACIONES DEL EQUIPO	0.50%	0.29%	0.04%	CUMPLE OBJETIVO
BANDEJAS MAL CORTADAS / FUERA DE ESTÁNDAR	0.39%	0.22%	0.29%	MEJOR QUE EN EL 2024
CAMBIO DE BOBINA	0.34%	0.20%	0.15%	CUMPLE OBJETIVO
FALLA EN CINTA DE SALIDA	0.20%	0.12%	0.08%	CUMPLE OBJETIVO
DEFECTO TERMO-CONTRAÍBLE (MP)	0.19%	0.11%	0%	CUMPLE OBJETIVO
TOTAL DE MÁQUINA	**4.45%**	**2.58%**	**2.55%**	CUMPLE OBJETIVO

Tabla N°43: Indisponibilidad de causas principales de Agrupadora

La evolución mensual de la indisponibilidad durante 2025, presentada en la figura N°35, refuerza el resultado descripto anteriormente. Si bien no se observa un quiebre de tendencia claramente definido, la mejora se fue consolidando a medida que avanzó el año y se implementaron las distintas acciones correctivas.

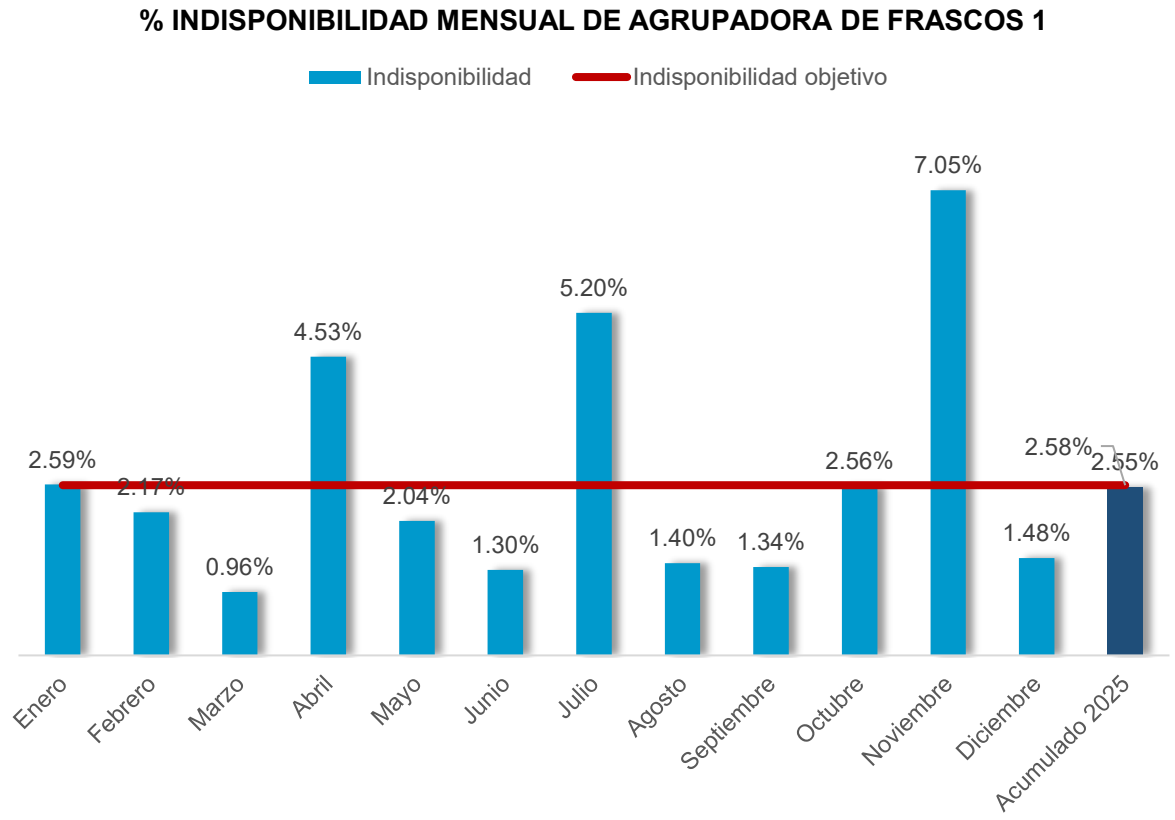


Figura N°35: Evolución mensual de indisponibilidad de Agrupadora en 2025

Como verificación de una de las acciones implementadas sobre la causa de bandejas arqueadas, durante agosto 2025 se recibieron en planta pallets provistos por Cartocor con nivel de flejado N2. Debido a que estos pallets fueron utilizados simultáneamente con pallets de configuración estándar, se realizó un análisis de trazabilidad considerando específicamente los días y turnos en los que fueron consumidos, con el objetivo de evaluar su desempeño de manera representativa.

Fecha	Turno	Cantidad de pallets	Indisponibilidad por bandejas arqueadas
1/8/2025	Mañana	1	0%
	Tarde	1	0%
4/8/2025	Mañana	1	0%
	Tarde	1	0%
	Noche	1	0%
5/8/2025	Mañana	1	0%
	Tarde	1	0%
	Noche	2	0%
6/8/2025	Tarde	1	0%
7/8/2025	Mañana	1	0%
	Tarde	2	0.04%
	Noche	2	0%
18/8/2025	Mañana	2	0%
	Tarde	1	0%
	Noche	1	0%
20/8/2025	Tarde	2	0.03%
	Noche	1	0%

Tabla N°44: Trazabilidad de desempeño de pallets de bandejas con menor nivel de flejado

Tal como se observa en la tabla N°44, durante los períodos analizados se registró una indisponibilidad acumulada por bandejas arqueadas de apenas 0,06%, equivalente a aproximadamente 0,2 horas de detención. Estos resultados son coherentes con las conclusiones obtenidas durante el paso 4, donde se verificó que la reducción de la presión de flejado disminuye las deformaciones generadas durante el almacenamiento y la manipulación de los pallets. Asimismo, permiten confirmar que, aunque el arqueamiento de bandejas no puede eliminarse completamente debido a las limitaciones propias del proceso de fabricación del proveedor, sí es posible reducir significativamente su impacto sobre la indisponibilidad actuando sobre las variables identificadas durante el análisis. De esta manera, la prueba realizada aporta evidencia adicional de la efectividad de las acciones implementadas para disminuir las pérdidas asociadas a esta causa.

De las tres máquinas, la agrupadora es la que presenta el mayor impacto económico esperado, dado que partía de la mayor cantidad de horas de indisponibilidad en 2024 (187,8 horas). Como resultado de las acciones implementadas, las detenciones se redujeron a 108,5 horas en 2025, equivalente a una disminución del 42,2%. Esta mejora permitió alcanzar un ahorro real de USD 21 151,16 en pérdidas de mano de obra directa, superando al ahorro objetivo de USD 19 733,87 y confirmando el impacto favorable de las mejoras implementadas sobre el desempeño operativo del equipo.

4.6.4. Beneficio económico obtenido

Para cuantificar el beneficio obtenido, se utilizaron las siguientes expresiones:

$$Pérdida\ de\ horas\ hombre\ (HH_{perdidas}) = Horas\ de\ detención \times Dotación$$

$$Ahorro\ económico = (HH_{perdidas\ 2024} \times Tasa\ MOD) - (HH_{perdidas\ 2025} \times Tasa\ MOD)$$

$$Kilogramos\ no\ procesados = Horas\ de\ detención \times Producción\ teórica$$

donde la producción teórica corresponde a los kilogramos/hora nominales de cada producto elaborado durante el período analizado.

Consolidando los resultados individuales de las tres máquinas, se valorizó el ahorro real en costos de mano de obra directa obtenido durante 2025. La Tabla N°45 resume el ahorro objetivo definido durante la etapa de evaluación y el ahorro efectivamente obtenido para cada equipo.

Máquina	Ahorro objetivo (USD)	Ahorro obtenido (USD)	Costo incurrido (USD)	Ahorro neto (USD)	Cumplimiento (%)
Agrupadora	19733.87	21151.16	—	✓ 21151.16	✓ 107.2%
Etiquetadora	9048.18	4141.51	—	✓ 4141.51	! 45.8%
Tapadora	5677.76	9711.97	74.86	✓ 9637.11	✓ 171.1%
Total	**34459.81**	**35004.64**	**74.86**	**34929.78**	**101.4%**

Tabla N°45: Comparación entre ahorro objetivo y ahorro real obtenido

El ahorro económico objetivo estimado para el proyecto fue de USD$34 459,81. Considerando los resultados reales obtenidos al cierre de 2025, el ahorro alcanzó los USD$35 004,64, superando el valor previsto inicialmente. Asimismo, se registró un costo de implementación de USD$74,86, correspondiente a horas extras destinadas a la capacitación sobre cambio de formato de dos operadores titulares de turno noche en la tapadora. Al descontar dicho valor, el ahorro neto obtenido fue de USD$34 929,78, equivalente al 101,4% del objetivo económico establecido.

A nivel individual, la agrupadora y la tapadora superaron los ahorros previstos, alcanzando cumplimientos del 107,2% y 171,1%, respectivamente. Por su parte, la etiquetadora alcanzó un cumplimiento del 45,8%, asociado a la reducción inferior a la prevista para dicho equipo. No obstante, el desempeño conjunto de las tres máquinas permitió superar el beneficio económico total esperado para el proyecto.

Desde el punto de vista productivo, la menor indisponibilidad registrada en 2025 se tradujo en una reducción de los kilogramos no procesados estimados a partir de las horas de detención y la capacidad teórica de producción de cada producto. En consecuencia, el volumen no procesado disminuyó de 1 644 649,69 kg en 2024 a 999 672,23 kg en 2025, recuperándose una capacidad productiva equivalente a 644 977,46 kg de mermelada, lo que representa una mejora del 39,2% respecto de la situación inicial.

4.7. PASO 6: ESTANDARIZACIÓN

Una vez verificada la efectividad de las acciones implementadas, corresponde formalizar aquellas que demostraron ser efectivas mediante la actualización de los estándares de trabajo correspondientes, con el objetivo de asegurar que los resultados obtenidos se sostengan en el tiempo. Cabe destacar que este proceso de estandarización no se concentró únicamente en las mejoras del paso 4, sino que comenzó ya durante el paso 2 (restauración de condición básica).

Para clasificar el tipo de estándar generado por cada acción de mejora, se utilizó la escala de seis niveles de estandarización presentada en la sección 2.9.6, que ordena los mecanismos de control según el nivel de atención que requieren del operador.

La tabla N°46 resume el conjunto de soluciones estandarizadas en las tres máquinas. En conjunto, el proyecto generó 13 nuevos estándares: 4 originados durante el paso 2 y 9 originados durante el paso 4, como resultado directo de las acciones correctivas sobre las causas raíz identificadas en el paso 3. Como puede observarse, la mayoría de las soluciones partían de un nivel de estandarización nulo, lo cual confirma el diagnóstico realizado en el paso 2, donde se identificó que buena parte de las causas de indisponibilidad no respondían a fallas de equipo sino a la ausencia de documentación y de criterios de regulación homogéneos entre operadores. Mientras que la mayoría de las mejoras se formalizaron en el nivel 2 (instructivos y procedimientos) o el nivel 3 (inspecciones, chequeos y registros de control preventivo), la incorporación de bujes con altura estandarizada por formato en la etiquetadora alcanzó el nivel 6, al tratarse de un mecanismo físico que impide el error de regulación de altura de casetero sin depender de la atención del operador.

Paso de origen	Máquina	Solución implementada	Nivel inicial	Denominación nivel inicial	Nivel logrado	Denominación nivel logrado
Paso 2	Tapadora	Elaboración e implementación de manual de estándares de regulación	**0**	Sin estándar	**2**	Instructivos y procedimientos
Paso 2	Etiquetadora	Elaboración e implementación de manual de regulaciones básicas	**0**	Sin estándar	**2**	Instructivos y procedimientos
Paso 2	Agrupadora	Elaboración de procedimiento estándar de cambio de bobina	**0**	Sin estándar	**2**	Instructivos y procedimientos
Paso 2	Agrupadora	LUP de control visual de bandejas en ingreso a línea	**0**	Sin estándar	**4**	Controles visuales
Paso 4	Tapadora	Capacitación de procedimiento de cambio de formato	**0**	Sin estándar	**1**	Capacitación y entrenamiento
Paso 4	Tapadora	Chequeo de cambio de formato	**0**	Sin estándar	**3**	Inspecciones y chequeos
Paso 4	Tapadora	Incorporación del procedimiento de cambio de formato al instructivo de trabajo	**0**	Sin estándar	**2**	Instructivos y procedimientos
Paso 4	Tapadora	Incorporación del procedimiento de cambio de formato a la matriz de habilidades y conocimientos del puesto	**0**	Sin estándar	**3**	Capacitación y entrenamiento
Paso 4	Agrupadora	Incorporación de presión de fleje N2 a la especificación técnica de pallets de bandejas	**0**	Sin estándar	**3**	Control preventivo con registro
Paso 4	Etiquetadora	Incorporación de bujes con altura estandarizada por formato	**0**	Sin estándar	**6**	Mecanismo a prueba de error (Poka-Yoke)
Paso 4	Etiquetadora	LUP de limpieza de peine	**0**	Sin estándar	**1**	Capacitación y entrenamiento
Paso 4	Etiquetadora	Estandarización de tiempos de estrella de transferencia por formato	**0**	Sin estándar	**2**	Instructivos y procedimientos
Paso 4	Tapadora / Etiquetadora / Agrupadora	Planilla de validación técnica temprana	**0**	Sin estándar	**3**	Inspecciones y chequeos

Tabla N°46: Resumen de estándares alcanzados

4.8. PASO 7: EXPANSIÓN HORIZONTAL

Este paso tiene como objetivo trasladar el aprendizaje generado durante el proyecto hacia otros sectores o equipos de la planta donde las mismas causas raíz pueden estar presentes, evitando repetir todo el proceso de análisis. En este trabajo, se identificaron dos oportunidades concretas de expansión horizontal: la extensión del estándar de presión de fleje de bandejas a otras líneas de la planta, y la extensión de la planilla de validación técnica temprana a la totalidad de los equipos de planta.

4.8.1. Expansión del estándar de presión de fleje de bandejas

Como se desarrolló en el paso 4, una de las causas raíz de mayor impacto en la indisponibilidad de la agrupadora fue la recepción de bandejas de cartón arqueadas, resuelta mediante la incorporación del valor de presión de fleje N2 a la especificación técnica de las bandejas. Dado que el mismo proveedor que abastece bandejas de cartón a la línea de Frascos 1 lo hace para las líneas de Frascos 2, Barras y Conservas, la causa raíz identificada no es exclusiva de la línea objeto de estudio en este trabajo, sino que constituye un riesgo latente en todo punto de la planta que reciba este insumo.

Al plantear esta expansión con el proveedor Cartocor, manifestó que la unificación del estándar de presión de fleje resulta también conveniente desde su propia operación. Esto se

debe a que la tecnología de sus equipos actuales no permite identificar en línea qué producto específico está siendo procesado ni ajustar el parámetro de fleje de forma diferenciada según el destino de cada pallet. Por lo tanto, mantener un valor de presión distinto para cada línea de Arcor introduce un riesgo de error de aplicación en la propia planta del proveedor, mientras que un estándar único simplifica su proceso y reduce la probabilidad de que el defecto se repita en cualquiera de los destinos.

No obstante, esta expansión requiere una validación previa a su implementación plena, ya que si bien la causa raíz es común a las cuatro líneas anteriormente mencionadas, las bandejas utilizadas en Barras y Conservas presentan diferencias de peso, dimensiones y tipo de producto contenido respecto a los frascos de Línea 1, por lo que corresponde verificar que el valor de presión N2 definido sea igualmente adecuado para esas configuraciones antes de formalizar el cambio en la especificación técnica general de pallets.

4.8.2. Expansión de la planilla de Validación Técnica Temprana a todas las máquinas de planta

La causa raíz transversal relacionada a la falta de evaluación técnica previa a la incorporación de nuevos formatos, insumos o modificaciones de proveedor no es un riesgo exclusivo de la tapadora, la etiquetadora y la agrupadora de la línea de Frascos 1. Cualquier equipo de planta está expuesto al mismo patrón de falla.

Por este motivo, se propone expandir la planilla de Validación Técnica Temprana como herramienta de aplicación general para la totalidad de las máquinas de planta. La estructura de la herramienta requiere una adaptación a cada máquina, incorporando los parámetros y componentes críticos específicos.

Se propone que esta expansión sea liderada por el área de Sistema de Gestión Integral (SGI), incorporando la planilla como requisito estándar dentro del procedimiento de Gestión Temprana de la planta, de aplicación obligatoria antes del lanzamiento productivo de cualquier cambio de formato, insumo o proveedor en cualquiera de las nueve líneas productivas.

CAPITULO V:
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La aplicación de la metodología de mejora continua del TPM sobre la tapadora, la etiquetadora y la agrupadora de la línea de Frascos 1 permitió alcanzar el objetivo de reducción de indisponibilidad establecido en dos de la tres máquinas estudiadas (tapadora y agrupadora), mientras que la etiquetadora, sin alcanzar su objetivo específico, redujo igualmente su indisponibilidad. En conjunto, las tres máquinas cerraron 2025 por debajo de los niveles de indisponibilidad registrados tanto en 2024 como en 2023, lo que confirma una tendencia de mejora sostenida. Este desempeño se tradujo en un beneficio económico de USD$35 004,64 en ahorro por reducción de horas hombre perdidas, equivalente al 101,4% del ahorro objetivo planteado en la etapa de evaluación del proyecto, y en la recuperación de una capacidad productiva estimada en 644 977,46 kg de mermelada.

Uno de los aprendizajes centrales de este trabajo es la importancia de restaurar la condición básica de los equipos antes de implementar acciones de mejora sobre sus causas raíz. El análisis PEP desarrollado en el paso 2 evitó que se realizaran acciones correctivas complejas sobre problemas que en la mayoría de los casos respondían a la ausencia de estándares documentados o de capacitación de personal de relevo.

Más allá de la reducción de indisponibilidad lograda, este trabajo involucró activamente a los operadores y técnicos de los tres sectores en procesos que exceden la operación diaria de la línea, como la Gestión Temprana de nuevos formatos de producto y la Gestión del Cambio. Además, el traspaso de actividades de mantenimiento hacia el autónomo constituye la base del pilar de Mantenimiento Autónomo del TPM, debido a que el operador ya no solo se dedica a tareas de producción, sino que aprende a conocer, regular y hacerse responsable de componentes críticos de su propio equipo.

Como resultado directo de este trabajo se generaron once nuevos estándares de regulación, documentación y control, que quedan disponibles para sostener los resultados en el tiempo y fortalecer la cultura de la mejora continua de la planta más allá de la finalización de este proyecto.

La investigación de las causas raíz y definición de las acciones de mejora correspondientes resultó posible gracias al trabajo conjunto entre las distintas áreas involucradas. La participación de maquinistas, supervisor y líder de la línea, técnico de mantenimiento, referente de calidad, del Sistema de Gestión Integral e incluso proveedores permitió abordar causas raíz que excedían el ámbito exclusivo de la línea de producción, como la calidad de las materias primas recibidas. Este trabajo en equipo resultó fundamental, especialmente en la agrupadora, donde la causa dominante de indisponibilidad fue de origen

externo y su resolución dependió de un seguimiento sostenido con el proveedor a lo largo de todo el proyecto.

No todas las acciones de mejora identificadas pudieron completarse dentro del período analizado. La instalación de un transportador sinfín como reemplazo definitivo de la estrella de transferencia de frascos quedó pendiente de implementación, con medida provisoria ya operando mientras se completa su ejecución. Por otro lado, dos causas raíz (el control de dimensiones y la reducción de carga de tinta en las bandejas de la agrupadora) no contaron con una acción correctiva asociada por depender de recursos o decisiones externas al alcance del proyecto.

Es relevante destacar que la totalidad de las acciones implementadas se llevó a acabo con recursos propios de la planta y sin incurrir en costos de inversión. La fabricación del inversor de tapas para el formato Artesanal, los bujes de altura estandarizada del casetero de etiquetas y la extensión de la superficie de contacto de las guías de deslizamiento de cartones en la agrupadora fueron ejecutadas por el personal de mantenimiento mecánico de la planta, reutilizando materiales disponibles en su taller. El único costo incurrido en todo el proyecto correspondió a USD$74,86, por las horas extras destinadas a la capacitación de procedimiento de cambio de formato de dos operadores titulares de la tapadora que se encuentran fijos en el turno noche.

En conjunto, los resultados obtenidos confirman que la aplicación estructurada de los siete pasos de la mejora continua del TPM constituye una metodología efectiva no solo para reducir pérdidas de disponibilidad, sino también para generar una base de estándares que sostienen la mejora en el tiempo.

A partir del desarrollo de este trabajo, se plantean las siguientes recomendaciones para la planta:

1. Completar el reemplazo de la estrella de transferencia por un transportador sinfín en la etiquetadora, dado que resuelve de forma definitiva la causa raíz de “frascos sin fecha”, actualmente atendida únicamente con una medida provisoria.
2. Dar continuidad al monitoreo de la etiquetadora, único equipo que no alcanzó el objetivo de reducción de indisponibilidad planteado, prestando especial atención a las causas de fallo/regulación de uñas de casetero, fallo/regulación de casetero y limpieza de peine, cuyas mejoras respecto de 2024 fueron menores a las de las restantes causas analizadas.

3. Extender la planilla de Validación Técnica Temprana a la totalidad de las líneas y equipos de planta, tal como se plantea en el paso 7.
4. Formalizar con el proveedor Cartocor el estándar de presión de fleje N2 para pallets de bandejas una vez validado su desempeño en las líneas de Barras y Conservas.
5. Evaluar junto con las áreas de Calidad y Compras alternativas de bajo costo para restablecer algún nivel de control dimensional de tapas en la recepción de la materia prima, dado que esta causa raíz de la tapadora quedó documentada sin acción correctiva por limitación de recursos humanos.
6. Avanzar hacia el traspaso total de las tareas de cambio de formato de la tapadora a los maquinistas, actualmente compartidas parcialmente con mantenimiento mecánico, de tal forma que se consolide la autonomía operativa lograda.

REFERENCIAS

[1] Arcor S.A.I.C., «Material de capacitación SGI: 7 pasos de la mejora continua,» Villa Mercedes, San Luis, 2025.

[2] T. Suzuki, «Mantenimiento Autónomo,» de *"TPM" en Industrias de Proceso*, Madrid, España, Productivity Press, 1996.

[3] T. Suzuki, «Visión general del TPM en industrias de proceso,» de *"TPM" en Industrias de Proceso*, Madrid, España, Productivity Press, 1996.

[4] T. Suzuki, «Maximización de la eficacia de la producción,» de *TPM en Industrias de Proceso*, Madrid, España, Productivity Press, 1996.

[5] T. Suzuki, «Mejora orientada,» de *TPM en Industrias de Proceso*, Madrid, España, Productivity Press, 1996.

[6] T. Suzuki, «Promoción de técnicas de operación y mantenimiento,» de *TPM en Industrias de Proceso*, Madrid, España, Productivity Press, 1996.

[7] E. M. y. F. S. M. L. Albisu, «Evaluación de resultados de mejora continua,» de *Emprendiendo Kaizen 2*, Buenos Aires, Argentina, INTI, 2021.

[8] Grupo Arcor, «Arcor,» [En línea]. Available: https://www.arcor.com/ar/nuestra-historia. [Último acceso: 24 Marzo 2026].

[9] Material de cátedra: Lean Manufacturing , «Metodología 5S,» Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias (FICA), Universidad Nacional de San Luis, San Luis, 2019.