



**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



Análisis de línea de producción de sacos mediante la herramienta Value Stream Mapping (VSM) en CMPC Biopackaging

POR

Consuelo Ignacia Sepúlveda Almuna

Memoria de Título presentada a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción para optar al título profesional de Ingeniera Civil Industrial

Profesor Guía
Eduardo Javier Salazar Hornig

Profesional Supervisor
Víctor Hugo Morales Balboa

Agosto 2024
Concepción (Chile)

© 2024 Consuelo Ignacia Sepúlveda Almuna

© 2024 Consuelo Ignacia Sepúlveda Almuna

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

Agradecimientos

Quiero comenzar agradeciendo a las personas más importantes en mi vida.

Hermano, eres un ejemplo a seguir para mí, cada vez que la carrera se me hacía cuesta arriba pensaba en todo lo que te has esforzado en la vida y en el futuro que quiero poder entregarte.

Mamá, sin duda este logro es más tuyo que mío, tus constantes palabras de apoyo, consejos, llamadas diarias, viajes a Concepción a verme y comida para toda la semana fueron la principal razón que me trajo hasta aquí.

Papá, gracias por esforzarte tanto por toda la familia, por darme la tranquilidad de que todo tiene solución, que mi única preocupación era estudiar y que a fin de cuentas el esfuerzo es lo que vale.

Por último, muchas gracias Don Víctor Morales e Isabel Díaz del área de Excelencia Operacional de Sack Kraft Chillán, por su gran disposición y colaboración tanto en el transcurso de mi memoria de título como en mi desarrollo profesional.

Sumario

Value Stream Mapping (VSM, mapa de flujo de valor) es una herramienta de la metodología *Lean*, la cual tiene por objetivo reducir o eliminar los desperdicios que puedan estar presentes en cualquier proceso productivo mediante sus diferentes herramientas. El mapa de flujo de valor es una de estas herramientas que consiste en la visualización del todo el proceso productivo que se quiere estudiar, incluyendo cada etapa desde que el cliente realiza su pedido de compra hasta que el producto es despachado a él.

En esta memoria de título se aplica esta herramienta sobre una línea de producción de sacos en la Planta Sack Kraft Chillán de CMPC Biopackaging, identificando así cada una de sus etapas, sus tiempos de ciclo, materia prima y operadores que requiere. La aplicación de este análisis se debió llevar a cabo ya que en el último tiempo se han identificado constantes problemas por aumentos de costos, baja productividad de las maquinarias y desviaciones de calidad de los productos.

Un VSM conlleva tanto un flujo de valor como un flujo de tiempo, los cuáles son construidos en primera instancia con la situación actual en la cual se presenta el proceso productivo y al final se realiza la construcción del flujo, pero aplicando las mejoras identificadas como manera de visualizar la situación futura esperada. El estudio se basa en una familia de productos específica, los sacos tipo CVP (cierre valvulado fondo pegado), la cual fue seleccionada según tres criterios diferentes que fueron evaluados en una matriz de selección. Por último, la obtención de los tiempos de ciclo de cada una de las etapas de la línea se realiza en terreno para diferentes sacos pertenecientes a la misma familia.

Con la identificación de las etapas que agregan valor, se pudieron obtener variadas medidas correctivas de procesos que son valiosos y que presentaron oportunidades de mejora, y al mismo tiempo se recomendó la eliminación de ciertas etapas que no contribuían de manera positiva al proceso ni al producto.

Summary

Value Stream Mapping (VSM) is a tool from the Lean methodology, which aims to reduce or eliminate waste that may be present in any production process through its different tools. The value stream map is one of these tools that consists of visualizing the entire production process to be studied, including each stage from the moment the customer places their purchase order until the product is shipped to them.

The objective of this thesis is to apply this tool to a sack production line at CMPC Biopackaging's Sack Kraft Chillán Plant, thus identifying each of its stages, its cycle times, raw material and operators required. The application of this analysis had to be carried out since in recent times constant problems have been identified due to cost increases, low productivity of machinery and deviations in product quality.

A VSM involves both a value stream and a time flow, which are built in the first instance with the current situation in which the production process is presented and in the end the construction of the flow is carried out but applying the identified improvements as a way of visualizing the expected future situation. The study is based on a specific product family, the PVC type sacks (valved closure glued bottom), which was selected according to three different criteria that were evaluated in a selection matrix. Finally, the cycle times of each of the stages of the line are obtained in the field for different bags belonging to the same family.

By identifying the value-adding stages, it was possible to obtain various corrective actions of processes that are valuable and presented opportunities for improvement, and at the same time recommended the elimination of certain stages that did not contribute positively to the process or the product.

Tabla de contenidos

Capítulo 1: Introducción.....	1
1.1. Antecedentes generales.....	1
1.2. Objetivos y justificación del tema.....	2
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos.....	2
Justificación del tema.....	3
Capítulo 2: Antecedentes de la empresa.....	4
2.1. Descripción de Sack Kraft Planta Chillán.....	4
2.2. Estructura Organizacional.....	4
2.3. Proceso productivo.....	6
2.4. La Línea 5 de producción.....	8
2.5. Descripción del análisis.....	14
Capítulo 3: Implementación de VSM.....	15
3.1. Metodología VSM.....	15
3.2. Familia de productos.....	19
3.2.1. Matriz de selección.....	21
3.3. VSM situación actual.....	25
3.3.1. Tiempo de ciclo.....	27
3.3.2. Disponibilidad de la Línea 5.....	30
3.3.3. Defectos.....	32
3.3.4. Línea de tiempo.....	35
3.3.5. Takt time.....	36
Capítulo 4: Resultados.....	38
4.1. Categorización de las etapas del proceso.....	38
4.2. VSM situación futura.....	39

4.3.	Desperdicios.....	41
4.4.	Propuestas de implementación.....	44
4.4.1.	Mejora del proceso de encolado	44
4.4.2.	Eliminación del paquetizador de la tubera	45
4.4.3.	Modificación del proceso de adhesivo	46
4.4.4.	Eliminación de la alimentación manual de fondera.....	47
4.4.5.	Eliminación de la prensa de tubera.....	49
4.4.6.	Mejora del proceso de molde paletizado	49
4.4.7.	Utilización de tecnología en la detección de sacos defectuosos.....	53
4.5.	Análisis de factibilidad técnica	54
Capítulo 5: Conclusiones.....		58
Referencias		59
Anexos.....		61
Anexo A: Reglas por la vida.....		61

Lista de Figuras

Figura 2.1: Estructura Organizacional Chillán	5
Figura 2.2: Layout Área Multiwall Sack Kraft Chile.....	7
Figura 2.3: Partes de la tubera Línea 5	8
Figura 2.4: Portarollos	9
Figura 2.5: Alineador de papel	9
Figura 2.6: Encolado de tubos	10
Figura 2.7: Partes de la fondera Línea 5	11
Figura 2.8: Brazos y dedos abridores	11
Figura 2.9: Molde paletizado.....	12
Figura 2.10: Proceso Línea 5 MW.....	13
Figura 3.1: Simbología de elementos VSM.....	16
Figura 3.2: Saco BAC c/fuelle y s/fuelle.....	19
Figura 3.3: Saco BAP	20
Figura 3.4: Saco CVC.....	20
Figura 3.5: Saco CVP	20
Figura 3.6: Saco PY	21
Figura 3.7: Estándar Setup C4.....	23
Figura 3.8: Estándar Setup C4 Ayudante	23
Figura 3.9: VSM situación actual	26
Figura 3.10: Reporte Flash	33
Figura 3.11: Líneas de tiempo VSM	35
Figura 4.1: Simbología diagrama de flujo	38
Figura 4.2: Diagrama de flujo tubera T2155	39
Figura 4.3: Diagrama de flujo fondera F2379	39

Figura 4.4: VSM situación futura	40
Figura 4.5: Sensor de caudal.....	44
Figura 4.6: Tótem de adhesivo	46
Figura 4.7: Cinta transportadora Transystem	48
Figura 4.8: ARCOMAT 3.....	50
Figura 4.9: Pantalla ARCOMAT 3.....	50
Figura 4.10: Layout paletizado manual.....	51
Figura 4.11: Layout propuesta paletizado manual.....	52
Figura 4.12: Molde paletizado.....	52
Figura 4.13: Cartón base en palet de sacos.....	53
Figura 4.14: Paquetizador tubera Línea 5.....	55

Lista de Tablas

Tabla 3.1: Matriz de selección de familia.....	24
Tabla 3.2: Resumen Medición de tiempos en tubera.....	28
Tabla 3.3: Resumen Medición de tiempos en fondera	29
Tabla 3.4: Disponibilidad real tubera	31
Tabla 3.5: Disponibilidad real fondera	32
Tabla 3.6: Sacos defectuosos por etapa	34
Tabla 3.7: Sacos defectuosos por etapa	34
Tabla 3.8: Volúmenes de ventas de sacos del 2024	36

Capítulo 1: Introducción

1.1. Antecedentes generales

CMPC, compañía manufacturera de papeles y cartones, es una empresa global considerada una de las primeras compañías en el rubro de la producción y fabricación de celulosa y papel, constituida en el año 1920 en Puente Alto. Actualmente cuenta con 46 plantas distribuidas en 12 países y que tiene por objetivo “entregar soluciones derivadas de fibras naturales provenientes de plantaciones sustentables y certificadas, así como de materiales reciclables” (CMPC, 2024).

A continuación, se menciona el manifiesto cultural de la empresa, el cual comprende la misión, el propósito, los pilares de la estrategia y los valores. Como su misión plantean “ser sostenible para alcanzar un buen desempeño económico, a través del respeto a los grupos de interés y el cuidado del medioambiente”.

Con el propósito “Creamos la fibra natural para un futuro mejor”, buscan contribuir con la concientización de las personas con el planeta, comprometidos con impulsar la evolución de la industria forestal hacia soluciones innovadoras en base a fibras naturales. Y para poder llevar a cabo esto se construyeron 5 pilares que conforman la Estrategia 2030: Sostenibilidad, Crecimiento e Innovación, Cliente, Competitividad y Talento. Todos los trabajadores de CMPC son instruidos a llevar todas sus labores alineadas con los valores corporativos de la empresa, los cuales son respeto, integridad, coraje y colaboración (CMPC, 2023).

Cuentan con un programa de seguridad como forma de instalar una cultura preventiva: 10 “Reglas por la Vida” (ver Anexo A), que son mandatorias e innegociables en todas las plantas de la compañía. La seguridad de las personas es algo fundamental para la compañía, por lo que todos los días en cada reunión que se realiza se recalcan las “reglas por la vida”, para lograr que cada uno de los trabajadores se interioricen en el tema y las tengan siempre presentes.

Esta empresa está compuesta de tres negocios: CMPC Celulosa, CMPC Biopackaging y Softys. En este caso, este trabajo será realizado en una planta perteneciente al negocio Biopackaging. CMPC Biopackaging es el negocio de embalajes de CMPC, que ofrece soluciones para promover, transportar y proteger diferentes tipos de productos. Sack Kraft es una de las 4 líneas de este

negocio, que juega el rol de proveedor continental de sacos multipliego de papel en América. El área de Biopackaging está compuesto por 4 líneas de negocio: Boxboard, Corrugados, Edipac y Sack Kraft (CMPC, 2023).

Con esta memoria de título se quiere realizar un análisis a una línea de producción de sacos. En este caso se decidió tomar como objeto de estudio la línea 5, ya que es considerada la más miscelánea, la que más carga procesa, complejidad de sacos y por último porque el resultado de este trabajo podría llegar a ser exportable al extranjero. Este análisis tiene por objetivo la eliminación o reducción de tareas que no conlleven valor para el proceso productivo.

Para llevar a cabo este trabajo, se utiliza una herramienta de la metodología *Lean Manufacturing*, llamada *Value Stream Mapping* (VSM), el cual tiene la finalidad de llevar a cabo la identificación de actividades que no aporten valor al producto final y que al ser eliminadas o disminuidas traerán consigo una mejora significativa en la producción. Finalmente, se busca confeccionar una estandarización de procesos críticos a partir de los resultados obtenidos en el VSM. Con esto, poder ser replicada en las demás líneas productivas de la planta.

1.2. Objetivos y justificación del tema

En esta sección se presentan los objetivos y el alcance del trabajo.

Objetivo general

El objetivo general de esta memoria es identificar las actividades que no están siendo un aporte de valor en el proceso de producción para eliminarlas y las que sí aportan valor estandarizarlas, como manera de mejorar el desempeño de la línea en diferentes aspectos.

Objetivos específicos

- Recopilación de la información necesaria sobre los procesos de producción para el desarrollo del VSM.
- Evaluación de resultados obtenidos con el VSM.
- Desarrollo de propuestas a implementar con respecto a los resultados.
- Evaluar factibilidad de acciones propuestas.

Justificación del tema

Las líneas de producción de sacos están conformadas por una tubera y una fondera, estas dos partes que conforman el proceso son llevadas a cabo por operadores especializados en cada una de ellas. Sin embargo, se producen fallas, exceso de consumo de recursos, cuellos de botella, tiempos muertos tanto de máquina como de personal y desperdicios de recursos, los cuales afectan directamente al cliente final y a CMPC, ya que se ve disminuida la calidad del producto, se ven aumentados los costos y se produce una baja en la productividad de las máquinas.

Algunos de los beneficios que conlleva la aplicación de un *Value Stream Mapping* son la detección del origen de los problemas, optimización de procesos, aumento de la productividad, ahorros de tiempo de transporte, reducción de tiempos de producción, detección de ineficiencias y desperdicios, todo esto en base a la realización de un análisis del flujo tanto de información como de materiales de un proceso en específico, identificando así las actividades que no agregan valor al proceso para posteriormente tomar las medidas necesarias para eliminarlas y también potenciar de alguna manera las actividades que son claves para el proceso productivo y que si le agregan valor al producto.

Capítulo 2: Antecedentes de la empresa

2.1. Descripción de Sack Kraft Planta Chillán

La planta productiva Sack Kraft Chile ubicada en la ciudad de Chillán es líder en la industria local de sacos, además se encarga de la producción de caños y saquitos utilizados por industrias del azúcar, harina y carbón. Su ubicación es estratégica con respecto a su principal proveedor de papel, el cual es la planta Laja de CMPC, y también con respecto al fácil acceso a los principales puertos marítimos exportadores del sur de Chile, lo cual beneficia la rápida llegada de la materia prima y la exportación a los principales mercados de América (*Sack Kraft - Nuestra Presencia*, s. f.).

Se destacan en gran magnitud por sus equipos ya que permiten confeccionar sacos con detalles de gran complejidad, entre los cuales se destacan las impresiones con una gama amplia de colores que producen las impresoras industriales, la gran variedad de tamaños, válvulas, refuerzos de fondos e incluso la opción de impresión en línea para sacos que no requieran más de dos colores en su impresión, todo esto siendo fundamental para poder cumplir con los requerimientos que cada cliente solicite para su saco en específico.

Este proyecto se ha desarrollado con el apoyo del área de Excelencia Operacional de esta planta, la cual tiene por objetivo aplicar herramientas y formas de trabajar que contribuyan a la mejora continua, entre ellas se encuentra la implementación del comité 5S que busca impulsar esta cultura de orden y limpieza en la planta, matrices de habilidades que tienen como meta evaluar los conocimientos de los operadores y abordar las brechas con capacitaciones y levantamiento de los objetivos para el presente año con el fin de que toda la planta esté en conocimientos de ellos y realice sus labores en pro de su cumplimiento.

2.2. Estructura Organizacional

En la Figura 2.1 se muestra el organigrama del personal administrativo de la planta Sack Kraft Chillán el cual es encabezado por la gerente de planta que lidera a los roles de primera línea que son quienes lideran cada una de las 8 áreas de la planta, Excelencia Operacional, Recursos Humanos, Desarrollo, Cadena de Suministro, Prevención de Riesgos, Mantenimiento, Calidad y Operaciones. Cabe mencionar que hay 3 áreas que no reportan directamente de la gerente de planta

si no que son área que trabajan en pro de la planta y en conjunto con la gerente, las cuales son Excelencia Operacional que depende de la Subgerencia Regional de Excelencia Operacional, HRBP depende de HRBP Sack Kraft & Holding y Desarrollo depende de la Gerencia Comercial de Chile.

Se destacan ciertos roles de personas que pertenecen a la segunda línea y que son claves como el jefe de línea multiwall que tiene la labor de liderar a los tres jefes de turnos que operan las líneas de producción las 24 horas del día, solicitar las mantenencias que sean necesarias en las líneas y ayuda a la buena comunicación entre áreas como programación de carga, diseño de arte, desarrollo y mantención. Y en el área de Cadena de Suministro igualmente existen roles que se resaltan como por ejemplo el jefe de logística y bodega el cual es responsable de asegurar el orden de las bodegas, llevar los registros de inventarios actualizados, coordinar que la carga de pallets se realice correctamente y en buen estado y que los camiones sean cargados de manera segura.

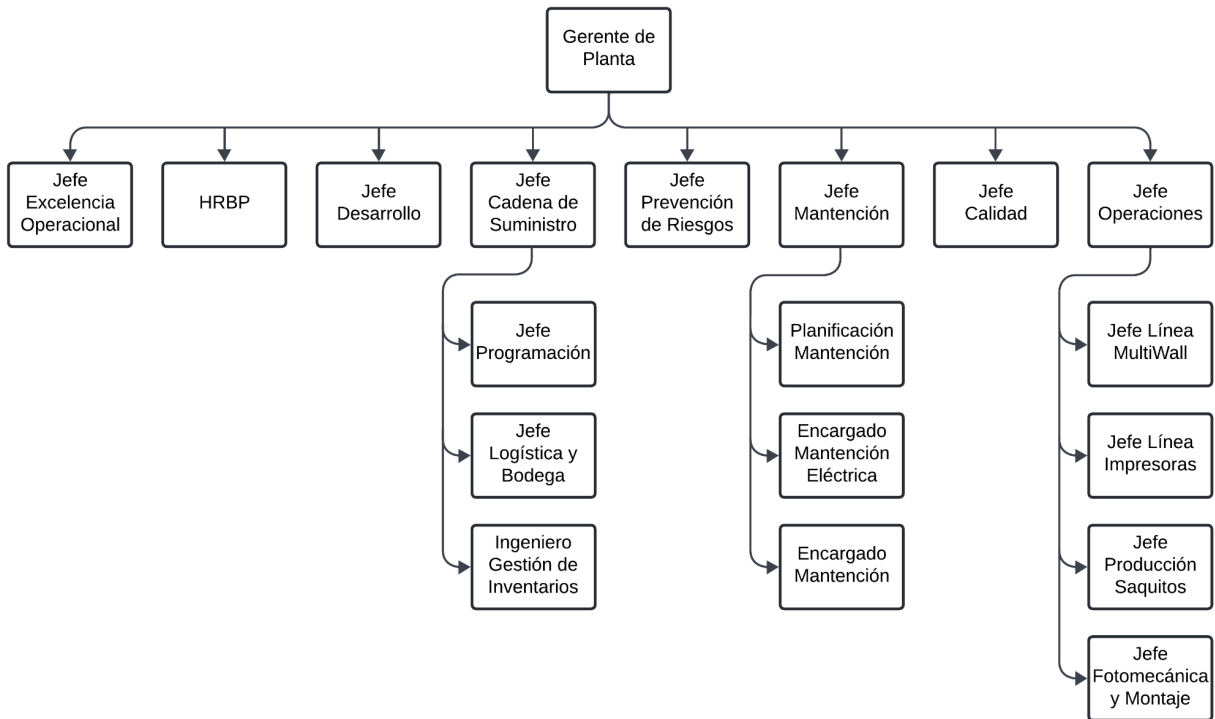


Figura 2.1: Estructura Organizacional Chillán
 Fuente: CMPC Sack Kraft

2.3. Proceso productivo

Como se ha mencionado anteriormente, la planta cuenta con la producción de tres tipos de productos diferentes, sacos, caños y saquitos. Este trabajo está enfocado en la producción de sacos, por lo cual este proceso productivo será detallado a continuación.

La producción de sacos se realiza en la nave de producción llamada multiwall (MW) que hace referencia a los sacos multipliegos que se confeccionan en las líneas. Como se puede ver en la Figura 2.2, en esta área se encuentran las 4 líneas de producción de sacos, las 4 impresoras (Diamond, Quarz, Feva y Olimpia), sala de preparación de adhesivos, bodega de rollos de papel, paletizador Arcomat de línea 1 y 4. A principios de este año la nave productiva contaba con 5 líneas de producción y la línea 2 fue retirada ya que presentaba fallas constantemente debido a su antigüedad, ahora quedan 4 líneas pero no todas están activas siempre, ya que dependiendo de la magnitud de carga de pedidos que hayan, se programa el funcionamiento de ciertas líneas. Por ejemplo, al mes de abril 2024 se encuentran funcionando tres líneas.

El proceso productivo puede comenzar tanto en las impresoras como directo en la línea, esto dependiendo de la dificultad de la impresión del saco, ya que si se necesitan más de 2 colores en el diseño este debe ser preimpreso en alguna de las impresoras industriales y son máximo 2 colores puede ingresar el papel directo a la línea, lo cual se llama “impresión en línea”. Dentro de las materias primas que son necesarias están principalmente tintas, papel, adhesivo y film. Luego de que el rollo de papel sea preimpreso o impreso en línea, este continúa al proceso de formación del tubo del saco, el cual se ejecuta en la tubera la cual es la primera parte de la línea y luego pasa a la segunda etapa de la línea llamada fondera donde el tubo del saco es sellado por el fondo y se agregan válvulas o refuerzos de fondo si es que son solicitados por el cliente. El paso por la línea finaliza con los sacos paletizados, los cuales son llevados por un yale al horno de secado y luego son almacenados en la bodega de productos terminados dónde están listos para ser cargados al camión y llevados al cliente según los plazos definidos.

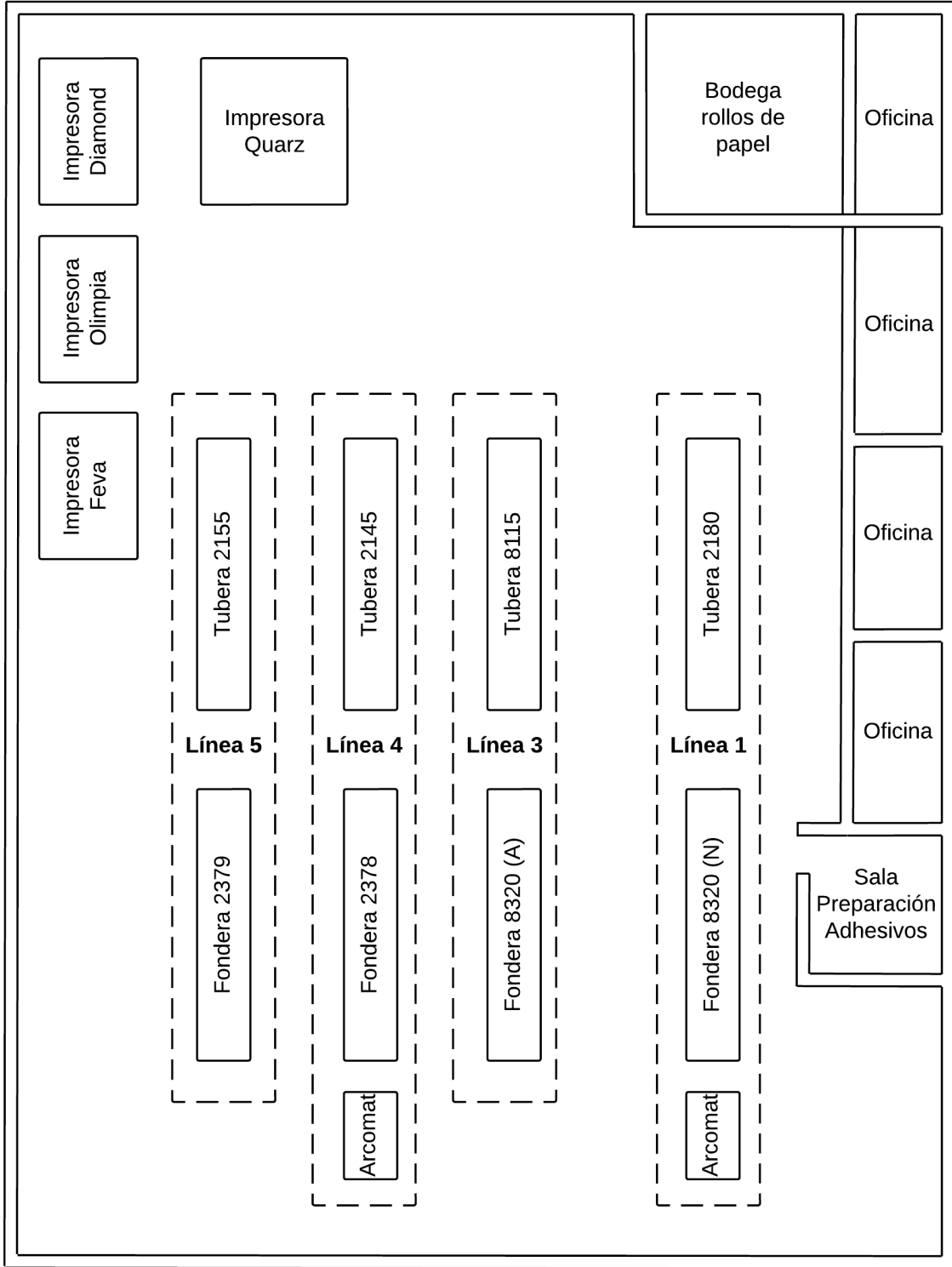


Figura 2.2: Layout Área Multiwall Sack Kraft Chile
Fuente: Elaboración propia

2.4. La Línea 5 de producción

La línea seleccionada para realizar este proyecto es la Línea 5, esta elección se basa en los siguientes criterios:

- Es una de las líneas que la mayor parte del tiempo tiene carga de pedidos a realizar. Es decir, su inactividad es muy baja.
- Confecciona los sacos de mayor complejidad, detalle y con mayores especificaciones, por lo que es una línea que ayuda a la competitividad del negocio y además debido a esta complejidad se presentan oportunidades de mejora.
- Esta misma línea está presente en las plantas de Perú y México, lo cual potencialmente se podría traducir en la réplica de las mejoras que resulten beneficiosas en este trabajo en el extranjero.

En las Figuras 2.3 y 2.7. se describen las etapas que componen la Línea 5 de producción.

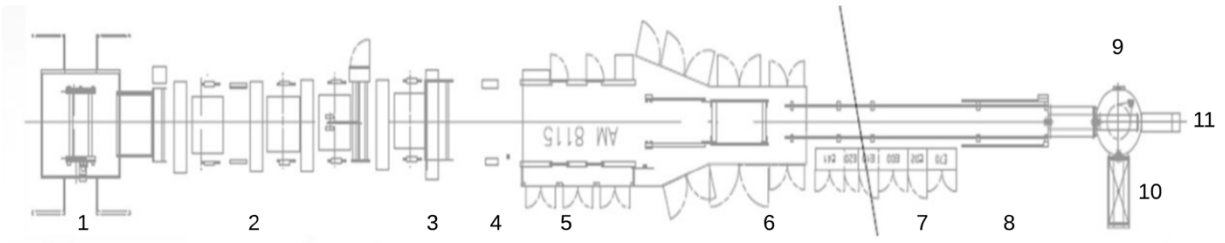


Figura 2.3: Partes de la tubera Línea 5
Fuente: Manual de máquina

1. **Impresora:** realiza una impresión rotatoria y es utilizada sólo en caso de que la impresión necesite máximo 2 colores diferentes. Está compuesta por un anilox que es un cilindro que tiene pequeñas celdas microscópicas que son llenadas de tinta por raclas y traspasadas al clissés, el cual es una plancha de goma clisada que representa el grabado que será impreso en el saco.
2. **Portarollos:** lugar donde ocurre el proceso de montaje de rollo. Para el montaje de un rollo se debe colocar un eje compuesto por 2 mordazas, una fija y la otra ajustable, dependiendo del ancho del rollo. Luego se procede al traslado al portarollo mediante un teclé. La máquina tubera cuenta con 4 portarollos que se pueden ver en la Figura 2.4 , ya que puede fabricar tubos de hasta 4 pliegos de papel y un portarollo 4Q que se utiliza cuando en la ficha técnica se especifica que entre los pliegos debe ir film. Esta parte de la fondera es la que posee la mayor longitud en

términos del layout de la Línea 5, ya que contiene grandes rollos de papel y sus respectivos rodillos que lo transportan al alineador de papel.



Figura 2.4: Portarollos
Fuente: Tubera Línea 5

3. **Alineador de papel:** Su función es mantener los papeles del rollo en posición alineada como se puede observar en la Figura 2.5, para lo cual utilizan un sensor y cada vez que se detecta alguna arruga muy significativa en el papel la línea debe ser detenida para poder eliminar esta falla. Los alineadores se activan o desactivan acorde a la cantidad de hojas a utilizar.



Figura 2.5: Alineador de papel
Fuente: Tubera Línea 5

4. **Cuchillos perforadores:** en esta sección se regulan diferentes funciones para la ventilación y los cuchillos, como el selector de perforación (4, 9 o 36 pulgadas cuadradas), el selector de profundidad de cuchillo y el selector de profundidad de perforación.

5. **Encolado:** zona donde se encuentra el encolador transversal encargado de aplicar adhesivo interpliego por medio de una base con puntos de cola que traspasan el adhesivo del rodillo al papel y pega la hoja a lo ancho de todo el papel como se ve en la Figura 2.6, y el encolador longitudinal se encarga de aplicar el adhesivo a lo largo de cada pliego del tubo, por medio de discos ajustables según el ancho del papel.



Figura 2.6: Encolado de tubos
Fuente: Tubera Línea 5

6. **Correas de arrastre y desgarrar:** encargadas de dar forma y mantener el ancho del tubo por medio de ruedas, esto mediante un prepicado que realiza el cuchillo recto en las hojas de papel y el cabezal que se encarga de separar los tubos ya prepicados.
7. **Paquetizador tubera:** los tubos son transportados en una cinta escamoteada y llegan al paquetizador donde son acumulados en una cantidad determinada según ficha técnica.
8. **Prensa:** el paquete de tubos es prensado por unos segundos con el fin de reforzar el pegado y sacar el aire entre ellos.
9. **Mesa giratoria:** plataforma donde son ubicados los paquetes, hacen un recorrido circular y son dirigidos al elevador del Transystem.
10. **Transystem:** proceso en el cual la tubera alimenta de forma automatizada a la fondera mediante un elevador y varias cintas transportadoras, donde mediante estaciones acumula paquetes de tubos, entre seis y nueve dependiendo de la producción, lo cual permite que la alimentación de tubos de sacos a la fondera sea continua.
11. **Alimentación manual:** cuando el Transystem presenta alguna falla o se encuentra detenido, los operadores acostumbran a alimentar la fondera con sacos de forma manual.

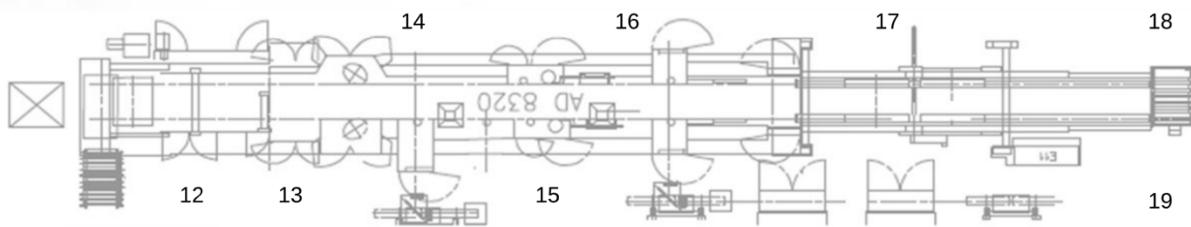


Figura 2.7: Partes de la fondera Línea 5

Fuente: Manual de máquina

12. **Alineador de tubos:** cumple la función de alinear los tubos y agregar o disminuir el traslapo, según ficha técnica. Utiliza correas en la parte superior e inferior para la alineación de los tubos, las que además permiten el desplazamiento del producto.
13. **Brazos y dedos abridores:** los brazos abridores son boquilla de succión tipo flauta y los dedos abridores son aquellos que al momento de abrir los tubos forman o estiran el papel, como se puede observar en la Figura 2.8 hay dos “dedos” de metal que ingresan al fondo del tubo y lo abren para comenzar a moldearlo a su forma final.



Figura 2.8: Brazos y dedos abridores

Fuente: Fondera Línea 5

14. **Valvuleras:** la línea cuenta con dos valvuleras, las cuales contienen una sección de encolado donde se aplica el adhesivo al papel mediante una cinta encoladora compuesta por una goma con rombos que pasa por un rodillo que aplica y otro que reduce la cantidad de paso del adhesivo. En su otra sección, entrega el papel de la válvula cortado al saco, además aquí se encuentran los rayadores de fondo que marcan el papel al ancho del fondo y su presión se ajustará dependiendo de los gramajes y/o cantidad de hojas que estén utilizando.

15. **Fondo:** contiene un encolar de fondo el cual aplica el adhesivo al saco mediante cintas encoladoras compuestas de gomas con rombos y rodillos ajustables a la cantidad de adhesivo que se requiera, luego pasa por las placas formadoras que forman y/o doblan el fondo mediante dos chapas y dos placas de metal.
16. **Volteo de fondo:** reposiciona el saco de vuelta a su posición normal de salida. Esta es la zona de refuerzo de fondo donde el papel sale cortado y pegado en el saco, según especificaciones de la ficha técnica. El refuerzo en la mayoría de los casos es impreso, por lo que en esta sección la línea cuenta con una impresora únicamente para las rodelas o rollos del papel de refuerzo.
17. **Prensa “S”:** los sacos salen de la máquina como producto terminado y entran aquí. Donde son transportados y planchados, con el fin de eliminar el exceso de aire y reforzar el pegado verificando el desgarre del adhesivo.
18. **Paquetizador fondera:** etapa del proceso donde los sacos pasan por una cinta de desgarre y son posicionados como escamas, los cuales luego son contabilizados y acumulados en paquetes de sacos que pasan a ser inspeccionados por operadores en una mesa designada.
19. **Molde paletizado:** al final de la línea de producción se posicionan los pallets donde serán ubicados de forma manual los paquetes de sacos anteriormente formados. En la Figura 2.9 se puede observar uno de los moldes que está casi completo de sacos.

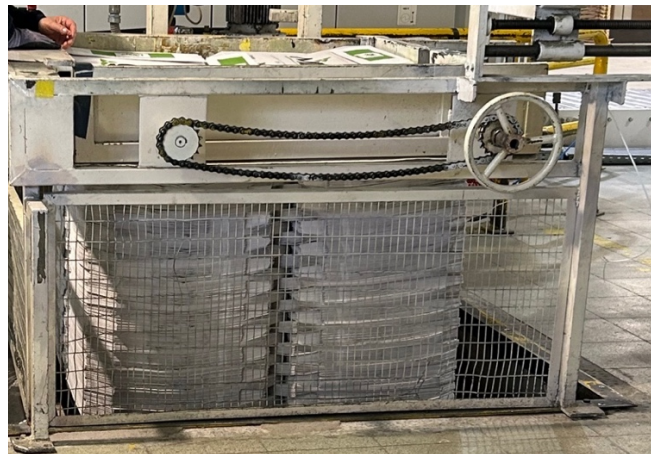


Figura 2.9: Molde paletizado
Fuente: Fondera Línea 5

La Línea 5 está compuesta por la tubera T2155 y la fondera F2379 como se puede observar en la Figura 2.10.

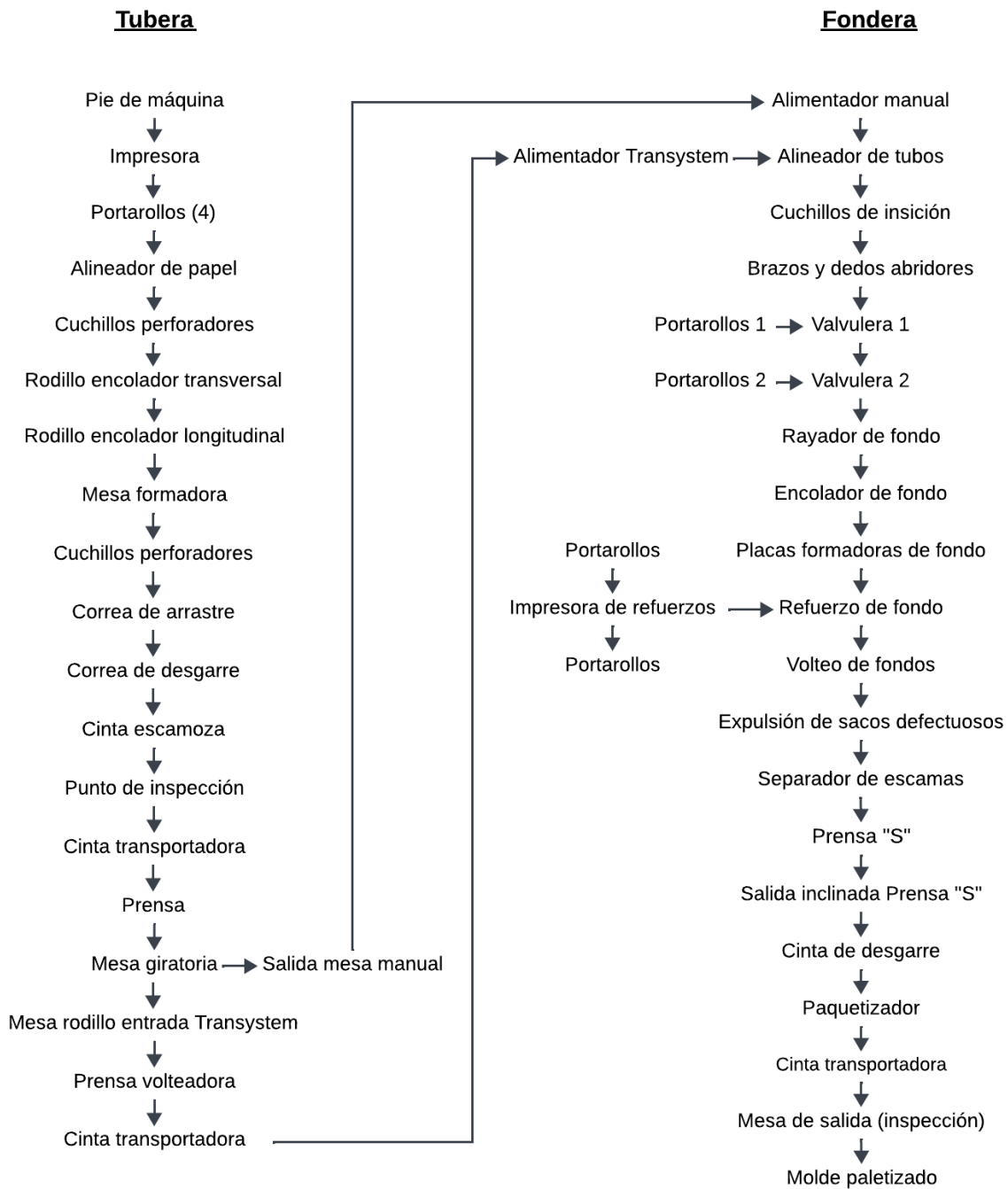


Figura 2.10: Proceso Línea 5 MW
Fuente: Elaboración propia

En el pie de máquina es donde se posicionan los rollos de papel que van a pasar por la línea para hacer el saco, el tipo de rollo a utilizar es informado según la ficha técnica la cual detalla aspectos como color del papel, gramaje, medida, papel extensible o laminado, etc., que son todas las características que el cliente solicitó. En la impresora de la tubera se posiciona un cilindro con la placa de impresión (clissé) donde va el diseño del saco. El anilox se llena de tinta y traspasa la tinta al clissé del cilindro por acercamiento. Luego se van juntando las hojas de papel para crear el saco multipliego las cuales ingresan a un alineador de papel y luego son cortadas por cuchillos según el corte especificado, el cual puede ser escalonado o corte recto. Finalmente, un disco de adhesivo junta las hojas en forma de tubo.

A través del Transystem o de forma manual, los tubos son alimentados a la fondera, uno a uno los sacos pasan por cuchillos de incisión para luego insertar la válvula del saco, conducto donde el cliente ingresa su producto en el proceso de envasado, encolado, luego se pone refuerzo de fondo. Luego sigue con el proceso de fondo, donde se pega el fondo del saco y su refuerzo, el cual pasa por una pequeña impresora si es que el cliente pide algún diseño. Finalmente, luego de pasar a la prensa son paquetizados y pasan por un control de calidad donde 2 personas retiran los sacos malos y van llenando los pallets con los sacos adecuados.

2.5. Descripción del análisis

El principal foco en el área productiva está en la optimización de tiempo y de recursos, potenciar la competitividad y reducir ciertos malos hábitos que terminan en desperdicios, es por este motivo que se busca analizar la línea completamente e identificar puntos dentro del proceso de producción que estén perjudicando la productividad y la calidad de los sacos. Por ejemplo, hay ciertas partes de la línea donde se producen intervenciones manuales de operarios donde todo debería ser automático y que ocasionan retrasos en la producción o también se producen fallas de mantención que no son previstas con anticipación e incluso partes del proceso que pueden llegar a ser innecesarias y que si se eliminan impactarían directamente al tiempo de producción. El enfoque de esta implementación es cualitativo, ya que está basado principalmente en la observación de tiempos, movimientos y comportamientos; y de la entrega de información por parte de los trabajadores de la línea de producción para explorar la causa raíz de los desperdicios (*Cerón et al., 2024, p. 568*).

Capítulo 3: Implementación de VSM

3.1. Metodología VSM

Lean Manufacturing es un sistema de gestión que tiene su origen en el sistema de producción de Toyota que tiene por objetivo realizar un diagnóstico exhaustivo del proceso productivo para así eliminar los desperdicios y enfocarse en la eficiencia de la compañía. Trabajar bajo estos principios significa buscar, implementar y hacer más eficiente aquello que se identifica como valor añadido, al mismo tiempo eliminar aquellas etapas del proceso que no generan valor y contribuir en los esfuerzos de mejoramiento continuo. Más que identificar desperdicios, su objetivo es conocer la fuente del mismo.

Value Stream Mapping es una técnica gráfica, donde se utiliza íconos simples para mostrar la secuencia y el movimiento de información, materiales y acciones, se elabora desde la perspectiva del cliente, enfocado fuertemente en la identificación de valor y desperdicio. El fin de este mapeo es obtener una visión general del proceso para poder identificar cómo se relacionan cada una de las tareas que se realizan en él.

Ninguna otra herramienta *Lean* realiza una conexión entre el flujo de información y el flujo de material, y con esto se logra la identificación de los denominados ocho desperdicios definidos por Taiichi Ohno, ingeniero japonés diseñador del sistema de producción Toyota. Estos desperdicios son sobreproducción, tiempos de espera, transporte y almacenamiento, sobreprocesamiento, inventarios, movimiento y defectos (*Al Lean Manufacturing, s. f.*). Cabe destacar que en el último tiempo se incorporó el desperdicio número 8 llamado talento que hace referencia al talento desaprovechado de las personas, este último no será aplicado en este trabajo ya que no se alinea con los objetivos del estudio. Estas 8 actividades que no añaden valor en el proceso de manufactura, fueron descritas por Toyota como se menciona a continuación:

1. **Sobreproducción:** producción muy temprana o en cantidades mayores a las solicitadas, es la causa de la mayoría de los desperdicios ya que conduce a acumulación de inventario
2. **Tiempos de espera:** tiempo de inactividad de maquinarias, retrasos en ciertas etapas del proceso, operadores que sólo cumplen la función de “vigilar” la maquinaria que realiza su trabajo automático y cuellos de botella.

3. **Transporte:** traslados de partes en curso, dentro del proceso de producción. O también movimientos de productos terminados hacia bodegas de almacenamiento.
4. **Sobreprocesamiento:** o también considerado como “procesamiento erróneo”, etapas del proceso que son complejas e innecesarias y que provocan movimientos ineficientes, generalmente debido a un diseño inconveniente del proceso productivo, limpiezas con demasiada frecuencia o limpiezas complejas, demasiada inspección, secados excesivos o hacer más de lo que el cliente requiera.
5. **Exceso de inventario:** excesiva cantidad de materias primas, partes de productos aún sin terminar y productos terminados, dan cuenta de un mal balance en el orden de producción, largas demoras en cambios de formatos y problemas con los envíos de productos a clientes. Ocasionan gastos adicionales de bodegaje, obsolescencia de productos e incluso daño de productos por el paso del tiempo.
6. **Movimiento innecesario:** cualquier tipo de movimiento físico que deben realizar los trabajadores a lo largo de su turno de trabajo que signifique desperdicio, como por ejemplo caminar a cierta área a buscar herramientas o elementos faltantes.
7. **Defectos:** considera la producción que resulta defectuosa o deja desechos e inspecciones ya que conllevan gasto de tiempo y esfuerzo.
8. **Talento:** No aprovechar al máximo las capacidades, habilidades y conocimientos de los trabajadores de la compañía (Liker & Meier, 2006).

Es importante destacar que el diseño de este flujo debe llevar ciertas simbologías que ayuden a identificar el origen y fin de los procesos, la dirección, el flujo de la información y la identificación de los elementos y del tipo de proceso (David, 2022). La cual es presentada en la Figura 3.1.

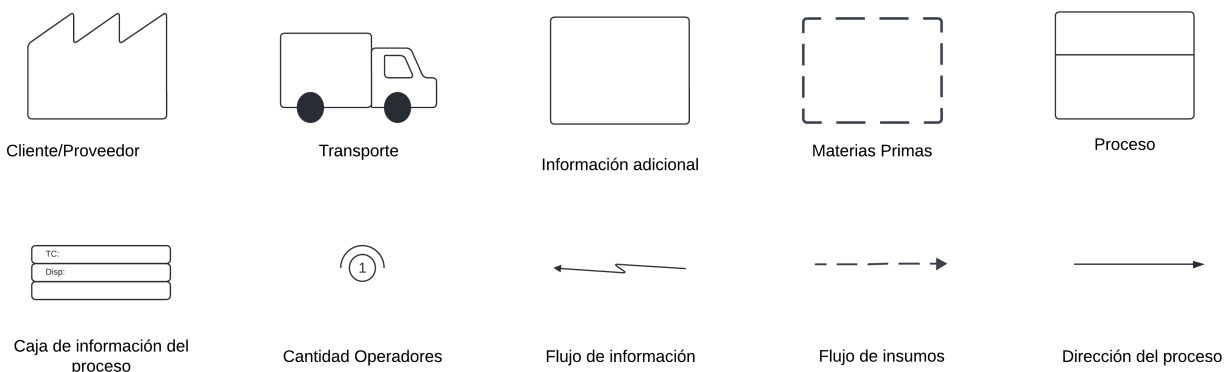


Figura 3.1: Simbología de elementos VSM

Fuente: DEMAC consulting

El proceso de construcción de un VSM implica llevar a cabo una serie de pasos, que se describen a continuación:

1. Selección de una familia de productos: se delimita el alcance del estudio, con el objetivo de enfocarse sólo en uno y no mapear todo lo que es producido en la planta. Familia se le denomina a un grupo de productos que pasan por etapas similares del proceso o que tienen sus elementos más generales en común.
2. Mapeo de VSM de situación actual: levantamiento de información en la nave productiva y elaboración de VSM del estado actual del proceso, identificando flujos de información, flujo de material e inventarios. Se debe seguir la simbología descrita en la Figura 3.1 con ciertas restricciones, entre ellas, las cajas de proceso se dejarán de utilizar cuando el proceso esté desconectado o el flujo de materiales se detenga, el flujo de materiales se debe dibujar desde izquierda a derecha en el orden en que ocurra el procesamiento, no según la disposición física de la planta, también se debe dibujar una caja de información debajo de cada caja de proceso y en esta se debe indicar información que se considera importante y que será útil al momento de decidir el mapeo del estado futuro del proceso, y por último se debe dibujar una línea de tiempo debajo de las cajas de procesos para sumar el *lead time*, el cual corresponde al tiempo que le toma a un saco pasar por todo el proceso productivo, empezando por la llegada de la materia prima hasta el envío del producto al cliente (Rother & Shook, 1999).
3. Clasificación de etapas: luego de tener todas las etapas del proceso mapeadas correctamente es momento de identificar aquellas que agregan valor y aquellas que no agregan valor al producto.
4. Identificación de desperdicios: dentro de las 8 categorías de desperdicios que fueron descritas anteriormente, se deben identificar en el VSM del estado actual, los puntos del proceso donde están presentes.
5. Mapeo de VSM de situación futura: muestra dónde se quiere llegar, se genera recurriendo al VSM actual recién dibujado y modificando la información de las etapas del proceso según los objetivos del estudio. Un diagrama del estado actual no es muy útil sin el estado futuro, ya que de esta manera se comprueba si lo propuesto puede ser beneficioso.
6. Implementación: preparación de un plan de acción que describa, de manera concisa y precisa, las acciones que se proponen para mejorar el proceso y llegar a alcanzar el estado propuesto en el VSM futuro. Esto involucra tanto la eliminación de procesos que no agregan valor y la mejora de aquellos que sí.

Dentro de la literatura existen variados artículos que han expuesto la implementación de VSM con resultados satisfactorios en industrias de diferentes rubros, que respaldan esta herramienta como un análisis profundo que puede llegar a cambiar totalmente el desempeño de una planta productiva.

Cerón et al (2024) trata sobre la realización de un VSM centrado en 8 pymes de México que fabrican con el método de inyección de plástico. Se agrupó por familias a los productos fabricados por las empresas, para así seleccionar el común denominador entre ellas, las cubetas plásticas, y en base a ellas construir el VSM inicial. Finalmente, se realizaron entrevistas a los trabajadores de la línea productiva para complementar los resultados del VSM en estado futuro, lo cual llevó a la propuesta final de implementar la herramienta 5S que ayudaría con la organización del lugar de trabajo y de los procesos con el fin de atacar de una forma simple los cuellos de botella identificados, los estándares y la productividad. Los principales motivos de la selección de esta herramienta fueron el bajo costo de instauración, cantidad de personas que requiere y el bajo nivel tecnológico que exige.

Quishpe & Morocho (2021) visualizan un Value Stream Mapping como una herramienta sencilla que aporta desde dos ámbitos diferentes a un proceso productivo, al entregar un diagnóstico con el VSM del estado actual y a la vez un plan de optimización con el VSM del estado futuro. Con este enfoque, seleccionaron como caso de estudio la fabricación de envases cilíndricos de cartón, del cual se detalló cada subproceso y materia prima que lo compone. Los resultados obtenidos apuntaron directamente a un problema en el área de etiquetado y embalado, ya que en esas etapas se aumentaba el tiempo de espera y existía una baja productividad, y también se identificaron constantes fallas de las maquinarias. Con este análisis se llegó a que una acción a implementar para corregir estos problemas que fuera efectiva y en corto plazo era la incorporación inmediata de personal para supervisión y la realización de un plan de mantenimiento de la maquinaria actual.

Morelos-Gómez & Peralta-Ubarnes (2020) obtuvieron grandes resultados con la aplicación de un VSM a una planta dedicada a la fabricación de películas de polivinil cloruro (PVC) en Cartagena. Este proceso presentó gran variedad de oportunidades de mejora tanto en la productividad del proceso como en el flujo de información, ocasionados por elevados tiempos de espera en entrega de pedidos, exceso de inventario, sobreproducción y mala calidad que ha ocasionado más de un 30% de material no conforme. Fue concluido que la elección de utilizar el VSM como técnica de

análisis fue la correcta, ya que esta involucra todas las aristas de la creación de valor, y de la construcción del VSM de estado futuro se derivaron medidas correctivas que resultaron exitosas, por ejemplo se logró disminuir el tiempo de entrega en un 42% y los días que se encontraba el producto en inventario disminuyeron en 2. Resultando así en una disminución abismante del tiempo que pasa desde que el cliente realiza su pedido y hasta que este es despachado.

3.2. Familia de productos

El siguiente paso en la implementación del VSM es definir todas las familias de productos existentes y luego seleccionar aquella que será utilizada para realizar todas las mediciones de velocidades e indicadores que serán necesarios para el análisis. A continuación, se detallan los seis tipos de familias de productos que son producidos en la planta Sack Kraft Chile.

- **Saco boca abierta (fondo cosido):** con fuelle (BAC c/FLL) y sin fuelle (BAC s/FLL). Este tipo de sacos permite una fácil apertura gracias a su sistema “Easy Open” y su versatilidad permite confeccionarlo con o sin fuelles. Dentro de sus usos habituales está el envasado agrícola de semillas, maíz, harina de trigo, avena y nutrición animal, y también es utilizado como saco de alimento para mascotas.

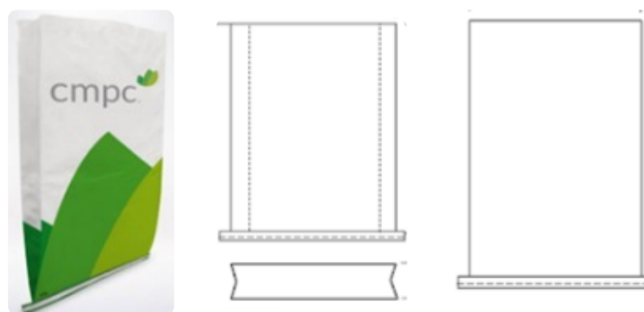


Figura 3.2: Saco BAC c/fuelle y s/fuelle
Fuente: Área de producción Sack Kraft Chile

- **Saco boca abierta (fondo pegado) / BAP:** Su gran ventaja es ser apto para una amplia gama de sistemas de llenado, ya sean manuales o automáticos. Es usualmente utilizado para alimentos como harina de trigo, leche en polvo, almidón y azúcar, para productos industriales como resinas, minerales, pigmentos y detergentes, y también para el envasado de carbón, fertilizantes y pesticidas. Puede ser confeccionado con el sistema de apertura “Easy Open”.

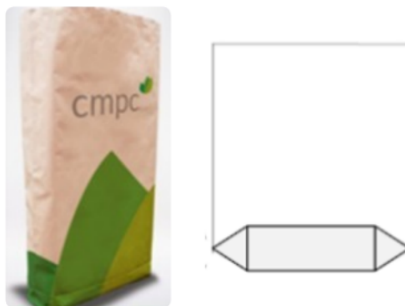


Figura 3.3: Saco BAP

Fuente: Área de producción Sack Kraft Chile

- **Saco cierre valvulado (fondo cosido) / CVC:** Saco ideal para envasado automático, permite fácil apertura, su fondo cosido permite fácil acceso al producto y su refuerzo de costura puede ser usado como sello de garantía del producto. Es aplicado en productos alimenticios como harina de trigo y también para arcilla y bentonita. Presenta válvula tubular atrás o manga bolsillo.



Figura 3.4: Saco CVC

Fuente: Área de producción Sack Kraft Chile

- **Saco cierre valvulado (fondo pegado) / CVP:** Saco ideal para envasado automático de alta velocidad, mínimas fugas de producto y su paletizado es muy resistente. Se utiliza para envasar cemento, cal, yeso, químicos y alimentos como harina de trigo y azúcar. Los tipos de válvulas que puede tener son inserta de papel, tubular, americana con film plástico y manga bolsillo.



Figura 3.5: Saco CVP

Fuente: Área de producción Sack Kraft Chile

- **Saco boca abierta (fondo pegado con cierre Pinch Bottom) / PY:** Especialmente destinado al uso de productos que requieren alto grado de hermeticidad, ideal para sistemas de llenado con atmósfera modificada y puede ser fabricado con o sin fuelles. Dentro de sus aplicaciones frecuentes se encuentran los alimentos como leche en polvo, té, café y productos aromáticos, y también productos industriales y químicos como resinas y derivados.



Figura 3.6: Saco PY

Fuente: Área de producción Sack Kraft Chile

3.2.1. Matriz de selección

En base a los tipos de familias de productos mencionados anteriormente, se presenta a continuación una matriz confeccionada con el objetivo de seleccionar la familia en la cual se centrará el análisis. Esta matriz discrimina las 6 familias de productos según 3 criterios diferentes:


- **Frecuencia:** baja, considera una producción ocasional lejana de una periodicidad aproximada de 6 meses; media, estima una producción mensual; media alta, indica que se produce todas las semanas; alta, se refiere a que este tipo de producto se confecciona todos los días.
- **Volumen:** indica la cantidad de sacos de cada familia que son producidos por la línea en cada orden de fabricación. Se estableció un margen de referencia de 100.000 sacos, ya que es un promedio de las producciones habituales.
- **Complejidad:** este criterio apunta al nivel de complejidad del proceso productivo del saco, y para eso existen diferentes tipos de cambios de formato que son realizados a la línea antes de comenzar cada orden de fabricación. Estos cambios de formato básicamente son variables dentro de la línea como diferentes cantidades de pliegues de papel, cambio de cantidad y tipo de válvulas, tipo de impresión, cambio de colores a la impresora, cambio de piezas, regulaciones y ajustes de engranajes, entre otros. Los cambios de formato son realizados según un estándar establecido, que indica los pasos a seguir en cada uno de ellos, la Figura 3.7 y

Figura 3.8 son ejemplos de estándares del proceso de set up de un operador y su ayudante. Ciertas ocasiones donde el tipo de setup es de mayor complejidad y demora más tiempo es cuando se cambia de una producción de un saco de un tipo de familia a un saco de otra familia, ya que requiere de configuraciones y modificaciones mayores en la línea, a diferencia del cambio de formato entre sacos de una misma familia donde el setup toma menor tiempo ya que involucra menos ajustes. Existen cinco tipos de cambios de formato o “setup”:

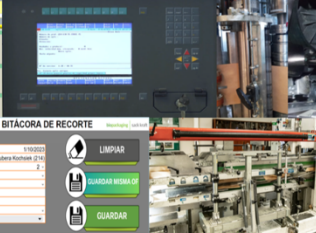
- **Tipo C0:** no se realiza ningún cambio de piezas, papel, o regulaciones ya que se fabrica un mismo producto, pero con leves cambios en su ficha técnica que no requieren de intervenciones mayores.
- **Tipo C1:** primer tipo de cambio que requiere de alguna modificación, sin embargo, no conlleva más de 30 minutos e involucra sólo 1 intervención básica. En su mayoría corresponde a la producción de sacos pertenecientes a una misma familia de productos.
- **Tipo C2:** conlleva 2 intervenciones, con un nivel de complejidad moderado. Demora en promedio 1 hora.
- **Tipo C3:** conlleva 3 intervenciones, con un nivel de complejidad moderado alto. Demora en promedio 1 hora y 30 minutos.
- **Tipo C4:** conlleva 4 o más intervenciones, con un nivel de complejidad alto. Demora en promedio 2 horas o más, según el expertiz del operador que esté realizando el cambio y su ayudante.

Las Figuras 3.7 y 3.8 corresponden a los estándares de setup categoría C4 para el operador y su ayudante respectivamente, estos son utilizados con el objetivo de que cada trabajador tenga conocimiento de lo que debe realizar y cumple con todos los pasos necesarios descritos.

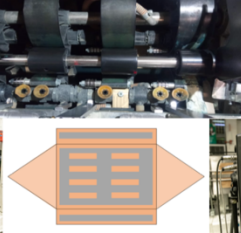
cmpe		ESTANDAR DE SETUP CATEGORIA C4 (ANTES, DURANTE Y DESPUES)					ESTANDAR DE FRECUENCIA	
				CODIGO	F			
				VERSION	4			
				FECHA	oct-23			
SECCION	MULTIPLIEGO	MAQUINA/EQUIPO		FONDERAS 8320 A, 8320 B Y 2379			RESPONSABLE	
	ACTIVIDADES	TAREA	EPP	EQUIPO	HERRAMIENTAS			
1. PC CONTROL	Se debe imprimir la ficha tecnica, luego cargar los datos al pc control para formatear la maquina.(si el producto no existe se debera crear un producto nuevo)	Interna	Guante Nitrilo	ENCENDIDO	N/A	Operator		
2. EJES PORTA ROLLOS	El operador debe montar rollos de valvula y refuerzo según lo requiera cuando el ayudante 1 este en alimentacion manual.	Externa	Guante Nitrilo	ENCENDIDO	Carro Porta Rollos	Operator		
3. VALVULERA 1	Regulacion del desgaste según la graduacion del pe contro y ademas verificar el corte del papel de valvula a utilizar, arrastre de los distintos gramajes según corresponda.	Interna	Guante Nitrilo	ENCENDIDO	Llave 8 Allen	Operator		
4. VALVULERA 2	Regulacion del desgaste según la graduacion del pe contro y ademas verificar el corte del papel de valvula a utilizar, arrastre de los distintos gramajes según corresponda.	Interna	Guante Nitrilo	ENCENDIDO	Llave 8 Allen	Operator		
5. LADO SERVICIO MAQUINA	Regulacion completa lado servicio, alimentador, mesa de alineacion, zona de cuchillos, brazos abridores, valvulas, rayado de fondo encoladores fondo y refuerzo, placas de formacion, impresion de refuerzo etc.	Interna	Guante Nitrilo	ENCENDIDO	Punta corona 13, 17,Allen 8	Operator		
6. ESCRITORIO	Chequear dimensiones, posicion de valvula, aplicacion de adhesivo: fondos, valvulas, refuerzos, sentido de impresion en los refuerzos de fondo según arte de FT, trazabilidad,	Interna	N/A	ENCENDIDO	Huinchas de Medicion	Operator		
7. MAQUINA	Control de procesos, llenado de registros, control dimensional, asegurar la calidad, buscar velocidad optima de trabajo, control del recorte en el proceso.	Interna	N/A	ENCENDIDO	N/A	Operator		
8. PC MAQUINA	Completar bitacora de supervisor de turno, PR fabricados, detenciones, cantidades y algun comentario importante de lo sucedido durante el turno.	Interna	N/A	ENCENDIDO	N/A	Operator		
9. PC MAQUINA	Imputacion del recorte por OF, clasificando el recorte según el motivo, ingresando los datos en la bitacora de recorte según la maquina.	Interna	N/A	ENCENDIDO	N/A	Operator		




ELABORADO POR:



JORGE VILLARROEL



APROBADO POR:



YAMILET POBLETE

Figura 3.7: Estándar Setup C4
Fuente: Área de producción Sack Kraft Chile

cmpe		ESTANDAR DE SETUP CATEGORIA C4 (ANTES, DURANTE Y DESPUES)					ESTANDAR DE FRECUENCIA	
				CODIGO	F			
				VERSION	4			
				FECHA	oct-23			
SECCION	MULTIPLIEGO	MAQUINA/EQUIPO		FONDERAS 8320 A, 8320 B Y 2379			RESPONSABLE	
	ACTIVIDADES	TAREA	EPP	EQUIPO	HERRAMIENTAS			
1. ENCOLADORES DE MAQUINA	Se deben cambiar todos los encoladores tales como: refuerzo l/s y l/a, fondos l/s y l/a, valvulera 1 y valvulera 2.	Interna	Guante Nitrilo	ENCENDIDO	Llave punta corona 17	Ayudante 1		
2. BRAZOS ABRIDORES	Cambiar dedos según ancho de saco.	Interna	Guante Nitrilo	ENCENDIDO	Llave 8 Allen	Ayudante 1		
3. ZONA DE CUCHILLOS	Cambiar medidas de cuchillos según tabla de cortes o sacar según corresponda, ademas cambiar o eliminar zapata dependiendo de lo especificado en ficha tecnica.	Interna	Guantes Anticorte	ENCENDIDO	Llave 4 Allen y Llave 8 Allen	Ayudante 1		
4. REGULAR L/A MAQUINA	Regulacion completa lado servicio, alimentador, zona de cuchillos, brazos abridores, rayado de fondo encoladores fondo y refuerzo, placas de formacion, impresion de refuerzo etc.	Interna	Guante Nitrilo	ENCENDIDO	Punta corona 13, 17,Allen 8	Ayudante 1		
5. ALIMENTADOR	Regulacion de parrilla receptora de tubos según ancho de tubo y largo.	Interna	Guante Nitrilo	ENCENDIDO	Llave 8 Allen	Ayudante 1		
6. IMPRESORA L/A	Regulacion de presion del clisses hacia el papel y ajuste de lector de taca según corresponda.	Interna	Guante Nitrilo	ENCENDIDO	N/A	Ayudante 1		
7. ESCRITORIO	Chequear dimensiones, posicion de valvula, aplicacion de adhesivo: fondos, valvulas, refuerzos, sentido de impresion en los refuerzos de fondo según arte de FT, perforaciones, trazabilidad de video jet.	Interna	Guante Nitrilo	ENCENDIDO	Llave 8 Allen	Ayudante 1		
8. MAQUINA	Actividades despues del setup: montaje de rollos, refuerzos, valvula, film según corresponda, clasificar el recorte, alimentacion manual, sacar etiquetas de los pallets terminados.	Interna	Guante Nitrilo	ENCENDIDO	N/A	Ayudante 1		
9. MAQUINA	Revision constante de la aplicacion del adhesivo, control dimensional, asegurar la calidad, mantener el orden y limpieza.	Interna	Guante Nitrilo	ENCENDIDO	N/A	Ayudante 1		



ELABORADO POR:



JORGE VILLARROEL



APROBADO POR:



YAMILET POBLETE

Figura 3.8: Estándar Setup C4 Ayudante
Fuente: Área de producción Sack Kraft Chile

Tabla 3.1: Matriz de selección de familia

<u>Familias</u>	<u>Criterios</u>		
	Frecuencia	Volumen	Complejidad
BAC c/FLL	Baja	<100.000 scs	C3-C4
BAC s/FLL	Baja	<100.000 scs	C3-C4
BAP	Media alta	>100.000 scs	C0-C3
CVC	Media	<100.000 scs	C2
CVP	Alta	>100.000 scs	C0-C4
PY	Baja	>100.000 scs	C2-C4

Fuente: Elaboración propia

Gracias a la matriz construida, se concluye que la familia de productos que cumple con todas las características esperadas y que sería útil como objeto de estudio es la familia de sacos CVP, por las siguientes razones:

- Para el análisis se requiere estudiar productos que sean fabricados lo más frecuente posible, tanto para ayudar al levantamiento de datos para la construcción del VSM como para aumentar la magnitud del impacto de la aplicación de esta herramienta de análisis y que beneficie la producción de la mayor cantidad de sacos. Teniendo esto en consideración, las familias de sacos con mayor frecuencia son los sacos BAP y CVP.
- Otra condición que debe cumplir la familia de saco es que el volumen de producción sea de una cantidad mayor a los 100.000 sacos, con el objetivo de enfocar el análisis en un grupo de productos que conlleve grandes cantidades y largo tiempo de producción, en este aspecto se destacan los sacos BAP, CVP y PY.
- Por último, es de gran importancia que el tipo de saco conlleve un rango amplio de cambios de formato y que incluya el setup de mayor complejidad, para así poder evaluar el proceso de producción de el saco más complejo ya que puede es el proceso con mayores dificultades y fallas, y se descartan las familias de productos que involucren los menores grados de cambios de formato ya que sus procesos productivos ya han sido estudiados en numerosas ocasiones.

Evaluando esto se destacan los sacos tipo BAC c/FLL, BAC s/FLL, CVP y PY, siendo los que presentan setup de mayor complejidad.

Concluyendo que el común denominador de los tres criterios es la familia de sacos de tipo CVP.

3.3. VSM situación actual

La Figura 3.9 muestra el VSM de la Línea 5 en su estado actual. La simbología utilizada se explica en la Figura 3.1.

El diagrama de flujo de valor comienza en el cliente, ubicado en la esquina superior derecha, el cual realiza su pedido de productos en el área de ventas. La orden de compra es ingresada al área de desarrollo, donde ingenieros trabajan en la confección de la ficha técnica del producto, poniendo especial énfasis en que el objetivo principal es la satisfacción del cliente. El flujo de información continua hacia el área de planificación, donde los programadores se encargan de ingresar la orden de fabricación con todas las especificaciones técnicas al programa de producción, el cual delimita el trabajo de las líneas productivas.

En continuación a esto el área de abastecimiento debe asegurar el stock del material necesario y/o realizan las compras de insumos a los proveedores en una frecuencia de una vez por semana como indica el símbolo del camión en el diagrama, estos materiales son utilizados a lo largo de la línea productiva. Finalmente, salen los pallets de sacos de la línea y son gestionados por el área de logística, que son quienes se encargan de llevar el producto al cliente con una frecuencia diaria.

En la esquina superior izquierda del diagrama, se encuentran los 4 tipos de insumos que son utilizados en la línea (papel, adhesivo, tinta y film) y además el nombre de los distintos proveedores que cuenta la empresa para cada material, el detalle de estos se menciona a continuación:

- Papel: Billerud (Papel Blanco) y CMPC Pulp SPA Laja (Papel Café).
- Adhesivo: Cooperatie Koninklijke Avebu U.A, Novidon B V, H.B. Fuller Chile SPA, Henkel Chile LMTA, GP 45 Plus, Collabond y GXP-187.
- Tinta: General Products Chile S.A.
- Film: Groning, Pergaplastic y VK Packag.

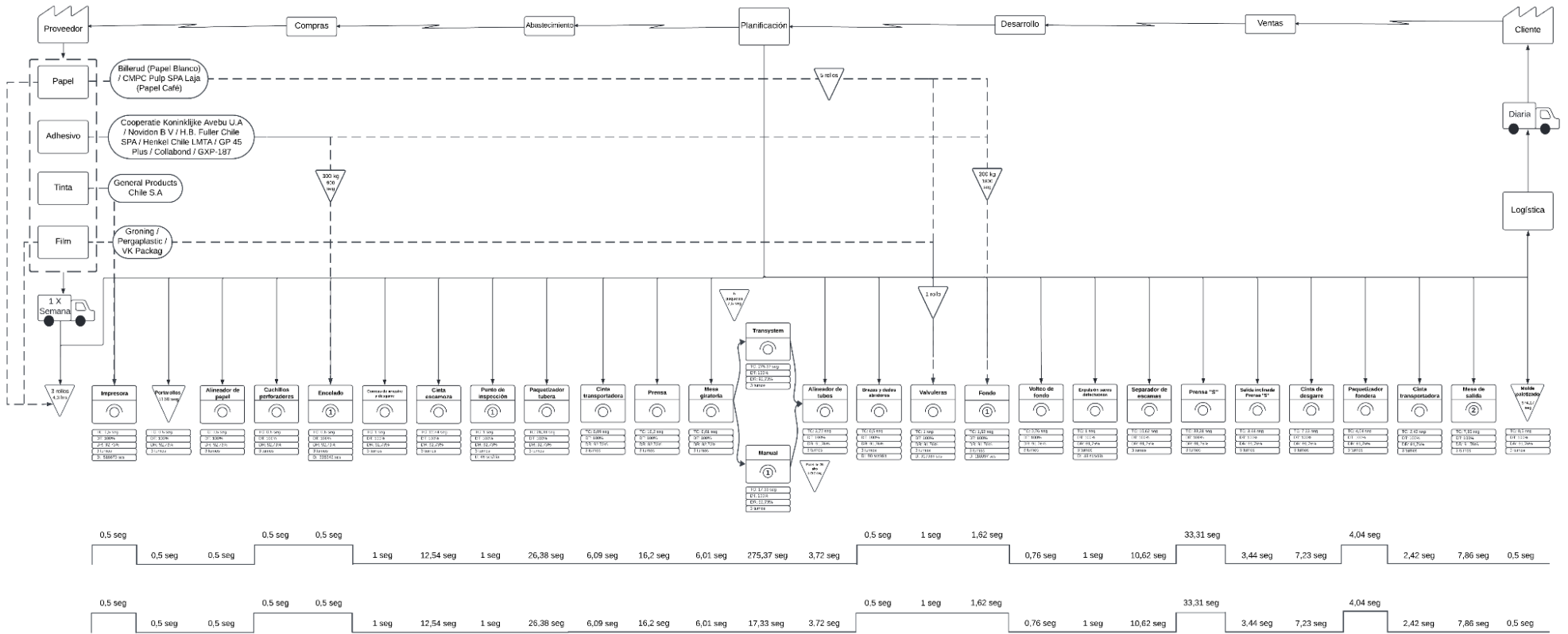


Figura 3.9: VSM situación actual

Fuente: Elaboración propia

El diagrama se basa en el proceso productivo de la Línea 5, el cual comienza en la impresora y finaliza en el molde paletizado. Cada caja es una etapa del proceso y cada triángulo representa stock de material detenido, dentro de cada caja se indica el nombre de la etapa y la cantidad de personas que la operan, en este caso para fondera se indica una persona en la etapa de encolado y otra en salida manual, y para fondera se indica una persona en fondo y dos personas en la mesa de salida, sin embargo esto no significa que esas personas estén enfocadas sólo en esas áreas, en cambio quiere decir que en tubera hay 1 operador y 1 ayudante que supervisan la tubera en su totalidad, y en fondera hay un operador y dos ayudantes a lo largo de ella.

Debajo de cada caja de proceso, se encuentran rectángulos de información del proceso. Cada uno de estos datos fue calculado u obtenido a través de diferentes métodos, estos serán descritos a continuación:

3.3.1. Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo (TC), es el tiempo que se demora 1 saco en pasar por una respectiva etapa en su totalidad. La obtención de estos datos fue realizada utilizando un temporizador y un saco como objetivo para la medición de tiempos, se realizaron 30 mediciones, en diferentes turnos y día de la semana, pero siempre en procesos productivos de sacos pertenecientes a la familia de productos CVP.

Las Tablas 3.2 y 3.3 resumen las 30 mediciones de tiempo tomadas, las cuales consistieron en medir el proceso de producción de 6 sacos con características diferentes 5 veces cada uno, con el fin de obtener los tiempos más reales posibles.

El tamaño de la muestra fue limitado a estas cinco mediciones por tipo de saco ya que con el transcurso de las mediciones se consideró que estas no presentaban una variación significativa, lo cual significaba que la muestra de datos era lo suficientemente representativa.

Tabla 3.2: Resumen Medición de tiempos en tubera

Etapa de la tubera	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5	Medición 6	Tiempo promedio
Impresoras	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Portarollos	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Alineador papel	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Cuchillos perforadores	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Encolado	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Correas arrastre y desgarre	1	1	1	1	1	1	1
Cinta escamoza	13,422	11,772	13,284	11,898	12,09	12,744	12,54
Pto. de inspección	1	1	1	1	1	1	1
Paquetizador	26,594	25,888	26,73	26,506	26,52	26,026	26,38
Cinta transportadora	5,99	6,166	6,198	5,992	6,072	6,102	6,09
Prensa	16,376	16,06	16,82	16,138	15,75	16,05	16,20
Mesa giratoria	5,95	6,018	6,024	6,012	6,02	6,03	6,01
Transystem	277,4	275	262	273,4	284,2	280,2	275,37
Manual	17,602	17,266	17,226	18,02	16,898	16,964	17,33

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.3: Resumen Medición de tiempos en fondera

Etapa de la fondera	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5	Medición 6	Tiempo promedio
Alineador de tubos	3,778	3,794	3,842	3,716	3,5	3,71	3,72
Brazos y dedos abridores	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Valvulas	1	1	1	1	1	1	1
Fondo	1,648	1,63	1,592	1,648	1,44	1,788	1,62
Volteo de fondo	0,768	0,75	0,792	0,766	0,726	0,78	0,76
Expulsión de sacos	1	1	1	1	1	1	1
Separador de escamas	10,866	10,542	10,556	10,6	10,46	10,696	10,62
Prensa "S"	33,32	34,66	31,874	34,24	33,42	32,34	33,31
Salida inclinada	3,49	3,178	3,46	3,62	3,306	3,606	3,44
Cinta de desgarre	7,118	6,554	7,646	7,114	7,298	7,634	7,23
Paquetizador	4,156	4,056	4,126	3,898	4,046	3,98	4,04
Cinta transportadora	2,404	2,408	2,43	2,464	2,554	2,232	2,42
Mesa de salida	8,064	7,65	7,78	7,86	7,89	7,902	7,86
Molde paletizado	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Disponibilidad de la Línea 5

La disponibilidad en un proceso de producción como este es muy importante de analizar ya que entrega información sobre la capacidad de producción del proceso y su eficiencia, lo que se traduce luego en el alcance de la demanda de productos. En este caso en particular se trabajará con dos tipos de disponibilidad:

Disponibilidad teórica

La disponibilidad teórica (DT), es el porcentaje de tiempo en que la Línea 5 está disponible para producir asumiendo que no existen tiempos de inactividad, inconvenientes o interrupciones de ningún tipo, en este caso es del 100%, ya que hace referencia a una situación óptima e ideal donde el proceso está completamente disponible para producir cuando se requiera.

Disponibilidad real

La disponibilidad real (DR), es el porcentaje de disponibilidad de la línea considerando el tiempo promedio que llevan los cambios de formato. Esta disponibilidad fue calculada considerando el tiempo promedio de cambio de formato en un rango de tiempo desde marzo 2023 a marzo 2024 el cual es registrado en una bitácora por los supervisores al finalizar cada turno, en la tabla 3.4 se encuentran los datos utilizados para el cálculo de la tubera y en la tabla 3.5 los datos de la fondera. Considerando los siguientes turnos: de lunes a sábado se realizan 3 turnos al día, de 00:00 a 08:00, de 08:00 a 16:00 y de 16:00 a 00:00.

Para el cálculo de la disponibilidad real de la tubera, se obtuvieron las horas disponibles de forma mensual con la Ecuación 3.1 y se utilizó el tiempo mensual. Con estos dos datos fue calculada la disponibilidad real utilizando la Ecuación 3.2.

$$\text{Horas disponibles} = \text{días hábiles} * 24 \quad (3.1)$$

$$\text{Disponibilidad real} = \frac{\text{horas disponibles} - \text{tiempo muerto total mensual}}{\text{horas disponibles}} \quad (3.2)$$

Tabla 3.4: Disponibilidad real tubera

Mes	Días hábiles	Horas disponibles	Tiempo muerto mensual	Disponibilidad real
Marzo 2023	27	648	38,5	94,06%
Abril 2023	23	552	58	89,49%
Mayo 2023	26	624	47,8	92,34%
Junio 2023	24	576	57,5	90,02%
Julio 2023	26	624	20,8	96,67%
Agosto 2023	26	624	36,4	94,17%
Septiembre 2023	24	576	33,3	94,22%
Octubre 2023	24	576	49	91,48%
Noviembre 2023	25	600	49,3	91,78%
Diciembre 2023	25	600	52	91,33%
Enero 2024	26	624	57,4	90,80%
Febrero 2024	25	600	31,1	94,82%
Marzo 2024	24	576	33	94,27%

Fuente: Elaboración propia

El cálculo de la disponibilidad real de la fondera se realizó con la cantidad de cambios de formato y el tiempo promedio de estos, ya que actualmente en la planta no se lleva contabilizado el tiempo mensual utilizado en cambios de formato en fondera de forma explícita. Con la Ecuación 3.3 se obtienen los datos mensuales del tiempo muerto mensual, el cuál luego es reemplazado en la Ecuación 3.2 para la obtención de la disponibilidad real.

$$Tiempo\ muerto\ mensual = cambios\ de\ formato * tiempo\ promedio\ cf \quad (3.3)$$

Tabla 3.5: Disponibilidad real fondera

Mes	Días hábiles	Horas disponibles	Cambios de formato	Tiempo promedio cf	Tiempo muerto mensual	Disponibilidad real
Marzo 2023	27	648	36	1,06	38,16	94,11%
Abril 2023	23	552	59	0,78	46,02	91,66%
Mayo 2023	26	624	53	1,15	60,95	90,23%
Junio 2023	24	576	54	1,32	71,28	87,63%
Julio 2023	26	624	17	1,63	27,71	95,56%
Agosto 2023	26	624	45	1,1	49,5	92,07%
Septiembre 2023	24	576	28	1,63	45,64	92,08%
Octubre 2023	24	576	50	0,94	47	91,84%
Noviembre 2023	25	600	44	1,15	50,6	91,57%
Diciembre 2023	25	600	56	1,26	70,56	88,24%
Enero 2024	26	624	58	1,13	65,54	89,50%
Febrero 2024	25	600	33	0,77	25,41	95,77%
Marzo 2024	24	576	64	0,66	42,24	92,67%

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Defectos

Defectos (D), esta información aplica sólo para ciertas etapas del proceso, específicamente las que producen defectos o que son puntos de control de calidad. Las etapas que producen defectos fueron determinadas en base a los reclamos que recibe el área de calidad, los cuáles indican donde estuvo la falla del saco por el que reclama el cliente y se crea una base de datos que almacena estos datos con el fin de llevar cualitativamente un análisis sobre qué partes de la Línea 5 son mayormente las causales de desperfectos del saco. El área de calidad de la planta idealmente identifica las fallas de los sacos antes de que estos lleguen al cliente para evitar su inconformidad y que se produzcan reclamos, para lograr esto se tiene un procedimiento de “retenidos” donde se identifican todos los

sacos que no cumplan con los estándares que el cliente pidió y se retienen, con el fin de identificar lo que falló, analizar si el error tiene arreglo o si directamente los sacos deben ser rechazados.



RECLAMOS – REPORTE FLASH



ID	619
Proceso	MW
Fecha Recepción	13-03-2024
Cliente	SAINT-GOBAIN WEBER CHILE S.A
Tipo de Producto	ADH.CERAMICO SUPERIOR 25 KG.(307)
Código Producto	PR16058-0
Cantidad Reclamada	100
Nivel de Criticidad	6 Alto
OF	15130745
Descripción	Dejo no conformidad para nuestro proveedor FORSAC por sacos pegados al interior de la valvular. Los operarios ocuparon tiempo productivo en despegar estos sacos. Se presentaron en forma intermitente dentro de pallet, de aprox. 50 sacos por evento, causando perdida de producción.
Fecha fabricación	CJ00184102 ; CJ00184124 Línea 5 10-02-2024



Figura 3.10: Reporte Flash
Fuente: Área de calidad Sack Kraft Chile

En la Figura 3.10 se encuentra un ejemplo de un reporte flash, el cual es una lámina que es generada luego de cualquier reclamo que ingrese para darlo a conocer a todas las áreas de la planta y que sea analizado, en este caso es un reclamo emitido por un cliente que manifestaba que los sacos iban con sus válvulas pegadas lo que no permite el correcto llenado del saco, estos tipos de reportes se emiten cada vez que un cliente hace un reclamo, el cual indica el ID del reclamo, el área en la que se realiza este proceso, fecha de recepción del reclamo, nombre del cliente, tipo de producto fabricado, código del producto, cantidad de sacos reclamados, nivel de criticidad, número de la orden de fabricación para realizar el correspondiente seguimiento, descripción de la falla a detalle, fecha de fabricación, línea donde fue realizada la producción e imágenes del producto.

En este caso el reclamo cae dentro de la categoría de reclamo por valvulera, el cual corresponde al segundo mayor porcentaje de sacos reclamados del año 2023, en el caso de la categoría impresora son situaciones como saco manchado por tinta, impresión con colores erróneos o desprendimiento de tinta al tacto, reclamos por encolado apuntan a sacos con fondos despegados, válvulas sueltas o en general desperfectos por falta de adhesivo y situaciones como fondos de sacos mal plegados, con dimensiones incorrectas o sin refuerzo de fondo se encasillan como reclamos por fondo. En la

Tabla 3.6 se puede ver la cantidad de sacos reclamados y sus porcentajes, según la etapa del proceso durante el año 2023.

Tabla 3.6: Sacos defectuosos por etapa

Etapa del proceso	Porcentaje	Cantidad de sacos
Impresora	7,0%	516.673
Encolado	4,0%	295.242
Valvulas	4,3%	317.385
Fondo	1,6%	118.097

Fuente: Área de calidad Sack Kraft Chile

En el año 2023, según reportes emitidos por el área de calidad de la planta, la producción fue de 161.182.675 sacos, de los cuáles un 4,58% fueron causa de reclamos, es decir, 7.381.043 de sacos fueron reclamados. La construcción de la Tabla 3.6 fue realizada gracias a esta información, ya que se pudo calcular la cantidad de sacos que representaba cada porcentaje de defectos según etapa del proceso.

La Tabla 3.7 muestra la cantidad de sacos defectuosos en los puntos de control de calidad. La información fue obtenida mediante una estadística de la planta, la cual afirma que aproximadamente cada 30 minutos se genera un saco con defectos, considerando que cada turno es de 8 horas y que son 3 turnos al día.

Tabla 3.7: Sacos defectuosos por etapa

Etapa del proceso	Cantidad de sacos por día
Punto de inspección	48
Expulsión sacos defectuosos	48

Fuente: Área de calidad Sack Kraft Chile

Por último, los sacos defectuosos generados en los brazos y dedos abridores de la fondera, fueron obtenidos según el planteamiento del encargado de calidad, el cuál basándose en las bitácoras de supervisores de turnos menciona que cada vez que se registra un atasco en la línea de producción,

salen 30 sacos con defectos. Sabiendo esto se llega a la conclusión que en promedio cada día se producen 90 sacos con defectos.

3.3.4. Línea de tiempo

En la parte inferior del VSM se encuentran las líneas de tiempo, las cuáles tienen por objetivo representar el tiempo que le toma a un saco pasar por la línea productiva en su totalidad, habitualmente en los diagramas de flujo de valor es una la línea de tiempo que se dibuja, pero en este caso son dos, ya que se está analizando la línea con dos tipos de métodos de alimentación de fondera diferentes, el método manual y a través de Transystem. Como se indica en la Figura 3.11, en la línea de tiempo las etapas que agregan valor son representadas por escalones y las demás etapas, que no agregan valor, son plasmadas como línea continua y en cada etapa se indica el tiempo de ciclo respectivo.

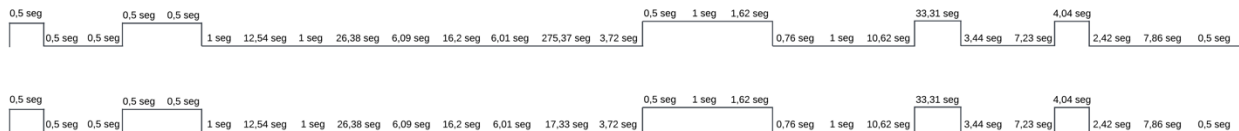


Figura 3.11: Líneas de tiempo VSM

Fuente: Elaboración propia

Con la línea de tiempo ya representada, se debe contabilizar el tiempo total de las actividades que agregan valor y de las que no:

- *Value added time* (VA): se refiere al tiempo de valor agregado.

$$VA = 41,97 \text{ seg}$$

- *Lead time* (LT): literalmente significa tiempos de espera, pero en este caso se utiliza de forma más general, como tiempo sin valor agregado.

$$LT1 = 383,14 \text{ seg}$$

$$LT2 = 125,1 \text{ seg}$$

El *value added time* es igual para ambas líneas de tiempo ya que dentro de las actividades consideradas que agregan valor no se consideró a la etapa de alimentación de fondera. En cambio, el *lead time* considera las etapas que no agregan valor, dentro de las cuales están el Transystem y

el método manual. El *lead time* 1 considera como alimentador de fondera el Transystem y el *lead time* 2 contiene el método de alimentación manual.

Se considera como tiempo de ciclo total la suma del *value added time* y del *lead time*, este tiempo en el caso 1 es de 383,14 segundos y en el caso 2 es de 125,1 segundos. Es importante destacar que este tiempo representa lo que se demora 1 saco en pasar por cada una de las etapas de la línea, lo cual no quiere decir que cada 383,14 segundos se produzca un saco, ya que los sacos son producidos uno tras otro con una diferencia de milisegundos.

3.3.5. Takt time

Tiempo en que se debería producir cada parte del producto, basado en la demanda del cliente y el tiempo teórico disponible por turno. El objetivo del *takt time* es dar a conocer el ritmo al que se debería producir sincronizado con el ritmo de ventas esperadas:

$$Takt\ time = \frac{tiempo\ disponible\ por\ turno}{demanda\ de\ cliente\ por\ turno} \quad (3.4)$$

La Tabla 3.8 muestra un análisis realizado por el área de producción de la planta, el cuál indica los volúmenes de ventas estimados para el primer semestre del año 2024 basándose en la demanda productiva del año 2023.

Tabla 3.8: Volúmenes de ventas de sacos del 2024

Máquina	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
L1	mcs	4679	4387	4916	5430	5158	5115
L2	mcs	-	-	-	-	-	-
L3	mcs	3917	3736	4050	4438	4248	4463
L4	mcs	4400	4200	4570	4970	4770	4981
L5	mcs	2804	2652	2908	3176	3056	3180
Prod. Total	mcs	16696	15822	17376	19036	18209	18744
Turnos	T/mes	93	91	58	62	60	29

Fuente: Área Producción Sack Kraft Chillán

Para el análisis se seleccionó como periodo de tiempo el mes de mayo 2024, donde para la Línea 5 se estimó un volumen de ventas de 3.056 millones de sacos y una cantidad de 60 turnos en el mes.

$$Takt\ time = \frac{60\ turnos * 8\ hrs * 60\ min * 60\ seg}{3056000\ sacos}$$

$$Takt\ time = 0,56 \frac{seg}{saco}$$

Con este indicador ya obtenido, se puede realizar una revisión de cada una de las actividades del proceso con el fin de comparar el *takt time* obtenido con el tiempo de ciclo de la actividad. Si el tiempo de ciclo de la etapa es mayor al *takt time* se está evidenciando la existencia de un cuello de botella, etapa ineficiente o que presenta bajo nivel de productividad.

Las etapas que presentan un tiempo de ciclo mayor al *takt time* son: correas de arrastre y desgarre, cinta escamoza, punto de inspección, paquetizador, cinta transportadora, prensa, mesa giratoria, Transystem, alimentador manual, alineador de tubos, valvulas, fondo, volteo de fondo, expulsión de sacos defectuosos, separador de escamas, prensa “S”, salida inclinada prensa “S”, cinta de desgarre, paquetizador, cinta transportadora, mesa de salida. Sin embargo, se debe considerar que los desperdicios se pueden generar en cualquier punto del proceso, no necesariamente donde existan cuellos de botella.

Capítulo 4: Resultados

En el presente capítulo se abordan los resultados del análisis realizado a través del *Value Stream Mapping*. En primer lugar, se clasifican las etapas para identificar aquellas que no agregan valor y aquellas que sí, con el fin de cumplir con el objetivo de la herramienta VSM el cuál es eliminar lo que no agrega valor. En segundo lugar, se plantea un VSM de la situación futura como forma de generar una imagen objetivo del proceso. Y por último, basándose en el VSM implementado y aplicando la metodología *Lean Manufacturing* se identifican desperdicios y se proponen diferentes oportunidades de mejora en las etapas que agregan valor al proceso productivo.

4.1. Categorización de las etapas del proceso

Luego del diseño del VSM se realizó la clasificación de cada una de las etapas del proceso en cuatro categorías: etapas que agregan valor, productos en movimiento o transporte, inspección de calidad y productos en espera. Esto con el objetivo de identificar qué actividades del proceso deben ser eliminadas y cuáles pueden ser mejoradas. En la Figura 4.1 se indica la simbología utilizada.

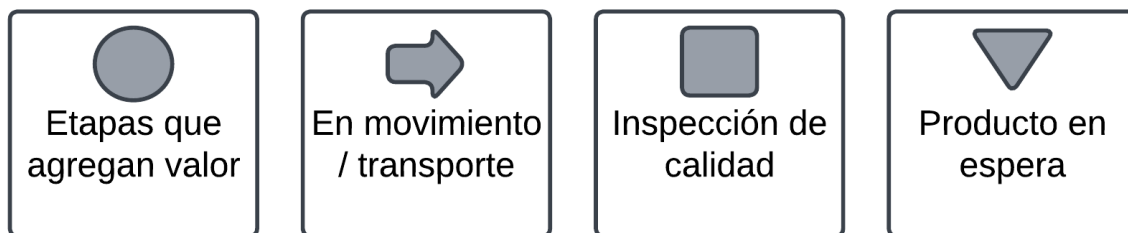


Figura 4.1: Simbología diagrama de flujo

Fuente: Elaboración propia

Las Figuras 4.2 y 4.3 corresponden a un diagrama de flujo de la tubera y de la fondera respectivamente, donde cada etapa del proceso está representada y clasificada por una figura geométrica según la simbología indicada anteriormente.

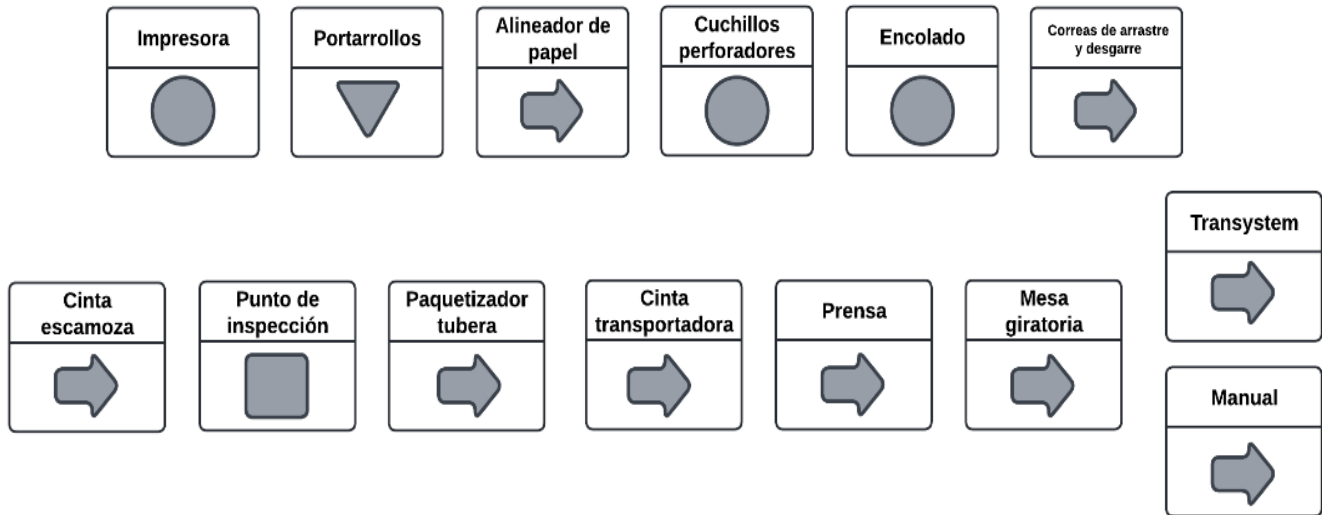


Figura 4.2: Diagrama de flujo tubera T2155
Fuente: Elaboración propia

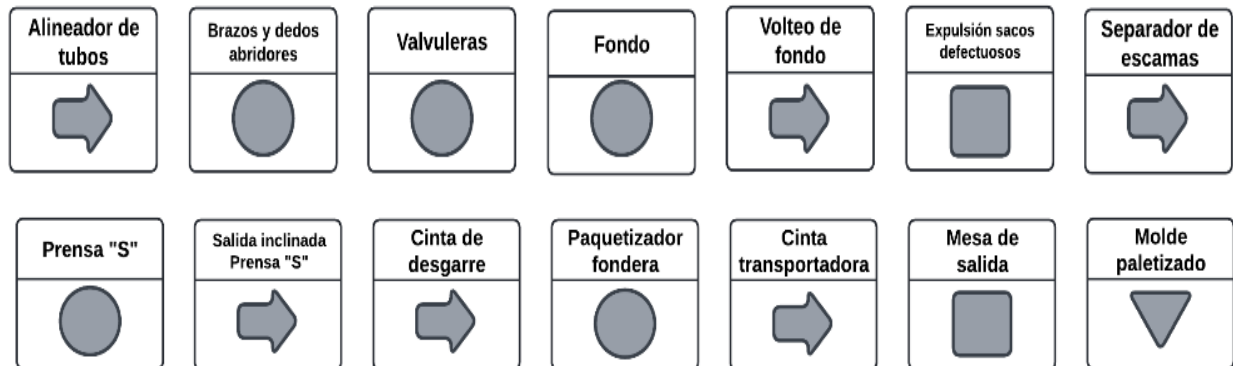


Figura 4.3: Diagrama de flujo fondera F2379
Fuente: Elaboración propia

4.2. VSM situación futura

Este diagrama es el último paso de la implementación de un *Value Stream Mapping*, con el cual se quiere representar el estado deseado del proceso, donde no existe ningún tipo de desperdicio ni etapas que no agregan valor al producto. El objetivo de plasmar el estado futuro es para luego poder aplicar mejoras siguiendo la estrategia *Lean Manufacturing*, apuntando a disminuir costos, aumentar productividad y calidad. Es importante destacar que este mapa de flujo representa el proceso en su mejor estado posible, lo cuál lo convierte en una guía para la implementación de ciertas medidas.

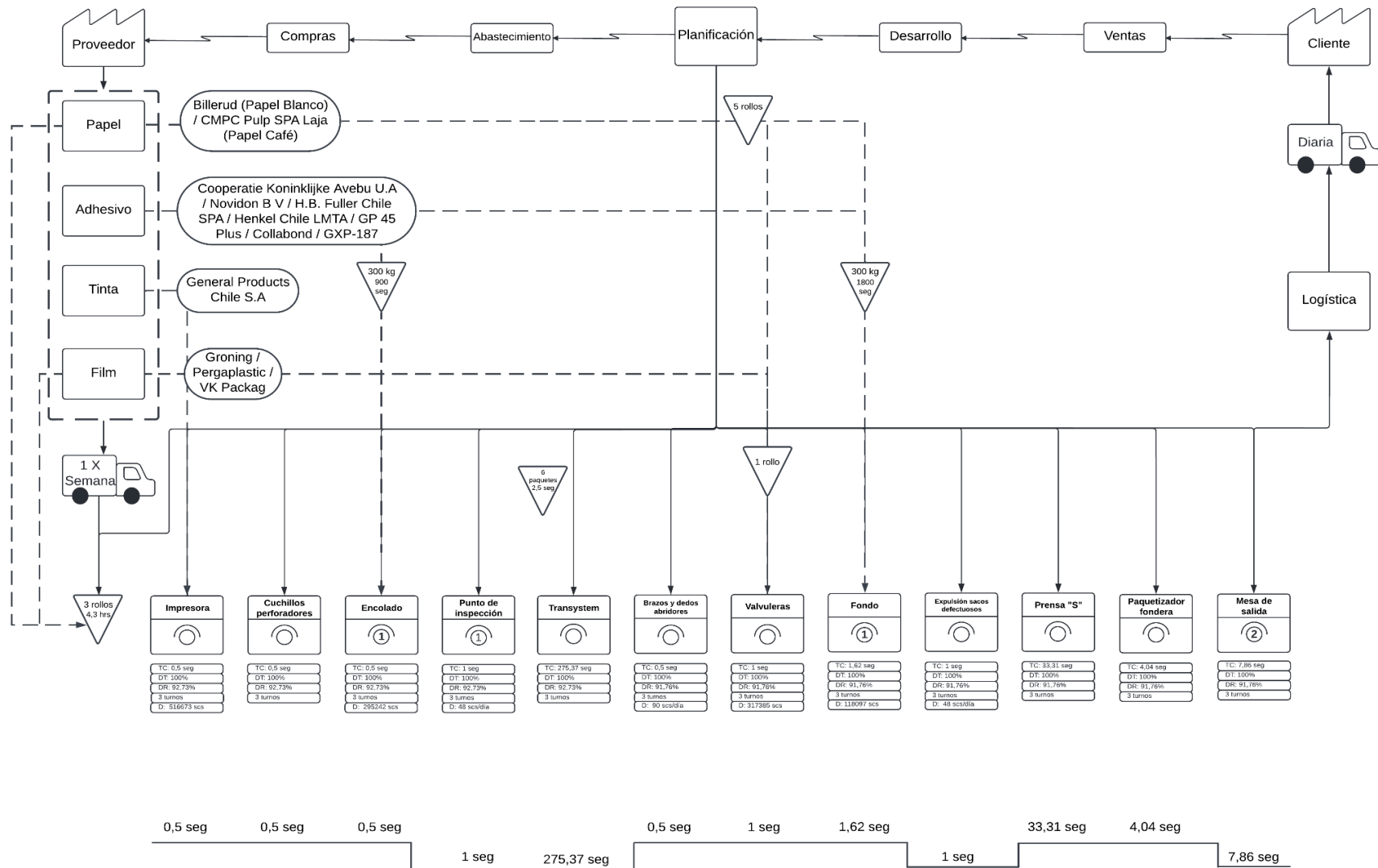


Figura 4.4: VSM situación futura

Fuente: Elaboración propia

Con la línea de tiempo ya representada, se debe contabilizar el tiempo total de las actividades que agregan valor y de las que no agregan valor.

- *Value added time* (VA): se refiere al tiempo de valor agregado.

$$VA = 41,97 \text{ segundos}$$

- *Lead time* (LT): literalmente significa tiempos de espera, pero en este caso se utiliza de forma más general, como tiempo sin valor agregado.

$$LT = 285,23 \text{ segundos}$$

En este caso, como es el mapa de flujo de situación futura, el *lead time* es solo uno ya que el escenario más optimista es que el único mecanismo de alimentación de la fondera sea el Transystem y no se realice una alimentación manual.

4.3. Desperdicios

Derivado de la observación en terreno al momento del levantamiento de información y en conjunto con los datos obtenidos para la construcción del VSM de situación actual, se identificaron todos los desperdicios presentes en la línea. Los cuales fueron clasificados dentro de los 7 tipos de desperdicios mencionados en el capítulo “Metodología VSM”. Fueron identificados desperdicios de 5 tipos, los cuáles se detallan a continuación:

- **Defectos**

Este tipo de desperdicio se divide en 2 categorías:

1. Pérdidas de sacos

- a. *Punto de inspección*: supervisor realiza extracción de sacos desde la cinta escamozza de la tubera cada cierto período de tiempo con el fin de revisar que el producto esté cumpliendo con todas las especificaciones indicadas en la ficha técnica. Se sacan sacos para hacer confirmación, no porque estén defectuosos.
- b. *Ajustes de líneas o merma*: luego de ciertas situaciones como ajustes de líneas, setup, regulaciones de correas, entre otras cosas, se designan sacos como rechazados, aunque no presenten ninguna falla, sólo como medida de aseguramiento de la calidad y para comprobar que todo quedó bien regulado.

2. Sacos defectuosos

- a. *Impresora*: 7% de los reclamos del año 2023 fueron generados por fallas de impresión.
- b. *Encolado*: 4% de los sacos reclamados en el año 2023 tienen como fuente problemas con adhesivos.
- c. *Valvulas*: 4,3% de los reclamos del año 2023 fueron detallados como fallas en las válvulas o en su encolado.
- d. *Fondo*: 1,6% de los reclamos informados en el año 2023 tienen su origen en el procedimiento de insertado de fondo y refuerzo de fondo
- e. *Expulsión de sacos defectuosos*: etapa perteneciente a la fondera, en la cuál se expulsan sacos de forma automática donde la línea detecte ciertas inconsistencias en el saco, al igual que posee un botón de expulsión lo cual permite realizar controles de calidad por parte del supervisor.

● Transporte

1. Correas arrastre y desgarré: son una especie de cinta transportadora de sacos, no conlleva ningún cambio en el diseño ni en la estructura del saco.
2. Cinta escamoza: no agrega valor al saco ya que sólo realiza la función de llevar los sacos desde las correas de arrastre y desgarré hasta el paquetizador, el producto no es intervenido de ninguna forma.
3. Cinta transportadora: conecta la línea de producción desde el paquetizador a la prensa.
4. Mesa giratoria: funciona como cinta transportadora ya que redirige las pilas de sacos son desde la prensa hacia el elevador de Transystem.
5. Transystem: está compuesto por un elevador y cintas transportadoras, que trasladan los sacos apilados desde la mesa giratoria hasta el alimentador de la fondera.
6. Alineador de tubos: cinta encargada de alinear los tubos de sacos que van siendo alimentados a la fondera.
7. Volteo de fondo: engranajes utilizados para ubicar en la posición correcta los fondos.
8. Separador de escamas: cinta transportadora de sacos.
9. Salida inclinada prensa “S”: cinta transportadora de salida, dirige los sacos desde la prensa “S” a la cinta de desgarré.
10. Cinta de desgarré: transporta los sacos desde la salida inclinada hacia el paquetizador.

11. Paquetizador: los sacos son apilados en cantidades establecidas, según las indicaciones del pallet establecidas por el cliente.
12. Cinta transportadora: lleva los sacos desde el paquetizador hasta la mesa de salida, donde las pilas de sacos son posicionadas en el pallet.

- **Sobreprocesamiento**

1. Paquetizador tubera: en esta etapa del proceso los sacos son apilados en cantidades establecidas, según las indicaciones solicitadas por el cliente. Sin embargo, luego de ser alimentados a la fondera, los sacos siguen por la línea de manera unitaria y en el paquetizador de la fondera son apilados de forma definitiva.
2. Prensa: los paquetes de sacos son aplastados con el objetivo de eliminar el aire entre los sacos. Sin embargo, no se modifica el producto de ninguna manera e incluso más adelante en el proceso los sacos son separados y el aire vuelve a ingresar a ellos.
3. Alimentador manual: se considera como una etapa innecesaria ya que existe un sistema automático diseñado para esto (Transystem). Es importante destacar que a pesar de que con el método de alimentación manual el *lead time* es menor, no es conveniente ni eficiente. Principalmente porque debilita la supervisión de la tubera al estar una persona realizando esta tarea extra, dejando solo a una persona controlando todo el proceso de la tubera.

- **Movimiento innecesario**

1. Alimentador manual: además de ser sobreprocesamiento, observando desde el punto de vista de la persona se considera como movimiento innecesario ya que un operador realiza la maniobra de llevar sacos que salen de la prensa de la tubera y los posiciona en el alimentador de sacos de la fondera, para cubrir ciertos tiempos muertos del Transystem.
2. Molde paletizado: se reconoce como movimiento innecesario ya que al realizar un recorrido por las demás líneas de producción se identificó una potencial mejora que sería posible aplicar en la línea en estudio, como mecanismo automático de paletizado.
3. Adhesivo: cambio de adhesivo conlleva hacer conexión de mangueras, conectar el tótem, retirar bandeja de adhesivo que queda debajo de los encoladores, todos estos son movimientos innecesarios asociados al sistema de adhesivo, desde el punto de vista de las personas.

4.4. Propuestas de implementación

Habiendo realizado la categorización de las etapas y la identificación de los desperdicios, a continuación, se desarrollan propuestas que apuntan a alcanzar el VSM de situación futura, con la eliminación de ciertas etapas que no agregan valor y con la mejora de otras que si agregan valor.

4.4.1. Mejora del proceso de encolado

Desperdicio del tipo defecto, el cuál indica que el proceso de encolado es fuente de un gran porcentaje de reclamos por sacos defectuosos. Para optimizar esta situación, se propone como mejora la instalación de sensores de flujo, como el que se muestra en la Figura 4.5, en los cuatro puntos de encolado de la línea (encolado del tubo transversal, encolado del tubo longitudinal, inserción de válvula y pegado de refuerzo de fondo), los cuáles cumplirán con el objetivo de medir el flujo de adhesivo para asegurar la dosificación constante y adecuada de este, además de controlar las potenciales obstrucciones de boquillas. Incluyendo una barra de luz LED, la detención de la línea en caso de que el flujo de cola sea nulo o menor a la cantidad necesaria y además cuenta con la característica de que al comenzar a funcionar la línea luego de una detención expulsa los primeros 30 sacos a una mesa de rechazo como mecanismos de prevención ya que el flujo de cola no sea constante al principio al haber sido detenido completamente.



Figura 4.5: Sensor de caudal
Fuente: VVA Industrial Supplies & Services

El sensor que se propone instalar posee el nombre técnico de caudalímetro de la marca IFM modelo SI5000, su principal función es monitorear con precisión y en cada segundo el caudal de fluidos líquidos y fluidos gaseosos. Dentro de sus características principales se encuentran que posee sólo 1 salida la cual es digital, permite medir fluidos con temperatura desde -25°C a 80°C tanto líquidos

como gaseosos, resiste hasta 30 bar de presión, consume menos de 60 mA de corriente, posee protección contra inversiones de polaridad, es alimentado de la forma PNP, contiene protección contra cortocircuitos del tipo pulsada, es resistente a sobrecargas y su tiempo de respuesta va desde 1 a 10 segundos (Flujómetros Caudalímetros, 2023). La elección de este dispositivo por sobre cualquier otro, se basa en la experiencia entregada por el Coordinador de Producción de Embalajes de la planta CMPC ubicada en Iguazú, Brasil, el cual comentó los beneficios que ha traído este producto a las líneas productivas de esa planta, tanto en el ámbito de la optimización de consumo de adhesivos, el aumento de la eficiencia y control de los procesos, la precisión excepcional que posee y su resistente carcasa de acero inoxidable asegura una alta durabilidad en el tiempo.

Con respecto a la inversión que conlleva, el costo del sensor es de dos mil dólares, lo cuál incluye la compra del caudalímetro, la mano de obra de una persona capacitada para su instalación y los materiales necesarios para realizar la conexión. Cabe destacar que en la línea en la cual se quiere utilizar este artefacto (Línea 5) hay cuatro puntos de encolado, y el valor mencionado considera sólo una unidad. Además del costo monetario, se debe tener en consideración el tiempo que se debe dedicar a realizar capacitaciones a los operadores de la línea acerca del funcionamiento del sensor.

Beneficios: La instalación de sensores de flujo de cola apunta principalmente a la reducción de la cantidad de reclamos originados por fallas en los puntos de encolado, lo cual está directamente relacionado con el aumento de la satisfacción del cliente, que es el objetivo final de realizar un *Value Stream Mapping*, entregar al cliente el producto con las especificaciones que solicite y de la mejor calidad posible. En el año 2023 la cantidad de reclamos ocasionados por válvulas sueltas, refuerzos de fondo mal pegados o tubos de sacos despegados fue de 295.242 sacos, con el caudalímetro IFM modelo SI5000 se pronostica disminuir esta cifra en un 80%. Además de esto, también trae consigo el mejor aprovechamiento del recurso adhesivo, ya que las cañerías absorben hasta lo más mínimo de adhesivo que quede disponible en el tótem.

4.4.2. Eliminación del paquetizador de la tubera

Desperdicio del tipo transporte y sobreprocesamiento. Esta etapa de la línea, en primer lugar no agrega valor al producto ya que su función es apilar los sacos en montones de cierta cantidad. Y en segundo lugar, es un proceso que se ha identificado como innecesario ya que luego de pasar por la fondera, los sacos son separados nuevamente para poder pasar por los procesos que contiene la

fondera y también considerando que no es requisito que los sacos estén en paquetes para ser alimentados a la fondera ya que simplemente pueden ser ingresados uno a uno con una cinta transportadora simple. Además, es un proceso que ocurre nuevamente en el paquetizador de la fondera, donde ahí si es necesario ya que el producto está próximo a ser ubicado en el pallet correspondiente.

Beneficios: La eliminación del paquetizador de la tubera del proceso productivo, trae consigo una disminución del tiempo de ciclo total, es decir, el tiempo que se demora un saco en salir completamente de la línea de producción disminuiría en 26,38 segundos aproximadamente. Lo que beneficiaría en la productividad y rapidez de la línea en la confección de los pedidos.

4.4.3. Modificación del proceso de adhesivo

Desperdicio del tipo movimientos innecesarios. El proceso de los adhesivos en la línea productiva conlleva una serie de movimientos que no agregan valor, dentro de los cuales destacan el transportar el tótem de adhesivo vacío desde la línea hasta la sala de preparación de adhesivos, luego retirar la bandeja de residuos de adhesivo que se encuentra debajo de cada punto de cola y finalmente ir a buscar el tótem cargado con adhesivo y llevarlo a la línea de producción. El hecho de que los operadores tengan que devolver los tótems a la sala de adhesivos cuando están vacíos es una pérdida de tiempo, un desperdicio ya que no se está realizando un movimiento por flujo de materiales y también un esfuerzo grande de los operadores ya que los tótems son de gran tamaño, como se puede observar en la Figura 4.6, y es transportado manualmente.



Figura 4.6: Tótem de adhesivo
Fuente: Planta Sack Kraft Chillán

Parte importante de la reposición o cambio de adhesivo son las conexiones que debe hacer el operador desde el tótem nuevo a los puntos de encolado y el tiempo que esto conlleva. Como solución a este problema se plantea la utilización e instalación de cañerías de adhesivo dentro de la nave productiva, las cuales sería instaladas en el techo y conducirán el flujo de adhesivo desde la sala de preparación de adhesivos a cada una de las líneas de producción, en el tiempo y cantidad necesaria.

Beneficios: La instalación de cañerías transportadoras de adhesivo contribuiría en la disminución del tiempo que se pierde al momento de cambiar o reponer el adhesivo, tiempo en el cual la línea debe ser detenida. Lo cual aumenta la productividad y también permite que los operadores que se encargaban de realizar esta labor puedan enfocarse en supervisar la línea o colaborar con tareas más importantes.

4.4.4. Eliminación de la alimentación manual de fondera

Desperdicio del tipo sobreprocesamiento y movimiento innecesario. La Línea 5 de producción contiene el sistema Transystem, el cuál es un mecanismo que conecta la tubera con la fondera y cumple la función de alimentar los sacos a la fondera. Sin embargo, hay situaciones donde la alimentación de los sacos a la fondera se realiza de forma manual por parte de los operadores, en situaciones donde el Transystem deja períodos de tiempo sin alimentación. La utilización de esta forma de alimentación manual significa la necesidad de que un operador esté como punto fijo en esa etapa, lo cuál no es conveniente ya que, si el operario estuviera en el resto de la tubera realizando su labor designada, se lograría controlar mejor el proceso, evitar errores e incluso detectar errores tempranamente para evitar la pérdida de materia prima. Se considera una maniobra innecesaria ya que la producción no se ve impactada en gran magnitud por estas intervenciones y no agrega valor al producto porque de esto se encarga un sistema automático, y al mismo tiempo peligrosa ya que requiere de la intervención de las manos del operador al tener que ingresar los sacos a la máquina.

Es importante mencionar como es el funcionamiento del Transystem, ya que tomando en cuenta sólo los *lead time* 1 y 2, y viendo que con el método manual el tiempo es menor se podría llegar a pensar que este método es mejor, lo cual no es correcto ya que el tiempo que toma el Transystem tiene su justificación. Como se puede ver en la Figura 4.7, se requiere de la acumulación de 6 pilas

de sacos en la cinta transportadora del Transystem para que este avance y específicamente esta es la acción que demora más ya que conlleva aproximadamente 4 minutos, sin embargo es necesaria ya que funciona como un buffer de salida, es decir, permite que la alimentación de sacos a la fondera sea fluida y no se detenga ya que la cinta va avanzando justo a tiempo cuando es alimentado el sexto montón de sacos e inmediatamente después ingresa el primer montón del próximo batch, esto permite que el flujo de alimentación sea constante y no se congestione la entrada a la fondera haciendo que cuando llega la primera pila las otras 6 anteriores ya fueron procesadas por la fondera. Si la alimentación de sacos a la fondera demorase menos tiempo se encontraría con que aún está procesando y se tendría que detener el Transystem, perdiendo la continuidad del proceso.



Figura 4.7: Cinta transportadora Transystem

Fuente: Planta Sack Kraft Chillán

Beneficios: Al dejar como único mecanismo de alimentación de sacos a la fondera la utilización del Transystem, se da la oportunidad de que el operador que desempeñaba esta labor manualmente pueda cumplir una función mucho más importante cómo contribuir en la supervisión de la línea o aseguramiento de la calidad del producto. Y al mismo tiempo, contribuye a que la línea de producción se vaya acercando a la automatización total, que prescinde de errores de tipo humanos. Generando así beneficios como la disminución de reclamos en cierto porcentaje por la detección temprana de desviaciones del estándar en los sacos.

4.4.5. Eliminación de la prensa de tubera

Desperdicio del tipo sobreprocesamiento. Esta etapa de la línea productiva es parte de la tubera y conecta la cinta transportadora de paquetes con la mesa giratoria. Esta prensa cumple la función de eliminar el aire que podría existir entre los sacos sin embargo las pilas de sacos son separados nuevamente al ingresar a la fondera donde nuevamente están expuestos a que les ingrese aire. Por este motivo es que se considera como un proceso que no agrega valor al producto y se propone la eliminación de este proceso de la línea de producción.

Beneficios: Al igual que la oportunidad de mejora identificada para el paquetizador 1, la eliminación de la prensa no significa ningún cambio en la calidad ni en las especificaciones del producto en sí mismo, si no que cumple la simple función de transportar los sacos de una etapa a otra, incluso prescindir de ella significará una disminución significativa en el tiempo de ciclo total del proceso productivo, en promedio se reduciría en 16,2 segundos, ya que esto es lo que demora esta etapa del proceso según las mediciones realizadas, lo cual aceleraría la producción.

4.4.6. Mejora del proceso de molde paletizado

Desperdicio del tipo movimiento innecesario. Actualmente, el proceso de paletizado en la Línea 5 es llevado a cabo de forma manual por dos operadores. Este consiste en que dos personas se posicionan alrededor de la mesa de salida, el cual es el punto donde llegan los paquetes de sacos, cada persona toma un paquete a medida que la cinta transportadora los va dejando en la mesa y lleva el paquete a su respectivo molde de paletizado para posicionarlo como corresponda. Hay dos moldes de paletizado, los cuáles son utilizados uno por cada operador para formar los pallets. A continuación, se mencionan dos propuestas de mejoras a este proceso.

4.4.6.1. Propuesta 1

La primera propuesta es la incorporación de un ARCOMAT a la línea productiva como reemplazo del proceso de paletizado manual. Este es un paletizador robotizado especial para sacos de papel, el cuál ya es utilizado en la línea 1 de la planta y está en proceso de instalación otro para la línea 3.



Figura 4.8: ARCOMAT 3

Fuente: directindustry.es

Se considera el modelo de paletizador de pórtico ARCOMAT 3 de la marca WINDM LLER & H LSCHER, el cuál es considerado el paletizador automático más exitoso del mundo en el ámbito de los sacos. Dentro de sus características que lo hacen la mejor opción del mercado está su forma de alimentación y alineación de paquetes, su almacenamiento de pallets vacíos y el prensado de las pilas de sacos, lo que aumenta considerablemente la calidad de los paquetes de sacos. Además, posee una pantalla donde se puede ajustar y observar la posición en que serán dispuestos los sacos en el pallet como se puede observar en la Figura 4.9

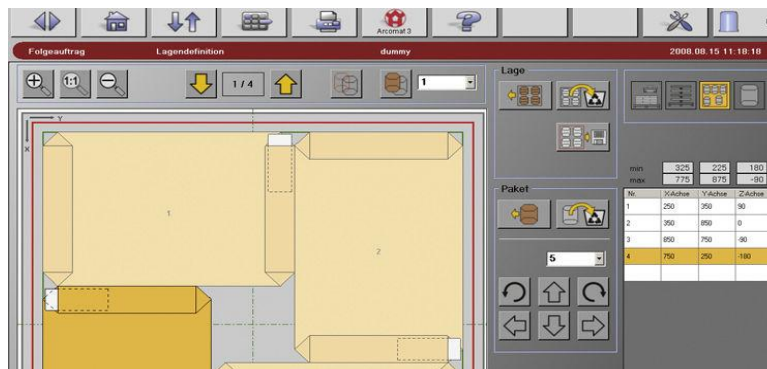


Figura 4.9: Pantalla ARCOMAT 3

Fuente: directindustry.es

La inversión que conlleva considera solamente el costo de la máquina y su traslado, el cuál es de seis millones de dólares. Una de las grandes ventajas de esta propuesta es la experiencia que se tiene con el paletizador y el conocimiento de su uso ya adquirido previamente por los operadores.

Beneficios: La instalación de un ARCOMAT es sin duda una inversión que contribuirá un gran beneficio a la línea, el cual se puede ver reflejado en la comparación del tiempo en que se demora en completar un pallet de forma automática por el ARCOMAT y de forma manual. Se tomó el tiempo de ciclo del ARCOMAT de la línea 1 de la nave productiva el cual arrojó un tiempo de 625 segundos, y comparado con los 974,17 segundos en promedio que conlleva un paletizado manual se puede concluir que un ARCOMAT en el mismo tiempo puede completar 1,5 pallet. Y, por último también cabe destacar el ahorro de dos remuneraciones mensuales, correspondientes a los operadores que realizaban esta acción.

4.4.6.2. Propuesta 2

Como segunda propuesta se plantea la disminución de la cantidad de operarios en la zona de paletizado. Actualmente esta actividad es llevada a cabo por dos personas con el layout que se presenta en la Figura 4.10. Como una posibilidad de disminución de costos, se propone la reducción a una sola persona para el paletizado en vez de dos.

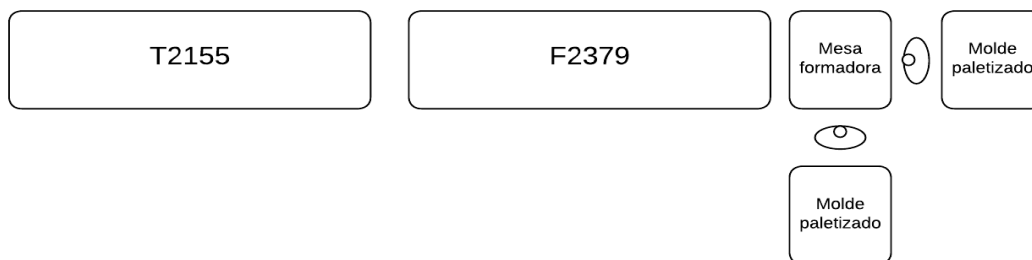


Figura 4.10: Layout paletizado manual actual
Fuente: Elaboración propia

Para poder implementar esto es necesario realizar una modificación estructural a la mesa de salida, con el objetivo de ayudar de forma ergonómica al operador en su labor, la mesa debe ser de forma triangular como se muestra en el layout de la Figura 4.11 para facilitar el trayecto del operador de un molde al otro. También se debe instalar un desviador lateral de sacos justo después de que las pilas de sacos salgan del paquetizador con el fin de que los paquetes salgan alternadamente para el lado de un molde y luego para el otro en la mesa de salida, así la persona que estará paletizando tiene el tiempo suficiente de posicionar los sacos en cada molde.

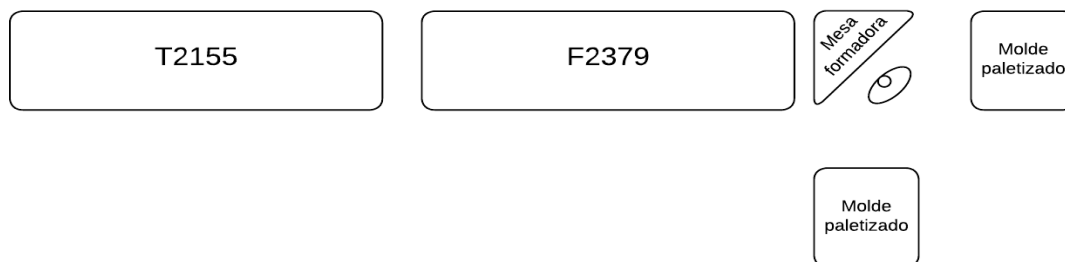


Figura 4.11: Layout propuesta paletizado manual
Fuente: Elaboración propia

Hay ciertas labores que realizan los operadores en la estación de paletizado manual que podrían resultar difíciles de realizar por una sola persona, para que esto no ocurra se deben poner en acción las siguientes modificaciones. En primer lugar, una de las tareas del operador es posicionar el pallet en el molde de paletizado, lo cual le tomará tiempo que no podrá estar cumpliendo sus funciones en la mesa de salida, dado la profundidad de la zanja del molde de pallets se recomienda posicionar 3 pallets uno sobre otro con el objetivo de que el operador tenga el pallet ya posicionado y listo cada vez que complete uno y no realice el movimiento innecesario de ir a buscar un pallet vacío y transportarlo al molde tantas veces seguidas. En la Figura 4.12 se puede observar la situación actual del molde paletizado, donde se posiciona sólo un pallet en el molde.



Figura 4.12: Molde paletizado
Fuente: Planta Sack Kraft Chillán

En segundo lugar, otra de las actividades que se deben realizar es desplegar un pliego de cartón color café en la base de cada pallet como protección entre el pallet de madera y los sacos como se

muestra en la Figura 4.13. Para eliminar el recorrido innecesario que realiza el operador para ir a buscar el cartón y posicionarlo, se debe disponer de un dispensador con stock de cartón al lado de cada molde de paletizado.



Figura 4.13: Cartón base en palet de sacos
Fuente: <https://bogatecnica.com/>

Y por último, la tercera tarea que se debe realizar en la paletización es la envoltura del pallet con film lo cuál actualmente se realiza en la zona donde el pallet es dispuesto para ser transportado por un yale, pero resulta en un traslado innecesario del operador ya que este se ve obligado a alejarse de la zona de paletizado, es por esto que una mejor medida es realizar en envoltimiento en film antes de sacarlo del molde, disminuyendo así el tiempo perdido innecesariamente por el movimiento de operador hacia afuera de la línea.

Beneficios: El principal beneficio de la reducción de personal en etapa del proceso es la reducción de costos, la cual corresponde al pago de un sueldo de operario menos, que aproximadamente está en una renta promedio de \$695.652 brutos mensuales para un operador de las características de los que se desempeñan en esta labor.

4.4.7. Utilización de tecnología en la detección de sacos defectuosos

Uno de los inconvenientes identificados al momento de recorrer la línea de producción en varias ocasiones es la falta de mecanismos automáticos que no necesiten de constante supervisión de personas para funcionar y que representen una ayuda para ellos. Es por esto que se propone la instalación de un sistema de cámaras que tenga incorporado el modelo de saco con todas sus especificaciones correctas (válvulas en posición correcta, refuerzos bien pegados, medidas, entre otras cosas) y que realice una comparación visual automática con el objetivo de que identifique

cualquier desviación respecto del estándar y también en que parte de la línea se originaron. Al momento de encontrar cualquier falla, enviará el saco a una mesa de rechazo y activará una alarma para dar a conocer al operador de turno que existe un inconveniente en cierta parte de la línea, esto permite que el control de calidad no dependa solamente del “ojo” del operador.

Beneficios: La instalación de este dispositivo con tecnología especial trae consigo el importante beneficio de la disminución de los reclamos por clientes insatisfechos y la precisión que no podría haber sido entregada por un control de calidad manual. En el año 2023 se realizaron reclamos por 7.381.043 sacos, lo que es un 4,58% del total de la producción del año y para el presente año 2024 se tiene una meta mucho menor a este número, lo cual podría ser alcanzado con la utilización de esta nueva tecnología.

4.5. Análisis de factibilidad técnica

En esta sección, se realiza un análisis de factibilidad efectuado a cada oportunidad de mejora encontrada, con el objetivo de identificar cuáles de las acciones escritas podrían efectivamente ser implementadas específicamente en la planta Sack Kraft de Chillán.

Factibilidad técnica para la propuesta de mejora del proceso de encolado

El proyecto de instalación de los sensores de flujo de adhesivo actualmente está en sus etapas iniciales. El equipo de calidad junto con el área de producción y de excelencia operacional han llevado a cabo reuniones semanales en el mes de junio con el fin de obtener todas las características del sensor y lo que conllevaría su instalación en la planta, lo cual menciona anteriormente. Es considerado factible su utilización en esta planta por los precedentes que se tiene de los beneficios ocasionados a otras plantas similares. Se estima que este año sea aprobado el presupuesto por la gerencia general y que el proyecto sea incluido en el CAPEX del próximo año.

CAPEX: planificación de inversiones que realiza una empresa destinada al mejoramiento de sus activos.

Factibilidad técnica para la propuesta de eliminación del paquetizador de la tubera

La eliminación de este procesamiento de la tubera es totalmente factible ya que conlleva sólo una modificación en la línea de producción, el saco debe pasar desde la cinta escamozza directo a la cinta transportadora, lo cual se puede lograr sin mayores inconvenientes sólo desarmando la parte

de la línea que detiene el flujo de sacos y los comienza a apilar, la cual se puede observar en la Figura 4.14



Figura 4.14: Paquetizador tubera Línea 5

Fuente: Elaboración propia

Factibilidad de la modificación del proceso de adhesivo

Según un estudio y análisis comandado por el área de mantención de la planta, la instalación de cañerías sería factible e incluso traería consigo aún mayores beneficios ya que actualmente la planta está en un proceso de preparación, modificación e implementación de ciertas medidas con el objetivo de obtener su certificación de inocuidad, por lo que una de las medidas que se deben adoptar es disminuir al mínimo la manipulación física de los adhesivos para prevenir contaminaciones. Y es aquí donde las cañerías serían de gran impacto ya que el adhesivo sería transportado desde los tótems directo a cañerías y a la línea, sin tener que ser manipulado por los operadores, e incluso con este mismo fin se está evaluando el estado de la techumbre de toda la nave productiva y asegurando su aislamiento del exterior. Es por todo esto que el proyecto de cañerías de alimentación de adhesivo ya está siendo evaluado como posible mejora a corto plazo.

Factibilidad de la eliminación de la alimentación manual de fondera

La alimentación de sacos a la fondera estrictamente por medio del Transystem es una medida que no conlleva ningún gasto monetario ni ninguna modificación estructural en la línea. Además, ha sido identificada por la jefatura de línea como una actividad que se realiza más que nada por “costumbre” que por los beneficios que conlleva. Por lo tanto, es una mejora totalmente aplicable

pero que sin embargo debe llevar consigo una supervisión dedicada para poder educar y capacitar a los operadores sobre lo innecesario de este procesamiento.

Factibilidad de la eliminación de la prensa de tubera

La aplicación de esta medida no significa ninguna reestructuración de la línea de producción ya que se podría aplicar solamente con el hecho de dejar el flujo continuo de los sacos que vienen en la cinta transportadora hasta la mesa giratoria y no realizar esa parada del paquete de sacos. Es por esto que esta posibilidad de mejora se considera factible y de rápida aplicación.

Factibilidad de la mejora del proceso de molde paletizado

En esta etapa del procesamiento se plantearon dos posibilidades de mejora.

La primera consiste en la incorporación de un ARCOMAT en la línea como método de paletizado en vez de realizarlo de manera manual como funciona en la actualidad. Gracias a que a comienzos de este año se realizó la compra de un ARCOMAT para otra línea de producción, el área de mantención tiene una cotización actualizada de la inversión que conllevaría una instalación así. Se realizó la cotización de la adquisición de un equipo nuevo que incluye instalación y testeado de funcionamiento el cual arrojó un monto de 6 millones de dólares, también se consideró la compra de un equipo usado, que fue la opción que se seleccionó para la otra línea, donde el monto es de 2 millones de dólares. Y cabe destacar que la adquisición de un equipo nuevo conlleva la espera de 6 meses de fabricación, además de los 3 meses que demora el montaje del equipo en la línea.

La segunda plantea una pequeña modificación de la mesa de salida en la estación de paletizado manual, lo cual se consultó si era posible realizar en el taller de mantención de la planta con el planificador de mantención y se confirmó que se tienen las herramientas necesarias para modificar la ergonomía de la mesa. Considerando que la ganancia monetaria por un saco es de 0,075 dólares y que cada pallet contiene aproximadamente 4000 sacos. Con la utilización de un ARCOMAT se podría confeccionar 7 pallets más al día, es decir, 28000 sacos que traducidos a dólares significan 2175 dólares más. Con esta misma lógica se producirían 8736000 sacos más al año siendo una ganancia de 655200 dólares. A partir de esto, la mejor opción como posibilidad de mejora sería la segunda, ya que considerando la inversión que conlleva la compra de un ARCOMAT y la ganancia

que traería, la inversión se recuperaría en aproximadamente 3 años, lo cual no es rentable para la situación financiera en la que se encuentra la empresa en estos momentos.

Factibilidad de la utilización de tecnología en la detección de sacos defectuosos

Esta es una de las medidas más prometedoras por los avances de la tecnología y de la inteligencia artificial de hoy en día, sin embargo, no se tienen experiencias previas con la aplicación de una mejora de este estilo en un proceso de producción de sacos. Aún así se considera factible como un proyecto a largo plazo y que requiere de diversos estudios y análisis de herramientas presentes en el mercado.

La presencia de numerosas investigaciones y aplicaciones de este tipo de tecnologías en otros contextos, hace ver que es una innovación viable y que tiene proyección en el futuro. Una de las técnicas más utilizadas en la detección de defectos incorpora inteligencia artificial, donde previamente se ingresan imágenes o videos, con el objetivo de que el computador identifique las características útiles, detección de colores, lectura de impresiones, medición de contornos y medidas (Martínez, 2024).

Capítulo 5: Conclusiones

El negocio Biopackaging de CMPC es desarrollado en diferentes plantas alrededor del mundo, una de ellas es la planta Sack Kraft de la ciudad de Chillán, la cual manufactura sacos, saquitos y caños. El análisis realizado en esta memoria de título fue aplicado en una de las líneas de producción de sacos de la planta, la cual fue elegida como objeto de estudio por cumplir con características como el nivel de complejidad de los sacos que produce y la presencia de esta misma línea en la planta de un país cercano con posibilidades de replicar las mejoras identificadas.

Este mapa de flujo fue desarrollando siguiendo ciertas etapas, para comenzar se limitó el estudio a una sola familia de productos la cuál fue elegida mediante una matriz de selección, luego se mapeo la situación actual de la planta considerando el flujo completo del proceso, los tiempos de ciclo de cada etapa de la línea, los proveedores, materia prima que se requiere en cada actividad y sus tiempos de consumo, y la cantidad de operadores que están presentes en el proceso. Se realizó el flujo de tiempo para la obtención del tiempo que agrega valor y el tiempo que no agrega valor, luego se calculó el takt time que ayudó a la identificación de cuellos de botella.

Finalmente, en base a la implementación del VSM y aplicando herramientas de *Lean Manufacturing* se propone la eliminación de ciertas etapas del proceso como el paquetizador de tubera, la alimentación manual y la prensa, y ciertas mejoras para etapas del proceso que agregan valor al producto como el sensor de adhesivo, la modificación del proceso de paletizado y la utilización de nuevas tecnologías. Estas medidas apuntan específicamente a alcanzar el mejor escenario posible del proceso, teniendo como objetivo el VSM estado futuro dibujado, siempre teniendo en consideración que existen ciertas acciones que no son factibles de implementar en la planta. Estas propuestas traen consigo significativos beneficios para la planta, tanto en aspectos de productividad, reducción de costos, reducción de tiempos de ciclo o detección temprana y disminución de reclamos.

Referencias

Al Lean Manufacturing, C. 3: I. (s/f). *ANÁLISIS Y MEJORA DE LOS PROCEDIMIENTOS DE UNA EMPRESA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA*. Biblus.us.es. Recuperado el 10 de marzo de 2024, de

https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/30176/fichero/03_Capitulo+3%252FIntroduccion+al+Lean+Manufacturing.pdf

ARCOMAT 3+ - Paletizador de pórtico by WINDMÖLLER & HÖLSCHER | DirectIndustry. (s. f.). <https://www.directindustry.es/prod/windmoeller-hoelscher/product-28430-478096.html>

BogaTecnica. (2022, 14 febrero). *Paletizadores Robotizados para espacios reducidos - Bogatecnica*. Implantación de Líneas Automáticas de Ensacado - Boga Técnica. <https://bogatecnica.com/es/productos-ensacadoras-paletizadores-proteccion-de-pallets/paletizadores/robotizados/>

Cerón, A. M., Hernández-Gracia, T. J., Ávila, D. D., & Muñoz, E. M. (2024). Proceso productivo aplicando el Value Stream Mapping en la industria del plástico. *Revista Venezolana de Gerencia*, 29(106), 568-580. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.29.106.7>

CMPC. (2023, 10 agosto). *Biopackaging* » CMPC. <https://www.cmpc.com/nosotros/negocios/biopackaging/>

CMPC. (2023, 10 agosto). *Misión, valores y propósito corporativo* » CMPC. <https://www.cmpc.com/nosotros/mision-valores-y-proposito-corporativo/>

CMPC. (2024, 16 abril). *Nosotros* » CMPC. <https://www.cmpc.com/nosotros/>

David. (2022, 11 marzo). *Value Stream Mapping: Qué es, beneficios y cómo realizarlo*. Lean Manufacturing 10. <https://leanmanufacturing10.com/vsm-value-stream-mapping>

Rother, M., & Shook, J. (1999) *Learning to see: Value stream mapping to add value and eliminate Muda*. The Lean Enterprise Institute.

Flujómetros Caudalímetros. (2023, 11 octubre). *CAUDALIMETRO IFM SI5000*. Flujómetros y Caudalímetro. <https://flujometros-caudalimetros.com/ifm/caudalimetro-ifm-si5000/>

Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook*. McGraw-Hill Professional.

Martínez, E. (2024, 6 marzo). 5 aplicaciones de detección de defectos por visión artificial - ATRIA Innovation. *ATRIA Innovation*. <https://atriainnovation.com/blog/deteccion-de-defectos-por-vision-artificial/>

Morelos-Gómez, J., & Peralta-Ubarnes, E. E. (2020). Propuesta de mejoramiento del proceso productivo en planta industrial de película stretch polivinil cloruro en Cartagena-Colombia aplicando Value Stream Mapping. *Aibi Revista de Investigación Administración E Ingeniería*, 8(S1), 66-82. <https://doi.org/10.15649/2346030x.822>

Quishpe, F. J., & Morocho, F. A. (2021). Análisis y optimización en la producción de envases de cartón, empleando el Value Stream Mapping. En *Revista Universidad y Sociedad*. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v13n3/2218-3620-rus-13-03-536.pdf>

Sack Kraft - Nuestra presencia. (s. f.). <https://sackkraft.cmpcbiopackaging.com/nuestra-presencia>

Anexos

Anexo A: Reglas por la vida

SEGURIDAD, la fibra que nos une



En CMPC, buscamos instalar una sólida cultura preventiva, donde nada justifica que asumamos riesgos no controlados. Por esto, me comprometo a cumplir y hacer cumplir las 10 "Reglas por la Vida", que son mandatorias y no negociables.

YO DECIDO CUMPLIR

LAS REGLAS POR LA VIDA

Reglas por la Vida



1

SIEMPRE conduciré vehículos respetando la reglamentación del tránsito y normativa interna



2

SIEMPRE interveniré equipos o sistemas con energía cero. Cualquier excepción debe ser autorizada y ejecutada según protocolo vigente



3

SIEMPRE me ubicaré fuera del alcance de carga suspendida o de una liberación súbita de energía



4

SIEMPRE mantendré la distancia de seguridad a vehículos, máquinas y/o equipos ya sean estáticos, móviles o sin protección



5

SIEMPRE cumpliré las condiciones definidas para el almacenamiento y estiba de materiales, equipos u objetos que puedan caer o desplazarse



6

SIEMPRE usaré los elementos de protección para trabajos en altura física o desnivel sobre 1,5 m. y anclado a un lugar firme y estable



7

SIEMPRE seguiré todas las instrucciones y medidas preventivas de seguridad para manipular sustancias peligrosas



8

SIEMPRE ingresaré a un espacio confinado, sólo con la debida autorización y la medición de la atmósfera interior



9

SIEMPRE respetaré y mantendré activas las protecciones y dispositivos de seguridad diseñados para protegerme



10

SIEMPRE reportaré todos los accidentes y nunca autorizaré, ordenaré o permitiré transgresiones a las reglas por la vida

Si las reglas no se cumplen, ¡utiliza tu Tarjeta por la Vida!



Colaboración



Integridad



Coraje



Respeto

Creamos la **fibra natural** para un **futuro mejor**

