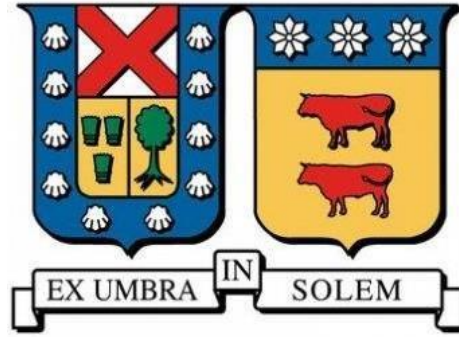




UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS

**PLAN DE MEJORAMIENTO DE PROCESOS PRODUCTIVOS
MEDIANTE LA GESTIÓN DE OPERACIONES EN UNA PLANTA DE
ELABORACIÓN DE SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL
INDUSTRIAL**

AUTOR

MATIAS GAZAGNE MENESES

PROFESOR GUÍA FREDY KRISTJANPOLLER

SANTIAGO, 10 DE JUNIO, 2025



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título; ☐ Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: PLAN DE MEJORAMIENTO DE PROCESOS PRODUCTIVOS MEDIANTE LA GESTIÓN DE OPERACIONES EN UNA PLANTA DE ELABORACIÓN DE SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS

Nombre del candidato(a): Matias Gazagne Meneses

Carrera / Grado: Ingeniería civil industrial

Campus: Santiago Vitacura ; Departamento: Industrias

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Fredy Kristjanpoller, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

☒ El trabajo **NO** contiene información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

☐ 6 meses; ☐ 12 meses; ☐ 2 años; ☐ 3 años; ☐ 5 años; ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 26/8/25

; Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 26/8/25; Firma:

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.



ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes y planteamiento del problema	1
1.3 Objetivos	4
1.3.1 <i>Objetivo General</i>	4
1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i>	4
1.4 Justificación de la Investigación	5
1.5 Alcance	6
CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1 Antecedentes de la Investigación	7
2.2 Base Teórica	9
2.2.1 <i>Industria de suplementos alimenticios: contexto internacional y nacional</i>	9
2.2.2 <i>Fundamentos de la gestión de operaciones</i>	11
2.2.3 <i>Importancia estratégica en la industria alimenticia</i>	12
2.2.4 <i>Componentes clave aplicados al sector alimenticio</i>	12
2.2.5 <i>Productividad y eficiencia en procesos productivos</i>	14
2.2.6 <i>Filosofía Lean Manufacturing</i>	15
2.2.7 <i>Instrumentos del Lean Manufacturing</i>	17
2.2.7.1 <i>Mapeo del Flujo de Valores (Value Stream Mapping)</i>	17
2.2.8 <i>Modelo de las 5'S</i>	23
2.2.9 <i>Kanban</i>	24
2.2.10 <i>SMED (Single Minute Exchange of Die)</i>	26



2.2.11 La Mejora Continua	28
2.2.12 Ventajas de la mejora continua.....	29
2.2.13 Desventajas de la mejora continua	29
2.2.14 Gestión de Inventarios.....	29
CAPÍTULO III	31
MARCO METODOLÓGICO	31
3.1 Enfoque y nivel de investigación.....	31
3.2 Tipo y características del estudio.....	32
3.3 Alcance de la investigación	32
3.4 Población y Muestra	32
3.5 Técnica de recolección de datos	33
3.6 Técnica de análisis de datos.....	33
CAPÍTULO IV	35
CASO PRÁCTICO	35
4.1. Situación actual.....	36
4.1.1 Procesos productivos	36
4.1.2 Diagnostico preliminar	47
4.2 Evaluación de alternativas	54
4.2.1. Eje de Acción 1: Alternativas para la Estandarización de Procesos.....	58
4.2.1.1. Evaluación de la Implementación de Procedimientos Operativos Estandarizados (SOPs).....	58
4.2.1.2. Evaluación de la Adopción de la Metodología 5S	60
4.2.2. Eje de Acción 2: Alternativas para la Flexibilización y Mejora del Flujo ...	61
4.2.2.1. Evaluación de Alternativas para el Cuello de Botella: Re-balanceo vs. Sistema Kanban.....	61
4.2.2.2. Evaluación de un Sistema de Planificación y Control de Inventarios	



(ABC/MRP)	63
4.2.2.3. Evaluación de la Implementación de la Técnica SMED.....	65
4.3 Diseño del Plan de Mejoramiento Integral para la Gestión Operativa.	66
4.3.2 Plan de Implementación por Fases	71
4.3.3 Sistema de Monitoreo del Desempeño y Control (KPIs).....	72
4.3.4 Inversiones	74
4.3.5 Ingresos (Ahorros Operativos Anuales)	75
4.3.6 Costos Operacionales del Plan.....	76
4.3.8 Análisis de Escenarios	79
CONCLUSIONES	80
LIMITACIONES	82
DISCUSIÓN	84
REFERENCIAS	86



RESUMEN

La industria de suplementos alimenticios en Chile presenta un mercado en constante crecimiento, pero impone a las empresas productoras desafíos operativos significativos en términos de eficiencia y capacidad de respuesta. Esta investigación aborda la problemática de la empresa Green Medical, la cual enfrenta ineficiencias críticas que limitan su competitividad, tales como retrasos en la producción, una gestión de inventarios deficiente y una alta variabilidad en sus procesos. El objetivo general del estudio fue diseñar un plan de mejoramiento de los procesos productivos mediante la optimización de las operaciones, con el propósito de incrementar la eficiencia, reducir los tiempos de producción y garantizar el cumplimiento óptimo de la demanda. La metodología se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, aplicando herramientas de diagnóstico de Lean Manufacturing como el Mapeo de la Cadena de Valor (VSM) y el modelado de procesos (BPMN). La recolección de datos se complementó con entrevistas semiestructuradas al personal clave de las áreas de producción, almacén y planificación de la empresa. Como principales hallazgos, el diagnóstico reveló que la causa raíz de las ineficiencias es un severo cuello de botella en la etapa de envasado, producto de un desbalance de capacidad entre la máquina encapsuladora (10,000 cápsulas/hr) y la contadora (6,000 cápsulas/hr), lo que genera una masiva acumulación de inventario en proceso (hasta 30,000 cápsulas). Asimismo, se identificó una alta variabilidad en los tiempos de ciclo ($\pm 25\%$) por falta de estandarización en tareas críticas como el setup de la maquinaria. En respuesta, se diseñó un plan de mejoramiento integral basado en la implementación de un sistema "pull" mediante Kanban para controlar el flujo y eliminar el desperdicio de sobreproducción. La propuesta se complementa con la estandarización de procesos a través de SOPs y 5S, la aplicación de la técnica SMED para reducir los tiempos de setup y aumentar la flexibilidad, y la optimización de inventarios mediante un sistema MRP. El modelo futuro proyecta una reducción del Lead Time total de ~ 80 días a ~ 35 días y una mejora en el cumplimiento de entregas superior al 97%, ofreciendo una hoja de ruta viable para potenciar la competitividad de Green Medical.

Palabras Claves: Gestión de Operaciones, Lean Manufacturing, Mapeo de la Cadena de Valor (VSM), Optimización de Procesos, Cuello de Botella, Sistema Kanban



INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes y planteamiento del problema

A nivel mundial, el consumo de suplementos ha ido en crecimiento, apalancado por la unidad en el consenso científico que respalda su consumo, en consonancia con un avance en el desarrollo regulatorio definido para un consumidor cada vez más atento por su bienestar y salud preventiva (International Alliance of Dietary/Food Supplement Associations (IADSA), 2019).

Según la IADSA, este sector alcanzó ventas globales de USD 170 mil millones en 2024; no obstante, este crecimiento enfrenta desafíos operativos como la estandarización de procesos y la gestión de demanda variable. En Europa, la Directiva 2002/46/CE estableció estándares para la producción de suplementos, mientras que en Latinoamérica, organismos como ALANUR (Asociación Latinoamericana de Nutrición y Salud) promueven marcos regulatorios armonizados que faciliten la optimización productiva y comercialización intrarregional (ALANUR, 2018).

En Chile, en 2023, el mercado de suplementos alimenticios líquidos alcanzó ingresos de USD 104.9 millones, con una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) proyectada del 12.1% entre 2024 y 2030 (Grand View Research, 2022). Los multivitamínicos lideran las ventas en Chile, alcanzando USD 35.3 millones en 2022, mientras que los suplementos herbales y tradicionales crecieron a un ritmo anual del 21.5% entre 2017 y 2022 (Euromonitor, 2024).

Pero a pesar del auge, las regulaciones específicas, como los requisitos del Servicio de Salud Regional (SEREMI) y la Ley REP (Responsabilidad Extendida del Productor), imponen desafíos adicionales a las empresas del sector, particularmente en términos de gestión de inventarios y sostenibilidad ambiental (*International Trade Administration*, 2025; *Freyr Solutions*, 2024). Estas condiciones regulatorias impactan directamente en los procesos productivos de empresas productoras de suplementos alimenticios, requiriendo sistemas de organización del trabajo que busquen la mejora del sistema de producción, cero defectos, la detección y solución de los problemas en su origen y la eliminación de todas las actividades que no son de valor añadido.



Ante lo expuesto, la literatura expone que la aplicación del enfoque Lean Manufacturing ha demostrado ser una solución efectiva para abordar problemas las industrias alimentarias. El enfoque Lean implica una profunda transformación en la forma de abordar el trabajo, suprimir actividades superfluas y desechos para maximizar la eficiencia en toda la organización es algo que define Mazur et al. (2019). Su meta es disminuir tiempos y gastos, al tiempo que mejora la calidad para complacer los requerimientos y anticiparse a las demandas de los consumidores.

Según Cabezas et al. (2023), el uso de herramientas como el mapeo del flujo de valor (*Value Stream Mapping*), las 5S y el sistema Kanban permitió reducir desperdicios en un 24.53% y mejorar significativamente los tiempos productivos en una planta de suplementos vitamínicos. Estas estrategias buscan eliminar actividades que no agregan valor, optimizar el flujo continuo y estandarizar procesos para reducir variabilidades operativas. Asimismo, Ribeiro et al. (2022) evidenciaron que la implementación de SMED (*Single-Minute Exchange of Die*) reduce tiempos muertos durante los cambios de formato, mejorando la eficiencia general.

Investigaciones como la de Castillo (2024) expone el diseño de estrategias para optimizar rendimientos en la producción de sólidos orales en un laboratorio farmacéutico, identificaron causas de mermas y se aplicó Lean Manufacturing y Six Sigma, logrando estandarización, menor desperdicio y mayor eficiencia.

Luce entonces el concepto bien diseñado y aplicado como una herramienta tal que permita buscar el perfeccionamiento continuo de las operaciones empresariales con el propósito de incrementar su productividad y disminuir gastos y pérdidas, como las que presenta la planta de elaboración de suplementos alimenticios “GREEN MEDICAL” ubicada en la comuna de La Reina, Región Metropolitana de Chile, quien enfrenta a un desafío crítico en este aspecto, quien presenta marcadas fluctuaciones en las ventas, con picos significativos y descensos pronunciados, las cuales podrían estar relacionadas con problemas operativos como retrasos en etapas críticas de producción o incumplimiento en tiempos de entrega, lo que afecta la capacidad de satisfacer la demanda de manera consistente.

Según investigaciones previas en la empresa, los focos problemáticos identificados se caracterización a continuación por:



- Retrasos en etapas críticas de producción debido a la acumulación de tareas, evidenciado por tiempos de espera prolongados entre operaciones, afectando la fluidez del proceso, causado por el sistema productivo tipo *job shop*, mal programado y con baja capacidad de adaptación a la variabilidad de la demanda, en consecuencia se seguirá incrementando los tiempos de entrega y reducción de la productividad global.

- Exceso de materias primas perecederas y faltantes de componentes estratégicos que produce una rotación lenta de inventarios y pérdida de insumos por vencimiento, causado por pronósticos erráticos de demanda y ausencia de sistemas avanzados para planificación, en consecuencia se seguirá incrementando los costos operativos y disminuyendo el margen de utilidad.

- Diferencias significativas en los tiempos operativos entre trabajadores ($\pm 30\%$), por falta de consistencia en la producción, generando incertidumbre en la planificación, causado por la ausencia de procedimientos estandarizados y resistencia del personal a adoptar mejoras continuas, lo que en consecuencia seguirá produciendo una reducción en la eficiencia operativa y aumento del costo por unidad producida.

- Incumplimiento en tiempos de entrega, comprobado por órdenes entregadas fuera del plazo pactado (15-20% según datos internos), generando insatisfacción recurrente entre clientes clave, causado por la alta variabilidad en la demanda y falta de flexibilidad en los procesos productivos, ocasionando pérdida de clientes recurrentes y deterioro del posicionamiento competitivo.

- Baja capacidad para adaptarse a cambios en la demanda por la producción rígida que no responde eficazmente a picos o caídas inesperadas en la misma, evidenciado por sobrecarga operativa durante picos y subutilización de recursos durante caídas, ocurriendo esto debido a la falta de implementación de sistemas flexibles, disminuyendo el nivel de servicio al cliente y reduciendo el crecimiento potencial.

Por tanto, para revertir estas tendencias, es fundamental implementar estrategias



como la estandarización operativa, optimización del flujo productivo mediante herramientas Lean Manufacturing (Liker, 2004), y un sistema flexible que permita responder eficientemente a variaciones en la demanda (Stevenson, 2020). Estas acciones no solo mejorarían la eficiencia interna, sino que también garantizarían una mayor estabilidad en las ventas futuras.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un plan de mejoramiento de los procesos productivos mediante la gestión de las operaciones, con el propósito de incrementar la eficiencia, reducir los tiempos de producción y garantizar el cumplimiento óptimo de la demanda en una planta de elaboración de suplementos alimenticios.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Analizar la situación actual de los procesos productivos para identificar las principales causas que generan congestión operativa, desfases en inventarios y variabilidad en tiempos de ciclo, utilizando herramientas diagnósticas como análisis VSM correspondiente a estándares Lean.
2. Evaluar alternativas para la estandarización y flexibilización de los procesos productivos, basadas en sistemas avanzados de planificación y producción flexible, con el fin de mejorar la capacidad de respuesta ante cambios en la demanda.
3. Diseñar un sistema integral de gestión operativa que permita optimizar la programación, monitorear el desempeño y garantizar una adecuada rotación de inventarios, asegurando una propuesta viable para mejorar el cumplimiento oportuno de los pedidos, así como los costos asociados.



1.4 Justificación de la Investigación

Green Medical, una fábrica de producción de suplementos alimenticios situada en La Reina, en la Región Metropolitana de Chile, se encuentra ante dificultades críticas que restringen su habilidad para competir en este mercado en crecimiento. Entre las principales carencias operativas se incluyen los demoras en fases cruciales de producción a causa de la acumulación de tareas, una rotación lenta de inventarios que provoca pérdidas por vencimiento y variaciones notables en los periodos de operación entre los empleados. Estas problemáticas que subyacen en la dinámica operativa de Green Medical perjudican sus procesos internos e impactan negativamente en su logística y posición competitiva.

Técnicamente, la investigación se justifica porque intenta hacer uso de herramientas como diagramas de flujo y análisis ABC, con la finalidad de detectar las causas de las ineficiencias presentes, facilitando el mapeo de la dinámica productiva y priorizando las necesidades para mejorar la administración operativa. Se espera que la normalización de procesos transparentes disminuya la inequidad operativa y optimice su planificación. De acuerdo con Mazur et al. (2019), estas tácticas resultan imprescindibles para suprimir tareas que no aportan valor y optimizar la eficiencia.

En el ámbito organizacional, este estudio es significativo ya que Green Medical actualmente no cuenta con protocolos normalizados que faciliten un funcionamiento uniforme y eficaz. La ausencia de procesos definidos provoca dudas en la planificación y resistencia al cambio por parte del personal. La propuesta contempla la creación de manuales operativos sencillos que promuevan una cultura de la organización enfocada en la mejora permanente. No solo disminuirá los periodos de inactividad productiva, sino que también promoverá una mayor unión entre las zonas de producción.

A nivel corporativo el mercado chileno favorece a Green Medical y su constante crecimiento pero se destaca la presencia de requisitos como el cumplimiento regulatorio de la Ley REP (Responsabilidad Extendida del Productor) y las demandas en aumento de los consumidores por entregas rápidas y productos asequibles. El estudio tiene como objetivo elaborar un plan que habilite a Green Medical para afrontar estos retos a través de soluciones útiles que mejoren su capacidad de producción.

Esta investigación es esencial para tratar las carencias operativas presentes de Green Medical y establecerla como una compañía competitiva en el mercado tanto chileno como



global. Al poner en práctica tácticas útiles como la normalización de las operaciones y el estudio del flujo de producción, se pretende potenciar la eficiencia interna, disminuir los gastos operacionales y asegurar un mejor acatamiento a las exigencias del mercado. Esta perspectiva no sólo potenciará el rendimiento económico de Green Medical, sino que también reforzará su prestigio como un proveedor de confianza en un sector que cada vez tiene más demandas.

1.5 Alcance

La presente investigación se centrará en el análisis y diseño de un plan de mejoramiento de los procesos productivos en la planta de elaboración de suplementos alimenticios Green Medical, ubicada en la comuna de La Reina, Región Metropolitana de Chile. El alcance abarca exclusivamente el diagnóstico, evaluación y diseño conceptual de estrategias para optimizar la gestión operativa.

El ámbito geográfico estará limitado a las operaciones internas de Green Medical en su planta principal. Temporalmente, se analizarán datos correspondientes al período 2020-2025, con proyecciones basadas en tendencias actuales del mercado chileno e internacional.

El impacto esperado incluye una mejora significativa en la eficiencia operativa mediante la reducción de tiempos improductivos, una mayor rotación de inventarios para evitar pérdidas por vencimiento y un cumplimiento más consistente con los tiempos de entrega pactados. Este alcance asegura que las propuestas desarrolladas sean viables, prácticas y alineadas con las necesidades específicas de Green Medical y las exigencias del mercado chileno en expansión.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

Las investigaciones contemporáneas evidencian una tendencia ascendente hacia la adopción de metodologías Lean en este sector. Vásquez (2023) registró la implementación del Lean Manufacturing en el perfeccionamiento de las líneas de mezclas en polvo para bebidas instantáneas en Fuxion Biotech, una compañía peruana dedicada a la industria de suplementos alimenticios. La investigación empleó un mapeo de flujo de valor (VSM) con el objetivo de identificar desechos y priorizar intervenciones, lo que resultó en resultados significativos: la eliminación de tiempos en tareas sin valor añadido, el incremento del tiempo operativo de la máquina a 96 minutos, la mejora en la productividad que supera el 50% en el envasado, y un aumento en la disponibilidad de las máquinas del 80% al 88%. Esta vivencia adquiere una relevancia particular para tratar la cuestión de variabilidad en tiempos operativos identificada en Green Medical, evidenciando la efectividad de las herramientas Lean en contextos productivos análogos.

La administración de inventarios representa otra faceta esencial en la optimización de las instalaciones de suplementos. Una investigación llevada a cabo en la Universidad de Chile se centró precisamente en este asunto, desarrollando un modelo de administración de inventarios para Laboratorio FNL, una empresa familiar especializada en la producción de suplementos nutricionales. La finalidad primordial consistió en desarrollar e implementar un modelo de administración de inventario para optimizar la operatividad de un laboratorio productor de suplementos alimenticios, con la finalidad de reducir los costos vinculados a las existencias de stock y administrar la trazabilidad de las materias primas (Contreras, 2021). Este estudio proporciona metodologías pertinentes para abordar el problema de la sobreabundancia de materias primas perecederas y la ausencia de componentes estratégicos que enfrenta Green Medical.

A partir de un enfoque operativa holístico, Amendola (2020) sugiere cinco estrategias fundamentales para la optimización de los procesos de producción alimentaria, enfatizando la instauración de sistemas de administración de activos que promuevan la regulación de la



disponibilidad de ingredientes. Su perspectiva subraya el papel crucial del mantenimiento preventivo y predictivo para asegurar la eficacia de los equipos (OEE), un componente esencial para disminuir los periodos de inactividad y mejorar la eficiencia productiva. El autor propone un modelo de integración entre la cadena de suministro, la administración de activos y la seguridad alimentaria que ofrece datos en tiempo real sobre el mantenimiento, la producción, las materias primas y el producto final. Este modelo representa un marco referencial valioso para tratar las cuestiones de congestión operativa y adaptación a las fluctuaciones de la demanda.

La estructura física y la dinámica laboral en plantas de producción alimentaria han sido objeto de estudio en investigaciones recientes. Mecalux (2024) subraya la relevancia de optimizar el flujo de trabajo con el fin de prevenir los cuellos de botella, sugiriendo la elaboración de mapas de flujos de trabajo, la implementación de sistemas de almacenamiento apropiados y la prevención del stock excesivo. Este método se revela adecuado para tratar las demoras en fases críticas de producción que Green Medical experimenta, atribuibles a su sistema productivo de tipo "job shop" mal planificado.

Con respecto a la garantía de calidad y la minimización de variabilidad, Barbosa-Correa et al. (2015) propusieron una metodología holística que integra la Función de Pérdida de Calidad, el Control Estadístico de Procesos Multivariante y el Control de Procesos de Ingeniería. La implementación de esta metodología en una corporación alimentaria resultó en una disminución del 52.49% en la variabilidad funcional, evidenciando su eficacia en la estandarización de procesos y la mejora de la consistencia en la producción. Este método podría ser modificado con el objetivo de disminuir las discrepancias significativas en los tiempos operativos entre empleados ($\pm 30\%$) detectadas en Green Medical.

Desde un enfoque estratégico, los estudios de Sepúlveda (et al, 2016) señalan elementos cruciales para el éxito operativo en instalaciones de suplementos, subrayando la relevancia de la implementación de normas de calidad que regulan la industria farmacéutica (GMP) y la instauración de un sistema de compensación variable que recompensa rendimiento óptimo en función del cumplimiento de determinados indicadores de producción. Esta metodología se revela esencial para la formulación de prácticas de mejora continua que contrarresten la resistencia del personal observado en Green Medical.



En última instancia, tomando en cuenta los elementos esenciales de la administración operativa, Adiveter (2021) destaca que la administración de operaciones constituye un campo de estudio enmarcado en la ingeniería organizacional, que ofrece a los departamentos ejecutivos una base científica cuantitativa sistémica para la toma de decisiones. El estudio subraya la manera en que las estructuras organizativas inflexibles, enfocadas exclusivamente en el crecimiento y expansión de los volúmenes productivos, originan complejidades operativas en mercados heterogéneos que demandan acatamiento regulatorio. Este escenario evidencia los retos de adaptabilidad a las fluctuaciones de la demanda detectados en Green Medical.

Esta revisión de los antecedentes pone de manifiesto la exigencia de un enfoque integrado que amalgama instrumentos Lean, administración estratégica de inventarios, optimización de los flujos productivos y desarrollo de habilidades adaptativas para abordar la fluctuación de demanda. Los estudios examinados ofrecen metodologías y estrategias pertinentes al contexto particular de Green Medical, estableciendo cimientos robustos para la formulación de un plan de mejora efectivo que se ocupe de las dificultades detectadas y potencie su posición competitiva en un mercado en constante evolución.

2.2 Base Teórica

2.2.1 Industria de suplementos alimenticios: contexto internacional y nacional

El mercado global de suplementos alimenticios ha mostrado un crecimiento sostenido y robusto en la última década, impulsado por factores como el aumento en la conciencia sobre la salud preventiva, el envejecimiento de la población y la diversificación de estilos de vida. Según Precedence Research (2025), el tamaño del mercado mundial de suplementos alimenticios alcanzó los USD 385.830 millones en 2024 y se proyecta que supere los USD 758.990 millones para 2034, con una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 7,87% en el periodo 2025-2034. Este crecimiento es especialmente notable en Asia-Pacífico, donde el mercado alcanzó los USD 74.640 millones en 2024 y se espera que llegue a USD 176.120 millones en 2034, impulsado por el aumento del gasto en salud y la incorporación de mujeres en actividades deportivas y de fitness (Precedence Research, 2025).

En términos de segmentos, los suplementos de venta libre representaron el 77,28% de



los ingresos globales en 2024, siendo los adultos el grupo de consumidores más relevante (45,96%). Los formatos más populares incluyen tabletas, polvos y líquidos, destacando estos últimos por su crecimiento acelerado con un CAGR del 12,2% entre 2024 y 2030 (Grand View Research, 2024). Los ingredientes más demandados abarcan vitaminas, minerales, proteínas, aminoácidos, botánicos, omega-3 y probióticos, con aplicaciones que van desde la gestión del peso y la salud general hasta la salud ósea, inmunológica y digestiva.

Las tendencias de consumo reflejan una preferencia creciente por productos naturales, formatos innovadores y soluciones personalizadas, apoyadas por la digitalización y el acceso a información científica. El auge de la nutrición personalizada, la integración de inteligencia artificial para recomendaciones de suplementos y la demanda de etiquetas limpias y sostenibles marcan la pauta en la innovación del sector (MarketsandMarkets, 2024). Además, la preocupación por la sostenibilidad y el origen ético de los ingredientes ha llevado a un aumento en la oferta de alternativas basadas en plantas, microalgas y tecnologías de fermentación.

En el ámbito regulatorio internacional, la industria se enfrenta a la necesidad de cumplir con normativas cada vez más estrictas en materia de calidad, seguridad y etiquetado. En Europa, la Directiva 2002/46/CE establece estándares para la producción y comercialización de suplementos, mientras que en América Latina, organismos como la Asociación Latinoamericana de Nutrición y Salud (ALANUR) promueven la armonización regulatoria para facilitar el comercio intrarregional y la optimización productiva (ALANUR, 2018).

En Chile, el mercado de suplementos alimenticios ha experimentado una expansión significativa. En 2023, los suplementos líquidos alcanzaron ventas por USD 104,9 millones, con una proyección de crecimiento anual del 12,1% hasta 2030 (Grand View Research, 2022). Los multivitamínicos lideran las ventas, seguidos por los suplementos herbales y tradicionales, cuyo crecimiento anual compuesto fue del 21,5% entre 2017 y 2022, alcanzando un valor de USD 32,9 millones en 2021 (Euromonitor, 2024; Agriculture Canada, 2023).

El consumidor chileno se caracteriza por una creciente investigación y búsqueda de productos que se adapten a su estilo de vida, así como por una mayor conciencia sobre la importancia de la salud intestinal, lo que ha impulsado la demanda de probióticos y



suplementos especializados (Euromonitor, 2024). La digitalización ha favorecido la proliferación de canales de venta en línea y la personalización de la oferta, mientras que la variedad y accesibilidad de productos ha incrementado la competencia en el mercado local.

El entorno regulatorio nacional es especialmente relevante para la industria. En Chile, los suplementos alimenticios y vitaminas deben ser autorizados por el Servicio de Salud Regional (SEREMI) bajo el Ministerio de Salud, cumpliendo con requisitos estrictos de composición, etiquetado y buenas prácticas de manufactura (International Trade Administration, 2025). Además, la Ley REP (Responsabilidad Extendida del Productor) obliga a los fabricantes a gestionar el ciclo de vida de los envases, incrementando la presión sobre la sostenibilidad y la logística inversa (Freyr Solutions, 2024). Estas regulaciones, junto con la necesidad de adaptarse a estándares internacionales, presentan desafíos adicionales para la gestión eficiente de inventarios, la trazabilidad y la flexibilidad productiva.

El entorno competitivo está marcado por la presencia de grandes actores globales como Amway, Herbalife, Abbott Laboratories, Pfizer y Bayer, que dominan el mercado a través de la innovación, la diversificación de portafolios y sólidas estrategias de distribución (Custom Market Insights, 2025). Sin embargo, el mercado chileno también ve la entrada de nuevos competidores y marcas locales que aprovechan tendencias como la personalización, el uso de ingredientes autóctonos y la digitalización para diferenciarse y captar nichos específicos. La fragmentación del mercado y la rápida evolución de las preferencias del consumidor exigen a las empresas una mejora continua en sus procesos productivos y una capacidad de adaptación ágil ante la variabilidad de la demanda.

El dinamismo y la complejidad del mercado de suplementos alimenticios, tanto a nivel internacional como nacional, exigen a las empresas chilenas del sector optimizar sus procesos productivos para garantizar eficiencia, calidad y cumplimiento regulatorio. La mejora continua, la adopción de prácticas sostenibles y la capacidad de innovación son factores críticos para mantener la competitividad en un entorno marcado por la sofisticación del consumidor, la presión regulatoria y la acelerada evolución tecnológica.

2.2.2 Fundamentos de la gestión de operaciones

La gestión de operaciones (GO) se define como el diseño, control y optimización de



los procesos productivos que transforman insumos en bienes o servicios, garantizando eficiencia, calidad y alineación con los objetivos estratégicos de una organización (Heizer & Render, 2020). Para Stevenson (2020), esta disciplina integra la planificación, organización y supervisión de recursos humanos, tecnológicos y materiales, con el fin de maximizar el valor agregado en cada etapa de la cadena de suministro. En el contexto de la industria alimenticia, la GO adquiere relevancia crítica debido a la naturaleza perecedera de los insumos, la variabilidad de la demanda y las exigencias regulatorias, que demandan sistemas ágiles y precisos.

2.2.3 Importancia estratégica en la industria alimenticia

En el sector de suplementos alimenticios, una gestión de operaciones eficiente impacta directamente en cinco dimensiones clave:

1. **Eficiencia:** Reduce desperdicios y optimiza el uso de recursos. Por ejemplo, en plantas chilenas, la implementación de herramientas Lean Manufacturing ha logrado incrementar la productividad en un 30% al eliminar tiempos muertos en cambios de formato (Kaizen Institute, 2025).
2. **Calidad:** Asegura estándares sanitarios y nutricionales mediante protocolos como el sistema HACCP y la norma ISO 22000, que previenen contaminaciones y garantizan trazabilidad (ISO, 2018).
3. **Flexibilidad:** Permite adaptarse a fluctuaciones de demanda mediante sistemas pull y producción modular, esencial en un mercado donde el 45% de los consumidores exige personalización (Euromonitor, 2024).
4. **Costos:** La optimización de inventarios mediante técnicas ABC reduce en un 25% las pérdidas por vencimiento en plantas de suplementos (Cabezas et al., 2023).
5. **Capacidad de respuesta:** La planificación avanzada (APS) reduce retrasos en entregas del 20% al 5% en empresas con alta variabilidad de pedidos (Ribeiro et al., 2022).

2.2.4 Componentes clave aplicados al sector alimenticio

1. Planificación y control de la producción:

Implica secuenciar órdenes, gestionar capacidad y sincronizar suministros. En la



industria alimenticia, herramientas como MRP II (Manufacturing Resource Planning) permiten ajustar programas ante cambios en la demanda, evitando sobreproducción de lotes obsoletos (Heizer & Render, 2020).

2. **Gestión de inventarios:**

Sistemas como Just-in-Time (JIT) y análisis ABC priorizan insumos críticos (ej.: vitaminas con caducidad corta), reduciendo rotaciones lentas del 30% al 15% en plantas chilenas (Grand View Research, 2022).

3. **Aseguramiento de la calidad:**

Protocolos como las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y controles estadísticos de proceso (SPC) mitigan riesgos de contaminación, asegurando cumplimiento con normativas del SEREMI y la Ley REP (SafetyCulture, 2024).

4. **Estandarización de procesos:**

La documentación de procedimientos operativos estandarizados (SOP) reduce variabilidad en tiempos de ciclo entre trabajadores.

5. **Mejora continua:**

Metodologías como Kaizen y Six Sigma identifican causas raíz de ineficiencias. En una multinacional alimentaria, su aplicación incrementó el OEE (Overall Equipment Effectiveness) del 54% al 77.97% en dos años (Kaizen Institute, 2025).

6. **Adaptación regulatoria:**

Cumplir con estándares internacionales (ej.: Directiva 2002/46/CE) y locales (Ley REP) exige rediseñar procesos de envasado y logística inversa, optimizando hasta un 20% los costos de cumplimiento (Freyr Solutions, 2024).

Los retrasos en etapas críticas de producción en Green Medical, vinculados a su sistema job shop mal programado, podrían mitigarse mediante el mapeo de flujo de valor (VSM) para identificar cuellos de botella, tal como aplicó Cabezas et al. (2023) en una planta de suplementos vitamínicos. La variabilidad en tiempos operativos ($\pm 30\%$) exige estandarización mediante SOP y capacitación en 5S, estrategia que redujo un 40% las diferencias en una biofarmacéutica (Sachidanandaa et al., 2020). Además, los pronósticos erráticos de demanda requieren sistemas APS para alinear producción con patrones estacionales, como evidenció Ribeiro et al. (2022) en la agroindustria brasileña.

En síntesis, una gestión de operaciones robusta no solo resuelve las ineficiencias identificadas



en Green Medical, sino que posiciona a la empresa para competir en un mercado chileno en expansión, donde el 65% de los consumidores prioriza proveedores con capacidad de respuesta ágil (Euromonitor, 2024).

2.2.5 Productividad y eficiencia en procesos productivos

En la industria alimenticia, la eficiencia productiva trasciende la mera reducción de costos: implica optimizar recursos perecederos bajo estrictos marcos regulatorios. Stevenson (2020) define la productividad como la relación entre la producción obtenida (output) y los recursos utilizados (input), mientras que la eficiencia se refiere a la maximización de resultados con el mínimo desperdicio de insumos, tiempo o capacidad. Heizer y Render (2023) amplían este concepto, destacando que la eficiencia operativa en el sector alimentario requiere equilibrar flexibilidad y estandarización para adaptarse a demandas variables y normativas sanitarias rigurosas. Una métrica clave para medir este equilibrio es el *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), que evalúa la disponibilidad, rendimiento y calidad de los equipos. En plantas de suplementos, un OEE superior al 85% se considera óptimo, pero en Chile, el promedio ronda el 65% debido a tiempos muertos y desequilibrios en flujos (AETECH, 2024).

Los procesos productivos en la industria alimenticia se clasifican en tres modelos principales: *job shop*, flujo continuo y producción en masa. El sistema **job shop**, predominante en plantas de suplementos como Green Medical, se caracteriza por la fabricación de lotes personalizados con secuencias variables de operaciones. Aunque ofrece flexibilidad para atender pedidos diferenciados, enfrenta desafíos como tiempos prolongados de cambio de formato (hasta 60 minutos por lote) y desequilibrios en la capacidad entre estaciones de trabajo, generando cuellos de botella y retrasos del 15-20% en entregas (Stevenson, 2020). En contraste, los sistemas de **flujo continuo**, utilizados en envasado de bebidas, priorizan volumen y estandarización, mientras que la **producción en masa** se enfoca en economías de escala con productos homogéneos (Heizer & Render, 2023).

La combinación de variabilidad en la demanda, perecibilidad de insumos y exigencias regulatorias (ej.: Ley REP y requisitos SEREMI) impone tensiones únicas en el sector. Por un lado, la estandarización reduce costos y asegura cumplimiento normativo; por otro, la



flexibilidad es esencial para responder a fluctuaciones del 30% en pedidos, comunes en suplementos para nichos como deportistas o adultos mayores (Euromonitor, 2024). Un estudio en una planta brasileña de proteínas en polvo demostró que la aplicación de Lean Manufacturing redujo desperdicios en un 24.5% mediante la reconfiguración de flujos y la implementación de 5S (Cabezas et al., 2023). De manera similar, el uso de SMED (*Single-Minute Exchange of Die*) en una fábrica chilena de vitaminas líquidas disminuyó los tiempos de cambio de formato de 45 a 12 minutos, aumentando la capacidad productiva en un 18% (Ribeiro et al., 2022).

En Green Medical, la coexistencia de un sistema *job shop* mal configurado y una gestión reactiva de inventarios explica parte de sus ineficiencias. La variabilidad en tiempos de ciclo ($\pm 30\%$) entre operarios, vinculada a la falta de procedimientos estandarizados, incrementa los costos unitarios y reduce la capacidad de respuesta ante picos de demanda. Herramientas como el Value Stream Mapping (VSM) permitirían identificar y eliminar actividades redundantes, mientras que el análisis ABC priorizaría insumos críticos (ej.: vitaminas con caducidad corta), optimizando la rotación de inventarios, actualmente un 30% inferior a los benchmarks sectoriales (Grand View Research, 2024).

El dinamismo del mercado chileno, con un crecimiento del 12.1% anual en suplementos líquidos (2024-2030), exige a Green Medical adoptar estrategias que equilibren eficiencia y adaptabilidad. La implementación de un sistema OEE, junto con la digitalización básica de indicadores, no solo mejoraría la trazabilidad de los procesos, sino que facilitaría el cumplimiento de la Ley REP, que exige gestionar el 100% de los envases plásticos (Freyr Solutions, 2024). Esto posicionaría a la empresa para competir en un entorno donde el 65% de los consumidores prioriza proveedores con capacidad de respuesta ágil y prácticas sostenibles (Euromonitor, 2024).

2.2.6 Filosofía Lean Manufacturing

Lean Manufacturing constituye un enfoque gerencial orientado a la mejora y optimización de los sistemas de producción, centrando su atención en la identificación y eliminación de los denominados "desperdicios". Estos se conceptualizan como procesos o tareas que requieren un consumo superior al requerido en el proceso de fabricación. Los tipos de



desechos incluyen la sobreproducción, las demoras, el transporte, el procesamiento excesivo, el inventario y los movimientos innecesarios, entre otros (Matías & Idoipe, 2013).

Además, su definición no puede ser rígida ni representa una filosofía que exige una transformación radical en todos los procesos vigentes. En cambio, se refiere a una amalgama de diversos componentes, técnicas y prácticas que emergen de un análisis meticuloso llevado a cabo en el ambiente de producción. Esta metodología se encuentra respaldada y comprometida por la dirección, que reconoce la relevancia de su implementación. Adicionalmente, la filosofía Lean se halla en un estado de evolución continua, dado que se adquiere y se ajusta en función de la experiencia acumulada en la aplicación de sus diversas herramientas, adaptándose a las especificidades de variados contextos industriales e incluso en el sector de servicios (Matías & Idoipe, 2013)

Por consiguiente, se puede afirmar que: "La cultura Lean no es un fenómeno transitorio, sino que debe ser considerada como una transformación cultural si se aspira a una durabilidad y sostenibilidad duradera. Se trata de un conjunto de técnicas orientadas hacia el valor añadido y hacia las personas" (Matías & Idoipe, 2013).

La filosofía Lean se orienta hacia las metas siguientes:

Se instaurará una nueva cultura de mejora fundamentada en la comunicación efectiva y en la colaboración grupal, el objetivo es determinar el valor singular y diferenciador de la organización en comparación con sus competidores. Se llevará a cabo una evaluación exhaustiva del ciclo integral de un producto o servicio, incluyendo las fases de procesos, materiales, características, entre otros, con el objetivo de eliminar residuos, evaluar oportunidades y optimizar el desempeño laboral. Controlar la generación del flujo de valor, es decir, asegurar que todo se alinee con lo estipulado por encargo y con la demanda (Aula 21, s.f.).

2.2.7 Instrumentos del Lean Manufacturing

2.2.7.1 Mapeo del Flujo de Valores (Value Stream Mapping)

El Mapeo del Flujo de Valores (Value Stream Mapping) es un instrumento para la implementación de métodos de manufactura eficientes que facilita el control visual del flujo de trabajo. Así, se puede visualizar el estado presente del proceso productivo, establecer el proceso proyectado y evidenciar potenciales posibilidades de optimización. Adicionalmente, el control visual permite la observación de actividades y circunstancias que no aportan valor al proceso productivo. El procedimiento se describe como sigue:

a) Establecer la necesidad de los clientes

Se establece la demanda del cliente a lo largo de un periodo específico. Como se evidencia en la Figura 2.1, se iniciará la representación gráfica del VSM, tomando como punto de partida el cliente y su demanda.

Figura 2.1 Demanda cliente

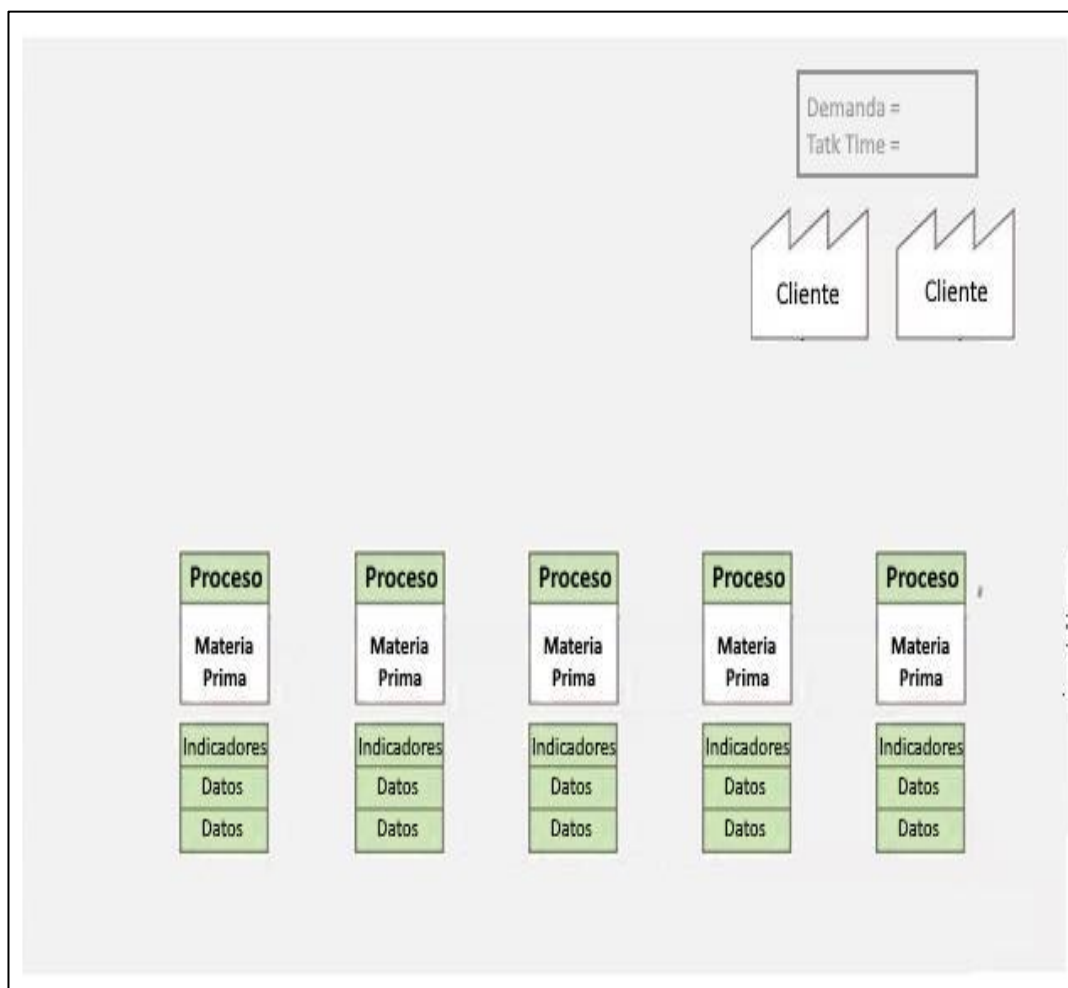


Fuente: Marte, 2020

b) Adición de los procesos

En la etapa subsiguiente del VSM, se incorporan los diversos procesos (ver Figura 2.2) que se encuentran presentes en la cadena de producción. Considerando que tanto el inventario como el almacenamiento de los componentes o semiproductos se ilustrarán posteriormente tras los procesos correspondientes. Es crucial considerar que los procesos se representarán de izquierda a derecha en función del orden de producción, incorporando datos o indicadores tales como el tiempo de ciclo, el número de unidades, el turno, el tiempo de cambio, entre otros.

Figura 2.2 Procesos de la cadena de fabricación

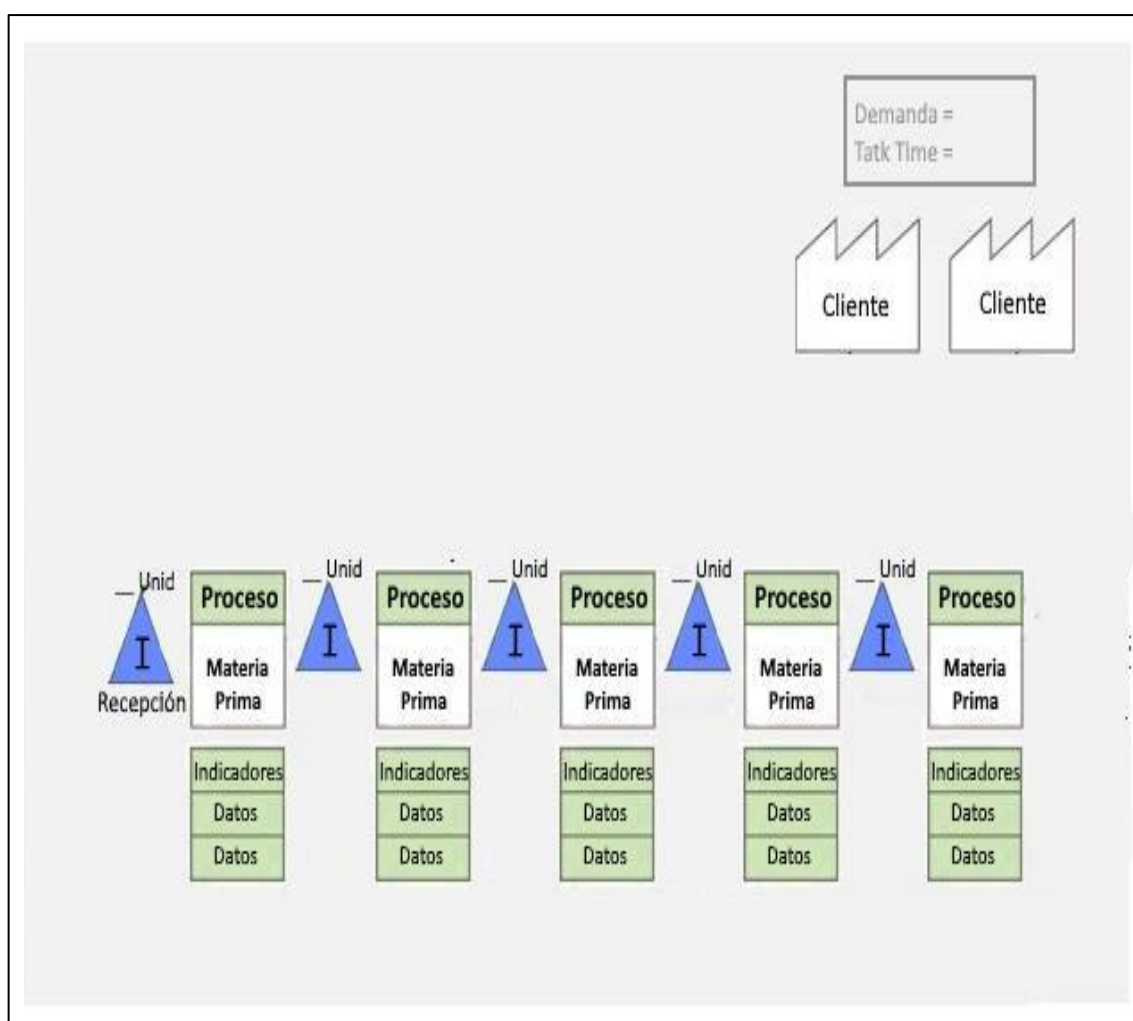


Fuente: Marte, 2020

c) Adición de los inventarios

Estos corresponden a los productos, materias primas y subproductos que se acumulan tras cada proceso. Se manifiestan a través de un triángulo y deben incorporar la cantidad precisa de unidades asociadas. Es crucial destacar que únicamente se considerarán las materias primas de mayor relevancia para cada entidad. La Figura 2.3 que se presenta a continuación ilustra este tercer paso.

Figura 2.3 Productos, materias primas y subproductos



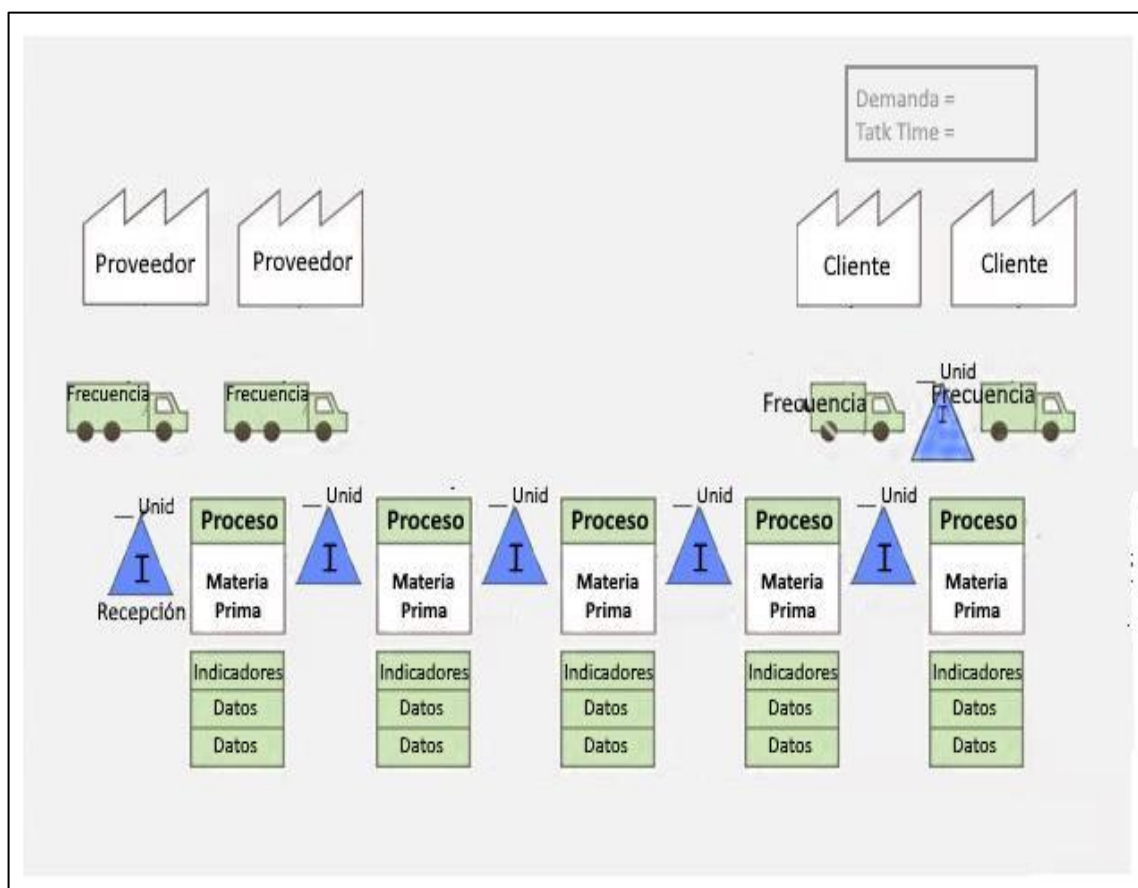
Fuente: Marte, 2020

d) Proveedores y frecuencias de entrega

Se agregan los proveedores y la frecuencia de entrega tanto de los proveedores como a los clientes, tal como se ve en la Figura 2.4.

Figura 2.4

Cientes, proveedores y frecuencias de entrega



Fuente: Marte, 2020

e) Adición del flujo de información y de material

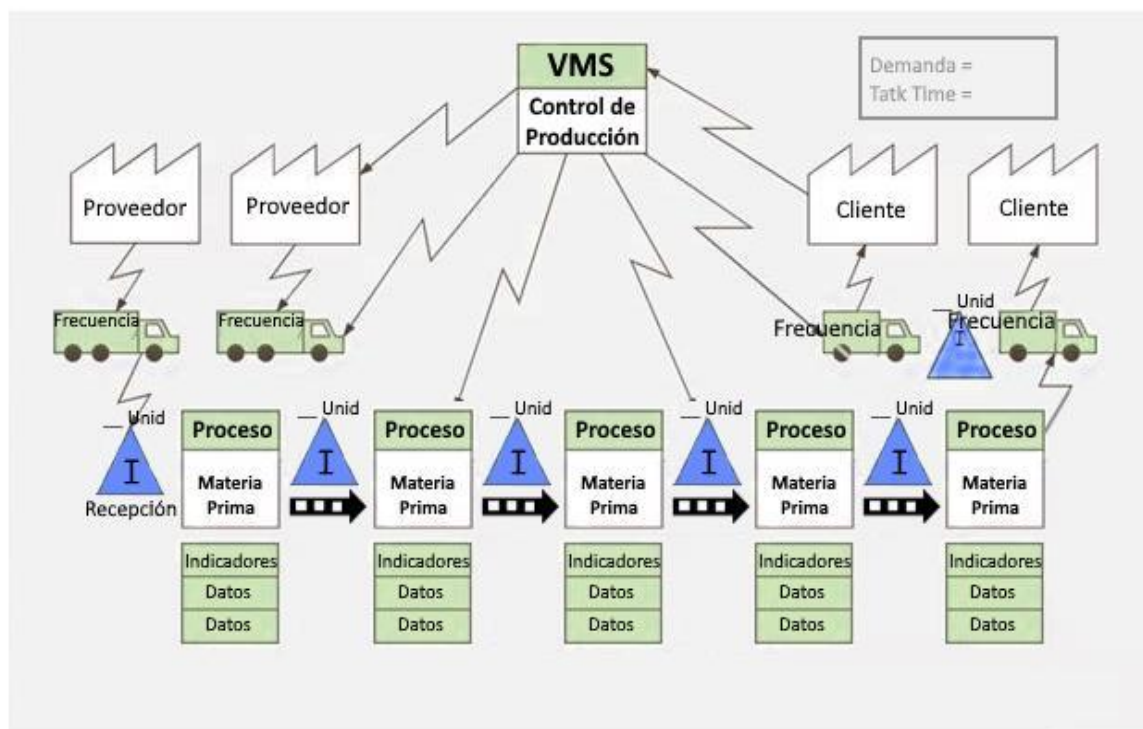
En la parte superior, se observa la interacción entre proveedores y clientes, ambos representados como entidades externas que envían y reciben materiales con una frecuencia determinada. El flujo de materiales inicia en la recepción, donde se registran unidades y se almacenan materias primas, y avanza a través de una serie de procesos internos (cada uno

identificado con la entrada de materia prima y la generación de datos e indicadores).

El control de producción (ubicado en el centro superior) actúa como eje coordinador, gestionando la comunicación y la programación tanto con proveedores como con clientes, asegurando que la producción responda a la demanda y al takt time (ritmo de producción necesario para satisfacer la demanda del cliente).

Cada proceso está vinculado a la recopilación de indicadores y datos, lo que permite el monitoreo continuo del desempeño y facilita la identificación de cuellos de botella, desperdicios o áreas de mejora. El flujo de materiales es representado por flechas que conectan los distintos procesos, reflejando la secuencia lógica de transformación desde la materia prima hasta el producto terminado.

Figura 2.5 Flujo de información y de material



Fuente: Marte, 2020

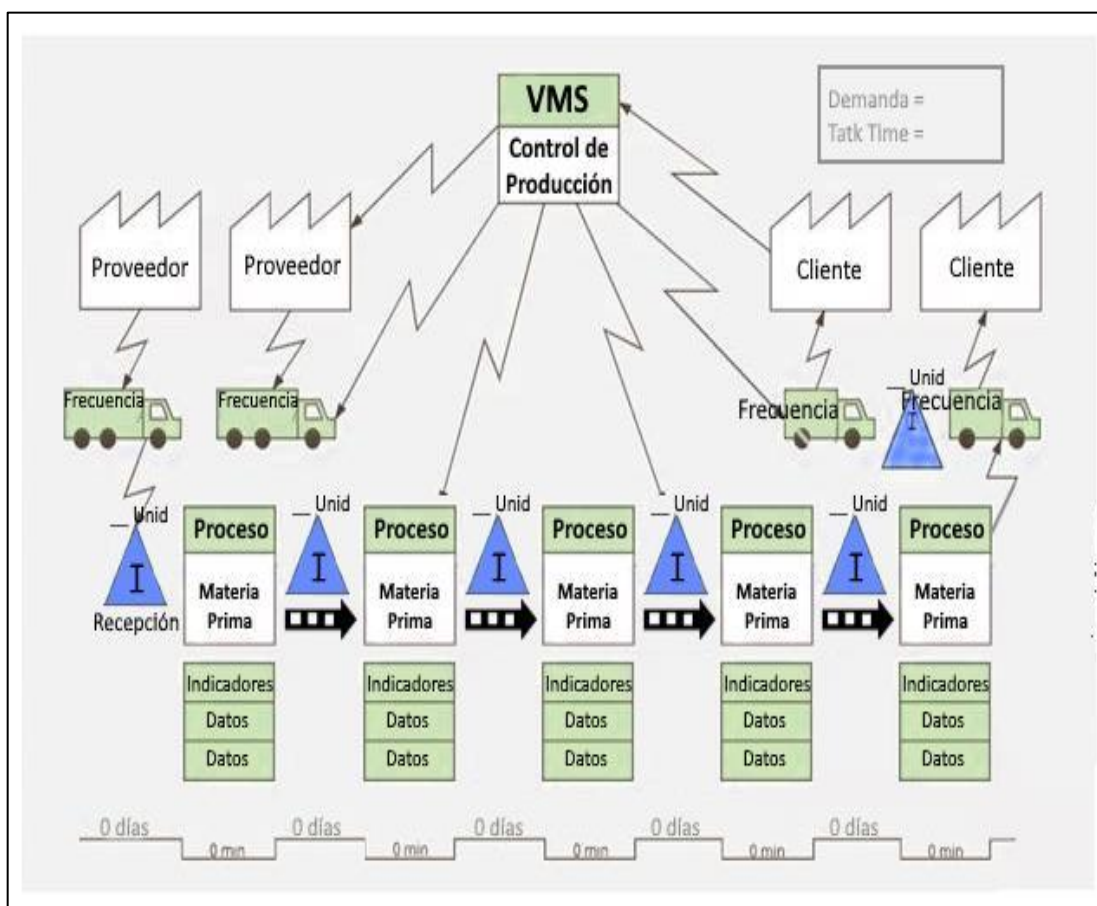
La figura 2.5 ilustra la importancia de la sincronización entre la frecuencia de suministro de materias primas, la capacidad de los procesos internos y la entrega a clientes, todo bajo la

supervisión de un sistema centralizado de control de producción. Este enfoque permite alinear la operación con la demanda real, reducir inventarios innecesarios y aumentar la eficiencia global del sistema productivo, principios fundamentales para la mejora continua en la industria alimenticia y de suplementos.

f) Incluir la línea de tiempo

El último paso consiste en la línea de tiempo que se muestra en la Figura 2.6 que permite calcular el tiempo de entrega, o el tiempo que lleva completar todo el proceso, desde que llega las mercancías, pasando por todos los procesos, hasta la entrega final al cliente

Figura 2.6 Línea de tiempo para el lead time



Fuente: Marte, 2020



2.2.8 Modelo de las 5'S

Las 5'S más que una metodología, se trata de una filosofía compuesta por herramientas distribuidas en cinco etapas, cada una denominada en japonés por palabras que comienzan con la letra S, de tal forma que tenemos a continuación, lo siguiente, Seiri (Eliminar), que significa retirar lo innecesario; Seiton (Ordenar), ordenar lo necesario de forma ágil y clara; Seiso (Limpiar), eliminar la suciedad y sus posibles focos; Seiketsu (Estandarizar), tener el proceso controlado, y operar considerando estándares de trabajo; Shitsuke (Respetar), lo que se respeta con las reglas y normas, y el supervisor vela para que se cumpla. (Barci, et al, 2018).

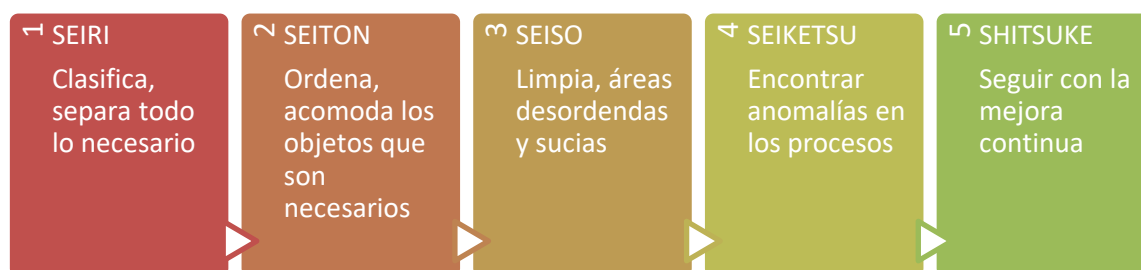
Seiri, corresponde a la identificación de los elementos que son realmente útiles, y la discriminación con los elementos inutilizables, siendo éstos últimos los que deben ser eliminados. Dentro de los elementos innecesarios se contemplan a las herramientas inoperativas o dañadas, equipos obsoletos, y materiales con falla o defecto; es por ello por lo que, en el sector pesquero, la costumbre nos hace seguir conservando algunos equipos innecesarios, con la posibilidad de poder ser utilizados en caso de emergencias, lo cual es una mala práctica.

Seiton, significa ordenamiento implementado, donde solo debe prevalecer lo que realmente se van a utilizar, y por ello se debe organizar lo que quede. Se debe tener en cuenta que mientras más almacenemos equipos inoperativos y obsoletos, se elevarán las pérdidas para la organización. Seiso, es sinónimo de limpieza constante y necesita de la colaboración general de todos los colaboradores. Significa verificar, contemplado por un enfoque de origen japonés.

Seiketsu, corresponde a la rutina de limpieza y verificación, extendiéndose hacia la pulcritud. A través del Seiketsu, las 5'S incorpora al Ciclo Deming (PDCA, Planificar, hacer, comparar y ajustar). Shitsuke, corresponde al compromiso y la autodisciplina son hábitos que establecen las 5'S, y significa Estandarizar. (Cura, 2017). Los beneficios de la implementación de la metodología de las 5'S, corresponde a lo siguiente, Organizar: sitios libres, control mejorado de los inventarios, reducir los índices de accidentes de trabajo. Ordenar: Ubicación rápida de elementos, apariencia mejorada, facilidad de retornar elementos a su lugar de origen. Limpiar: Aumenta la vida útil de los equipos, reduce los índices de accidentes. Estandarizar: Mejorada gestión visual, alinea

estrategias operacionales, mejora el desarrollo del trabajo. Disciplina: un papel muy importante valores como la ética, la honestidad y el respeto, fomentar el trabajo en equipo. (Barcia 2018). En la figura 3 se representan las mismas.

Figura 2.7 Modelo de las 5'S



Fuente: Barcia (et al, 2018)

2.2.9 Kanban

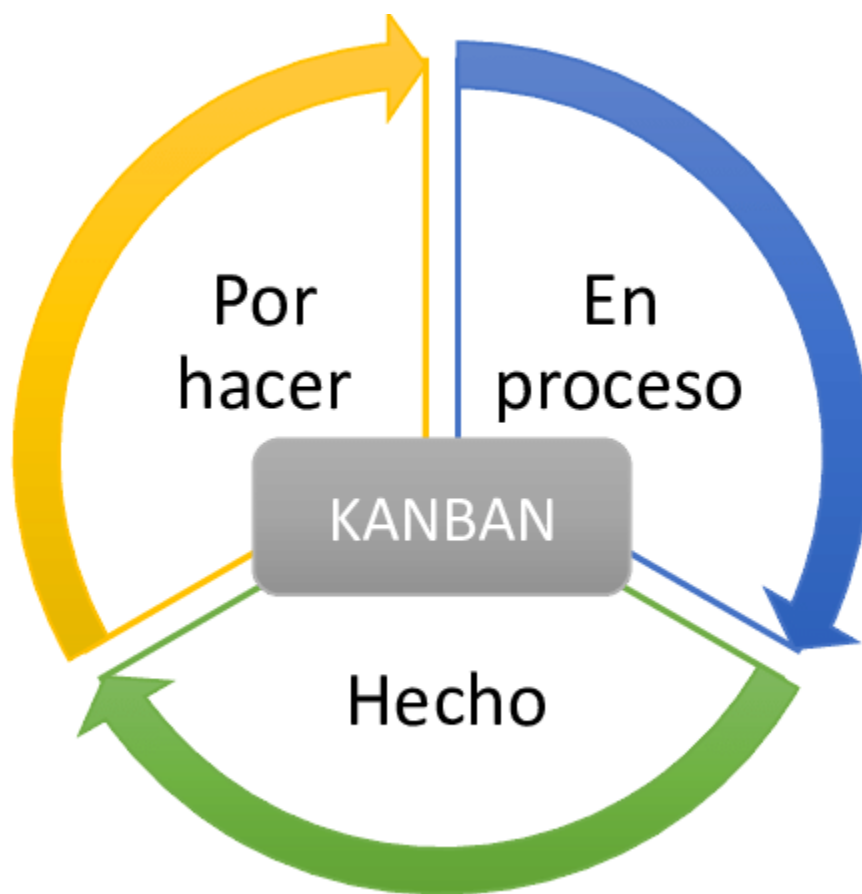
El término japonés Kanban, fue empleado por Taiichi Onho (Toyota), para referirse al sistema de visualización empleado en los procesos de producción que coordinan en una cadena de montaje la entrega a tiempo de cada parte en el momento que se necesita, evitando sobreproducción y almacenamiento innecesario de producto. El término aplicado a la gestión ágil de proyectos se refiere a técnicas de representación visual de información para mejorar la eficiencia en la ejecución de las tareas de un proyecto. Las principales reglas de Kanban son las siguientes: visualizar el flujo de trabajo, determinar el límite de trabajo en curso y medir el tiempo en terminar una tarea(Nivanka, 2015)

Kanban cumple el rol tanto de enfoque ágil como de herramienta y su objetivo principal es cumplir un conjunto de reglas definidas. Las reglas de Kanban son: Visualizar el flujo de trabajo, limitar el WIP, definir políticas explícitas, medir el flujo de trabajo y mejora continua. Al poseer características propias de una herramienta, es un enfoque bastante fácil de implementar, sólo basta con entender su funcionamiento y asegurarse que todos los miembros del equipo de trabajo lo apliquen correctamente. Además, gracias a sus cualidades de herramienta, es muy sencillo de integrar a otros enfoques.

El principal problema que presenta Kanban tiene que ver con WIP, ya que al ser aplicado de la forma que lo plantea Kanban, pueden generar cuellos de botella en el

desarrollo. Lo anterior se explica de la siguiente forma: al trabajar con un tablero de Kanban, en cada una de las columnas se asigna un número que representa la máxima cantidad de tareas que puede haber en dicha columna, y si en algún determinado momento la columna se llena, no se podrá recibir nuevas tareas hasta que se finalice alguna de las tareas en ejecución (Matthies, 2018) . Lo anterior es un gran problema puesto que, si alguno de las columnas de la tabla se llena, la columna anterior no podrá entregarle sus tareas finalizadas, lo que podría resultar en tareas inactivas, que son una gran ineficiencia.

Figura 2.8 Kanban



Fuente: Barcia (et al, 2018)



2.2.10 SMED (Single Minute Exchange of Die)

La Single Minute Exchange of Die, también conocida como SMED, es un instrumento de fabricación sencillo concebido para minimizar el tiempo de configuración de la máquina. Así, la producción puede llevarse a cabo en pequeños lotes, lo cual puede disminuir el inventario y acomodar cualquier eventualidad que pueda surgir durante el proceso (Calle, 2024). En consecuencia, es imperativo adherirse a los siete pasos de SMED para minimizar el tiempo requerido para la preparación de la máquina:

a) Previa Preparación:

Durante esta fase, se suele llevar a cabo la verificación de todos los aspectos vinculados al proceso de producción del producto o servicio. Una vez recopilada la totalidad de la información, se constituye un equipo de expertos con la capacidad de sugerir modificaciones pertinentes.

1. Examinar la actividad principal en la que se enfocará el taller SMED:

En esta fase, se emprenderá una filmación meticulosa de todas las actividades que constituyen el proceso. El proceso de grabación se iniciará al concluir la producción de la última pieza de un lote y culminará al iniciar la fabricación de la primera pieza del siguiente lote. Las anotaciones facilitarán la documentación de cada actividad implicada en el proceso, junto con su duración precisa. Este procedimiento facilitará la determinación del tiempo de ciclo estándar del proceso.

2. Separación entre los elementos internos y externos:

En esta fase, los miembros del equipo examinan meticulosamente cada actividad previamente ejecutada con el objetivo de identificar aquellas que pueden ser consideradas externas. Las actividades externas se refieren a aquellas que pueden ejecutarse mientras la máquina continúa funcionando, implicando que su duración de ejecución no incide en el tiempo total del ciclo del proceso.

3. La coordinación de actividades externas:



Durante esta fase, el equipo organiza las actividades externas de manera que se alineen con el funcionamiento de la máquina, garantizando su ejecución previo a su necesidad (por ejemplo, la preparación de las herramientas necesarias). Esto conlleva la elaboración de una lista de verificación destinada al taller SMED.

4. Transformación de lo interno en lo externo:

Para cada actividad que se ha optado por convertir en externa, el equipo debe formular un plan de acción concreto que facilite la consecución de tal transformación. Esto conlleva especificar para cada actividad las acciones que se implementarán, la persona encargada de su ejecución y el período de tiempo requerido para su finalización.

5. Disminuir los periodos dedicados a actividades internas:

En esta fase, el equipo tiene la obligación de sugerir estrategias de optimización dirigidas a reducir los tiempos de ejecución de las actividades internas. Cuando se ha establecido un concepto de mejora y existe consenso en su ejecución, el equipo debe formular un plan de acción que oriente las acciones requeridas.

6. Ejecutar el monitoreo:

Tras la disminución de los periodos de las actividades internas a través del método SMED, resulta imprescindible llevar a cabo un monitoreo constante. Esto conlleva la documentación de las incidencias y los periodos de cambio para examinar la progresión del proceso y efectuar modificaciones pertinentes, garantizando una eficiencia sostenible a lo largo del tiempo. (Calle, 2024)



2.2.11 La Mejora Continua

La gestión de la empresa ha sufrido importantes cambios a lo largo de la historia. En un comienzo los esfuerzos se centraban en la reducción de los presupuestos de tesorería, no es sino hasta la última década cuando los procesos han adquirido su verdadera importancia, con numerosas técnicas para apoyarlos. Se ha demostrado que de esta forma la ventaja competitiva es más duradera y estable. Hemos pasado de un enfoque orientado a la oferta a uno orientado a la demanda, donde los clientes cada vez son más exigentes y la competencia es más intensa, de lo cual deriva que aparezcan nuevas necesidades de mejorar por parte de las empresas. Esto hace que la clientela se redistribuya en el mercado con mayor intensidad y que el valor añadido sea un factor clave.

“No es suficiente con ser bueno, hay que ser mejor.” José Antonio Pérez de Velasco (2004).

Se definirá la mejora continua según el punto de vista de diferentes autores para después elaborar una definición propia:

“Proceso metodológico básico para asegurar las actividades fundamentales de mejora y mantenimiento”. Walter A. Shewhart (1931).

“Mejorar un proceso, significa cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable, qué cambiar y cómo cambiar depende del enfoque específico del empresario y del proceso”. James Harrington (1993).

“Una mera extensión histórica de uno de los principios de la gerencia científica, establecida por Frederick Taylor, que afirma que todo método de trabajo es susceptible de ser mejorado”. Abell, D. (2014).

“Según la óptica de este autor, la administración de la calidad total requiere de un proceso constante, que será llamado Mejoramiento Continuo, donde la perfección nunca se logra, pero siempre se busca”. Eduardo Deming (2019).

Partiendo de la base de estas definiciones, dadas por importantes figuras de la gestión de la calidad, nosotros vamos a resumir la mejora continua como:

Herramienta constante de cambio y desarrollo para la aplicación de acciones correctoras y de optimización.



2.2.12 Ventajas de la mejora continua

La mejora continua produce innegables ventajas para la empresa:

- ✓ Se logra mayor productividad.
- ✓ Se consigue una mayor capacidad de adaptación a las necesidades del cliente.
- ✓ Se reducen los errores, los desperdicios y los costes, gracias a una reducción de los productos que presentan deficiencias y de las materias primas necesarias para su producción.
- ✓ Se mejora la eficiencia de la empresa obteniendo la mejora de los productos y servicios.
- ✓ Aumenta la flexibilidad de los procesos de producción a las nuevas tecnologías.
- ✓ Permite conocer la situación de cada área y basar las decisiones en las condiciones actuales, concentrando los esfuerzos en determinados elementos.
- ✓ Mayor control en la estructuración de la empresa.
- ✓ Priorización de las áreas y los procesos más relevantes.
- ✓ Desarrollo continuo del vendedor, de los recursos, del personal y de los nuevos productos.
- ✓ Ensayo de procesos.
- ✓ Mejor posición competitiva.

2.2.13 Desventajas de la mejora continua

- ✓ Pérdida de perspectiva si se centra en un solo área.
- ✓ Dificultad a la hora de encontrar o medir la información.
- ✓ Proceso a largo plazo.
- ✓ Necesidad de inversión

Dificultad de participación por parte de toda la organización

2.2.14 Gestión de Inventarios

Según Álvarez (2019), el inventario puede llegar a representar el 40% del capital de las empresas dedicadas a la producción, mientras que, en aquellas empresas dedicadas a la



comercialización de productos, es decir que no cuentan con proceso productivo y se encargan de comprar y vender productos, el inventario puede llegar a representar hasta el 75% del capital.

Según la Bureau Veritas Formación (2009) se puede clasificar los inventarios, según la función que desempeñan, de la siguiente manera:

De Tránsito: Stock mínimo necesario para poder ejecutar las operaciones usuales del negocio.

De Ciclo: Debido al hecho que la mayoría de las operaciones de producción y manejo de materiales son más eficientes si se realizan en lotes, como, por ejemplo: caja, contenedor, camión, etc.

De Anticipación: Almacenado como previsión de períodos de demanda alta para poder cumplir con las tareas de producción. De esta manera, se puede satisfacer un modelo estacional de ventas con una tasa de producción estable.

De Especulación: Se mantiene con la finalidad de poder especular con los beneficios no usuales a obtener por incrementos de precio.

De Seguridad: Se mantiene por encima del nivel usado de manera normal, para mantener un nivel satisfactorio de servicio cuando se tenga que enfrentar incertidumbre en los suministros, en la demanda o en la habilidad de los departamentos propios de la empresa.

Inventario Inútil: Un número mayoritario de las empresas tienen un cierto stock excedente que no cumple ninguna función. Éste por lo general corresponde a productos obsoletos que no logran venderse.

La adquisición de inventarios, del tipo que fueren, se refleja en el balance económico financiero de la empresa, estableciéndose cuentas para todas las existencias. Dentro del Plan General de Contabilidad de una empresa, las existencias son un activo circulante que se convertirá en dinero líquido en un determinado plazo de tiempo. No obstante, es importante tener en cuenta los siguientes criterios:

- Rotación de las referencias.
- Condiciones de aplazamientos de pago a proveedores.
- Financiación de existencias.

Es importante, pues, una gestión rigurosa del volumen de existencias, teniendo en consideración una serie de parámetros económicos además de los costos propios de los inventarios.



CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque y nivel de investigación

El enfoque que presenta esta investigación es eminentemente cualitativo, buscando diseñar un plan de mejoramiento de los procesos productivos mediante la optimización de la gestión de operaciones, con el propósito de incrementar la eficiencia, reducir los tiempos de producción y garantizar el cumplimiento óptimo de la demanda en una planta de elaboración de suplementos alimenticios. Hernández (et-al, 2018), sobre el enfoque cualitativo expone que:

El investigador o investigadora plantea un problema, pero no sigue un proceso definido claramente. Sus planteamientos iniciales no son tan específicos como en el enfoque cuantitativo y las preguntas de investigación no siempre se han conceptualizado ni definido por completo. En la búsqueda cualitativa, en lugar de iniciar con una teoría y luego “voltear” al mundo empírico para confirmar si ésta es apoyada por los datos y resultados, el investigador comienza examinando los hechos en sí y en el proceso desarrolla una teoría coherente para representar lo que observa (p.16).

En función de lo expuesto, el enfoque expone datos ricos y profundos que son orientados al proceso y la realidad dinámica, la teoría no se fundamenta en estudios anteriores, sino que se genera o construye a partir de los datos empíricos obtenidos y analizados, bajo una disposición crítica de parte de quien investiga. La investigación cualitativa presente, se fundamenta en un nivel interpretativo, centrada en el entendimiento del significado de las acciones de seres vivos, sobre todo de los humanos y sus instituciones (busca interpretar lo que va captando activamente).

Dentro de la investigación cualitativa, el interpretativismo busca darle sentido a cierta realidad investigada, así, esta perspectiva teórica cualitativa no busca la mera descripción de los hechos, sino su comprensión, por lo tanto, busca brindar atención al actor social tratando de comprender su punto de vista. Y es justamente su comprensión lo que le da el sentido a la realidad estudiada. El principio de análisis del interpretativismo es el estudio de la teoría y



comparación con la realidad, además requiere de neutralidad y capacidad valorativa a toda acción que se promueva el cambio (Ut supra).

3.2 Tipo y características del estudio

La presente investigación es de alcance exploratoria debido a la escasez de información actualizada (Arias, 2018), define: “la investigación exploratoria es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimientos”(p.98). Ante lo expuesto el tipo de investigación permitirá analizar la situación actual de los procesos productivos para identificar las principales causas que generan congestión operativa, desfases en inventarios y variabilidad en tiempos de ciclo.

3.3 Alcance de la investigación

De acuerdo con las características del estudio es de alcance descriptivo, Hernández (et al, 2018) expone que:

Trata de describir fenómenos, situaciones, contextos y sucesos; esto es, detallar cómo son y se manifiestan. Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis (p.92)

Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren. En esta clase de estudios el investigador debe ser capaz de definir, o al menos visualizar, qué se medirá, qué conceptos, variables o componentes y sobre qué o quiénes se recolectarán los datos personas, grupos o comunidades.

3.4 Población y Muestra

Hernández-Sampieri (et-al,2018), señala que la población, “es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”. (p.230). Para objeto de la investigación la población estará conformada por 12 empleados que conforman el personal



que laboran en el Área de producción de la empresa.

Según Eco (2018) se entiende por muestra la colección de individuos pertenecientes a una población, de cuyo conocimiento puede inferirse, mediante procedimientos estadísticos, consecuencias que atañen la población global”. (p. 695). Para la muestra no se utilizarán procedimientos muestrales por tanto se trabaja con el mismo número de la población, es decir 12 empleados. De esta manera, se realizará una investigación previa de los actores participantes ajustados a la temática de estudio.

3.5 Técnica de recolección de datos

El enfoque se basa en métodos de recolección de datos no estandarizados ni predeterminados completamente. Tal recolección consiste en obtener las perspectivas y puntos de vista de los participantes que intervienen en el proceso productivo de Green Medical. El investigador hace preguntas más abiertas, recaba datos expresados a través del lenguaje escrito, verbal y no verbal, así como visual, los cuales describe, analiza y convierte en temas que vincula, y reconoce sus dinámicas de trabajo y personales.

En este estudio, la técnica de recolección a utilizar será la entrevista focalizada o semiestructurada. Esta técnica se caracteriza por la exposición de los entrevistados a una situación concreta, en la que se pretende la obtención de las fuentes cognitivas de las reacciones de los entrevistados ante algún suceso, para lo cual se centra en las experiencias subjetivas de quienes se han expuesto a la situación (Hernández, et al, 2018).

Se seleccionó la entrevista como técnica de recolección de datos, ya que permite acceder a la experiencia subjetiva de los sujetos a investigar, tanto en el presente como en el pasado. De esta manera, tal como lo plantean Hernández (et al, 2018), se puede “analizar e interpretar los aspectos significativos diferenciales de las representaciones de los sujetos y/o grupos investigados” (p. 213).

3.6 Técnica de análisis de datos

Para el análisis de los datos obtenidos se utilizará el análisis de contenido, el cual hace posible establecer frecuencias temáticas por medio de procedimientos sistemáticos y confiables. Todo esto con el fin de poder formular inferencias válidas sobre el contexto de



producción y recepción de las entrevistas (Krippendorff, 2013). El análisis de contenido tiene un carácter más cualitativo e inductivo, ya que obtiene y agrupa sus categorías de análisis a través de la comparación constante con la teoría disponible, así como asume el carácter contextual, local y situado de las categorizaciones e interpretaciones propuestas. Como es característico de los análisis de contenidos, el momento interpretativo se considera crucial y, en esta investigación, se llevará a cabo desde una perspectiva crítica.



CAPÍTULO IV

CASO PRÁCTICO

El presente capítulo constituye el núcleo de la investigación, donde se presentan los resultados del diagnóstico operativo realizado en la empresa Green Medical y, a partir de ellos, se diseña una propuesta de mejoramiento integral. Para contextualizar adecuadamente los hallazgos, se comenzará con una descripción detallada de la empresa caso de estudio, para luego profundizar en el análisis de sus procesos, la identificación de sus problemas críticos y la evaluación de las soluciones propuestas.

Green Medical es una empresa chilena del tipo laboratorio, fundada en 1994 en la comuna de Ñuñoa. En sus inicios se especializaba en la venta de productos intrahospitalarios, los cuales eran solo de venta exclusiva a hospitales y clínicas privadas, área que en la actualidad ya no existe y es dedicada a la elaboración y comercialización de suplementos alimenticios, con su planta de producción actual ubicada en la comuna de La Reina, Región Metropolitana. La organización de la compañía se divide en tres grandes áreas, el área administrativa, área de ventas y operacional. La compañía opera en un sector de mercado dinámico y en crecimiento, impulsado por un consumidor cada vez más consciente de la salud y el bienestar preventivo. A pesar de este entorno favorable, la empresa enfrenta significativos desafíos operativos internos que limitan su capacidad para competir eficazmente. La misión implícita de Green Medical es proveer al mercado nacional suplementos de alta calidad; sin embargo, esta misión se ve obstaculizada por ineficiencias sistémicas que afectan sus costos, tiempos de entrega y capacidad de respuesta.

El portafolio de Green Medical se especializa en tres familias principales de productos: suplementos encapsulados (como vitaminas, minerales y extractos herbales), suplementos en cápsulas blandas y suplementos líquidos. Para su elaboración, la empresa gestiona una variedad de materias primas que incluyen extractos en polvo, aceites, y cápsulas de gelatina duras y blandas.

Operativamente, la planta funciona bajo un modelo productivo tipo job shop, caracterizado por la producción en lotes y una alta variedad de productos que comparten las mismas estaciones de trabajo. Si bien este modelo ofrece flexibilidad para manejar un portafolio diverso, en el caso de Green Medical se encuentra mal programado y con una baja



capacidad de adaptación, lo que genera desincronización entre las etapas y se convierte en una de las fuentes principales de los problemas de flujo y retrasos.

El flujo de valor en Green Medical abarca un proceso completo que se inicia con la recepción y control de calidad de todas las materias primas y componentes de envasado. Posteriormente, los insumos son derivados a un almacenamiento diferenciado, que incluye bodegas a temperatura ambiente y otras con temperatura controlada para los productos más sensibles.

El núcleo de la transformación se divide en las líneas de encapsulado y llenado de líquidos, donde se realizan los procesos de formulación y dosificación. Finalmente, los productos semi-elaborados convergen en las etapas comunes de envasado, sellado, etiquetado y embalaje, para luego ser dispuestos en la bodega de producto terminado a la espera de su despacho, el cual es gestionado a través de un operador logístico externo. A continuación, se desarrollan los objetivos específicos que dirigen la investigación.

4.1. Situación actual

Para conocer la situación actual se realizó una investigación exhaustiva de los procesos productivos que se desarrollan en Green Medical para la elaboración de sus suplementos a base de polvo y de líquidos. Este comienza con:

4.1.1 Procesos productivos

- Recepción de materias primas

En esta etapa se reciben todos los elementos necesarios para los productos tales como materias primas, frascos, envases, tapas, etiquetas, capsulas. Al momento de la recepción el área de control de calidad realiza los controles respectivos tales como revisión de la integridad de los envases, frascos, tapas, revisión de fechas, revisión de rótulos y revisión del transporte. Todo lo anterior para la correcta recepción y de ser necesario el rechazo de estas. Toda la descarga es de modo manual puesto que ningún elemento supera los 20 kilos de pesos, lo que permite el manejo manual de carga dando así cumplimiento a la Ley 20.949 modifica el código del trabajo para reducir el peso de las cargas de manipulación manual.

Figura 4.1 Recepción de materias primas



Fuente. Elaboración propia

-Almacenamiento

Según la naturaleza de los insumos recepcionados estos serán almacenados en sus respectivas bodegas como las de productos secos o las bodegas con control de temperatura.

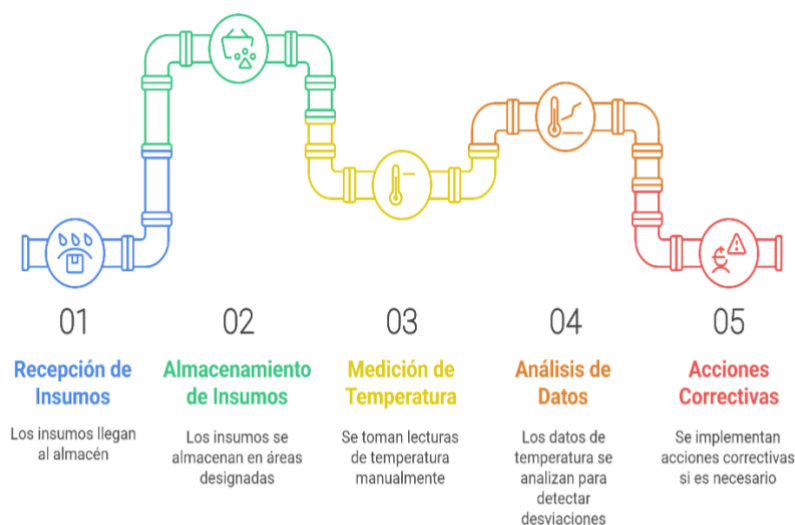
Tabla 4.1 Condiciones de Almacenamiento de Insumos

Frascos	Temperatura ambiente
Tapas	Temperatura ambiente
Etiquetas	Temperatura ambiente
Envases	Temperatura ambiente
Materias primas	0 a 5 °C
Capsulas	0 a 5 °C
Capsulas blandas	0 a 5 °C

Fuente. Green Medical, 2025

Para poder controlar la trazabilidad de las temperaturas de las bodegas que lo ameritan, se realiza una medición manual de las bodegas de acuerdo con una frecuencia establecida para así poder determinar posibles desviaciones y poder tomar acciones correctivas oportunas.

Figura 4.2 Proceso de Almacenamiento y control de temperatura

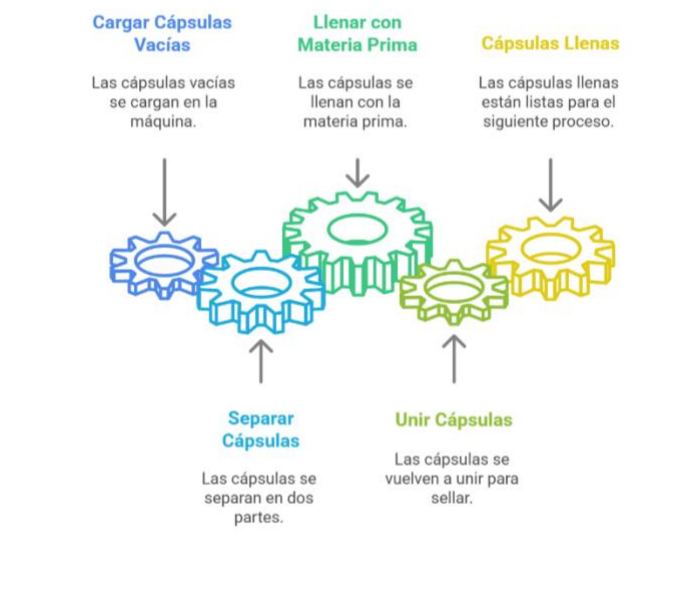


Fuente. Elaboración propia

- Encapsulado

El proceso de encapsulado consta en el llenado de las capsulas de gelatina con el polvo de la materia prima correspondiente. El proceso comienza con el llenado del depósito de la encapsuladora con capsulas vacías, las cuales pasan por una succión para ser insertadas en un disco el cual permite separarlas en dos partes y así poder ser llenadas de la materia prima. Posteriormente los discos se vuelven a unir entregando las capsulas selladas y con el polvo en su interior. El proceso de encapsulado es realizado por un operario en una encapsuladora semiautomática la cual permite una producción más rápida, llenado más preciso, una operación más segura y un mantenimiento más simple. Este proceso culmina con la capsula llena del producto para continuar con sus procesos posteriores.

Figura 4.3 Proceso de encapsulado



Fuente. Elaboración propia

- Llenado de líquidos

Previo al proceso de llenado se deben mezclar los polvos de la materia prima a utilizar con agua para poder general el líquido. El proceso de llenado de líquidos consta en que mediante una bomba de mesa de llenado el operario llena los envases con la formula y la medida necesaria. Los operadores pueden operar y ajustar fácilmente la máquina de llenado de líquidos de mesa a través del botón de marcación digital de la microcomputadora, el volumen de llenado, la velocidad de llenado y el tiempo de funcionamiento. El operador coloca el tubo de llenado en su tolva y lo enciende, la máquina de llenado comenzará a producir. Lo único que debe hacer para cambiar el producto es ajustar la configuración y comenzar la producción por lotes. Las partes de la máquina de llenado de mesa y su líquido no tendrán ningún contacto, por lo que el operario no debe preocuparse por la contaminación. Además, esta máquina podría aplicarse a más de un tipo de líquido. Todo lo que necesita hacer para manejar estos líquidos es usar el tubo de llenado adecuado, que es fácil de limpiar y reemplazar y que tiene un alto estándar sanitario.

Figura 4.4 Proceso de llenado de líquidos



Fuente. Elaboración propia

-Envasado

El proceso de envasado de capsulas consta en llenar los frascos con capsulas (dura, blanda) variando en las cantidades dependiendo del producto. Este proceso es realizado con una maquina contadora de capsulas la cual realiza el conteo cuantitativo de alta velocidad y precisión. El proceso comienza con el llenado de la tolva con las capsulas, mediante una vibración la maquina envía las capsulas a la plataforma giratoria de vidrio templado para poder alinearlas y la unidad de sensor fotoeléctrico luego llenará los productos en su respectivo contenedor (frasco, envase) de acuerdo con la cifra establecida en el panel de control. El proceso termina con el contenedor lleno con las cantidades de capsulas elegidas.

Figura 4.5 Proceso de envasado de cápsulas

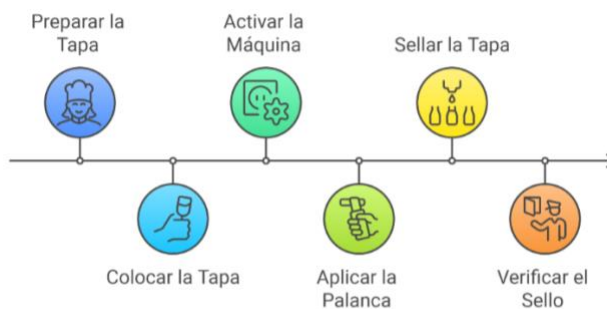


Fuente. Elaboración propia

- Sellado

El proceso de sellado consta en el uso de la maquinaria selladora de tapas de inducción, ya que todas las tapas utilizadas en el laboratorio cuentan con sello de inducción metalizado. El operario usa la palanca selladora sobre la tapa y en un tiempo aproximado de 5 segundos esta logra sellar la tapa con el frasco otorgando la seguridad necesaria para garantizar que el frasco no ha sido manipulado por terceros.

Figura 4.6 Proceso de sellado de inducción



Fuente. Elaboración propia

-Etiquetado

La principal función del etiquetado es identificar cada producto con su etiqueta correspondiente la cual cuenta con toda su información detallada como la cantidad de

capsulas, ingredientes, tabla nutricional, advertencias, modo de consumo, entre otros.

Figura 4.7 Proceso de sellado de inducción



Fuente. Elaboración propia

La operación de este proceso consta en la utilización de una etiquetadora semiautomática a la cual se le monta el rollo de etiquetas y el operario debe colocar el frasco para ser etiquetado

automáticamente. El método de control aplicado a este proceso consta en la rotulación de todos los suplementos con su lote de fabricación, fecha de fabricación y su fecha de caducidad. El proceso culmina con el frasco debidamente etiquetado listo para su proceso final.

-Embalado

El proceso de embalado consta en que el producto terminado se procesa con el resto del pedido del cliente en nuestras cajas de (30x30 cm) de cartón para proceder a su posterior distribución. El operario de este proceso cuenta con su respectiva bodega de productos terminados para poder realizar los embalajes.

Figura 4.8 Proceso de embalaje

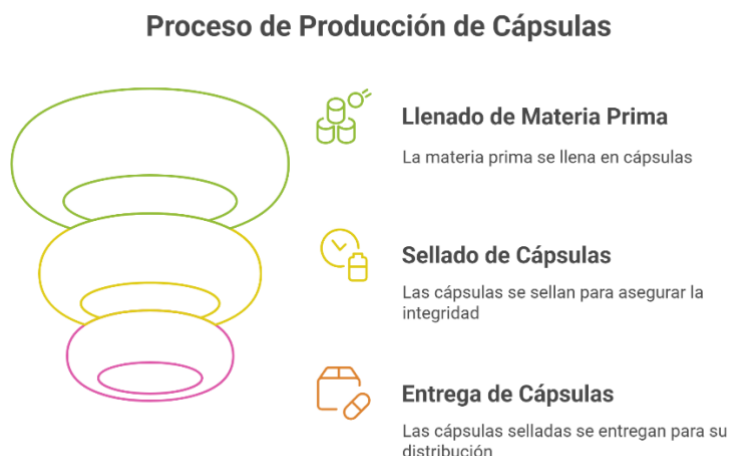


Fuente. Elaboración propia

-Despacho y transporte

Para que los productos lleguen a las tiendas distribuidoras en óptimas condiciones para su consumo es fundamental contar con el debido sistema de traslado. El proceso es realizado mediante la empresa externa STARKEN.

Figura 4.9 Proceso producción de cápsulas



Fuente: Elaboración propia

-Materia prima

Las materias primas empleadas en el proceso de elaboración de suplementos alimenticios en Laboratorio Green Medical LTDA son provenientes de proveedores con una larga relación comercial con la empresa

Tabla 4.2 Tipos y Ejemplos de Materias Primas Utilizadas

Tipo de Materia Prima	Ejemplos/Descripción
Extractos variados	Aloe vera, calcio, vitaminas, minerales, etc.
Cápsulas blandas	omega, aloe vera, lecitina, calcio, aminoácidos, vitaminas, etc.
Cápsulas duras de gelatina	
Extractos para reconstitución	Aloe vera, colágeno.

Fuente: Green Medical, 2025

Dentro de los productos elaborados se encuentran los siguientes:

Tabla 4.3 Listado de Productos Elaborados por Categoría

Categoría de Producto	Nombre del Producto
-----------------------	---------------------

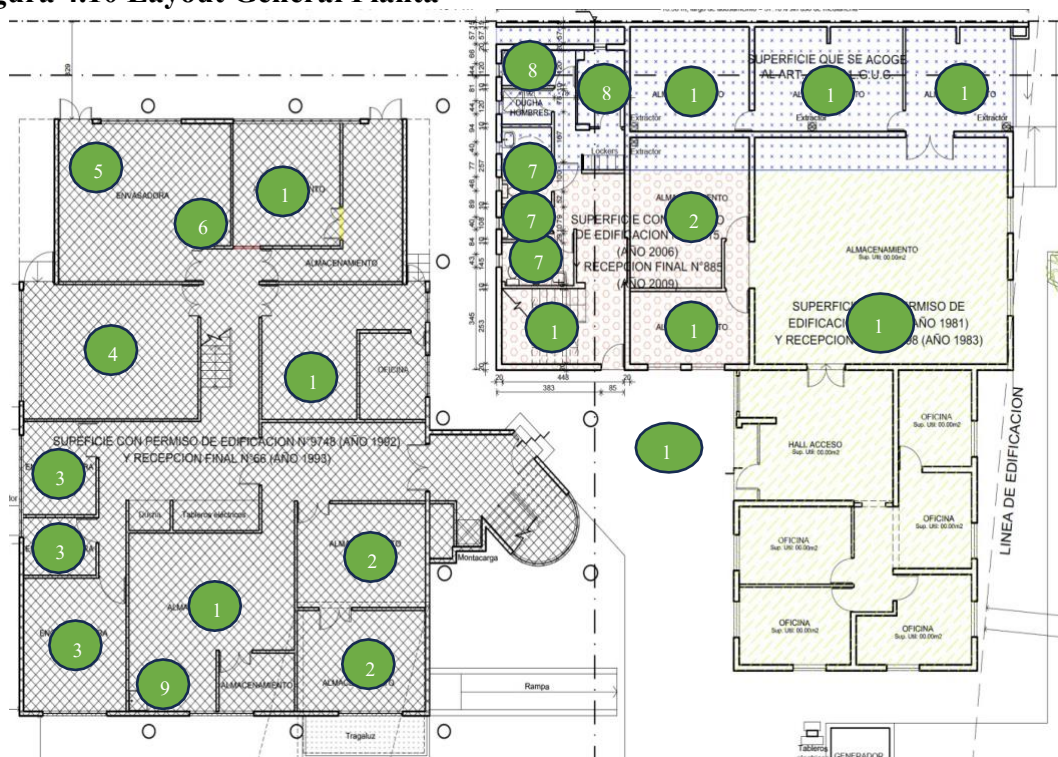


Suplementos encapsulados	Aloe vera
Suplementos encapsulados	Calcio
Suplementos encapsulados	Magnesio
Suplementos encapsulados	Vitamina C
Suplementos encapsulados	Biotina
Suplementos encapsulados	Colágeno
Suplementos encapsulados	Vitamina B12
Suplementos encapsulados	Guaraná
Suplementos encapsulados	Inulina
Suplementos encapsulados	Zinc
Suplementos encapsulados	Espirulina
Suplementos encapsulados	Vitamina D3
Suplementos de cápsulas blandas	Omega
Suplementos de cápsulas blandas	Calcio
Suplementos de cápsulas blandas	Aminoácidos
Suplementos de cápsulas blandas	Complejo B
Suplementos de cápsulas blandas	L-arginina
Suplementos de cápsulas blandas	L-carnitina
Suplementos de cápsulas blandas	Lecitina de soja
Suplementos de cápsulas blandas	Vitamina B12
Suplementos de cápsulas blandas	Vitamina E
Líquidos	Aloe vera líquido
Líquidos	Colágeno líquido
Líquidos	Propóleo

Fuente: Green Medical, 2025

Para entender los flujos físicos y la interconexión entre áreas como bodegas, encapsuladora, sala de líquidos, sala de envasado, y sala de producto terminado, se estudiará también la disposición general de la planta.

Figura 4.10 Layout General Planta



Fuente: Green Medical, 2025

Este layout general de la planta, (Figura 4-10) según la simbología proporcionada, muestra la distribución de las diferentes áreas funcionales de las instalaciones. Se identifican las siguientes zonas principales:

Bodegas (1): Existen múltiples áreas designadas como bodegas, distribuidas en diferentes secciones de la planta.

Bodegas Controladas (2): Se observan algunas bodegas especificadas como "controladas".

Encapsuladora (3): Hay varias zonas destinadas al proceso de encapsulado.

Sala de Líquidos (4): Un área específica está designada como la sala para el procesamiento de líquidos.

Sala de Envasado (5): Se dispone de una o más salas para el envasado de productos.

Sala de Sellado (6): Un espacio está dedicado al proceso de sellado.

Baños (7): Se localizan varias unidades de baños.

Camarines (8): Existe una zona de camarines o vestidores.

Zona de Lavado (9): Hay un área designada para el lavado.



Sala Producto Terminado (10): Un espacio está reservado para el almacenamiento del producto terminado.

Comedor (11): Se incluye un área de comedor para el personal.

Recepción Materias Primas (12): Una zona específica está asignada para la recepción de materias primas.

El plano también indica accesos, oficinas, y una rampa.

4.1.2 Diagnóstico preliminar

El diagnóstico preliminar se llevó a cabo con la finalidad de identificar los focos problemas ya explicados en el planteamiento referente a los procesos productivos de los diferentes grupos de productos, para tal fin se realizó entrevistas estructuradas con personal clave de diversas áreas del Laboratorio Green Medical, incluyendo supervisores de producción, operarios de línea, personal de almacén, encargados de compras y personal de despacho.

Opinión 1:

¿En qué etapas del proceso de producción suelen acumularse más los productos o el trabajo en proceso y en cuánto tiempo aproximado pasan esperando entre una operación y otra?

Según el supervisor de producción y los operarios de línea, comentan que en la línea de encapsulados con frecuencia permanece un gran número de bandejas de cápsulas listas como consecuencia de que la encapsuladora ha terminado su proceso y en espera de que la máquina de conteo y envasado las tome, este proceso con frecuencia produce demoras porque manifiestan que permanecen en el sitio por varias horas acumulándose unas 24000 a 30000 cápsulas, argumentan que para las cápsulas blandas la espera se reduce o no es tan evidente

Se infiere entonces la observación de una significativa acumulación de trabajo en proceso (WIP) en la línea de suplementos encapsulados esta observación presenta una vinculación directa con el criterio problemático sobre retraso en etapas críticas de producción por la acumulación de tareas. Lo observado corresponde a una sintomatología de



ineficiencias en el flujo de producción, desde la perspectiva del lean manufacturing la acumulación de tantas cápsulas representa una forma de "Muda de Espera" (Waiting Waste), considerada como una categoría de desperdicio que no Añade valor al producto y consume tiempo y recursos, además se evidencia la existencia de "Muda de Sobreproducción" (Overproduction Waste), puesto que la encapsuladora produce más rápido de lo que la máquina contadora puede procesar, es decir está estimulando la producción al paso siguiente sin una demanda inmediata del proceso posterior, se destaca que la sobreproducción es otro desperdicio que generalmente oculta la espera, el transporte o el inventario excesivo que a su vez también son desperdicios generando altos costos de inventario.

La acumulación de trabajo en proceso y la prolongación en los tiempos de espera señalan un evidente cuello de botella o restricción para la línea de suplementos encapsulados, se destaca que según la teoría de las restricciones el rendimiento de cualquier sistema está limitado por estos, por tanto también se puede inferir que la capacidad de la encapsuladora que es 10000 cápsulas por hora es superior a la capacidad de la máquina contadora que es 6000 cápsulas por hora creando una desincronización de flujos, por tanto con todos estos elementos se evidencia la deficiente gestión y limitación del rendimiento general del sistema lo que impacta directamente en el Lead Time Total del proceso.

Opinión 2:

¿Cuáles materias primas o componentes les generan más problemas? ¿Hay algo que se venza con frecuencia o que se les agote inesperadamente, deteniendo la producción?

El encargado del almacén y compras responde las materias primas y componentes que generan más problemas son polvos de algunos extractos variados para encapsulados como la vitamina c, pues porque se sobrecargan de stock y en ocasiones llegan a vencerse perdiendo aproximadamente un 6% de esas materias primas al año pero por otro lado también hay una deficiencia de stock en cápsulas duras de gelatina pasa con una frecuencia de 2 veces al mes esto genera que la producción de encapsulado se detenga y pueden perder días esperando la llegada de esta materia prima.

Esto colinda con el foco problemático explicado sobre el exceso de materias primas perecederas y faltantes de componentes estratégicos que produce una rotación lenta de inventarios y pérdida de insumos por vencimiento. En Green Medical, coexisten un exceso



de inventarios y a su vez una escasez de componentes estratégicos, el exceso de polvos de extractos variados representa una "Muda de Inventario" (Inventory Waste), mientras el inventario excesivo inmoviliza el capital, consume espacio de almacenamiento, aumenta los costos de manejo lo que conlleva pérdidas directas por caducidad. Esta alternancia es representativa de un desbalance a lo largo de la cadena de suministro según Lean.

Opinión 3:

¿Existen tareas donde notan que el tiempo que toma realizarlas varía mucho entre un operario y otro, o incluso para la misma persona en diferentes momentos? ¿Por qué creen que ocurre?

Según lo que explica el Supervisor de Producción y los Operarios de Línea Si existen tareas donde el tiempo que toma realizar las varía mucho exponen como ejemplo que en la línea de encapsulados, cuando cambian de un tipo de cápsula a otro o de un polvo a otro, el tiempo de preparación de la máquina varía entre Los operarios; puede ser desde 45 minutos hasta más de una hora. Depende de quién lo haga y qué tan familiarizado esté. También al transferir las cápsulas. En líquidos, ajustar la bomba a veces es un poco inconsistente entre operarios. Lo que comunica claramente con el foco problemático expresado sobre las diferencias significativas en los tiempos operativos entre trabajadores por falta de consistencia en la producción. Es así como en la línea de encapsulados especialmente se destaca que el tiempo de preparación de la máquina al cambiar de un tipo de cápsula o polvo a otro fluctúa, lo que depende de la experiencia individual del operario y su expertiz con la tarea. Esta variabilidad en el laboratorio indica la presencia de "Muda de Movimiento" (Motion Waste). Esto ocurre cuando los operarios realizan movimientos innecesarios, ineficientes o no estandarizados que prolongan el tiempo de la tarea sin añadir valor. La falta de un método óptimo y replicable para todos contribuye directamente a esta muda. Más allá del movimiento, esta variabilidad general se relaciona con la falta de consistencia en el proceso, lo que es contrario a los principios Lean de búsqueda de estabilidad y predictibilidad. Lo imprevisible del proceso reduce la eficiencia del mismo ya que los recursos ociosos sobrecargados o ineficientes se traducen en un aumento del costo por unidad producida.



Opinión 4:

**¿Qué tan seguido se entregan los productos fuera de la fecha prometida a los clientes?
¿Hay alguna familia de productos que sea más problemática en este aspecto de las cuales se reciban más quejas?"**

Al respecto el personal de despacho y ventas responde que el 18% de las órdenes con productos encapsulados generan quejas de parte de los clientes más importantes puesto que se producen fuera de plazo, el retraso es de 2 a 4 días, lo que produce incumplimiento y quejas formales. Lo que se aproxima a la observación del foco problemático sobre el incumplimiento en tiempos de entrega, constituyéndose en una de las más críticas en la gestión de la cadena de suministro y producción, ya que el nivel de servicio al cliente es una métrica fundamental que evalúa la capacidad para satisfacer las expectativas de los clientes, la situación que se presenta en el laboratorio refleja la afectación de la fiabilidad percibida por el cliente y su experiencia general. El incumplimiento de los tiempos de entrega es a menudo una consecuencia directa de un Lead Time (tiempo total de ciclo) prolongado y volátil dentro del proceso de producción y la cadena de suministro.

Opinión 5:

¿Cómo manejan los aumentos o disminuciones inesperadas en la demanda? ¿Les cuesta mucho adaptarse a los picos o caídas en la producción?

El supervisor de producción y el de planificación en respuesta cómo manejan los aumentos o disminuciones inesperadas en la demanda responden que cuando visualizan un pico de demanda para algún suplemento encapsulado como la vitamina c en invierno por ejemplo, se desbordan en las horas extras trabajadas hasta un 30% más de personal e incluso han tenido que subcontratar, en contraposición cuando la demanda es baja en la línea de encapsulados se presenta tiempo muerto, lo que evidencia otro foco problemático como lo es la baja capacidad para adaptarse a cambios en la demanda por la producción rígida que no responde eficazmente a picos o caídas inesperadas.

La baja capacidad de adaptación a las variaciones de la demanda en el laboratorio y



su rigidez productiva son problemáticas fundamentales abordadas por disciplinas como Gestión de Operaciones, Lean Manufacturing y la Gestión de la Cadena de Suministro. Las empresas pueden adaptar su capacidad a la demanda mediante diversas estrategias.

Un aspecto importante para considerar para el crecimiento potencial de la empresa es la rigidez en un mercado en crecimiento o con estacionalidades marcadas, lo que puede ocasionar que no puede escalar su producción pierda oportunidades de capitalizar nuevos segmentos de mercado o maximizar ingresos y en temporadas de alta demanda. La Tabla 4.4 presenta la síntesis de esta evaluación preliminar, donde cada familia de productos fue analizada en función de la incidencia y severidad de cada criterio problemático

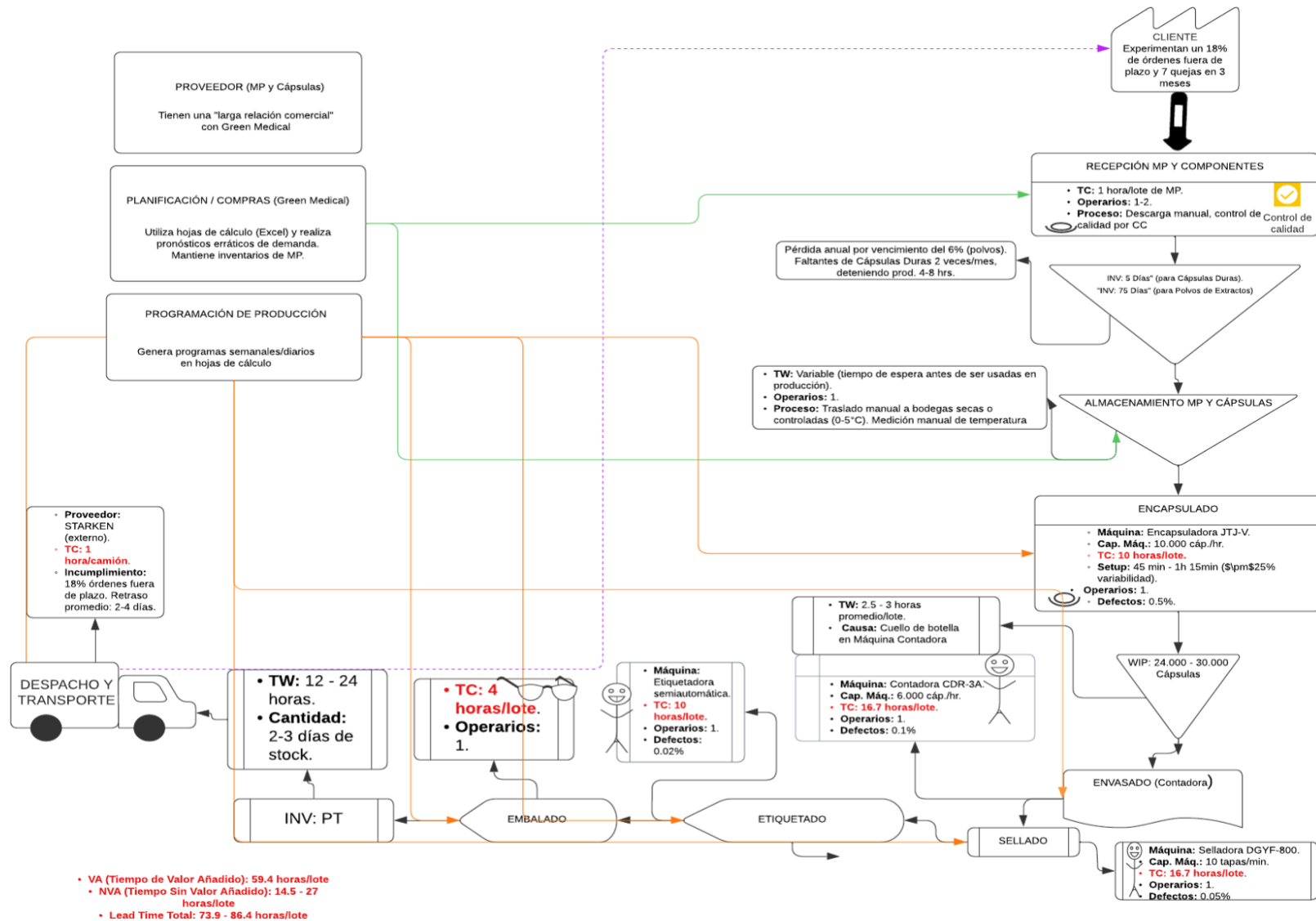
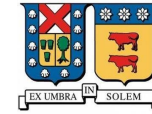
Tabla 4.4 Evaluación Preliminar de Familias de Productos

Familia de Producto	Retrasos Críticos en Producción	Exceso/Faltantes MP	Variabilidad Tiempos Operativos	Incumplimiento Tiempos Entrega	Baja Adaptabilidad a Demanda	Puntuación Total (Ejemplo)
Suplementos Encapsulados	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	25 (Muy Crítico)
Suplementos Cápsulas Blandas	Moderado	Moderado	Bajo	Moderado	Moderado	10 (Moderado)
Líquidos Comestibles	Alto	Alto	Alto	Moderado	Alto	20 (Crítico)

Fuente: Elaboración propia

La familia de suplementos encapsulados se identifica como el proceso más crítico y de mayor impacto en el desempeño del laboratorio, exhibiendo claramente problemáticas significativas en los criterios estudiados, producto de los cuellos de botella en la producción, inconsistencia operativa, insatisfacción del cliente, capacidad de respuesta a la demanda y una gestión de inventario cuestionable, corroborado a través de las entrevistas al personal. Por lo tanto, el análisis detallado del proceso mediante el Mapa de la Cadena de Valor del Estado Actual (CSM) como instrumento de análisis VSM se enfocará en esta familia de productos, con el fin de identificar las causas raíz de sus ineficiencias y proponer soluciones efectivas. El CSM abarca el flujo completo de valor, desde la recepción de las materias primas hasta el despacho del producto terminado al cliente, detallando tanto el flujo de material como el flujo de información. La Figura 4.13 presenta el Mapa de la Cadena de Valor del Estado Actual de los Suplementos Encapsulados.

Figura 4.11 Mapa de la Cadena de Valor del Estado Actual de los Suplementos Encapsulados





El Mapa de la Cadena de Valor del Estado Actual de los Suplementos Encapsulados en Laboratorio Green Medical (Figura 4.11) ofrece una representación gráfica detallada y esclarecedora del proceso productivo actual. Este mapa, elaborado bajo los principios de Value Stream Mapping (VSM), ilustra de forma integral tanto el flujo de materiales como el flujo de información, desde la recepción de las materias primas hasta la expedición del producto terminado.

En su estrato superior, el mapa despliega el flujo de información, comenzando con el Proveedor (Materias Primas y Cápsulas) y el Cliente. Ambos nodos están acompañados de notas que describen sus características particulares y las problemáticas asociadas; por ejemplo, se destaca que el cliente experimenta un 18% de órdenes fuera de plazo, lo que ha generado 7 quejas en los últimos tres meses. A nivel interno, se identifican las funciones de Planificación/Compras y Programación de Producción, las cuales, según se indica, operan mediante hojas de cálculo, y su planificación de compras se fundamenta en pronósticos erráticos, contribuyendo directamente a las disfunciones en la gestión de inventarios. Las líneas de información, visualizadas en tonos verdes y naranjas, conectan eficazmente estas funciones de planificación con las etapas operativas pertinentes del flujo de material.

El estrato central del mapa se adentra en el flujo de material, iniciando con la Recepción de Materias Primas y Componentes, un proceso con un Tiempo de Ciclo (TC) de una hora por lote de materia prima y que requiere la participación de uno a dos operarios. Posteriormente, el material se traslada al Almacenamiento de Materias Primas y Cápsulas. En esta etapa, se constata una pérdida anual del 6% de polvos por vencimiento y la recurrencia de faltantes de cápsulas duras de gelatina hasta dos veces al mes, lo que interrumpe la producción por periodos de cuatro a ocho horas. Los niveles de inventario se detallan en 5 días de stock para las Cápsulas Duras y 75 días para los Polvos de Extracto. El proceso medular de Encapsulado, con un TC de 10 horas por lote, emplea una Máquina Encapsuladora JTJ-V con una capacidad máxima de 10.000 cápsulas por hora. Resulta crítico observar la variabilidad en los tiempos de configuración (setup), que fluctúan entre 45 minutos y 1 hora y 15 minutos, representando una desviación de aproximadamente ($\pm 25\%$).

Inmediatamente a continuación del encapsulado, el mapa señala un punto de inflexión crítico: la acumulación de un Inventario en Proceso (WIP) que oscila entre 24.000 y 30.000



cápsulas, con un Tiempo de Espera (TW) promedio de 2.5 a 3 horas por lote. Este cuello de botella se atribuye directamente a la Máquina Contadora de Cápsulas, la cual, en la subsiguiente etapa de Envasado, posee una capacidad máxima de 6.000 cápsulas por hora, siendo significativamente inferior a la de la encapsuladora y, por ende, el principal factor limitante de la fluidez del proceso. Las fases posteriores de la cadena incluyen el Sellado (TC: 16.7 horas/lote), el Etiquetado (TC: 10 horas/lote) y el Embalado (TC: 4 horas/lote), cada una con sus respectivas especificaciones de maquinaria, dotación de operarios y tasas de defectos. Finalmente, el producto terminado transita por un Inventario de Producto Terminado (INV: PT), donde se acumula por un TW de 12 a 24 horas (equivalente a 2-3 días de stock), antes de proceder al Despacho y Transporte. En esta última fase, se reitera el 18% de órdenes fuera de plazo y un retraso promedio de 2 a 4 días, con STARKEN como proveedor logístico externo.

A pesar de que el mapa no incorpora una representación gráfica explícita de la línea de tiempo con los "cuadrados" de tiempo de ciclo y las "montañas" de tiempo de espera bajo el flujo de material, esta información esencial se consolida de manera efectiva en el cuadro de sumatoria de tiempos, situado en la esquina inferior izquierda del diagrama. Este recuadro condensa el rendimiento general del proceso: el Tiempo de Valor Añadido (VA) asciende a 59.4 horas por lote, el Tiempo Sin Valor Añadido (NVA) fluctúa entre 14.5 y 27 horas por lote, y el Lead Time Total del proceso se sitúa entre 73.9 y 86.4 horas por lote. Esta consolidación es crucial para cuantificar las ineficiencias inherentes al proceso, revelando que una proporción considerable del tiempo total de flujo no añade valor al producto final.

4.2 Evaluación de alternativas

Para la estandarización y flexibilización de los procesos productivos, basadas en sistemas avanzados de planificación y producción flexible.

Tras el análisis exhaustivo de la situación actual, que culminó con la identificación de las causas raíz de las ineficiencias en Green Medical, esta sección se dedica a evaluar un conjunto de alternativas para el mejoramiento de los procesos. Para estructurar este análisis, las diferentes metodologías y herramientas se han agrupado en dos ejes de acción estratégicos: la Estandarización de Procesos y la Flexibilización y Mejora del Flujo Productivo.



El siguiente Mapa Estratégico (Figura 4.12) presenta este marco de trabajo, vinculando los problemas diagnosticados con las alternativas que serán evaluadas en detalle a continuación, sirviendo como una hoja de ruta para el plan de mejoramiento propuesto

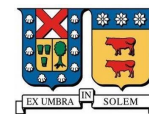
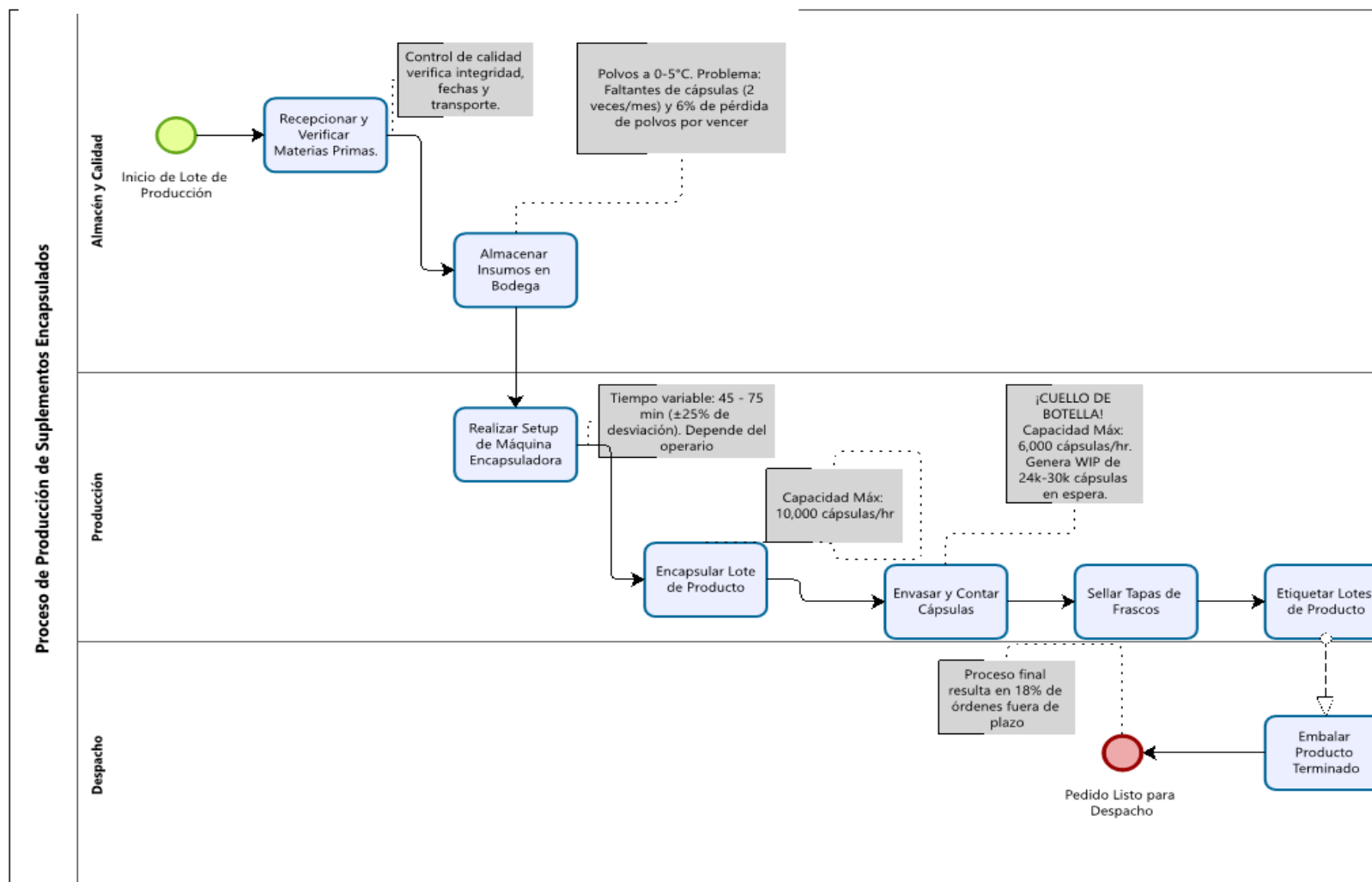


Figura 4.12 Mapa estratégico





El diagrama de proceso modelado ofrece una representación visual y detallada del flujo de trabajo actual para la producción de suplementos encapsulados en Green Medical, exponiendo una secuencia de operaciones marcada por ineficiencias sistémicas y una estructura funcional en silos. El proceso se inicia en el carril de Almacén y Calidad con la recepción de un lote de producción, un punto que ya introduce una considerable incertidumbre en la cadena. Las anotaciones revelan que esta etapa inicial está plagada de problemas crónicos de gestión de inventario, incluyendo faltantes de insumos críticos como las cápsulas, que ocurren hasta dos veces por mes, y una pérdida del 6% en polvos por vencimiento. Esta debilidad en la gestión de materias primas implica que el proceso productivo se fundamenta sobre una base inestable, comprometiendo la fluidez y la fiabilidad de todas las operaciones posteriores.

Una vez los materiales son traspasados al carril de Producción, el flujo se enfrenta a una nueva fuente de variabilidad: la falta de estandarización. La tarea "Realizar Setup de Máquina Encapsuladora" presenta una desviación de tiempo de $\pm 25\%$, con una duración que oscila entre 45 y 75 minutos dependiendo del operario que la ejecute. Esta inconsistencia introduce un elemento de imprevisibilidad en el ritmo de producción, dificultando la planificación y la sincronización del flujo.

El conflicto central del proceso se manifiesta de manera inequívoca en el desbalance de capacidades entre las etapas subsiguientes. Mientras la máquina encapsuladora opera a un ritmo de 10,000 cápsulas por hora, la estación de "Envasar y Contar Cápsulas" funciona a una capacidad significativamente menor de 6,000 cápsulas por hora, creando un severo y persistente cuello de botella. La consecuencia directa de este desequilibrio es la acumulación de un masivo inventario en proceso (WIP) de entre 24,000 y 30,000 cápsulas que quedan en espera, lo que representa un desperdicio de tiempo, capital inmovilizado y un riesgo potencial para la calidad. Este punto crítico demuestra que la capacidad real de todo el sistema está limitada por su eslabón más débil.

Finalmente, el flujo de producto terminado pasa al carril de Despacho, donde se embala para su entrega. Sin embargo, las ineficiencias acumuladas a lo largo de la cadena tienen un impacto directo y medible en el cliente. Como indica la anotación final, el proceso culmina con un 18% de las órdenes entregadas fuera de plazo. En resumen, el diagrama ilustra la historia de un sistema rígido y desbalanceado, donde la inestabilidad en el abastecimiento y



la variabilidad de los procesos internos se convierten en un cuello de botella que, en última instancia, resulta en un incumplimiento de las promesas de entrega al cliente, justificando plenamente la necesidad de un plan de mejora integral.

4.2.1. Eje de Acción 1: Alternativas para la Estandarización de Procesos

La estandarización es el pilar fundamental para mitigar la variabilidad y la incertidumbre que actualmente caracterizan las operaciones de Green Medical. Establecer un método de trabajo único y optimizado permite crear una base de rendimiento predecible, sobre la cual se pueden construir iniciativas de mejora continua más complejas. Las siguientes alternativas se evalúan con el fin de atacar directamente las inconsistencias operativas detectadas.

4.2.1.1. Evaluación de la Implementación de Procedimientos Operativos Estandarizados (SOPs)

Los Procedimientos Operativos Estandarizados (SOPs) son documentos detallados que establecen la instrucción precisa para ejecutar tareas repetitivas de manera consistente y segura. Su función principal es reducir la variabilidad en los procesos y garantizar que la calidad del resultado no dependa de la persona que realiza el trabajo. Como se expone en el marco teórico, la documentación de estos procedimientos ha demostrado ser efectiva para disminuir las diferencias operativas en plantas de producción.

Tabla 4.5 Plantilla Propuesta para Procedimiento Operativo Estandarizado (SOP)

GREEN MEDICAL	PROCEDIMIENTO OPERATIVO ESTANDARIZADO	Código: PR-PROD-001
Título del Proceso:	Setup de Máquina Encapsuladora JTJ-V	Versión: 1.0
Área Aplicable:	Producción	Fecha de Aprobación: XX/XX/2025
Responsable:	Operario de Producción	Supervisor: Supervisor de Producción
Paso	Descripción de la Actividad	Puntos de Control / Imagen Clave
1	Verificar limpieza de la máquina y área de trabajo.	Checklist de limpieza debe estar completo.



2	Seleccionar y montar el disco de formato para cápsula "X".	El código del disco debe coincidir con la orden de producción.
3	Calibrar la dosificación del polvo según especificación.	Peso de 10 cápsulas de prueba debe estar en el rango $Y \pm Z$ mg.

Fuente: Elaboración propia

La necesidad de implementar SOPs en Green Medical se vuelve evidente al analizar la raíz de su inestabilidad productiva: la falta de un método de trabajo unificado. Esta carencia se manifiesta de forma crítica en la etapa de 'Realizar Setup de Máquina Encapsuladora', donde la dependencia de la pericia individual provoca una fluctuación de tiempo de hasta 30 minutos por cambio (45 a 75 minutos), introduciendo un $\pm 25\%$ de variabilidad que desestabiliza toda la planificación posterior. Esta inconsistencia no es un hecho aislado, ya que se replica en otras tareas como el ajuste de la bomba de llenado, confirmando que la estandarización es una necesidad transversal y no puntual.

Se evalúa que la adopción de SOPs tendría un impacto directo y significativo en la eficiencia y fiabilidad del proceso. Basado en estudios de casos similares, es razonable proyectar una reducción de la variabilidad en los tiempos de ciclo a menos de $\pm 10\%$. Esto no solo aumentaría la utilización efectiva de los equipos, sino que también disminuiría la tasa de errores y defectos al inicio de un nuevo lote. Adicionalmente, los SOPs simplificarían la capacitación de nuevo personal y, fundamentalmente, establecerían una línea base de rendimiento estable, condición indispensable para cualquier iniciativa de mejora continua (Kaizen).

La creación de los SOPs requeriría la conformación de un equipo multifuncional, involucrando a operarios experimentados, supervisores de producción y personal de control de calidad para documentar, validar y optimizar el mejor método de trabajo. La inversión principal consistiría en horas-hombre para el desarrollo, validación y posterior capacitación del personal. Es crucial que los SOPs sean documentos visuales, claros y accesibles directamente en la estación de trabajo para asegurar su correcta aplicación.



4.2.1.2. Evaluación de la Adopción de la Metodología 5S

La metodología 5S es una filosofía de gestión Lean enfocada en la creación y mantenimiento de espacios de trabajo organizados, limpios y de alta eficiencia. Se compone de cinco etapas secuenciales: Seiri (Eliminar lo innecesario), Seiton (Ordenar lo útil), Seiso (Limpiar e inspeccionar), Seiketsu (Estandarizar las mejoras) y Shitsuke (Mantener la disciplina).

Tabla 4.6 Impacto Conceptual de la Implementación de 5S en la Estación de Trabajo

ANTES (Situación Actual)	DESPUÉS (Estado Propuesto con 5S)
[Un dibujo simple o esquema de un área de trabajo desordenada]	[Un dibujo del mismo lugar, pero ordenado]
Anotaciones:	Anotaciones:
• Herramientas sin lugar fijo.	• Tablero de sombras para herramientas.
• Exceso de materiales en el suelo.	• Áreas demarcadas en el suelo para materiales.
• Tiempos de búsqueda elevados.	• "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar".
• "Muda de Movimiento" evidente.	• Flujo de trabajo visual y eficiente.

Fuente: Elaboración propia

La metodología 5S se presenta como la solución fundamental para atacar uno de los desperdicios más palpables en el día a día de Green Medical: la 'Muda de Movimiento'. El diagnóstico reveló que un entorno de trabajo desorganizado, especialmente durante el sensible proceso de setup, obliga a los operarios a perder tiempo valioso en la búsqueda de herramientas y materiales. Estos movimientos innecesarios no solo prolongan la duración de las tareas sin agregar valor, sino que, como se ha demostrado, contribuyen directamente a la variabilidad de tiempos que se busca eliminar, justificando así la implementación de un sistema que garantice un espacio de trabajo ordenado y eficiente.

Primordialmente, se proyecta una reducción significativa en el tiempo de preparación de las máquinas al asegurar que todas las herramientas y componentes necesarios estén claramente identificados, ordenados y al alcance de la mano, permitiendo una ubicación



rápida. Adicionalmente, la etapa de limpieza sistemática (Seiso) fomenta la inspección de los equipos, lo que puede aumentar su vida útil y prevenir averías. A nivel general, la metodología mejoraría la gestión visual del área de producción, aumentaría la seguridad y fomentaría una cultura de disciplina y trabajo en equipo, sentando las bases para la implementación exitosa de otras herramientas Lean.

La adopción de 5S es un proceso cultural que requiere el compromiso visible de la gerencia y la participación activa de todos los colaboradores. Su implementación comenzaría con sesiones de capacitación, seguidas de talleres prácticos en las áreas piloto (por ejemplo, el área de encapsulado). Se realizarían "jornadas de etiquetas rojas" para eliminar elementos innecesarios y se definirían estándares visuales (marcas en el suelo, tableros de sombras para herramientas) para el nuevo orden. El éxito a largo plazo dependería del establecimiento de auditorías periódicas y rutinas de mantenimiento para sostener la disciplina y asegurar que los beneficios perduren.

4.2.2. Eje de Acción 2: Alternativas para la Flexibilización y Mejora del Flujo

Mientras la estandarización crea una base estable, la flexibilización permite a la empresa adaptarse a la variabilidad de la demanda y optimizar el flujo de valor. Este eje de acción se enfoca en atacar las restricciones más severas del proceso productivo de Green Medical, como el cuello de botella, la mala gestión de inventarios y los largos tiempos de preparación, que en conjunto limitan su agilidad y capacidad de crecimiento.

4.2.2.1. Evaluación de Alternativas para el Cuello de Botella: Re-balanceo vs. Sistema Kanban

1. Descripción de las Alternativas El diagnóstico del VSM identificó de manera inequívoca un cuello de botella crítico en la estación de "Envasar y Contar Cápsulas". Un cuello de botella es la etapa del proceso con la menor capacidad, y dicta el ritmo de producción de todo el sistema. Para gestionarlo, se evalúan dos alternativas principales:

- **Alternativa A: Re-balanceo de Línea (Inversión).** Consiste en aumentar la capacidad de la estación restrictiva para alinearla con la del proceso anterior,



generalmente mediante la adquisición de maquinaria adicional o de mayor rendimiento.

- **Alternativa B: Sistema Kanban (Control de Flujo).** Es una herramienta del sistema "Pull" de Lean Manufacturing que controla el flujo de producción mediante señales visuales (tarjetas o contenedores). En lugar de "empujar" la producción, cada estación solo produce cuando la siguiente estación le envía una señal, limitando así la acumulación de inventario en proceso (WIP).

La justificación es la evidencia directa del VSM: la máquina encapsuladora puede procesar 10,000 cápsulas/hora , mientras que la máquina contadora solo procesa 6,000 cápsulas/hora. Este desbalance es la causa directa de la acumulación de un inventario en proceso de entre 24,000 y 30,000 cápsulas, lo que representa una masiva "Muda de Espera" y "Muda de Sobreproducción". Atacar este punto es la acción de mayor impacto potencial para mejorar el flujo.

Ambas alternativas ofrecen beneficios distintos. El Re-balanceo de Línea atacaría directamente la restricción de capacidad, permitiendo que el rendimiento global del sistema se acerque al potencial de la encapsuladora, lo que podría aumentar la producción total significativamente. Sin embargo, implica una alta inversión de capital y el riesgo de simplemente mover el cuello de botella a otra parte del proceso si no se analiza de forma integral. Por otro lado, el Sistema Kanban no aumenta la capacidad máxima, pero sí elimina la sobreproducción, reduciendo drásticamente el WIP (potencialmente en un 80-90%), el caos en el área de producción, y el Lead Time total. Es una solución de bajo costo y rápida implementación que mejora la gestión visual y la eficiencia del flujo actual.

Para el Re-balanceo, la consideración principal es un análisis financiero detallado (ROI, VAN, período de recuperación) de la inversión en maquinaria. Para el Kanban, se requeriría definir las reglas del sistema (tamaño del lote de transferencia, número de contenedores/tarjetas Kanban) y una capacitación exhaustiva del personal de producción para que comprendan y respeten el sistema de señales.



Tabla 4.7 Cuadro Comparativo de Alternativas para la Gestión del Cuello de Botella

Criterio de Evaluación	Alternativa A: Re-balanceo de Línea (Inversión)	Alternativa B: Implementación de Sistema Kanban
Impacto en la Capacidad	Alto. Aumenta directamente el rendimiento máximo del sistema.	Nulo. No aumenta la capacidad, pero optimiza el flujo existente.
Reducción de WIP	Moderado. Reduce el WIP al acelerar el proceso, pero no lo controla activamente.	Muy Alto. Elimina la sobreproducción y limita el WIP a un nivel predefinido.
Inversión Requerida	Alta. Requiere la compra de nueva maquinaria.	Muy Baja. Requiere contenedores/tarjetas y capacitación.
Tiempo de Implementación	Largo. Depende de la compra, instalación y puesta en marcha del equipo.	Corto. Puede implementarse en semanas.
Complejidad y Riesgo	Alto. Riesgo financiero y de mover el cuello de botella a otra estación.	Bajo. Es reversible y su principal desafío es el cambio cultural.

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.2. Evaluación de un Sistema de Planificación y Control de Inventarios (ABC/MRP)

Esta alternativa propone sustituir el sistema actual de planificación basado en hojas de cálculo y pronósticos erráticos por un enfoque más estructurado, combinando dos herramientas:

- **Análisis ABC:** Es una técnica de categorización de inventarios basada en el principio de Pareto, que clasifica los artículos en tres categorías (A, B, C) según su importancia económica para aplicar esfuerzos de control diferenciados.
- **MRP (Planificación de Requerimientos de Material):** Es un sistema que calcula las necesidades de materias primas y componentes a partir del plan de producción, generando órdenes de compra y de fabricación de manera sincronizada.

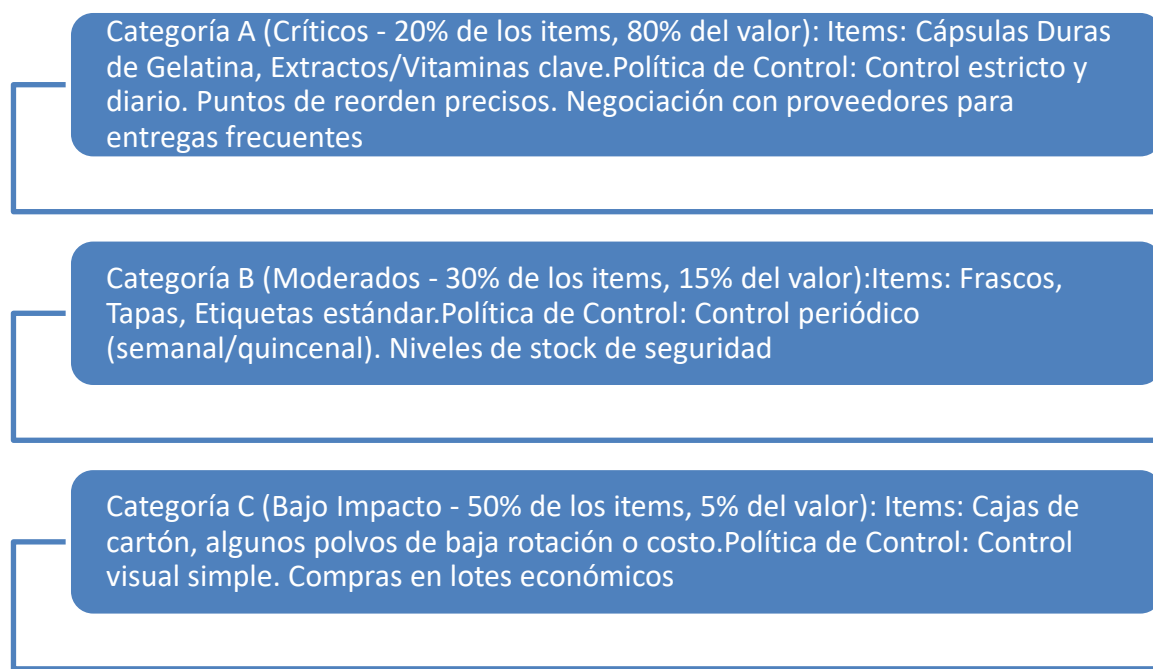
El sistema actual ha demostrado ser ineficaz, generando un doble problema: exceso de stock para ciertos polvos (75 días de inventario y 6% de pérdida anual por vencimiento) y faltantes críticos para otros componentes como las cápsulas duras (paradas de producción de

hasta 8 horas, dos veces al mes). Esto se debe a la incapacidad de gestionar la variabilidad de la demanda y la falta de una priorización clara de los insumos.

La implementación de un sistema ABC/MRP permitiría a Green Medical establecer políticas de inventario diferenciadas. Los artículos Clase A (críticos, como las cápsulas) recibirían un control estricto para evitar faltantes, mientras que los Clase C (de menor impacto) se gestionarían con reglas más simples. El MRP sincronizaría las compras con la producción real, reduciendo drásticamente las pérdidas por vencimiento y eliminando las paradas por falta de material. Se evalúa que esto podría reducir el inventario total y mejorar el capital de trabajo en más de un 20%.

La principal consideración es la necesidad de un software (existen sistemas MRP escalables para pymes) y, más importante aún, la disciplina para mantener la integridad de los datos (registros de inventario precisos, listas de materiales -BOM- correctas). Requiere una inversión inicial en tecnología y una capacitación rigurosa del personal de planificación y almacén.

Figura 4.13: Aplicación Conceptual del Análisis ABC a Materias Primas de Green Medical



Fuente: Elaboración propia

4.2.2.3. Evaluación de la Implementación de la Técnica SMED

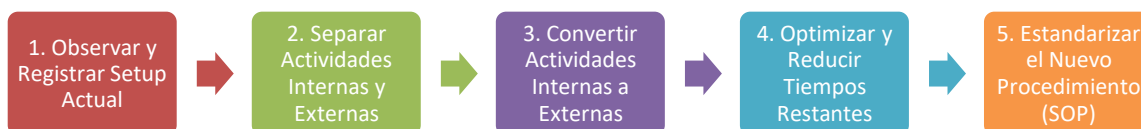
SMED (Single-Minute Exchange of Die) es una metodología Lean cuyo objetivo es reducir drásticamente el tiempo de preparación y cambio de formato en una máquina, idealmente a menos de 10 minutos. Esto se logra analizando el proceso de setup, separando las actividades "internas" (que solo pueden hacerse con la máquina parada) de las "externas" (que pueden prepararse mientras la máquina aún está produciendo), y optimizando ambas.

La justificación es el largo y variable tiempo de setup de 45 a 75 minutos en la máquina encapsuladora. Un tiempo de preparación tan largo obliga a la empresa a producir en grandes lotes para minimizar el impacto de las paradas, lo que a su vez reduce drásticamente su flexibilidad para adaptarse a pedidos más pequeños o cambios en la demanda.

El impacto principal de SMED es el aumento de la flexibilidad. Al reducir el tiempo de cambio, se hace económicamente viable producir en lotes más pequeños, permitiendo a Green Medical responder más ágilmente a la demanda de sus clientes. Un estudio citado en el marco teórico demostró una reducción de 45 a 12 minutos en un caso similar. Esto también incrementaría la capacidad efectiva de la máquina (mayor OEE) al reducir el tiempo que permanece inactiva.

La implementación de SMED requiere la formación de un equipo Kaizen, el análisis detallado de la operación de setup actual (idealmente con una grabación en video), y la colaboración de los operarios para proponer e implementar mejoras. La inversión puede ser baja, enfocándose en la reorganización del trabajo y la preparación de herramientas, aunque en algunos casos puede requerir modificaciones menores en la maquinaria.

Figura 4.14: Fases Propuestas para la Implementación de SMED



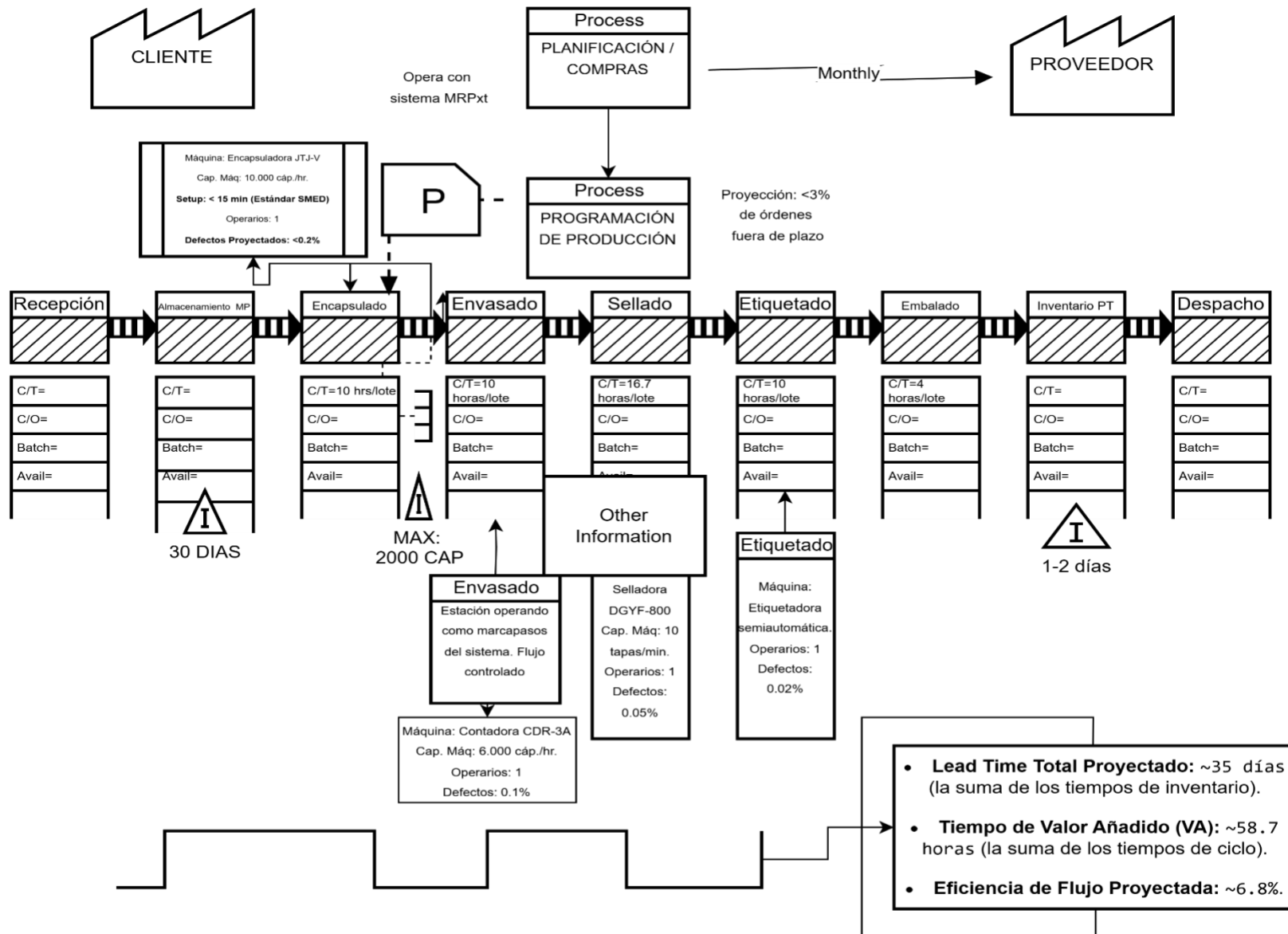
Fuente: Elaboración propia



4.3 Diseño del Plan de Mejoramiento Integral para la Gestión Operativa.

Tras haber evaluado las distintas alternativas para la estandarización y flexibilización de los procesos, el siguiente paso consiste en diseñar un sistema integral que materialice las mejoras propuestas. La herramienta fundamental para visualizar este nuevo sistema es el Mapa de la Cadena de Valor del Estado Futuro (VSM Futuro). Este diagrama no es una simple predicción, sino un diseño deliberado que muestra cómo operaría el flujo de producción de suplementos encapsulados una vez implementadas las soluciones clave como el sistema Kanban, la técnica SMED y una planificación de inventarios optimizada. Su propósito es contrastar el estado "antes" con el "después" y cuantificar los beneficios esperados en términos de eficiencia, tiempo y reducción de desperdicios.

4.15 Mapa de la Cadena de Valor del Estado Futuro



Fuente: Elaboración propia



El VSM Futuro (Figura 4.17) ilustra la transformación radical del proceso productivo que se lograría mediante la implementación de las alternativas propuestas. A diferencia del estado actual, caracterizado por un flujo interrumpido y un sistema productivo tipo job shop mal programado, el estado futuro opera bajo los principios de flujo continuo y producción "pull", resultando en una operación más ágil, predecible y eficiente. Los principales cambios y sus impactos se detallan a continuación.

La transformación del flujo productivo se articula en torno a la eliminación del cuello de botella entre la encapsulación y el envasado. Esta mejora, la más significativa de la propuesta, se logra mediante un sistema Kanban que sincroniza la producción y erradica la sobreproducción masiva.

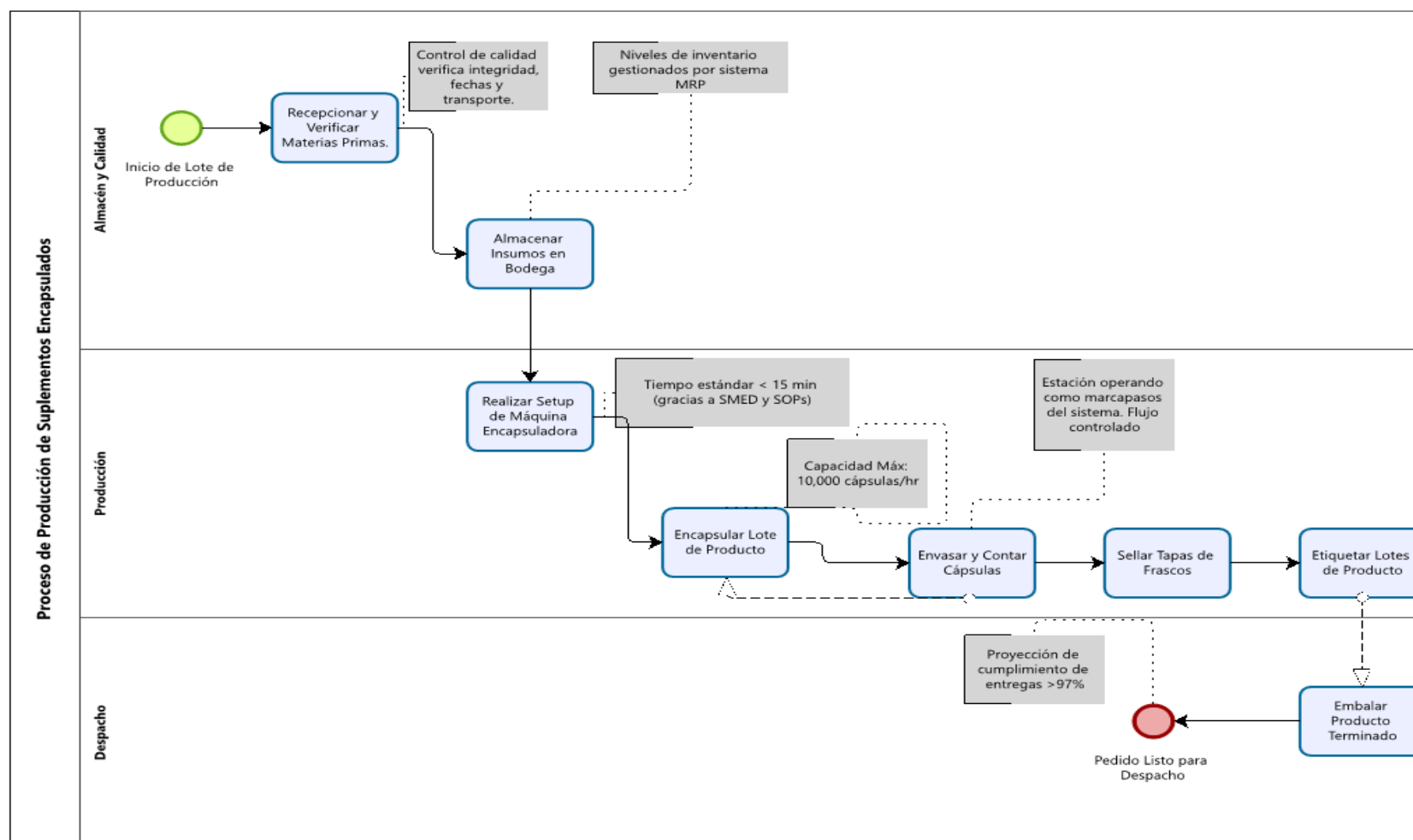
Para que este nuevo flujo "pull" sea sostenible y ágil, es fundamental la aplicación de la técnica SMED. Esta herramienta habilita la flexibilidad del sistema al reducir el tiempo de setup de la encapsuladora a un estándar predecible inferior a 15 minutos, haciendo viables los lotes de producción más pequeños.

A su vez, la estabilidad de todo el sistema se afianza desde el inicio de la cadena de valor, donde la transición a una planificación basada en MRP y análisis ABC optimiza la gestión de materias primas, mitigando tanto las pérdidas por vencimiento como los quiebres de stock.

El resultado consolidado de estas mejoras es una drástica reducción del Lead Time total del proceso, que se proyecta disminuir de un rango de 73.9-86.4 horas a aproximadamente 35 días, con una eficiencia de flujo proyectada del 6.8%. Esto se traduce directamente en una mayor velocidad de respuesta al cliente, proyectando un cumplimiento de entregas superior al 97%, una reducción de costos operativos y un aumento significativo en la eficiencia general del flujo.



Figura 4.16: Mapa de la Cadena de Valor del Estado Futuro (VSM Futuro) Propuesto



Fuente: Elaboración propia



El diagrama de proceso del estado futuro para Green Medical representa mucho más que una simple secuencia de tareas optimizadas; visualiza una transformación fundamental en el paradigma operativo de la empresa, pasando de un sistema reactivo y caótico a uno proactivo, sincronizado y controlado. La modificación más significativa es la introducción de un flujo de mensaje hacia atrás desde la estación de envasado hasta la de encapsulado, una representación visual de la señal Kanban. Este elemento es clave, pues evidencia el cambio de una lógica "push", donde la producción se empujaba hacia adelante generando acumulaciones masivas, a una lógica "pull", donde el trabajo es solicitado por la siguiente estación solo cuando existe una capacidad real para procesarlo, sincronizando así toda la línea.

Esta transformación se fundamenta en la estabilización de los procesos. La variabilidad, que antes era una fuente constante de incertidumbre, ha sido atacada directamente, como lo demuestra la nueva anotación de un tiempo de setup estándar inferior a 15 minutos, producto de la implementación de SMED y SOPs. Al eliminar la dependencia de la pericia individual y estandarizar las operaciones críticas, el proceso se vuelve predecible, una condición indispensable para un flujo continuo y fiable.

En este nuevo contexto, la estación de envasado, antes el principal cuello de botella, asume un rol estratégico como el "marcapasos" del sistema. En lugar de ser una restricción que genera caos, ahora dicta el ritmo de toda la producción de manera controlada, asegurando que ninguna etapa anterior trabaje a un ritmo que el sistema no pueda absorber. Este control se extiende hacia atrás en la cadena de valor, donde la gestión de inventarios, ahora administrada por un sistema MRP, asegura la disponibilidad de insumos de manera proactiva, eliminando las costosas paradas por faltantes y las pérdidas por vencimiento que plagaban el estado anterior.

El diagrama demuestra de forma concluyente que la suma de estas mejoras internas se traduce directamente en un valor tangible para el cliente. El resultado final del proceso ya no es un deficiente 18% de órdenes fuera de plazo, sino una proyección de cumplimiento de entregas superior al 97%. Esto ilustra la tesis central de la gestión de operaciones: la excelencia operativa en la planta no es un fin en sí mismo, sino el medio para lograr la satisfacción del cliente, la competitividad en el mercado y la sostenibilidad del negocio



4.3.2 Plan de Implementación por Fases

Un plan de mejoramiento de esta magnitud no puede ser implementado de una sola vez. Se requiere un enfoque por fases para gestionar el cambio de manera efectiva, asegurar la correcta asimilación por parte del equipo y obtener victorias tempranas que motiven a la organización. A continuación, se propone un plan de implementación estructurado en tres fases lógicas, cada una con sus actividades, responsables, plazos y métricas de éxito.

Tabla 4.2: Plan de Implementación por Fases para el Mejoramiento Operativo

Fase	Título de la Fase	Actividades Clave	Responsables Sugeridos	Plazo Estimado	Indicador de Éxito de la Fase
1	Fundamentos y Estabilización (Quick Wins)	• Capacitación general en Lean Manufacturing. • Implementación de 5S en el área de encapsulado • Desarrollo y validación de Procedimientos Operativos Estandarizados (SOPs) para el setup de la encapsuladora y el envasado.	Jefe de Producción, Equipo Kaizen (multifuncional).	1-3 meses	• Reducción de la variabilidad en tiempos de setup (base: $\pm 25-30\%$) • Mejora en los indicadores de orden y limpieza del área piloto.
2	Control del Flujo y Flexibilización	• Diseño e implementación del sistema Kanban entre encapsulado y envasado. • Realización de talleres prácticos SMED para reducir los tiempos de setup. • Medición del nuevo Lead	Equipo Kaizen, Operarios Líderes, Supervisores.	3-6 meses	• Reducción del WIP a menos de 2,000 unidades (base: 24k-30k cápsulas) • Disminución del tiempo de setup en al menos un



		Time del proceso.			70% (base: 45-75 min).
3	Optimización con Sistemas de Información	• Realización del Análisis ABC de todas las materias primas. • Selección e implementación del sistema MRP. • Creación e implementación del tablero de control de KPIs.	Gerencia, Jefe de Compras y Planificación, Jefe de Producción.	6-12 meses	• Reducción de quiebres de stock de insumos críticos a cero (problema base en) • Disminución de pérdidas por vencimiento en al menos un 80% (base: 6% anual).

Fuente: Elaboración propia

4.3.3 Sistema de Monitoreo del Desempeño y Control (KPIs)

Para asegurar la sostenibilidad de las mejoras implementadas y fomentar una cultura de mejora continua, es indispensable establecer un sistema de monitoreo basado en Indicadores Clave de Desempeño (KPIs). La siguiente tabla detalla el tablero de control (dashboard) propuesto, que permitirá a la gerencia de Green Medical tomar decisiones basadas en datos y verificar el impacto real del plan de mejoramiento.

Tabla 4.3: Dashboard de Control con Indicadores Clave de Desempeño (KPIs) Propuestos

Categoría	Indicador (KPI)	Descripción y Relevancia	Meta Propuesta
Flujo y Nivel de Servicio	OTIF (On-Time In-Full)	Mide el porcentaje de órdenes entregadas a tiempo y completas. Ataca directamente el problema de incumplimiento del 18%.	>97%



	Lead Time Total de Producción	Mide el tiempo total desde que se lanza una orden hasta que el producto está listo para despacho.	< 64 horas (base: 73.9-86.4 hrs)
Eficiencia y Productividad	OEE (Overall Equipment Effectiveness)	Mide la eficiencia real de la maquinaria crítica (encapsuladora y contadora), combinando su disponibilidad, rendimiento y calidad.	>80%
	Variabilidad del Tiempo de Setup	Mide la desviación del tiempo real de preparación de la máquina respecto al nuevo estándar. Ataca la inconsistencia operativa.	< $\pm 10\%$ (base: $\pm 25\%$)
Gestión de Inventario	Nivel de Inventario en Proceso (WIP)	Monitorea la cantidad de cápsulas en espera entre encapsulado y envasado. Mide el éxito del sistema Kanban.	< 2,000 unidades (base: 24k-30k)
	Días de Inventario de Materias Primas	Mide el nivel de stock de insumos clave. Ataca el problema de sobre-inventario y pérdida por vencimiento.	< 30 días para polvos (base: 75 días)
	Tasa de Quiebres de Stock	Mide la frecuencia con la que faltan insumos críticos (ej. cápsulas), causando paradas de producción.	0 eventos por mes (base: 2 veces/mes)
Calidad	Tasa de Defectos (PPM)	Mide las Partes Por Millón defectuosas en cada etapa clave del proceso (Encapsulado, Envasado, etc.).	Reducción del 50%

Fuente: Elaboración propia

Costos Asociados

El presente análisis proporciona una base sólida para la toma de decisiones estratégicas en la gestión financiera del proyecto. Su objetivo es evaluar la viabilidad económica de la implementación del plan de mejoramiento operativo en la planta de elaboración de suplementos alimenticios de Green Medical.



4.3.4 Inversiones

Tal como se muestra en la Tabla 4.10, se detalla el monto total de la inversión requerida para llevar a cabo el plan de mejoramiento, la cual totaliza \$35,835,380. Estas son inversiones principalmente en activos intangibles, necesarios para ejecutar con éxito la transformación propuesta.

Tabla 4.10 Inversiones del Plan de Mejoramiento

Ítem	Cantidad	Valor Unitario	Total
Intangibles			
Diagnóstico y Consultoría Externa en Lean	1	\$7,476,080	\$7,476,080
Capacitación del Personal (Lean, 5S, SMED)	1	\$9,345,100	\$9,345,100
Implementación de Sistema MRP y Tablero de KPIs	1	\$11,214,200	\$11,214,200
Diseño y Estandarización de Procesos (SOPs y Kanban)	1	\$5,000,000	\$5,000,000
Contingencias (10%)	1	\$2,800,000	\$2,800,000
Total Inversión			\$35,835,380

Fuente: Elaboración propia, 2025

La inversión inicial de aproximadamente \$35.8 millones de pesos se concentra en activos intangibles, lo cual es característico de proyectos de mejora de gestión. La partida más significativa, con más de \$11 millones, se asigna a la implementación de sistemas de información (MRP y KPIs), reconociendo la tecnología como un habilitador clave para la planificación y el control. Le sigue la capacitación del personal con más de \$9 millones, lo que subraya la importancia del factor humano en la adopción de nuevas metodologías como Lean, 5S y SMED. El resto de la inversión se distribuye en la consultoría inicial, el diseño



de los nuevos procesos y un fondo de contingencia para mitigar riesgos imprevistos.

4.3.5 Ingresos (Ahorros Operativos Anuales)

Los ingresos del proyecto no provienen de ventas nuevas, sino de los **ahorros y eficiencias** generados por la implementación del plan de mejoramiento. Estos ahorros se proyectan de forma conservadora para el primer año y se espera que crezcan a una tasa anual del 5% en los años siguientes.

Tabla 4.11 Ingresos por Ahorros Anuales (Año 1)

Descripción	Monto
Reducción de pérdidas por vencimiento de MP (6% anual)	\$8,000,000
Disminución de horas extra por mejor planificación y flujo	\$5,000,000
Mejora en gestión de compras (MRP) y menos urgencias	\$4,000,000
Aumento de capacidad por reducción de setups (SMED)	\$5,000,000
Reducción de costos por reprocesos o defectos de calidad	\$3,000,000
Total Ahorros Anuales (Año 1)	\$25,000,000

Fuente: Elaboración propia, 2025

La tabla 4.11 detalla los ahorros anuales proyectados, que suman \$25 millones para el primer año. Es crucial destacar que estos "ingresos" representan costos evitados y están directamente vinculados a los problemas diagnosticados en el Capítulo IV. La fuente de ahorro más importante, con \$8 millones, proviene de la eliminación de la pérdida por vencimiento de materias primas, un beneficio directo de la implementación del sistema MRP y la mejora en la rotación de inventarios. Los ahorros por disminución de horas extra y aumento de capacidad son consecuencia directa de la estabilización del flujo de producción y la reducción de los tiempos de setup gracias a Kanban y SMED.



Tabla 4.12 Ingresos (Ahorros) Proyectados a 5 Años

Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
\$25,000,000	\$26,250,000	\$27,562,500	\$28,940,625	\$30,387,656

Fuente: Elaboración propia, 2025

Esta tabla ilustra el carácter sostenible y creciente de los beneficios del proyecto. Se ha aplicado una tasa de crecimiento conservadora del 5% anual, que busca reflejar tanto los ajustes por inflación como los efectos de la mejora continua, donde la optimización de procesos sigue generando eficiencias incrementales año tras año.

4.3.6 Costos Operacionales del Plan

Se estiman los costos adicionales necesarios para mantener y sostener el nuevo sistema de gestión.

Costos Fijos: Son los costos recurrentes para el mantenimiento del nuevo sistema. Se proyecta un incremento anual del 4.5% (tasa de inflación estimada).

Tabla 4.13 Costos Fijos Anuales

Ítems	Cantidad	Valor Unitario	Total Anual
Papelería y materiales para gestión visual (5S, Kanban)	1	\$280,000	\$280,000
Reuniones de seguimiento del equipo Kaizen	1	\$200,000	\$200,000
Supervisión y control administrativo del plan	1	\$375,000	\$375,000
Costos administrativos menores	1	\$233,600	\$233,600
Total Costos Fijos (Año 1)			\$1,088,600

Fuente: Elaboración propia, 2025



Costos Indirectos: Son los gastos asociados al soporte del nuevo modelo operativo.

Tabla 4.14 Costos Indirectos Anuales

Ítems	Cantidad	Valor Unitario	Total
Supervisión y seguimiento interno del plan	1	\$1,121,000	\$1,121,000
Mantenimiento y actualización de KPIs	1	\$500,000	\$500,000
Soporte Técnico y Licencias (Software MRP)	1	\$300,000	\$300,000
Total Costos Indirectos (Año 1)			**\$1,921,000**

Fuente: Elaboración propia, 2025

4.3.7 Flujo de Caja y Evaluación Financiera

Para evaluar la viabilidad del proyecto, se construye un flujo de caja puro a 5 años, considerando una tasa de descuento del 11.3% (basada en el modelo CAPM más una tasa de inflación estimada del 4.5%).

Tabla 4.15 Flujo de Caja Proyectado (en CLP)

DETALLE	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
(+) Ingresos (Ahorros)		25,000,000	26,250,000	27,562,500	28,940,625	30,387,656
(-) Costos Operacionales		-3,009,600	-3,145,032	-3,286,558	-3,434,454	-3,588,004
(-) Inversión	-35,835,380					
(-) Amortización Intangible		-5,067,076	-5,067,076	-5,067,076	-5,067,076	-5,067,076
(=) Utilidad antes de Imp.		16,923,324	18,037,892	19,208,866	20,439,095	21,732,576
(-) Impuestos (25%)		-4,569,297	-4,870,231	-5,186,394	-5,518,556	-5,867,796
(=) Utilidad después de Imp.		12,354,027	13,167,661	14,022,472	14,920,539	15,864,780
(+) Amortización Intangible		5,067,076	5,067,076	5,067,076	5,067,076	5,067,076
(=) FLUJO DE CAJA	-35,835,380	17,421,103	18,234,737	19,089,548	19,987,615	20,931,856

Fuente: Elaboración propia, 2025



Para determinar una tasa de descuento apropiada que refleje el riesgo del proyecto y el costo de oportunidad del capital para Green Medical, se utilizó el modelo de valoración de activos de capital (CAPM). Los componentes de este modelo se han seleccionado con base en el contexto del mercado chileno:

- Se adoptó una Tasa Libre de Riesgo (R_f) del 5.63%, correspondiente al rendimiento promedio de los bonos del Banco Central de Chile a 10 años, considerados un instrumento de inversión sin riesgo soberano.
- Se utilizó un Beta (β) de 1.1, el cual es consistente con el riesgo sistémico de empresas en el sector industrial/manufacturero en Chile, indicando una volatilidad ligeramente superior a la del mercado en su conjunto.
- El Rendimiento de Mercado (R_m) del 6.45% se basa en el rendimiento promedio histórico del S&P IPSA, el principal índice bursátil chileno.
- A este resultado se le adiciona la tasa de inflación estimada por el Banco Central para obtener la tasa de descuento final del proyecto.

Tabla 4.16 Indicadores de Viabilidad Financiera

Indicador	Resultado	Interpretación
VAN (Valor Actual Neto)	\$31,335,045	Positivo (>0). El proyecto es rentable y genera valor por sobre la tasa de descuento exigida.
TIR (Tasa Interna de Retorno)	42%	Superior a la tasa de descuento (11.3%). El proyecto ofrece una alta rentabilidad.
Payback (Periodo de Recuperación)	2.01 años	La inversión inicial se recupera al inicio del segundo año.
ROI (Retorno sobre la Inversión)	220%	Por cada peso invertido, se obtiene un retorno neto de \$2.2 a lo largo de los 5 años.

Fuente: Elaboración propia, 2025

Los indicadores financieros confirman de manera contundente la conveniencia de la



inversión. El Valor Actual Neto (VAN) positivo de más de \$31 millones significa que, después de cubrir la inversión inicial y la rentabilidad mínima exigida del 11.3%, el proyecto todavía genera un valor excedente sustancial para Green Medical. La Tasa Interna de Retorno (TIR) del 42% es excepcionalmente alta, indicando que la rentabilidad intrínseca del proyecto es casi cuatro veces superior al costo de oportunidad del capital. El período de recuperación (Payback) de solo 2 años es muy atractivo, ya que implica un bajo riesgo y una rápida recuperación del capital. Finalmente, el Retorno sobre la Inversión (ROI) del 220% demuestra una eficiencia sobresaliente en el uso de los recursos invertidos. En conjunto, estos indicadores ofrecen una sólida justificación financiera para la ejecución del plan de mejoramiento.

4.3.8 Análisis de Escenarios

Mientras que el análisis de sensibilidad evalúa el impacto de una variable a la vez, un análisis de escenarios proporciona una visión más realista del riesgo al combinar simultáneamente las variaciones de los factores más críticos. Para este proyecto, se han definido tres escenarios que consideran cambios conjuntos en los dos factores de mayor incertidumbre: los ahorros anuales generados y el costo de la inversión inicial.

Tabla 4.17 Análisis de Escenarios del Proyecto

Variable	Escenario Pesimista	Escenario Realista (Base)	Escenario Optimista
Variación en Ahorros Anuales	-20%	0%	+15%
Variación en Inversión Inicial	+15%	0%	-10%
VAN Resultante (CLP)	\$10,218,451	\$31,335,045	\$51,114,942
TIR Resultante	25%	42%	58%

Fuente: Elaboración propia, 2025

El análisis por escenarios demuestra la excepcional solidez del proyecto de mejoramiento. En el Escenario Realista, que utiliza las proyecciones base, el proyecto genera un valor actual neto de más de \$31 millones con una TIR del 42%. Lo más destacable es que,



incluso en un Escenario Pesimista, donde los ahorros son un 20% menores de lo esperado y la inversión resulta un 15% más costosa, el proyecto sigue siendo financieramente viable, arrojando un VAN positivo de más de \$10 millones y una TIR del 25%, la cual todavía supera con creces la tasa de descuento del 11.3%. En un Escenario Optimista, donde las sinergias y eficiencias superan las expectativas, el valor generado para la empresa podría ascender a más de \$51 millones. Esta capacidad de mantener la rentabilidad en escenarios adversos y de potenciarla en condiciones favorables otorga a la gerencia un alto grado de confianza para la aprobación y ejecución del plan..

4.3.9 Beneficios Cualitativos y Estratégicos

Más allá de los sólidos indicadores financieros, la implementación del plan de mejoramiento generará una serie de beneficios cualitativos que, si bien son difíciles de cuantificar en un flujo de caja, tienen un impacto profundo y duradero en la competitividad y sostenibilidad de Green Medical. El principal beneficio intangible es la instauración de una cultura de mejora continua. El proyecto introduce metodologías como 5S y Kanban que empoderan a los empleados para identificar y solucionar problemas en su origen, pasando de un modelo reactivo a uno proactivo. Esto se traduce en un aumento en la moral y satisfacción del personal, que ahora trabajará en un entorno más ordenado, seguro y con menos frustraciones operativas.

Estratégicamente, la reducción del Lead Time y el aumento de la flexibilidad productiva (gracias a SMED) otorgan a Green Medical una mayor agilidad para responder a las oportunidades y cambios del mercado. La empresa podrá introducir nuevos productos o ajustar sus volúmenes de producción más rápidamente que sus competidores. Finalmente, la mejora en el cumplimiento de entregas (OTIF >97%) fortalecerá la reputación de la marca, consolidando la lealtad de los clientes actuales y facilitando la captación de nuevos, posicionando a Green Medical como un proveedor fiable y de alta calidad en la creciente industria de suplementos.

CONCLUSIONES



1. Esta investigación se propuso diseñar un plan de mejoramiento para los procesos productivos de Green Medical, con el fin de resolver las ineficiencias críticas que limitan su capacidad competitiva en un mercado de suplementos alimenticios en plena expansión. Tras un diagnóstico exhaustivo y el diseño de una propuesta integral, este estudio concluye que la causa de los problemas de la empresa no reside en fallas aisladas, sino en un paradigma de producción "push" sistémicamente desbalanceado y carente de estandarización, para el cual se ha diseñado una solución viable tanto operativa como financieramente.
2. En cumplimiento del primer objetivo específico, el análisis de la situación actual, mediante herramientas como el Mapeo de la Cadena de Valor (VSM) y el modelado de procesos (BPMN), permitió identificar y cuantificar las causas raíz de la congestión operativa. Se concluyó que el problema más severo es un cuello de botella en la estación de envasado, provocado por un desbalance de capacidad entre la máquina encapsuladora (10,000 cápsulas/hr) y la contadora (6,000 cápsulas/hr). Este desbalance es directamente responsable de la acumulación de un inventario en proceso (WIP) de hasta 30,000 cápsulas y de una significativa "Muda de Espera". Adicionalmente, se cuantificó una alta variabilidad en los procesos, con desviaciones de hasta $\pm 25\%$ en los tiempos de setup, y una deficiente gestión de inventarios que provoca pérdidas anuales del 6% por vencimiento de materias primas.
3. Respecto al segundo objetivo específico, la evaluación de alternativas permitió determinar que la solución requería un enfoque integrado de la filosofía Lean Manufacturing. Se concluyó que un sistema Kanban es la contramedida más eficaz y de bajo costo para controlar el flujo y erradicar la sobreproducción. Asimismo, se determinó que la estandarización a través de SOPs y 5S es fundamental para mitigar la variabilidad del proceso, mientras que la técnica SMED es clave para aumentar la flexibilidad productiva, y un sistema MRP es la herramienta idónea para optimizar la planificación de inventarios.
4. En función del tercer objetivo específico, este estudio diseñó con éxito un plan de mejoramiento integral y viable. La propuesta, materializada en los diagramas de



estado futuro, proyecta resultados cuantitativos transformadores: la reducción del Lead Time total de ~80 días a ~35 días , la disminución del WIP de hasta 30,000 a un máximo controlado de 2,000 unidades , la estandarización del setup a menos de 15 minutos , y la mejora del cumplimiento de entregas (OTIF) a más del 97%. La viabilidad del plan se asegura mediante una hoja de ruta para su implementación por fases y un sistema de monitoreo con KPIs.

5. Finalmente, el estudio financiero concluye que la implementación del plan es altamente rentable y financieramente robusta. A pesar de una inversión inicial de ~\$35.8 millones, el proyecto arroja un Valor Actual Neto (VAN) positivo de \$31,335,045 y una excepcional Tasa Interna de Retorno (TIR) del 42%, superando con creces la tasa de descuento del 11.3%. El rápido período de recuperación de la inversión de solo 2.01 años y la solidez demostrada en el análisis de escenarios confirman que los beneficios económicos, derivados de los ahorros operativos, justifican plenamente la inversión.
6. En definitiva, esta tesis demuestra que la transformación de Green Medical hacia un modelo de gestión Lean no es solo una opción para mejorar la eficiencia, sino un imperativo estratégico que le permitirá capitalizar las oportunidades de un mercado en crecimiento, fortaleciendo su competitividad, su rentabilidad y su relación con los clientes.

LIMITACIONES

Para contextualizar adecuadamente los hallazgos y propuestas de esta memoria, es fundamental reconocer el alcance y las fronteras de la investigación. Estas limitaciones no



demeritan la validez del trabajo, sino que lo enmarcan dentro de un contexto específico y realista.

- ✓ En primer lugar, el estudio presenta un **diseño conceptual y una propuesta teórica** de mejoramiento. En consecuencia, los resultados proyectados, como la significativa reducción del Lead Time y el aumento de la eficiencia de flujo, son estimaciones fundamentadas en la aplicación de metodologías Lean y no han sido validados a través de una implementación práctica en la planta de Green Medical. La verificación empírica de estos beneficios y su impacto real en la operativa diaria queda, por tanto, fuera del alcance de este trabajo y se plantea como un paso posterior.

- ✓ Asimismo, el análisis se centró de manera exclusiva en la **línea de producción de suplementos encapsulados**, la cual fue identificada como la más crítica durante la fase de diagnóstico. Si bien la metodología de análisis empleada (VSM, BPMN) es replicable, las conclusiones y soluciones específicas aquí presentadas no deben generalizarse de forma automática a las otras líneas de productos de la empresa, como las de líquidos o cápsulas blandas. Cada una de estas líneas posee dinámicas y restricciones propias que requerirían un estudio particular para diseñar intervenciones efectivas.

- ✓ Otra frontera relevante del estudio es la **ausencia de un análisis financiero exhaustivo**. Aunque se proponen inversiones estratégicas como la adquisición de un sistema MRP o nueva maquinaria para el re-balanceo de la línea, la evaluación detallada de su retorno de la inversión (ROI), costos de licenciamiento, implementación y mantenimiento no forma parte del alcance de esta memoria. Dicho análisis financiero constituiría una fase subsecuente y necesaria para la toma de decisiones por parte de la gerencia de Green Medical.



- ✓ Por último, es relevante considerar la naturaleza de las fuentes de información. El análisis diagnóstico se nutre tanto de datos operativos como de la valiosa perspectiva cualitativa del personal de Green Medical, obtenida mediante entrevistas. Como es característico de los métodos cualitativos, esta información refleja la experiencia y percepción de los colaboradores, lo que, si bien ofrece una profunda riqueza contextual al estudio, introduce una dimensión de subjetividad inherente al proceso de recolección de datos.

DISCUSIÓN

El diagnóstico operativo de Green Medical revela que las dificultades de la empresa, como los retrasos y el incumplimiento en las entregas, no son problemas aislados, sino



síntomas de una disfunción sistémica más profunda. El hallazgo más crítico de este estudio es que la planta opera bajo una filosofía "push", donde un severo desbalance de capacidad entre la máquina encapsuladora (10,000 cápsulas/hr) y la contadora (6,000 cápsulas/hr) provoca un cuello de botella crónico. Esta restricción no es meramente un problema técnico; es la causa directa de la acumulación de un masivo inventario en proceso (WIP) de hasta 30,000 cápsulas, una manifestación tangible de los desperdicios (*Muda*) de sobreproducción y espera que la filosofía Lean busca erradicar.

De manera complementaria, la alta variabilidad en los tiempos de ciclo, especialmente la desviación de $\pm 25\%$ en el setup de la máquina encapsuladora, se interpreta como una barrera fundamental para la predictibilidad y el control del proceso. Esta inconsistencia, atribuida a la falta de procedimientos estandarizados y a la dependencia de la pericia individual, impide cualquier esfuerzo genuino de mejora continua. Sin una base de rendimiento estable, es imposible medir el verdadero impacto de cualquier cambio, perpetuando un ciclo de operación reactiva.

Finalmente, el análisis de la gestión de inventarios expone una clara desconexión entre la planificación y la operación real. La coexistencia de un exceso de stock de materias primas perecederas, que resulta en una pérdida anual del 6%, junto a faltantes críticos de componentes como las cápsulas que detienen la producción, es la evidencia de un sistema de planificación deficiente basado en pronósticos erráticos. Este desbalance no es un simple problema de almacén, sino un reflejo de la falta de un sistema de información integrado que alinee las compras y la programación con las necesidades reales de la planta.

Los resultados de esta investigación dialogan y se ven reforzados por los antecedentes presentados en el marco teórico. Los hallazgos en Green Medical son consistentes con los de Vásquez (2023) en Fuxion Biotech, quien también identificó la variabilidad de procesos como un obstáculo clave y demostró la efectividad del VSM como herramienta diagnóstica. De manera similar, la propuesta de un sistema de control de inventarios basado en la priorización (Análisis ABC) y la planificación de requerimientos (MRP) se alinea directamente con las soluciones desarrolladas por Contreras (2021) para Laboratorio FNL, validando la pertinencia de estas estrategias para la industria chilena de suplementos.

La efectividad de las soluciones propuestas en este plan se ve respaldada por la literatura. La implementación de un sistema Kanban para controlar el flujo, tal como se



propone para solucionar el cuello de botella, ha demostrado reducir los desperdicios en más de un 24% en contextos similares, según Cabezas et al.(2023). Asimismo, la recomendación de aplicar la técnica SMED para reducir los tiempos de setup y aumentar la flexibilidad encuentra un sólido respaldo en la evidencia de Ribeiro et al. (2022), quienes lograron mejoras sustanciales en la eficiencia de formato en la industria alimentaria. Esto confirma que las herramientas seleccionadas no son meramente teóricas, sino que cuentan con una validación empírica en el sector.

Las implicaciones de este trabajo para Green Medical trascienden la simple optimización de métricas. La implementación del plan propuesto implica un cambio de paradigma cultural, pasando de una mentalidad de producción en masa a una cultura de flujo continuo, calidad en la fuente y mejora continua. Abordar la "resistencia del personal" a través de la capacitación y la participación activa será tan crucial como la implementación técnica de las herramientas. Para la gerencia, esto significa liderar un proceso de transformación que requiere compromiso, comunicación y una nueva forma de tomar decisiones basadas en datos.

Para la industria de suplementos alimenticios en Chile, este estudio aporta un caso de estudio detallado sobre cómo aplicar principios Lean Manufacturing a un sector con desafíos particulares, como la alta variabilidad de la demanda y las crecientes exigencias regulatorias como la Ley REP. Demuestra que estas herramientas son robustas y adaptables, ofreciendo un camino viable para que las empresas nacionales mejoren su competitividad en un mercado en plena expansión. Este trabajo, por tanto, contribuye con evidencia práctica al cuerpo de conocimiento sobre la gestión de operaciones en el contexto productivo chileno.

REFERENCIAS

Adiveter. (2021). La gestión de las operaciones, su importancia en la calidad y productividad de plantas de alimentos balanceados <https://www.adiveter.com/la-gestion-de-las->



[operaciones-su-importancia-en-la-calidad-y-productividad-de-plantas-de-alimentos-balanceados/](#)

AEtech. (2024). Productividad y eficiencia industrial. <https://www.aetech.biz>

Agriculture Canada. (2023). Customized Report Services – Dietary supplements market in Chile. <https://agriculture.canada.ca/en/international-trade/market-intelligence/reports/customized-report-services-dietary-supplements-market-chile>

ALANUR (Asociación Latinoamericana de Nutrición y Salud). (2018). Regulación de Suplementos Alimenticios en América Latina. <https://alanurla.org/wp-content/uploads/2025/05/etiquetado.pdf>

Álvarez, J. C. E., & Altamirano, K. L. (2019). Modelo de gestión y control de inventarios para la determinación de los niveles óptimos en la cadena de suministros de la Empresa Modesto Casajoana Cía. Ltda. 593 Digital Publisher CEIT, 4(3), 19-39.

Amendola, L., & Depool, T. (2020). Tips para la transformación digital en la Gestión de Activos. Arias, F. G. (2018). El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica. Editorial Episteme. <https://www.pmmlearning.com/wp-content/uploads/2021/02/Articulo-La-gestion-de-activos-sera-clave-en-las-Implementaciones-de-Digital-Business-Model-en-la-Industria.pdf>

Barbosa-Correa, R. A., & Prada-Angarita, L. M. (2016). Variables relevantes para la medición de la calidad percibida del servicio bancario. Dyna, 83(197), 212-221. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0012-73532016000300028&script=sci_arttext

Barcia Villacreses, K. F., & Hidalgo Castro, D. S. (2013). Implementación de una metodología con la técnica 5S para mejorar el área de matricería de una empresa extrusora de aluminio. Revista Tecnológica - ESPOL, 18(1), 69-75. <https://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/226>

Cabezas, A., et al. (2023). Lean Manufacturing para mejorar la productividad en una empresa metalmeccánica. Repositorio Universidad Wiener. <https://repositorio.uwiener.edu.pe/server/api/core/bitstreams/796961a5-81f5-4556-9221-150ed005c496/content>

Calle, A., Sandoval, P., Castillo, J., Córdova, P., & Larrain, J. (2020). Diseño de una planta procesadora de gelatina a partir de la harina de camu camu en Piura. Piura. Trabajo de Grado no publicado

Calle, J. (2024). Reducción de las paradas de planta aplicando el mapeo de la cadena de valor (VSM) y cambios rápidos (SMED) de la metodología Lean Manufacturing. Industrial Data, 27(1). http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-99932024000100025



Castillo González, J. A. (2024). Propuesta de diseño para la optimización de rendimientos en la línea de sólidos orales en un laboratorio farmacéutico (Master's thesis). <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/29411>

Contreras, P. (2021). Modelo de administración de inventarios para Laboratorio FNL. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/181709>

Cura, H. M. (2017). Las ‘cinco S’: Una filosofía de trabajo, una filosofía de vida. En Organización, productividad y conocimiento: Trabajos presentados en el Congreso de Productividad.

Custom Market Insights. (2025). Dietary Supplements Market Report. <https://www.custommarketinsights.com/report/dietary-supplements-market/>

Deming, W. (1996). Calidad, Productividad y Competitividad: La Salida de la Crisis. Ed. Díaz de Santos. <https://www.eumed.net/libros-gratis/2011e/1084/mejoramiento.html>

Eco, U. (2018). Cómo se hace una tesis: técnicas y procedimientos de estudio, investigación y escritura. Editorial Gedisa.

Euromonitor International. (2024). Vitamins and Dietary Supplements in Chile. <https://www.euromonitor.com/dietary-supplements-in-chile/report>

Freyr Solutions. (2024). Chile's EPR Law (Ley REP): Manufacturer's Compliance Guide. <https://www.freyrsolutions.com/>

Grand View Research. (2024). <https://www.grandviewresearch.com/info/reports-and-publications>

Harrington, J. (1993). Business Process Improvement: The Breakthrough Methodology that Leads to World-class Status. Ernst & Young. https://books.google.com/books/about/Business_Process_Improvement.html?id=pyZAHQAACAAM

Heizer, J., & Render, B. (2023). Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management. Pearson.

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2018). Metodología de la investigación. McGraw-Hill Interamericana.

International Alliance of Dietary/Food Supplement Associations (IADSA). (2019). *Global State of the Market Report*. <https://www.iadsa.org/>

International Trade Administration. (2025). *Chile - Country Commercial Guide: Healthcare*. <https://www.trade.gov/chile-country-commercial-guide>



ISO. (2018). ISO 22000:2018. Food safety management systems — Requirements for any organization in the food chain. International Organization for Standardization.

Kaizen Institute. (2025). Case Studies in Lean Manufacturing. <https://www.lean.org/the-lean-post/articles/lean-management-case-studies-library/>

Krippendorff, K. (2013). Content Analysis: An Introduction to Its Methodology. SAGE Publications.

Liker, J. K. (2004). The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill.

MarketsandMarkets. (2024). Personalized Nutrition Market Report. <https://www.marketsandmarkets.com/>

Marte, C. (2020). Cómo hacer un Value Stream Mapping (VSM). AMBIT BST. <https://www.ambit-bst.com/blog/c%C3%B3mo-hacer-un-value-stream-mapping-vsm>

Matías, J. C., & Idoipe, A. V. (2013). Lean Manufacturing; Conceptos, Técnicas e Implantación. Fundación EOI. https://fabricacion.industriales.upm.es/wp-content/uploads/2022/04/EOI_LeanManufacturing_2013.pdf

Mazur, M., Korenko, M., Žitňák, M., Shchur, T., Kielbasa, P., Dostál, P., & Idzikowski, A. (2024). Implementation and benefits of the 5S method in improving workplace organisation—a case study. Management Systems in Production Engineering.

Mecalux. (2024). Tendencias de gestión de inventarios en la industria y la logística. <https://www.mecalux.es/blog/tendencias-gestion-inventario>

Pérez de Velasco, J. A. (2004). Gestión de la calidad y mejora continua. ESIC Editorial.

Precedence Research. (2025). *Dietary Supplements Market - Global Industry Analysis*. <https://www.precedenceresearch.com/dietary-supplements-market>

Ribeiro, M. A. S., Santos, A. C. O., de Amorim, G. D. F., de Oliveira, C. H., da Silva Braga, R. A., & Netto, R. S. (2022). Analysis of the implementation of the single minute exchange of die methodology in an agroindustry through action research. *Machines*, 10(5), 287. <https://www.mdpi.com/2075-1702/10/5/287>

Sepúlveda, S., (2016). Planta De Producción De Suplementos Alimentarios. Repositorio Académico de la Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/140077/Sepulveda%20%20Carre%C3%B1o%20%20Silvia.pdf?sequence=1>

Shewhart, W. A. (1931). *Economic Control of Quality of Manufactured Product*. D. Van Nostrand Company.

Stevenson, W. J. (2020). *Operations Management*. McGraw-Hill Education.

