



Propuesta de mejora para las líneas de producción de reacondicionamiento de envases plásticos, metálicos e isotanques. Caso de estudio empresa Canecas Pulido

Línea de Investigación: Gestión Organizacional

Enfoque: Gestión de Procesos

Asignatura que soporta la Investigación: Mejora de Procesos

Carlos Andrés Pérez Mora

Institución Universitaria Politécnico Gran Colombiano

Maestría en Ingeniería Industrial

Bogotá D.C., Colombia

CONTENIDO

Resumen		7
1. Título De La Propuesta		8
3. Planteamiento Del Problema		9
4. Objetivos		10
3.1 Objetivo General		10
3.2. Objetivos Específicos		10
5. Justificación		11
6. Marco Teórico		12
5.1. Marco Conceptual		12
<i>Productividad</i>		12
<i>Benchmarking</i>		12
<i>Mejora de Procesos</i>		14
<i>Value Stream Mapping</i>		14
<i>Metodologías Agiles</i>		16
<i>Scrum</i>		17
<i>Extreme Programming</i>		19
<i>Kanban</i>		20
<i>Agile Inception</i>		22
<i>Kaizen</i>		22
<i>Six Sigma</i>		23
<i>Proceso de Análisis Jerárquico (AHP)</i>		24
<i>Simulación de Eventos Discretos</i>		25
5.2. Estado del Arte		27

	<i>Metodologías Ágiles para Desarrollo de Proyectos en la Gestión de las Organizaciones Públicas en Colombia.</i>	27
	<i>Plan de Mejoramiento para la PMO de Itelca S.A.S. En el Marco de las Metodologías Ágiles.</i>	27
	<i>Aplicación de Metodologías Ágiles para la Gestión de Proyectos de Construcción.</i>	28
	<i>Evaluación de Metodologías Ágiles Aplicada a la Ingeniería de Requerimientos</i>	29
	<i>Metodologías Ágiles en la Mejora de la Gestión de Proyectos en la Empresa Inmobiliaria Dean Valdivia Inversiones SAC, Lima – 2020.</i>	29
	<i>Metodologías Ágiles y su Impacto en la Cultura Organizacional: Estudio en una Empresa de Business Process Outsourcing</i>	30
	<i>Metodologías Ágiles para Mejorar la Calidad del Software en una Entidad del Estado, Lima 2021</i>	30
	<i>Sistematización de la Literatura en Metodologías Ágiles de Desarrollo De Software</i>	31
7.	Metodología	31
	6.1. Enfoque	32
	<i>Enfoque Cuantitativo</i>	32
	6.2 Nivel de Investigación	33
	<i>Investigación Descriptivo</i>	33
	6.3 Diseño de Investigación	33
	6.4 Población y Muestra	34
	<i>Población</i>	34
	<i>Muestra</i>	34
	6.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	35
	6.6 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	35
	6.7. Definición de Hipótesis, Variables e Indicadores	35
8.	Resultados Esperados	37

8.1. Diagnóstico de los Procesos Realizados en Cada Línea de Reacondicionamiento....	37
<i>Tipo B- Envase IBC</i>	38
<i>Tipo C- Tambor Cerrado</i>	40
<i>Tipo D- Tambor Abierto</i>	41
8.2. Evaluación y Selección de la Metodología Ágil más Conveniente para este modelo productivo.....	43
<i>Ventajas y Desventajas de las Metodologías Ágiles</i>	43
<i>Pruebas de Comparación</i>	47
<i>Evaluación de las diferentes metodologías</i>	48
8.3. Propuesta para Mejorar la Productividad en los Procesos Productivos de la Empresa.	58
<i>Análisis de Procesos</i>	59
<i>Equilibrado de líneas de producción</i>	65
<i>Formación y Capacitación del Personal</i>	71
<i>Estrategias de seguimiento y control en la operación.</i>	73
<i>Medición, Seguimiento y Mejora Continua</i>	73
9. Trabajos Futuros	75
10. Cronograma	77
11. Conclusiones	78
Bibliografía	79

Índice de Figuras

Figura 1	13
Figura 2	14
Figura 3	17
Figura 4	19
Figura 5	21
Figura 6	24
Figura 7	26
Figura 8	28
Figura 9	32
Figura 10	37
Figura 11	38
Figura 12	39
Figura 13	40
Figura 14	42
Figura 15	49
Figura 16	61
Figura 17	61
Figura 18	62
Figura 19	62
Figura 20	65
Figura 21	66
Figura 22	66
Figura 23	66
Figura 24	67
Figura 25	68
Figura 26	69
Figura 27	69
Figura 28	70
Figura 29	70
Figura 30	71
Figura 31	71
Figura 32	76

Índice de Tablas

Tabla 1	36
Tabla 2	43
Tabla 3	44
Tabla 4	44
Tabla 5	45
Tabla 6	46
Tabla 7	46
Tabla 8	48
Tabla 9	50
Tabla 10	51
Tabla 11	51
Tabla 12	52
Tabla 13	52
Tabla 14	53
Tabla 15	54
Tabla 16	54
Tabla 17	55
Tabla 18	55
Tabla 19	56
Tabla 20	59
Tabla 21	60
Tabla 22	60
Tabla 23	63
Tabla 24	63
Tabla 25	63
Tabla 26	64

Resumen

La organización Canecas Pulido, una empresa pequeña dedicada al reacondicionamiento de envases plásticos y metálicos, ha experimentado un notable crecimiento en los últimos años. Este crecimiento se debe a sus precios competitivos y la calidad de sus productos, respaldada por certificaciones como ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001. Sin embargo, la empresa enfrenta desafíos en la eficiencia de sus líneas de producción, lo que afecta su productividad y competitividad.

Para abordar esta problemática, se llevará a cabo un estudio que analizará la aplicación de metodologías ágiles en las líneas de producción de la empresa. Se realizará un benchmarking de diferentes herramientas ágiles para evaluar cuál de ellas podría ser más beneficiosa para Canecas Pulido. La metodología consistirá en comparar las herramientas disponibles, diagnosticar los procesos actuales y formular una propuesta para implementar la metodología más adecuada. Se espera que la aplicación de la metodología ágil seleccionada permita mejorar la eficiencia de las líneas de producción, lo que llevará a un aumento en la productividad y competitividad de la organización. La comparación de herramientas ágiles proporcionará una solución específica adaptada a las necesidades de Canecas Pulido.

Esta investigación es crucial para la organización, ya que busca optimizar sus procesos de producción, lo que podría significar un incremento significativo en su capacidad competitiva en el mercado. La mejora en la productividad no solo fortalecerá la posición de la empresa frente a sus competidores, sino que también permitirá un mejor aprovechamiento de los recursos y una mayor satisfacción de los clientes.

Palabras clave. Productividad, Metodologías Ágiles, líneas de producción.

1. Título De La Propuesta

Propuesta de mejora para las líneas de producción de reacondicionamiento de envases plásticos, metálicos e isotanques. Caso de estudio empresa Canecas Pulido

2. Introducción

En el entorno empresarial actual, caracterizado por una constante evolución económica y un mercado cada vez más competitivo, la eficiencia operativa es fundamental para el éxito y la sostenibilidad de las empresas. Canecas Pulido, una compañía especializada en el reacondicionamiento de envases plásticos, metálicos e isotanques, enfrenta el desafío de mejorar la productividad de sus líneas de producción para mantenerse a la vanguardia en un sector en constante cambio. En respuesta a las demandas crecientes de eficiencia y calidad, y a las presiones derivadas de la reciente pandemia, la empresa necesita mejorar el uso de sus recursos financieros, humanos, tecnológicos y de infraestructura para alcanzar mayores niveles de competitividad y reducir costos sin sacrificar la calidad de sus productos.

Este trabajo de grado propone una estrategia integral basada en metodologías ágiles para mejorar la productividad en las líneas de reacondicionamiento de Canecas Pulido. Las metodologías ágiles, conocidas por su capacidad para fomentar la flexibilidad y la eficiencia operativa, ofrecen una solución innovadora para enfrentar los desafíos actuales y futuros. Este enfoque permitirá a la empresa no solo mejorar sus procesos operativos, sino también establecer un modelo de mejores prácticas que pueda ser replicado en sus distintas sedes y servir como referencia para otras empresas del sector.

En este marco, el objetivo de este trabajo es diseñar una propuesta basada en metodologías ágiles para mejorar las líneas de reacondicionamiento de envases en Canecas Pulido. Para lograr esto, se llevará a cabo un diagnóstico exhaustivo de los procesos actuales, se evaluarán alternativas metodológicas y se definirán indicadores clave de productividad. Además, se realizará un estado del arte sobre metodologías ágiles y sus aplicaciones en procesos de reacondicionamiento, proporcionando un marco teórico robusto que sustente la propuesta. Esta investigación no solo pretende resolver los desafíos inmediatos de la empresa, sino también ofrecer herramientas y conocimientos aplicables a futuros escenarios de cambio y crecimiento, promoviendo la reutilización de envases y contribuyendo al desarrollo sostenible.

3. Planteamiento Del Problema

En un contexto económico marcado por la incertidumbre y la necesidad de adaptación, la eficiencia en los procesos operativos se convierte en un factor crítico para la supervivencia y el crecimiento de las empresas. En particular, Canecas Pulido, dedicada al reacondicionamiento de tambores metálicos y plásticos, enfrenta el reto de mejorar la productividad de sus líneas de reacondicionamiento para mantenerse competitiva en un mercado cada vez más exigente. La empresa debe mejorar el uso de sus recursos financieros, humanos, tecnológicos y de infraestructura para incrementar su eficiencia operativa y reducir costos, sin sacrificar la calidad de sus productos y servicios. Este trabajo de grado propone desarrollar una estrategia integral basada en principios de ingeniería industrial que permita a Canecas Pulido no solo alcanzar un nivel superior de competitividad en el ámbito nacional, sino también establecer un modelo de mejores prácticas que pueda ser replicado en sus diferentes sedes y servir como referencia para otras empresas del sector. A través de un enfoque sistemático y metodológico, se busca no solo resolver los desafíos actuales, sino también dotar a la empresa de herramientas y conocimientos aplicables a futuros escenarios de cambio y crecimiento.

La llegada de una pandemia fue algo significativo para las organizaciones a nivel mundial y esto ha ocasionado que las empresas se reorganicen y busquen estrategias para poder continuar con sus labores sin afectar su productividad. A través de un enfoque sistemático y metodológico, se busca no solo resolver los desafíos actuales, sino también dotar a la empresa de herramientas y conocimientos aplicables a futuros escenarios de cambio y crecimiento.

En respuesta a la pandemia, muchas empresas –especialmente las grandes- han hecho avances significativos en cuanto a impulsar la productividad a través de la automatización, la digitalización y la reorganización de las operaciones, incluido un cambio rápido al trabajo desde casa, para impulsar la eficiencia y la resiliencia. (Tyson & Mischke, 2021)

Según La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) “Para 2022 se espera un crecimiento de 3,2%, superior al indicado en agosto pasado, pero para el próximo año el organismo prevé que la desaceleración se acentúe en América Latina y el Caribe, con un crecimiento de 1,4% en 2023, en una coyuntura sujeta a importantes restricciones tanto externas como domésticas.” (CEPAL, 2022).

En Colombia, las organizaciones deben crear estrategias para poder competir con empresas de Clase Mundial las cuales cuentan con estándares muy altos en calidad de sus productos y/o servicios, innovación y productividad. “Según datos entregados por el DANE, la revisión preliminar de la productividad de 2020 deja un -0,60%” (Valora Analitik, 2020) lo que hace que para el 2021 los empresarios busquen la manera para poder aumentar la productividad en sus organizaciones.

Canecas Pulido, es una empresa dedicada a la comercialización, almacenamiento, transporte y reacondicionamiento de tambores metálicos, plásticos e Isotanques. Cuenta con operación a nivel nacional y sedes en Bogotá, Cali y Cartagena. El proceso de reacondicionamiento de los tambores incluye la protección, tratamiento, distribución y gestión de los productos en cualquier etapa de la cadena de reutilización, reciclaje u otras formas que puedan generar valor en los recursos socioeconómicos y ambientales.

¿Cómo a partir de la integración de metodologías ágiles se puede definir una propuesta para las líneas de reacondicionamiento de envases plásticos, metálicos e isotanques que mejore los indicadores de productividad global en la empresa Canecas Pulido?

4. Objetivos

3.1 Objetivo General

Diseñar una propuesta basado en metodologías ágiles para mejorar la productividad de las líneas de reacondicionamiento de envases plásticos, metálicos e IBC de la empresa Canecas Pulido.

3.2. Objetivos Específicos

- a. Diagnosticar los procesos de las líneas de reacondicionamiento de envases plásticos, metálicos e IBC de la empresa Canecas Pulido.
- b. Evaluar las diferentes alternativas de metodologías ágiles que pueden implementarse en líneas de reacondicionamiento de envases plásticos, metálicos e IBC de la empresa Canecas Pulido.

- c. Definir los indicadores de productividad sobre los cuales se estructura la propuesta para mejorar en las líneas de reacondicionamiento de envases plásticos, metálicos e IBC de la empresa Canecas Pulido.

5. Justificación

El presente proyecto surge como una oportunidad estratégica para que Canecas Pulido mejore la productividad en sus líneas de reacondicionamiento de tambores plásticos, metálicos e isotanques. Mejorar estas líneas permitirá maximizar la capacidad instalada, reducir los tiempos de reacondicionamiento y, en última instancia, incrementar las ventas de la empresa. En este contexto, la adopción de metodologías ágiles se presenta como una solución valiosa, dado su enfoque en la flexibilidad, la eficiencia y la mejora continua.

Las metodologías ágiles, inicialmente diseñadas para la gestión de proyectos de software, han demostrado ser efectivas en diversas industrias debido a su capacidad para adaptarse rápidamente a los cambios y mejorar la colaboración entre equipos. Según un estudio reciente de Rigby, Sutherland y Noble (Rigby, Sutherland, & Noble, 2018), las metodologías ágiles permiten a las organizaciones responder con mayor rapidez a las variaciones del mercado y a las demandas de los clientes, facilitando la implementación de mejoras continuas y ajustes en tiempo real. Esta capacidad es especialmente relevante para Canecas Pulido, que enfrenta un entorno operativo en constante evolución y necesita ajustar sus procesos de reacondicionamiento de manera efectiva.

Adicionalmente, un análisis de Dingsøyr y Lassenius (2021) revela que la adopción de prácticas ágiles contribuye significativamente a la mejora en los resultados de productividad y a una gestión más eficiente de los procesos. Estas prácticas fomentan la retroalimentación constante y la adaptación de estrategias basadas en el análisis de datos en tiempo real, lo que permite a las organizaciones identificar y mitigar factores que afectan la productividad de manera proactiva (Dingsøyr & Lassenius, 2021).

Implementar metodologías ágiles en los procesos de reacondicionamiento de Canecas Pulido permitirá una gestión más eficaz de los recursos y una mayor capacidad para enfrentar desafíos operativos. La propuesta de este proyecto no solo se enfoca en resolver los problemas actuales de productividad, sino que también busca establecer un modelo de mejores prácticas que pueda ser replicado en diferentes sedes de la empresa. Este enfoque permitirá a Canecas Pulido

mejorar sus indicadores de productividad global, al mismo tiempo que fomenta la reutilización y el reciclaje de envases, contribuyendo al crecimiento sostenible y a la protección del medio ambiente.

Adoptando metodologías ágiles, Canecas Pulido podrá ajustar sus procesos de reacondicionamiento, maximizar la capacidad instalada y reducir los tiempos de reacondicionamiento, lo que incrementará su competitividad en el mercado. Además, la metodología ágil ofrecerá un marco estructurado y flexible para realizar ajustes continuos, alineando la eficiencia operativa con los objetivos de sostenibilidad y responsabilidad social de la empresa.

6. Marco Teórico

5.1. Marco Conceptual

Productividad.

Productividad es una medida clave en la gestión y el análisis de la eficiencia en la producción de bienes o servicios. En términos generales, se refiere a la relación entre la cantidad de producción obtenida y los recursos utilizados para generar esa producción (Carro Paz & Gonzalez Gomez, 2012).ca

Definición de Productividad

Según la RAE Productividad se puede definir como relación entre lo producido y los medios empleados, tales como mano de obra, materiales, energía, etc. En otras palabras, mide cuán eficazmente se combinan los recursos para lograr un output determinado.

Cálculo de Productividad

El cálculo de la productividad varía dependiendo del tipo de recurso y del contexto en el que se aplica. A continuación, se presenta la fórmula más comunes para calcular la productividad

$$Productividad = \frac{Salidas}{Entradas}$$

(Carro Paz & Gonzalez Gomez, 2012).

Benchmarking.

El benchmarking es un proceso basado en datos que te ayuda a establecer tus propios estándares para medir el éxito. Definir puntos de referencia es una forma sencilla de establecer expectativas claras para tu equipo (Raeburn, 2024). Este análisis comparativo ayuda a identificar las metodologías que han demostrado ser más eficaces en contextos similares, lo que facilita la

selección de la técnica más adecuada para el equipo y el proyecto específicos. Al adoptar las mejores prácticas observadas, se puede mejorar el rendimiento, mejorar la eficiencia y minimizar riesgos, asegurando una implementación ágil más efectiva y alineada con las necesidades del negocio.

Benchmarking es una palabra originaria del inglés, traducida al español significa, “punto de referencia y se define como tomar como punto de referencia a los mejores competidores y adoptar sus estrategias y procesos para mejorar determinadas áreas de su organización” (Universitas Miguel Hernandez, 2022).

Una definición similar la cual es descrita por Quintana (2021) dice que “el benchmarking es un proceso de comparación referencial usado por las empresas para medir y mejorar la calidad y el rendimiento de sus productos, servicios y procesos” (Quintana, 2021).

Para darle más claridad a la definición sobre qué es benchmarking y qué es un benchmark, se puede considerar los siguientes términos que se usan en español para referirse a dichos conceptos:

Benchmarking: Evaluación comparativa

Benchmark: Punto de referencia

Figura 1

Conceptos de Benchmarking y Benchmark.



Nota: Adaptado de Qué es Benchmarking: definición, tipos y ejemplos de Benchmark (Quintana, 2021).

Características del Benchmarking

Se describen las principales características de un Benchmarking según la definición de Quintana (2021).

- “Involucra una comparación.
- Busca mejorar un aspecto específico de la empresa.
- Investiga y analiza estrategias ganadoras de competidores y empresas líderes.
- Implica un proceso continuo.
- Genera nuevas ideas y formas de hacer las cosas” (Quintana, 2021).

Tipos de Benchmarking

Figura 2

Tipos de Benchmarking

Tipo de benchmarking	Definición	Ventajas	Desventajas
<i>Interno</i>	Comparación de actividades similares en diferentes sitios o departamentos de la compañía.	Los datos suelen ser fáciles de recopilar, buenos resultados para las compañías diversificadas.	Campo de visión limitado, sujeta a prejuicios internos.
<i>Comparativo</i>	Comparación de nuestra empresa con nuestro competidor más directo.	Información concerniente a los resultados del negocio. Prácticas o tecnologías comparables.	Dificultad para la recopilación de datos, problemas de ética, actitudes antagónicas.
<i>Funcional</i>	Comparación con organizaciones acreditadas por tener lo más avanzado en productos, servicios o procesos.	Alto potencial para descubrir prácticas innovadoras, tecnologías o prácticas fácilmente transferibles, resultados estimulantes.	Dificultad para transferir prácticas a un medio diferente, alguna información no es transferible.

Nota: Adaptado de (Taborda Betancur, 2020).

Mejora de Procesos

El análisis del proceso actual implica identificar actividades que pueden ser mejoradas, tales como ineficiencias y barreras, con el fin de establecer metas y objetivos claros, definir el flujo de trabajo, y asegurar la adecuada integración y control con otros procesos. Todo esto debe realizarse para que tenga un impacto significativo en el cliente final (HEFLO, S.f.).

Value Stream Mapping

Un VSM (Value Stream Mapping) o mapa de flujo de valor es una forma de analizar el estado actual del proceso productivo y desarrollar un estado futuro más eficiente. Este proceso te

ayuda a visualizar cómo trabajas, lo que te permite descubrir qué áreas necesitan mejoras. (Team Asana, 2024)

El mapa de flujo de valor (VSM) implica cuatro pasos básicos:

- Generar un mapa del proceso actual
- Encontrar y eliminar los desperdicios
- Generar un mapa del proceso mejorado que se utilizará en el futuro
- Implementar el proceso que se utilizará en el futuro

Balanceo de Líneas

El balanceo de líneas es una técnica utilizada en la gestión de la producción para distribuir de manera equilibrada las tareas y actividades en una línea de producción. El objetivo principal es minimizar el tiempo de ciclo y maximizar la eficiencia y productividad del sistema de producción. Esta técnica busca evitar cuellos de botella y desequilibrios en la carga de trabajo entre estas estaciones, asegurando un flujo constante y óptimo de producción. (Ingeniia, 2018)

¿Cuándo es recomendable implementar el balanceo de líneas?

- **Cuellos de botella:** Si una estación de trabajo está constantemente sobrecargada y ralentiza el proceso de producción, es crucial implementar el balanceo de líneas para distribuir las tareas de manera más equitativa y evitar que se convierta en un cuello de botella.
- **Desperdicio de recursos:** Cuando se observa que algunas estaciones de trabajo están poco aprovechadas o que hay trabajadores inactivos debido a desequilibrios en la carga de trabajo, es el momento de aplicar el balanceo de líneas para mejorar la utilización de los recursos y aumentar la eficiencia del sistema de producción.
- **Variabilidad en la demanda:** Si la demanda de productos fluctúa significativamente, el balanceo de líneas puede ayudar a ajustar la capacidad de producción de manera más eficiente y acorde a estas variaciones.
- **Procesos ineficientes:** Si se identifican procesos o tareas que consumen más tiempo del necesario o que causan cuellos de botella, el balanceo de líneas puede ayudar a reorganizar y mejorar los flujos de trabajo, incrementando la eficiencia y reduciendo los tiempos de ciclo.

- **Mejora continua:** Realizar una reevaluación periódica de la distribución de tareas y hacer ajustes cuando sea necesario permitirá mantener un equilibrio óptimo y mejorar continuamente la eficiencia a lo largo del tiempo. (Ingeniia, 2018)

Metodologías Ágiles

Las metodologías ágiles sirven para mejorar la productividad debido a que promueven una gestión flexible y adaptativa de los proyectos. Al enfocarse en ciclos de trabajo cortos y entregas incrementales, permiten ajustes rápidos basados en feedback continuo y cambios en los requisitos, lo que mejora el uso de recursos y minimiza el tiempo perdido en desarrollos que no aportan valor. Además, fomentan la colaboración cercana entre los equipos y las partes interesadas, garantizando que el trabajo se alinee constantemente con las necesidades del cliente y los objetivos del proyecto, lo que resulta en una mayor eficiencia y efectividad en el cumplimiento de metas. En este contexto, la aplicación de la metodología ágil emerge como una estrategia disruptiva que no solo mejora la eficiencia, sino que también está vinculada directamente con el aumento de la productividad (Adelantta, 2023).

Son aquellas que permiten adaptar la forma de trabajo a las condiciones del proyecto, consiguiendo flexibilidad e inmediatez en la respuesta para amoldar el proyecto y su desarrollo a las circunstancias específicas del entorno (Garrido Sotomayor , 2021).

Las metodologías ágiles más utilizadas son:

- Scrum
- Extreme Programming XP
- Kanban
- Agile Inception
- Kaizen
- Six Sigma
- Lean Manufacturing

Como lo menciona el Project Management Institute describiendo la filosofía de dirección de proyectos de Ágil “es muy importante tener en cuenta que Ágil no es una metodología, sino un enfoque que puede utilizar varias metodologías. Ágil usa modelos de organización basados en las personas, la colaboración y los valores compartidos. El Manifiesto de Ágil describe los principios primarios de la filosofía Ágil. Estos son

planificación gradual, entrega iterativa e incremental, respuesta al cambio flexible y rápida, y comunicación abierta entre equipos, interesados y clientes” (Project Management Institute, s.f.).

Scrum

A continuación, se tratará de dar una visual de lo que significa Scrum y sus definiciones y contexto a través de varios autores.

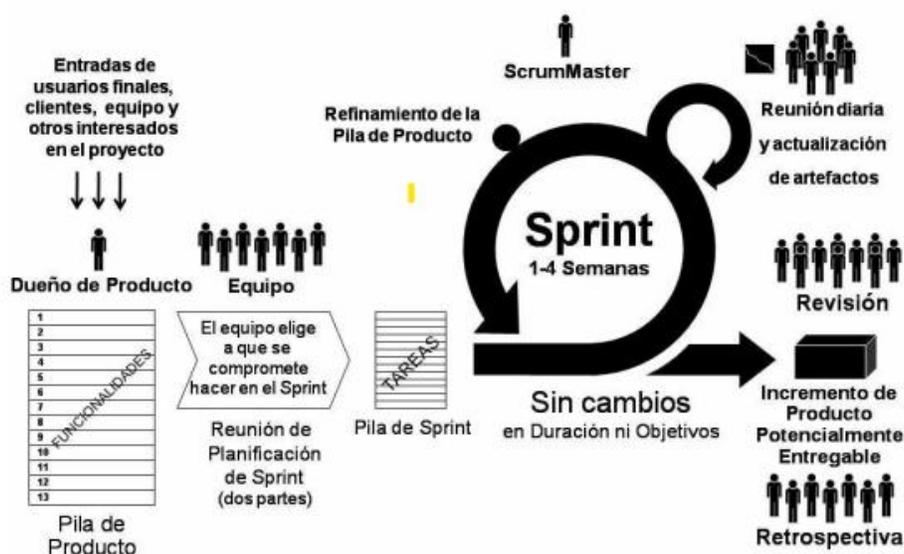
Scrum es un proceso en el que se aplican de manera regular un conjunto de buenas prácticas para trabajar colaborativamente, en equipo, y obtener el mejor resultado posible de un proyecto. Estas prácticas se apoyan unas a otras y su selección tiene origen en un estudio de la manera de trabajar de equipos altamente productivos (Proyectos Agiles, s.f.).

La metodología agile Scrum es “un marco de trabajo por el cual las personas pueden abordar problemas complejos adaptativos, a la vez que entregar productos del máximo valor posible productiva y creativamente” (Sutherland & Schwaber, 2016).

Scrum es un proceso que es liviano, fácil de entender y difícil de llegar a dominar. Scrum es un marco de trabajo de procesos que ha sido usado para gestionar el desarrollo de productos complejos desde principios de los años 90. Scrum no es un proceso o una técnica para construir productos; en lugar de eso, es un marco de trabajo dentro del cual se pueden emplear varios procesos y técnicas. Scrum muestra la eficacia relativa de las prácticas de gestión de producto y las prácticas de desarrollo de modo que se pueda mejorar (Sutherland & Schwaber, 2016).

Figura 3

Los roles, artefactos y eventos principales de Scrum



Nota: Adaptado de The Scrum Primer (Deemer , Benefield , Larman, & Vodde , 2009).

Pilares de Scrum. Hay tres pilares que soportan el control de proceso empírico de Scrum los cuales son: transparencia, inspección y adaptación. Según Sutherland y Schwaber (2016) la transparencia significa que todos los ítems relevantes deben ser visibles para los responsables del resultado así, los observadores puedan compartir un entendimiento común de lo que se está visualizando (pág. 4).

Continuando con lo mencionado por Sutherland y Schwaber (2016) la inspección debe ser realizada con frecuencia verificando los artefactos y el progreso hacia el objetivo para poder hacer seguimiento a detalle y poder rastrear variaciones no deseadas, se debe tener en cuenta que esto no debe interferir con el trabajo. Así mismo, la adaptación habla de la capacidad que se debe tener al momento de observar que uno o más aspectos puedan desviarse y llegar a un resultado inaceptable. Este ajuste debe ser realizado cuanto antes para evitar una desviación grande. (pág. 4)

Scrum Team. El equipo Scrum consiste en un dueño del producto, el equipo de desarrollo y el Scrum Master. Un equipo Scrum debe ser autoorganizados y multifuncionales (Sutherland & Schwaber, 2016).

Sprint. El corazón de Scrum es el Sprint, es un bloque de tiempo (time-box) de un mes o menos durante el cual se crea un incremento de producto “Terminado” utilizable y potencialmente desplegable. Es más conveniente si la duración de los Sprint es consistente

a lo largo del esfuerzo de desarrollo. Cada nuevo Sprint comienza inmediatamente después de la finalización del Sprint anterior (Sutherland & Schwaber, 2016).

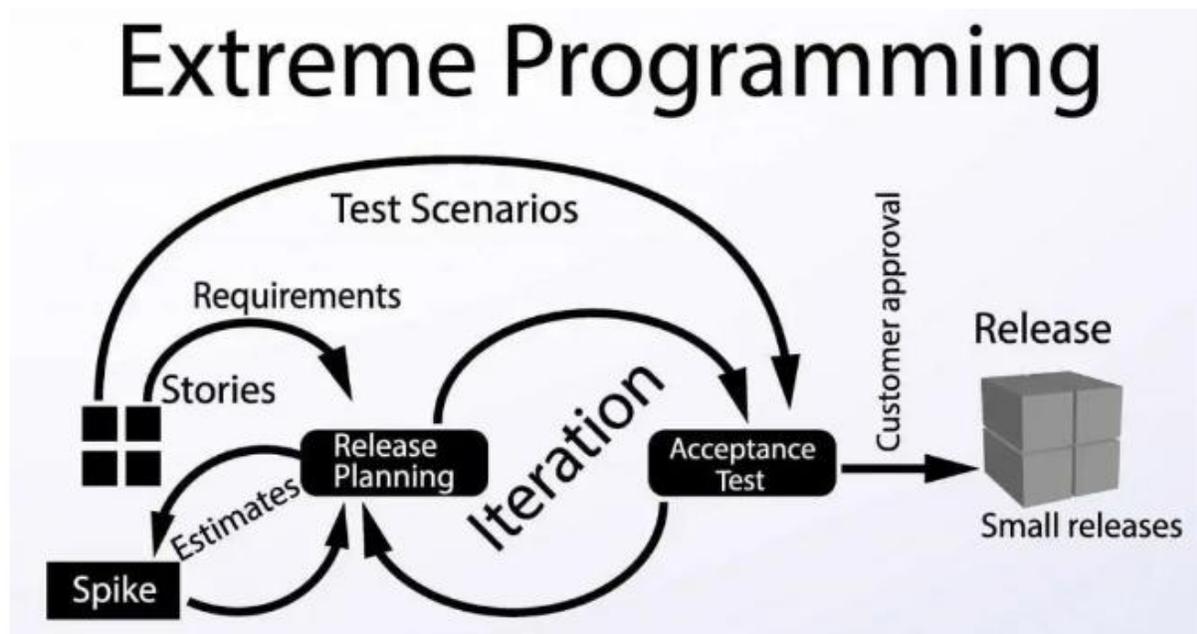
Extreme Programming

El Extreme Programming es una metodología de desarrollo que pertenece a las conocidas como metodologías ágiles, cuyo objetivo es el desarrollo y gestión de proyectos con eficacia, flexibilidad y control. Ambos conceptos, aunque relacionados estrechamente, son distintos. Agile es el marco de trabajo para el desarrollo del software, se hace mediante un proceso iterativo y define las prácticas y roles del equipo. Por su lado, el Extreme Programming es una metodología basada en la comunicación, la reutilización del código desarrollado y la realimentación (Bello, 2021).

Extreme Programming fue la metodología dominante en el mundo ágil en los años 2.000. Luego, Scrum le quitó el puesto con respecto a popularidad. XP trata de una de las metodologías ágiles de desarrollo de software más exitosas. La combinación de esta, junto con la Scrum, asegura un enorme control sobre los proyectos y una implementación mucho más efectiva (Bello, 2021).

Figura 4

Programación Extrema



Nota: Adaptado de ¿Qué es la programación extrema (XP) y sus valores, principios y prácticas? (Digite, S.f.).

Historia de la Programación Extrema. El origen de XP se remonta a los años 90, cuando Kent Beck lo creó al ser contratado para dirigir el equipo del Sistema de Compensación Integral de Chrysler. El proyecto había comenzado en 1993 y en 1996 no había avanzado mucho. Como Beck era nuevo en la gestión de un equipo, decidió que lo mejor sería enseñar a los miembros de su equipo las técnicas y prácticas que a él le funcionaban. Empezaron a aplicar prácticas como la programación por parejas y el TDD con gran éxito. En 1999, Kent Beck formalizó las prácticas, principios y valores de XP en su libro *Extreme Programming Explained: Embrace Change* (Digite, S.f.).

Se definen cuatro variables para la metodología XP las cuales son: Coste, Tiempo, calidad y Alcance.

Valores del Extreme Programming. XP trabaja con cinco valores fundamentales, la idea de estos valores es que el equipo de desarrollo tenga una mentalidad conjunta para poder tener un producto de alto nivel. Según como lo menciona Elena Bello (2021) se dará una breve descripción de cada uno de los valores del XP, Como primer valor se menciona la comunicación como primer valor es parte importante del XP, no solo como una interacción interna entre los miembros del equipo, sino también con los clientes, El objetivo es que se rompan los límites entre el negocio y el desarrollador. Segundo la simplicidad la cual Elena Bello (2021) menciona que se debe poner el foco en codificar las necesidades de hoy, no las de un futuro. El tercer valor mencionado por Bello es el Feedback el cual trata de realizar ciclos de reuniones cortas para poder mostrar los resultados y observar los avances del proyecto y así mismo se disminuye el riesgo de rehacer las partes que no cumplan con las expectativas del cliente. El cuarto valor es el respeto, el cual es parte fundamental en los equipos y se debe manifestar de varias formas y son importantes para que la autoestima del equipo mejore. El quinto y último valor mencionado por Bello es la valentía el cual tiene la misión de diseñar y programar para hoy y no para mañana, así mismo, se debe reconocer los errores tan pronto como se detecten.

Equipo Extreme Programming. En el XP intervienen los siguientes actores: Clientes, programadores, tester, coach y mánager.

Kanban

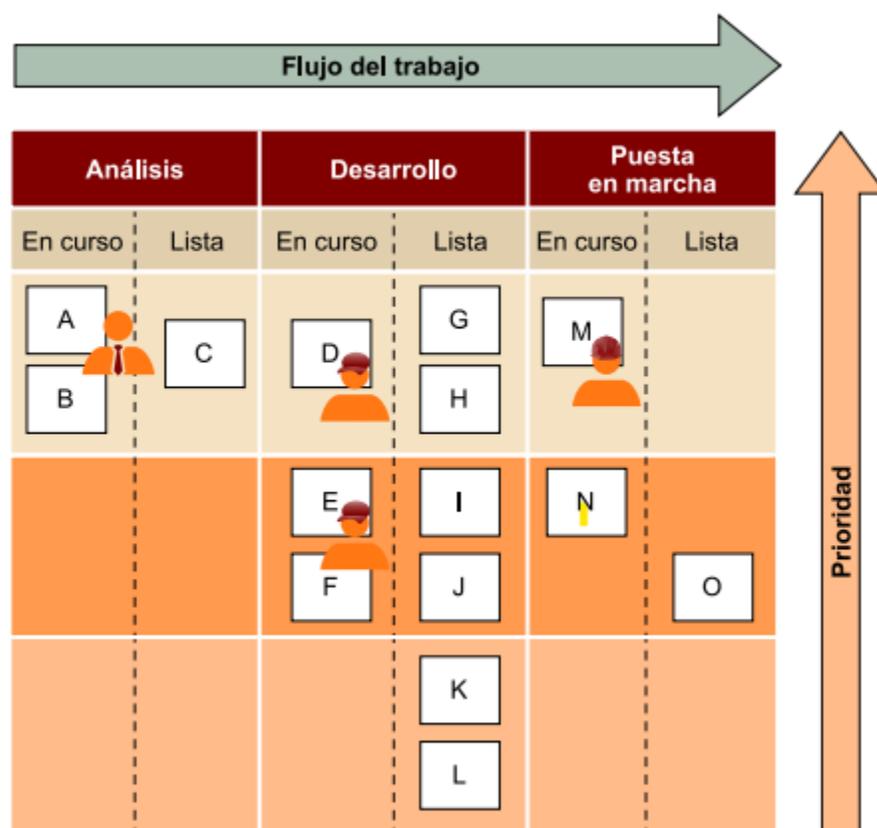
Derivado de la combinación de las dos palabras japonesas, kan, que quiere decir ‘visual’, y ban, que quiere decir ‘tarjeta’, nace la palabra Kanban, con la que se denomina una metodología de producción u organización del trabajo que se basa en señales visuales

para gestionar el esfuerzo y dedicación del equipo de producción (Universitat Oberta de Catalunya, S.f.).

El Kanban es un sistema de gestión del trabajo en curso work in process, que sirve principalmente para asegurar una producción continua y sin sobrecargas en el equipo de producción multimedia. El Kanban es un sistema de gestión donde se produce exactamente aquella cantidad de trabajo que el sistema es capaz de asumir. El Kanban es un sistema de trabajo Just In Time, lo que significa que evita sobrantes innecesarios de stock, que en la gestión de proyectos multimedia equivale a la inversión innecesaria de tiempo y esfuerzo en lo que no se necesitara (o simplemente es menos prioritario) y evita sobrecargar al equipo (Universitat Oberta de Catalunya, S.f.).

Figura 5

Panel típico Kanban



Nota: Adaptado de *El Kanban* (Universitat Oberta de Catalunya, S.f.).

Agile Inception

El Agile Inception es un conjunto de actividades que permiten a los equipos ágiles “comenzar” el desarrollo de un producto de forma coherente y efectiva. Este conjunto de prácticas, también conocido como el Agile Inception Deck, fue introducido por Jonathan Rasmusson en su libro *The Agile Samurai, How Agile Masters Deliver Great Software* en el año 2010 (Lopez Mendoza, 2021).

El Agile Inception deck consta de una serie de pasos, 10 para ser exactos, que ayudan al equipo a establecer un propósito y expectativas comunes, con respecto al equipo, a todos los interesados e involucrados en el producto y al producto en general. Una vez completado, el equipo estará alineado desde el inicio del proceso y arrancará el desarrollo con el mismo entendimiento, y mirando hacia la misma dirección (Lopez Mendoza, 2021).

Los 10 pasos mencionados por Rasmusson (2010)

para el Agile Inception son:

- ¿Por qué se está aquí?
- Crear un Elevator Pitch
- Diseñar una Caja de Producto
- Crear una lista de NOes
- Conoce a tus vecinos
- Haz ver la solución
- ¿Qué nos quita el sueño?
- Tómale las medidas
- Ser claros en lo que vamos a dar
- Muestra lo que va a costar. (Rasmusson, 2010).

Kaizen

Como lo refiere Suarez “KAIZEN, viene de dos ideogramas japoneses (kanjis), KAI que significa Cambio, y ZEN que significa Bueno, que combinados nos resulta literalmente la palabra mejoramiento” (Suárez Barraza, 2007).

Kaizen se enfoca en gente y la estandarización de los procesos. Su práctica requiere de un equipo integrado por personal de producción, mantenimiento, calidad, ingeniería,

compras y demás empleados que el equipo considere necesario. Su objetivo es incrementar la productividad controlando los procesos de manufactura mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad, y de los métodos de trabajo por operación. Además, Kaizen también se enfoca a la eliminación de desperdicio, identificado como “muda” (Serrano Gonzalez , Maturano Maturano, Sarabia Lugo , & Valencia Angeles , 2022).

Pasos para Implementar Kaizen

Planear Paso 1 Definir el problema.

Pasó 2 Estudie la situación actual.

Pasó 3: Analice las causas potenciales.

Hacer: Pasó 4 Implemente la solución.

Verificar: Pasó 5 Verifique los resultados.

Actuar: Pasó 6 Estandarice la mejora. (Atehortua Tapias & Restrepo Correa, 2010)

Es un Programa de mejoramiento Continuo basado en el trabajo en equipo y la utilización de las habilidades y conocimientos del personal involucrado utiliza diferentes herramientas de Manufactura Esbelta para mejorar el funcionamiento de algún proceso productivo seleccionado. Objetivo del evento Kaizen. Mejorar la productividad de cualquier área o sección escogida en cualquier empresa, mediante la implantación de diversas técnicas y filosofías de trabajo de Manufactura Esbelta y técnicas de solución de problemas y detección de desperdicios basados en el estímulo y capacitación del personal (Atehortua Tapias & Restrepo Correa, 2010).

Muda o Desperdicio

Es todo aquello que no añade ningún valor, es la antítesis de valor añadido.

Todos los trabajadores deben ser capaces de identificar, de modo sistemático, los desperdicios asociándolos a las diversas fuentes donde se originan o pueden originarse, como son: ejecución material, técnica utilizada, método, tiempo, instalaciones, útiles, herramientas, materiales, existencias, esperas, forma de pensar, etc. (Para Conesa, 2007)

Six Sigma

Six sigma utiliza la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar).

Consiste en definir el proyecto que se implementara, generalmente en función a propósito, alcance y resultados o según el problema, procesos y objetivos. El propósito y

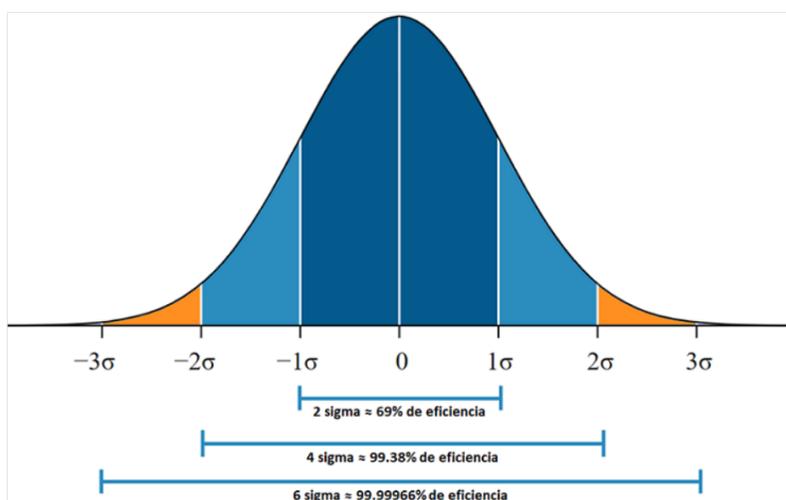
los objetivos del Seis sigma serán reducir la tasa de defectos a menos de 3,4 por millón, en función del tiempo estimado para la organización (Salazar Lopez, 2019).

“Seis Sigma tiene relación con variables estadísticas como la desviación típica estándar (σ) y con otros conceptos estadísticos como la distribución normal o campana de Gauss” (Cortes, S.f.).

Este concepto tiene fuerte relación con variables estadísticas como la desviación típica estándar (σ) y con otros conceptos estadísticos como la distribución normal o campana de Gauss:

Figura 6

Campana de Gauss



Nota: Adaptado de ¿Qué es Six Sigma? (Cortes, S.f.).

Proceso de Análisis Jerárquico (AHP)

El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP), desarrollado por Thomas L. Saaty en su obra "The Analytic Hierarchy Process" publicada en 1980, es un método cuantitativo que está diseñado para abordar situaciones complejas caracterizadas por la presencia de múltiples criterios. Su principal capacidad radica en la habilidad de generar escalas de prioridades en base a juicios de expertos que se expresan a través de comparaciones por pares utilizando una escala de preferencia. Esta escala facilita la incorporación de juicios relacionados con aspectos intangibles en un modelo de toma de decisiones, reflejando la supremacía o preferencia de una alternativa en relación con otra en función de un atributo específico (Nantes, 2019).

Siguiendo la metodología de Saaty (2008), el proceso de toma de decisiones utilizando el AHP se desglosa en cuatro pasos esenciales:

1. Definición del problema y determinación del tipo de conocimiento deseado.
2. Estructuración del problema a través de su descomposición jerárquica en subproblemas, incluyendo criterios y subcriterios que deben resolverse para llegar a una solución satisfactoria. Las alternativas se sitúan en el nivel más bajo de esta jerarquía.
3. Construcción de matrices de comparación que albergan las evaluaciones expertas mediante un método de comparación uno a uno utilizando la escala recomendada por el método.
4. Realizar la síntesis de todas las matrices y, en última instancia, del modelo completo, para obtener la prioridad global de cada alternativa (Nantes, 2019).

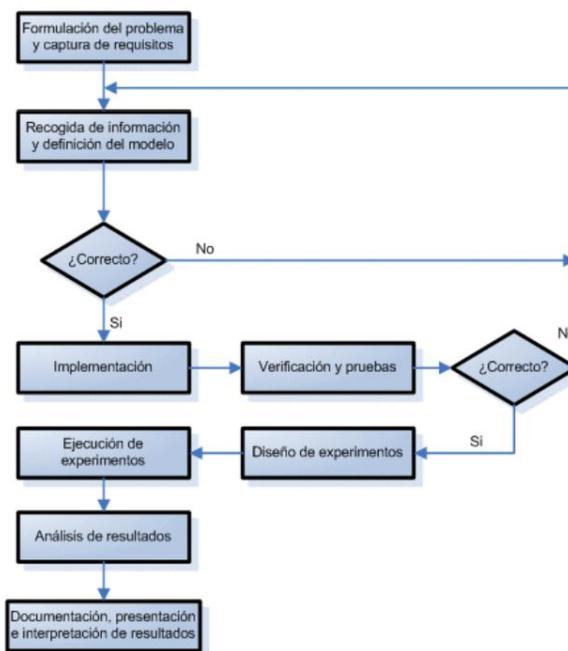
Simulación de Eventos Discretos

Se utilizara simulación por eventos discretos para balancear una línea ya que permite modelar y analizar el comportamiento de la línea en detalle, considerando las variaciones en tiempos de procesamiento, tiempos de espera y otros factores operativos. Esta técnica facilita la identificación de cuellos de botella y puntos críticos en el flujo de trabajo al simular diferentes escenarios y configuraciones. Al visualizar cómo cambian los tiempos y el rendimiento bajo distintas condiciones, se pueden tomar decisiones informadas para ajustar los recursos y procesos, mejorando así la eficiencia y el equilibrio de la línea de producción (Cano, Campo, & Gomez, 2018)

Los sistemas dinámicos de eventos discretos son, actualmente, los más estudiados. Se caracterizan porque las variables de estado, que definen el estado del sistema en cada momento, van cambiando únicamente en un conjunto discreto de instantes de tiempo. Este comportamiento discreto del sistema permite la implementación de este en un programa de ordenador mediante una lista de sucesos futuros, un reloj que salte en el tiempo hacia el siguiente suceso y unos acumuladores estadísticos que actualicen las variables de estado y las de salida. Se trata de realizar una historia artificial del sistema a partir de las simulaciones del modelo para que, de esta forma, se pueda comprobar su correcto funcionamiento (Carpintero Rubio, 2006).

Figura 7

Etapas de un proyecto de Simulación



Nota: Adaptado de Generación de un modelo de simulación virtual aplicado a una línea de fabricación aeronáutica (Carpintero Rubio, 2006).

La simulación por eventos discretos es una herramienta para simular el comportamiento y desempeño de procesos del mundo real. La mayoría de los procesos de una organización se pueden describir con una serie de eventos separados y discretos, que ocurren a lo largo de cierto tiempo, y que alteran el estado de un sistema. Por ejemplo, un camión que llega a un centro de distribución va a la zona de descarga, realiza la descarga, y luego abandona las instalaciones. Las entidades (camiones, productos, u otros) poseen ciertos atributos (nivel de carga, clasificación y demás información relevante), que junto a la lógica del sistema determinará el camino, tiempo y recursos involucrados en cada caso. Las herramientas de simulación por eventos discretos nos permitirán organizar estos resultados para poder extraer conclusiones de utilidad para luego tomar acciones en el sistema real (Pensa, 2023).

5.2. Estado del Arte

Se realizó revisión de diferentes artículos y trabajos que tuvieran relación con la problemática que se plantea en el presente estudio para así poder encontrar una posible solución al interrogante. A continuación, se presentan los trabajos más recientes realizados sobre metodologías ágiles:

Metodologías Ágiles para Desarrollo de Proyectos en la Gestión de las Organizaciones Públicas en Colombia.

Este trabajo está enfocado a las empresas del sector público en Colombia. El método que se utilizó fue a través de una revisión documental sistémica, desarrollar una aproximación teórica y una lectura crítica sobre técnica y metodologías ágiles para la gestión de proyectos en las organizaciones del Estado en Colombia. Inicialmente se desarrolló la base teórica y conceptual sobre metodologías ágiles para desarrollo de proyectos existentes, la gestión de proyectos de las 3 organizaciones del Estado en Colombia. Finalmente se construye el análisis crítico que proponga una tesis acerca de las relaciones entre los conceptos mencionados (Ortiz Miranda & Erazo Perez, 2017).

Plan de Mejoramiento para la PMO de Itelca S.A.S. En el Marco de las Metodologías Ágiles.

Este proyecto fue enfocado a realizar un plan de mejora del área de proyectos de la empresa Itelca S.A.S en el cual se implementaron actividades y herramientas de las metodologías ágiles en los procesos de gestión de la organización (Contreras Pardo , Pinzon Galvis, & Reyes Reyes, 2022).

Se desarrolló una matriz DOFA identificando las actividades para el plan de mejoramiento de los procesos de gerencia de proyectos bajo el marco de las metodologías ágiles en la PMO de Itelca S.A.S. Todo esto para permitir generar valor a la empresa al mejorar en los proyectos desarrollados. También, se prevé una mejora y desarrollo de las capacidades de los colaboradores de la empresa en temas de gerencia de proyectos ágiles; y un seguimiento de la eficiencia y eficacia de la PMO (Contreras Pardo , Pinzon Galvis, & Reyes Reyes, 2022).

Figura 8

Marcos de referencia de metodologías ágiles.



Nota: Adaptado de principales metodologías ágiles. Tomado de *Plan de mejoramiento para la PMO de Itelca S.A.S. en el marco de las metodologías ágiles* (Contreras Pardo , Pinzon Galvis, & Reyes Reyes, 2022).

Aplicación de Metodologías Ágiles para la Gestión de Proyectos de Construcción.

El proyecto mencionado nos da una visual para aplicar las metodologías ágiles en el sector de la construcción, el autor menciona que la gestión de proyectos es un tema muy debatido. La forma de metodología de gestión de proyectos no ha cambiado significativamente desde los años 60. En diferentes sectores, el mercado de la construcción, la tecnología y la forma en que se adquieren los proyectos en la actualidad ha cambiado. Esta situación conduce a un problema, donde una perspectiva de gestión y cómo se ejecutan los proyectos de construcción tiene una gran brecha en el medio. Esta es la razón para cambiar y buscar nuevos enfoques de gestión de proyectos en el futuro. El enfoque de gestión ágil de proyectos se adopta desde el departamento de TI, desde donde ha crecido a través de procesos empíricos. Es adecuado principalmente para proyectos complejos, donde es difícil especificar los requisitos y los entregables finales por adelantado. Es adoptado por tantas industrias en otros departamentos de TI, donde se pueden detectar los problemas mediante pruebas repetitivas y mejoras constantes. Esta tesis ha investigado cuáles son las oportunidades y beneficios de implementar un enfoque ágil de gestión de proyectos en la fase de construcción (fase de ejecución) de cualquier proyecto de edificación. Son muchas las ventajas que se encuentran en implementar un enfoque ágil para aumentar la participación de cada miembro del equipo de desarrollo en

el proyecto en comparación con la situación actual. Además, aumenta la participación del cliente y un grupo de empleados más enfocado (Cervera Castro, 2021).

Evaluación de Metodologías Ágiles Aplicada a la Ingeniería de Requerimientos

El estudio tuvo como finalidad evaluar las metodologías ágiles SCRUM y Extreme Programming XP para contribuir con la mejora de ingeniería de requerimientos.

El método investigativo aplicado en la investigación tuvo la intención de realizar una comparativa de ambas metodologías, aplicando y describiendo las mismas en un caso de estudio para la empresa Manufibras Pérez SRL. El caso de estudio en mención fue obtenido mediante búsqueda y recopilación de información, la cual fue consignada en los formatos brindados por cada metodología

Los resultados obtenidos en la investigación nos indican que la metodología SCRUM es más apta para proyectos de desarrollo de software donde el alcance cambia rápidamente y emergen nuevos requisitos, también para proyectos donde se cuenta con equipos pequeños y entregas iterativas como para el presente caso de estudio, sin embargo, la metodología Extreme Programming XP cuenta con características que no son recomendables para el mismo caso de estudio (Pelaez Martínez, 2021).

Metodologías Ágiles en la Mejora de la Gestión de Proyectos en la Empresa Inmobiliaria Dean Valdivia Inversiones SAC, Lima – 2020.

El trabajo relacionado tuvo la finalidad de determinar la mejora entre las metodologías ágiles y gestión de proyectos en la Empresa Inmobiliaria Dean Valdivia Inversiones SAC, San Isidro, 2020. El tipo de investigación es aplicada, y de diseño preexperimental. La población es 190 fichas de observación datos obtenidos por la empresa, tipo de muestreo es probabilístico tipo aleatoria simple quedando como muestra 130 fichas de observación. Se empleó la observación como instrumento de recolección de información lo cual permitió conocer los datos por medio de indicadores de la empresa, así mismo se realizó la validación de contenido mediante la validez de juicios de expertos.

En el estudio se determinó las variables independiente y dependiente que hacen parte de la investigación, se utilizó la técnica de observación para la recolección de datos, luego como instrumento para tal recolección se utilizó la ficha de observación (variable dependiente), para la validez del instrumento se utilizó mediante el juicio de expertos, se

procesó las fichas de observación como base de datos según indica en el muestreo, luego se realizó la descripción de las comparaciones correspondientes (pretest/post-test) para lograr las conclusiones del trabajo (Trigoso Mercado, 2021).

Metodologías Ágiles y su Impacto en la Cultura Organizacional: Estudio en una Empresa de Business Process Outsourcing

La investigación que se presenta a continuación tiene como alcance de la investigación el analizar la influencia del uso de metodologías ágiles en la cultura organizacional, sustentado en los cambios originados por las prácticas y percepciones de los propios colaboradores y experiencias dentro de una empresa de subcontratación de procesos de negocios (Caro Palacios, Garcia Terrazos, Guerra Velasco, & Rojas Espinoza, 2021).

En la investigación se puede observar que el tipo de cultura organizacional es importante para una efectiva implementación de metodologías ágiles.

Independientemente del tipo de cultura organizacional previo, esta debe pasar por un proceso de cambio que ajuste la cultura a una con mayor grado de éxito, como las que tienen mayor foco a lo externo y hacia la flexibilidad de procesos. Para la implementación de metodologías ágiles se entiende que estas tienen métodos y formas de trabajo que van a modificar también la cultura en estos elementos culturales. Estos cambios son también parte de las características de la organización que pasarán a formar parte de la propia cultura, tales como las formas de comunicación, orientación a la innovación, orientación al cliente y la mejora continua. Estas características son las que una organización que trabaje bajo metodologías ágiles debe tener, y son las características sobre las cuales una gestión del cambio tendría que fomentar (Caro Palacios, Garcia Terrazos, Guerra Velasco, & Rojas Espinoza, 2021).

Metodologías Ágiles para Mejorar la Calidad del Software en una Entidad del Estado, Lima 2021

La investigación que se relación a continuación desarrollada en la ciudad de Lima tuvo como objetivo principal proponer metodologías ágiles para mejorar la calidad del software en una entidad del Estado a través de resultados inmediatos que permitan cubrir las necesidades de la institución. La investigación fue de enfoque cualitativo, el tipo de investigación fue básica y se utilizó el diseño de investigación acción. Para ello, las técnicas que se emplearon fueron la entrevista semiestructurada que fueron realizadas a

expertos en metodologías ágiles, además se aplicó la observación a la unidad de estudio y el análisis documental como parte de la investigación, posteriormente mediante la triangulación nos permitió contrastar enfoques a partir de los datos recolectados con el fin de obtener conclusiones de los objetivos. Se concluye que para implementar las metodologías ágiles SCRUM y KANBAN es necesario considerar factores como la capacitación del personal respecto a los principios y procedimientos, la designación de los roles es fundamental para el desarrollo del proceso del software, respecto al equipo, estos deberán ser auto organizados y trabajar en espacios co-ubicados para mantener la comunicación y colaboración (Arenas Saldaña , 2021).

Sistematización de la Literatura en Metodologías Ágiles de Desarrollo De Software

El trabajo muestra los resultados de una sistematización de la literatura científica sobre metodologías ágiles de desarrollo de software. Se llevó a cabo con el objetivo general de seleccionar una metodología ágil para el desarrollo del Sistema informático para la gestión colaborativa de expertos y especialistas por áreas de conocimiento. Como resultado de la labor realizada se pudo constatar que existe una gran heterogeneidad de propuestas, no obstante, varios estudios coinciden en destacar que las metodologías ágiles XP y Scrum son las más utilizadas para obtener productos de software en el menor tiempo posible y elaborar la documentación necesaria. Con el propósito de aprovechar las potencialidades de ambas metodologías, se decide seleccionar la metodología XP, en tanto combina las fases más ágiles de XP con las prácticas más ágiles de Scrum (Benitez Lavastida & Sando Lopetey, 2021).

7. Metodología

En el presente capítulo se definirá la metodología a utilizar en el presente proyecto. A continuación, se procede a definir el enfoque, nivel, diseño y demás capítulos correspondientes a la metodología de la investigación con las cuales se desarrollará el proyecto para dar respuesta a la pregunta de investigación anteriormente planteada.

Figura 9*Metodología*

Nota: Elaboración Propia

6.1. Enfoque

Enfoque Cuantitativo

Cuando se habla de métodos de investigación, se refiere a la naturaleza de la investigación, que se divide en cuantitativa, cualitativa o mixta; y abarca todas las etapas del proceso de investigación. El enfoque cualitativo según sugiere Hernández Sampieri “Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Hernández Sampieri, 2014).

Otros autores han afirmado:

Se fundamenta en la medición de las características de los fenómenos sociales, lo cual supone derivar de un marco conceptual pertinente al problema analizado, una serie de postulados que expresen relaciones entre las variables estudiadas de forma deductiva. Este método tiende a generalizar y normalizar resultados (Bernal Torres, 2010).

Según lo anterior se concluye que, la investigación a realizar utilizará un enfoque cuantitativo, ya que se hará recolección de datos por medio de diferentes métodos para realizar los diferentes análisis requeridos para poder dar solución a los objetivos planteados.

6.2 Nivel de Investigación

Para definir el nivel de investigación que se utilizara para desarrollar el trabajo de grado, se inicia por traer la definición dada por (Ramos Galarza, 2020) quien dice “el nivel de investigación puede tener diferentes alcances, partiendo de los niveles exploratorio, descriptivo y correlacional, hasta llegar al alcance explicativo, dentro del cual se busca la explicación del fenómeno investigado”.

Investigación Descriptivo

Para el presente trabajo se utilizará el nivel de investigación descriptivo. El nivel de investigación descriptivo según Hernández Sampieri (2014) “busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población” (Hernández Sampieri, 2014).

En este alcance de la investigación, ya se conocen las características del fenómeno y lo que se busca, es exponer su presencia en un determinado grupo humano. En el proceso cuantitativo se aplican análisis de datos de tendencia central y dispersión. En este alcance es posible, pero no obligatorio, plantear una hipótesis que busque caracterizar el fenómeno del estudio (Ramos Galarza, 2020).

6.3 Diseño de Investigación

El diseño de la investigación son estrategias adoptadas por los investigadores en respuesta a los problemas, dificultades o inconvenientes planteados en la investigación. Se dividen en diseño experimental, diseño no experimental y diseño bibliográfico.

Según lo descrito por Hernández Sampieri (2014) “el diseño es un plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación y responder al planteamiento” (Hernández Sampieri, 2014) (p. 128).

Para la presente investigación se pretende utilizar un diseño de investigación no experimental de campo. Se afirma que “los diseños no experimentales no tienen determinación aleatoria, manipulación de variables o grupos de comparación. El investigador observa lo que ocurre de forma natural, sin intervenir de manera alguna” (Sousa, Driessnack, & Costa Mendes, 2007).

De igual manera según lo descrito por (Hernández Sampieri, 2014) “podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que se hacen variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables”. En esta investigación, se pretende observar fenómenos los cuales se van a desarrollar en su contexto natural para poder ser analizados.

6.4 Población y Muestra

Para poder definir la población y muestra que se utilizaran en el presente trabajo, se procederá a realizar la definición de cada una de ellas.

Población

La población como lo indica (Hernández Sampieri, 2014) es “un conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones” (p. 174).

Es el colectivo que abarca a todos los elementos cuya característica o características se quieren estudiar; dicho de otra manera, es el conjunto entero al que se desea describir o del que se necesita establecer conclusiones. Como ejemplos de poblaciones, se puede citar: todos los estudiantes de la Universidad Central del Ecuador, o los artículos producidos en una semana en una determinada fábrica (Salazar & Del Castillo, 2018).

Este trabajo se realiza en el proceso de planta de la empresa Canecas Pulido la cual cuenta con 4 líneas de producción y 150 colaboradores registrados para esta área. Estas personas son las encargadas de realizar las labores de reacondicionamiento de los tambores dentro de las líneas de producción para la compañía y que posterior salen a distribución para los clientes.

Muestra

Es un conjunto de elementos seleccionados de una población de acuerdo con un plan de acción previamente establecido (muestreo), para obtener conclusiones que pueden ser extensivas hacia toda la población. Ejemplos constituyen las muestras que escogen las empresas encuestadoras en estudios de sondeos de opinión, o la selección de un grupo de

artículos recibidos en una bodega para estimar las condiciones de todo un embarque (Salazar & Del Castillo, 2018).

El muestreo por conveniencia es una técnica de muestreo no probabilístico utilizada para crear muestras según la facilidad de acceso, la disponibilidad de las personas para formar parte de la muestra, o cualquier otra especificación práctica de un elemento particular. En esta técnica, el investigador elige a los miembros solo por su proximidad y no considera si realmente representan una muestra representativa de toda la población. Se utiliza en situaciones en las que hay grandes poblaciones para ser evaluadas, ya que es casi imposible realizar pruebas a toda una población. Es extremadamente rápida, sencilla, económica y los miembros suelen estar accesibles para ser parte de la muestra. (Hernandez Gonzalez, 2021)

6.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

“Recolectar los datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico” (Hernández Sampieri, 2014).

Dado lo anterior, la recolección de datos se realizará con la información de los diferentes registros que lleva la empresa donde se almacena información histórica acerca del reacondicionamiento de los envases plásticos, metálicos e isotanques. Adicional a eso se harán observaciones en sitio en cada línea de acondicionamiento para compararlos con los registros históricos que se llevan.

6.6 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

En la presente investigación se pretende realizar lo sugerido por (Hernández Sampieri, 2014) y es realizar un “análisis detallado de los datos usando diferentes herramientas: Teoría fundamentada o Matrices, diagramas, mapas conceptuales, dibujos, esquemas, etc. Esta labor puede efectuarse con el apoyo de programas computacionales de análisis cualitativo”

6.7. Definición de Hipótesis, Variables e Indicadores

Para Hernández Sampieri “Las hipótesis son guías de una investigación o estudio. Las hipótesis indican lo que se trata de probar y se definen como explicaciones tentativas del fenómeno investigado. Se derivan de la teoría existente y deben formularse a manera de proposiciones” (Hernández Sampieri, 2014).

Dado lo anterior, la hipótesis que se trabaja en el presente trabajo es:

Las herramientas de las metodologías Ágiles podrán mejorar la productividad en las líneas de producción de reacondicionamiento de envases plásticos, metálicos e isotanques de la empresa Canecas Pulido.

Tabla 1

Operacionalización de las Variables

OBJETIVO	VARIABLE	INDICADORES	MIDE
Diagnosticar los procesos de las líneas de reacondicionamiento de la organización.	Productividad	1. Eficiencia 2. Horas extras 3. Rotación de empleados	Grado de productividad de la empresa.
Evaluar las diferentes alternativas de metodologías ágiles que puedan implementarse en la organización.	Calidad	1. Producto no conforme 2. Mejora Continua	Cumplimiento de las especificaciones del producto
Definir los indicadores de productividad sobre los cuales se estructura la propuesta de mejora.	Planeación	1. Control del tiempo 2. Planeación de producción	Cumplimiento de planes y objetivos de la empresa

Nota: Elaboración propia

8. Resultados Esperados

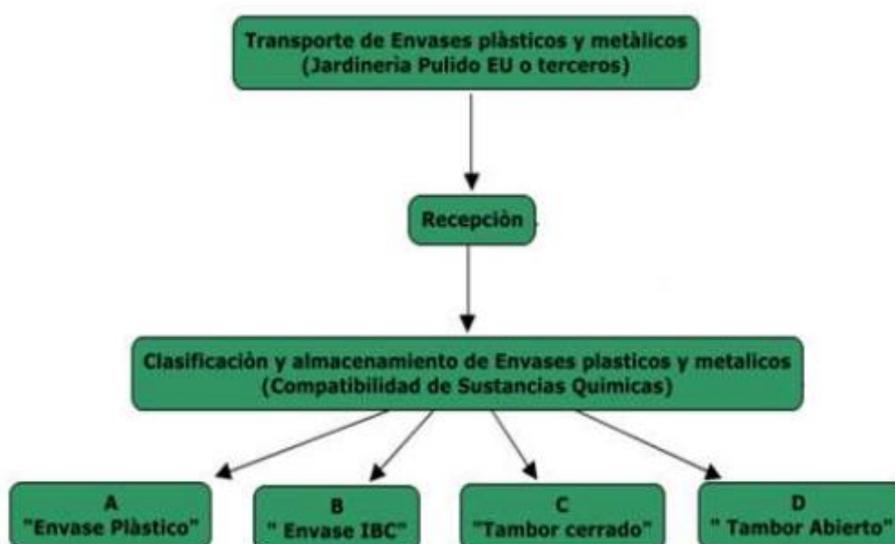
8.1. Diagnóstico de los Procesos Realizados en Cada Línea de Reacondicionamiento.

Canecas Pulido, realiza su proceso cerrado con la transformación mediante el reacondicionamiento “Lavado y reconstrucción del envase metálico o plástico” entregando el mismo envase que inicialmente había ingresado y así extender el ciclo de vida del envase una y otra vez.

A continuación, se relaciona el proceso de reacondicionamiento del envase plástico y metálico.

Figura 10

Proceso de reacondicionamiento del envase plástico y metálico



Nota: Adaptado de Diagrama de proceso Cerrado.

Los envases se dividen en:

- Tipo A - Envase Plástico
- Tipo B - Envase IBC
- Tipo C - Tambor Cerrado
- Tipo D - Tambor Abierto.

A continuación, se explicarán los procesos para cada uno de los tipos de envases mencionados anteriormente.

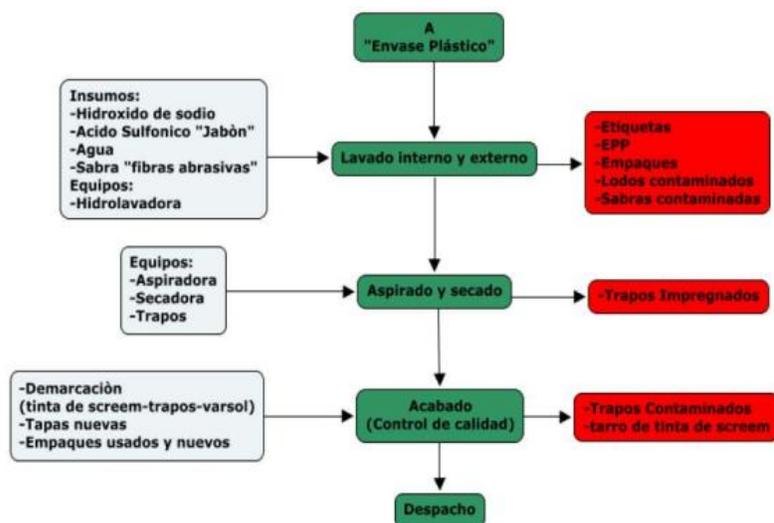
Tipo A- Envase Plástico

El proceso de limpieza descrito en el texto, en relación con la Figura 11, detalla los pasos para lavar los envases plásticos tanto en su interior como en su exterior. Se inicia con la eliminación

de las etiquetas adheridas, seguido por el lavado con una solución de soda cáustica en escamas y ácido sulfónico diluido en agua caliente. Posteriormente, se menciona el uso de una sabrá-esponja para retirar la suciedad de los envases una vez mojados con la solución. Luego, se procede a enjuagar los envases con agua a presión mediante una hidrolavadora con el fin de eliminar los excesos de soda y cualquier suciedad restante. Es importante destacar que los residuos resultantes de este proceso de lavado son transportados por canales hacia trampas de grasa, donde se recolectan los lodos para su disposición posterior. Por otro lado, las aguas contaminadas son tratadas en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) antes de ser reintegradas al proceso productivo.

Figura 11

Proceso de reacondicionamiento del envase tipo A -envase plástico



Nota: Adaptado de Diagrama de proceso cerrado envase tipo A- envase plástico.

Tipo B- Envase IBC

Se procede a separar el forro de la malla y se realiza una inspección detallada para determinar si es necesario reparar la malla y evaluar el estado de los accesorios, incluyendo latas, tornillos y esquineros. Antes de iniciar el proceso de limpieza, se prepara una solución en una batea, compuesta por 2 kg de soda cáustica en escamas disueltos en 30 galones de agua, junto con 1 galón de ácido sulfónico calentado a 80°C. Esta solución se utiliza para lavar los envases con el objetivo de ablandar y eliminar los residuos químicos de las superficies internas y externas.

El forro se limpia en su interior y exterior utilizando una hidrolavadora de alta presión junto con la solución preparada. Se emplea una escoba dura para desprender los elementos

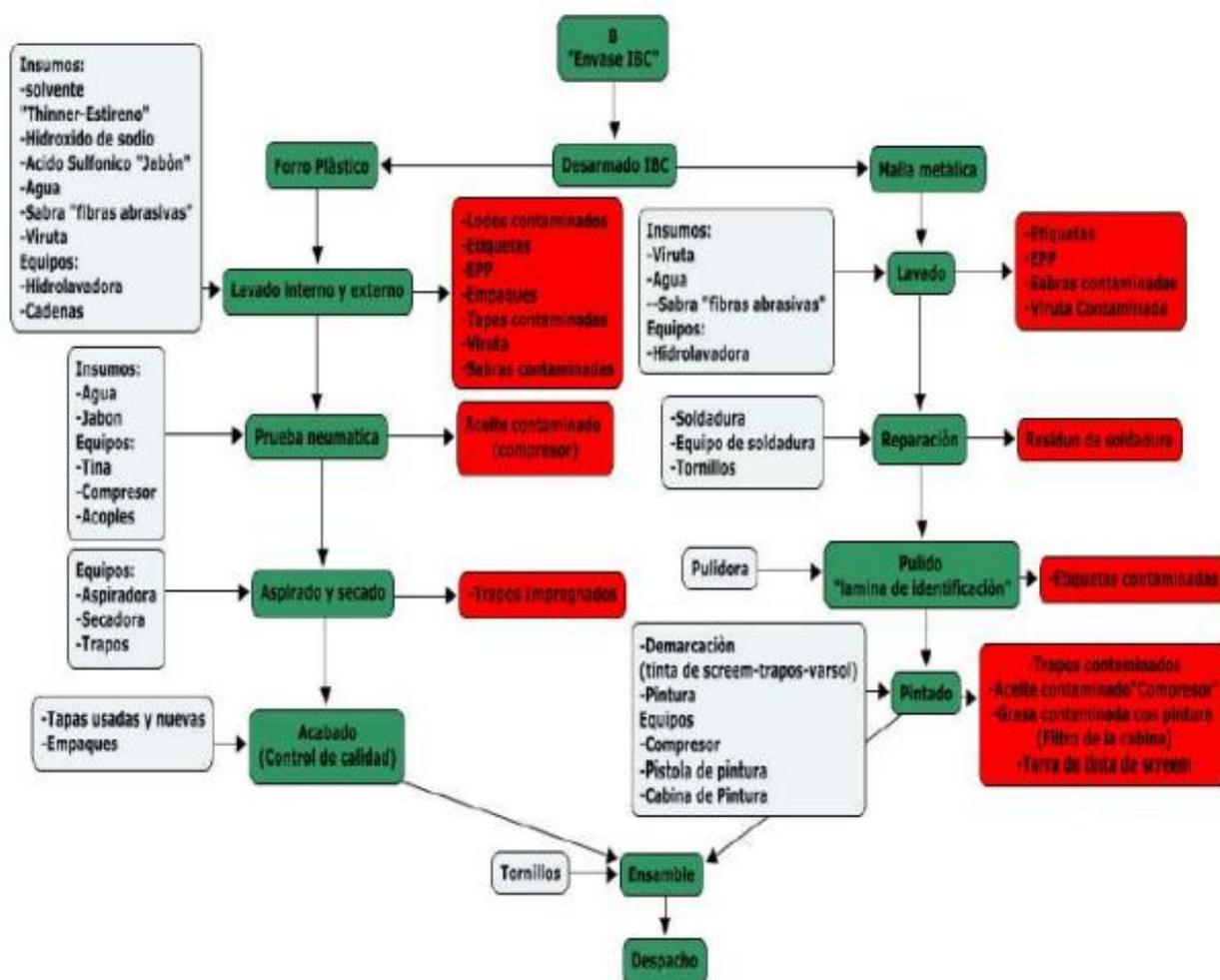
adheridos. La limpieza exterior se realiza adicionalmente con una esponja. Posteriormente, se enjuaga el forro con agua limpia para eliminar cualquier residuo de soda cáustica.

Los residuos generados durante el proceso de lavado se canalizan hacia trampas de grasa, donde los lodos se recolectan para su disposición adecuada. Las aguas contaminadas se envían a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) para su tratamiento y posterior reintegración al proceso productivo. Finalmente, se realiza una revisión minuciosa del forro y la válvula de estiba para asegurarse de que no presenten alteraciones, contaminación o cuerpos extraños. Los resultados de esta revisión se registran en el Certificado de Calidad F-PRL04.

Este proceso de limpieza de los IBC se ilustra en la Figura 12.

Figura 12

Proceso de reacondicionamiento del envase tipo B -envase IBC



Nota: Adaptado de Diagrama de proceso cerrado envase tipo B- envase IBC.

Tipo C- Tambor Cerrado

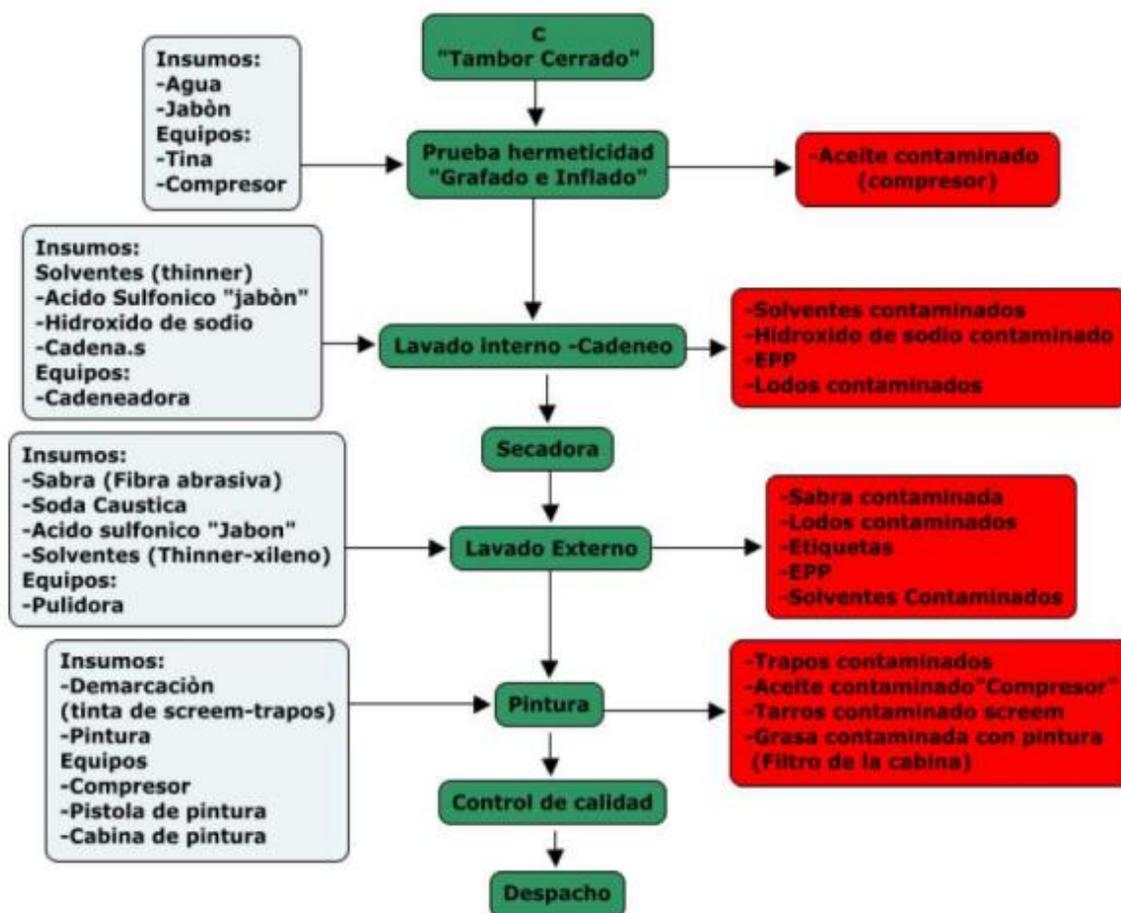
El proceso de lavado de tambores cerrados descrito en la figura 13 inicia el proceso inflando el tambor a 60 lb para identificar posibles grietas o fugas y, si es posible, repararlas. Los tambores metálicos cerrados que no cumplen con las condiciones establecidas se separan según el Procedimiento Control Producto No Conforme (P-PRL-04).

A continuación, los tambores se lavan utilizando cadenas y solventes como thinner y xilol en las cadeneadoras. Estas cadenas giran sobre su propio eje, facilitando la eliminación de materiales o sustancias impregnadas en las paredes interiores del tambor. Los residuos generados durante el proceso de lavado se canalizan hacia trampas de grasa, donde los lodos se recolectan para su disposición posterior. Las aguas contaminadas se envían a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) para su tratamiento y posterior reintegración al proceso productivo.

Luego, los tambores se secan para eliminar el líquido residual del lavado utilizando una secadora y una máquina a vapor. Posteriormente, se procede al viruteado para retirar etiquetas o exceso de pintura, utilizando una pulidora. Finalmente, se pinta el tambor de acuerdo con las especificaciones del cliente.

Figura 13

Proceso de reacondicionamiento del envase tipo C – tambor cerrado.



Nota: Adaptado de Diagrama de proceso cerrado envase tipo C- tambor cerrado.

Tipo D- Tambor Abierto

Para recuperar algunos envases o tambores cerrados, es necesario abrirlos. Estos se llevan a una "abridora", que está equipada con bordes protectores para evitar lesiones. Una vez abiertos, se lavan en su interior utilizando una batea que contiene una solución compuesta por 2 kg de soda cáustica y 1 litro de ácido sulfónico, calentada a aproximadamente 80°C, para eliminar cualquier remanente.

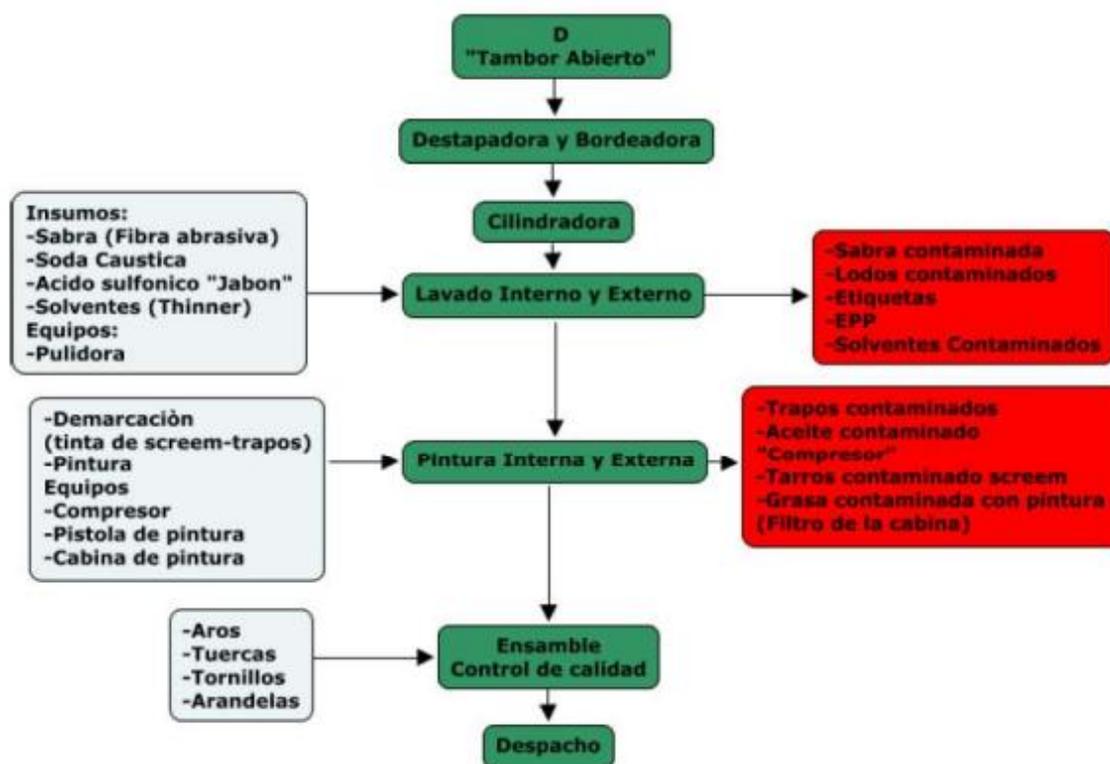
Los residuos generados durante el proceso de lavado se transportan por canales hacia trampas de grasa, donde se recolectan los lodos para su disposición adecuada. Las aguas

contaminadas se tratan en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) antes de ser reintegradas al proceso productivo.

Posteriormente, los tambores se envían a la cilindradora para recuperar su aspecto exterior y corregir cualquier abolladura o deformidad. Luego se procede al viruteado del interior y exterior del tambor para eliminar etiquetas y residuos. El exterior del tambor se pinta según las especificaciones del cliente, y se aplica una capa de anticorrosivo en el interior para prevenir la oxidación. Si se detectan fallas durante el proceso de lavado, los tambores se devuelven a la batea para una nueva limpieza. Tras el secado del anticorrosivo, se tapa el tambor y se pinta la tapa. Este proceso esta ilustrado en la figura 14.

Figura 14

Proceso de reacondicionamiento del envase tipo D – tambor abierto.



Nota: Adaptado de Diagrama de proceso cerrado envase tipo D- tambor abierto.

El diagnóstico y la implementación de los procesos descritos permiten a Canecas Pulido cumplir con su objetivo de mejorar los procesos de reacondicionamiento de envases. Al abordar cada tipo de envase con procedimientos específicos y detallados, la empresa asegura una alta calidad en el reacondicionamiento y una mayor eficiencia en la producción. Este enfoque no solo

mejora la sostenibilidad al extender la vida útil de los envases, sino que también optimiza los procesos operativos, reduce los residuos y contribuye a una mayor competitividad en el mercado.

En resumen, la implementación efectiva de estos procesos demuestra un compromiso con la excelencia operativa y la sostenibilidad, alineándose con los objetivos de mejora continua y eficiencia en Canecas Pulido.

8.2. Evaluación y Selección de la Metodología Ágil más Conveniente para este modelo productivo

Saber cómo hacer un Benchmarking será la clave esencial para el presente trabajo. No solo porque se conocerá más a fondo el estado actual de la empresa sino también porque se profundizará en diferentes metodologías y se podrá conocer la viabilidad para su implementación y aumento de la productividad en las líneas de producción.

Para poder realizar el Benchmarking propuesto se realizará un Proceso de Análisis Jerárquico y se tomará como base el benchmarking competitivo el cual sirve para realizar una comparación directa de las metodologías que se están tomando para el análisis del presente proyecto.

El proceso que se utilizara para realizar este tipo de Benchmarking es

- Ventajas y desventajas de las metodologías en estudio.
- Pruebas de comparación.
- Evaluación de las diferentes metodologías.

Ventajas y Desventajas de las Metodologías Agiles

Scrum. Scrum es una propuesta de gestión basada en la división del trabajo en iteraciones, es decir, fases con objetivos y tareas específicas. Scrum es una de las metodologías ágiles más populares para la gestión de proyectos, especialmente en desarrollo de software. Aquí están sus principales ventajas y desventajas:

Tabla 2

Ventajas y desventajas Scrum

 Scrum	
Ventajas	Desventajas
Los usuarios pueden participar en cada una de las etapas del proceso	El éxito de scrum se basa en grupos de pocos colaboradores.
Se obtienen resultados parciales después de cada etapa del proceso	
Puede adaptarse a cualquier área o sector	Se requiere un perfil alto en Scrum para su implementación
Se pueden atacar los hitos negativos que aparezcan desde el momento de su aparición	Difícil Escalabilidad a largo plazo
Los colaboradores puedan darle prioridad a aquello que se requiera con mayor urgencia	En algunas ocasiones la empresa debe sufrir fuertes cambios organizacionales
Se segmenta el objetivo a entregar lo que hace que los márgenes de error sean menores	Suele ser poco adecuado para proyectos con previsibilidad y planes definidos.
Cada integrante del equipo puede realizar un Feedback	Se requiere realizar una definición de tareas y plazos de manera profunda
Se puede tener una visión global del proyecto	

Nota: Adaptado de Ventajas y desventajas de la metodología Scrum (Drew, 2019).

Extreme Programming XP. Extreme Programming (XP) es una metodología ágil de desarrollo de software que enfatiza la comunicación constante, la flexibilidad y la mejora continua. A continuación, se presentan las principales ventajas y desventajas de XP

Tabla 3

Ventajas y Desventajas Extreme Programming XP

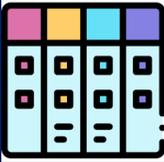
 Extreme Programming	
Ventajas	Desventajas
Relación estrecha con el cliente	Mayor esfuerzo de trabajo
Ausencia de trabajos de programación innecesarios	El cliente se implica en el proceso
Software estable debido a continuas pruebas	Requiere mucho tiempo
Menos errores gracias a la programación en pareja	Relativamente caro
Ausencia de horas extra, gestión propia del tiempo	Requiere control de versiones
Aplicación rápida de cambios	Requiere autodisciplina en la aplicación
Código de comprensión sencilla en todo momento	

Nota: Adaptado de Extreme Programming: desarrollo ágil llevado al extremo. (IONOS, 2019)

Kanban. Kanban es un método de gestión de trabajo visual que se centra en la eficiencia y la mejora continua. Es ampliamente utilizado en el desarrollo de software, manufactura y otros ámbitos. A continuación, se presentan las ventajas y desventajas de la implementación de la metodología Kanban:

Tabla 4

Ventajas y Desventajas Kanban

 <h1 style="margin: 0;">Kanban</h1>	
Ventajas	Desventajas
Kanban puede ayudarte a poner en marcha el trabajo y obtener una visión clara de los flujos de trabajo de tu equipo	Kanban no es tan conocido entre los equipos que no son técnicos.
os equipos que implementan Kanban pueden volverse más flexibles y dinámicos con el tiempo	si tienes demasiadas tareas en curso al mismo tiempo, tu tablero Kanban puede volverse desordenado y abrumador
pueden ayudarte a ti y a tu equipo a obtener información de un vistazo sobre quién está haciendo qué.	

Nota: Adaptado de Ventajas y desventajas de usar Kanban en la gestión de proyectos (THNI, 2023)

Agile Inception. Es una fase preliminar en algunos enfoques ágiles para definir y alinear los objetivos del proyecto, los requisitos y la visión general antes de iniciar el trabajo de desarrollo. Esta fase puede variar en nombre y forma entre diferentes marcos ágiles, pero su propósito fundamental es establecer una base sólida para el trabajo que se realizará. Aquí están las principales ventajas y desventajas de la Agile Inception:

Tabla 5

Ventajas y Desventajas Agile Inception

 <h1 style="margin: 0;">Agile Inception</h1>	
Ventajas	Desventajas
Flexibilidad al respecto de cambios en las demandas	La descripción inexacta del método de desarrollo puede llevar a operaciones imprecisas
Margen para la creatividad	Su espíritu abierto fomenta la explotación y apoya el comportamiento improductivo
Mejora continua de los procesos de trabajo	Sin un plan a largo plazo, los plazos son difíciles de cumplir
Entregas rápidas	Empleados con habilidades multidisciplinares
Contacto estrecho entre todos los involucrados, especialmente los clientes	La comunicación adicional conlleva más tiempo
Se evitan cambios posteriores a proyectos ya terminados	Funciona mejor cuando todo el equipo trabaja en un solo lugar

Nota: Adaptado de Agile Development: ¡así funciona! (IONOS, 2019).

Kaizen. Es una filosofía y metodología japonesa centrada en la mejora continua y la mejora de procesos mediante pequeños cambios incrementales. El término "Kaizen" significa "cambio bueno" o "mejora continua" en japonés. Se utiliza ampliamente en el ámbito de la

manufactura y en la gestión empresarial para aumentar la eficiencia y la calidad. A continuación, se presentan las principales ventajas y desventajas de la metodología Kaizen:

Tabla 6

Ventajas y Desventajas Kaizen

	
Ventajas	Desventajas
Puede crear un enfoque más suave para el cambio en contraste con los grandes esfuerzos que pueden abandonarse debido a su tendencia a provocar resistencia al cambio y abandono	Las empresas con culturas de territorialismo y comunicación cerrada pueden necesitar primero enfocarse en cambios culturales para crear un ambiente receptivo.
Alienta para que los procesos puedan reducir errores y desperdicios	
Las necesidades de inspección se reducen, porque los errores se reducen.	Los eventos Kaizen a corto plazo pueden crear un estallido de emoción que es superficial y de corta duración y, por lo tanto, se abandona en poco tiempo.
La moral de los empleados crece porque genera un sentido de valor y determinación.	
El trabajo en equipo aumenta a medida que los empleados piensan más allá de los problemas específicos de su departamento.	
El enfoque en el cliente aumenta a medida que aumenta la conciencia de los requisitos del cliente.	
Existen sistemas para garantizar que se fomenten las mejoras a corto y largo plazo.	

Nota: Adaptado de KAIZEN (Mejora Continua) (Vargas Guarategúa, 2020).

Six Sigma. Es una metodología de gestión que busca mejorar los procesos, reducir la variabilidad y eliminar defectos mediante un enfoque basado en datos y un análisis riguroso. Six Sigma se centra en lograr una calidad casi perfecta al reducir el número de defectos a menos de 3.4 por millón de oportunidades. Aquí se presentan las principales ventajas y desventajas de Six Sigma:

Tabla 7

Ventajas y Desventajas Six Sigma

	
Ventajas	Desventajas
Control de calidad orientado al cliente.	Las capacitaciones para obtener la certificación Seis Sigma tienen un costo muy elevado.
Mejora en la calidad de los productos y servicios.	
Margen de error disminuido: 3 o 4 defectos por 1 millón de procesos de servicios o productos.	Hace falta un conocimiento profundo de Seis Sigma para conseguir buenos resultados.
Constante desarrollo de mejoras, incluso antes de detectarse	
Ahorro y disminución de costos.	

Nota: Adaptado de ¿Qué es Six Sigma? (Mancuzo, 2020)

Pruebas de Comparación

Para llevar a cabo las pruebas de comparación entre las diferentes metodologías, se empleará el Análisis Jerárquico de Procesos (AHP). Siguiendo la metodología de Saaty, el primer paso será definir el problema, que en este caso consiste en realizar un Benchmarking para desarrollar una propuesta destinada a incrementar la productividad en las líneas de producción del área de reacondicionamiento de envases plásticos, metálicos e isotanques de la empresa Canecas Pulido.

Una vez definido el problema, se procederá a estructurar el análisis mediante la definición de los criterios que serán evaluados para llevar a cabo el benchmarking entre las metodologías Scrum, Extreme Programming, Kanban, Agile Inception, Kaizen y Six Sigma. Se han definido los criterios comunes de evaluación de estas metodologías ágiles aplicables al caso de estudio, que se detallan a continuación:

1. **Efectividad en la entrega de valor al cliente:** Se evaluará que tan efectivamente cada metodología permite entregar valor al cliente y satisfacer sus necesidades.
2. **Adaptabilidad y flexibilidad:** Mide la capacidad de cada metodología para adaptarse a cambios en los requisitos y en el entorno del proyecto.
3. **Gestión de riesgos:** Evalúa cómo cada metodología aborda la identificación, gestión y mitigación de riesgos en el proyecto.
4. **Calidad y control de procesos:** Considera la capacidad de cada metodología para mantener y mejorar la calidad de los entregables y procesos.
5. **Velocidad y eficiencia de entrega:** Analiza la velocidad con la que se entregan resultados y la eficiencia del proceso en cada metodología.
6. **Satisfacción del equipo:** Considera cómo cada metodología impacta en la satisfacción y el compromiso de los miembros del equipo.
7. **Costos y recursos:** Mide los costos y recursos necesarios para implementar cada metodología de manera efectiva.
8. **Escalabilidad:** Evalúa la capacidad de cada metodología para adaptarse a proyectos de diferentes tamaños y complejidades.
9. **Alineación con objetivos estratégicos:** Analiza en qué medida cada metodología se alinea con los objetivos estratégicos de la organización y su contribución a los resultados deseados.

Evaluación de las diferentes metodologías

El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP), desarrollado por Thomas Saaty, es una metodología que se utiliza para tomar decisiones complejas, especialmente en situaciones donde hay múltiples criterios a considerar. Una de las partes fundamentales del AHP es la escala de comparación por pares, que se utiliza para evaluar la importancia relativa de los diferentes elementos en un criterio o nivel de la jerarquía.

Escala Fundamental de Comparación por Pares de AHP

La escala fundamental de comparación por pares de AHP se basa en una escala de 1 a 9, donde los valores representan la intensidad de preferencia o la importancia relativa de un elemento sobre otro. Aquí está la escala detallada:

Tabla 8

Escala fundamental de comparación por pares

VALOR	DEFINICIÓN	COMENTARIOS
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente el criterio A sobre el B
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el B
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda
2,4,6 y 8	Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar	

Nota: Adaptado de Analytic Hierarchy Process, AHP (Saaty, 1980)

Interpretación de la Escala

Valores de 1 a 9: Estos valores indican la intensidad con la que un elemento es preferido o considerado más importante que otro. Cuanto mayor es el número, mayor es la preferencia o importancia relativa.

Valores Recíprocos: Para cada par de elementos A y B, si A es x veces más importante que B, entonces B es $\frac{1}{x}$ veces más importante que A. Por ejemplo, si A tiene una importancia de 3 sobre B, entonces B tiene una importancia de $\frac{1}{3}$ sobre A.

Definición de Criterios y Alternativas

Identificación de Criterios: Antes de aplicar AHP, es crucial definir los criterios que son importantes para elegir una metodología ágil. Estos podrían incluir Entrega de valor al cliente, Adaptabilidad y Flexibilidad, Gestión de Riesgos, entre otros.

Alternativas: Identificar las metodologías ágiles a considerar, como Scrum, Kanban, Extreme Programming (XP), entre otros.

A continuación, mostramos la estructura jerárquica AHP del modelo definiendo los criterios a evaluar y las diferentes metodologías ágiles a evaluar.

Estructura Jerárquica:

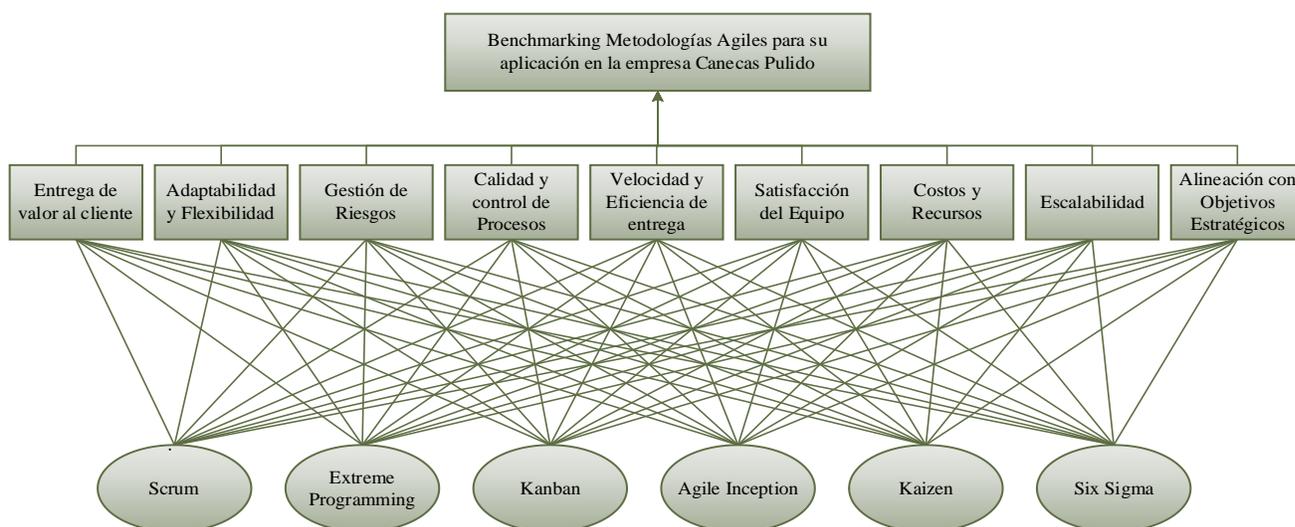
Nivel Superior: El objetivo principal, en este caso, es seleccionar la metodología ágil que mejor mejore la productividad en la organización.

Niveles Intermedios: Los criterios identificados

Nivel Inferior: Las alternativas metodológicas.

Figura 15

Estructura Jerárquica del Modelo



Nota: Elaboración Propia

Comparación por Pares

Comparar Criterios: Usar la escala de comparación por pares de AHP para evaluar la importancia relativa de cada criterio. Por ejemplo, podrías comparar “flexibilidad” con “entrega

de valor al cliente” y asignar una puntuación en función de cuál es más importante para el contexto específico.

Comparar Alternativas: Dentro de cada criterio, comparar las metodologías ágiles en pares. Por ejemplo, en términos de “flexibilidad”, comparar Scrum con Kanban y XP para determinar cuál es más flexible.

Definidas las alternativas y los criterios con los cuales calificaríamos el modelo se procederán a realizar la ponderación de los criterios entre sí quedando de la siguiente manera:

Tabla 9

Matriz de comparación de los criterios

	EVC	AF	GR	CCP	VEE	SE	CR	E	AOE	Ponderación
Entrega de valor al cliente (EVC)	1	7	5	3	1	5	1	3	1	19%
Adaptabilidad y Flexibilidad (AF)	1/7	1	1	1/3	1/7	1	1/7	1/3	1/5	3%
Gestión de Riesgos (GR)	1/5	1	1	1/3	1/5	1	1/5	3	1/5	5%
Calidad y Control de Procesos (CCP)	1/3	3	3	1	1/3	5	1/3	3	1/3	9%
Velocidad y eficiencia de entrega (VEE)	1	7	5	3	1	5	1	3	1	19%
Satisfacción del equipo (SE)	1/5	1	1	1/5	1/5	1	1/5	1	1/5	4%
Costos y recursos (CR)	1	7	5	3	1	5	1	3	1	19%
Escalabilidad (E)	1/3	3	1/3	1/3	1/3	1	1/3	1	1/3	5%
Alineación con Objetivos Estratégicos (AOE)	1	5	5	3	1	5	1	3	1	18%

Nota: Elaboración Propia

Cálculo de Pesos y Prioridades

- **Generación de Matrices:** Crear matrices de comparación por pares para los criterios y las alternativas.
- **Cálculo de Pesos:** Usar métodos matemáticos para determinar los pesos relativos de cada criterio y cada alternativa dentro de esos criterios.
- **Agregación de Resultados:** Combinar los pesos para obtener una puntuación global para cada alternativa.

Posterior a esto se procederá a realizar la matriz de comparación de cada una de las metodologías propuestas con respecto a cada uno de los criterios escogidos. Después de realizar este proceso se incluyen a continuación cada una de las matrices a continuación.

Tabla 10

Matriz de comparación con el criterio 1. Entrega de valor al cliente

	Scrum	Extreme Programming	Kanban	Agile Inception	Kaizen	Six Sigma	Ponderación
Scrum	1	3	1/3	3	1/3	1	15%
Extreme Programming	1/3	1	1/3	1	1/5	1/3	6%
Kanban	3	3	1	3	1/3	1/3	17%
Agile Inception	1/3	1	1/3	1	1/5	1/5	5%
Kaizen	3	5	3	5	1	1	32%
Six Sigma	1	3	3	5	1	1	26%

Nota: Elaboración Propia

Tabla 11

Matriz de comparación con el criterio 2. Adaptabilidad y Flexibilidad

	Scrum	Extreme Programming	Kanban	Agile Inception	Kaizen	Six Sigma	Ponderación
Scrum	1	1	1	5	1/3	3	18%
Extreme Programming	1	1	1	3	1	1	17%
Kanban	1	1	1	5	1/3	3	18%
Agile Inception	1/5	1/3	1/5	1	1/5	1/5	4%
Kaizen	3	1	3	5	1	3	32%
Six Sigma	1/3	1	1/3	5	1/3	1	12%

Nota: Elaboración Propia

Tabla 12

Matriz de comparación con el criterio 3. Gestión de Riesgos

	Scrum	Extreme Programming	Kanban	Agile Inception	Kaizen	Six Sigma	Ponderación
Scrum	1	1	1/3	1	1/3	1/3	8,3%
Extreme Programming	1	1	1/3	1	1/3	1/3	8,3%
Kanban	3	3	1	3	1	1	25,0%
Agile Inception	1	1	1/3	1	1/3	1/3	8,3%
Kaizen	3	3	1	3	1	1	25,0%
Six Sigma	3	3	1	3	1	1	25,0%

Nota: Elaboración Propia

Tabla 13*Matriz de comparación con el criterio 4. Calidad y Control de Procesos*

		Extreme		Agile		Six	
	Scrum	Programming	Kanban	Inception	Kaizen	Sigma	Ponderación
Scrum	1	1	1/3	1/3	1/5	1/3	6%
Extreme Programming	1	1	1/3	1/3	1/5	1/3	6%
Kanban	3	3	1	5	1	1	25%
Agile Inception	3	3	1/5	1	1/5	1/5	10%
Kaizen	5	5	1	5	1	1	29%
Six Sigma	3	3	1	5	1	1	25%

Nota: Elaboración Propia**Tabla 14***Matriz de comparación con el criterio 5. Velocidad y eficiencia en la entrega*

		Extreme		Agile		Six	
	Scrum	Programming	Kanban	Inception	Kaizen	Sigma	Ponderación
Scrum	1	3	3	1	1	1	21%
Extreme Programming	1/3	1	1/3	1	1/5	1/3	7%
Kanban	1/3	3	1	1	1/3	1/3	10%
Agile Inception	1	1	1	1	1/3	1/3	11%
Kaizen	1	5	3	3	1	1	27%
Six Sigma	1	3	3	3	1	1	25%

Nota: Elaboración Propia

Tabla 15*Matriz de comparación con el criterio 6. Satisfacción del equipo*

	Scrum	Extreme Programming	Kanban	Agile Inception	Kaizen	Six Sigma	Ponderación
Scrum	1	5	3	3	1	1	25%
Extreme Programming	1/5	1	1/3	1	1/5	1/3	6%
Kanban	1/3	3	1	3	1/3	1/3	11%
Agile Inception	1/3	1	1/3	1	1/5	1/5	6%
Kaizen	1	5	3	5	1	1	27%
Six Sigma	1	3	3	5	1	1	25%

Nota: Elaboración Propia**Tabla 16***Matriz de comparación con el criterio 7. Costos y Recursos*

	Scrum	Extreme Programming	Kanban	Agile Inception	Kaizen	Six Sigma	Ponderación
Scrum	1	1/3	1/7	1/3	1/7	1	5%
Extreme Programming	3	1	1/3	1	1/3	3	13%
Kanban	7	3	1	3	1	3	31%
Agile Inception	3	1	1/3	1	1/3	3	13%
Kaizen	7	3	1	3	1	5	33%
Six Sigma	1	1/3	1/3	1/3	1/5	1	6%

Nota: Elaboración Propia

Tabla 17*Matriz de comparación con el criterio 8. Escalabilidad*

	Scrum	Extreme Programming	Kanban	Agile Inception	Kaizen	Six Sigma	Ponderación
Scrum	1	3	1	3	1	1	21%
Extreme Programming	1/3	1	1/3	1	1/3	1/3	7%
Kanban	1	3	1	3	1	1	21%
Agile Inception	1/3	1	1/3	1	1/3	1/3	7%
Kaizen	1	3	1	3	1	1	21%
Six Sigma	1	3	1	3	1	1	21%

Nota: Elaboración Propia**Tabla 18***Matriz de comparación con el criterio 9. Alineación con Objetivos Estratégicos*

	Scrum	Extreme Programming	Kanban	Agile Inception	Kaizen	Six Sigma	Ponderación
Scrum	1	1	1/3	1	1/5	1/3	7%
Extreme Programming	1	1	1/5	1	1/5	1/5	6%
Kanban	3	5	1	3	1	1	25%
Agile Inception	1	1	1/3	1	1/5	1/5	6%
Kaizen	5	5	1	5	1	1	29%
Six Sigma	3	5	1	5	1	1	27%

Nota: Elaboración Propia

Evaluación y Decisión

- **Evaluar Alternativas:** Analizar las puntuaciones globales de cada metodología ágil basadas en los criterios ponderados.
- **Seleccionar la Mejor Alternativa:** Elegir la metodología ágil con la puntuación más alta como la más adecuada para mejorar la productividad, considerando la información proporcionada por el AHP.

Dadas las matrices de ponderación de las alternativas por cada uno de los criterios se realiza la suma producto de la matriz y el vector final dando los siguientes resultados

Tabla 19

Matriz final de resultados

	EVC	AF	GR	CCP	VEE	SE	CR	E	AOE	Resultado
Scrum	0,15	0,18	0,08	0,06	0,21	0,25	0,05	0,21	0,07	12%
Extreme Programing	0,06	0,17	0,08	0,06	0,07	0,06	0,13	0,07	0,06	8%
Kanban	0,17	0,18	0,25	0,25	0,10	0,11	0,31	0,21	0,25	21%
Agile Inception	0,05	0,04	0,08	0,10	0,11	0,06	0,13	0,07	0,06	9%
Kaizen	0,32	0,32	0,25	0,29	0,27	0,27	0,33	0,21	0,29	29%
Six Sigma	0,26	0,12	0,25	0,25	0,25	0,25	0,06	0,21	0,27	21%
Ponderación	0,19	0,03	0,05	0,09	0,19	0,04	0,19	0,05	0,18	100%

Nota: Elaboración propia

Impacto en la Selección de Metodología Ágil

Decisión Basada en Datos:

AHP proporciona un enfoque estructurado y basado en datos para comparar metodologías ágiles, minimizando el riesgo de decisiones subjetivas y basadas en intuiciones.

Priorización de Criterios:

Permite priorizar los criterios que son más importantes para la mejora de la productividad, asegurando que la metodología seleccionada se alinee bien con los objetivos y necesidades específicas.

Análisis Completo:

Facilita un análisis exhaustivo de cada alternativa en función de múltiples criterios, ofreciendo una visión integral de cómo cada metodología ágil puede impactar la productividad.

Transparencia en la Decisión:

El proceso de AHP hace que la decisión sea más transparente y justificable al documentar cómo se llegaron a las conclusiones, lo cual es útil para obtener consenso entre stakeholders.

Flexibilidad para Ajustes:

AHP es adaptable y permite realizar ajustes en los criterios o alternativas según cambien las necesidades o nuevas informaciones se vuelvan disponibles.

El análisis detallado de las metodologías ágiles utilizando el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) proporciona una visión clara y fundamentada para la selección de la metodología más adecuada para incrementar la productividad en las líneas de reacondicionamiento de envases de la empresa Canecas Pulido.

De acuerdo con los resultados del análisis, la metodología Kaizen se destaca como la opción más adecuada para la empresa. Kaizen, con su enfoque en la mejora continua y la implementación de pequeños cambios incrementales, se alinea bien con los objetivos de productividad y eficiencia en las líneas de reacondicionamiento de envases. Su capacidad para generar mejoras constantes en los procesos y su impacto positivo en la calidad y satisfacción del equipo refuerzan su idoneidad para el contexto específico de la empresa Canecas Pulido.

En resumen, la metodología Kaizen no solo cumple con los requisitos específicos del proyecto, sino que también ofrece un enfoque sistemático para la optimización continua de procesos. La implementación de Kaizen permitirá a la empresa lograr una mayor eficiencia operativa y mejorar la calidad en el reacondicionamiento de envases plásticos, metálicos e

isotankes, alineándose con los objetivos estratégicos y contribuyendo al éxito general del proyecto.

8.3. Propuesta para Mejorar la Productividad en los Procesos Productivos de la Empresa.

Después de definida la metodología a trabajar, se plantea una propuesta para la mejora de la productividad en las líneas de reacondicionamiento de tambores de la empresa Canecas Pulido. Se realiza la propuesta usando el siguiente paso a paso.

1. **Análisis de Procesos:** Realizar un análisis detallado de los procesos actuales de reacondicionamiento de tambores metálicos para identificar posibles cuellos de botella, ineficiencias y oportunidades de mejora. El enfoque Kaizen se centra en identificar pequeñas, pero significativas, oportunidades de mejora. Se busca no solo resolver problemas evidentes, sino también hacer ajustes incrementales que sumen a una mejora global. Involucra a todos los niveles del personal en la observación y análisis de los procesos. En Kaizen, los empleados que están directamente involucrados en los procesos a menudo tienen valiosas perspectivas sobre dónde se pueden hacer mejoras. Permite el uso de herramientas Kaizen como el Mapa de Flujo de Valor (Value Stream Mapping) para identificar cuellos de botella y áreas de desperdicio en el proceso de reacondicionamiento.
2. **Equilibrado de líneas de producción:** El equilibrio de líneas de producción busca eliminar desperdicios y asegurar que cada estación de trabajo esté adecuadamente balanceada en términos de carga de trabajo. Esto ayuda a mantener un flujo de trabajo continuo y eficiente, un principio clave de Kaizen. Implementa cambios en la asignación de tareas y en la organización del trabajo de manera incremental. Los ajustes deben ser revisados y afinados continuamente para mejorar el equilibrio. Este equilibrado se realiza a través de una simulación por eventos discretos.
3. **Formación y Capacitación del Personal:** Kaizen enfatiza la importancia de involucrar y capacitar a todos los empleados en la filosofía de mejora continua. La capacitación asegura que todos comprendan la importancia de Kaizen y cómo pueden contribuir al proceso de mejora. Establece una cultura en la que el personal esté motivado y capacitado para identificar problemas y sugerir mejoras. La formación en Kaizen debe incluir el desarrollo de habilidades para reconocer oportunidades de mejora y aplicar los principios de Kaizen en su trabajo diario.

- Identificación de oportunidades de mejora: En el espíritu de Kaizen, las sesiones de lluvia de ideas o grupos de mejora deben fomentar la participación y la colaboración entre todos los miembros del equipo. La idea es que el conocimiento colectivo y la experiencia de todos los empleados contribuyan a encontrar mejoras significativas.

Análisis de Procesos

Se presenta un análisis detallado de los procesos actuales de cada una de las líneas de producción. Iniciando con el proceso de análisis lo primero que se realiza es definir y medir los indicadores de productividad de las líneas.

Indicadores de productividad

El cálculo de la productividad varía dependiendo del tipo de recurso y del contexto en el que se aplica. A continuación, se presentan las calcula la productividad en diferentes contextos:

Se calcula el índice de productividad para cada línea con la formula relacionada a continuación:

1. Productividad Global

El índice de productividad global es la división entre la productividad y el consumo de todos los factores que se generan en la empresa, como podemos ver en la siguiente fórmula:

$$Productividad\ Global = \frac{Producción\ obtenida}{Factores\ utilizados}$$

Tabla 20

Cálculo de la productividad global

Línea	Produccion Obtenida		
	Produccion Obtenida	Costos+ Gastos	Productividad Global
Tambor Abierto	350.000.000	259.997.000	1,35
Tambor Cerrado	475.000.000	364.144.500	1,30
Tambor plástico	217.500.000	175.100.850	1,24
IBC	927.500.000	737.464.050	1,26
Totales	1.970.000.000	1.536.706.400	1,28

Nota: Elaboración propia

2. Productividad Laboral

$$Productividad\ Laboral = \frac{Cantidad\ de\ Producción}{Horas\ Trabajadas}$$

Línea Tambor Abierto En esta línea se trabajan 2 turnos de trabajo de lunes a sábado

Línea Tambor Cerrado En esta línea se trabajan 3 turnos de trabajo de lunes a sábado

Línea Tambor Plástico En esta línea se trabajan 2 turnos de trabajo de lunes a sábado

Línea IBC En esta línea se trabajan 3 turnos de trabajo de lunes a sábado

Con esta información se procede a calcular los índices de productividad en cada una de las líneas y la productividad total.

Tabla 21

Cálculo de la productividad laboral total y por línea

Línea	Turnos de trabajo	Horas laborales por turno	Días Laborales	Headcount por Turno	Horas Semana	Horas Trabajadas promedio Mes	Producción promedio mes	Indicador de productividad	Costo por unidad
Tambor Abierto	2	7	6	4	336	1.344	17.500	13,02	\$ 594,3
Tambor Cerrado	3	7	6	4	504	2.016	19.000	9,42	\$ 821,0
Tambor plástico	2	7	6	4	336	1.344	14.500	10,79	\$ 717,2
IBC	3	7	6	4	504	2.016	18.550	9,20	\$ 841,0
Totales						6.720	69.550	10,35	
						Costo Hora	Costo total	Costo por Unidad	
Recurso Humano						\$ 7.738	\$ 51.999.360	\$ 747,65	

Nota: Elaboración propia

3. Eficiencia en consumo de materiales.

Se trata de comparar el output obtenido en términos de coste de ventas con relación al coste de materiales.

$$\text{Eficiencia de materiales} = \frac{\text{Costo de Ventas Standard}}{\text{Costo de Materiales consumidos}}$$

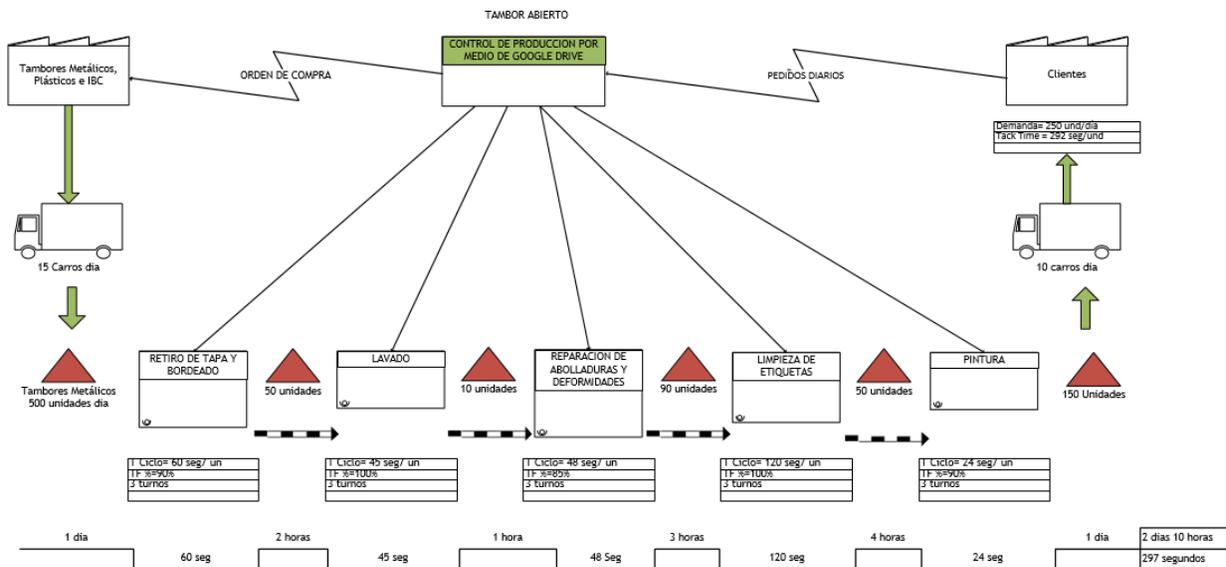
Tabla 22

Cálculo de la eficiencia en consumo de materiales.

Línea	Eficiencia de Materiales			
	Costo de Ventas	Costo de Materiales consumidos	Eficiencia de materiales	Valor por Unidad
Tambor Abierto	350.000.000	112.000.000	3,13	\$ 6.400,00
Tambor Cerrado	475.000.000	152.000.000	3,13	\$ 8.000,00
Tambor plástico	217.500.000	83.520.000	2,60	\$ 5.760,00
IBC	927.500.000	319.060.000	2,91	\$ 17.200,00
Totales	1.970.000.000	666.580.000	2,96	\$ 9.584,18

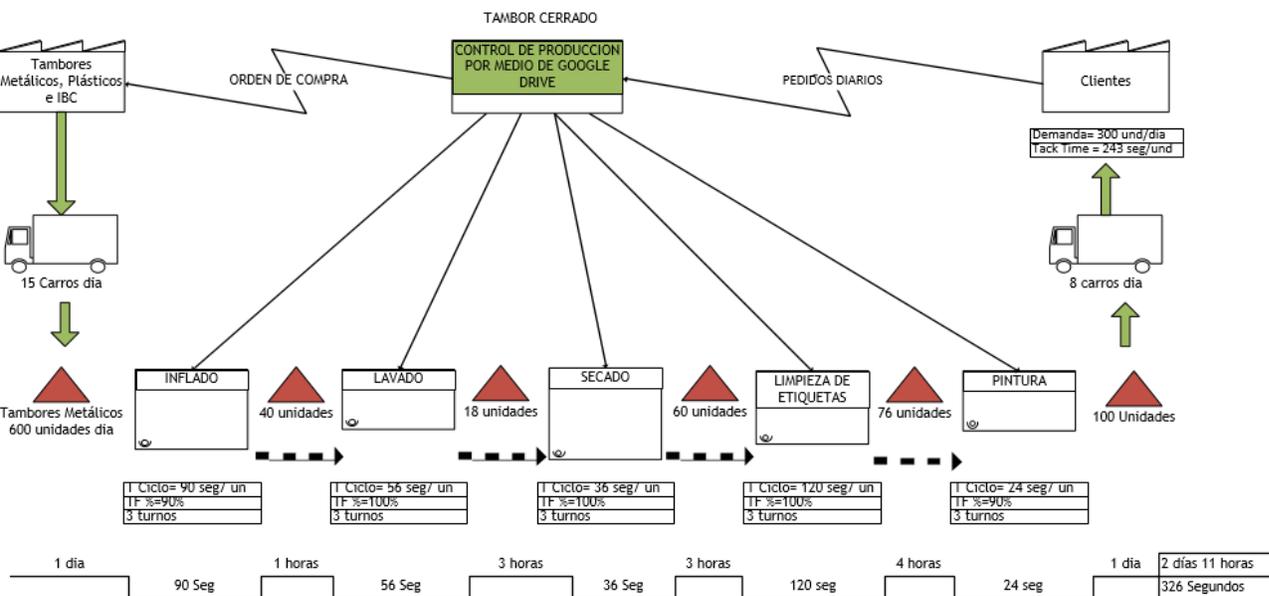
Posterior a definir los indicadores se realiza un VSM para cada una de las líneas de reacondicionamiento que se pretenden mejorar.

Figura 16
Value stream Mapping proceso tambor Abierto



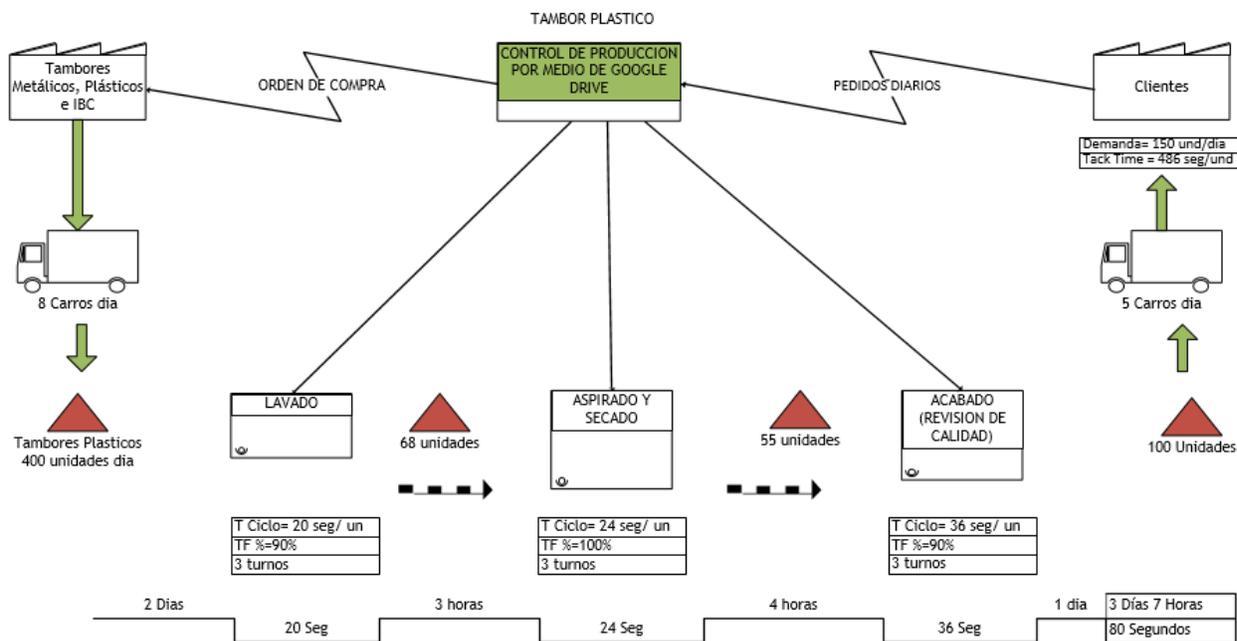
Nota: Elaboración Propia

Figura 17
Value stream Mapping proceso tambor cerrado



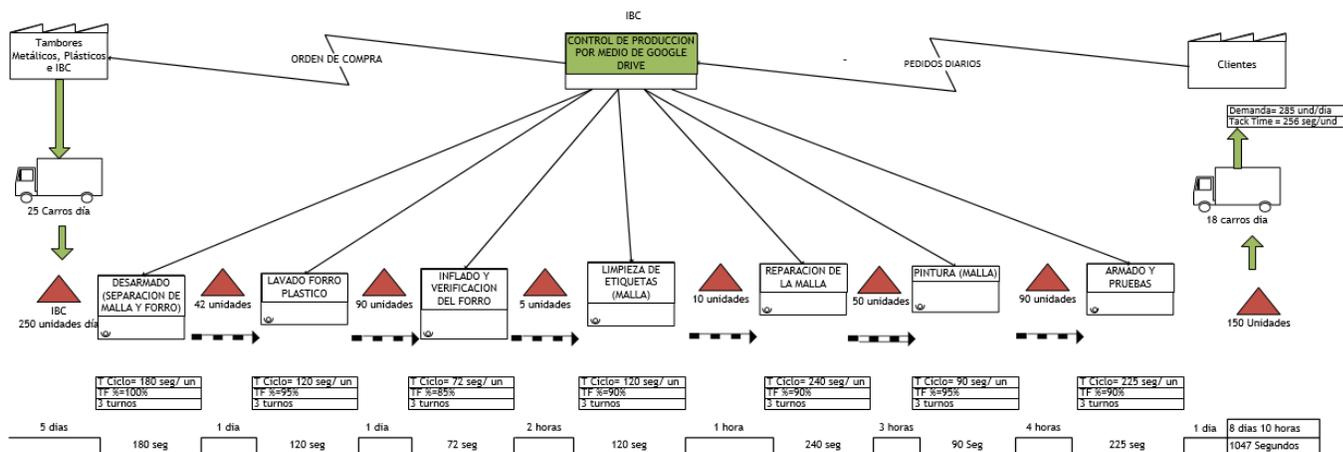
Nota: Elaboración Propia

Figura 18
Value stream Mapping proceso tambor plástico



Nota: Elaboración Propia

Figura 19
Value stream Mapping proceso IBC



Nota: Elaboración Propia

Después de generar cada VSM se identificarán los cuellos de botella en cada una de las líneas de producción. Se logran identificar tiempos muertos en cada una de las líneas y adicional

se reconocen las actividades que generan retrasos en la línea. Los cuellos de botella se representan de color verde en las siguientes tablas:

Tabla 23

Cuellos de botella línea de producción tambor abierto

Tambor Abierto	Retiro de tapa y bordeado	Lavado	Reparación de abolladuras	Limpieza de etiquetas	Pintura
Tiempo de Ciclo (segundos)	60	45	48	120	24
Tiempo de Espera (horas)	24	2	1	3	4
Trabajo en proceso (unidades)	50	10	90	50	150
Tasa de Producción (Unidades por hora)	60	80	75	30	150

Nota: Elaboración Propia

Tabla 24

Cuellos de botella línea de producción tambor Cerrado

Tambor Cerrado	Inflado	Lavado	Secado	Limpieza de etiquetas	Pintura
Tiempo de Ciclo (segundos)	90	56	36	120	24
Tiempo de Espera (horas)	24	1	3	3	4
Trabajo en proceso (unidades)	40	18	60	76	100
Tasa de Producción (Unidades por hora)	40	64	100	30	150

Nota: Elaboración Propia

Tabla 25

Cuellos de botella línea de producción tambor Plástico

Tambor plástico	Lavado	Aspirado y Secado	Acabado y revisado de Calidad
Tiempo de Ciclo (segundos)	20	24	36
Tiempo de Espera (horas)	24	3	4
Trabajo en proceso (unidades)	68	55	100
Tasa de Producción (Unidades por hora)	180	150	100

Nota: Elaboración Propia

Tabla 26

Cuellos de botella línea de producción IBC

IBC	Desarmado	Lavado	Inflado	Limpieza de etiquetas	Reparación de la malla	Pintura	Armado y Pruebas
Tiempo de Ciclo (segundos)	180	120	72	120	240	90	225
Tiempo de Espera (horas)	120	24	24	2	1	3	4
Trabajo en proceso (unidades)	42	90	5	10	50	90	150
Tasa de Producción (Unidades por hora)	20	30	50	30	15	40	16

Nota: Elaboración Propia

Equilibrado de líneas de producción

Al equilibrar correctamente las líneas de producción, se puede mejorar la eficiencia, reducir los tiempos de ciclo y aumentar la productividad general del proceso de fabricación (Ingeniia, 2018).

Con el conocimiento que se tiene de cada una de las líneas de producción después de ajustar los VSM donde se identificaron las tareas realizadas en la línea y tiempos de ciclo.

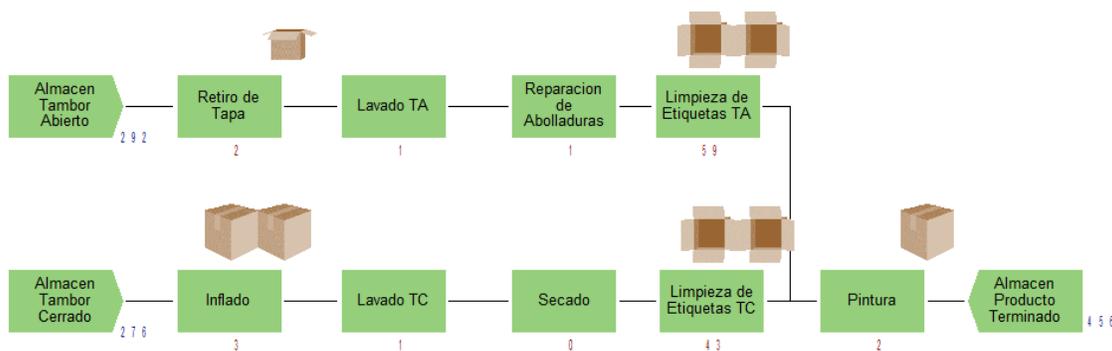
Se ajustarán las líneas estableciendo el orden en el que deben realizarse las tareas para ensamblar el producto final. Esto puede implicar organizar las tareas de manera lógica y secuencial para minimizar los movimientos innecesarios y mejorar el flujo de trabajo. Si se identifican desequilibrios, se podrá considerar reasignar tareas entre estaciones de trabajo para nivelar la carga de trabajo y reducir los tiempos de ciclo desiguales. Esto podría implicar mover tareas de una estación a otra o redistribuir recursos para mejorar la eficiencia.

Se trabaja en una propuesta para realizar el equilibrado de las líneas a través de la simulación por eventos discretos utilizando el software Arena presentadas a continuación:

1. Equilibrado de la línea de producción de tambor abierto y cerrado

Figura 20

Líneas de producción Tambor abierto y cerrado real.



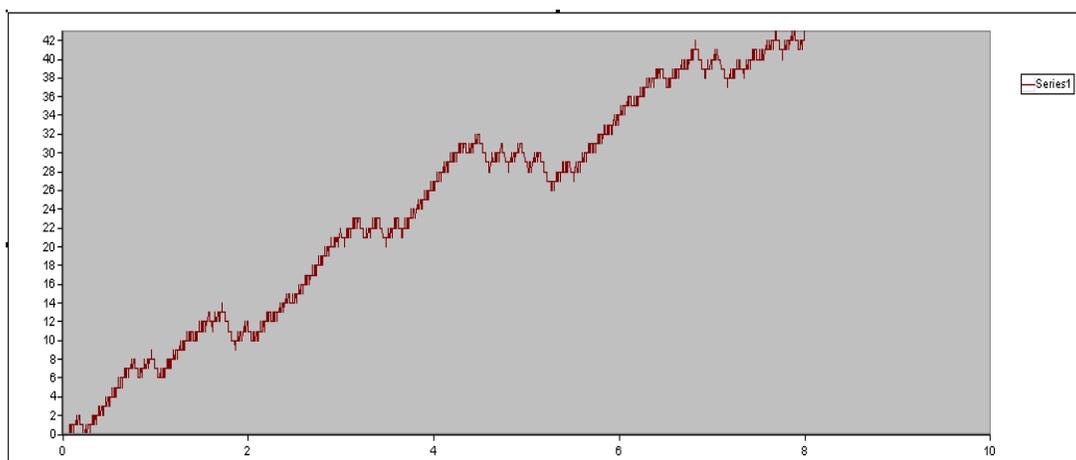
Nota: Elaboración Propia

Esta imagen representa la configuración mediante la herramienta de simulación arena la cual presenta los tiempos estipulados para el desarrollo de la operación de producción de tambor abierto y cerrado. Esta producción nos muestra que, al evaluar situaciones bajo control, las cuales fueron comparados con la situación real como punto de partida. Se validó que el modelo de simulación fuera realmente adecuado para las necesidades del sistema y se verificó que con dicho sistema de simulación y al implementar posibles ajustes en el modelo,

se pueda concluir la propuesta de mejora que se desea desarrollar. Se obtuvieron los siguientes resultados.

Figura 21

Cola proceso limpieza de etiquetas

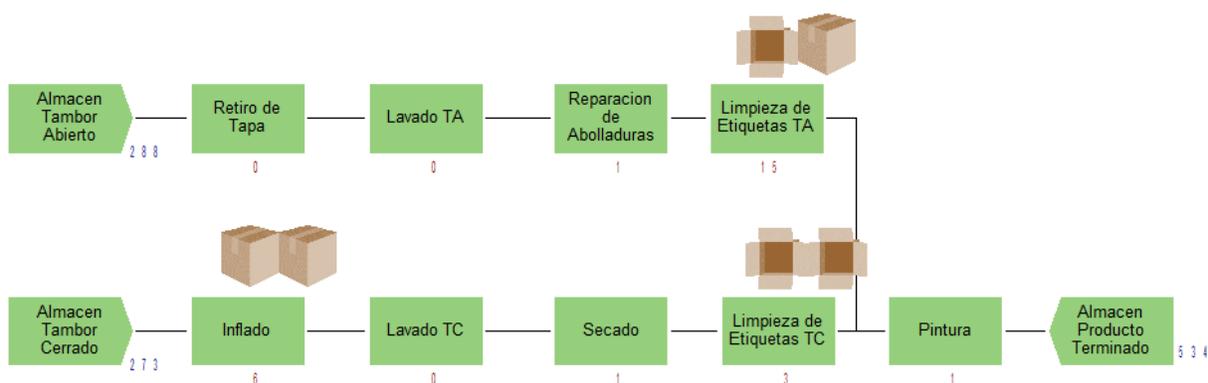


Nota: Elaboración Propia

Considerando que la simulación se llevó a cabo durante un periodo de 8 horas, se analiza la ubicación de los cuellos de botella dentro del sistema con el fin de identificar la causa principal de la formación de estas colas la cual se encuentran en los procesos de limpieza de etiquetas. Basándonos en las diversas estrategias propuestas a lo largo de este documento, se propone la siguiente configuración de ajuste.

Figura 22

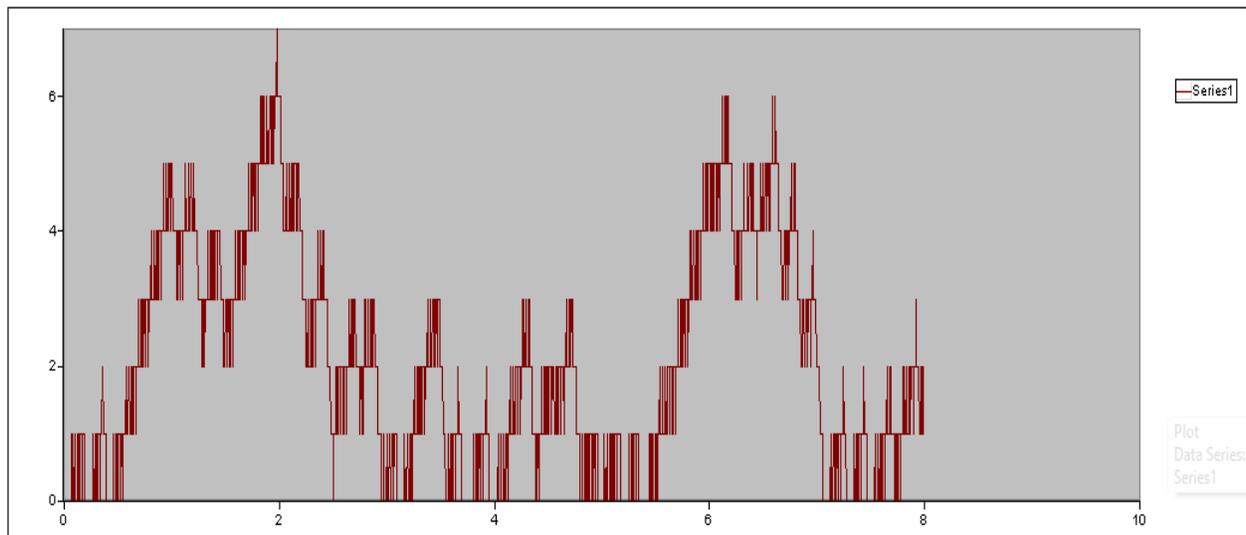
Líneas de producción Tambor abierto y cerrado equilibrando el sistema.



Nota: Elaboración Propia

Figura 23

Cola proceso limpieza de etiquetas con el proceso ajustado.



Nota: Elaboración Propia

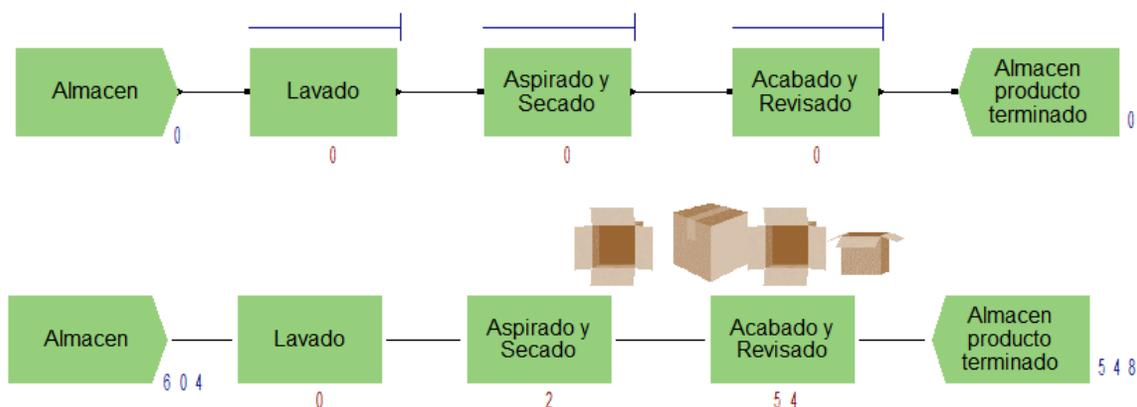
Una vez implementada la propuesta de simulación, se pudo identificar que al reasignar parte del proceso de limpieza de etiquetas al proceso de lavado y permitir que los operarios realicen una limpieza inicial mediante el uso de las hidro lavadoras de alta presión que se tienen en este proceso, se logra reducir significativamente las colas que se producen. Esto podría resultar en una disminución de entre 10 a 20 segundos por unidad en el proceso de limpieza de etiquetas, evitando así la acumulación de colas en este proceso. Al mismo tiempo, estos cambios pueden elevar la producción total de unidades generadas por las líneas de producción en un 17,10%.

2. Equilibrado de la línea de producción caneca plástica

La imagen a continuación representa la configuración mediante la herramienta de simulación arena la cual presenta los tiempos estipulados para el desarrollo de la operación de producción de canecas plásticas. Esta situación al igual que la anterior fue comparada con la situación real para tener la referencia inicial. Además, se verificó que, al implementar ajustes en dicho modelo de simulación, se puede concluir la propuesta de mejora deseada.

Figura 24

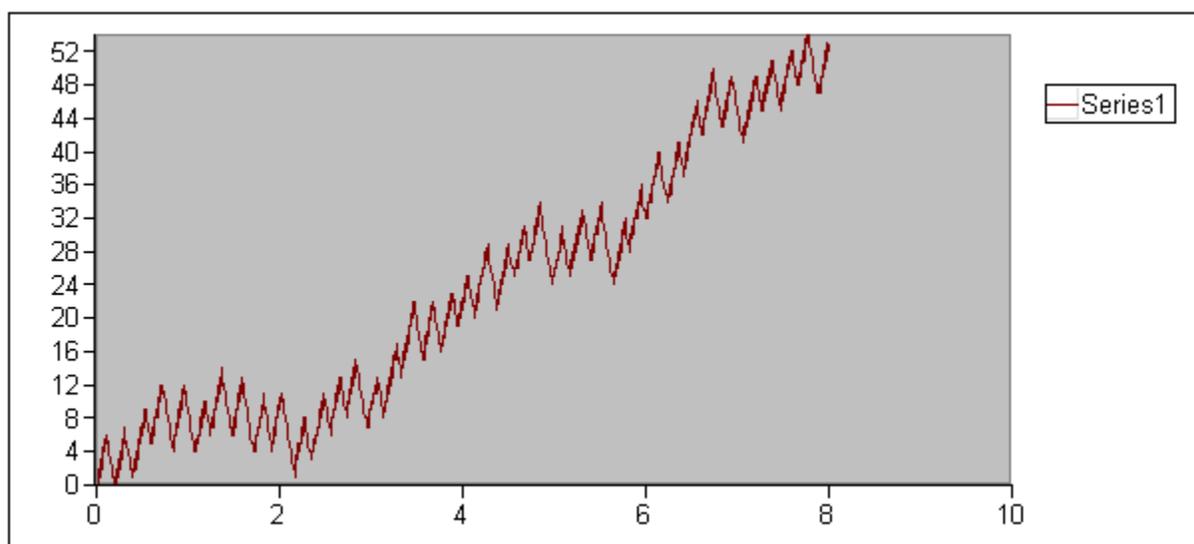
Línea de producción caneca plástica real.



Nota: Elaboración propia

Figura 25

Cola proceso acabado y revisado con el proceso real

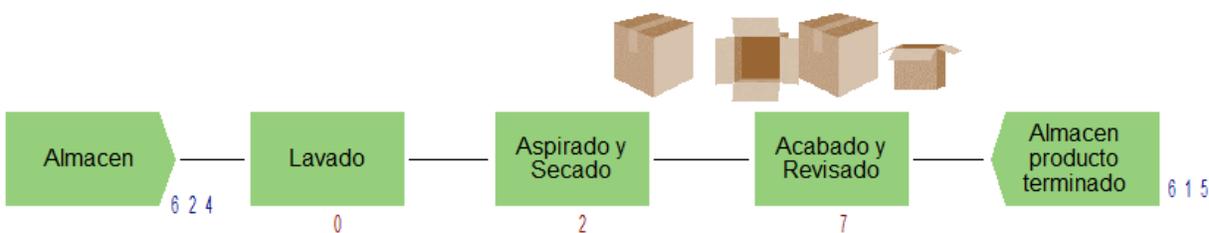


Nota: Elaboración Propia

Considerando que la simulación se llevó a cabo durante un periodo de 8 horas, se analiza la ubicación de los cuellos de botella dentro del sistema con el fin de identificar la causa principal de la formación de estas colas la cual se encuentran en los procesos de acabado y revisado. Basándonos en las diversas estrategias propuestas a lo largo de este documento, se propone la siguiente configuración de ajuste.

Figura 26

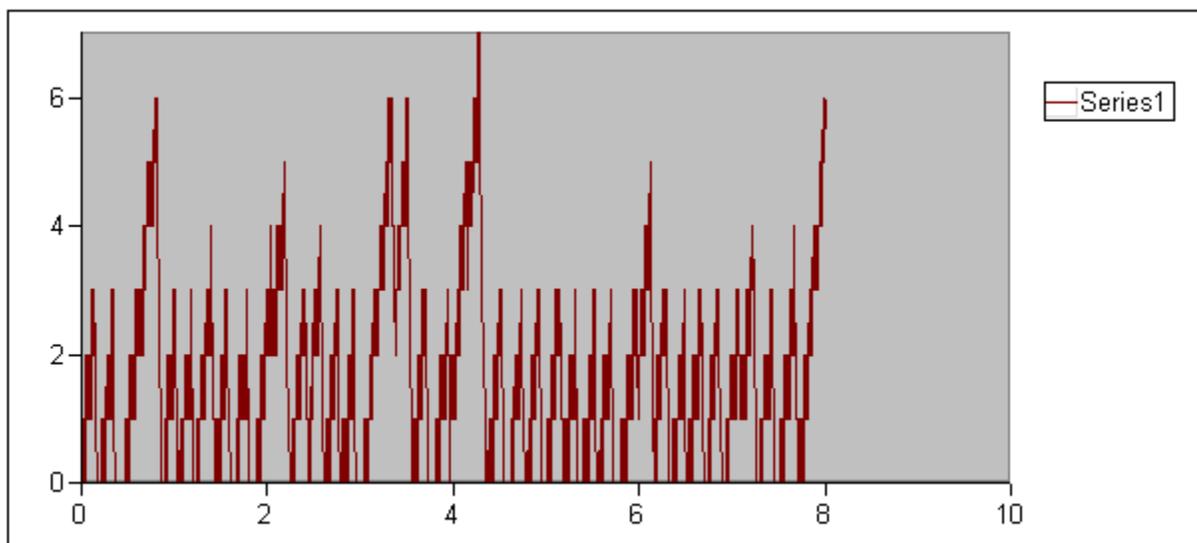
Líneas de producción caneca plástica equilibrando el sistema.



Nota: Elaboración propia

Figura 27

Cola proceso acabado y revisado ajustada



Nota: Elaboración propia

Una vez implementada la propuesta de simulación, se pudo identificar que al reasignar parte del proceso de acabado y revisado al proceso de aspirado y secado para que los operarios apoyen en la labor de cambio de empaques de la tapa, se logra reducir significativamente las colas que se producen. Con esto se podría disminuir entre 5 a 10 segundos por unidad del proceso evitando que se generen las colas en este proceso. Al mismo tiempo, estos cambios pueden elevar la producción total de unidades generadas por las líneas de producción en un 12,22%.

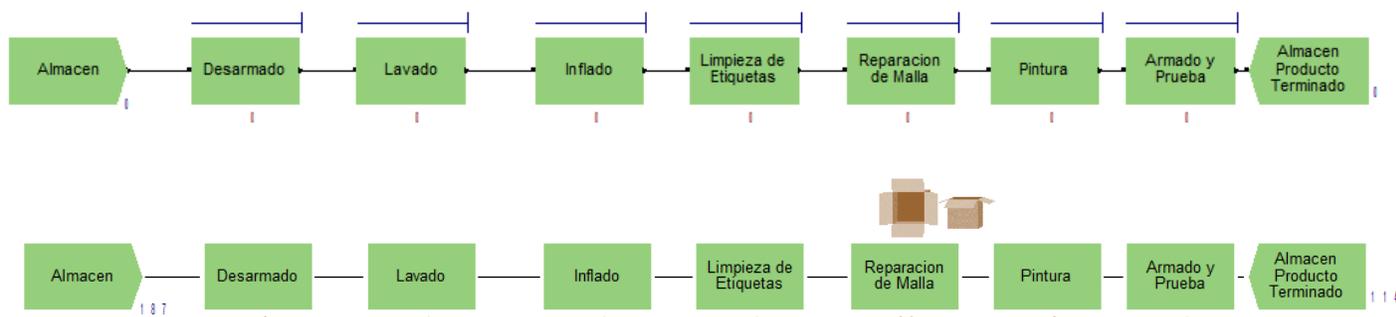
3. Equilibrado de la línea de producción de Isotanques

La imagen a continuación representa la configuración mediante la herramienta de simulación arena la cual presenta los tiempos estipulados para el desarrollo de la operación de

producción de Isotanques. Esta situación al igual que las anteriores fue comparada con la situación real para tener la referencia inicial. Además, se verificó que, al implementar ajustes en dicho modelo de simulación, se puede concluir la propuesta de mejora deseada

Figura 28

Línea de producción isotanques proceso real.

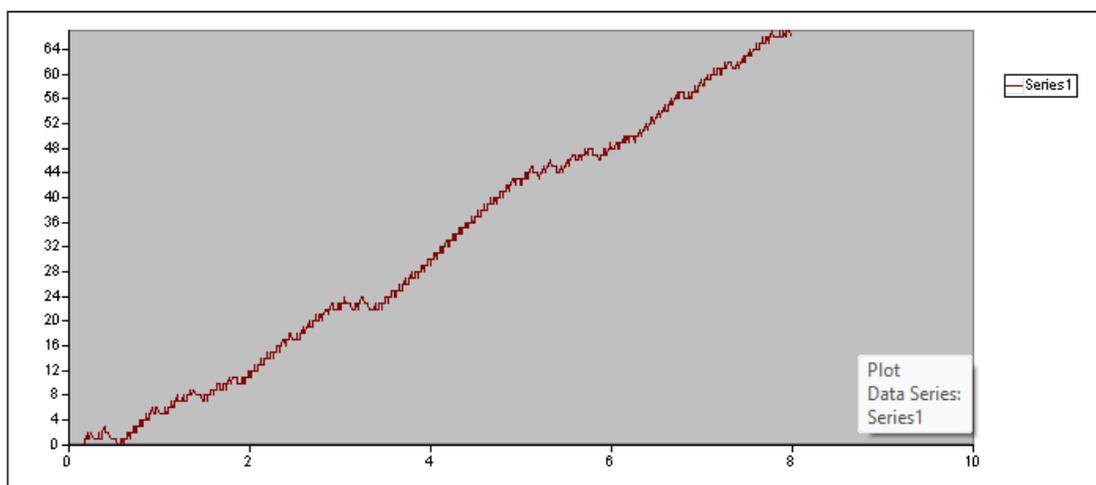


Nota: Elaboración propia

En la figura a continuación se identifica la cola que se presenta en la línea de producción de isotanques donde observamos que en el proceso de reparación de malla es donde se hay retraso de las actividades. A continuación, se presenta los resultados obtenidos en el software.

Figura 29

Cola proceso reparación de Malla



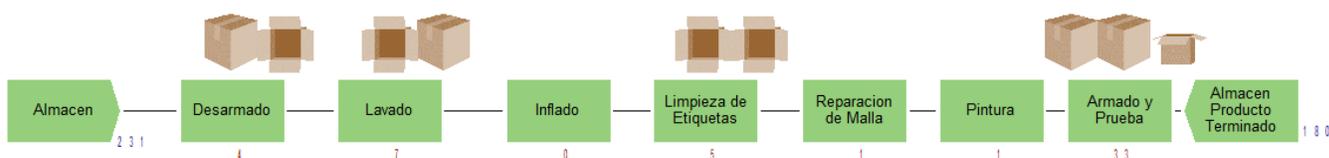
Nota: Elaboración propia

Una vez implementada la simulación y realizar análisis de los resultados se cree que la propuesta para esta línea de producción es asignar un recurso de apoyo adicional para que este proceso se pueda realizar en un tiempo menor, este recurso también apoyara el proceso de

armado y pruebas evitando la generación de una nueva cola y disminuyendo los tiempos de proceso de armado de los IBC. Con este operario adicional se podrían fabricar un número mayor de unidades por turno lo cual compensa el valor de este recurso. Con este proceso se incrementa la capacidad de producción en un 40,35% A continuación, se presenta la información de la simulación realizada en Arena.

Figura 30

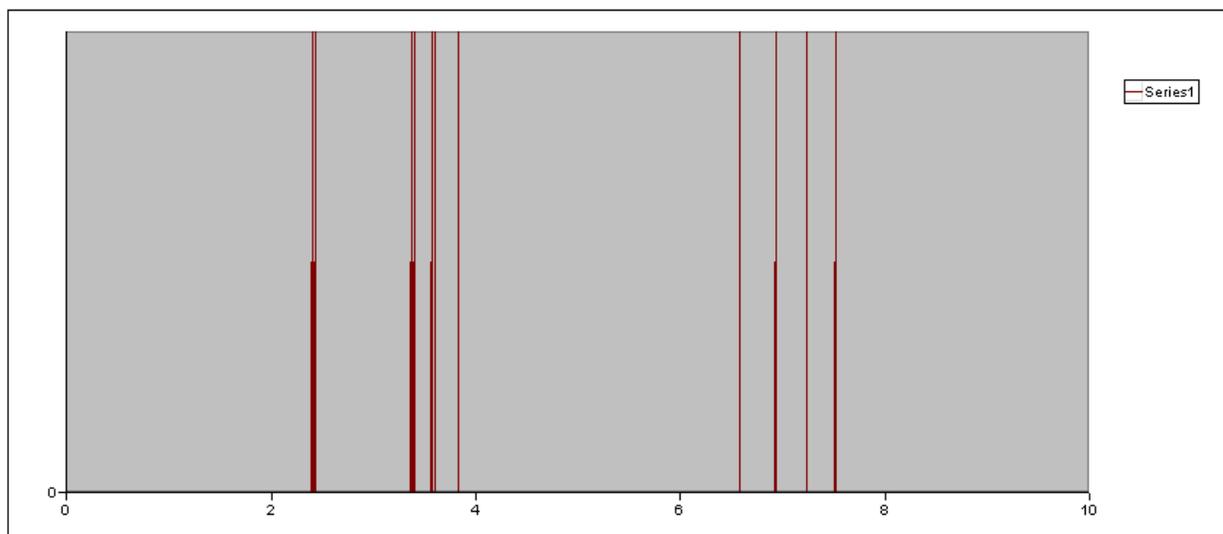
Línea IBC Ajustado



Nota: Elaboración propia

Figura 31

Cola proceso reparación de malla



Nota: Elaboración propia

Formación y Capacitación del Personal

Con el objetivo de impulsar la productividad y la eficiencia operativa en la compañía Canecas Pulido, Se propone implementar un programa integral de mejora continua basado en el método Kaizen.

Este enfoque se centra en la mejora constante de los procesos, la eliminación de desperdicios y la promoción de una cultura de mejora continua en todos los niveles de la

organización. Para alcanzar este objetivo, se propone brindar capacitación especializada en el método Kaizen a todo el personal, desde la alta dirección hasta los colaboradores operativos. Esta capacitación proporcionará al equipo de la compañía las herramientas y los conocimientos necesarios para identificar oportunidades de mejora, implementar cambios efectivos y mantener un enfoque proactivo hacia la excelencia operativa. Al invertir en la capacitación en el método Kaizen, se estará comprometido a potenciar el talento interno, fomentar la innovación y lograr mejoras sostenibles en la productividad y competitividad en el mercado.

La capacitación al personal en el método Kaizen dentro de las líneas de producción hará que los operarios tomen control de los procesos y sean parte integral en la mejora de la productividad dentro de cada una de sus líneas, alineando y ejecutando las diferentes herramientas Kaizen.

Para aumentar la productividad de las líneas de producción, se propone considerar capacitaciones al personal en varias áreas clave relacionadas a continuación:

- a. Operación de Equipos: Asegurar que el personal esté completamente capacitado en el manejo eficiente y seguro de todos los equipos utilizados en la línea de producción. Esto incluye desde máquinas específicas hasta sistemas de control automatizado.
- b. Mejora de Procesos: Capacitación al personal en métodos para identificar y eliminar cuellos de botella, mejorar flujos de trabajo y mejorar tiempos de ciclo.
- c. Mantenimiento Preventivo: Enseñar la importancia del mantenimiento preventivo para reducir tiempos de inactividad no planificados y aumentar la disponibilidad de las máquinas.
- d. Control de Calidad: Capacitación al personal en técnicas de control de calidad para reducir reprocesos y desperdicios, asegurando que solo productos de alta calidad avancen por la línea de producción.
- e. Gestión de Inventarios: Capacitación en técnicas de gestión de inventarios para minimizar el exceso de stock y mejorar la disponibilidad de materiales justo a tiempo.
- f. Seguridad Industrial: Asegurar que los empleados estén capacitados en prácticas de seguridad adecuadas para prevenir accidentes y lesiones que puedan afectar la productividad.

- g. **Habilidades Interpersonales y Trabajo en Equipo:** Fomentar habilidades de comunicación efectiva, colaboración y trabajo en equipo, ya que un ambiente laboral cohesionado puede mejorar la eficiencia general.

Al invertir en el desarrollo de habilidades específicas relacionadas con la operación eficiente y segura de las líneas de producción, el personal estará mejor preparado para contribuir significativamente al aumento de la productividad y a la mejora continua de la organización.

Estrategias de seguimiento y control en la operación.

Se propone realizar Gemba Walks, que son recorridos por el lugar de trabajo, donde los líderes y empleados observan directamente el proceso de producción. Esto les permite identificar desperdicios, áreas de ineficiencia y oportunidades para mejorar el flujo de trabajo.

En paralelo se propone organizar eventos Kaizen centrados en áreas específicas de la línea de producción. Estos eventos reúnen a equipos multifuncionales para analizar problemas, generar ideas de mejora y desarrollar soluciones rápidas y efectivas

Se solicitará retroalimentación de los clientes sobre la calidad del producto, los tiempos de entrega y cualquier otro aspecto relevante para la satisfacción del cliente. Se utilizará esta información para identificar áreas donde se puedan hacer mejoras para cumplir mejor con las expectativas del cliente

Medición, Seguimiento y Mejora Continua

Se realizarán mediciones en todos los procesos con el fin de generar KPI's dentro de cada una de las líneas y así retar los procesos. Con la ayuda de estos indicadores se pretenderá tener una base de medición para llegar a una mejora en la productividad de estas.

El método Kaizen se centra en la idea de realizar pequeñas mejoras de forma continua a lo largo del tiempo, lo que puede conducir a cambios significativos a largo plazo. Los KPI's son herramientas esenciales para dirigir y gestionar una organización, permitiendo evaluar, controlar y medir la eficiencia y productividad de los procesos en términos de valor añadido y despilfarro. La medición de KPI's puede estar dirigida a la reducción del tiempo del ciclo de producción, control de residuos o desperdicios, gestión de inventario, creación de valor añadido para el cliente, y la potenciación de los empleados para la mejora continua a través de la creación de confianza mutua y respeto. La implementación de KPI's en el marco del método Kaizen permite seguir el progreso de las mejoras implementadas y asegurar que los cambios realizados contribuyan efectivamente a los objetivos de la empresa.

La propuesta de mejora para las líneas de reacondicionamiento de tambores en la empresa Canecas Pulido se fundamenta en un análisis exhaustivo y en la implementación del método Kaizen, combinado con el uso de indicadores clave de rendimiento (KPI). Este enfoque integral busca optimizar la productividad y la eficiencia operativa a través de varios pasos clave.

Al seguir este enfoque, se cumple con el objetivo de definir y estructurar indicadores de productividad específicos para las líneas de reacondicionamiento de envases plásticos, metálicos e IBC en Canecas Pulido. La propuesta ofrece un marco sólido para la mejora continua y la optimización de los procesos, alineando las prácticas operativas con los objetivos estratégicos de la empresa y promoviendo un entorno de trabajo más eficiente y productivo.

9. Trabajos Futuros

En el desarrollo de este trabajo de grado, se han explorado aspectos fundamentales relacionados con la mejora de la productividad en las líneas de producción de la empresa Canecas Pulido. Sin embargo, existen diversas áreas y aspectos que merecen una exploración más profunda y detallada. Una posible vía de investigación futura sería expandir el alcance de este estudio para incluir los puntos relacionados a continuación.

1. **Priorización de mejoras:** Una vez que se han identificado varias áreas de mejora, se trabajara con el equipo para priorizarlas según su impacto en la productividad y la facilidad de implementación. Se abordará primero los cuellos de botella que tienen el mayor impacto negativo en el proceso.
2. **Implementación de soluciones de bajo costo:** Realizar soluciones simples y de bajo costo que puedan implementarse rápidamente para mejorar la eficiencia en las áreas identificadas. Esto podría incluir cambios en los procedimientos de trabajo, ajustes en la disposición del equipo o la introducción de herramientas de mejora de procesos.
3. **Seguimiento y evaluación:** Establecer indicadores clave de rendimiento (KPIs) para medir el impacto de las mejoras implementadas. Realiza un seguimiento regular del progreso y evalúa si las mejoras están teniendo el efecto deseado en la productividad y la eficiencia de la línea de producción.
4. **Mejora continua:** Una vez que se hayan implementado las soluciones iniciales, Se continuara buscando oportunidades de mejora y repitiendo el proceso de Kaizen de manera regular. La mejora continua es un aspecto fundamental del enfoque Kaizen, por lo que es importante mantener un enfoque constante en la búsqueda de formas de mejorar el proceso de producción.

En resumen, este trabajo abre diversas posibilidades para futuras investigaciones que podrían profundizar en la mejora de la productividad de las líneas de producción y ampliar nuestro entendimiento. Invitamos a futuros investigadores y académicos a explorar estas áreas con el fin de seguir contribuyendo al avance del conocimiento en este campo.

A continuación, se realiza la propuesta de un flujograma para el proceso de mejora continuo que se puede trabajar ampliando esta investigación.

Figura 32

Flujograma de proceso de mejora continua propuesto



Nota: Elaboración Propia

11. Conclusiones

1. De acuerdo con los resultados obtenidos de la empresa Canecas Pulido las necesidades de la organización se pueden abordar desde la reconfiguración del proceso y recursos, integrando a su vez un enfoque de mejora continua, el cual, mediante la proposición de pequeñas mejoras de forma constante, como por ejemplo el equilibrado de las líneas de producción pueden permitir que el sistema obtenga cambios significativos como lo evidenciado en el equilibrado de las líneas realizado lo cual representa incremento en la tasa de producción de la empresa.
2. A partir del diagnóstico del estado actual de las líneas de producción de la empresa Canecas Pulido se plantea de acuerdo con el gerente general el desarrollo de una posible ruta de mejora soportada en la articulación de metodologías ágiles, con el fin reducir los tiempos de operación y simplificar aquellas tareas que afectan los indicadores de productividad del sistema actual. De acuerdo con el primer desarrollo se logró una reducción del 14,60% en tiempo de producción por unidad en la línea de tambor abierto y cerrado
3. Al evaluar las metodologías ágiles aplicables a la organización se logra destacar la importancia de adoptar enfoques ágiles para mejorar la eficiencia, reducir los tiempos de ciclo y aumentar la capacidad de adaptación a cambios en la demanda y requisitos del cliente. Se podrían establecer equipos multifuncionales que identifiquen y aborden de manera proactiva oportunidades de mejora en el manejo de materiales, reducción de tiempos de cambio y mejora de la eficiencia en el uso de recursos
4. La definición de indicadores de productividad es fundamental para cualquier propuesta orientada a mejorar las líneas de reacondicionamiento de envases en Canecas Pulido. Este trabajo ha permitido identificar y estructurar criterios específicos que no solo cuantifican el desempeño actual, sino que también orientan hacia áreas de oportunidad para mejorar procesos y recursos.

Bibliografía

- Adelantta. (15 de 12 de 2023). *Adelantta*. Obtenido de Gestión de recursos humanos: cómo maximizar la productividad con metodologías ágiles: <https://adelantta.com/gestion-de-recursos-humanos-como-maximizar-la-productividad-con-metodologias-agiles>
- Alvarez Casasola, M. (4 de Marzo de 2021). *Analizando la calidad directiva, la importancia de la productividad multifactorial*. Obtenido de <https://osmotoc.co/>:
<https://osmotoc.co/blog/calidad-directiva-productividad-multifactorial/>
- Arenas Saldaña , W. J. (2021). *Metodologías ágiles para mejorar la calidad del software en una entidad del estado, Lima 2021*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/>:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/85137/Arenas_SWJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bello, E. (28 de Abril de 2021). *Descubre qué es el Extreme Programming y sus características*. Obtenido de <https://www.iebschool.com/>: <https://www.iebschool.com/blog/que-es-el-xp-programming-agile-scrum/>
- Benitez Lavastida, A., & Sando Lopetey, J. M. (08 de 09 de 2021). *Sistematización de la Literatura en Metodologías Ágiles de Desarrollo De Software*. Obtenido de <https://revistas.unica.cu/>:
<https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/1969/3605>
- Bernal Torres, C. A. (2010). *Metodología de la investigación*. Bogotá: Prentice Hall.
- Cano, J. A., Campo, E. A., & Gomez, R. A. (2018). *Simulación de eventos discretos en la planificación de producción para sistemas de confección modular*. Maracaibo: Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia.
- Caro Palacios, C. M., Garcia Terrazos, J. L., Guerra Velasco, D. E., & Rojas Espinoza, J. C. (17 de Agosto de 2021). *Metodologías Ágiles y su Impacto en la Cultura Organizacional*:. Obtenido de <https://repositorio.esan.edu.pe/>:
https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/2746/2021_MAODP-WE_18-1_01_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Carpintero Rubio, M. (2006). *Generación de un modelo de simulación virtual aplicado a una línea de fabricación aeronáutica*. Sevilla.

- Carro Paz, R., & Gonzalez Gomez, D. (2012). Productividad y Competitividad. *Universidad Nacional de Mar del Plata*, 3- 4. Obtenido de Qué es la productividad, definición, tipos, herramientas.
- Centro de Estudios Superiores Maranathá. (S.F.). *¿Que es Six Sigma?* Obtenido de <https://www.cesuma.mx/>.
- CEPAL. (19 de Octubre de 2022). *Nuevas Proyecciones Economicas para America Latina y el Caribe 2022-2023*. Obtenido de <https://www.cepal.org/>:
<https://www.cepal.org/es/comunicados/cepal-espera-desaceleracion-crecimiento-america-latina-caribe-2023-expansion-proyectada>
- Cervera Castro, N. S. (22 de septiembre de 2021). *Aplicación de metodologías ágiles para la gestión de proyectos de construcción*. Obtenido de
<http://201.159.223.180/bitstream/3317/17440/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-408.pdf> :
<http://201.159.223.180/bitstream/3317/17440/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-408.pdf>
- Contreras Pardo , C. A., Pinzon Galvis, C. C., & Reyes Reyes, O. D. (2022). *Plan de mejoramiento para la PMO de Itelca S.A.S. en el marco de las metodologías ágiles*. Obtenido de repository.ean.edu.co:
<https://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/11646/ReyesOscar2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cortes, D. (S.f.). *¿Qué es Six Sigma?* Obtenido de <https://www.cesuma.mx/>:
<https://www.cesuma.mx/blog/que-es-six-sigma.html>
- Deemer , P., Benefield , G., Larman, C., & Vodde , B. (2009). *The Scrum Primer*. Obtenido de <http://libroslibres.uls.edu.sv/>:
http://libroslibres.uls.edu.sv/informatica/informacion_basica_scrum.pdf
- Digite. (S.f.). *¿Qué es la programación extrema (XP) y sus valores, principios y prácticas?* Obtenido de <https://www.digite.com/>: <https://www.digite.com/es/agile/programacion-extrema-xp/>
- Dingsøyr, T., & Lassenius, C. (2021). *Agile Research: Challenges and Opportunities*. ACM Transactions on Software Engineering and Methodology.
- Drew. (3 de 12 de 2019). *wearedrew*. Obtenido de Ventajas y desventajas de la metodología Scrum: <https://blog.wearedrew.co/productividad/-ventajas-y-desventajas-de-la-metodologia-scrum>

- European Knowledge Center for Information Technology. (12 de febrero de 2024). *¿Que es un sistema ERP y para que sirve?* Obtenido de <https://www.ticportal.es/temas/enterprise-resource-planning/que-es-sistema-erp>
- Garcia Sabater, J. P. (2020). *Líneas de Producción. Nota Técnica*. Valencia: Universitat Politecnica de Valencia. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/138801/L%C3%ADneas%20de%20Producci%C3%B3n.pdf>
- Garrido Sotomayor , S. (9 de Diciembre de 2021). *Las metodologías ágiles más utilizadas y sus ventajas dentro de la empresa*. Obtenido de <https://www.iebschool.com/>: <https://www.iebschool.com/blog/que-son-metodologias-agiles-agile-scrum/#:~:text=Por%20definici%C3%B3n%2C%20las%20metodolog%C3%ADas%20C3%A1giles,las%20circunstancias%20espec%C3%ADficas%20del%20entorno.>
- HEFLO. (S.f.). *¿Que es mejora de procesos?* Obtenido de <https://www.heflo.com/>: <https://www.heflo.com/es/blog/bpm/que-es-mejora-de-procesos/>
- Hernandez Gonzalez, O. (2021). *Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen*. La Habana: Rev Cubana Med Gen Integr vol.37.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico D.F.: Mc Graw Hill.
- IONOS. (7 de 10 de 2019). *Extreme Programming: desarrollo ágil llevado al extremo*. Obtenido de <https://www.ionos.es/>: <https://www.ionos.es/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/extreme-programming/>
- Item America, LLC. (18 de abril de 2017). *one-piece-flow-the-direct-way-to-lean-production*. Obtenido de <https://item24us.news/>: <https://item24us.news/es/one-piece-flow-the-direct-way-to-lean-production/>
- Lopez Mendoza, M. (19 de Abril de 2021). *Agile Inception: Qué es y cómo ejecutarlo*. Obtenido de <https://openwebinars.net/>: <https://openwebinars.net/blog/agile-inception-que-es-y-como-ejecutarlo/#:~:text=Qu%C3%A9%20es%20Agile%20Inception,de%20forma%20coherente%20y%20efectiva.>
- Mancuzo, G. (31 de Julio de 2020). *¿Qué es Six Sigma?* Obtenido de [comparasoftware.com](https://blog.comparasoftware.com/six-sigma/): <https://blog.comparasoftware.com/six-sigma/>

- Manterola, C., & Otzen, T. (2017). *Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio*. Arica (Chile).
- Mendez, A. (18 de febrero de 2019). *Productividad empresarial, cómo se mide y cómo mejorarla*. Obtenido de <https://www.plandemejora.com/>:
<https://www.plandemejora.com/productividad-empresarial-como-se-mide-y-como-mejorarla/#tab-id-1>
- Microsoft. (S.F.). *Dynamics Microsoft*. Obtenido de <https://dynamics.microsoft.com/es-mx/erp/what-is-erp/>
- Nantes, E. A. (21 de Noviembre de 2019). *El Metodo Analytic Hierarchy Process para la toma de Decisiones, Repaso de la Metodología y Aplicaciones*. Obtenido de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/epio/article/view/26474>:
<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/epio/article/view/26474>
- Ortiz Miranda, Y., & Erazo Perez, D. F. (27 de Diciembre de 2017). *Metodologías Ágiles para desarrollo de proyectos en la gestión de las organizaciones públicas en Colombia*. Obtenido de repository.unad.edu.co:
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/17586/1085266990.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Pelaez Martínez, K. T. (Abril de 2021). *Evaluación de metodologías ágiles aplicada a la ingeniería de requerimientos*. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/>:
https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/9336/Pelaez_Mart%c3%adnez_Kathy_Tatiana.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pensa, G. (2023). *Simulación por Eventos Discretos y cuando simular*. Obtenido de atlas consultora: <https://www.atlasconsultora.com/simulacion-por-eventos-discretos-y-cuando-simular/>
- Project Management Institute. (s.f.). *El enfoque de dirección de proyectos de Ágil*. Obtenido de <https://www.pmi.org/>: https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/certifications/agile-certified-presentation.pdf?v=b0216495-acd5-42dd-8d02-0cd0fa1f872c&sc_lang_temp=es-ES
- Proyectos Ágiles. (s.f.). *¿Que es Scrum?* Obtenido de <https://proyectosagiles.org/>:
<https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/>

- Quintana, C. (30 de 07 de 2021). *Que es Benchmarking: Definición, Tipos y Ejemplos de Benchmarks*. Obtenido de <https://www.oberlo.com.co/>:
<https://www.oberlo.com.co/blog/que-es-benchmarking>
- Raeburn, A. (8 de Marzo de 2024). *Asana*. Obtenido de Benchmarking: cómo definir tus estándares para el éxito: <https://asana.com/es/resources/benchmarking>
- Ramos Galarza, C. (2020). Los alcances de una investigación. *CienciAmérica*, 1.
- Rasmusson, J. (6 de Noviembre de 2010). *The Agile Inception Deck*. Obtenido de agilewarrior: <https://agilewarrior.wordpress.com/2010/11/06/the-agile-inception-deck/>
- Rigby, D., Sutherland, J., & Noble, A. (2018). *"Agile at Scale: How to Go from a Few Teams to Hundreds."*. Boston: Harvard Business Review.
- Saaty, T. L. (1980). *Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP)*. McGraw Hill.
- Salazar Lopez, B. (3 de septiembre de 2019). <https://www.ingenieriaindustrialonline.com>.
Obtenido de ¿Qué es el Lean Manufacturing?:
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/procesos-industriales/que-es-un-proceso-industrial/>
- Salazar, C., & Del Castillo, S. (2018). *Fundamentos Basicos de Estadística*. Sin ciudad: SIN editorial.
- Seampedia. (3 de Mayo de 2018). *¿Qué es una línea de producción?* Obtenido de <https://seampedia.com>: <https://seampedia.com/que-es-una-linea-de-produccion/>
- Serrano Gonzalez, S., Maturano Maturano, B. A., Sarabia Lugo, E., & Valencia Angeles, U. (2022). Implementación de Kaizen, 5s y trabajos estandarizados en área de envase Holcim planta Apaxco. *Revista Multidisciplinar Ciencia Latina*, 8911.
- Sladogna, M. (2017). *Productividad- Definiciones y Perspectivas para la negociación Colectiva*. Obtenido de www.relat.org/: <http://www.relat.org/documentos/ORGSladogna2.pdf>
- Sousa, V., Driessnack, M., & Costa Mendes, I. A. (15 de Mayo de 2007). *Revisión de diseños de investigación resaltantes para enfermería. Parte 1: Diseños de investigación cuantitativa*. Obtenido de Scielo: <https://www.scielo.br/j/rlae/a/7zMf8XypC67vGPrXVrVFGdx/?format=pdf&lang=es>

- Suárez Barraza, M. F. (2007). *EL KAIZEN: La filosofía de Mejora Continua e Innovación Incremental detrás de la Administración por Calidad Total*. México D.F.: Panorama Editorial.
- Sutherland, J., & Schwaber, K. (Julio de 2016). *La Guía de Scrum*. Obtenido de <https://scrumguides.org/>: <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2016/2016-Scrum-Guide-Spanish.pdf#zoom=100>
- Sy Corvo, H. (24 de Julio de 2019). *Linea de Producción*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/>: <https://www.lifeder.com/linea-de-produccion/>
- Taborda Betancur, A. R. (03 de Abril de 2020). Obtenido de Benchmarking en la implementación de ERP SAP en las alcaldías de Cali y Medellín, desde la perspectiva del centro de competencias: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/publicaciones-e-investigacion/article/view/4054/4068>
- Team Asana. (8 de Febrero de 2024). <https://asana.com/>. Obtenido de Asana: <https://asana.com/es/resources/value-stream-mapping>
- THNI. (27 de 01 de 2023). *THNI*. Obtenido de Ventajas y desventajas de usar Kanban en la gestión de proyectos: <https://www.tnhi.com.co/post/ventajas-y-desventajas-de-usar-kanban-en-la-gesti%C3%B3n-de-proyectos>
- Trigoso Mercado, C. M. (2021). *Metodologías ágiles en la mejora de la gestión de proyectos en la empresa inmobiliaria Dean Valdivia Inversiones SAC, Lima – 2020*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/>: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/57547/Trigoso_MCM-SD.pdf?sequence=8&isAllowed=y
- Tyson, L., & Mischke, J. (21 de abril de 2021). *La productividad despues de la pandemia 2021*. Obtenido de www.economista.com.mx: <https://www.economista.com.mx/opinion/La-productividad-despues-de-la-pandemia-20210421-0125.html>
- Universitas Miguel Hernandez. (3 de Agosto de 2022). *Benchmarking*. Obtenido de <https://calidad.umh.es/>: <https://calidad.umh.es/plan-director/benchmarking/>
- Universitat Oberta de Catalunya. (S.f.). *El Kanban*. Obtenido de <https://camaraarmenia.org.co/>: [https://camaraarmenia.org.co/files/Produccion_multimedia_\(Modulo_4\).pdf](https://camaraarmenia.org.co/files/Produccion_multimedia_(Modulo_4).pdf)
- Valora Analitik. (01 de 12 de 2020). *productividad de colombia en 2020*. Obtenido de <https://www.valoraanalitik.com/>:

<https://www.valoraanalitik.com/2020/12/01/productividad-de-colombia-en-2020-fue-negativa-as-afecta-al-incremento-salarial-de-2021/>

Vargas Guarategúa, J. (21 de Febrero de 2020). *KAIZEN (MEJORA CONTINUA)*. Obtenido de <https://es.linkedin.com/>: <https://es.linkedin.com/pulse/kaizen-mejora-continua-javier-vargas-guarateg%C3%BAa>

Vidal Carreras, P., Garcia Sabater , J. P., & Garcia Sabater , J. (20 de Junio de 2016). *A practical model for managing inventories with unknown costs and a budget constraint*. Obtenido de www.tandfonline.com: A practical model for managing inventories with unknown costs and a budget constraint

Yirda, A. (26 de enero de 2021). *Proceso*. Obtenido de <https://conceptodefinicion.de/>: <https://conceptodefinicion.de/proceso/>