

**Diseño de gestión de inventario bajo la metodología Kanban en celda específica de la
compañía Progen S.A.**

Jessika Liliana Culma Diaz

Asesor

Luis Eduardo Morales Ruiz

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería ECBTI
Ingeniería Industrial

2025

Dedicatoria

Dedico este proyecto a DIOS por permitir culminar esta etapa en mi vida y permitir este logro tan importante en mi vida profesional, quiero agradecer por superar cada reto a lo largo del proceso con sabiduría y disciplina.

A mi esposo y mi familia, este trabajo no solo representa una meta cumplida, sino el reflejo del amor, paciencia y compromiso en cada paso de este camino.

¡Con todo mi amor y gratitud, por celebrar conmigo este sueño cumplido!

Agradecimientos

Con especial gratitud a la Empresa Progen S.A. por haberme brindado la oportunidad de desarrollarme profesionalmente, por permitir acceder a la información para esta investigación y a los miembros del equipo que contribuyeron de manera directa e indirectamente, Directivos quienes me orientaron y aclararon dudas en este proceso.

Resumen

En este proyecto se presenta un diseño e implementación de un sistema de gestión de inventarios el cual permite un reabastecimiento de forma eficiente aplicado a la empresa Progen S.A, en una celda específica del inventario llamada zincados, estos zincados son componentes que requiere tratamiento de superficie externo, son ubicados en dicho almacén, esta área tiene un lead time especial debido a su proceso largo de forma externa y adicional tiempos que se requieren para realizar pruebas de aseguramiento de calidad interno. Con la implementación de un sistema de gestión de inventarios en el almacén de Progen, se pretende tener orden y mejorar la disponibilidad de estos componentes para los ensambles, esta herramienta consiste en crear niveles de inventarios óptimos y permitir la continuidad del proceso de ensambles. Por otro lado, se ha evidenciado en diferentes oportunidades al requerir estos componentes para el ensamble debido a la falta de orden, no es fácil encontrarlos y debido a la premura de continuar ensamblando fumigadoras, se ha tenido que recurrir a fabricar nuevamente el componente, esto genera reprocesos o sobreproducciones a las plantas encargadas de fabricar dichos componentes adicional se hace producción innecesaria y un inventario elevado, restando oportunidad de fabricar otros componentes necesarios para continuar el flujo. La implementación de esta herramienta de gestión de inventarios traerá consigo orden en el almacén, mejora en el flujo de ensamble, mejor rotación de componentes, y eliminación de sobreproducción a las plantas encargadas de elaborar estos componentes.

Palabras clave: Gestión de inventario, sistema Kanban, flujo, orden, Lean Manufacturing.

Abstract

This project presents the design and implementation of an inventory management system that enables efficient replenishment for Progen S.A., specifically in a cell of the inventory called "zinc-plated components." These zinc-plated components require external surface treatment and are located in this warehouse. This area has a special lead time due to its lengthy external process and the additional time required for internal quality assurance testing. By implementing an inventory management system in Progen's warehouse, the aim is to improve order and the availability of these components for assembly. This tool consists of creating optimal inventory levels and ensuring the continuity of the assembly process. On the other hand, it has been observed on several occasions that when these components are required for assembly, due to a lack of organization, they are not easy to find. Because of the urgency to continue assembling sprayers, it has been necessary to manufacture the component again. This generates rework or overproduction at the plants responsible for manufacturing these components. Additionally, it creates unnecessary production and a high inventory level, reducing the opportunity to manufacture other components needed to maintain the flow. Implementing this inventory management tool will bring order to the warehouse, improve the assembly flow, increase component turnover, and eliminate overproduction at the plants responsible for manufacturing these components.

Keywords: Inventory management, Kanban system, flow, order, Lean manufacturing.

Tabla de Contenido

Introducción	9
Justificación	11
Objetivos.....	13
Planteamiento del Problema	14
Metodología	26
Diseño Metodológico.....	28
Identificar los Posibles Factores que Afectan la Gestión de Inventarios de la Compañía.....	30
Diseñar el Sistema Kanban como Abastecimiento Oportuno y Efectivo de los Componentes Zincados Mejorando la Cadena de Suministros.....	40
Implementación Del Sistema Kanban En La Compañía Progen Para Componentes Zincados. ...	49
¿Qué Mejoro en Procesos?.....	57
Conclusiones	62
Recomendaciones	63
Referencias Bibliográficas	64

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Componentes Zincados</i>	30
Figura 2 <i>Estado del Inventario en el Almacén Año 2024</i>	33
Figura 3 <i>Observación 2 de Componentes Ubicados en el Almacén</i>	35
Figura 4 <i>Diseño del Proceso</i>	41
Figura 5 <i>Diseño de Tarjeta Kanban</i>	43
Figura 6 <i>Diseño tablero kanban</i>	45
Figura 7 <i>Diseño de Estantes</i>	47
Figura 8 <i>Distribución Física de Ubicación de Referencias</i>	48
Figura 9 <i>Capacitación Herramienta Kanban</i>	49
Figura 10 <i>Detalle Maquilla</i>	51
Figura 11 <i>Identificación de Cajas para Kanban</i>	52
Figura 12 <i>Ubicación de Cajas para Kanban</i>	53
Figura 13 <i>Tablero Kanban</i>	54
Figura 14 <i>Gerencia Visual</i>	58
Figura 15 <i>Toma de Inventarios Actuales 2025</i>	59

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Tabla Comparativa de Autores</i>	23
Tabla 2 <i>Variables de Componentes Zincados</i>	27
Tabla 3 <i>Diseño Metodológico Parte 1</i>	28
Tabla 4 <i>Diseño Metodológico Parte 2</i>	29
Tabla 5 <i>Ficha de Primera Observación del Almacén</i>	32
Tabla 6 <i>Ficha de Primera Observación del Almacén</i>	34
Tabla 7 <i>Datos Recopilados Componentes Requeridos vs. Fabricados por Referencia Zincada (Muestra)</i>	36
Tabla 8 <i>Inventario Optimo de Componentes Zincados (Muestra)</i>	38
Tabla 9 <i>Cantidad de Estibas Requeridas</i>	39
Tabla 10 <i>Niveles de Inventarios Definidos</i>	46
Tabla 11 <i>Componentes Seleccionados, Muestras</i>	50
Tabla 12 <i>Unidad de Empaque Componentes Kanban</i>	51
Tabla 13 <i>Prueba T/Wilcoxon</i>	57
Tabla 14 <i>Variación de Inventario 2023 vs 2024</i>	60

Introducción

La empresa Progen S.A. fue fundada en el año 1968, se encuentra ubicada en la zona industrial del municipio de Soacha Cundinamarca, dedicada a la fabricación de fumigadoras portátiles y de motor, pertenece al sector económico de transformación de materias primas en productos, se ha evidenciado la compañía tenía un modelo de gestión de inventarios no alineado con el Lean Manufacturing, sino bajo forma tradicional.

Debido a la falta de gestión de inventarios se genera desorden en los componentes, en ocasiones cuando se requiere el uso de estos materiales para los ensambles el cual es el flujo de valor para la compañía, sucede que dichos componentes no se encuentran, esto genera la necesidad de crear una nueva orden de producción para fabricar el componente de la fumigadora y poder continuar el proceso del ensamble, esto genera sobre producción, tener inventario adicional, el cual no es necesario para el mes en curso sino para el mes siguiente, ocupa mayor espacio en el almacén sin saber de forma ordenada cual es el material que se tiene disponible para el proceso.

Este proyecto se realiza con el fin de dar solución a la gestión de inventario mediante la implementación del sistema Kanban en la compañía Progen S.A. Esta implementación se realizará en una celda específica del almacén llamada partes zincadas; La empresa Progen se encuentra en proceso de inicio en la adopción de la cultura, métodos y herramientas pertenecientes al Lean manufacturing, frente a esta situación actual de falta de gestión de inventario se realiza este proyecto con el fin de presentar una solución a la falta de gestión del inventario mediante el diseño y la implementación del Kanban en el almacén de Progen.

De acuerdo con lo anterior se inicia investigación del método a diseñar e implementar en la compañía, esta metodología se puede implementar en cualquier tipo de industria, claro está,

adaptada a las necesidades de cada compañía, siempre está con un mismo objetivo y cumple ciertas características de forma estándar sin necesidad que sean industrias del mismo proceso, Este sistema normalmente funciona identificando en los procesos alertas a través de tarjetas tipo semáforo con el diseño adaptado a la necesidad de cada industria, en el caso de Progen, serán identificado los procesos y se priorizara la producción mediante tarjetas y cajas asignadas para cada componente.

Este método está basado en un sistema de producción Pull, generando una cadena hacia atrás en el proceso, en donde la primera entrada es el cliente, debido a esto es importante implementar este sistema Kanban en la Empresa Progen para eliminar el problema de orden y disponibilidad de partes que actualmente se evidencia.

Justificación

La compañía Progen dedicada al ensamble de fumigadoras ha presentado dificultad en la gestión del flujo de componentes, evidenciadas en demoras en la línea de ensamble por no encontrar los componentes o falta de componentes a tiempo, estos problemas impactan negativamente la eficiencia operativa, provoca retrasos en la entrega de productos ensamblados generando bajo aprovechamiento del recurso.

Debido a esta situación la implementación de un sistema Kanban se presenta como una solución efectiva de bajo costo permitiendo controlar y mejorar el flujo del trabajo, el suministro de componentes de forma ágil, Kanban como herramienta de lean manufacturing busca eliminar desperdicios, reducir excesos de inventarios, y asegurar que los procesos reciban el material necesario en el momento justo.

El uso de este sistema facilita la interacción entre procesos internos, permite responder de forma más fácil ante cambios de la demanda, mejora la forma de planificar la producción y crea mayor coordinación entre el almacén y la línea de ensamble, por lo tanto, este proyecto es justificable no solo por su potencial para resolver los problemas actuales, también contribuye al desarrollo de una cultura de mejora continua y eficiencia operativa dentro de la organización.

Implementar Kanban en la compañía Progen se presenta como una solución al problema actual, sus principales beneficios son:

Generar orden entre los materiales ubicados en el almacén.

Tener componentes identificados en las unidades de empaque correspondientes.

Tener una zona destinada de almacenamiento asignada para cada referencia.

Permite realizar el control y abastecimiento a través de la gestión visual.

permitir de forma visual tener un punto de reorden, adicional es un sistema que funciona a través del método pull, es decir se trabaja con un nivel mínimo del inventario permitiendo continuar el flujo de los procesos de la compañía evitando sobre stock en los inventarios.

Progen tiene grandes beneficios al adaptar este sistema, entre ellos son:

Mejorar la disponibilidad de producto terminado para la venta.

Aumenta la probabilidad de venta.

Mayor capacidad de responder frente a la demanda flexible y variable.

Evitar sobre stock.

Evitar perdida del inventario por baja rotación.

Debido a lo anterior se tiene certeza que es un sistema fundamental para la mejora en el flujo de las operaciones con un gran impacto hacia la compañía.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar e implementar la gestión de inventarios bajo la metodología Kanban para la compañía PROGEN S.A en una celda específica de inventarios.

Objetivos Específicos

Identificar los posibles factores que afectan la gestión de inventarios de la compañía Progen S.A.

Diseñar el sistema kanban como abastecimiento oportuno y efectivo de los componentes zincados mejorando la cadena de suministros.

Implementación del sistema Kanban en la compañía Progen de los componentes zincados.

Planteamiento del Problema

Progen tiene el objetivo de ser empresa pionera a nivel mundial en el mercado de las fumigadoras, actualmente se evidencia debilidad en los inventarios disponibles de partes zincadas, ya que es recurrente no obtener el flujo deseado para el ensamble por disponibilidad de materiales zincados, estas partes zincadas se almacenan en canastas plásticas de color gris, son apiladas en una estiba, identificadas mediante un documento denominado tarjeta de trazabilidad, esta tarjeta de trazabilidad es un formato interno del tamaño 11cm de alto por 14cm de ancho en el cual indica que producto es y la cantidad que contiene la caja.

Esta tarjeta de trazabilidad funciona de la siguiente forma, se diligenciana una por cada caja procesada en la planta de metales, estas cajas son apiladas en estibas ubicando cajas llenas y vacías, lo cual impide un control y gestión rápido de los materiales, no cuentan con un orden específico, estas condiciones actuales con las que se maneja el almacenamiento no permite visualizar que referencias se están generando sobre stock ni cuales están al borde de la ruptura del inventario, esta forma de trabajar diariamente es difícil de controlar y abastecer en el momento indicado, se pierde tiempo en el ciclo de la gestión del material, alistamiento de materiales, rupturas de inventario, impidiendo el flujo constante en las líneas de ensambles, estas partes requieren un servicio externo de tratamientos de superficies y en su flujo total, su lead time es de aproximadamente 10 días, lo anterior la convierte en una parte crítica del proceso y la no disponibilidad de estos materiales generan la ruptura del flujo.

Se concluye de la observación e indagación del problema la falta de control del inventario genera el desorden y pérdida de flujo en la disponibilidad de componentes para los procesos de ensambles.

Con este proyecto se pretende implementar orden y mejorar gestión de inventarios en la celda zincados de la compañía Progen, mediante método kanban creando gestión visual de los inventarios lo cual permite una gestión de forma eficiente, mejorar el flujo interno de la compañía Progen, durante el periodo 2024 realizando el diseño y la implementación de este proyecto durante el año 2025.

¿Cómo puede la implementación del sistema Kanban mejorar la gestión de inventarios, el flujo de ensamble y la eficiencia operativa en la celda de zincados de la empresa PROGEN S.A.?

Marco Teórico y Conceptual

Marco Teórico

En la Industrias existen 2 aspectos principales con respecto al inventario, estos son (control de inventarios y gestión de inventarios), para aclarar inicialmente definimos su concepto.

Control de inventarios

Es un conjunto de procedimientos y técnicas las cuales permiten registrar, vigilar, y mantener actualizada la información se centra en la exactitud y registro del inventario por ejemplo como el sistema de registros y mecanismos de verificación de inventarios.

Gestión de Inventarios. Este el proceso integral y estratégico el cual permite organizar, planificar, supervisar todo lo relacionado con productos almacenados en una compañía, define cuantos productos deben estar en una compañía en stock, cuando y cuanto hacer solicitud de reposición, optimiza costos, coordina la gestión de abastecimiento con proveedores, analiza la demanda, asegura que el inventario se mueva en torno de rentabilidad.

Teniendo en cuenta lo anterior a continuación relacionamos algunos de los controles de inventarios y gestión de inventarios los cuales se investigaron para escoger el modelo de gestión de inventarios que más se adapta a la industria de esta compañía.

Fallas et al., (2018) indica que el EOQ o cantidad económica de pedido, Gestión de inventario determina la cantidad óptima de productos a fabricar u ordenar para minimizar costos de almacenamiento y de pedido, sus principales ventajas son reduce costos totales, mejora eficiencia del inventario, facilita la toma de decisiones.

De acuerdo con Balkhi et al., (2022), el enfoque Justo a tiempo, Esta forma de gestión del inventario busca mantener el mínimo de inventario para satisfacer la demanda, minimizando los

costos del almacenamiento, sus principales ventajas son: reduce inventario, menor necesidad del capital, mayor eficiencia en las operaciones mejora la calidad, reduce desperdicios y mejora la flexibilidad en el flujo.

Análisis ABC, esta metodología clasifica y categoriza en la letra A los componentes que requieren una mayor gestión en la demanda reduciendo los excesos de inventarios, optimiza recursos y mejora la precisión, aumenta la eficiencia según Cota et al., (2025).

Kanban, el término Kanban proviene del japonés y significa *tarjeta* o *señal visual*. Su aplicación se originó en el Sistema de Producción de Toyota, desarrollado por Taiichi Ohno durante la década de 1950, como una estrategia para mejorar la eficiencia productiva y reducir los desperdicios mediante el enfoque *Just intime* o *Justo a tiempo*. Con el paso del tiempo, Kanban evolucionó y se adaptó a distintos entornos organizacionales, siendo hoy una metodología ampliamente utilizada tanto en manufactura como en gestión de proyectos.

Desde una perspectiva teórica, Kanban puede entenderse en tres dimensiones complementarias, como método, herramienta y sistema.

En primer lugar, como método, Kanban se concibe como una técnica de gestión del trabajo orientada a la mejora continua y la optimización del flujo de valor dentro de un proceso. Según Kniberg et al., (2010), el Método Kanban busca limitar el trabajo en curso *Work In Progress*, *WIP*, aumentar la transparencia de las operaciones y promover una entrega continua y predecible de resultados. Este enfoque se basa en principios de gestión visual, retroalimentación constante y adaptación progresiva de los procesos.

En segundo lugar, como herramienta, Kanban se materializa en un tablero visual que representa las diferentes etapas del flujo de trabajo, por ejemplo, *En proceso* y *Completado*. Dicho tablero, físico o digital, permite visualizar el estado de las tareas, mejorar la coordinación

del equipo y facilitar la identificación de cuellos de botella. Su implementación contribuye a una gestión más ágil, colaborativa y centrada en resultados medibles.

Finalmente, como sistema, Kanban se entiende dentro del contexto del just in time como un mecanismo de gestión de producción e inventarios. En esta aplicación, las tarjetas Kanban funcionan como señales que indican cuándo producir, mover o reabastecer materiales, evitando tanto el exceso como la escasez de inventario según Shingo, (1991).

De esta forma, el sistema Kanban permite equilibrar la oferta y la demanda, reducir los tiempos de espera y eliminar desperdicios en la cadena de suministro; En conjunto, Kanban constituye una metodología integral que combina principios de eficiencia, control visual y mejora continua. Su flexibilidad permite aplicarlo tanto en procesos industriales como en la gestión de servicios o proyectos, garantizando un flujo de trabajo más estable y alineado con los objetivos operativos de la organización.

El sistema Kanban está diseñado para maximizar el potencial del sistema Toyota de producción, creado por el Ingeniero Taiichi Ohno, este sistema es inspirado en el concepto de los supermercados y tiene características específicas al igual que como funcionan los supermercados:

Los consumidores eligen directamente los artículos y compran lo que desean.

Los consumidores reducen el trabajo del personal de almacén transportando cada uno las compras hasta las cajas para el correspondiente pago.

El sistema de reaprovisionamiento es solamente lo que se ha vendido, reduciendo los stocks excedentes.

Con estas características el sistema Kanban impacta directamente teniendo mejor oportunidad de venta al mejorar la disponibilidad del producto y reduce costos, está demostrado que transforma la cultura de las organizaciones y fomenta la mejora continua.

El Kanban es limitado a través de WIP work in progress, trabajo en curso para hallar el WIP no hay una regla estricta para establecer los WIP, en esta fase se realiza el análisis de todo el lead time de las referencias.

Estos son los beneficios de hallar los WIP adecuados:

Enseña a los equipos a enfocarse en hacer las cosas.

Evita tareas que se acumulen durante todo el proceso.

Permite conocer la capacidad real.

Se evidencian con mayor facilidad los cuellos de botellas.

Evita sobrecargas en el equipo.

Basado en Arango et al., (2015).

El sistema Kanban el cual hace parte como una herramienta de la manufactura esbelta, es un sistema de información que opera en base al movimiento de tarjetas las cuales identifican y controlan el proceso de una forma ordenada y armónica, adicional es un proceso que se debe armonizar con la organización del layout de tal forma para las operaciones que necesariamente su naturaleza impide trabajar de forma continua, poder centralizar por producción tipo celdas y se puedan reducir los movimientos en los procesos internos Sánchez et al., (2012).

La industria de manufactura de fumigadoras portátiles actualmente en Colombia es amplia y competitiva, esta industria se desarrolla a lo largo del tiempo con mejoras en los procesos para la facilidad del uso del producto terminado, de igual forma mejoras en los procesos internos productivos, lo que permite tener disponibilidad casi inmediata para la venta, tener

siempre producto disponible aumenta posibilidades de ventas efectivas, garantizando una mejor sostenibilidad a la compañía, en la actual industria 4.0 se presentan una serie de desafíos empresariales, Progen es una compañía alineada a los desafíos actuales de la industria, lo que permite de manera dinámica adoptar nuevas metodologías para su proceso operativo, en este caso la implementación del sistema de gestión visual apoyados en el Lean manufacturing y adoptando herramientas como el sistema Kanban.

Este sistema del Kanban en la actualidad pocas empresas la tienen implementada, su impacto ha sido comprobado por la empresa Toyota, identificando que es una forma efectiva y eficiente de manejar los inventarios justos para poder responder a la demanda; Implementar esta herramienta en Progen en la celda (Zincado), es una forma de optimizar tiempos, recursos y esfuerzos, siendo eficaces en la toma de decisiones para el correcto abastecimiento y facilitando el flujo en los procesos de ensambles de las fumigadoras, proporcionando grandes beneficios para esta compañía algunos de estos beneficios son la disponibilidad de producto terminado para la venta, a tiempo y de manera flexible.

Algunas empresas en Colombia cuentan ya con implementación de esta metodología Los Coches La Sabana S.A.S, es el concesionario multimarca más grande de Colombia y uno de los más grandes de Latinoamérica, dedicada a importaciones utilizan Kanban a través de la una herramienta llamada digital planner, a través de esta metodología lograron optimizar procesos de pedidos y compras reduciendo errores y costos. Forero, L. (2020).

Otra de estas empresas reconocidas por la implementación del Kanban en Colombia es Assa Abloy Colombia, empresa líder mundial en soluciones de acceso, se dedican a comercialización y fabricación de puertas, portones, cerraduras, entre otros, al implementar el

Kanban les permitió mayor flexibilidad y eficiencia en producción, alineamiento a filosofía lean manufacturing. Varón & Estefanie, (2017).

En la actualidad Zara, es una compañía líder en la industria de la moda la cual tomó la decisión de ordenar sus flujos de trabajo interno bajo el sistema Kanban y se ha visto reflejado para ellos en el aumento de la eficiencia permitiendo que los empleados puedan aportar más en actividades o tareas creativas. (Ebrary, 2014).

Para el diseño de sistema de gestión visual inicia con la demanda, un análisis del año 2024, una vez se tiene el resultado, se realiza explosión de materiales para identificar cantidad a fabricar de cada una de las partes a las cuales se quiere implementar esta herramienta.

Se debe validar unidades de medidas, lead time, capacidades máximas de almacenamiento por referencias y unidades de empaque, cuando todas estas variables se tienen concluidas se debe iniciar con la infraestructura, la cual requiere marcaciones de espacios, elaboración de soportes, creación de tableros, tarjetas para la correspondiente gestión visual.

Cabe aclarar que el Kanban, aunque tiene ciertas normas es libre de aplicar a cualquier tipo de industria, sea productos, servicios etc.

El Kanban es una herramienta efectiva para apoyar las operaciones de producción en general, es un sistema simplificado de control visual, centrado en la producción, haciendo posible responder de forma rápida a los cambios en la demanda, Promueve mejoras debido a que se restringe las cantidades de inventario en circulación generando visualizar rápidamente las causas raíz de la problemática en la producción. Shingo, (1991).

Eleva gradualmente el nivel de producción y de eficiencia debido a los niveles de Kanban controlados, y previene la sobreproducción de los inventarios.

A continuación, se presenta tabla comparativa de diferentes autores con los aspectos más relevantes en la investigación de herramientas de gestión de inventarios, las métricas seleccionadas y los resultados obtenidos.

Tabla 1*Tabla Comparativa de Autores*

Autor	Año	Contexto	Métrica	Resultados
Valverde, P., Quesada, H., Sánchez, J	2018	Análisis aplicado a la industria de madera en estados unidos, en el cual se identifica más del 50% de las micro empresas no tienen conocimiento de manufactura esbelta, por lo anterior se identifica no tienen sistema adecuado para ordenar las materias primas, tienen elevados costos de inventarios y carecen de continuidad en el flujo de la cadena de abastecimiento para cerchas de madera.	Se realiza implementación de método EOQ (Cantidad económica de pedido), calculando el costo de cada pedido en tránsito y almacenado, para tener mejor control de inventarios, teniendo niveles adecuados tanto en inventarios como en costos.	Logor un 42% de reducción de costos entre inversiones y costos de mantenimiento se probó con la implementación del método es una herramienta efectiva.
Balkhi, Abdullah, & Khan, (2022)	2022	Investigación aplicada en el sector salud, en el cual manejan grandes volúmenes de inventarios, generando un costo muy en inventario.	Se ajusta el método JIT en esta industria reduciendo costos significativamente pero también con se identifica un riesgo grande del desabastecimiento ante una demanda elevada.	Se concluye el método JIF es un método correcto para la reducción de costo, sin embargo hay ciertos aspectos importantes a tener en cuenta al implementarlo en estos sectores como el de la salud para evitar colapse el sistema como sucedió en pandemia, las recomendaciones principales son manejar proveedores confiables y locales, los cuales permiten un aprovisionamiento constante.
Arango, M., Campuzano, L., & Zapata, J.	2015	Es una investigación aplicada a una empresa dedicada a la fabricación de transformadores, con el objetivo de mitigar los desperdicios y trabajos en proceso mediante herramienta kanban.	Mediante software SIMUL8 realizan simulación de método Kanban en el modelo actual que tiene la empresa y en el modelo con kanban, la principal herramienta a usar es el método kanban.	se evidencia disminuyeron los niveles del inventario ya que se produce únicamente lo necesario, se reduce el número de órdenes que se envían a producción para la producción de transformadores, en conclusión el análisis fue viable para el inicio de la implementación en la compañía analizada.
Sánchez, Sánchez, & Patiño	2012	Análisis aplicado a cadena de suministros, validando todas las variables que existen durante la cadena de abastecimiento analizando producción con procesos continuos, discontinuos y en baches, con el objetivo de analizar los diferentes contextos y el impacto de adaptar una metodología como el kanban en las diferentes formas de producción.	Se realiza simulación mediante método lean manufacturing, aplicando herramienta kanban, en toda la cadena de suministros, en diferentes sistemas de producción.	Resultados favorables con implementación del kanban disminuyendo trabajo en proceso, sin embargo, se evidencia que en el sistema de producción discontinuo se requiere la implementación de varios kanban, es decir entre mayor variabilidad en el proceso se requiere mayor kanban para permitir el flujo continuo.
Carreras	2021	Basado en la metodología Lean manufacturing, conocimiento basado en la metodología japonesa fundada por Taiichi Ohno	Uso de diferentes métodos, se baja un sistema de producción esbelta, este consiste en desarrollar una producción ajustada, es decir se fabrica solo lo que se requiere.	Este modelo expuesto ha llevado a Toyota a ser una empresa pionera en el mercado de los vehículos, sin tener sobre stock y permaneciendo de manera rentable a lo largo de los años en esta industria de vehículos, es un modelo a seguir, que permite disminuir costos de inventarios, eliminar desperdicios y optimizar mejor los costos de producción y la fluidez al cumplimiento de los clientes.
Cota, Y., Osuna, M., José, J., & Medrano, D	2025	Esta investigación fue analizada con una empresa dedicada a la comercialización de pinturas con el objetivo de reducir desperdicios y pérdida de producto.	Se desarrolla método de gestión de inventarios ABC con el objetivo de mejorar el orden en el inventario, y tener una mejor gestión del inventario reduciendo o eliminando desperdicios.	Con este método de gestión de inventarios ABC dieron orden a los inventarios detectando 400 productos mal ubicados en el almacenamiento, estos fueron reubicados con la implementación de este método se logró pasar del 1,31% al 0,34% de inventarios obsoletos.

Nota. En esta tabla encontramos los aspectos más importantes de las metodologías aplicadas por cada autor indicando los resultados que obtuvieron para cada problemática.

Marco Conceptual

Lean Manufacturing

Es una metodología originada en la compañía Toyota durante los años 1950 desarrollada principalmente por Taiichi Ohno, esta metodología consiste en la persecución de una mejora del sistema de producción, significa adaptarse a un sistema de producción ajustada y controlada, su principio fundamental es que el producto o servicio deben ajustarse a lo que el cliente quiere, para satisfacer estas condiciones se debe eliminar los desperdicios, se considera que la mayor cantidad de tiempo trabajo y dinero invertido en un proceso productivo no aporta valor, *actividades sin valor añadido* esto anterior se convierte en oportunidad de mejora, esta metodología está confirmada por diferentes herramientas 5S, jidoka, kanban, heijunka, SMED, TPM, kaizen. (Carreras, 2021).

Kanban. Kanban es un sistema de gestión visual que hace parte como herramienta de la metodología lean manufacturing, el cual permite alcanzar la gestión de los inventarios a través de WIP o trabajo en proceso limitado, atiende requerimiento del mercado actual ayuda a tener alta calidad de productos debido a que los problemas en el flujo se hacen visibles, crea y conserva el orden de los procesos, actúa mediante flujo pull es decir los productos se realizan para ser entregados en el momento preciso y en la cantidad requerida. (León, et al., 2023).

Control de inventarios. Consiste en conocer el estado de la mercancía, ya sea materias primas, productos terminados, componentes, existen varias herramientas para realizar control de inventarios, adicional tener un control de inventarios minimiza el costo del almacén y evita rupturas de inventarios. (Hincapié & Toro, 2023).

Zincado. Es un proceso en el cual se adhiere una capa de zinc al acero como forma de protección de corrosión, la corrosión es el deterioro de un acero cuando es expuesto al aire y

humedad su proceso se realiza en frío, la capa de zinc que se usa fina con acabados estéticos altos. (Hernández & Suárez, 2020).

Metodología

Kanban es control visual del trabajo, en este caso se aplica a la compañía Progen S.A, para poder lograr este control, se desarrolla recopilación de datos de la demanda mediante análisis cualitativos y cuantitativos, para el caso de los datos cuantitativo son basados en las ventas reales de la compañía y así determinar cantidad de materiales promedios estándar, en el caso del análisis cualitativo se desarrolla mediante la experiencia basada de secuencia de pedidos durante el transcurso de la demanda mensual y través de una explosión de materiales se realiza el cálculo de cantidades de materiales a utilizar para determinar la cantidad de los inventarios a rotar en esta compañía.

La gestión de inventarios bajo la metodología Kanban, es apoyada con el uso de un tablero kanban como herramienta, acompañada de tarjetas tipo semáforo de colores amarillo, verde y rojo, indicando lo que se encuentra en proceso, y lo que ya está terminado como producto de valor disponible para el proceso siguiente en este caso líneas de ensambles.

A través de método de observación realizamos análisis para mejorar el flujo entre procesos, de tal forma sea fácil y dinámico, esta herramienta es importante la disciplina y el seguimiento del orden, con el objetivo que el uso de este control visual de inventarios facilite el trabajo para el personal que tiene contacto directo con inventarios y mejora la disponibilidad de producto a través del punto de reorden de producción a tiempo, este proyecto corresponde a una investigación aplicada, con diseño de estudio de caso y enfoque mixto (cualitativo–cuantitativo), en modalidad pre–post intervención.

En este proyecto las unidades de análisis y muestra son las partes zincadas, es decir contiene enfoque únicamente en la celda de zincados, a continuación, se especifica las unidades de análisis para este proyecto:

Unidades Requeridas

El resultado de las explosiones de materiales de acuerdo con el pronóstico de venta mensual en la compañía aplica para observación mes de enero a septiembre año 2024 y 2025.

Unidades Fabricadas

El registro de producción indicando la producción de cada una de las referencias durante cada día y/o mes según aplique el análisis, aplica para observación mes de enero a septiembre año 2024 y 2025.

En la siguiente tabla se definen las variables del proceso de componentes zincados a tener en cuenta para el proyecto de implementación de herramienta Kanban.

Tabla 2

Variables de Componentes Zincados

Variables	Definición	Operacionalización	Fuente	Frecuencia
Tratamiento de superficies referencias zincado	Este proceso de zincado es un revestimiento en zinc electrolítico con acabado blanco, el objetivo de este tratamiento es otorgar cobertura protectora del material base contra la corrosión y mejorar el aspecto físico-visual en los equipos ensamblados.	El tiempo de esta operación inicia desde el día que se despacha el material al servicio de tratamiento de superficie, ya que actualmente esta operación se realiza de forma externa, en este proceso requiere tres días de proceso.	Externa	Diaria
Inspección de calidad	Los componentes zincados son revisados de acuerdo a norma ISO, en este proceso se revisan aspectos que garanticen la el correcto revestimiento a los componentes, uno de los principales aspectos son: Espesor, Brillo, resistencia a la corrosión, abrasión.	El tiempo de esta operación inicia desde el día que llega el material del proceso externo, una vez llega a Progen se descarga el material y se inicia revisión de calidad, esta inspección requiere un tiempo de 5 días, debido a que debe ser expuesto a pruebas de corrosión.	Progen	Diaria
Transportes	El el proceso en el cual entrega Progen a Proveedor de servicio de recubrimiento los componentes que requieren tratamiento de superficie y en sentido contrario.	El tiempo de esta operación se considera 1 día, consiste en el cargue de los componentes al carro recorrido hasta proveedor de servicio de recubrimiento, una vez finalizado el proceso de recubrimiento se realiza cargue en el proveedor de recubrimiento recorre trayecto hasta llegar a progen y se procede con el descargue.	Progen/ Externa	Diaria

Nota. En esta tabla observamos las principales variables del proceso de zincados para tener en cuenta en el desarrollo del proyecto.

Diseño Metodológico

Diseño metodológico aplicado por capítulo.

Tabla 3

Diseño Metodológico Parte 1

	Capítulo 1	Capítulo 2	Capítulo 3
	Identificar los posibles factores que afectan el control de inventarios de la compañía Progen S.A	Diseñar el sistema kanban como abastecimiento oportuno y efectivo de los componentes zincados mejorando la cadena de suministros	Implementación del sistema kanban en la compañía Progen de los componentes zincados
Enfoque	Mixto (observación cualitativa+datos cuantitativos).	Mixto (cuantitativo+cualitativo)	Procedimental y práctico (aplicación del diseño metodológico)
Tipo de investigación	Aplicada (resuelve un problema real con base conceptual).	Aplicada (resuelve un problema real con base conceptual)	Aplicada (resuelve un problema real con base conceptual)
Diseño metodológico	Se estudia una sola unidad real celda de zincados	Diseño cuasi-experimental y de estudios de caso: Cuasi-experimental porque se intervinie un proceso real sin aleatorización	Diseño cuasi-experimental y de estudios de casos: No existe aleatorización de sujetos ni condiciones, se aplica una intervención directa en un entorno real, se pretende evaluar el antes y despues del proceso implementado (pre-test/post-test)
	Se describe el fenómeno en su contexto natural, sin manipular variables.	Estudio de caso porque el proyecto se centra en una unica unidad operativa (celda zincados)	Ejecutar propuesta diseñada, capacitar, personal, implementar tableros, tarjetas, cajas marcadas y estantes, estandarizar operación.
	Se usa observación cualitativa y datos cuantitativos del proceso	Estudio de caso porque el proyecto se centra en una única unidad operativa (celda zincados)	
Datos utilizados	Cualitativo		
	Estado real del almacén	Observaciones previas del proceso	Información observada durante la capacitación del personal
	Ubicación de cajas	Criterios funcionales del personal del almacén	Comportamiento del flujo del material al aplicar kanban
	Flujo visual del material	Análisis del flujo actual y las limitaciones	Retroalimentación operativa del personal involucrado
	Fotografías de estado del almacén	Identificación del comportamiento de rotación	Condiciones del proceso, durante la instalación de estantes, cajas y tableros.
	Notas de campo tomadas en ficha de observación	Necesidades logísticas según el proceso	Evaluación cualitativa de orden, claridad visual y facilidad de uso
	Cuantitativos		
	Clasificaciones de 1 a 5 por cada variable observada	Consumo real historico	Cantidad de cajas necesarias por referencia
	Registros del consumo historicos	Promedio diario	Unidades por empaque de caja
	Producción vs requerido para evidenciar sobreproducción y rupturas	Lead time	Número total de cajas marcadas e instaladas por referencias
		Capacidad de almacenamiento	Cantidad de tarjetas kanban por nivel (rojo, amarillo, verde)
		Unidades por empaque	Capacidad física de almacenamiento (número de estibas, niveles por muebles)
			Cantidad de componentes por referencia incluidos en el sistema
Técnica principal	Observación no participante (Hernández Sampieri: métodos cualitativos para análisis del contexto real).	1. Análisis documental operativo: Revisión de los registros históricos de producción, revisión de consumos reales, revisión de lead time, revisión de unidades de empaque, revisión de información técnica interna del proceso, esta técnica permite fundamentar la construcción del inventario óptimo (WIP), niveles de kanban y capacidad de almacenamiento 2. Análisis técnico del proceso: Cálculo de inventario óptimo, cálculo del WIP, diseño del flujo del kanban, análisis de la capacidad física del almacenamiento.	Capacitación, estandarización, marcación física. Organización por colores, implementación del tablero
Instrumentos	Fichas de observación	Tablas de calculos de inventario óptimo	Tarjeta kanban
	Registro fotográfico	Tablas de capacidad de estibas y cantidades por caja	Tablero kanban
	Tablas de clasificación 1-5	Explosiones de materiales	Cajas marcadas con código de barras
		Diseños visuales: Tarjetas, tableros, diseño	Muebles metálicos estandarizados

Nota. Parte 1 Diseño metodológico.

Tabla 4*Diseño Metodológico Parte 2*

	Capítulo 1	Capítulo 2	Capítulo 3
	Identificar los posibles factores que afectan el control de inventarios de la compañía Progen S.A	Diseñar el sistema kanban como abastecimiento oportuno y efectivo de los componentes zincados mejorando la cadena de suministros	Implementación del sistema kanban en la compañía Progen de los componentes zincados
Unidad de análisis	Celda zincados	Celda zincados: Referencias, demandas, rotación, almacenamiento, WIP	Cajas marcadas, tarjetas kanban, tablero kanban, estantes y espacios asignados
Variables analizadas	Orden	Consumo promedio diario	Cantidad de cajas por referencias instaladas
	Flujo	Lead time (días)	Número de tarjetas activas por color y por componente
	Disponibilidad	Cantidad óptima de inventario WIP	Porcentaje de avance de llenado del tablero
	Ubicación	Unidades por cajas	Frecuencia de reposición de cajas llenas o vacías
	Identificación del inventario	Número de cajas necesarias por referencia	Cantidad de espacios de almacenamiento utilizados
Procedimiento metodológico aplicado	Selección del método: Observación no participante (Sampieri el investigador no interviene, solo analiza el fenómeno real)	Cálculo de inventario óptimo mediante promedio diario, desviación, lead time, WIP requerido	Capacitación general del personal
	Planeación de la observación: Definición de variables al observar orden, flujo, disponibilidad, ubicación, identificación del inventario	Diseño de tableros	Marcación de todas las cajas
	Definición de variables a observar: Orden, flujo, disponibilidad, ubicación, identificación del inventario	Diseño de tarjetas	Instalación del tablero del kanban
	Elaboración de la ficha de observación (escala 1-5)	Asignación de estibas y distribución física	Asignación de ubicaciones fijas
	Ejecución de la información: Dos visitas programadas al almacén, registró fotográfico y clasificación de variables.	Estandarización de niveles (rojo, amarillo, verde)	Puesta en marcha del flujo de tarjetas
Finalidad metodológica del capítulo	Identificar y describir los factores que originan el problema de inventarios, sobre producción, desorden, ruptura y tiempos de espera	Construir la solución técnica que permite intervenir el problema: Definición del sistema kanban como herramienta de control visual del inventario	Materializar la intervención diseñada y garantizar que el sistema kanban opere en condiciones reales

Nota. Parte 2 Diseño metodológico.

Identificar los Posibles Factores que Afectan la Gestión de Inventarios de la Compañía

La Empresa Progen S.A no cuenta con una gestión de inventarios optima, esto debido a diferentes causas, entre estas tenemos las siguientes:

Problemas de Almacenamiento

Mediante método de observación aplicado se identifica que los componentes ubicados en este almacén no tienen ubicación asignada, no cuentan con una identificación de las cajas de forma visual, adicional cualquier operario que requiere el material puede tomar dichos componentes sin ningún control del almacén, estas cajas al no tener identificación ni lugar específico para dicho almacenamiento son apiladas en estibas y se cae en el error humano de apilarlas cajas vacías y cajas llenas de diferentes referencias en las mismas estibas, esto genera demora en la búsqueda de los materiales, mal reaprovisionamiento al no tener claro el material que se encuentra disponible para uso.

En la siguiente figura. se identifica de forma visual los componentes de los cuales estamos hablando en este proyecto.

Figura 1

Componentes Zincados



Nota. Componentes zincados para el desarrollo del proyecto. *Fuente.* Tomado de Progen S. A. (2024).

En la anterior figura se identifican y contextualizan visualmente los componentes del cual trata este proyecto, en esta imagen se identifica cada una de las partes analizadas y adicionalmente se identifican de diferentes tamaños.

Análisis del Problema Método de Observación

Este proyecto se escogió como herramienta del análisis del problema el método de observación no participante, este método consiste en observar desde afuera el proceso sin interactuar directamente con los sujetos, se realiza recopilación de datos del proceso de observación utilizando herramientas como fotos, notas, se analizan los datos recopilados y posteriormente una interpretación de resultados.

Objetivo de Observación. Identificar debilidades del flujo y orden en el almacén célula zincados mediante método de observación no participante.

Método. Observación no participante.

Documento. Se realiza plantilla Ficha de Observación con las variables principales para ser evaluada la observación, esta herramienta se usa durante el proceso de observación.

Alcance. Con esta observación se pretende identificar las debilidades en el flujo del Almacén en la célula zincados para realizar análisis del flujo.

Proceso. En este proceso de observación se realiza caminata en el almacén con el fin de tomar registro de 2 observaciones, cada observación tendrá una diferencia en intervalos de 15 días, es decir la observación 1 se realiza el 15 de octubre 2024 y la observación 2 se realiza el 30 de octubre 2024.

Observación 1

Se realiza la primera observación en el almacén el día 15 de octubre de 2024, en el cual se realiza caminata en el almacén y se diligencian las observaciones en formato propio con el fin de

clasificar del 1 a 5 la efectividad de los conceptos observados, siendo 1 el puntaje más bajo que representa o el que menos aplica para el concepto y 5 el mayor puntaje o que más se acerca al concepto.

En la siguiente tabla se clasifican los datos de acuerdo con diferentes aspectos seleccionados para el correspondiente análisis.

Tabla 5

Ficha de Primera Observación del Almacén

Ficha de observación							
Nombre del observador			Jessika Liliana Culma Diaz				
Area			Almacen				
Fecha			15/10/2024				
tipo de observación		participante		no participante		x	
INICIO		1	2	3	4	5	OBSERVACIONES
1	Productos bien organizados en estanterías	X					No se observa ni estantes ni con un orden específico.
2	Uso correcto del espacio disponible	X					Falta optimización del espacio.
3	Zonas delimitadas o señaladas		X				No cuenta con señalización
4	Actualización en tiempo real del inventario disponible físico	X					No hay facilidad de identificar el material disponible.
5	Comunicación efectiva con los compañeros		X				La falta de orden interfiere en el flujo de la comunicación y trabajo en equipo
6	Áreas limpias y despejadas			X			Limpias, pendiente despejar.
7	Uso de códigos y etiquetas		X				Hay identificación pero no es de fácil acceso visual.
8	Unidad de empaque adecuada				X		Cumple
Resultados		38%	38%	13%	13%	0%	Con el resultado anterior observamos que no hay control del inventario, pues la mayor parte del porcentaje se refleja en calificación del 1 y 2 siendo 1 el puntaje bajo y 5 el puntaje mayor que aplica a la condición.

Nota. Observación mediante método no participante aplicada al almacén día 15/10/2024.

Descripción del resultado

En la anterior tabla como resultado obtenido se puede evidenciar los índices mayores recaen en calificación 1 y 2, lo anterior indica se observa no hay control del inventario, no hay orden en el almacén ni espacios definidos, este siendo el resultado de la primera observación en área almacén de partes zincadas.

En la siguiente figura se puede observar el estado del inventario físico ubicados en almacén, esta evidencia del proceso de observación 1. en la fecha del 15/10//2024.

Figura 2

Estado del Inventario en el Almacén Año 2024



Nota. Almacenamiento de componentes zincados en año 2024, en el cual se evidencia no hay ningún orden ni segregación entre referencias. *Fuente.* Tomado de Progen S. A. (2024).

En esta figura se observa el estado del almacenamiento de los componentes zincados en la fecha octubre año 2024, en el cual se evidencia falta identificación de zonas, falta orden al realizar el proceso de almacenamiento, falta identificar las cajas con las referencias que contiene en el almacenamiento.

Observación 2

Se realiza segunda observación en el almacén el día 30 de octubre de 2024, en el cual se calificará de 1 a 5 la efectividad de los conceptos observados, siendo 1 el puntaje más bajo que representado o el que menos aplica para el concepto y 5 el mayor puntaje o que más se acerca al concepto.

En la siguiente tabla se puede observar el resultado de la segunda observación y los comentarios correspondientes.

Ficha de primera observación del almacén

Tabla 6

Ficha de Primera Observación del Almacén

Ficha de observación								
Nombre del observador			Jessica Liliana Culma Diaz					
Area			Almacen					
Fecha			30/10/2024					
tipo de observación		participante		o participant x				
INICIO		1	2	3	4	5		
						OBSERVACIONES		
1	Productos bien organizados en estanterias	X					Si bien se observan apilados de mejor forma a la inicial, sin embargo internamente de las cajas no ha separación de los componentes, generando así insertidumbre en las cantidades disponibles de cada material.	
2	Uso correcto del espacio disponible			X			Se observa mejora en el aprovechamiento del espacio, sin embargo no esta de forma controlada.	
3	Zonas delimitadas o señaladas		X				No cuenta con señalización	
4	Actualización en tiempo real del inventario disponible fisico	X					No hay facilidad de identificar el material disponible.	
5	Comunicación efectiva con los compañeros		X				La falta de orden interfiere en el flujo de la comunicación y trabajo en equipo	
6	Areas limpias y despejadas			X			Limpias, pendiente despejar.	
7	Uso de codigos y etiquetas		X				Hay identificación pero no es de facil acceso visual.	
8	Unidad de empaque adecuada				X		Cumple	
Resultados			25%	38%	25%	13%	0%	Con el resultado anterior observamos que no hay control del inventario, la mayor parte del porcentaje se refleja en calificación del 1 y 3 siendo 1 el puntaje bajo y 5 el puntaje mayor que aplica a la condición.

Nota. Observación mediante método no participante aplicada al almacén día 30/10/2024.

Descripción del resultado

En la anterior tabla como resultado obtenido se puede evidenciar los índices mayores recaen en calificación la calificación 1,2 y 3, lo anterior indica hay un avance en el apilamiento en el orden, pero no el indicado, aún se observa no hay control del inventario, no hay orden en el almacén ni espacios definidos este siendo el resultado de la segunda observación en área almacén de partes zincadas.

En la siguiente figura se puede observar el estado del inventario físico ubicados en almacén, evidencia de proceso de observación 2 en la fecha del 30/10//2024.

Figura 3

Observación 2 de Componentes Ubicados en el Almacén



Nota. Observación de almacenamiento en la segunda observación, se evidencia mejor apilamiento en estibas, sin embargo, no hay segregación de referencias. *Fuente.* Tomado de Progen S. A. (2024).

En la anterior figura se evidencia mejor organización y limpieza del área, los componentes continúan sin separar, sin codificar, ni tampoco cuentan con ninguna segregación por tipo de componente, todo se encuentra mezclado tal cómo se evidencia en la foto no es fácil de detectar que se encuentra disponible en el almacén.

Sobre Producción de Componentes

Debido a la falta de orden no es fácil encontrar los componentes, en varias de las ocasiones no los encuentran en el momento que deben usarlos, por tal motivo se solicita una nueva orden de

producción del componente no encontrado para que pueda continuar el proceso del ensamble, en otros casos se ha llegado a la ruptura de inventario debido a que no se ha podido reabastecer el inventario del componente en el momento correcto, de manera que no es fácil detectar de forma física el material disponible de la compañía, se realiza análisis de estos componentes ubicados en este almacén, mediante datos históricos de producción, en el cual podemos comparar y dimensionar la cantidad de componentes requeridos en el año 2024 para el proceso de ensamble vs los materiales fabricados durante el año 2024 durante los meses de enero a septiembre, evidenciando una sobreproducción en todas las referencias.

Tabla 7

Datos Recopilados Componentes Requeridos vs. Fabricados por Referencia Zincada (Muestra)

Referencia	Requerido año 2024	Fabricado año 2024	Desviación	% Desviación
PR01M_RI-605-01.ZNC	81.047	71.324	- 9.723	-12%
PR01M_RS-605-02Z	59.856	48.679	- 11.177	-19%
PR01M_RCA-809-01	57.613	37.822	- 19.791	-34%
PR01M_RS-809	142.303	168.379	26.076	18%
PR01M_RS-803-01	198.716	198.123	- 593	0%
PR01M_RS-404E-04	198.716	198.716	-	0%
PR01M_RS-504	198.716	202.942	4.226	2%

Nota. Recopilación de datos totales en unidades de los componentes requeridos a tener

disponibles para procesos de ensambles vs los componentes fabricados durante este año 2024 para ambos datos aplica mes de enero a septiembre 2024, evidenciando en la última columna la variación entre estos dos datos.

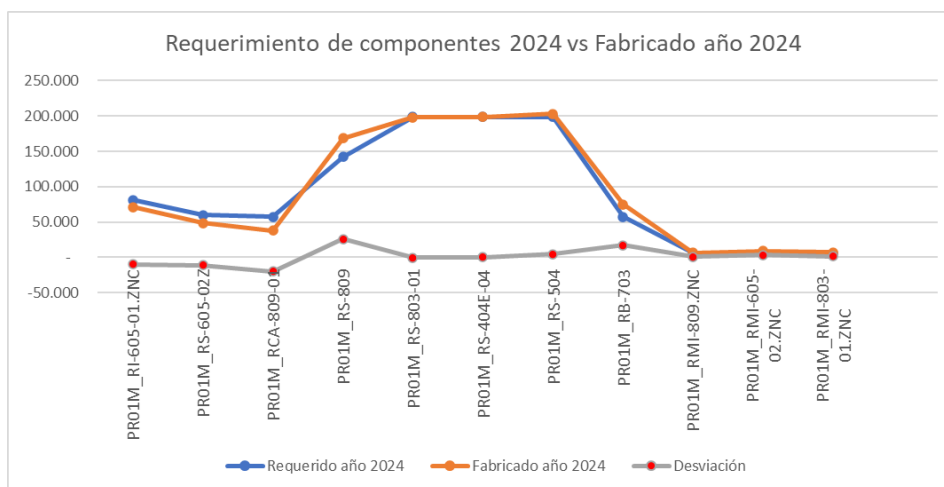
Descripción: En la anterior tabla, la columna requerido podemos observar la cantidad de unidades solicitadas de cada componente para poder continuar el trabajo en flujo en las líneas de ensambles, en la columna fabricado representa lo que se fabricó, allí evidenciamos hay referencias que terminaron con unidades superiores a las requeridas, generando desviaciones con

un inventario mayor y por lo contrario otras referencias se fabricó menos componentes de lo requerido generando ruptura de inventario.

Sin embargo, para ayuda de interpretación visual de los datos anteriores se realiza la representación gráfica de los resultados a continuación.

Gráfica 1

Requerimiento Componentes 2024 vs Fabricado 2024



Nota. Representación de la desviación entre los componentes fabricados vs los solicitados para el periodo de 9 meses observados (enero a septiembre 2024).

En la Gráfica 1. Identificamos con la línea de color azul la cantidad de unidades requeridas para el año 2024 y en línea de color naranja identificamos la cantidad de unidades fabricadas en el año 2024, al realizar la comparación, podemos observar de forma visual en el cual la diferencia del requerimiento de componentes vs material fabricado y la sobreproducción y/o ruptura de inventario se refleja a través del color gris, en el cual observamos que el pico más alto no de porcentaje sino en representación de unidades se concentró en la referencia RS-504, y se observa ruptura en el referencia RB-703.

Nivel de Inventario Óptimo

Se realiza análisis del consumo real de los componentes zincados ubicados en el almacén con el fin de observar el comportamiento promedio diario, teniendo en cuenta el lead time de cada referencia y el comportamiento de la demanda de los componentes, se estima el número idóneo de cantidad de unidades a tener en el Kanban con el fin de garantizar en el proceso sea justo a tiempo, respetando el lead time requerido para el correcto flujo de trabajo dentro de la compañía.

En la siguiente tabla observamos los aspectos importantes en Progen para la asignación de los niveles de inventarios óptimos.

Tabla 8

Inventario Optimo de Componentes Zincados (Muestra)

Referencias	Descripción	Consumo total mes	Promedio consumo diario	Desv.	Total	Lead time (días)	Total general	Total ubicar en kanban
PR01M_RS-404E-04	VARILLA EMBOLO	33.390	1.113	100	1.213	10	12.130	12.000
PR01M_RS-504	REFUERZO CAMARA CINCADO	33.252	1.108	200	1.308	12	15.701	16.000
PR01M_RS-803-01	VARILLA DE ASCENSO CINCADA	32.826	1.094	100	1.194	9	10.748	9.600
PR01M_RI-605-01.ZNC	VARILLA CHASIS TUBULAR CINCADA	15.121	504	100	604	9	5.436	5.600
PR01M_RB-703	GANCHO DE LA CORREA CINCADO	11.134	371	1.200	1.571	10	15.711	16.000
PR01M_RS-605-02Z	VARILLA CHASIS STIHL CINCADA	6.855	229	300	529	9	4.757	4.800

Nota. WIP o trabajo en curso estandarizado para los componentes zincados los cuales se reflejan en la última columna como (Total ubicar en kanban).

Se observa de la anterior tabla el consumo de los componentes uno a uno teniendo en cuenta el promedio del consumo diario, adicionado la desviación y teniendo en cuenta el lead time, finalmente en la columna Total ubicar en kanban es la cantidad de los componentes idóneos para ser ubicados en el almacén.

Identificación de espacio: Una vez se ha identificado la cantidad requerida por referencia para estar en constante rotación y permitir continuar el flujo de ensamble, se procede a identificar

las unidades por caja de cada componente para calcular la cantidad de estibas requeridas en el correcto almacenamiento.

Tabla 9

Cantidad de Estibas Requeridas

Referencias	Descripción	Total ubicar en kanban	Unidades por caja	cantidad de cajas	Número de cajas por estibas	Número de estibas requeridas
PR01M_RS-404E-04	VARILLA EMBOLO	12.000	250	48	16	3,0
PR01M_RS-504	REFUERZO CAMARA CINCADO	16.000	1000	16	16	1,0
PR01M_RS-803-01	VARILLA DE ASCENSO CINCADA	9.600	100	96	16	6,0
PR01M_RI-605-01.ZNC	VARILLA CHASIS TUBULAR CINCADA	5.600	50	112	16	7,0
PR01M_RB-703	GANCHO DE LA CORREA CINCADO	16.000	1000	16	16	1,0

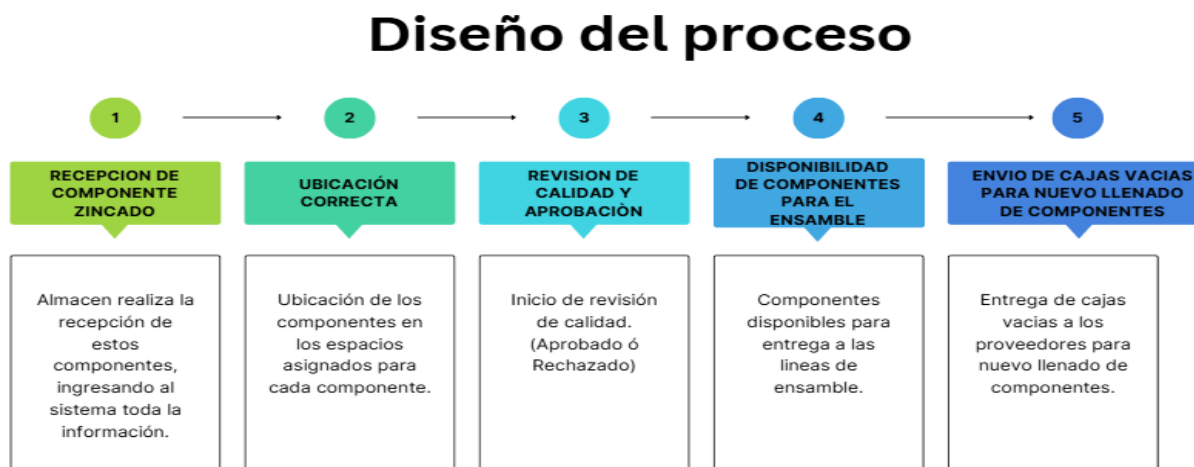
Nota. Asignación de número de estibas asignadas, cantidad de cajas asignadas y unidades por caja.

En la anterior tabla podemos observar el análisis requerido para estandarizar la cantidad de estibas requeridas y así mismo poder identificar qué tanto espacio necesitamos para dar ubicación a los niveles de inventarios estandarizados o WIP establecidos (Work in progress).

Diseñar el Sistema Kanban como Abastecimiento Oportuno y Efectivo de los Componentes Zincados Mejorando la Cadena de Suministros.

Esta Herramienta kanban será aplicada en la empresa Progen, a través de la identificación de cada uno de los componentes de acuerdo con una unidad de empaque y colores los cuales representan una señal visual en el lugar que se encuentren ubicados, estos colores son los siguientes: Rojo, significa nivel de inventario bajo, Amarillo: punto de reorden, este color significa que se debe reabastecer el componente, Verde: Nivel de inventario correcto disponible para proceso de ensamble.

Esta herramienta funciona de 2 formas, ambas son 100% visuales, la primer forma es la anteriormente mencionada, identificación de los componentes de forma física, y la segunda forma de funcionar es a través del tablero Kanban, este tablero es modificable cada vez que se requiera de acuerdo a la demanda de Progen, en este tablero se encuentran todas los códigos de componentes a kanbanizar con los respectivos niveles de inventarios en color rojo, amarillo, verde, y la dinámica del tablero se genera a través de las tarjetas kanban creadas en las cual cada tarjeta representa 1 del inventario de acuerdo a la unidad de medida de cada componente, en Progen esta herramienta funciona de la siguiente forma:

Figura 4*Diseño del Proceso*

Nota. Podemos identificar cual es el correcto flujo del proceso diseñado para trabajar el kanban de forma física.

En la anterior figura representa el flujo del proceso en el cual funciona esta herramienta para la empresa Progen, funcionando de esta forma, en esa secuencia permite el flujo del proceso y el llenado a tiempo de los componentes zincados.

¿Dónde se Aplicará?

Este proyecto está diseñado para implementación en el almacén, allí se encuentran los componentes zincados para uso en la línea de ensamble, esta área se encarga de realizar el alistamiento de componentes para entregar a la línea de ensamble, este sistema Kanban permitirá establecer una gestión del inventario de forma visual para evitar faltantes, mejorar el flujo al buscar los componentes a entregar, la elección de esta área responde a la alta rotación de estos materiales, a los excesos de producción y la necesidad de sincronización entre almacén y producción.

Diseño Tarjetas Kanban

Este proceso es muy importante ya que permite visualizar el estado del inventario, reduce los tiempos de espera por faltantes, aumenta la disciplina de los operarios y el personal que tiene contacto directo con el Kanban y estandariza el flujo de materiales, en la Empresa Progen se diseña la tarjeta de tal forma una tarjeta identifique una caja con material en el Kanban, por lo anterior las tarjetas deben tener cierta información:

Referencia

Nombre de la referencia

Cantidad de unidades por caja

Número de caja

Color de identificación de alerta visual.

La gestión de colores es creada de la siguiente forma:

Verde: Nivel de inventario correcto

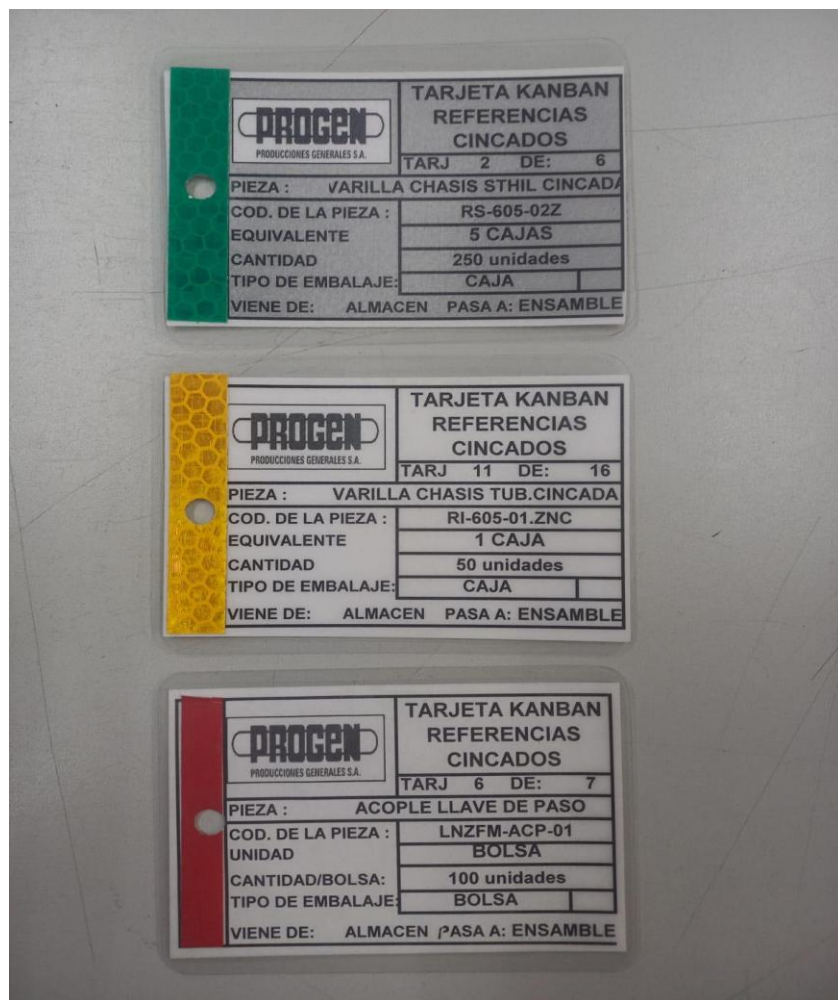
Amarillo: Punto de reorden

Rojo: Nivel de inventario bajo

De acuerdo con lo anterior se crea diseño de la tarjeta con la información anteriormente relacionada, en la siguiente figura podemos observar un ejemplar de este diseño.

Figura 5

Diseño de Tarjeta Kanban



Nota. Ejemplo de diseño de tarjeta para metodología kanban. *Fuente.* Tomado de Progen S. A. (2024).

Cada tarjeta representa una caja de inventario, el total de inventario óptimo está dividido en 3 niveles de porcentaje y representado por un color para la gestión visual, el color verde representa nivel óptimo de inventario, color amarillo punto de reorden para abastecimiento nuevamente, color rojo representa nivel bajo de inventario o inventario agotado, su función principal es indicar que cantidad de llenado de cajas se requiere para restablecer el kanban, es

decir una vez el kanban se encuentre en su nivel máximo de llenado las tarjetas deben reposar en una casilla superior del tablero el cual es de color blanco, espacio diseñado que representa o significa que el material se encuentra en el almacén, una vez el almacén inicie proceso de entrega a las líneas de ensamble, y las cajas vayan saliendo de almacén físicamente en forma simultánea las tarjetas se les debe iniciar un proceso de rotación de la misma forma, si en total se asignan 9 tarjetas (3 color verde, 3 color amarillo y 3 color rojo), si almacén realiza entrega de 6 cajas quiere decir que desplaza 3 tarjetas de color verde a la celda del tablero de llenado verde y 3 tarjetas al color amarillo, indicando al proceso anterior que debe reabastecer 6 cajas de forma rápida ya que indica la finalización del inventario óptimo y se encuentran en punto de reorden.

Ubicación de Tableros. Teniendo en cuenta el tablero es la herramienta de esta gestión visual, es muy importante tener visible esta información, de tal forma permita una comunicación visual entre áreas, para hacer la comunicación entre áreas más efectiva, de acuerdo con lo anterior se toma la decisión el tablero debe reposar dentro del almacén y visualizarse de una forma específica y clara.

El tablero debe cumplir ciertas características como las siguientes:

Referencia identificada

Espacio para tarjetas identificando se encuentran pendientes de llenado de material.

Espacio de tarjeta para identificar estado real del inventario, es decir en qué nivel de la gestión visual se encuentra (verde, amarillo, rojo).

En la tabla siguiente tabla se refleja el diseño del tablero kanban.

Figura 6*Diseño tablero kanban*

ZINCADOS									
Referencia 1	Referencia 2	Referencia 3	Referencia 4	Referencia 5	Referencia 6	Referencia 7	Referencia 8	Referencia 9	Referencia 10
Tarjetas (Kanban lleno)	Tarjetas (Kanban lleno)	Tarjetas (Kanban lleno)	Tarjetas (Kanban lleno)	Tarjetas (Kanban lleno)	Tarjetas (Kanban lleno)	Tarjetas (Kanban lleno)	Tarjetas (Kanban lleno)	Tarjetas (Kanban lleno)	Tarjetas (Kanban lleno)
Inicio de gestión kanban									
Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)	Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)	Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)	Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)	Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)	Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)	Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)	Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)	Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)	Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)
Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)	Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)	Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)	Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)	Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)	Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)	Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)	Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)	Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)	Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)
Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)	Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)	Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)	Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)	Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)	Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)	Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)	Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)	Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)	Tarjetas (Kanban caja pte. Llenado)

Nota. Se crea diseño de tablero, en el cual es presentado en color blanco la ubicación de las tarjetas en el momento en que los componentes disponibles reposan en el almacén, una vez inicia el consumo de dichos componentes las tarjetas se van desplazando hacia la parte inferior del tablero en cada color representado de acuerdo a la tarjeta a mover, es decir primero se evacua el color verde, seguido el amarillo indicando punto de reorden y de ultimo se realiza la evacuación de los componentes en color rojo el cual representa el mínimo de inventario para evitar rupturas de inventarios.

Una vez inicia el llenado o abastecimiento de estas referencias, el proceso es el siguiente, se inicia de abajo hacia arriba, es decir, los primeros componentes recibidos en el almacén de forma simultánea se realiza movimiento de tarjetas desde el color rojo y se desplazan a la celda blanca la cual indica el producto se encuentra disponible en el almacén para uso.

Seguido de eso la siguiente recepción del almacén tomara las tarjetas amarillas y las ubicara en la celda blanca, indicando el material ya se encuentra disponible, y de ultimo en la siguiente recepción del almacén se procede a recoger las tarjetas verdes, ubicándolas en la franja blanca del tablero indicando el Kanban se encuentra en su máximo llenado, es decir ha llegado al tope de su WIP (Work in progress) ó (Trabajo en progreso).

Diseño de Niveles de Inventarios. En la siguiente tabla se puede observar las cantidades establecidas por color, es decir por cada nivel de alerta visual.

Tabla 10

Niveles de Inventarios Definidos

Referencias	Descripción	Total ubicar en kanban	Inventario minimo	Punto de reorden	Kanban lleno
PR01M_RS-404E-04	VARILLA EMBOLO	12.000	3600	8.400	12.000
PR01M_RS-504	REFUERZO CAMARA CINCADO	16.000	4800	11.200	16.000
PR01M_RS-803-01	VARILLA DE ASCENSO CINCADA	9.600	2880	6.720	9.600
PR01M_RI-605-01.ZNC	VARILLA CHASIS TUBULAR CINCADA	5.600	1680	3.920	5.600
PR01M_RB-703	GANCHO DE LA CORREA CINCADO	16.000	4800	11.200	16.000
PR01M_RS-605-02Z	VARILLA CHASIS STIHL CINCADA	4.800	1440	3.360	4.800
PR01M_RB-803	VARILLA DE ASCENSO - CINCADO BLAN	800	240	560	800
PR01M_RC-803-01-DSF	VARILLA DE ASCENSO DOSIFICADORA	200	60	140	200

Nota. Gestión visual de inventarios para cada referencia.

El nivel de rotación de estos productos es alto, por lo tanto, todos los días se requiere entrega de inventario para las líneas de ensambles y a su vez con frecuencia de forma diaria debe llegar componentes zincados de los proveedores para la reposición del inventario y hacer nuevo llenado del kanban, los niveles óptimos del inventario son entre verde y amarillo, la idea es mitigar al máximo en la gestión del inventario que llegue a nivel rojo. El punto de reorden máximo definido es cuando se toca la franja del inventario establecida en color amarillo, sin embargo como es de alta rotación estos materiales y todos los días el material tiene rotación se puede iniciar llenado mínimo desde una caja con el fin de dar gestión y evitar rupturas de

inventario, adicional se ha diseñado una ayuda visual que funcione físicamente en los muebles ubicados en el almacén de estos componentes, los cuales sin tener que recurrir a las tarjetas también se pueden visualizar los estados reales de componentes disponibles, esta ayuda visual consiste en tener los niveles de color rojo, amarillo y verde pegados en un costado de cada mueble para identificar en qué condiciones se encuentra el inventario, el retorno de estos componentes zincados es a diario, es decir, a diario se entregan cajas azules vacías a proveedores para el proceso de llenado del kanban y a diario retornan a la compañía Progen cajas azules llenas de componentes, en forma simultánea a diario Progen también se consumen estos componentes para proceso de ensambles.

Diseño de Estantes Uso de Gestión Visual. Para este diseño se toma en cuenta que la capacidad de almacenamiento máximo por estiba son 16 cajas de tamaño (300mmx200x70), ubicadas en 2 filas cada una de 8 cajas apiladas, se estima diseño de muebles para kanban tipo sencillos en material perfil metálico, con una lámina en un lateral identificando si la señal visual se encuentra en color rojo, amarillo o verde de acuerdo con lo establecido anteriormente.

En la siguiente figura se observa diseño de estante para ubicación de Kanban.

Figura 7

Diseño de Estantes



Nota. Estante diseñado para almacenamiento de referencias estandarizadas en la metodología.

Fuente. Tomado de Progen S. A. (2024).

Estos estantes se diseñan con el propósito permita fluir la metodología de una manera armónica y además que maximiza el espacio utilizado en el almacén, de tal forma en la parte inferior se ubiquen las cajas azules llenas con sus identificaciones de cada referencia, y en la parte superior por arriba de la base se encuentran las cajas vacías disponibles para enviar a proveedores a llenado de material.

Distribución del Kanban en Almacén. Se realiza revisión en el almacén del espacio actual, se asigna y ordena de acuerdo con la cantidad de estibas requeridas para el correcto almacenamiento de estos componentes, estas cajas son de color azul y son ubicadas en estibas apiladas en 2 filas con altura de 8 cajas cada fila, de acuerdo con los análisis anteriores de cada referencia establecida se realiza este diseño.

En la siguiente figura se identifica la distribución física la cual se asigna para la ubicación de estos materiales.

Figura 8

Distribución Física de Ubicación de Referencias

Entrada											
Estantería productos varios	Pasillo	RS-504	RS-504	RB-703	RB-803	RS-404	RS-404	RS-404	RS-404	RS-404	RS-404
		Pasillo									
		RI-605	RI-605	RI-605	RI-605	RI-605	RI-605	RI-605	RI-605	RI-605	RI-605
		RS-803	RS-803	RS-605	RS-605	RS-605	RS-605	RS-605	RS-605	RS-605	RS-605
		Pasillo									
		RS-803	RS-803	RS-803	RS-803	RS-803	Entrada	RS-803	RS-803	RS-803	RS-803
Recepción de materiales						Oficina almacén					
Entrada											

Nota. Espacios definidos para ubicación de estibas y unidades en el almacén de componentes zincados.

De esta forma se establece el diseño de almacenamiento para el kanban definido de los componentes zincados, para la correspondiente ubicación de las referencias analizadas, con este diseño se espera asignar un espacio a cada referencia a estandarizar, y poder conservar el orden en el almacén.

Implementación Del Sistema Kanban En La Compañía Progen Para Componentes

Zincados.

En esta etapa se pretende realizar la implementación de la herramienta kanban como gestión de inventario al almacén de componentes zincados.

Capacitación al Personal Involucrado

Se realiza capacitación al personal involucrado directamente, con el fin de indicar especificaciones de uso y generar un mejor impacto al inicio del proceso de tal forma tengan conocimientos básicos de este sistema kanban y los beneficios que tienen tanto los colaboradores y la compañía.

Figura 9

Capacitación Herramienta Kanban



Nota. Personal involucrado en la implementación y capacitación del uso de la herramienta Kanban. *Fuente.* Tomado de Progen S. A. (2024).

Estas capacitaciones se realizan de forma masiva apoyados en material visual fácil de interpretar indicando temas como, que es el kanban, en que nos ayuda el kanban, como es el correcto funcionamiento de esta metodología.

Componentes del Kanban

Selección de referencias determinadas a trabajar en la herramienta kanban aplicada como gestión de inventarios para la compañía Progen

Tabla 11

Componentes Seleccionados, Muestras

Referencias	Descripción	Total ubicar en kanban	Inventario minimo	Punto de reorden	Kanban lleno
PR01M_RS-404E-04	VARILLA EMBOLO	12.000	3600	8.400	12.000
PR01M_RS-504	REFUERZO CAMARA CINCADO	16.000	4800	11.200	16.000
PR01M_RS-803-01	VARILLA DE ASCENSO CINCADA	9.600	2880	6.720	9.600
PR01M_RI-605-01.ZNC	VARILLA CHASIS TUBULAR CINCADA	5.600	1680	3.920	5.600
PR01M_RB-703	GANCHO DE LA CORREA CINCADO	16.000	4800	11.200	16.000

Nota. Componentes para la implementación del kanban como gestión visual.

En la tabla anterior observamos los componentes seleccionados para la aplicación de la herramienta kanban indicando los niveles de inventarios estandarizados Rojo indica nivel de inventario bajo, amarillo indica nivel de inventario para punto de reorden, nivel verde, inventario optimo o lleno.

Unidades de Empaque por Referencias

En esta implementación se publica y comparte las unidades de medida de cada referencia para posteriormente ser identificadas.

Tabla 12*Unidad de Empaque Componentes Kanban*

Referencias	Descripción	Total ubicar en kanban	Unidades por caja	cantidad de cajas	Número de cajas por estibas	Número de estibas requeridas	Inventario mínimo	Punto de reorden	Kanban lleno
PR01M_RS-404E-04	VARILLA EMBOLO	12.000	250	48	16	3,0	3600	8.400	12.000
PR01M_RS-504	REFUERZO CAMARA CINCADO	16.000	1000	16	16	1,0	4800	11.200	16.000
PR01M_RS-803-01	VARILLA DE ASCENSO CINCADA	9.600	100	96	16	6,0	2880	6.720	9.600
PR01M_RI-605-01.ZNC	VARILLA CHASIS TUBULAR CINCADA	5.600	50	112	16	7,0	1680	3.920	5.600
PR01M_RB-703	GANCHO DE LA CORREA CINCADO	16.000	1000	16	16	1,0	4800	11.200	16.000
PR01M_RS-605-02Z	VARILLA CHASIS STIHL CINCADA	4.800	50	96	16	6,0	1440	3.360	4.800

Nota. Identificación de unidades de empaque aplicados a cada referencia.

Estas unidades de empaque son fundamentales en el proceso ya que esto permite el orden estandarizado en cada componente permanezca a lo largo del tiempo.

Identificación de Cajas. A continuación, encontramos especificaciones de la información la cual debe contener todas las marquillas aplicadas al Kanban para el correcto almacenamiento y flujo de los componentes.

Figura 10*Detalle Maquilla*

Nota. Información de marquilla o identificación de parte zincada. *Fuente.* Tomado de Progen S. A. (2024).

Se realiza marcación de cajas azules para estos componentes del almacén, estas cajas son de medida (300mmx200x70), son marcadas a través de láminas con toda la información

requerida para la compañía teniendo en cuenta la anterior información en la cual se identifica el producto totalmente, tanto por código de barras como identificación nombre e imagen del componente se procede a realizar la marcación del total de cajas establecidas para la herramienta kanban.

Figura 11

Identificación de Cajas para Kanban



Nota. Identificación total de las cajas para la herramienta en implementación. *Fuente.* Tomado de Progen S. A. (2024).

Se realiza la marcación del 100% de las cajas para la herramienta estandarizada e inicio de gestión visual de inventarios en la compañía Progen S.A. de esta forma se garantiza el orden pueda mantenerse con mayor facilidad y la toma de inventarios fluya de una forma más ágil.

Organización de Cajas en Espacios Establecidos. En esta etapa se realiza la ubicación de las cajas de la herramienta kanban para la gestión visual en todos los espacios establecidos del almacén en la siguiente figura podemos observar de tal forma en la cual quedan ubicadas.

Figura 12

Ubicación de Cajas para Kanban



Nota. Organización de cajas en espacios establecidos. *Fuente.* Tomado de Progen S. A. (2024).

Estos muebles fueron elaborados de forma muy sencilla, su principal objetivo permitir la separación de las cajas llenas con material disponibles y las cajas vacías en espera de llenado del material, adicional cuentan con una lámina de color (rojo, amarillo, verde) en un lateral visible de acuerdo con la distribución ya establecida, el mueble permite separar, en la parte inferior se encuentran las cajas de la referencia establecida llenas de componentes disponibles para uso en la línea de ensamble, las cajas que se encuentren en el mismo mueble en la parte superior de la división indica que son las cajas vacías de dicha referencia en la ubicación establecida, estas cajas vacías indican requieren nuevo llenado de kanban para que no se vea afectado el flujo de las líneas de ensambles.

Implementación de Tablero y Tarjetas. En esta etapa cada caja se representa con una tarjeta mencionada en la etapa del diseño, esta tiene la información requerida para la compañía

con el objetivo de llevar el control y la gestión del inventario tal como se refleja en la siguiente ilustración.

Figura 13

Tablero Kanban

TABLERO KANBAN REFERENCIAS CINCADAS														
RS-454E-04 Vanilla Emblema	RS-403-01 Vanilla de Ascenso	RS-405-01 ZNC Vanilla Chasis	RS-402-02 Z Vanilla Chasis SHH Cincada	RS-504 Refuerzo Cama	RS-819 ZNC Abrazaderas Tubo Boma	RS-703 Gancho de La Correa Cincajo	RS-503-01-01F Vanilla de Ascenso Distribuidor	RS-104E-01F-01 Vanilla de Emblema Distribuidor	RS-803 Vanilla de Ascenso Cincada Paseo	RS-812-01 Arandela Vanilla SHH Inx	RS-812 Arandela Metalica Cincada	LN27M-ADP-01 ACOPLE LLAVE DE PASO	LN27M-ANL-01 ANILLO SOPORTE INFERIOR	LN27M-ANL-02 ANILLO SOPORTE MANGO
UNIDAD DE ESPALDA NO DISPONIBLE	UNIDAD DE ESPALDA NO DISPONIBLE	UNIDAD DE ESPALDA NO DISPONIBLE	UNIDAD DE ESPALDA NO DISPONIBLE	UNIDAD DE ESPALDA NO DISPONIBLE	UNIDAD DE ESPALDA NO DISPONIBLE	UNIDAD DE ESPALDA NO DISPONIBLE	UNIDAD DE ESPALDA NO DISPONIBLE	UNIDAD DE ESPALDA NO DISPONIBLE	UNIDAD DE ESPALDA NO DISPONIBLE	UNIDAD DE ESPALDA NO DISPONIBLE	UNIDAD DE ESPALDA NO DISPONIBLE	UNIDAD DE ESPALDA NO DISPONIBLE	UNIDAD DE ESPALDA NO DISPONIBLE	UNIDAD DE ESPALDA NO DISPONIBLE
1000 UN	1000 UN	1000 UN	1000 UN	1000 UN	1000 UN	1000 UN	1000 UN	1000 UN	1000 UN	1000 UN	1000 UN	1000 UN	1000 UN	1000 UN
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

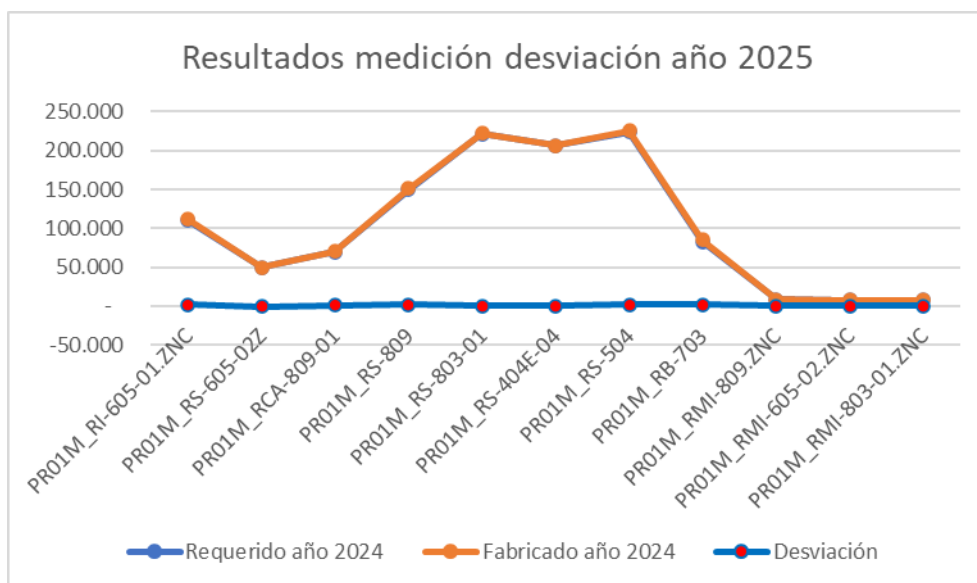
Nota. Tablero Kanban con referencias de componentes establecidos. *Fuente.* Tomado de Progen S. A. (2024).

En esta figura se encuentran la referencias, cantidades de componentes por cajas, números de cajas, estas tarjetas tienen movimiento de llenado de abajo hacia arriba, es decir el llenado es desde el color rojo hasta el color verde, una vez el kanban este lleno, las tarjetas son retiradas en un espacio del tablero que indican se encuentra el kanban lleno de forma completa, cuando el kanban inicia su proceso de consumo del material las tarjetas inician proceso de secuencia de ubicación en las alertas de colores, es decir las primeras tarjetas son depositadas en el color verde, indicando que estas se encuentran para llenado, una vez inician el color amarillo, indican el punto de reorden, se debe enviar a proceso de maquila para nuevamente disponibilidad de estos componentes en la línea de ensamble.

Evaluación y Métodos de Evaluación. Para el año 2025 se determinó mediante método estadístico la evaluación de la implementación del Kanban como gestión de inventarios en la compañía Progen S.A. en la siguiente gráfica observamos la comparación entre componentes requeridos vs. Componentes fabricados año 2025 correspondientes a 9 meses (enero a septiembre).

Gráfica 2

Componentes Requeridos vs Componentes Fabricados 2025



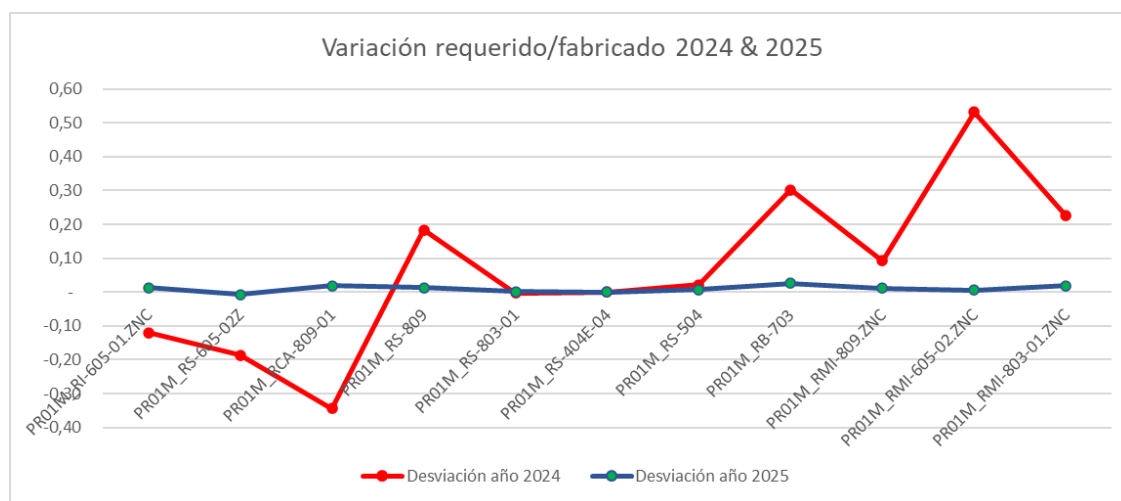
Nota. Resultados de la desviación año 2025 entre componentes requeridos vs. Componentes fabricados.

En la gráfica anterior se observa en línea azul las unidades requeridas para cada componente y en color naranja las unidades fabricadas observando en esta grafica que se encuentran muy alineadas, en cuanto a la desviación lo que se pretende es que su tendencia sea 0, tal como se evidencia en la gráfica anterior.

En la siguiente grafica se puede evidencia la comparación entre la desviación del total requerido vs total fabricado del año 2024 y año 2025 correspondiente a 9 meses observados de enero a septiembre.

Gráfica 3

Variación Inventario Requerido vs Fabricado Año 2024 y 2025



Nota. Comparación visual para identificar análisis de variación.

En la gráfica observamos que la variación se estabiliza mejor en el año 2025 a diferencia del año 2024, se evidencia la tendencia es 0 lo que quiere decir los excesos y rupturas de inventarios en los 9 meses observados y comparados con respecto a un antes y después de la implementación del Kanban las desviaciones se disminuyeron notablemente y se estabiliza con tendencia 0.

Resultados de Implementación. Una vez realizada la implementación del Kanban en los componentes zincados los resultados percibidos durante un lapso de 9 meses son los siguientes:

Se realiza prueba de t/Wilcoxon para validar los resultados estadísticos, esta prueba es con el objetivo de validar si la diferencia estadística actual presenta significancia, en esta prueba se toman los valores en absoluto de las desviaciones observada con el fin de identificar con que

magnitud de desviación se comporta el pre y post implementación de herramienta kanban, basados en los datos recopilados de observación durante los 9 meses año 2024 y 9 meses año 2025, a continuación, se adjunta análisis:

Tabla 13

Prueba T/Wilcoxon

Muestra	Referencia	Antes	Despues 2025	Diferencia	Absoluta	Rango Absoluto	Rango Con Signo			
1	PR01M_RI-605-01.ZNC	0,12	0,01	-	0,11	0,11	4	-4	T+	0
2	PR01M_RS-605-02Z	0,19	0,01	-	0,18	0,18	6	-6	T-	-55
3	PR01M_RCA-809-01	0,34	0,02	-	0,33	0,33	9	-9		
4	PR01M_RS-809	0,18	0,01	-	0,17	0,17	5	-5		
5	PR01M_RS-803-01	0,003	0,002	-	0,00	0,00	1	-1	W=	0
6	PR01M_RS-504	0,02	0,01	-	0,01	0,01	2	-2	Tamaño de muestra	10
7	PR01M_RB-703	0,30	0,03	-	0,28	0,28	8	-8	Nivel de significancia común (α)	0,05
8	PR01M_RMI-809.ZNC	0,09	0,01	-	0,08	0,08	3	-3		
9	PR01M_RMI-605-02.ZNC	0,53	0,01	-	0,52	0,52	10	-10		
10	PR01M_RMI-803-01.ZNC	0,22	0,02	-	0,21	0,21	7	-7		

Ho: No hay diferencia en la magnitud de las desviaciones (2024 -2025)

H1: Las desviaciones de 2025 son menores en magnitud 2024 2025

Tabla de valores críticos de la prueba T de wilcoxon

Para calcular la significancia de un valor T, éste debe ser menor o igual que el valor especificado en la tabla dependiendo de si se trata de una prueba unilateral o bilateral

Valores críticos de la prueba de rangos signados de Wilcoxon

Signif ⇒ n ↓	Prueba bilateral		Prueba unilateral	
	0.05	0.01	0.05	0.01
5	**	**	0	**
6	0	**	2	**
7	2	**	3	0
8	3	0	5	1
9	5	1	8	3
10	8	3	10	3
11	10	5	13	7
12	13	7	17	9
13	17	9	21	12
14	21	12	25	15

Nota. De acuerdo con el resultado de $W=0$ y teniendo en cuenta el valor crítico es 10 se evidencia rechazo de hipótesis H_0 , indicando que la estadística analizada presenta en el año 2025 desviaciones de menor magnitud con respecto al 2024.

¿Qué Mejoro en Procesos?

Gerencia Visual

Se visualiza el flujo de trabajo de una forma rápida y clara, por medio de las señales de semáforos y el orden permite que las decisiones se tomen de una forma asertiva y rápida, funciona el flujo del trabajo de manera transparente y continua.

Figura 14

Gerencia Visual

Inventarios antes de la gestión del kanban.



Inventarios después de implementación kanban.



Nota. Se observa el antes y el después de la implementación de la herramienta kanban como gestión de control de inventario ubicaciones estandarizadas y cada caja marcada con la referencia y unidades que contiene. *Fuente.* Tomado de Progen S. A. (2024).

Toma de Inventarios

Debido al orden establecido en el almacén con las referencias de zincados y teniendo en cuenta que cada caja se encuentra marcada con las cantidades estandarizadas y código de barra se permitió reducir el tiempo en MOD a la hora de toma de inventarios, anteriormente este almacén tenía que asignar recurso entre 1 día a 2 días, de acuerdo al nivel de inventarios y desorden de que había para ordenar todo este material y poder iniciar conteo, sin embargo aunque se organizara era muy fácil caer en errores de conteo, actualmente no hay que asignar recurso para organizar dado que ya mantiene un orden el almacén, y al momento de tomar inventarios se realiza con lectura de código de barra mitigando los errores de conteo.

Figura 15

Toma de Inventarios Actuales 2025



Nota. En la anterior figura observamos el proceso actual para toma de inventarios, el cual es a través de lectura de código de barras para cada caja. *Fuente.* Tomado de Progen S. A. (2024).

Costos. *Reducción de costos en*

Disminución de tiempos en toma de inventarios.

Eliminación de inventarios obsoletos.

Disminución de variación entre los materiales ejecutados vs los solicitados.

Disminución en variación de diferencias de inventarios.

Tabla 14

Variación de Inventario 2023 vs 2024

	2023	2024
Descripción	Peso	Peso
Compras	1,55%	0,67%
Pto terminado	-0,20%	0,23%
Material en proceso	-25,55%	-3,28%
Comercializado	0,34%	0,02%
Total	-23,86%	-2,36%

Nota. En la tabla anterior podemos observar que la variación en la toma del inventario disminuyó las diferencias de inventarios de un -23.86% a un -2.36%, es decir disminuyó las diferencias de inventarios un 21.5% durante el impacto de la implementación. *Fuente.* Tomado de Progen S.A. (2024).

Beneficios. Entre los principales beneficios para la compañía tenemos los siguientes
Flujo continuo.

Gestión visual.

Mejor comunicación entre áreas.

Mayor precisión en inventarios.

Mejora en la gestión del abastecimiento.

Eliminación de componentes obsoletos.

Limitaciones del Kanban. Depende mucho de la disciplina del equipo.

Puede presentar rupturas de inventarios en caso de un aumento significativo en la demanda.

Riesgo de desorganización

Controles. Control visual: Permite visualizar el flujo completo del trabajo y evidenciar de manera fácil y rápida identificar que referencias se deben reabastecer, debido a que las cajas no se visualizan llenas en la parte inferior, sino se encuentran vacías en la parte posterior.

Control de límites de inventarios: Estos límites o WIP de inventarios nos permite eliminar los sobre stock de inventarios y disminuir los inventarios de baja rotación.

Herramienta de control: Permite detectar retrasos, mejora eficiencia.

Conclusiones

La implementación del método Kanban del presente proyecto, permitió evidenciar la importancia de la gestión visual y optimización del flujo del trabajo como herramienta para mejorar la eficiencia de la organización.

Con la aplicación de este enfoque se logró mayor transparencia en los procesos, mejor disponibilidad de inventarios lo cual demuestra que la metodología kanban contribuye al fortalecimiento de la comunicación interna y al desarrollo de una cultura de mejora continua en la organización.

De acuerdo con (Hernández & Baptista, 2014), las conclusiones se derivan directamente de los objetivos y sustentarse en la evidencia obtenida. En coherencia con el planteamiento metodológico, las conclusiones de este proyecto se fundamentan en los resultados alcanzados tras la implementación del kanban, confirman el cumplimiento de los objetivos propuestos: Diseñar kanban como abastecimiento oportuno y efectivo de los componentes zincados mejorando la cadena de suministro, e implementación de la herramienta kanban.

Siguiendo este enfoque sobre interpretación de resultados, las conclusiones de este proyecto no se limitan a describir efectos observados, sino comprender relaciones causales que expliquen los resultados. Así se concluye que el éxito de esta implementación del kanban depende del compromiso del equipo, la claridad del flujo del trabajo, y la disciplina al seguimiento de tareas.

Recomendaciones

Finalmente, se recomienda continuar con la aplicación del kanban como estrategia de mejora continua, promoviendo la evaluación constante de indicadores de desempeño tal como sugiere (Hernández & Baptista, 2014), la investigación aplicada debe tener conocimiento útil y transferible por consiguiente los hallazgos de este proyecto pueden servir de referencia para futuras investigaciones o implementación del método kanban en otros contextos organizacionales.

Para la conservación de este sistema implementado se requiere seguir ciertas recomendaciones, de tal forma permite a lo largo del tiempo no perder el trabajo de la implementación, si no en contrario permitirá en un futuro observar mejoras del sistema y poder avanzar reforzando lo alcanzado, se estiman a continuación el uso de las siguientes indicaciones:

Mantener el orden del proceso.

En caso de pérdida de alguna Marquilla o ruptura de visor reponer de forma inmediata para evitar el deterioro de la herramienta Kanban.

Realizar inspección y conteo de cajas validando referencias aleatorias con tiempo definido para garantizar se conserve la Herramienta Kanban.

Anualmente analizar la demanda para garantizar el volumen determinado se conserva o requiere algún incremento considerable.

Referencias Bibliográficas

- Arango, M., Campuzano, L., & Zapata, J. (2015). Mejoramiento de procesos de manufactura utilizando Kanban. <https://share.google/DOWWnNy9laj0BrOZA>
- Balkhi, B., Abdullah, A., & Khan, A. (2022). Enfoque justo a tiempo en la gestión de inventarios de atención médica: ¿Realmente funciona?. *Revista farmacéutica saudí*, 1-5.
<https://doi.org/10.1016/j.jsps.2022.10.013>
- Carreras, M. (2021). Herramientas para producir mejor. *Lean manufacturing*.
https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=40VIEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=que+es+lean+manufacturing&ots=evLEgrcaIa&sig=I9SBVGNUuZ41zVU-qBMuVJZ28NA&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Cota, Y., Osuna, M., José, J., & Medrano, D. (2025). *Evaluación y mejora del manejo y control de inventario en una empresa de comercialización de pinturas para reducir el desperdicio y pérdida de productos*. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2025.n48.7744>
- Forero, L. (2020) *Desarrollo e Implementación del Método Kanban a Través de la Herramienta Planner en el Área de Importaciones de Los Coches La Sabana S.A.S*
<chrome-extension://efaidnbmninnibpcjpcglclefindmkaj/https://repository.usta.edu.co/server/api/content/bitstreams/4c61d780-be17-48e4-b48a-d35c5e278cac/content>
- Ebrary. (2014), *Introducción a la cadena de suministro de moda sostenible*.
https://ebrary.net/336129/business_finance/kanban_ara
- Europapress. (2023, 01 30). *Toyota repite como líder mundial del automóvil con 10,4 millones de vehículos vendidos en 2022*. Europapress.

<https://www.europapress.es/motor/sector-00644/noticia-toyota-repite-lider-mundial-automovil-104-millones-vehiculos-vendidos-2022-20230130105122.html>

Fallas Valverde, P., Quesada J., H., & Madrigal Sanchez, J. (2018). *Implementación de principios de manufactura esbelta a actividades logísticas: un caso de estudio en la industria maderera*. 9. Tecnología en marcha. <https://doi.org/10.18845/tm.v31i3.3901>

Hernández, J., & Suárez, M. (2020, 07). *Revista de Ciencia y Tecnología. Efecto de la composición química del baño en la microestructura y resistencia a la corrosión de los recubrimientos de zinc por inmersión en caliente: una revisión*.

http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1390-860X2020000100040&lng=e&nrm=iso&tlng=es

Hernández, S., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill/Interamericana de editores s.a. de C.V. <https://share.google/g6ZeRjFiL65i7kxt2>

Hincapié, F., García, J., & Toro, E. (2023). *Artículos de Investigación. Resolución del problema integrado de enrutamiento y gestión de inventarios con múltiples vehículos mediante programación lineal entera mixta*. <http://www.scielo.org.co/pdf/inge/v28n2/0121-750X-inge-28-02-e18961.pdf>

Kniberg, H., Skarin, M., Poppendieck, M., & Anderson, D. (2010). *Kanban y Scrum-obteniendo lo mejor de ambos*. Estados Unidos de América, 7-81: InfoQ. http://www.proyectalis.com/documentos/KanbanVsScrum_Castellano_FINAL-printed.pdf

León, J., Román, E., Romero, L., & Olea, J. (2023, 06 09). *Implementación de Kanban para incrementar la efectividad de un almacén tipo supermercado en una empresa manufacturera*. www.scielo.cl/pdf/infotec/v34n6/0718-0764-infotec-34-06-1.pdf

Sánchez, G., Sánchez, J., & Patiño, O. (2012). *Asignación Kanban en una cadena de suministro en serie*. 60-66. <http://ref.scielo.org/rrtmm7>

Shingo, S. (1991). *Producción sin stocks*. Madrid España: Productivity Press.

Varón, M., & Estefanie, C. (2017). Trabajo de grado - *Especialización. Sistema de producción Kanban para el control de los inventarios en la línea de producción del candado tipo alemán 870 en Assa Abloy Colombia*. Repositorio Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. <https://repositorio.escuelaing.edu.co/entities/publication/68d8995c-a4a5-41d7-a3c5-a59f6f016f1c>